

Cleber Bianchessi
Organizador

ENSAIOS NAS CIÊNCIAS AMBIENTAIS E AGRÁRIAS

Pesquisa e Desafios e Perspectivas

Vol. 4



ENSAIOS NAS CIÊNCIAS AMBIENTAIS E AGRÁRIAS

Pesquisa e Desafios e Perspectivas

Vol. 4





AValiação, Parecer e Revisão por Pares

Os textos que compõem esta obra foram avaliados por pares e indicados para publicação.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Bibliotecária responsável: Maria Alice Benevidetz CRB-1/5889

E26 Ensaio nas ciências ambientais e agrárias: pesquisa,
1.ed. desafios e perspectivas – vol. 4 [recurso eletrônico] /
[org.] Cleber Bianchessi. – 1.ed. – Curitiba-PR,
Editora Bagai, 2024. 109p.
Recurso digital.
Formato: e-book
Acesso em www.editorabagai.com.br
ISBN: 978-65-5368-427-0
1. Meio ambiente. 2. Agrárias. 3. Pesquisa.
I. Bianchessi, Cleber.

10-2024/58

CDD 333.72

Índice para catálogo sistemático:

1. Meio Ambiente: Pesquisa



<https://doi.org/10.37008/978-65-5368-427-0.15.07.24>

Proibida a reprodução total ou parcial desta obra sem autorização prévia da Editora BAGAI por qualquer processo, meio ou forma, especialmente por sistemas gráficos (impressão), fonográficos, microfilmicos, fotográficos, videográficos, reprográficos, entre outros. A violação dos direitos autorais é passível de punição como crime (art. 184 e parágrafos do Código Penal) com pena de multa e prisão, busca e apreensão e indenizações diversas (arts. 101 a 110 da Lei 9.610 de 19.02.1998, Lei dos Direitos Autorais).

Este livro foi composto pela Editora Bagai.



www.editorabagai.com.br



[/editorabagai](https://www.instagram.com/editorabagai)



[/editorabagai](https://www.facebook.com/editorabagai)



contato@editorabagai.com.br

Cleber Bianchessi
Organizador

**ENSAIOS NAS CIÊNCIAS
AMBIENTAIS E AGRÁRIAS**

Pesquisa e Desafios e Perspectivas

Vol. 4



1.ª Edição – Copyright© 2024 dos autores.

Direitos de Edição Reservados à Editora Bagai.

O conteúdo de cada capítulo é de inteira e exclusiva responsabilidade do(s) seu(s) respectivo(s) autor(es).

As normas ortográficas, questões gramaticais, sistema de citações e referencial bibliográfico são prerrogativas de cada autor(es).

<i>Editor-Chefe</i>	Cleber Bianchessi
<i>Revisão</i>	Os autores
<i>Capa & Diagramação</i>	Luciano Popadiuk
<i>Conselho Editorial</i>	Dr. Adilson Tadeu Basquerote – UNIDAVI Dr. Anderson Luiz Tedesco – UNOESC Dra. Andréa Cristina Marques de Araújo - CESUPA Dra. Andréia de Bem Machado – UFSC Dra. Andressa Grazielle Brandt – IFC - UFSC Dr. Antonio Xavier Tomo - UPM - MOÇAMBIQUE Dra. Camila Cunico – UFPB Dr. Carlos Alberto Ferreira – UTAD - PORTUGAL Dr. Carlos Luís Pereira – UFES Dr. Claudino Borges – UNIPLAGET – CABO VERDE Dr. Cleidione Jacinto de Freitas – UFMS Dra. Clélia Peretti - PUCPR Dra. Daniela Mendes V da Silva – SEEDUCRJ Dr. Deivid Alex dos Santos - UEL Dra. Denise Rocha – UFU Dra. Elisa Maria Pinheiro de Souza – UEPA Dra. Elisângela Rosemeri Martins – UESC Dra. Elnora Maria Gondim Machado Lima - UFPI Dr. Ernane Rosa Martins – IFG Dra. Flavia Gaze Bonfim – UFF Dr. Francisco Javier Cortazar Rodríguez - Universidad Guadalajara – MÉXICO Dra. Geuciane Felipe Guerin Fernandes – UENP Dr. Hélder Rodrigues Maiunga - ISCED-HUILA - ANGOLA Dr. Helio Rosa Camilo – UFAC Dra. Helisamara Mota Guedes – UFVJM Dr. Humberto Costa – UFPR Dra. Isabel Maria Esteves da Silva Ferreira – IPPortalegre - PORTUGAL Dr. João Hilton Sayeg de Siqueira – PUC-SP Dr. João Paulo Roberti Junior – UFRR Dr. Joao Roberto de Souza Silva - UPM Dr. Jorge Carvalho Brandão – UFC Dr. Jose Manuel Salum Tome, PhD – UCT - Chile Dr. Juan Eligio López García – UCF-CUBA Dr. Juan Martín Ceballos Almeraya - CUIM-MÉXICO Dr. Juliano Milton Kruger - IFAM Dra. Karina de Araújo Dias – SME/PMF Dra. Larissa Warnavin – UNINTER Dr. Lucas Lenin Resende de Assis - UFPA Dr. Luciano Luz Gonzaga – SEEDUCRJ Dra. Luisa Maria Serrano de Carvalho - Instituto Politécnico de Portalegre/CIEP-UE - POR Dr. Luiz M B Rocha Menezes – IFTM Dr. Magno Alexon Bezerra Seabra - UFPB Dr. Marciel Lohmann – UEL Dr. Márcio de Oliveira – UFAM Dr. Marcos A. da Silveira – UFPR Dra. María Caridad Bestard González - UCF-CUBA Dra. Maria Lucia Costa de Moura – UNIP Dra. Marta Alexandra Gonçalves Nogueira - IPLEIRIA - PORTUGAL Dra. Nadja Regina Sousa Magalhães – FOPPE-UFSC/UFPeI Dra. Patricia de Oliveira - IF BALANO Dr. Paulo Roberto Barbosa – FATEC-SP Dr. Porfírio Pinto – CIDH - PORTUGAL Dr. Rogério Makino – UNEMAT Dr. Reiner Hildebrandt-Stramann - Technische Universität Braunschweig - ALEMANHA Dr. Reginaldo Peixoto – UEMS Dr. Ricardo Cauica Ferreira - UNITEL - ANGOLA Dr. Ronaldo Ferreira Maganhotto – UNICENTRO Dra. Rozane Zaiónz - SME/SEED Dr. Stelio João Rodrigues - UNIVERSIDAD DE LA HABANA - CUBA Dra. Suéli da Silva Aquino - FIPAR Dr. Tiago Tendai Chingore - UNILICUNGO – MOÇAMBIQUE Dr. Thiago Perez Bernardes de Moraes – UNIANDRADE/UK-ARGENTINA Dr. Tomás Raúl Gómez Hernández – UCLV e CUM – CUBA Dra. Vanessa Freitag de Araújo - UEM Dr. Willian Douglas Guilherme – UFT Dr. Yoissell López Bestard- SEDUCRS

APRESENTAÇÃO

Na presente coleção participam capítulos que abordam os diversos temas relacionados às ciências agrícolas e ambientais destacando, especialmente, a pesquisa, com seus desafios e perspectivas variadas. As contribuições vêm de várias áreas do conhecimento e de diferentes níveis educacionais, oferecendo uma perspectiva que pode explorar ou não a interação e influência mútua entre esses campos, questionando assim a visão estanque (disciplinar) da realidade durante o processo de pesquisa.

Destarte, o primeiro capítulo expressa reflexões sobre a educação ambiental enquanto prática educativa transformadora interdisciplinar. Na sequência, o segundo capítulo reflete sobre o cultivo de amoreiras (*rubus sp.*) em clima temperado no planalto norte catarinense. Por sua vez, o terceiro capítulo destaca redes metalorgânicas (MOFs) como catalisadores para evolução do hidrogênio verde

Em prosseguimento, o quarto capítulo destaca a ação do PRONAF no desenvolvimento dos agricultores familiares e o quinto capítulo, na sequência, disserta sobre entomofauna de cupins em um fragmento de floresta secundária na cidade de Manaus - AM, com ênfase em hábitos xilófagos. Em continuidade, o sexto capítulo apresenta a utilização de osteoteca para a prática de educação ambiental, no que lhe concerne, o sétimo capítulo destaca o uso de óleos essenciais como aditivo adsorvente na nutrição animal e, por fim, o oitavo capítulo apresenta um relato de aula prática referente a produção experimental de biodiesel utilizando o óleo de soja em uma rota metálica.

Diante do que foi exposto, o presente livro traz reflexões intelectuais e ensinamentos práticos por parte dos pesquisadores e autores atuantes no campo das ciências agrárias e ambientais, inseridos em atividades de pesquisa e experiências que expressam alguma conexão com a educação. Em seu percurso são exploradas abordagens que se conectam com distintas áreas do saber por meio de propostas contemporâneas e salientando a discussão contínua sobre a pesquisa e os desafios atuais, o que resulta em diversas vozes e perspectivas dos envolvidos.

SUMÁRIO

EDUCAÇÃO AMBIENTAL: PRÁTICA EDUCATIVA TRANSFORMADORA INTERDISCIPLINAR	7
Sônia Maria Corrêa Amaral	
CULTIVO DE AMOREIRAS (<i>RUBUS SP.</i>) EM CLIMA TEMPERADO NO PLANALTO NORTE CATARINENSE	21
Denise Monique Dubet da Silva Mougá Allison Leandro Tietz Luiz Felipe Machado Kayky Leonardo Bauer de Britto	
REDES METALORGÂNICAS (MOFS) COMO CATALISADORES PARA EVOLUÇÃO DO HIDROGÊNIO VERDE	39
Emily Pacheco Squizzatto Giovana Barros Magalhães Lorrayne Ohana Coelho Fábio Junior Moreira Novaes Jemmyson Romário de Jesus	
A AÇÃO DO PRONAF NO DESENVOLVIMENTO DOS AGRICULTORES FAMILIARES.....	51
Marines Rute de Oliveira	
ENTOMOFAUNA DE CUPINS EM UM FRAGMENTO DE FLORESTA SECUNDÁRIA NA CIDADE DE MANAUS, AMAZONAS, COM ÊNFASE EM HÁBITOS XILÓFAGOS	63
Raimunda Liége Souza de Abreu Mayara Lorely de Oliveira Ribeiro	
UTILIZAÇÃO DE OSTEOTECA PARA A PRÁTICA DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL	77
Ana Carolina Lopes Ribeiro Ariane de Sousa Brasil Alexsandro Dias Pinheiro Erick Patrício Saboia Isadora Santos Lima Letícia Lima Correia Thiago Bernardi Vieira	
USO DE ÓLEOS ESSENCIAIS COMO ADITIVO ADSORVENTE NA NUTRIÇÃO ANIMA	87
Marcela Machado Emily Vidor Cassia Regina Nespolo Denise Nunes Araujo Lenita Moura Stefani	
RELATO DE AULA PRÁTICA: PRODUÇÃO EXPERIMENTAL DE BIODIESEL UTILIZANDO O ÓLEO DE SOJA EM UMA ROTA METÁLICA.....	99
Caetano Dartiere Zulian Fermino Matheus Augusto Santos Antoniazzi Matheus Medeiros Ribeiro Laura Prenhaca Balsi Gabriel de Almeida Bispo Damasceno Murilo Amélio Ferreira José Augusto de Carvalho Dias Emmanuel Zullo Godinho	
SOBRE O ORGANIZADOR.....	107
ÍNDICE REMISSIVO	108

EDUCAÇÃO AMBIENTAL: PRÁTICA EDUCATIVA TRANSFORMADORA INTERDISCIPLINAR

Sônia Maria Corrêa Amaral¹

INTRODUÇÃO

O presente trabalho objetivou demonstrar a Educação Ambiental como instrumento da prática educativa transformadora interdisciplinar em uma Escola Municipal do Ensino Fundamental no município de Igarapé-Miri no estado Pará, pois atualmente a escola tomou para si a incumbência de preparar os futuros cidadãos baseados em princípios ambientais.

Desse modo, a educação é despontada como ferramenta na defesa do meio natural, e ajuda a reaproximar o homem da natureza, garantindo um futuro com mais qualidade de vida para todos. Neste caminho o estudo da Educação Ambiental é de fundamental importância para que possamos compreender melhor as inter-relações entre o homem e o ambiente, suas expectativas, anseios, satisfações e insatisfações, julgamentos e condutas.

Nesse contexto, este estudo teve como procedimento metodológico um estudo de caso por meio de uma abordagem qualitativa descritiva com vista ao conhecimento das práticas educativas dos professores do ensino fundamental, no que tange à abordagem da educação ambiental em uma perspectiva transformadora interdisciplinar, nesse sentido a pesquisa foi realizada mediante a observando de que forma os professores trabalham na escola pesquisada e com aplicação de questionário, com a finalidade de compreender o nível de percepção e conhecimento dos mesmos dentro de temas da área ambiental.

Para tanto, principia-se este trabalho com conteúdo introdutório a apresentação do contexto da pesquisa seguido de três seções, a primeira e a segunda tratam da revisão bibliográfica, composto por recortes da literatura sobre aspectos considerados importantes para apoiar a pesquisa. educação ambiental como política pública atribui um conceito a

¹ Dotoranda em Comunicação, Linguagens e Cultura (UNAMA). CV: <https://lattes.cnpq.br/8969262667398764>

educação ambiental destacando suas possibilidades de transformação. Já a seção sobre educação ambiental na escola. Dá-se ênfase ao espaço escolar como sendo um local apropriado para se trabalhar educação ambiental voltada a um novo pensamento referente a uma nova prática educativa transformadora na perspectiva ambiental.

A seção três trata-se da metodologia utilizada para desenvolver a pesquisa que foi elaborada em dois momentos sendo a primeira visita na instituição e observação do trabalho do professor e o segundo momento a entrevista e em seguida na mesma traz-se a análise dos dados obtidos no desenvolvimento da pesquisa através da aplicação do questionário. Por último as considerações.

EDUCAÇÃO AMBIENTAL (EA) COMO POLÍTICA PÚBLICA

A EA teve início, a partir da Conferência de Estocolmo em 1972, preparada pela Organização das Nações Unidas (ONU), que aconselhou que a mesma fosse reconhecida e promovida em todos os países. A UNESCO, em 1975, instituiu o “Programa Internacional de Educação Ambiental” que perdurou até o ano de 1995. Reforçado pelas conferências de Tbilisi, em 1977, e do Rio-92 ou Eco-92, esse projeto trouxe a discussão da EA para a prática em sala de aula em diversos países. (KINDEL, 2006). Ela (EA) veio como resposta à preocupação da sociedade para com as gerações futuras, onde implica mudanças evitando mais agressões ambientais.

No Brasil, a EA atingiu primeira no âmbito administrativo, e só depois o sistema educativo. A oficialização da EA aconteceu por meio da lei federal de no 6.938 de 1981, que criou a Política Nacional do Meio Ambiente. Na educação Brasileira na Diretrizes e Bases da Educação Brasileira (LDB/Lei 9.394/96), que aponta a importância da formação ampla para o estudante da escola básica em que propõe a ação educativa temas que promovam a reflexão sobre questões de responsabilidade, cidadania, ética, e a compreensão do meio ambiente numa perspectiva interdisciplinar.

Porém atualmente, com a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) o termo “Educação Ambiental” é modificado, por “Sustentabilidade” em que se trata de um instrumento de sensibilização para a

conscientização individual, voltado a questões políticas, sociais e econômicas, onde são deverão ser desenvolvidas atividades que levem a reflexões dos sujeitos sobre consumo excessivo de energia, água, assim como do desmatamento, poluição e as grandes consequências causadas na sociedade pelas mudanças ambientais que poderiam ser evitada se a sociedade tiver consciência ambiental.

Neste sentido, enfatiza-se que a Política Nacional de Educação Ambiental (PNEA) é um componente essencial e permanente da educação nacional, que contempla a Educação Ambiental é como uma possibilidade que deve estar presente, de forma harmonizadas, em todas as modalidades e níveis do processo da educação de maneira formal e informal, tornando a consciência de cada pessoa e da sociedade de vida ecológica. Vale salientar, que a PNEA².no Capítulo 01, artigo 1º diz que:

Entende-se por educação ambiental os processos por meio dos quais o indivíduo e a coletividade constroem valores sociais, conhecimentos, habilidades, atitudes e competências voltadas para a conservação do meio ambiente, bem de uso comum do povo, essencial à sadia qualidade de vida e sua sustentabilidade (LEI 9.795, 1999, art. 1º).

Neste contexto, a educação ambiental tem como desempenho gerar e difundir informação visando a provocar a sensibilização das pessoas, fornecendo a participação ativa da sociedade, considerando as extensões políticas, econômicas, sociais e culturais da sociedade.

A Educação Ambiental distingue-se por congrega as dimensões socioeconômicas, políticas e históricas, não se baseando em pautas rígidas e de aplicação universal, levando em consideração as condições e estágio de cada país, região e comunidade, sob um aspecto histórico. Assim, a Educação Ambiental deve admitir a compreensão da natureza complexa do meio ambiente e interdependência entre diversos elementos que conformam o ambiente, com vista na utilização racional dos recursos presentes e no futuro (BRASIL, 2012).

² PNEA- Política Nacional de Educação Ambiental a Lei 9.795 / 1999, que dispõe sobre a educação ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras providências.

Ensinar significa “autotransformar-se”, visto que, a educação ambiental deve ser transformadora, educativa, cultural, informativa, política, formativa e, acima de tudo, emancipatória (LOUREIRO, 2006). Muitos conceitos definem a Educação Ambiental (EA), porém todos eles, independentemente da origem, afluem, para o entendimento do ambiente, do componente social e também do componente político-econômico.

A Lei 9.795/99 logo em seu Art. 1º traz a definição da EA:

Entendem-se por educação ambiental os processos por meio dos quais o indivíduo e a coletividade constroem valores sociais, conhecimentos, habilidades, atitudes e competências voltadas para a conservação do meio ambiente, bem de uso comum do povo, essencial à sadia qualidade de vida e sua sustentabilidade (BRASIL, 1999, p. 1).

Conforme, a Lei 9.795/99, a EA é um meio que os sujeitos em coletividade constroem conhecimentos, valores sociais, atitudes habilidades, e competências voltadas para a conservação do meio ambiente (BRASIL, 1999), com o propósito de desenvolver a atividade humana transpassada pela ética ambiental (BRASIL, 2012).

Vale salientar que, segundo Quintas (2008), EA deve propor condição para o desenvolvimento das capacidades dos grupos sociais, em diferentes situações socioambientais do Brasil, que ela intervenha, qualificadamente na gestão do uso dos recursos ambientais.

Porém, Sato (2005) diz que a EA deve se firmar em uma luta política, entendida como um nível de transformação de poder que se revela em uma disputa de posições sobre o futuro dos territórios, e das desterritorializações das e sociedades, onde destaca que mais do que conhecimento técnico-científico, os saberes populares, também conseguem propor caminhos de participação para a sustentabilidade através da transição democrática.

Já na Conferência Sub-regional de Educação Ambiental para a Educação Secundária realizada em Chosica no Peru no 1976, foi estabelecido, segundo Cardoso e Martins (2016) que:

A Educação Ambiental é a ação educativa permanente pela qual a comunidade educativa tem a tomada de consciência de sua realidade global, do tipo de relações que os homens estabelecem entre si e com a natureza, dos problemas derivados de ditas relações e suas causas profundas. Ela desenvolve, mediante uma prática que vincula o educando com a comunidade, valores e atitudes que promovem um comportamento dirigido a transformação superadora dessa realidade, tanto em seus aspectos naturais como sociais, desenvolvendo no a educando as habilidades e atitudes necessárias para dita transformação (Cardoso; Martins, 2016, p. 3).

Vale ressaltar, que se entende a EA como uma esperança que se cria na Educação, desenvolvida nas relações estabelecidas entre as diversas tendências ambientalismo e que têm na “natureza” e no “ambiente” divisões centrais e identitárias (Loureiro, 2006).

Ademais, a educação ambiental se legitimou por meio das escolas e passou a ser inserida em várias disciplinas, especialmente nas áreas do Conhecimento com base na ciência. Bem como é importante sua aplicabilidade no ensino Infantil, Fundamental e Ensino Médio, atualmente é necessário, que a sociedade promova práticas reflexiva educadoras ambientais ativas.

EDUCAÇÃO AMBIENTAL NA ESCOLA

A Lei nº 9.795/99 sancionou a Política Nacional de Educação Ambiental (PNEA) que por meio de seu decreto de regulamentado em 2002 têm contribuído com o processo de institucionalização da Educação Ambiental no país, cujo marco inicial, pelo menos para o ensino formal, foi a Lei nº 6.938/81, a qual, ao instituir a Política Nacional de Meio Ambiente, determinou o acesso da EA em todos os níveis e modalidades de ensino.

Inegavelmente, muitos projetos têm sido implementados desde então. Exemplo disto é a “escola sustentável”, em Pirenópolis, no estado de São Paulo. Nesta escola os alunos são incentivados a fazer a coleta seletiva do lixo e também são motivadas a dar ideias para implementação de medidas de preservação ambiental para serem adotadas pelas escolas. No estado do Pará, a “Escola Bosque” também aborda a temática da educação ambiental como foco principal de ação.

Todavia, apesar da existência de propostas inovadoras visando a formação cidadã, muitas não chegam às salas de aula. Segundo Schnetzler (2000), a prática docente reflete os modelos de ensino com os quais os indivíduos tiveram contato durante toda sua formação. Além disso, diferentes concepções sobre meio ambiente e EA podem influenciar a abordagem pedagógica e a adoção de estratégias pelos professores para promover a EA. Desta forma, por meio da análise das ações de EA propostas pelos professores podem-se conhecer quais são as concepções orientadoras da prática docente. (ABREU, 2008).

Por conta dos tipos de abordagem pedagógicas, da aplicação dos alunos em aprender ou mesmo da falta de recursos para atingir-se resultados satisfatórios em EA, deve-se investigar se os temas abordados pela EA estão sendo absorvidos pelos alunos, se estão sendo praticados no meio em que vivem e que dificuldades os docentes percebem em seu dia-a-dia na ministração da disciplina, mediante a uma prática educativa crítica e transformadora.

Buscando uma educação que supere a atual, uma série de autores, assim como Freire (2005) formam algumas hipóteses indicadoras de uma prática educativa transformadora; contudo, essa dita transformação recebe uma representação particular em suas falas e em suas respectivas obras. Na tentativa de abranger esses entendimentos e uni-los logicamente, na busca da interlocução, dialogar-se-á neste trabalho a abordagem de algumas contribuições para se pensar em práticas favoráveis a uma educação crítica e transformadora.

Freire (2006) instiga a pedagogia do oprimido “em favor da emancipação constante dos seres humanos, classificados como classe ou como indivíduos” [...] “como um que fazer histórico em consonância com a também histórica natureza humana, inclusive, finita, limitada” (FREIRE, 2006, p. 72).

Na visão de Freire “ensinar não é transferir conhecimento, mas criar as possibilidades para a sua produção ou a sua construção” (FREIRE, 1996, p. 22), em que no ensina o educador se ver na prática de docência-discência numa relação dicotômica. “Quem ensina aprende ao ensinar e quem aprende ensina ao aprender” (FREIRE 1996, p. 23).

Freire (1996), também afirma existir a resistência, a curiosidade que, mesmo ingênua, não deixa de ser curiosidade, portanto rebeldia. Assim, o papel do educador é o de ensinar a pensar certo, o que envolve, sobretudo, a relação Teoria e Prática.

METODOLOGIA

Esta pesquisa do tipo estudo de caso com 05 professores do ensino fundamental de uma Escola Municipal de Ensino Fundamental no município de Igarapé-Miri no estado do Pará sobre suas formas de trabalhar educação Ambiental, problematizando suas práticas pedagógicas na escola, pois se almeja como isso causar reflexões mudanças de atitude e de comportamento, com perguntas, por meio de questionários, envolvendo questões subjetivas e objetivas e explorando aspectos relacionados ao conhecimento educação ambiental como instrumento da prática educativa transformadora. Os sujeitos da pesquisa foram professores.

Para tanto, a abordagem da pesquisa foi por meio da pesquisa qualitativa, a qual examinou evidências baseadas em dados verbais e visuais para entender um fenômeno em profundidade. Portanto, seu resultado surge de dados empíricos, coletados de forma ordenada de material bibliográfico que serão utilizados de forma exploratória, descritivo e explicativo que de acordo com Gil (2008 p. 44), a “pesquisa bibliográfica é desenvolvida com base em material já elaborado, constituído principalmente de livros e artigos científicos”. Para Marconi e Lakatos (2009), o levantamento bibliográfico, deve ser considerado como o primeiro caminho de uma pesquisa científica para construção de uma efetiva produção acadêmica.

RESULTADOS

O trabalho teve a intenção de analisar as práticas educativas dos professores do ensino fundamental, no que tange à abordagem da educação ambiental em uma perspectiva transformadora interdisciplinar. Os resultados seguintes foram obtidos de um questionário aplicado em forma de entrevista aos professores em campo. Vale salientar que dos 5 professores que participaram da pesquisa; 20% pertencem ao

sexo masculino e 80% ao sexo feminino. A divisão dos entrevistados foi determinada por 01 professor de cada disciplina visando a prática educativa interdisciplinar. Vejamos os resultados:

Constatou-se, conforme, as respostas dos professores referentes à pergunta “De que forma a educação ambiental é abordada na escola”? Que 60% dos professores disseram que trabalham com educação ambiental através de palestras, projetos e feira de ciências. Os outros 40% disseram não trabalhar a temática acreditando ser conteúdo exclusivo de ciências. Respostas de alguns professores:

Professor 01: “não trabalho em sala de aula com os temas ambientais, porque não tenho disponibilidade de tempo”, em atividade da escola, por meio de feiras, palestras e projetos.

Professor 02: “não trabalho com a temática porque esses temas são trabalhados na disciplina de ciências”

Professor 03: “é mais a disciplina de ciências que trabalha com esses temas”.

Professor 04: “Trabalho sobre o meio ambiente, somente em palestras, feiras e projetos na escola, quando temos eventos coletivos.

Professor 05: “Trabalho em palestras, feiras e projetos na escola, quando temos eventos da escola.

A educação Ambiental precisa ser vista como uma ferramenta importante no currículo da escola na busca de um saber interligado sem fragmentações. A escola deve sugerir a ampliação do currículo escolar voltado para a questão ambiental e proporcionar a participação de todos. Os conteúdos precisam ser revistos para que os mesmos afluam entre as disciplinas de forma interdisciplinar, além de terem sua importância dentro da Educação Ambiental.

Layrargue (2004) afirma que a educação ambiental está na Constituição Federal de 1988 e elevou ainda mais os tatus do direito à E.A ao mencioná-la como um componente essencial para qualidade de vida ambiental. Contudo atribui ao estado o dever de promover a educação ambiental em todos os níveis de ensino e a conscientização pública para a preservação do meio ambiente.

Constatou-se, conforme, as respostas dos professores referentes à pergunta “Quais temas da área ambiental você prefere trabalhar”? Observou-se que 50% dos professores preferem abordar temas referente à problemática do lixo, 10% preferem animais em extinção, 05% preferem camada de ozônio, 05% animais em extinção e 30% preferem outros temas. As escolhas dos professores chamam a atenção para a necessidade de ações de educação ambiental, voltadas especialmente para a problemática do lixo. Entretanto, ao longo da pesquisa percebe-se que há ação superficiais no currículo escolar onde ocorre em ocasiões como palestras, amostra pedagógica, dentro do conteúdo ministrado por alguns professores.

Guimarães, (2005), afirma que no cotidiano escolar, cada vez mais as crianças manifestam alguma inquietude e/ ou aproximasse com a questão ambiental. E ainda relata que os números crescentes de professores procurando tratar da questão ambiental em suas aulas, e a conquista da transversalidade na legislação e políticas sobre educação ambiental e outras ações envolvendo a mesma.

Constatou-se, conforme, as respostas dos professores referentes à pergunta: “Em sua prática docente você aborda a temática ambiental em uma perspectiva crítica e transformadora”? Observou-se que 80% dos professores declararam não abordar a temática ambiental em uma perspectiva crítica e transformadora Pois, reconheceram que a forma de abordagem da temática ambiental é superficial e não desenvolve os discentes a formação da consciência ecológica para serem futuros cidadãos críticos e atuantes do meio ambiente em que vivem. Mas que pretendem modificar esse quadro.

Layrargues (2004) menciona que para uma educação Ambiental crítica a solução deve acontecer mediante as mudanças comportamentais de cada indivíduo, como normalmente se trata, por exemplo, o não jogar o lixo no chão. Dessa forma, os problemas ambientais podem se constituir em temas geradores que questionam e problematizam a realidade para compreendê-la instrumentalidade para uma ação crítica de sujeitos em processo de conscientização. Continuando com o autor relata no exemplo anterior do lixo no chão, seria oportuno também questionar o porquê essa sociedade produz tanto lixo e deixa promo-

ver toda uma discussão do seu modo de produção e consumo, com as relações de poder que as permeiam e seus paradigmas, para daí saber como agir. Desta forma está na realidade socioambiental ultrapassando os muros das escolas.

Para Guimarães (2005) esse processo, o educando deve ser estimulado a uma reflexão crítica para se transformar individualmente, e, ao mesmo tempo, subsidiar uma prática que busque coletivamente a transformação da sociedade. Para tanto é desejável aos educadores um ambiente educativo que propicie a oportunidade de conhecer, sentir, experimentar, ou seja, vivenciar aspectos que predominam na constituição da atual realidade socioambiental. Isso poderá potencializar uma prática diferenciada que, pelo incentivo à ação cidadã em sua dimensão política, repercuta em novas práticas sociais voltadas para a sustentabilidade socioambiental.

Constatou-se, conforme, as respostas dos professores referentes à pergunta “Na sua escola há alguma ação educativa para conscientização sobre a problemática do lixo”? Que 60% dos professores entrevistados declararam que na escola na qual trabalham possui ações educativas para conscientização do lixo, A coleta seletiva, Mas, contudo nem sempre tem a consciência de separar o lixo, por essas razões é necessário refletir as ações de coleta seletiva para além das lixeiras da escola, para buscar transformar num tema de debate, abordando o conhecimento de forma interdisciplinar para levar essa reflexão para uma ação crítica, política e consciente de transformação de uma realidade que está em crise.

Constatou-se, conforme, as respostas dos professores referentes à pergunta “Você tem alguma atitude para melhorar as condições do meio ambiente”? Observou-se que 80% dos professores entrevistados declararam ter atitudes para melhorar as condições do meio ambiente. Conforme mostras o diálogo dos professores.

Professor 01: “não jogo lixo no meio ambiente”

Professor 02: “separo meu lixo de acordo com a coleta seletiva”

Professor 03: “estou tentando ser menos consumista”

Professor 04: “reaproveito vários materiais através da prática do artesanato”

Professor 05: “realizo projetos sobre EA na escola voltados para a escola e para o entorno dela”.

Dentro dessa abordagem os professores têm uma reflexão mais abrangente como mencionado pelo professor acima **“estou tentando ser menos consumista”**, pois o consumo exagerado produz excesso de lixo. Além disso, quando os professores dizem **“não jogo lixo no meio ambiente”** e **“separo meu lixo de acordo com a coleta seletiva”** ressaltam que muitos materiais são descartados de forma errada no meio ambiente causando graves problemas à natureza. Outra questão importante mencionada foi às falas dos uns professores que dizem **“realizo projetos voltados para a temática ambiental”** e outro que declara **“reaproveito vários materiais através da prática do artesanato.”** percebeu-se que existe uma preocupação entre referente aos problemas ambientais de forma isolada, pois é necessário despertar a cidadania também nos alunos através de uma abordagem mais abrangente para auxiliá-los na formação do senso crítico e participativo na sociedade em que vivem.

Nesse algumas ações os educadores ambientais devem promover para ocupação de espaços possíveis, onde os princípios participativos possa se expressar na perspectiva construtivista de novos saberes e práticas que estimulem a organização coletiva como; por exemplo, a construção participativa do projeto político pedagógico da escola; a construção de grêmios estudantis; associações de Pais e mestre, os conselhos escolares/ comunidade e outros espaços que seja possível constituir ações educativas para educação ambiental como temas geradores da referida problemática e que seja capaz de mudar a realidade no processo de construção da Sustentabilidade Socioambiental (GUIMARÃES, 2005).

CONSIDERAÇÕES

No ponto de vista da história da educação ambiental e de extrema importância através dela passamos compreender como foi o seu processo histórico cultural social através das lutas, debates e reunião sobre essa temática que ao longo do tempo vem sendo discutida em todo o território mundial. No entanto, embora a história da EA tenha conseguido avançar no campo do conhecimento. Mas não na prática ainda continua limitada.

Nesse sentido, este trabalho teve a intenção de analisar as práticas educativas dos professores do ensino fundamental, de Escola Municipal de Ensino fundamental no município de Igarapé-Miri no Estado do Pará sob forma de como vem sendo abordado o tema educação Ambiental, problematizando suas práticas pedagógicas em uma perspectiva transformadora interdisciplinar.

Assim, de acordo com as discussões em relação à abordagem da educação ambiental é importante que haja questionamentos a serem refletidos das teorias e práticas abordadas dentro da sala de aula sobre os temas ambientais. Os resultados alcançados mostram que é preciso melhorar cada vez mais as práticas educativas dos professores; pois é compromisso da escola adotar uma postura em torno desse objetivo, que refletirá na forma de pensar na educação.

Os discentes precisam de formação na área ambiental, para poderem desenvolver ações que possam contribuir para sua formação e atuação na realidade socioambiental de maneira comprometida com a sociedade. Por esses motivos, faz-se necessário a inserção da temática ambiental na escola de forma interdisciplinar como parte do conteúdo. Com isso deve ser efetivado o treinamento dos professores, o incentivo às aulas de campo que busquem estreitar os laços entre os alunos e o ambiente em que vivem sendo que, andam tão carentes de percepção acerca da importância do meio ambiente.

Vale lembrar que o meio ambiente nunca esteve tão em foco como na atualidade. A preservação deste está intimamente ligada com a preservação da vida humana e a mudança de postura de uma sociedade, seja ela qual for, só se consegue por meio da educação. Em especial a Educação Ambiental é a ferramenta que se deve utilizar como forma de transformação ambiental, pois trabalhar com um tema bastante inovador e ainda pouco trabalhado no ambiente escolar como a Educação Ambiental foi muito desafiador e ao mesmo tempo prazeroso. Porque é através da educação ambiental que se desenvolve a sensibilização para a conscientização focada no interesse do aluno pela preservação construída de forma coletiva e transformadora.

REFERÊNCIAS

- ABREU, D.G. et al. Educação Ambiental nas escolas da região de Ribeirão Preto (SP): Concepções orientadoras da prática docente e reflexões sobre a formação inicial de professores de Química. **Quim. Nova**, Vol. 31, No. 3, 688-693, 2008.
- BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular**. Ministério da Educação e Cultura. Brasília, DF: MEC, 2018.
- BRASIL, **Constituição da República Federal do Brasil**. São Paulo: Imprensa Oficial do Estado, 1988. MEC, Brasília/DF, 1988.
- BRASIL. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional**. Lei nº 9.394/96 Sancionada em 20 de dezembro de 1996. Publicada no Diário Oficial da União, em 23 de dezembro de 1996. Brasília: MEC, 1996.
- BRASIL. Ministério da Educação. Resolução nº 2, de 15 de junho de 2012. Estabelece as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Ambiental. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, de 15 de junho de 2012.
- BRASIL. Lei nº 9795/99. Disponível em: <[http://www.jusbrasil.com.br/legislação/annotada/272978/art - 1-da lei9795-99](http://www.jusbrasil.com.br/legislação/annotada/272978/art-1-da-lei9795-99)> Acesso em: 20 jun. 2024.
- BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais: temas transversais**. Brasília: MEC, 1998.
- CARDOSO, N. F.; MARTINS, V. L. Educação Ambiental: uma abordagem transdisciplinar. *Intr@ciência. Revista Científica*, ed. 11, 20p., 2016.
- FREIRE, P **Educação e mudança**. 28 Ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2005.
- FREIRE, P. **Pedagogia do oprimido**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2006.
- FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa**. 31 Ed. São Paulo: Paz e Terra, 1996.
- GIL, A. C. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social**. 6. ed. São Paulo: Editora Atlas, 2008.
- GUIMARÃES, M. **Educação ambiental: no consenso um embate?** 3 Ed. Campinas: Papirus, 2005.
- GUIMARÃES, Zara Faria Sobrinha. Educação Ambiental na Escola: escolarizar o ambiente ou ambientalizar a escola? Eis a questão. Caderno Coleciona MMA. V.2 Ano 1 set./out. 2008.
- KINDEL, E. A. I.; SILVA, F. W. da; SAMMARCO; Y. M. **Educação Ambiental vários olhares e várias práticas**. Porto Alegre: Editora Mediação, 2006.
- LAYRARGUES Philippe Pomier. **Identidades da Educação Ambiental Brasileira**. Brasília: MMA. 2004.
- LOUREIRO, C. F. B. (org.) **A questão ambiental no pensamento crítico: natureza, trabalho e educação**. Rio de Janeiro: Quartet, 2006.

MARCONI, M. de A. e LAKATOS, E. M. Fundamentos da Metodologia Científica. 6. ed. São Paulo: Editora Atlas, 2009.

QUINTAS, J. S. **Educação no processo de gestão ambiental:** uma proposta de educação ambiental transformadora e emancipatória. In: LAYRARGUES, P. P. (Org.). Identidades da educação ambiental brasileira. Brasília: DEA/MMA, 2008.

SATO, M. et al. **Insurgência do grupo-pesquisador na Educação Ambiental.** Sociopoiética, 2005.

SCHNETZLER, R. P.; ARAGÃO, R. M. R. (org.). **Ensino de Ciências:** fundamentos e abordagens. Campinas: Vieira Gráfica/(UNIMEP/CAPES), 2000.

CULTIVO DE AMOREIRAS (*RUBUS SP.*) EM CLIMA TEMPERADO NO PLANALTO NORTE CATARINENSE

Denise Monique Dubet da Silva Mouga¹

Allison Leandro Tietz²

Luiz Felipe Machado³

Kayky Leonardo Bauer de Britto⁴

INTRODUÇÃO

A região norte de Santa Catarina (SC), na parte serrana, tem desenvolvido culturas de clima temperado, em função das condições climáticas apropriadas. Dentre as frutas de clima temperado, destacam-se as denominadas frutas vermelhas ou pequenas frutas (em língua inglesa, *berries*). Constituem-se em opções econômicas interessantes em termos de agricultura familiar já que necessitam pouca área, poucos insumos, pouco maquinário agrícola, havendo já diversas variedades adaptadas ao cultivo no Brasil e, assim, contribuem para diminuir a evasão do campo. As frutas vermelhas mais cultivadas, no sul do Brasil, são o morango e o mirtilo. Entretanto, a amora preta (família botânica Rosaceae) tem sido também procurada como objeto de cultivo.

O município de Campo Alegre (CA), na mesorregião norte de SC, reúne as condições para o cultivo de frutas vermelhas em termos climáticos, de topografia, solo, precipitação, cobertura vegetal que é do tipo de floresta ombrófila mista entremeada com campo e floresta ombrófila densa alto montana (PMMA, 2014). O cultivo de frutas vermelhas em CA se tornou oportuno pois eleva a capacidade agrícola do município, notadamente pela oportunidade de oferecer rendimento a partir de culturas inovadoras e consolidar a tradição rural familiar.

As pequenas frutas têm sua produção notadamente aumentada pela presença de visitantes florais (POLING, 1996). Em CA, visando

¹ Doutorado em Zoologia (USP). Professora (UNIVILLE). CV: <http://lattes.cnpq.br/9284760144557329>

² Ciências Biológicas (UNIVILLE). CV: <http://lattes.cnpq.br/1147686755492504>

³ Ciências Biológicas (UNIVILLE). CV: <http://lattes.cnpq.br/2250449912412681>

⁴ Ciências Biológicas (UNIVILLE). CV: <http://lattes.cnpq.br/9124275112680842>

conhecer a influência destes em cultivos de morango e mirtilo, foram realizados estudos (KARDAUKE *et al.*, 2022; TIETZ & MOUGA, 2022). Para a amora, denominada também amora preta, foi desenvolvido, em SC, trabalho sobre visitantes florais em Timbó (MELLO *et al.*, 2011), em local com cobertura vegetal de floresta ombrófila densa montana. O desempenho da fruticultura é altamente dependente de recursos hídricos e de polinizadores, além de condições pedológicas e climáticas específicas, e, assim, em função da importância econômica que esta fruticultura tem tomado, do potencial que possui e da escassez de dados sobre seus visitantes florais, buscou-se examinar os polinizadores naturais desta fruta vermelha, em CA, em termos de diversidade de insetos que visitam as flores de amoreira, observar o modo do cultivo das amoreiras, aferir o aspecto fenotípico das flores e averiguar as plantas associadas a este cultivo em termos de flora acompanhante.

OS VISITANTES FLORAIS EM FRUTICULTURA DE CLIMA TEMPERADO NO PLANALTO NORTE CATARINENSE

O estudo foi realizado em propriedade rural, situada às margens da Rodovia Deputado Genésio Tureck SC 418, município de Campo Alegre, SC, Santa Catarina, Brasil (coordenadas geográficas S 26°12'49,34", W 49°18'37,17"). O clima é subtropical temperado, com temperatura média anual de 19°C, precipitação anual média de 119,8 mm (CAMPO ALEGRE, 2014), altitude de 950 m acima do nível do mar (GOOGLE EARTH, 2023) e o tipo de formação vegetal é floresta ombrófila mista (PMMA, 2014) (Figura 1).

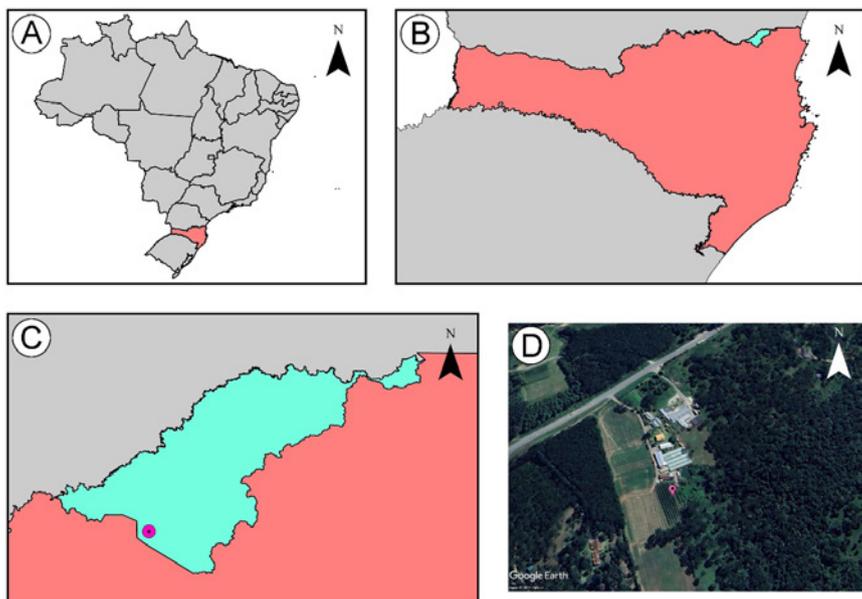


Figura 1 - Localização do cultivo de amoreiras, em Campo Alegre (turquesa), Santa Catarina (laranja), Brasil (cinza). Fonte: primária (A, B e C) e Google/Google Earth (D).

O cultivo das amoreiras no local estudado era diretamente no solo, as plantas sustentadas por sistema de condução em T (estacas de apoio de madeira e arames, a cada 5 m de intervalo), sem cobertura de solo, lateral, superior ou telas (ANTUNES *et al.*, 2014). As plantas estavam dispostas em 7 linhas de plantio que tinham, em média, 65 m de comprimento, separadas entre elas por 3 m, estando os pés de amoreira espaçados por 1 m entre si, ao longo das linhas. Esta disposição, para a variedade Tupy, permite uma densidade de 6.666 plantas/ha e a distância entre linhas de 3,0 m proporciona uma boa insolação e circulação de ar no cultivo (PAGOT *et al.*, 2007). As amoreiras do estudo ocupavam uma área de aproximadamente 1.400 m², com aproximadamente 900 pés de amoreira. O cultivo está implantado desde 2020. Na parcela estudada, os pés de amoreira (variedade Tupy da Embrapa Clima Temperado/ Pelotas/RS) são podados em julho, os pés irrigados e recebendo o fertilizante foliar Organomineral Bayfolan® Cobre (Figura 2).



Figura 2 – Representação do cultivo. (A) Vista geral da propriedade; (B) entorno da propriedade; (C) plantio de amoreiras em preparo; (D) plantio de outras culturas em preparo; (E) estacas de apoio às amoreiras; (F e G) plantas associadas ao cultivo das amoreiras; (H) amoreiras em produção de frutos; (I) garrafas armadilha para mosca das frutas. Fonte: primária.

A amostragem ocorreu uma vez por semana, durante a época de floração (de setembro a novembro de 2023), em dias favoráveis à atividade externa, das 8 às 12 horas, em vista da dinâmica de vento da região, a qual varia segundo o gradiente térmico adiabático de expansão, o que causa um aumento da incidência dos ventos a partir das 12 horas diariamente (NIMER, 1989). Foram realizadas 7 amostragens, que totalizaram 28 horas de esforço amostral.

Foram procurados os visitantes florais (insetos) forrageando recursos nas flores das amoreiras assim como sobre as flores da vegetação presente em meio ao cultivo. Os visitantes (abelhas) foram coletados com auxílio de aspirador entomológico manual e elétrico a pilha, em função da dificuldade de manuseio de rede entomológica sobre as plantas, cujas pétalas são extremamente sensíveis, e da presença de espinhos nas

amoreiras, que prendem a rede, dificultando a mobilidade do coletor. Com o intuito de maximizar o rendimento de coleta, as abelhas exóticas da espécie *Apis mellifera* não foram coletadas mas contabilizadas quando estavam em contato com a flor de *Rubus* sp., devido à facilidade de sua identificação no campo e também para aumentar a eficiência de coleta de espécies nativas (BARBOLA & LAROCA, 1993). Após coletadas, as abelhas foram anotadas em ficha de campo, colocadas em potes fechados, preparadas para conservação e receberam etiqueta de registro. Em laboratório, as abelhas foram montadas em alfinetes entomológicos e identificadas com auxílio de Silveira *et al.* (2002) e literatura especializada. Os *vouchers* foram depositados na coleção do Label-Laboratório de Abelhas da UNIVILLE-Universidade da Região de Joinville. Os outros visitantes (insetos que não as abelhas) foram registrados fotograficamente e, em laboratório, foram identificados com auxílio de literatura (RAFAEL *et al.*, 2024).

A observação dos polinizadores potenciais foi realizada naturalisticamente, verificando o comportamento das abelhas e outros insetos por ocasião da abordagem e partida das flores, a coleta de recursos tróficos (néctar, pólen ou ambos) nas flores e o contato ou não dos visitantes florais com as anteras e os estigmas.

Os fatores abióticos temperatura e umidade relativa foram anotados a cada hora da amostragem em campo.

Os espécimes amostrados foram caracterizados qualitativa e quantitativamente. Foram calculados o índice de diversidade de Shannon-Wiener (H' ou SW), o índice de equitabilidade de Pielou (E), a curva de acumulação de espécies (curva do coletor), os estimadores de riqueza, pelo programa Estimates versão 9.0, sendo o gráfico gerado pelo programa Microsoft Excel.

Foram amostrados 644 indivíduos de 12 espécies de abelhas, pertencentes a duas famílias, sendo 44 indivíduos amostrados ativamente e 600 por avistamento (tabela 1).

Tabela 1 – Lista taxonômica de abelhas, em cultivo de amoreiras, em Campo Alegre, SC.

Subfamília	Tribo	Espécie	Ativa	Avistamento	Total	
Apinae	Apini	<i>Apis mellifera</i> L.	0	565	565	
		<i>Bombus (Fervidobombus) pauloensis</i> Friese, 1913	1	0	1	
		<i>Melipona (Eomelipona) marginata</i> Lepeletier, 1836	1	0	1	
		<i>Plebeia saiqui</i> (Friese, 1900)	13	0	13	
		<i>Tetragonisca angustula</i> (Latreille, 1811)	5	10	15	
		<i>Trigona spinipes</i> (Fabricius, 1793)	1	20	21	
		Exomalopsini	<i>Exomalopsis</i> sp.1 Spinola, 1853	5	2	7
			<i>Exomalopsis</i> sp.2 Spinola, 1853	2	0	2
		Xylocopini	<i>Ceratina (Crewella)</i> sp. Cockerell, 1903	2	0	2
			<i>Xylocopa</i> sp. Latreille, 1802	0	2	2
Halictinae	Halictini	<i>Agapostemon (Notagapostemon) semimileus</i> Cockerell, 1900	4	1	5	
		<i>Dialictus</i> sp. Robertson, 1902	10	0	10	
Total	4	12	44	600	644	

Foram amostradas 17 espécies de plantas encontradas em meio ao cultivo de amoreiras, em Campo Alegre, SC, de 13 famílias botânicas (tabela 2, figura 3).

Tabela 2 – Lista taxonômica das plantas encontradas em meio ao cultivo de amoreiras, em Campo Alegre, SC.

N	Família	Espécie
1	Asteraceae	<i>Ageratum conyzoides</i> L.
2	Asteraceae	<i>Bidens pilosa</i> L.
3	Asteraceae	<i>Galinsoga quadriradiata</i> Ruiz. & Pav.
4	Asteraceae	<i>Sonchus oleraceus</i> L.
5	Asteraceae	<i>Youngia japônica</i> H. Cassini
6	Boraginaceae	<i>Symphytum officinale</i> L.
7	Brassicaceae	<i>Raphanus sativus</i> L.
8	Commelinaceae	<i>Commelina communis</i> L.
9	Cucurbitaceae	<i>Cucurbita pepo</i> L.
10	Fabaceae	<i>Desmodium adscendens</i> (Sw.) DC
11	Lamiaceae	<i>Stachys arvensis</i> L.
12	Malvaceae	<i>Sida rhombifolia</i> L.
13	Oxalidaceae	<i>Oxalis dillenii</i> Jacq.
14	Plantaginaceae	<i>Plantago major</i> L.
15	Poaceae	<i>Avena sativa</i> L.
16	Scrophulariaceae	<i>Veronica polita</i> Fr.
17	Solanaceae	<i>Physalis angulata</i> L.

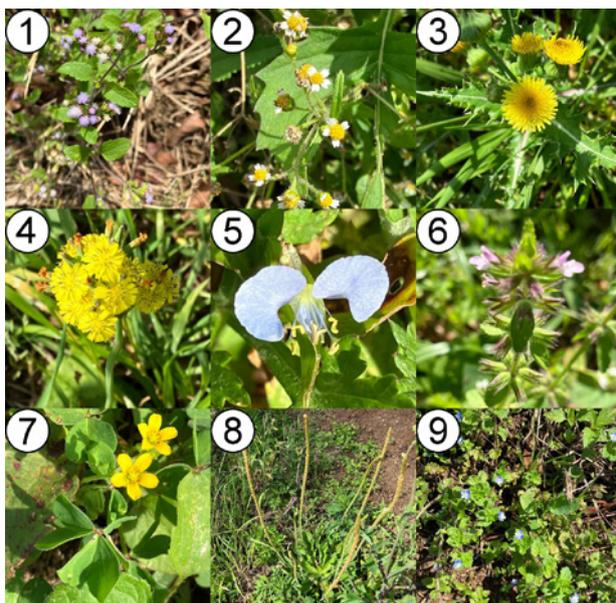


Figura 3 – Algumas das espécies de plantas encontradas em meio ao cultivo de amoreiras: 1- *Ageratum conyzoides* (Asteraceae); *Galinsoga quadriradiata* (Asteraceae); *Sonchus oleraceus* (Asteraceae); *Youngia japonica* (Asteraceae); *Commelina communis* (Commelinaceae); *Stachys arvensis* (Lamiaceae); *Oxalis dillenii* (Oxalidaceae); *Plantago major* (Plantaginaceae); *Veronica polita* (Scrophulariaceae). Fonte: primária.

Foi verificado que os botões das flores das amoreiras são de cor rosa, com estames rosa. À medida que o botão se abre, as pétalas vão clareando à cor branca e os estames e as anteras vão passando à cor marrom. A quantidade de flores de cor rosa foi aumentando ao longo da floração (de setembro a dezembro). Foi averiguado que há variação no número de pétalas e na cor das flores (Figura 4).

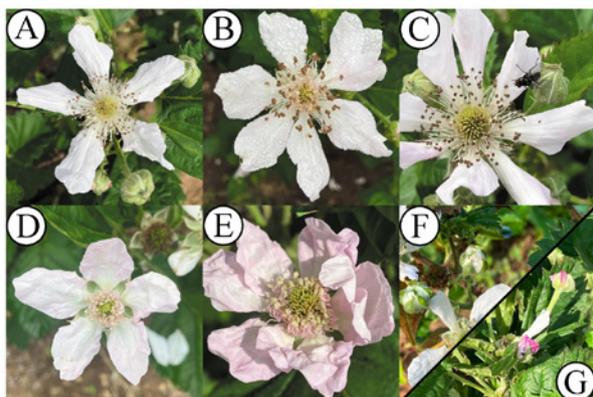


Figura 4 - Variabilidade de flores de amoreiras em cultivo em Campo Alegre, Santa Catarina, quanto ao número de pétalas: cinco (A), seis (B) e oito (C); quanto à estrutura das pétalas: estreitas (A) e largas (B, D e E), brancas (A-C), rosadas (D) e rosas (E); quanto aos botões: brancos (F) e rosa (G). Fonte: primária.

Foi visto que há diversos insetos que visitam as flores das amoreiras, tendo sido identificados 14 táxons, de cinco ordens, e 13 famílias (Tabela 3, Figura 5).

Tabela 3 – Lista taxonômica de insetos visitantes de flores de amoreiras, em Campo Alegre, SC.

N	Ordem	Família	Espécie
01	Coleoptera	Cantharidae	<i>Chanliognathus flavipes</i> cf
02		Cerambycidae	sp. 1
03		Chrysomelidae	<i>Diabrotica speciosa</i> cf
04		Coccinellidae	<i>Harmonia axyridis</i> cf
05		Scarabaeidae	<i>Euphoria lurida</i> cf
06	Diptera	Muscidae	<i>Limnophora</i> cf
07		Syrphidae	<i>Toxomerus</i> sp
08	Hemiptera	Coreidae	<i>Hypselonotus interruptus</i> cf
09		Pentatomidae	<i>Euschistus</i> sp
10		Pyrrhocoridae	<i>Dysdercus</i> cf
11	Hymenoptera	Scoliidae	<i>Pygodasis</i> cf
12		Vespidae	<i>Polybia ignobilis</i> cf
13	Lepidoptera	Hesperiidae	sp. 1
14		Hesperiidae	<i>Urbanus procne</i> cf

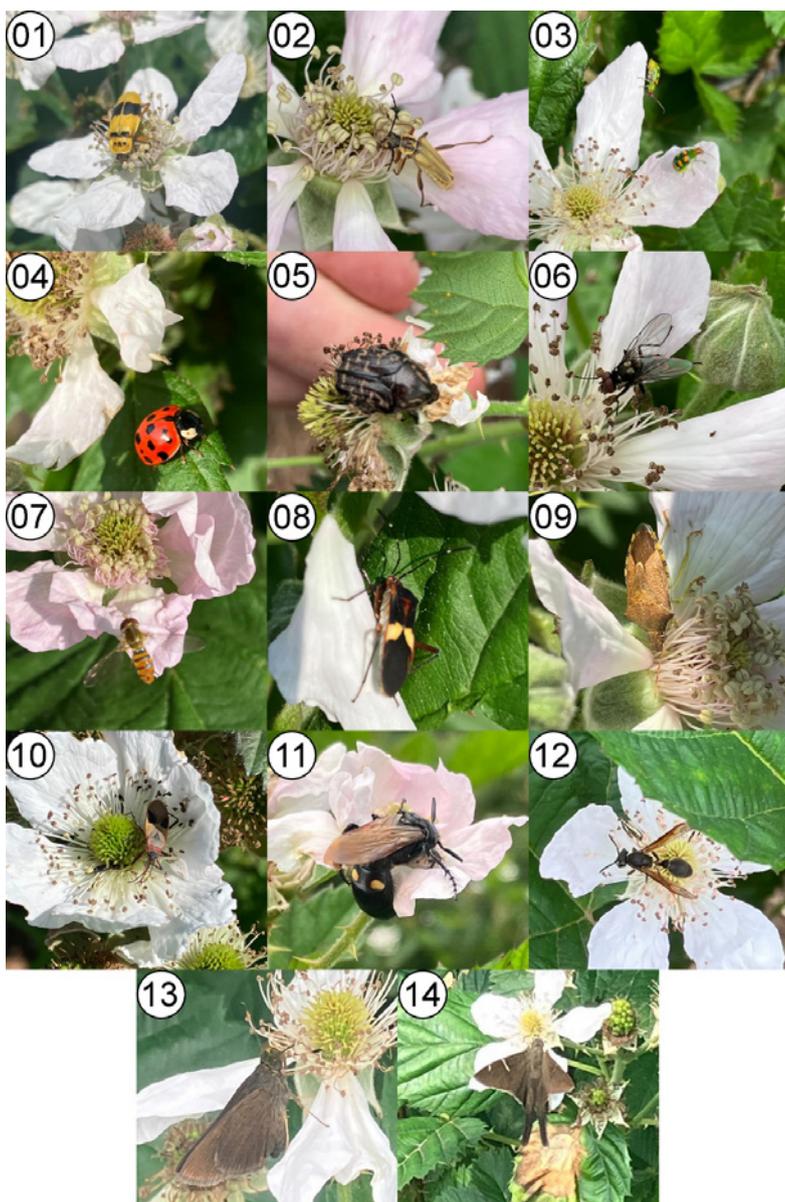


Figura 5 - Insetos visitantes das flores de amoreiras, em Campo Alegre, Santa Catarina. O número situado em cada inseto se relaciona à Tabela 3, representando sua identificação. Fonte: primária.

Foi observado que as abelhas procuram, nas flores das amoreiras, pólen e néctar. Os outros insetos procuram principalmente néctar.

O índice de diversidade de Shannon-Wiener (H' ou SW) foi incluindo a espécie *Apis mellifera*, 0,6268 e sem a espécie *Apis mellifera*, 2,069. O índice de equitabilidade de Pielou (E), incluindo a espécie *Apis mellifera*, foi 0,25222 e sem a espécie *Apis mellifera*, 0,8627. A curva de acumulação de espécies mostrou-se estabilizada. Os estimadores de riqueza Chao 1, Chao 2, Jackknife 1, Bootstrap, mostraram valores de 12.67, 14.29, 15.43 e 13.68, respectivamente, sendo que o presente estudo havia amostrado 12 espécies (Figura 6).

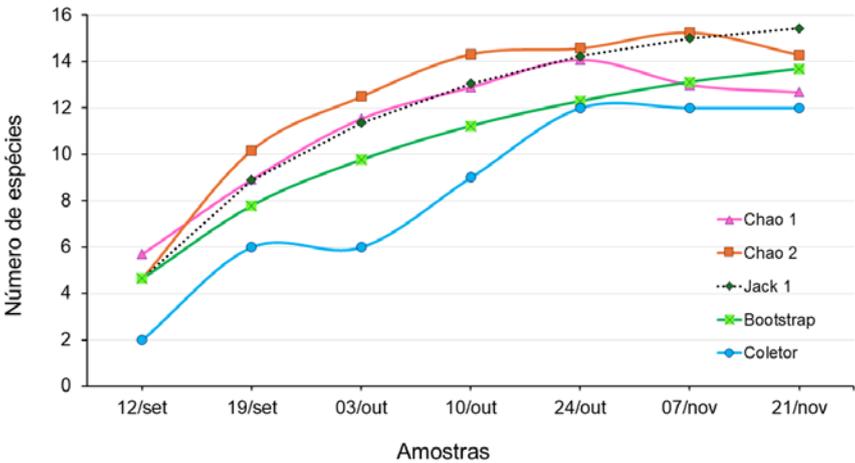


Figura 6 – Curva de acumulação (curva do coletor), estimadores de riqueza Chao 1, Chao 2, Jackknife 1, Bootstrap, para as espécies de abelhas. Fonte: primária.

Observou-se que havia intensa frutificação no cultivo, o que implica em polinização por agentes bióticos, pois já é sabido que, em amoreira preta, não há agamospermia como estratégia reprodutiva, nem partenocarpia e que a anemofilia não produz resultados (MELLO Jr, 2007).

Considerando as abelhas encontradas na área de estudo, a superioridade em abundância da tribo Apini sobre as outras ocorreu devido ao grande número de indivíduos de *Apis mellifera*, espécie exótica, em atividade de forrageamento. A maior quantidade de *A. mellifera* na área pode ser interpretada como um indicador de competição com a entomo-

fauna local ou a presença de atividade apícola na região. De todo modo, *Apis mellifera* é um importante polinizador para amoreiras, fato citado por Pelletier *et al.* (2001), que comprovou o mesmo para a polinização de *Rubus chamaemorus* (Rosaceae).

Por outro lado, sabe-se que as flores de *Rubus* sp. são comumente visitadas por abelhas nativas (TAURA & LAROCA, 2001; CASTRO, 2002). Assim, boa variedade de meliponíneos foi observada. Slaa *et al.* (2006) destaca a importância das abelhas sem ferrão para a polinização nas mais diversas culturas, inclusive algumas rosáceas e sustenta a necessidade de sua conservação. Além disso, os táxons das tribos Exomalopsini, Xylocopini e Halictini, evidenciam a diversidade da apifauna local.

As observações naturalísticas revelaram que todas as espécies de abelhas (Apidae) apresentam sequência de visitas que permite a transferência de pólen entre as flores e entre plantas. Dessa forma, mesmo ao coletar exclusivamente néctar, todas as espécies de abelhas observadas tocam as anteras e os estigmas das flores visitadas, contribuindo para a transferência de pólen, conforme já observado por Mello Jr. (2007).

Não foi verificada agressividade entre as espécies de abelhas envolvidas e uma possível competição somente ocorreu no âmbito da eficiência de forrageamento, ou seja, na coleta maximizada de recursos florais. A ocorrência simultânea da abelha *A. mellifera* e abelhas nativas é comum e descrita para muitas culturas (DE MARCO Jr. & COELHO, 2004).

As flores de amoreira foram também visitadas por outros insetos que não abelhas, mostrando a atratividade desta planta para insetos. Salientaram-se os coleópteros, embora outras quatro ordens tenham se mostrado abundantes. Estes insetos não himenópteros são comumente encontrados sobre a base das pétalas, onde acessam o néctar. Os indivíduos de Lepidoptera apresentaram comportamento semelhante às abelhas ao abordar as flores de *Rubus* sp.

O índice H' variou quando a espécie *A. mellifera* foi retirada do cálculo, de maneira que, com sua presença, o valor esteve abaixo de zero e, com sua retirada, acima de dois. Demonstra-se dessa forma,

a intensidade da presença dessa espécie para a comunidade de abelhas, pois sua abundância influenciou grandemente no resultado do cálculo, que utiliza este parâmetro para gerar um resultado (MAGURRAN, 2004).

A equitabilidade também mostrou alteração com a retirada de *A. mellifera*. Considerando os resultados, com e sem essa espécie de abelha, observa-se que a comunidade não se apresenta medianamente uniforme em termos de dominância, demonstrando uma maior dominância por parte de *A. mellifera*, porém aparenta uniformidade quando de sua retirada.

Entre os estimadores de riqueza, aquele com um maior resultado foi Jackknife, com 15.43 possíveis espécies. Esse valor se apresenta próximo do número de espécies encontrado no trabalho de Mello Jr (2007), o qual encontrou 13 espécies. Levando isso em conta, o número de espécies da apifauna associadas a amoreiras, na região, deve se enquadrar próximo desse valor, o que se evidencia ao observar a curva de acumulação.

A prática de cultivo de deixar, nas entrelinhas da plantação, vegetação nativa espontânea rasteira e florífera, permite que haja uma diversidade de plantas ruderais e remanescentes de outros cultivos anteriores, conjuntamente com as amoreiras, que atrai uma grande quantidade de visitantes florais à área, os quais podem, subsequente e complementarmente, diversificar seu forrageamento na área de plantação, levando a um incremento na produção frutífera. Além do mais, esta prática favorece a proteção do solo por evitar a aplicação de herbicidas, a erosão e a perda de umidade do solo.

Nos cultivos de amoreira preta, sabe-se que o impedimento da presença de polinizadores bióticos implica em menor taxa de frutificação, restando apenas a autopolinização. Segundo Pías & Guitián (2006), a escassez de insetos é um fator limitante para o sucesso reprodutivo de muitas plantas da família Rosaceae, que dependem do serviço de polinização, especialmente das abelhas.

As flores de *Rubus* sp. são diurnas, sua floração acontece no final do inverno e início da primavera e se estende por várias semanas, parcialmente concomitante com a colheita. A época de floração coincide

com a retomada das atividades da biota em clima temperado ameno e a presença de diversos insetos na plantação evidenciou a importância da cultura para estes seres.

De acordo com Taylor (2005), as flores de *Rubus* sp. são pequenas, de simetria radial, diclamídeas, com cálice formado por cinco sépalas, corola com cinco pétalas livres entre si, o receptáculo bem desenvolvido, elevado em relação à flor, pétalas brancas levemente salpicadas de rosa, flores monóclinas, com androceu formado por numerosos estames, que ocasionalmente se apresentam em partes dispostos em verticilos e gineceu formado por pistilos livres entre si e muito numerosos. A grande variação observada na forma e na coloração das flores do plantio aqui estudado mostra que este, muito possivelmente, é constituído de híbridos com variadas constituições genotípicas. A classificação infragenérica do gênero *Rubus*, atual, é difícil de ser determinada, devido, principalmente, à ampla distribuição geográfica das espécies do gênero, à sua diversidade morfológica, à poliploidia verificada no táxon e às frequentes hibridizações (TAYLOR, 2005). Sabe-se que as espécies de mesma ploidia são interférteis e a maioria das populações de amoreiras encontradas no mundo, atualmente, é híbrida, dificultando o agrupamento das cultivares em espécies distintas (WERLEMARK & NYBOM, 2003).

De todo modo, a coloração das flores de *Rubus* sp., com pétalas vistosas, brancas ou rosa, funciona como atrativo floral, e é associada, pelos visitantes florais, à presença de alimento sob a forma de pólen e néctar, este último em volume e concentração de sacarose compatíveis com a melitofilia, mostrando ser este recurso alocado para atrair os polinizadores e, claramente, coletado pelas abelhas e outros insetos. A morfologia radial e plana das flores de *Rubus* não oferece barreiras físicas à visita por diversos insetos, enquadrando-se na categoria de flores generalistas, *sensu* Faegri & Van Der Pijl (1979), possuidoras de síndrome de polinização entomófila.

Para a amora preta, foi desenvolvido, em SC, um trabalho sobre visitantes florais no município de Timbó (MELLO Jr., 2011) (altitude 68 m, Floresta Ombrófila Densa submontana), situado a 132 km de CA, este último com altitude de 900 m e formação de Floresta Ombrófila Mista (Floresta de Araucária). O mencionado autor, durante 7 meses, encontrou 13 táxons de abelhas, sendo estes *Apis mellifera*, três meliponíneos

(*Melipona marginata*, *Plebeia droryana*, *P. remota*), Halictidae (*Augochloropsis cupreola*, *Augochloropsis* spp, *Dialictus* sp., *Pseudoaugochlora graminea*), *Exomalopsis* sp. e *Megachile* sp.). Observa-se, deste modo, que a diversidade do referido autor não difere sobremaneira daquela aqui reportada. Outro autor, Silveira (2008), em Pelotas/RS, relata a ocorrência apenas de *Apis mellifera* e *Trigona spinipes*.

CONSIDERAÇÕES

A maioria das cultivares comerciais de amoreira preta são auto férteis, entretanto, observa-se que suas flores são muito visitadas por insetos, principalmente por abelhas e que a produção de frutos aumenta consideravelmente com polinização entomófila (DUARTE *et al.*, 2013).

O fato de a maturação dos frutos da amoreira preta ser escalonada, isto é, os frutos vão amadurecendo um por um, até mesmo no mesmo capítulo, e os drupetes também vão amadurecendo aos poucos, havendo assim, concomitantemente, frutos com várias cores (de branco, passando por rosa até grená escuro), mostrando simultaneidade de flores e frutos no cultivo, leva a uma situação de plantações muito atrativas para a fauna.

O conhecimento sobre os visitantes florais é importante pois os trabalhos aqui mencionados e outros realizados no exterior (PASHTE & KULKARNI, 2015; SCHMIDT *et al.*, 2015; COATES *et al.*, 2022; LEVENSON & BURRACK, 2024) mostram que a presença de insetos aumenta sobremaneira a produtividade.

O pólen de *Rubus* sp., ao microscópio, tem aspecto pegajoso, o que soma à rejeição da hipótese de polinização por anemofilia (KEARNS *et al.*, 1998) e este tipo de pólen apresenta vantagem no processo de polinização biótica, uma vez que adere mais facilmente ao corpo dos vetores, em detrimento de ser transportado pelo vento, mostrando a adaptação do pólen de *Rubus* sp. para a síndrome de polinização entomófila.

O presente estudo mostrou a importância da polinização biótica para a reprodução de *Rubus* sp. e para a produção de frutos, o que indica, fortemente, a necessidade da conservação de remanescentes vegetacionais naturais próximos às áreas de cultivo. A composição dos visitantes florais amostrada em cultivo de amoreira preta em CA evidenciou, neste

estudo sobre o serviço ecossistêmico prestado pelos insetos, a qualidade ambiental do entorno das plantações, numa perspectiva de agricultura sustentável, contribuindo para a conservação.

AGRADECIMENTOS

Aos proprietários do sítio “Morangos Campestre”, Rosinei, Romeu, Eloíza, Manuela Schulze, pela acolhida e permissão para realizar o trabalho. A Carolina Lopes Ribeiro, pela identificação de lepidópteros.

REFERÊNCIAS

- Antunes, L. E. C., Pereira, I. Dos S., Picolotto, L., Vignolo, G. K. & Gonçalves, M. A. Produção de amoreira-preta no Brasil. *Revista Brasileira de Fruticultura*. 2014; 36 (1): 100-111.
- Brugnara, E.C. Produção, época de colheita e qualidade de cinco variedades de amoreira-preta em Chapecó, SC. *Agropecuária Catarinense*. 2016; 29 (3): 71-75.
- Campo Alegre. Características físicas. 2014. Disponível em: <https://www.campoalegre.sc.gov.br/cms/pagina/ver/codMapaItem/28668>. Acesso em: 10 maio 2024.
- Castro, M.S. de. Bee fauna of some tropical and exotic fruits: potential pollinators and their conservation. In: Kevan, P. G. & Imperatriz-Fonseca, V.L. *Pollinating bees: The conservation link between agriculture and nature*. Brasília: Ministry of Environment; 2002. 313 p.
- Coates, JM, Brown, J. & Cunningham, S.A. Wild bees nest in the stems of cultivated *Rubus* plants and act as effective crop pollinators. *Agriculture, Ecosystems & Environment*. 2022; 325: 107741. ISSN 0167-8809, <https://doi.org/10.1016/j.agee.2021.107741>.
- De Marco Jr, P. & Coelho, F.M. Services performed by the ecosystem: forest remnants influence agricultural cultures pollination and production. *Biodiversity and Conservation*. 2004; 13: 1245-1255.
- Duarte, D.B., Milech, L. & Raseira, M.C.B. Estimativa da polinização cruzada em quatro cultivares de amora-preta. *Anais. XXII Congresso de Iniciação Científica da UFPEL*. Pelotas: Universidade Federal de Pelotas; 2013. p. 1-4.
- Fægri, K. & Van Der Pijl, L. *Principles of pollination ecology*. Oxford, New York: Pergamon Press; 1979. 244 p.
- Kardauke, B., Tietz, A.L. & Mougá, D.M.D.S. Apifauna em sistema natural antropizado: serviço ecossistêmico e conservação da biodiversidade. In: Melo Júnior, JCF & Lorenzi, L. (Org.). *Sistemas naturais antropizados desafios à conservação da biodiversidade*. Curitiba: Editora Bagai; 2022. p. 31-47.

- Kearns, C.A., Inouye, D.W. & Waser, N.M. Endangered mutualisms: the conservation of plant-pollinator interactions. *Annual Review of Ecology and Systematics*. 1998; 29:83–112.
- Levenson, H.K. & Burrack, H.J. Pollinator communities in a blackberry cropping system under intense pest management. *Acta Horticultural*. 2024; 1388: 197-208.
- Magurran, A. E. Measuring biological diversity. Oxford: Blackwell. 256 p. 2004.
- Mello Júnior, L.J. Ecologia da polinização da amoreira-preta (*Rubus* sp.) (Rosaceae) em Timbó, SC, Sul do Brasil. [Dissertação de Mestrado]. Florianópolis: Departamento de Fitotecnia/ Centro de Ciências Agrárias/Universidade Federal de Santa Catarina; 2007.
- Nimer, E. Climatologia do Brasil. Rio de Janeiro: IBGE; 1989. 422 p.
- Pagot, E., Schneider, E.P., Nachtigal, J.C. & Camargo, D.C. Cultivo da amora-preta. Bento Gonçalves: Embrapa; 2007. 12 p.
- Pashte, V. V. & Kulkarni, S.R. Role of pollinators in qualitative fruit crop production: A review. *Trends in Biosciences*. 2015; 8 (15): 3743-3749.
- Pelletier, L., Brown, A., Otrysko, B. & McNeil, J. N. Entomophily of the cloudberry (*Rubus chamaemorus*). *Entomologia Experimentalis et Applicata*. 2001; 101, (3): 219-224.
- Pías, B. & Guitián, P. Breeding system and pollen limitation in the masting tree *Sorbus aucuparia* L. (Rosaceae) in the NW Iberian Peninsula. *Acta Oecologica*. 2006; 29 (1): 97-103.
- Plano Municipal da Mata Atlântica. Timbó: Cedro Inteligência Ambiental; 2014. 104 p.
- Poling, E.B. Blackberries. *Journal of Small Fruit and Viticulture*. 1996; 14 (1-2): 38-69.
- Rafael, J.A., Melo, G.A.R., Casari, S.A. & Constantino, R. Insetos do Brasil: Diversidade e Taxonomia. Manaus: INPA; 2024. 880 p.
- Schmidt, K., Filep, R., Orosz-Kovács, Z., & Farkas, Á. Patterns of nectar and pollen presentation influence the attractiveness of four raspberry and blackberry cultivars to pollinators. *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*. 2015; 90(1): 47–56.
- Silveira, F.A., Melo, G.A. & Almeida, E. A. B. Abelhas Brasileiras, sistemática e identificação. Belo Horizonte: edição do autor; 2002. 253 p.
- Silveira, T.M.T. Polinização em amoreira-preta (*Rubus* sp.), mirtilo (*Vaccinium ashei*) e ameixeira-japonesa (*Prunus salicina*) [Dissertação de Mestrado]. Pelotas: Programa de Pós-Graduação em Agronomia/ Universidade Federal de Pelotas; 2008.
- Taura, H.M. & Laroca, S. A associação de abelhas silvestres de um biótopo urbano de Curitiba (Brasil), com comparações espaço-temporais: abundância relativa, fenologia, diversidade e exploração de recursos (Hymenoptera, Apoidea). *Acta Biológica Paranaense*. 2001; 30 (1, 2, 3, 4): 35-137.
- Taylor, K. Biological Flora of the British Isles: *Rubus vestitus* Weihe. *Journal of Ecology*. 2005; 93, (6): 1249-1262.

Tietz, A.L. & Mouga, D.M.D.S. Polinizadores apícolas (Hymenoptera, Apoidea) do mirtilo (*Vaccinium ashei* Read variedade Climax, Florida e Bluegem) no norte de Santa Catarina, Brasil. Acta Biológica Catarinense. 2022; 9 (1): 97-119.

Werlemark, G. & Nybom, H. Pollen donor impact on progenies of pseudogamous blackberries (*Rubus* subgen. *Rubus*). Euphytica. 2003; 133: 71–80.

REDES METALORGÂNICAS (MOFs) COMO CATALISADORES PARA EVOLUÇÃO DO HIDROGÊNIO VERDE

Emily Pacheco Squizzatto¹
Giovana Barros Magalhães²
Lorrayne Ohana Coelho³
Fábio Junior Moreira Novaes⁴
Jemmyson Romário de Jesus⁵

INTRODUÇÃO

A crescente preocupação ambiental tem intensificado a busca pela substituição de fontes de energia não renováveis, visando mitigar os impactos ambientais associados a elas [1]. Nos últimos anos, o conceito de “hidrogênio verde” tem ganhado destaque devido ao agravamento das mudanças climáticas decorrentes dos gases poluentes, que contribuem significativamente para o aumento do efeito estufa e suas consequências. O termo hidrogênio verde se refere, basicamente, ao gás hidrogênio (H_2) produzido a partir de fontes de energia renováveis, que desempenham um papel crucial na transição energética [2,3]. A escolha do H_2 como alternativa sustentável baseia-se em seu potencial energético, sem causar impactos ao meio ambiente [4]. No entanto, apesar de suas vantagens na descarbonização, a produção de H_2 enfrenta diversos desafios, que incluem, por exemplo, a necessidade de catalisadores em alguns processos.

Recentemente, as redes metalorgânicas (MOFs do inglês *Metal-Organic Frameworks*) têm sido amplamente estudados como catalisadores para a evolução de H_2 verde, graças às suas satisfatórias propriedades como alta porosidade, grande área superficial e estabilidade térmica e química. Em linhas gerais, os MOFs são formados pela coordenação entre íons metálicos (ácidos de Lewis) e ligantes orgânicos doadores

¹ Mestranda em Agroquímica (UFV). CV: <http://lattes.cnpq.br/8679055384126860>

² Graduada em Química (UFV). CV: <http://lattes.cnpq.br/6702003146946693>

³ Graduada em Química (UFV). CV: <http://lattes.cnpq.br/5667452934006650>

⁴ Doutor em Ciências de Alimentos (UFRJ). Professor Adjunto (UFV). CV: <http://lattes.cnpq.br/8696158718308875>

⁵ Doutor em Ciências (UNIACAMP). Professor Adjunto (UFV). CV: <http://lattes.cnpq.br/2008185157619124>

de pares de elétrons (bases de Lewis), resultando em estruturas mono, bi e tridimensionais altamente porosas, que otimizam a catálise na produção de H_2 [30].

Diante do exposto, este capítulo tem como objetivo fornecer insights atualizados sobre o desenvolvimento de catalisadores baseados em MOF, abrangendo estratégias de síntese desses materiais e os mecanismos de ação catalítica envolvidos na evolução do hidrogênio verde. Além disso, nesse capítulo são destacados tanto o potencial quanto as limitações do uso de MOFs como catalisadores no processo de evolução de H_2 .

DESENVOLVIMENTO

De modo geral, o H_2 pode ser categorizado de acordo com o método de produção, sendo principalmente classificado como: (i) cinza; (ii) azul; e (iii) verde.

O H_2 cinza é produzido a partir do gás natural sem a implementação de tecnologias de Captura, Utilização e Armazenamento de Carbono (CCUS, do inglês *Carbon Capture, Utilization and Storage*). Nesse processo, a produção de H_2 resulta na emissão de outros gases poluentes. Por sua vez, o H_2 azul compartilha semelhanças com o H_2 cinza, contudo, no caso do H_2 azul, o carbono gerado é capturado e armazenado, reduzindo as emissões de gases poluentes associadas à sua produção. O H_2 verde, em contrapartida, é caracterizado pela sua produção a partir de fontes renováveis, tornando-o ambientalmente viável e de grande interesse [7].

O hidrogênio sustentável (verde) pode ser obtido por meio de diversas tecnologias, sendo as mais relevantes: (i) processos termoquímicos; (ii) processos biológicos; e (iii) eletrólise da água.

A produção do gás H_2 através de tecnologias termoquímicas, consistem na digestão anaeróbica da biomassa, utilizando resíduos domésticos, lamas de esgotos, processamento de alimentos, entre outros [8]. No entanto, essa forma de obtenção é uma das formas mais custosas para gerar H_2 [9]. O método biológico, por sua vez, compreende a produção do gás a partir de resíduos orgânicos e da biomassa e possui um custo baixo de compostos [10]. Nesse método, a produção de H_2 pode ocorrer de diferentes formas, tendo a presença de luz ou não [11]. Por

exemplo, a produção de forma fotobiológica ocorre em luz solar e tem como fundamento a separação das moléculas de hidrogênio e oxigênio a partir da água por microrganismos fototróficos, ou seja, seres que utilizam a luz como fonte de energia [12]. Outra maneira de geração usando a luz é a fotofermentação. Nesse processo, o H_2 é produzido através da fermentação dos compostos orgânicos. Por último, tem-se a fermentação escura, em que o H_2 é produzido por meio de fontes ricas de carbono, realizados por microrganismos anaeróbicos e processado por fermentação [13].

A produção de H_2 pela eletrólise da água também tem sido amplamente explorado para a produção de H_2 verde, promovendo alta pureza do gás mediante a separação da molécula em seus compostos formadores [14]. Esse processo pode ocorrer através do calor, usando (i) altas temperaturas (acima de $500^\circ C$) ou (ii) empregando corrente elétrica.

Na eletrólise, envolvendo altas temperaturas, a vantagem é o baixo custo de produção, no entanto o seu rendimento também é baixo, alcançando valores entre 20% a 50% [15]. Por outro lado, no processo de eletrólise da água, utilizando uma corrente elétrica a eficiência é maior. Nesse segundo processo, uma corrente elétrica passa por dois eletrodos, o cátodo e o ânodo, onde ocorre a oxidação da molécula e formação de H_2 e O_2 . A formação do H_2 , especificamente, ocorre no cátodo [16].

Mesmo que a produção de H_2 de forma sustentável apresente inúmeras vantagens ambientais, ela encontra diferentes desafios relacionados ao custo, transporte, armazenamento, infraestrutura e até a pureza do gás [17]. Devido às características físico-químicas desse gás, como permeabilidade, inflamabilidade entre outras, o transporte e armazenamento devem dispor de segurança rigorosa e tecnologias avançadas e isso consequentemente se relaciona a uma infraestrutura eficiente não só na produção do gás [18].

Atualmente, uma forma de produção desse gás consiste no uso de catalisadores metálicos que incluem platina (Pt), paládio (Pd), níquel (Ni) e cobalto (Co) [19]. Esses metais são utilizados devido às suas atividades catalíticas que diminuem a energia de ativação, tornando a reação mais rápida e eficiente. Todavia, metais nobres como a Pt e Pd, além de custosos, enfrentam problemas em relação a disponibilidade, tornando-se um obstáculo na produção de H_2 verde [20]. Nesse contexto,

surge a necessidade de produzir o gás de forma sustentável, entretanto que consiga ter como catalisador metais que apresentem custos mais baixos e maiores disponibilidades [21].

O uso de um suporte eficiente na evolução de H_2 deve ser capaz de mitigar os desafios encontrados no uso dos metais já conhecidos quanto à atividade catalítica [22]. Esse suporte ao suportar os catalisadores metálicos deve melhorar sua estabilidade e aumentar a atividade catalítica, conferindo maior eficiência para produção do gás. No entanto, alguns requisitos são necessários, que incluem área superficial, durabilidade, estabilidade e distribuição uniforme [23]. Quanto maior a área superficial, mais eficiente será esse suporte, uma vez que aumenta a quantidade de locais onde a reação pode ocorrer, além de permitir maiores interações entre o material e o catalisador devido a abundância de sítios ativos sobre o suporte distribuídos uniformemente. Outro ponto importante é a estabilidade que ele deve ter para manter a estrutura e dispersão dos catalisadores, não tendo o acúmulo e nem perda de sua eficiência [24,25].

SÍNTESE E PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS DAS REDES METALORGÂNICAS

Os MOFs são constituídos pela coordenação de um metal ou complexos de íons metálicos a ligantes orgânicos polidentados, como por exemplo, ácido carboxílico ou composto à base de nitrogênio (<https://doi.org/10.1016/j.mtener.2024.101542>). A estrutura coordenada pode variar de acordo com o íon metálico e com o ligante orgânico ligado ao centro metálico. Devido ao número de coordenação, geometria e estado de oxidação, os metais de transição são preferencialmente usados como centros metálicos na síntese de MOFs. Quanto aos ligantes orgânicos, a avaliação da rigidez é imprescindível, tendo em vista que a rigidez está associada à formação de retículos cristalinos (<https://doi.org/10.3390/ma14020310>). Entre os ligantes orgânicos mais utilizados se destacam os derivados de ácidos benzenodiacarboxílicos, tais como ácido 2,5-di-hidroxitereftálico, ácido 1,4-benzenodicarboxílico, 1,3,5-benzenotricarboxílico, ácido 4,4'-(antraceno-9,10-diil)dibenzóico, ácido 4-(4-carboxifenil)benzóico, entre outros.

De modo geral, as propriedades físicas e químicas dos MOFs que os tornam adequados como catalisadores dependem da escolha da síntese, do íon metálico e do ligante orgânico. Esses fatores irão influenciar na porosidade e área superficial do material, que são as características de escolha para aplicação na catálise. Os sítios ativos do MOF funcionam como receptores das nanopartículas metálicas podendo servir de suporte catalítico para reações. (<https://doi.org/10.1590/S0100-40422014000100021>).

Diversos métodos podem ser empregados para a síntese de MOFs, entre elas se destacam: (i) método solvotérmico/hidrotérmico, (ii) método assistido por microondas, (iii) método eletroquímico, e o (iv) método sonoquímico. A seguir uma breve descrição de cada método é apresentada, destacando as suas potencialidades e limitações.

A síntese solvotérmico, hidrotérmico é caracterizada por ocorrer em condições subcríticas com temperaturas abaixo de 200 °C, mas geralmente acima do ponto de ebulição do solvente, e em pressão de até 3 atm. Essa termodinâmica favorece a solubilização dos sais de metais durante a formação dos cristais. Na síntese solvotérmico, os solventes mais utilizados são dimetilformamida (DMF), dietilformamida (DEF), acetonitrilo, metanol, etanol, etilenoglicol ou acetona. No caso de síntese hidrotermal, utiliza-se a água (<https://doi.org/10.1070/rcr4554> e <https://doi.org/10.3390/ma14020310> e <https://doi.org/10.1021/acs.chemmater.6b02626>).

A escolha adequada do solvente é um fator crucial para a formação da rede cristalina, uma vez que irá determinar a cinética da reação, influenciando na estabilidade das ligações (<https://doi.org/10.3390/ma14020310>). Além disso, a condição de síntese, incluindo o tipo de solvente pode influenciar o tamanho dos poros do MOF, podendo ser nanoporosos, (menores que 20 Å de diâmetro), mesoporosos (entre 20 e 500 Å de diâmetro) e materiais macroporosos (mais de 500 Å de diâmetro). (<https://doi.org/10.3390/ma14020310>).

A síntese usando radiação de micro-ondas depende principalmente da interação entre radiação eletromagnética e cargas elétricas, incluindo íons polares, moléculas de solvente e elétrons. Na fase líquida, à medida que a temperatura aumenta, a energia cinética das moléculas aumenta, resultando em colisões intensificadas entre moléculas polares quando

submetidas a um campo eletromagnético de uma frequência específica. A combinação desses efeitos cria condições únicas que podem reduzir o tempo de cristalização e aumentar o controle sobre a fase das partículas, morfologia e distribuição do tamanho das partículas [38]. Contudo, vale ressaltar que, apesar de diversas vantagens, os métodos de micro-ondas são métodos atualmente não difundidos para obter MOFs. (<https://doi.org/10.1590/S0100-40422011000300013>).

O método eletroquímico para a síntese de MOFs envolve a utilização de um sistema eletroquímico onde o metal é dissolvido a partir de um eletrodo de sacrifício e depois se coordena com ligantes orgânicos presentes na solução. Este método oferece diversas vantagens, como um controle preciso sobre a taxa de liberação do metal, resultando em um crescimento mais controlado do MOF. Além disso, a síntese ocorre em condições mais suaves de temperatura e pressão, em comparação com outros métodos tradicionais, e tende a produzir materiais mais puros devido à redução da necessidade de precursores metálicos (<https://doi.org/10.1002/celc.201402429> e <https://doi.org/10.1039/C7CS00109F>).

No método sonoquímico, a energia ultrassônica é utilizada para promover reações químicas e a formação dos materiais. Neste processo, uma solução contendo precursores metálicos e ligantes orgânicos é submetida a irradiação ultrassônica. As ondas ultrassônicas geram cavitação acústica, que envolve a formação, crescimento e colapso de bolhas na solução. Este fenômeno cria locais de alta temperatura e pressão, facilitando a interação entre os íons metálicos e os ligantes orgânicos e, conseqüentemente, a formação do MOF. Com isso, são formadas bolhas a partir da emissão de ondas de alta/baixa pressão, que estouram formando cavidades de grande energia e pressão que fornecem a energia necessária para que ocorra a formação dos cristais (<https://doi.org/10.3390/ma14020310>). As principais vantagens do método sonoquímico incluem uma síntese rápida e eficiente, a possibilidade de obter partículas de MOF com tamanhos menores e morfologias controladas, além da simplicidade operacional.

APLICAÇÕES E MECANISMOS DE MOFS COMO CATALISADORES PARA EVOLUÇÃO DE HIDROGÊNIO

Os MOFs apresentam diversas vantagens quando se comparadas com outros materiais usados em catálise. Dentre essas estão, a alta porosidade, presença de sítios ativos, estabilidade térmica e mecânica, e principalmente grande área superficial o que possibilita uma maior área de contato e ancoragem Jiao et al. (2018 e Li et al. (2024 e Lin et al. (2024) Zhu et al. (2018).

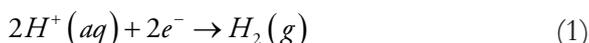
Há diversos mecanismos que podem ser observadas em uma reação de catálise empregando MOFs. Dentre as mais usuais estão as reações que ocorrem nos sítios ativos da estrutura. Esses sítios são altamente eficientes para facilitar a reação catalítica.

Entre as diversas reações empregadas no processo de evolução de H_2 , destacam-se a: (i) eletrocatalise, (ii) fotocatalise, e (iii) quimioatalise.

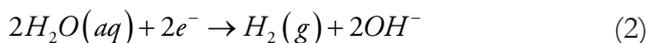
Na eletrocatalise, a eletrólise da água é uma abordagem potencial para converter H_2O em combustíveis úteis, incluindo H_2 . A divisão eletrocatalítica da água possui duas reações eletroquímicas que ocorrem em dois eletrodos Zeng; Li, 2015):

(i) a reação de redução de H_2O ocorre no eletrodo catódico, e (ii) a oxidação da água ocorre no eletrodo anódico, conforme descritas abaixo

- Em meio ácido:



- Em meio básico



De maneira geral, o processo da redução do próton de hidrogênio (H^+) ocorre em duas fases. A primeira etapa é chamada de etapa Volmer. Nessa etapa, o átomo de H^* é adsorvido na superfície do MOF e em seguida reduzido por um elétron Wei et al. (2020). A segunda etapa pode ocorrer por duas vias diferentes: (i) o átomo de hidrogênio adsorvido pode interagir com outro H^+ , seguido por uma segunda transferência de elétrons, para formar hidrogênio molecular, essa etapa é chamada de dessorção eletroquímica ou reação de Heyrovsky. Em outra via, ocorre

a união de dois átomos de hidrogênio adsorvidos (ads) para formar hidrogênio molecular, etapa conhecida como reação de recombinação ou reação de Tafel [8][10]. Todas as etapas (etapa Volmer, Heyrovsky e Tafel) estão descritas a seguir:

- Reação de Volmer:



- Reação de Heyrovsky:



- Reação de Tafel:



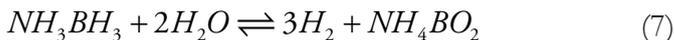
Além da eletrocatalise, há também a produção de H_2 verde a partir da fotocatalise. Esse método é caracterizado pela aceleração das reações químicas em catalisadores por meio da exposição à luz. Em um processo fotocatalítico convencional, os catalisadores absorvem fótons, levando-os de seu estado fundamental para estados excitados de forma a acelerar a velocidade da reação Wang; Yu (2023). Nessa reação, as moléculas de H_2 são formadas através da redução de moléculas de água em união com os elétrons formados por radiação luminosa nos sítios ativos da MOF Do et al. (2022). Desta forma, o mecanismo da reação se fundamenta em um fotocatalisador que é exposto à radiação eletromagnética, podendo ser UV ou visível. Em seguida, os elétrons na sua banda de valência são promovidos para a banda de condução, deixando lacunas na banda de valência. Esses pares elétron-lacuna, criados pela luz, têm a capacidade de iniciar reações redox, semelhantes à eletrólise da água. Os elétrons reduzem as moléculas de água para produzir H_2 , enquanto as lacunas oxidam as moléculas para liberar O_2 , realizando, assim, a eletrólise da água Wang et al. (2017).

Outra forma de produzir H_2 é empregando o processo quimiocatalítico em que o gás H_2 é gerado a partir decomposição de precursores de hidrogênio, como o borano de amônia e o borohidreto de sódio Zhu et al. (2018), conforme descrito abaixo:

- Hidrólise do borohidreto de sódio Ding et al. (2010):



- Hidrólise do borano de amônia Fiorenza et al. (2018):



De maneira geral, hidretos metálicos possuem alta capacidade de armazenamento de hidrogênio no estado sólido, o que proporciona uma maior segurança em relação às demais formas de armazenamento SAKINTUNA et al. (2007). Os hidretos químicos têm a capacidade de gerar hidrogênio através de uma reação simples de hidrólise e, tipicamente, mantêm boa estabilidade durante o armazenamento prévio ao uso Fiorenza et al. (2018).

Diversos MOFs são descritos na literatura para atuarem como catalisadores ou suporte de catalisadores para evolução de H_2 por meio de reação eletrocatalise, fotocatalise ou porocesso quimio-catalíticos. A **Tabela 1** resume alguns exemplos de MOFs aplicados no processo de evolução de H_2 .

Tabela 1: Exemplos de MOFs usados como catalisadores na evolução de hidrogênio

MOF	Ligante	Espécies cataliticamente ativas	Reação catalítica	Ref
NiFe-MOF	2,6-naftalenodicarboxílico-dipotássico	NiFe	eletrocatalise	Duan et al. (2017)
ZIF-67	2-metilimidazol	NPs de Co e Ru	quimio-catalise	Bu et al. (2023)
MOF-74	ácido 2,5-di-hidroxitereftálico	NGO/ Ni_7S_6	eletrocatalise	Jayaramulu et al. (2017)
MOF-199	ácido benzeno-1,3,5-tricarboxílico	Cu/NPC	eletrocatalise	Raof et al. (2015)
ZNG-1000	2-metilimidazol	Pt	fotocatalise	Zhao et al. (2017)
MOF-74-Ni	Tetrahydrofurano, Ácido 2,5-dihidroxitereftálico	Ni_2P	eletrocatalise	Yan et al. (2017)

MOF	Ligante	Espécies cataliticamente ativas	Reação catalítica	Ref
Ni-MOF	2-Metilimidazolato, imidazolato, nicotinato, 2,3-pirazinodicarboxilato e pirazinacarboxilato	Ni/NiO/C-700	eletrocatalise	Roncaroli; Llorente (2024)
ZIF-8	2-metilimidazol	NPs Ni-Co	quimioatalise	Luo et al. (2019)
ZIF-67	2-metilimidazol	NiCo-LDH, sulfeto de cobalto	eletrocatalise	Yilmaz et al. (2017)
MOF-74	ácido 2,5-di-hidroxitereftálico	CoB/GNS	quimioatalise	Zhang et al. (2023)

CONSIDERAÇÃO FINAL

Diante do que foi exposto, não há dúvidas de que os MOFs têm significativo potencial para atuar em processo de evolução do hidrogênio com alta eficiência catalítica em qualquer processo explorado. Contudo, a otimização de suas propriedades e a superação de desafios técnicos são essenciais para maximizar seu desempenho e viabilizar a sua aplicação prática em larga escala.

REFERÊNCIAS

BU, Y.; LIU, J.; CAI, D.; et al. Magnetic recyclable catalysts with dual protection of hollow Co/N/C framework and surface carbon film for hydrogen production from NaBH₄ hydrolysis. **Journal of Alloys and Compounds**, v. 938, p. 168495, 2023.

DING, X.-L.; YUAN, X.; JIA, C.; MA, Z.-F. Hydrogen generation from catalytic hydrolysis of sodium borohydride solution using Cobalt–Copper–Boride (Co–Cu–B) catalysts. **International Journal of Hydrogen Energy**, v. 35, n. 20, p. 11077–11084, 2010. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360319910013492?via%3Dihub>>. Acesso em: 8 fev. 2024.

DO, H. H.; NGUYEN, T. H. C.; NGUYEN, T. VAN; et al. Metal-organic-framework based catalyst for hydrogen production: Progress and perspectives. **International Journal of Hydrogen Energy**, v. 47, n. 88, p. 37552–37568, 2022.

DUAN, J.; CHEN, S.; ZHAO, C. Ultrathin metal-organic framework array for efficient electrocatalytic water splitting. **Nature Communications**, v. 8, n. 1, p. 15341, 2017.

FIORENZA, R.; SCIRÈ, S.; VENEZIA, A. M. Carbon supported bimetallic Ru-Co catalysts for H₂ production through NaBH₄ and NH₃ BH₃ hydrolysis. **International Journal of Energy Research**, v. 42, n. 3, p. 1183–1195, 2018.

JAYARAMULU, K.; MASA, J.; TOMANEC, O.; et al. Nanoporous Nitrogen-Doped Graphene Oxide/Nickel Sulfide Composite Sheets Derived from a Metal-Organic Framework as an Efficient Electrocatalyst for Hydrogen and Oxygen Evolution. **Advanced Functional Materials**, v. 27, n. 33, 2017.

JIAO, L.; WANG, Y.; JIANG, H.; XU, Q. Metal–Organic Frameworks as Platforms for Catalytic Applications. **Advanced Materials**, v. 30, n. 37, 2018.

LI, Y.; GUO, Q.; DING, Z.; et al. MOFs-Based Materials for Solid-State Hydrogen Storage: Strategies and Perspectives. **Chemical Engineering Journal**, v. 485, p. 149665, 2024.

LIN, Y.; LI, L.; SHI, Z.; et al. Catalysis with Two-Dimensional Metal-Organic Frameworks: Synthesis, Characterization, and Modulation. **Small**, 2024.

LUO, C.; FU, F.; YANG, X.; et al. Highly Efficient and Selective Co@ZIF-8 Nanocatalyst for Hydrogen Release from Sodium Borohydride Hydrolysis. **ChemCatChem**, v. 11, n. 6, p. 1643–1649, 2019.

RAOOF, J.-B.; HOSSEINI, S. R.; OJANI, R.; MANDEGARZAD, S. MOF-derived Cu/nanoporous carbon composite and its application for electro-catalysis of hydrogen evolution reaction. **Energy**, v. 90, p. 1075–1081, 2015.

RONCAROLI, F.; LLORENTE, V. B. Hydrogen oxidation reaction catalysts derived from Co, Ni-coordination compounds and polymers (MOFs). **International Journal of Hydrogen Energy**, v. 52, p. 80–89, 2024.

SAKINTUNA, B.; LAMARIDARKRIM, F.; HIRSCHER, M. Metal hydride materials for solid hydrogen storage: A review☆. **International Journal of Hydrogen Energy**, v. 32, n. 9, p. 1121–1140, 2007.

WANG, L.; YU, J. Principles of photocatalysis. p.1–52, 2023.

WANG, W.; XU, X.; ZHOU, W.; SHAO, Z. Recent Progress in Metal-Organic Frameworks for Applications in Electrocatalytic and Photocatalytic Water Splitting. **Advanced Science**, v. 4, n. 4, 2017.

WEI, Y.-S.; ZHANG, M.; ZOU, R.; XU, Q. Metal–Organic Framework-Based Catalysts with Single Metal Sites. **Chemical Reviews**, v. 120, n. 21, p. 12089–12174, 2020.

YAN, L.; DAI, P.; WANG, Y.; et al. In Situ Synthesis Strategy for Hierarchically Porous Ni₂P Polyhedrons from MOFs Templates with Enhanced Electrochemical Properties for Hydrogen Evolution. **ACS Applied Materials & Interfaces**, v. 9, n. 13, p. 11642–11650, 2017.

YILMAZ, G.; YAM, K. M.; ZHANG, C.; FAN, H. J.; HO, G. W. In Situ Transformation of MOFs into Layered Double Hydroxide Embedded Metal Sulfides for Improved Electrocatalytic and Supercapacitive Performance. **Advanced Materials**, v. 29, n. 26, 2017.

ZENG, M.; LI, Y. Recent advances in heterogeneous electrocatalysts for the hydrogen evolution reaction. **Journal of Materials Chemistry A**, v. 3, n. 29, p. 14942–14962, 2015.

ZHANG, H.; WEI, Q.; WU, G.; et al. Zn-MOF-74-derived graphene nanosheets supporting CoB alloys for promoting hydrolytic dehydrogenation of sodium borohydride. **Journal of Alloys and Compounds**, v. 930, p. 167486, 2023.

ZHAO, X.; YANG, H.; JING, P.; et al. A Metal-Organic Framework Approach toward Highly Nitrogen-Doped Graphitic Carbon as a Metal-Free Photocatalyst for Hydrogen Evolution. **Small**, v. 13, n. 9, 2017.

ZHU, B.; ZOU, R.; XU, Q. Metal–Organic Framework Based Catalysts for Hydrogen Evolution. **Advanced Energy Materials**, v. 8, n. 24, 2018.

A AÇÃO DO PRONAF NO DESENVOLVIMENTO DOS AGRICULTORES FAMILIARES

Marines Rute de Oliveira¹

INTRODUÇÃO

O estudo aqui apresentado, é uma pequena parte do resultado da minha tese de doutorado em Ciências Sociais, realizado na Unisinos-Universidade do Vale do Rio dos Sinos, em São Leopoldo/RS. E conta também com resultados de um projeto de extensão elaborado por mim, na UNIOESTE – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, cujo objetivo foi o de verificar a importância do PRONAF para os agricultores familiares do município de Cascavel no estado do Paraná.

Por meio deste projeto foi possível estabelecer os primeiros contatos com os agricultores familiares do município e com os agentes envolvidos neste processo (PRONAF e Agricultura familiar): Bancos, Secretarias Municipais, Emater, Sindicatos e Movimentos Sociais.

A pesquisa concentrou-se em analisar as medidas redistributivas da renda para a agricultura familiar, por meio da ação governamental do PRONAF, quanto à disponibilidade de meios para a melhoria das oportunidades na reconstrução das condições de vida dos agricultores familiares residentes na região oeste do Paraná.

Nesta pesquisa teve-se o entendimento que o desenvolvimento só pode ocorrer por meio do crescimento econômico e se estiver interligado com a melhora na qualidade de vida da população. Assim utilizou-se a definição dada por Amartya Sen (2000), na qual o desenvolvimento é visto como um processo de ampliação das liberdades de que uma pessoa pode desfrutar.

Foi verificado como e se uma política pública – PRONAF, pode contribuir para ampliar as capacidades potenciais desse grupo social analisado. Considerando que essa é a principal política pública voltada à agricultura familiar, sendo que no período de 2012 e 2016, na Mesorre-

¹ Doutora em Ciências Sociais (UNISINOS). CV: <http://lattes.cnpq.br/3602066507523049>

gião Oeste do Paraná foram realizados mais de 166 mil contratos, com valor financiado de 4.036.730.933,64 reais, conforme dados do Anuário Estatístico do Crédito Rural do Banco Central.

Coube ainda, formular alguns questionamentos:

1. Como as oportunidades de escolhas, ou seja, como as capacitações baseadas nos funcionamentos dos agricultores influenciam no desenvolvimento da região estudada, considerando que esses são um grupo bastante representativo na economia local?
2. Quais funcionamentos (fazer e seres) contribuem para a expansão das liberdades dos agricultores familiares?
3. Como as capacidades dos agricultores familiares estão se relacionando com o seu bem-estar?

Com relação ao aspecto metodológico cabe relatar, de modo geral, que a pesquisa se caracterizou por um estudo que adotou procedimentos de cunho qualitativo. Para a sua realização foi utilizada também a pesquisa bibliográfica no sentido de aproveitar as teorias disponibilizadas em livros, revistas e demais obras similares.

Foram utilizadas fontes primárias, uma vez que foi trabalhado com entrevistas semiestruturadas, por meio de aplicação de questionários com perguntas fixas e abertas aos agricultores familiares do município estudado.

Na coleta de dados foram utilizados como instrumentos da pesquisa: questionários com perguntas fechadas e abertas, além de análise documental de fontes oficiais.

DESENVOLVIMENTO

A perspectiva de liberdade definida por Sen inclui os processos que garantem a liberdade de ação, de decisão e das condições reais das pessoas. Deste modo, a importância da liberdade individual no conceito de desenvolvimento relaciona-se a avaliação e a eficácia, considerando que o sucesso de uma sociedade deve ser analisado pelas liberdades de que a população usufrui. Assim, a liberdade não é apenas a base de avaliação do desenvolvimento, mas é o principal fator determinante da iniciativa individual e do resultado eficaz da sociedade como um todo.

Há, na definição de Sen, duas razões para a liberdade ser elementar no desenvolvimento: oportunidade e processo de decisão do que fazer e quando fazer, e essas razões estão relacionadas ao fato de propiciar maiores oportunidades de alcançar os objetivos individuais e da sociedade em conjunto, por meio de um processo de escolha.

Na análise do desenvolvimento rural aqui realizada, foi considerado que, ocorrendo uma melhora nos funcionamentos dos agricultores familiares, provocada por um conjunto variado de fatores, há um aumento de suas capacitações e, estas permitem que suas liberdades sejam expandidas, ou seja, acontece a possibilidade real dos agricultores familiares serem protagonistas de suas vidas, de suas escolhas, dos seus meios de produção e dos seus sistemas produtivos.

Dessa forma, a presente investigação tornou-se um experimento para analisar de uma maneira diferenciada o desenvolvimento rural no município de Cascavel/Paraná, com base em uma categoria social bastante importante em termos econômicos e sociais: os agricultores familiares.

“A agricultura familiar é aquela em que a gestão, a propriedade e a maior parte do trabalho vêm de indivíduos que mantêm entre si laços de sangue ou de parentesco” (ABRAMOVAY, 1997 p. 03).

Para Buainain et al. (2015, p. 33): “Os agentes da agricultura familiar, diferem do grande empresário rural, não pelo tamanho, mas pelos valores sociais e pela lógica social, econômica e política que os norteia, que é outra”.

Os agricultores familiares podem ver e valorizar a terra que faz parte do seu cotidiano, como uma mediação de um modo de vida, utilizando uma perspectiva de valor de uso.

Ao contrário dos grandes empresários rurais que têm um relacionamento com a terra feito por meio da renda fundiária, ou seja, por uma forma abstrata devido ao fato de não estar cotidianamente próximo a terra e assim, a veem como um instrumento racional de uma relação de interesses, cuja perspectiva é o valor de troca do que é produzido nela.

Desse modo, os agricultores familiares têm uma grande importância na relação homem e natureza, uma vez que não reduzem a terra a apenas um objeto econômico, o que acabaria por renunciar a atributos próprio dessa relação.

De uma maneira especial, a agricultura familiar vem desempenhando um papel estratégico no desenvolvimento do país e, em especial, no estado do Paraná e mais especificamente no município de Cascavel.

De acordo com dados apresentados pelo IPARDES (2010), no estado do Paraná, dos 371.051 estabelecimentos rurais, 302.907, ou seja, 81,63% enquadravam-se como agricultura familiar; 70% das pessoas ocupadas na agropecuária do estado encontravam-se na agricultura familiar; 75,5% do feijão-preto produzido, 81% da mandioca, 43,7% do milho, 31,2% da soja, 66,5% das aves, 62,2% dos suínos, 81,2% dos bovinos e 67,6% do leite produzidos, no Paraná, eram resultantes da agricultura familiar.

Considerando também que essa política tem o intuito de apoiar o desenvolvimento rural sustentável, ao contribuir para o aumento da capacidade produtiva, aumento do emprego no campo, elevação da renda e consequente melhoria na qualidade de vida dos agricultores familiares.

Ainda, para auxiliar nas análises foram utilizadas também fotos para complementar, de forma ilustrativa, o discurso dos atores.

Com base na problemática da pesquisa e nos referenciais apresentados, foi elaborada hipótese que levou a pesquisar os variados aspectos e elementos para responder tal questão:

“Os agricultores familiares, que são beneficiários do PRONAF, apresentam uma expansão de liberdades de escolhas, ou seja, processa-se uma melhora em suas capacidades refletidas nas oportunidades de escolhas devido a esse arranjo alternativo de conjuntos de funcionamentos que detêm por meio dessa política pública, indo além da recuperação de sua renda de consumo”.

Com relação ao perfil, o município de Cascavel apresenta uma população rural de 16.756 com predominância masculina (8.958). Na zona rural do município há uma PEA (População Economicamente Ativa) de 8.234 pessoas e destas, 8.093 encontram-se ocupadas. O número de consumidores rurais de energia elétrica é de 3.919, o índice de Gini do município, discutido na sequência, foi de 0,5206, ao passo que o valor bruto da produção agropecuária em 2016 obteve o montante de R\$ 1.693.743.359,44. O crescimento geométrico populacional rural foi negativo em -0,33% enquanto o urbano foi positivo em 1,68%.

O índice IPARDES de desempenho municipal para emprego, renda e produção agropecuária em 2015 foi de 0,662. Ainda com relação aos índices, o IDH com base em 2010 foi de 0,782, considerado alto. Tem-se que desde a década de 1970 a agricultura vem desempenhando um papel significativo no desenvolvimento de Cascavel, em especial com produtos para exportação. Também se destaca na avicultura. A indústria do município ainda está em processo de expansão, principalmente nas atividades ligadas ao beneficiamento da produção agropecuária.

A fim de analisar as medidas redistributivas da renda para a agricultura familiar, através da ação governamental por meio do PRONAF, em relação a disponibilidade de meios financeiros, tem-se conforme dados do BACEN -Anuário Estatístico do Crédito Rural- PRONAF (2012), um panorama de recursos disponibilizados por essa política pública aos agricultores familiares do estado do Paraná, da mesorregião oeste e do município de Cascavel.

Assim, no período de 1999 a 2011 foram disponibilizados pelo PRONAF um total de 10.696.778.871,57 reais distribuídos em 1.657.625 contratos, no estado do Paraná. Sendo que deste montante, 1.346.189 contratos foram destinados para a agricultura 1.346.189, perfazendo um total de valor financiado de 6.539.287.040,30 reais. Os demais contratos, 193.500, ficaram na pecuária, com um total de 3.213.039.458,23 reais de valor financiado.

Na mesorregião oeste do Paraná, no período de 2012 a 2016, foram realizados 166.402 contratos, com valor financiado de 4.036.730.933,64 reais. O total de número de contratos e valor financiado na agricultura nesse período foi de, respectivamente, 131.277 e 2.735.474.923,87 reais. Já na pecuária, o total de número de contratos e valor financiado foi de 37.450 e 1.282.118.218,26 reais, respectivamente.

Os recursos disponibilizados pelo PRONAF no município de Cascavel são maiores em número de contratos e valores foram destinados para agricultura, mesmo comportamento apresentado para o Estado do Paraná, há também uma diferença substancial de recursos para o município de Cascavel, o que se justifica pelo número mais elevado de agricultores familiares. Outro fator a se destacar é com relação ao crescente número de contratos e valores observados no município até o ano de 2015 e uma redução no ano posterior. Ao comparar a taxa média

de crescimento anual tanto do volume de crédito quanto do número de contratos do PRONAF, nota-se que na mesorregião oeste, o município de Cascavel se sobressa.

Quanto ao perfil socioeconômico dos agricultores familiares entrevistados para essa pesquisa, com base nas questões fechadas do questionário, é importante ressaltar que os 23 agricultores familiares (18 homens e 5 mulheres) entrevistados no município de Cascavel foram escolhidos de forma aleatória, procurando realizar a distribuição dos mesmos conforme os distritos e colônias pertencentes.

No que diz respeito à produção, os agricultores entrevistados dedicam-se a agricultura e a pecuária (gado de leite em especial). Há também produtores voltados à suinicultura, avicultura, hortas (tradicionais e orgânicas) e agroindústria (doces, pães, queijos e salames). 14 dos 23 entrevistados cultivam a soja, 12 o milho e nove se dedicam a produção leiteira. Salientando que todos praticam mais de uma atividade em suas propriedades, uma única exceção para o cultivo de horta orgânica.

Quanto ao mercado, 69% realizam compra e venda por meio das cooperativas e 31% vendem direto ao consumidor. Notou-se que quanto mais diversificada é a produção, maior a variedade de formas de venda. Assim, a maior parte da renda dos agricultores deriva, em sua maioria, da produção agrícola tradicional de soja e milho e da produção de leite. Lembrando, que a maioria dos entrevistados destacaram que a renda é formada por um conjunto de produções e não apenas de um único produto.

Havia também, utilizadores da política pública referente à reforma agrária (reassentados) e 12 que utilizavam o PRONAF. Destes, sete pegaram recursos superiores a 20 mil reais, os demais utilizaram valores inferiores a isso. O Banco do Brasil, o Sicredi e o Cresol foram as instituições financeiras utilizadas pelos mesmos para ter acesso ao programa e os recursos foram utilizados para o custeio (5) e investimento (7).

O desenvolvimento rural não é definido como crescimento econômico, mas como um processo que engloba diversos aspectos como o econômico, sociocultural, político-institucional e ambiental. Por essa razão, pode-se dizer que para haver desenvolvimento no meio rural, é preciso antes de tudo uma melhora nas condições de vida dos agricultores e isso implica melhorar suas capacidades de escolhas. Neste sentido, a

abordagem do desenvolvimento por meio das liberdades e capacitações permite analisar e promover um processo de desenvolvimento mais igualitário, ao empoderar os agentes para realizarem suas próprias escolhas (KAGEYAMA, 2008).

As variáveis que os agricultores familiares consideraram valiosas para obterem foram muito diversas, e as suas capacidades variam desde a liberdade elementar (nutrição e saúde) até as mais complexas (participação social e política).

Com relação ao PRONAF, que é a política pública mais relevante para a agricultura familiar do país, no que diz respeito ao ranqueamento, os agricultores familiares de Cascavel deram apenas a sexta classificação a nível de relevância dessa política pública. Esse comportamento pode ser explicado pelo fato de que apenas 52% dos entrevistados em Cascavel utilizam o PRONAF.

No entanto, considerando que a análise com relação ao PRONAF está ocorrendo sob o ponto de vista das capacitações e funcionamentos, torna-se necessário observar que esta política pública trabalha com uma limitação aparente, uma vez que o seu objetivo principal está relacionado ao aumento da renda. Mas, embora seja limitante verificar apenas esse aspecto, sabe-se que, ao obter acesso ao crédito, tanto para custeio como para investimento, em melhores condições para os agricultores familiares, isso pode contribuir, mesmo que não na sua totalidade, para a ampliação das capacitações destes.

Faz-se essa afirmação porque entende-se que, com acesso ao crédito, os agricultores familiares passam a ter melhores condições para desenvolverem suas atividades produtivas, assim como um maior acesso à tecnologia, e, com isso, maiores possibilidades de aumento da produtividade e da renda, ou seja, é proporcionada a eles a possibilidade de ampliar seus conjuntos orçamentários e suas oportunidades de escolhas.

No entanto, não é possível afirmar que apenas essa política pública, com o viés que apresenta especialização e intensificação das atividades produtivas voltadas para maior rentabilidade, consiga dar conta de permitir que ocorra o desenvolvimento rural, por não ser tão abrangente para impactar, por si só, toda a gama das liberdades defendidas por Sen (2000), que engloba aspectos como saúde, educação, segurança, participação política, entre outros.

Ao serem questionados se os agricultores familiares consideravam que havia ocorrido uma mudança na vida de sua família após a utilização do PRONAF e quais seriam essas mudanças, obteve-se as seguintes respostas:

“Sim, houve mudanças, em relação a facilitar o trabalho, o manejo na terra com a utilização dos implementos agrícolas comprados e, na hora da ordenha o tempo para fazer o trabalho é bem menor. O cansaço físico por causa do esforço que tinha que fazer antes melhorou muito. Sem o PRONAF era bem mais complicado realizar as atividades aqui...” (E.R. agricultora familiar de Cascavel).

Outras observações em relação aos benefícios do PRONAF vão além das mencionadas acima pela agricultura, que destacou a melhoria nas condições do trabalho tanto ao tempo quanto à energia física empregada para a realização. Foram detectadas, também, na grande maioria das entrevistas, questões relacionadas à modernização do trabalho, ao aumento de produtividade e de lucros. O que na concepção aqui analisada, com base em Sen (2001), demonstra que essa política pública contribuiu para a melhoria dos funcionamentos dos agricultores familiares, no sentido de ampliar suas capacitações orçamentárias.

Embora as respostas à questão trabalhada tenham sido no sentido de verificar mudanças positivas com a utilização dessa política pública, boa parte dos agricultores entrevistados fazem algumas críticas ao PRONAF, em especial quanto à taxa de juros que aumentou em comparação à praticada no início do programa, e ao excesso de burocracia para conseguir ter acesso ao financiamento.

Entre alguns benefícios trazidos pelo PRONAF, os agricultores citaram a possibilidade de venda dos produtos agroindustriais na feira do produtor rural do município de Cascavel, além da possibilidade de adquirir implementos e maquinários que contribui para a melhora na produção e também na qualidade de vida, considerando que é exigido menos esforço físico para a realização das tarefas nas propriedades.

A racionalidade dos agricultores ocorre por meio da ação social em suas experiências e formas de se apropriarem dos recursos do PRONAF. Essas estratégias que eles usam para ter acesso e fazer uso desses recursos

possibilita a expansão de suas liberdades, e o fato de os agricultores já estarem mais bem capacitados, trabalhando melhor os seus funcionamentos, faz com que haja uma maior facilidade de acesso ao programa.

Dessa forma, o resultado da política pública sujeita-se primordialmente da ação dos agricultores familiares, pois são eles que formalizam as relações para o acesso e utilização do capital financeiro, destacando que os agricultores estão vinculados aos seus contextos locais, e é justamente essa ação, ocorrida neste espaço, que estabelece o PRONAF como ação social.

Por fim, deve-se destacar que, para que haja o desenvolvimento rural se torna preciso, entre outros fatores, políticas um pouco mais abrangentes, que visem não somente o processo produtivo, que vá ao encontro aos demais aspectos relacionados à expansão das liberdades individuais, como, por exemplo: saúde, educação, saneamento, entre outros.

Existe uma relação positiva entre o volume de créditos do programa e o desenvolvimento da região. Pois o PRONAF incentiva o desenvolvimento do setor agropecuário, mas ao fazer isso o agricultor familiar passa a fornecer insumos para os setores industrial e de serviços, o que causa alterações nas relações intersetoriais, ou seja, causa efeitos positivos em outros setores da economia local.

Há situações diferenciadas entre os agricultores devido as capacidades, espaço, limitações e potencialidades de ação. No entanto, não refuta a relevância dessa política pública para a agricultura familiar e é comprovada a importância da intervenção do Estado para esse segmento de agricultores. O que deixa evidente que a viabilidade da agricultura familiar passa muito além do acesso ao crédito rural.

O PRONAF precisa evoluir e ajustar o foco nas reais necessidades da agricultura familiar em suas várias dimensões (ambiental, estratégia coletiva, fomento as pequenas atividades econômicas coletivas, incentivo à produção de alimentos, entre outros). No entanto são inquestionáveis os efeitos positivos do PRONAF ao desenvolvimento rural desde a sua criação em 1996: “que se refletem positivamente em alguns indicadores econômicos e produtivos rurais, entre outros efeitos benéficos que os estudos têm destacado” (GAZOLLA e SCHNEIDER, 2013 p. 63-64).

Os agricultores familiares deste espaço analisado, em sua maioria, estão inseridos em um mercado voltado para os grandes proprietários de terra que praticam a monocultura, em especial soja e milho e voltam-se para a exportação de sua produção.

Assim, é neste cenário que os agricultores familiares realizam suas ações de permanência, subsistência e competição, realizadas por seus saberes práticos, seus ativos relacionais, diversificação de sua produção e meios de venda de seus produtos, pela busca de novos conhecimentos, por troca de saberes, mão-de-obra e equipamentos com seus vizinhos e familiares, associações em cooperativas e demais formas coletivas de produção, como a venda de produtos na feira do pequeno produtor, venda coletiva de hortaliças orgânicas nos projetos da Universidade, na merenda escolar do município, na fabricação e na venda de produtos de panificação da comunidade rural visando ao aumento de renda, abertura de espaço para visitação na propriedade rural, participação em cursos realizados dentro das comunidades rurais para melhora do manejo e reutilização de recursos naturais e produzidos nas propriedades, entre outros.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Verifica-se que a ação do Governo, por meio de uma política voltada diretamente aos agricultores familiares, auxilia nas suas capacitações dependendo de suas ações quanto ao seu uso. No entanto, o programa por si só não dá conta de resolver o problema dos agricultores como um todo, uma vez que, para que isso ocorra, faz-se necessário transformar os beneficiários em protagonistas, causando, assim, de fato, uma mudança nas capacidades de funcionamentos dessas famílias.

Com relação ao PRONAF, os dados da pesquisa deixaram claro que esta política pública tem grande representatividade na disponibilização de recursos para os agricultores familiares de Cascavel. No entanto, ao analisar o discurso dos agricultores familiares não foi possível afirmar que a utilização do PRONAF é uma medida redistributiva de renda que interfere tão fortemente para ampliar as alternativas de funcionamentos dos agricultores familiares pesquisados.

O que se observou foi que a ação governamental é uma opção a mais e não uma determinante. Portanto, hipótese de que os agricul-

tores familiares, que são beneficiários do PRONAF, apresentam uma expansão de liberdades de escolhas, ou seja, processa-se uma melhora em suas capacidades refletidas nas oportunidades de escolhas devido a esse arranjo alternativo de conjuntos de funcionamentos que detêm por meio dessa política pública, indo além da recuperação de sua renda de consumo, não se confirma em sua plenitude.

Aceita-se a importância do PRONAF na disponibilização de recursos e incremento nos conjuntos orçamentários dos agricultores familiares entrevistados nesta pesquisa, assim como reconhece-se a limitação dessa política pública para gerar efeitos positivos nos conjuntos capacitários desses agricultores; ou seja, o crédito rural auxilia, mas não é suficiente compor as condições produtivas dos agricultores.

O que se destacou neste trabalho foi que os agricultores familiares estão cada vez mais se firmando enquanto agentes sociais e que utilizam o crédito como um funcionamento a mais na busca pela melhoria do seu bem-estar.

Foi possível constatar que os agricultores familiares buscam a qualidade de vida por meio de um conjunto de efetivações de funcionamentos das quais eles têm acesso para viver a vida que eles julgam valiosa, e na medida em que vão ampliando suas capacidades, novos funcionamentos aliam seus saberes adquiridos de forma tradicional com ações sociais que ampliam seus capitais, quer sejam por meio de estudos, assistências, novas tecnologias, associações, cooperativismo, mudança de cultivo, alteração, ampliação de opção de mercado de venda, mudança de atividades, pluriatividade, utilização de políticas públicas, participação política, troca de mão-de-obra e maquinários, entre outras ações citadas em seus discursos.

REFERÊNCIAS

ABRAMOVAY, Ricardo. Agricultura familiar e desenvolvimento territorial. Instituto de Terras, São Paulo, SP, vol. 28 n. 1,2 3 e vol. 29, n.1, Jan/dez 1998 e jan/ago 1999. Disponível em: < <http://www.ufpel.edu.br/ppgdtsa/files/2014/10/Texto-Abramovay-R.-Agricultura-familiar-e-desenvolvimento-territorial.pdf>>

BANCO CENTRAL DO BRASIL. Anuário estatístico do crédito rural PRONAF. Disponível em: < www.bcb.gov.br>

BUAINAIN, Antonio M. Ações de combate à pobreza rural: metodologia para avaliação de impactos. IICA- Instituto Interamericano de Cooperação para Agricultura, 2. ed. Vol. 6, Brasília: 2007. Disponível em: <<http://www.iicabr.iica.org.br/wp-content/uploads/2014/03/Serie-DRSvol-6-Acoes-de-combate-a-pobreza-rural.pdf>>

GAZOLLA, Marcio; SCHNEIDER, Sergio. Qual “fortalecimento” da agricultura familiar? Uma análise do Pronaf crédito de custeio e investimento no Rio Grande do Sul. RESR. Piracicaba, v. 51, n. 1, p. 45-68, 2013.

IPARDES- Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social. Ruralidades, agricultura familiar e desenvolvimento. Curitiba: IPARDES, 2010.

KAGEYAMA, Angela. Desenvolvimento rural: conceitos e aplicações ao caso brasileiro. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2008.

SEN, Amartya K. Desenvolvimento como liberdade. São Paulo: Companhia das Letras, 2000.

SEN, Amartya K. Desigualdade reexaminada. Rio de Janeiro: Record, 2001.

ENTOMOFAUNA DE CUPINS EM UM FRAGMENTO DE FLORESTA SECUNDÁRIA NA CIDADE DE MANAUS, AMAZONAS, COM ÊNFASE EM HÁBITOS XILÓFAGOS

Raimunda Liége Souza de Abreu¹
Mayara Lorely de Oliveira Ribeiro²

INTRODUÇÃO

Nos países tropicais, os cupins representam importante papel, pois atuam como mediadores no processo de decomposição e na regulação dos fluxos de energia e de nutrientes do solo (TAYASU et al. 1997; EGGLETON et al. 2002). Desempenham importante papel como pragas agrícolas e florestais, sendo sua riqueza em espécies e abundância maior nas florestas tropicais (MATSUMOTO, 1976; EGGLETON et al., 2002). São insetos da ordem Isoptera, que possuem cerca de mais de 2.000 espécies descritas no mundo (CONSTANTINO, 1999). No Brasil, são registradas cerca de 200 espécies, sendo as famílias mais importantes, economicamente: Kalotermitidae, Rhinotermitidae e Termitidae (LEPAGE, 1986; MYLES et al., 2007).

Os cupins alimentam-se de uma grande variedade de produtos de origem vegetal. As espécies xilófagas têm uma dieta a base de celulose, material formado pelo crescimento das plantas, resistente à deterioração. Esses insetos apresentam hábitos de alimentação variados e pouco se sabe sobre o papel funcional das diferentes espécies e o significado da diversidade desses insetos para o funcionamento dos ecossistemas onde eles vivem (DAWES-GROMADZKI 2003b). Segundo NOVARETTI; FONTES (1998), proliferam de forma rápida, migram por caminhos inesperados em busca de alimento e forrageiam a longas distâncias e uma mesma colônia pode atacar várias fontes alimentares dentro do território de forrageio (COSTA-LEONARDO; CAMARGO-DIETRICH 1999).

¹ Doutora em Entomologia (INPA). Pesquisadora (INPA). CV: <https://lattes.cnpq.br/1980789059908737>

² Ciências Biológicas (LITERATUS). CV: <http://lattes.cnpq.br/5478790784417447>

Na Amazônia já foram realizados alguns trabalhos de levantamentos de cupins em florestas primárias, porém em florestas secundárias os mesmos ainda são escassos (ABREU; BATISTA 2024). A floresta secundária é uma floresta que se regenera gradativamente após intenso distúrbio que modifica o microclima, estrutura da vegetação e as características do solo. É importante por prestar relevantes serviços ecológicos aos ecossistemas perturbados.

Em função do exposto e em função da importância, do comportamento apresentado por esses insetos e da falta de informações em florestas secundárias, existe a necessidade de um levantamento para avaliar a riqueza de espécies nesse ambiente e, ao mesmo tempo, identificar aquelas com potencial xilófago.

MATERIAL E MÉTODOS

Área Experimental

Este trabalho foi realizado no campus do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia-Inpa ($03^{\circ}05'50''\text{S}$, $59^{\circ}59'09''\text{W}$), localizado na zona centro sul da cidade de Manaus (Figura 1). A vegetação é caracterizada por um fragmento de floresta secundária, com um número grande de árvores jovens e espécies de trepadeiras de floresta primária. Ela representa um estágio de regeneração de uma floresta que foi cortada, mas não queimada (PRANCE 1975).

Figura 1- Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia-INPA

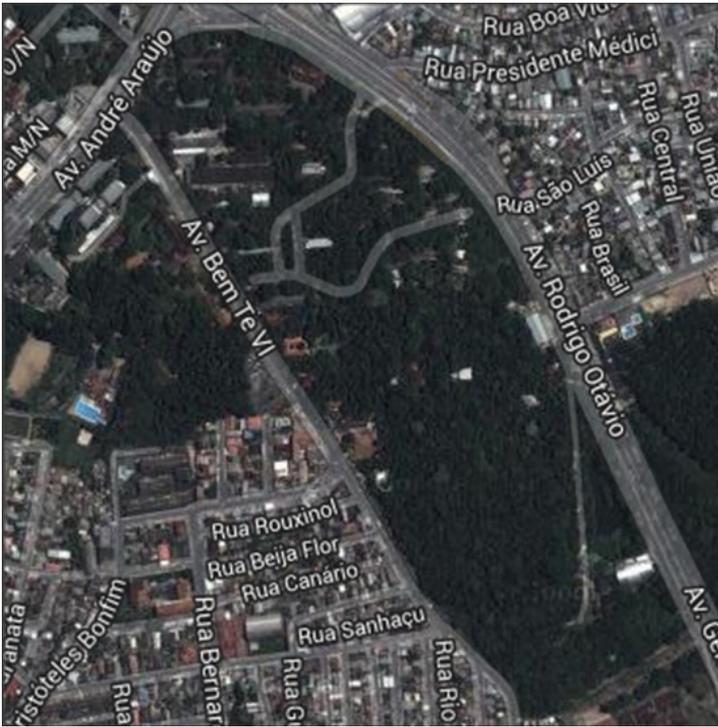


Foto: <https://maps.google.com.br/>

Método de Coleta

Para o estudo da atividade de forrageamento de cupins subterrâneos na área em estudo, fez-se o uso de coletas manuais e de iscas durante 270 dias, envolvendo parte da estação seca (agosto a meados de novembro) e estação chuvosa (dezembro a abril). Foi adotado um protocolo padronizado de amostragem, baseado em JONES; EGGLETON (2000) e CALDERON; CONSTANTINO (2007), utilizando 10 transectos de 30 m x 6 m. A coleta manual foi feita em material lenhoso presente na floresta, como troncos, ramos e galhos de árvores mortas e em ninhos arbóreos e no solo. Para padronizar o esforço de amostragem, a busca e a coleta dos insetos foram realizadas por três pessoas por 1 h em cada transecto. Após as coletas dos insetos nos materiais lenhosos na floresta, foi realizada a triagem para a identificação taxonômica (Figura 2).

Figura 2 – Limpeza e triagem dos insetos coletados nas estacas para identificação.



Foto: Mayara Lorely.

Foram utilizadas como iscas, 120 estacas de madeira da espécie *Ceiba pentandra*, nas dimensões de 5 cm x 5 cm x 50 cm e 120 rolos de papel higiênico neutro (DAWES-GROMADZKI 2003a; 2003b). Em cada transecto foram utilizadas doze iscas, de madeiras enterradas aleatoriamente, espaçadas 1 m umas das outras. Os rolos de papel higiênico foram reforçados em cada extremidade com fita adesiva e totalmente enterrados a 3 cm abaixo da superfície do solo. Uma fita de sinalização foi colocada dentro de cada rolo, com suas extremidades sobre a superfície do solo para identificar o local da isca. As estacas foram enterradas verticalmente a 40 cm de profundidade, com fita de sinalização atada ao redor da extremidade exposta. Antes da instalação, as iscas de papel e as estacas foram previamente umedecidas com água durante 1 h e 48 min, para torná-los mais atraentes aos cupins (DAWES-GROMADZKI 2003b).

As iscas foram inspecionadas mensalmente, durante os 270 dias envolvendo também, parte da estação seca e estação chuvosa. Nesse processo, as iscas foram removidas e quando detectada a presença de

cupins, era realizada a coleta dos mesmos. Após esse procedimento, as iscas eram recolocadas no lugar.

Os insetos foram coletados com auxílio de pinças e pincéis de pelos e conservados em álcool 70% (Figura 3) e, transportados ao Laboratório de Entomologia da Madeira do Inpa para posterior identificação.

Figura 3 – Coleta realizada na estaca e conservados em tubos com álcool 70%.



Foto: Mayara Lorely.

A identificação dos cupins foi realizada por meio de um estereomicroscópio Leica S8AP0, com câmera fotográfica (Figura 4), através de comparação com exemplares depositados na Coleção de Invertebrados do INPA e também por meio de chaves dicotômicas e comparações morfológicas na literatura (CONSTANTINO 1999). A análise preliminar dos insetos envolveu o cálculo da abundância absoluta e relativa. A primeira foi feita através da contagem dos exemplares e a abundância relativa de cada espécie foi obtida calculando-se as porcentagens de indivíduos em relação ao número total de indivíduos capturados (SILVEIRA NETO et al. 1976).

Figura 4 – Estereomicroscópio utilizado na identificação dos cupins.



Foto: Mayara Lorely.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste trabalho estão registrados os cupins coletados em 19 das 120 estacas avaliadas e nos transectos, uma vez que os rolos de papel higiênicos não foram atacados pelos cupins, sendo, portanto, descartados.

Os resultados das coletas realizadas no período do experimento indicam que foram coletados 366 espécimes de cupins, sendo 208 encontrados nas estacas enterradas e 158 nas dispostas acima do solo (Tabela 1 e 2). Foram encontradas 4 espécies de cupins: *Nasutitermes corniger* e *N. surinamensis* (família Termitidae) e *Heterotermes tenuis* e *Rhinotermes marginalis* (Rhinotermitidae). Observa-se ainda que, *N. corniger* foi o mais abundante nas coletas, encontrado tanto nas estacas enterradas como nas dispostas no solo, em todos os meses. Nas estacas enterradas, com 169 indivíduos, esta espécie representou 81,3% das coletas e nas dispostas no solo, com 131, representou 82,9%.

Tabela 1 - Total de cupins coletados em 19 estacas da madeira de *Ceiba pentandra* (L.) Gaertn enterradas no solo de floresta secundária em área urbana de Manaus.

ESTACAS ENTERRADAS								%
Espécies	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan	TOTAL	
<i>Nasutitermes corniger</i>	25	29	0	55	36	24	169	81,3
<i>Heterotermes tenuis</i>	10	13	0	0	0	0	23	11,1
<i>Rhinotermes marginalis</i>	16	0	0	0	0	0	16	7,7
SUBTOTAL							208	100

Tabela 2 - Total de cupins coletados em 19 estacas da madeira de *Ceiba pentandra* (L.) Gaertn dispostas no solo de floresta secundária em área urbana de Manaus.

ESTACAS DISPOSTAS NO SOLO								%
Espécies	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan	TOTAL	
<i>Nasutitermes corniger</i>	0	4	0	90	25	12	131	82,9
<i>Nasutiterme surinamensis</i>	0	27	0	0	0	0	27	17,1
SUBTOTAL							158	100

No transecto 10 a estaca de número 85 (Figura 5) que ao final das inspeções, encontrava-se em estágio avançado de decomposição, foi onde ocorreu o primeiro ataque da espécie *N. corniger*. Este inseto foi encontrado até o final do experimento nessa mesma estaca e também em muitas das outras. Salienta-se que essa amostra se encontrava em área de sombra, próxima de árvores, o que favoreceu ao aumento da umidade da mesma.

Figura 5 – Estaca (nr. 85) da madeira de *Ceiba pentandra* atacada por *Nasutitermes corniger*.



Foto: Mayara Lorely

Outro inseto coletado durante a inspeção mensal das iscas e também na estaca de número 85, foi um coleóptero da família Passalidae, na forma de larva. Sabe-se que os insetos dessa família atacam madeira em estágio avançado de composição e não causam danos econômicos à mesma.

Na Tabela 3 estão registrados os cupins coletados em substratos lenhosos nos 10 transectos na estação seca. Foram coletados 1.116 espécimes distribuídos em 6 espécies. Assim como observado nas estacas, *N. corniger* foi o mais abundante, com 671 indivíduos, representando 60,1% da coleta, seguido de *N. surinamensis* com 213 indivíduos (19,1%).

Tabela 3 - Total de cupins coletados em 10 transectos de floresta secundária na estação seca em área urbana de Manaus.

Espécies	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	TOTAL	%
<i>Nasutitermes corniger</i>	93	72	123	55	33	61	103	35	5	91	671	60,1
<i>Nasutitermes surinamensis</i>	0	0	40	63	0	0	0	0	9	101	213	19,1
<i>Genuotermes spinifer</i>	0	0	0	0	24	0	38	25	0	0	87	7,8
<i>Syntermes aculeosus</i>	0	0	0	0	49	8	24	0	0	0	81	7,3
<i>Heterotermes tenuis</i>	0	0	23	21	0	0	0	0	0	0	44	3,9
<i>Nasutitermes octopilis</i>	0	0	0	0	0	0	20	0	0	0	20	1,8
SUBTOTAL											1116	100

Os cupins coletados em substratos lenhosos nos 10 transectos no período da estação chuvosa na cidade de Manaus estão registrados na Tabela 4. Foram coletados 339 espécimes distribuídos em 3 espécies de cupins: *Nasutitermes corniger*, *Embiratermes neotenicus*, *N. surinamensis* (família Termitidae). Observa-se também que, *N. corniger* foi o mais abundante, com 257 indivíduos, representando 75,8% da coleta, *E. neotenicus* representou 3,54% da coleta e foi encontrado somente no período chuvoso.

Tabela 4 - Total de cupins coletados em 10 transectos de floresta secundária na estação chuvosa em área urbana de Manaus

Espécies	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	TOTAL	%
<i>Nasutitermes corniger</i>	24	38	55	20	0	0	0	41	29	50	257	75,8
<i>Nasutitermes surinamensis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	34	36	70	20,6
<i>Embiratermes neotenicus</i>	0	0	0	12	0	0	0	0	0	0	12	3,54
SUBTOTAL											339	100

A maioria das espécies ocorrentes nos transectos foram coletadas em galerias nos troncos de árvores, em galhos apodrecidos, pedaços de bambu, colônia no chão e em árvores de bambu. Já a espécie *H. tenuis* foi encontrado em troncos de árvores caídas em estado moderado de decomposição.

Comprando os insetos encontrados nas estacas enterradas e expostas acima do solo com os encontrados nos diversos substratos nos transectos da floresta (Tabelas 1, 2, 3 e 4) pode-se observar que, das sete espécies encontradas nos substratos, apenas três atacaram as estacas. Observa-se ainda que, *N. corniger* foi encontrado tanto nos substratos, como nas estacas e em todos os transectos prospectados.

Os cupins do gênero *Nasutitermes* são conhecidos como cupins arborícolas e são abundantes nas Américas, ocorrendo desde o México até o norte da Argentina (CONSTANTINO, 2002; TORALES, 2002). Sua plasticidade alimentar permite que estes cupins se alimentem de madeira dura ou macia, úmida ou seca de diferentes espécies (ABREU ET AL 2002; REIS; CANCELLO, 2007)

As espécies de cupins aqui encontradas são comuns nas áreas de florestas da Amazônia e o resultado ratifica o que já foi observado por diversos autores que *N. corniger* é predominante em substratos lenhosos de florestas, de arborização urbanas e florestas antropizadas (BRITO et al. 2012; ABREU et al. 2002; 2020; 2024). Observa-se na tabela 2 que o ataque mais abundante desse cupim foi nas estacas enterradas, onde absorvem mais umidade. Houve ataque nas estacas dispostas sobre o solo, porém não chegaram a atingir um nível avançado, provavelmente, devido à exposição ao sol.

O cupim *N. surinamensis* também é xilófago verdadeiro e é mais comumente encontrado em floresta primárias, como as de terra firme do Amazonas (DAMBROS et al 2012), do Estado do Pará (CONSTANTINO 1992) e do Equador (BAHDER et al. 2009) alimentando-se da celulose de troncos e de galhos. Em experimento similar, realizado no fragmento florestal urbano da Universidade Federal do Amazonas (SOUZA et al 2022), onde amostras de três espécies florestais amazônicas foram enterradas em campo por um período de 90 a 120 dias, também foram atacadas por essas duas espécies de cupins. Segundo os autores, essas espécies são consideradas generalistas em relação ao ataque a madeiras.

A espécie *H. tenuis*, da família Rhinotermitidae, é caracterizada por ser uma das pragas mais importante em cana-de-açúcar. Possui hábito subterrâneo e sua ocorrência foi constatada pela primeira vez no Brasil por PIZANO; FONTES (1986), com ampla distribuição nos Estados do Pará, Espírito Santo, Minas Gerais, Rio de Janeiro, Goiás, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul e São Paulo. No Amazonas também é bastante comum e foi encontrada atacando amostras do fuste de oito espécies florestais, expostas à deterioração em floresta primária (ABREU 2008; ABREU *et al.* 2011; 2022). Na arborização urbana da cidade de Manaus, ABREU *et al.* (2020) registraram esta espécie atacando árvores de *Mangifera indica* (mangueira), assim como, ABREU; BATISTA (2024) a encontraram atacando essa mesma frutífera na floresta secundária do Inpa. Como ela é uma espécie subterrânea, neste trabalho foi coletada somente em estacas enterradas, juntamente com *N. corniger*.

Rhinotermes marginalis, outra espécie da família Rhinotermitidae, também apresenta hábito subterrâneo e a casta de soldado apresenta dimorfismo, pois se diferencia pelo tamanho do corpo e do formato da cabeça. Como pode ser observado (Tabela 1), esta espécie foi coletada nas estacas enterradas apenas no início do experimento, quando as estacas estavam bastante úmidas e também não foi encontrada nos substratos nos transectos. Este inseto é conhecido por atacar troncos em decomposição, com alto nível de umidade e em contato com o solo (MATHEWS 1977; BARBOSA 2015). Foi encontrado por BANDEIRA *et al.* (1989) em madeiras edificações em Belém e, como registrado por este autor, é uma praga estrutural secundária que não tem potencial de causar importantes danos em madeiras de edificações.

CONCLUSÃO

Com os resultados obtidos ao longo desses 9 meses do experimento, conclui-se que, o ataque às estacas ocorreu com mais frequência nas que se encontravam enterradas, em função de absorverem mais umidade.

A espécies *N. corniger* é abundante nos transectos, nas iscas enterradas e nas dispostas ao solo e presentes em ambas as estações;

Os cupins estão mais presentes na estação seca.

REFERÊNCIAS

- ABREU, R.L.S., SALES-CAMPOS, C., HANADA, R.E., VASCONCELLOS, F.J.; FREITAS, J.A. 2002. Avaliação de danos por insetos em toras estocadas em indústrias madeireiras de Manaus, Amazonas, Brasil. *Revista Árvore* 26: 789-796.
- ABREU, R.L.S. 2008. Biodeterioração da madeira de cardeiro (*Scleronema micranthum*) (Ducke) (Ducke, Bombacaceae), com ênfase em besouros e cupins e sua influência na densidade básica e na resistência à compressão paralela às fibras. Tese. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia/Universidade Federal do Amazonas. Manaus. 119 pp.
- ABREU, R.L.S.; VIANEZ, B.F.; SALES-CAMPOS, C.; ANDRADE, M.C.N.; MATIAS, E.O. 2011. *Heterotermes tenuis* (Hagen) (Isoptera: Rhinotermitidae) in samples of five wood species of the Amazon State, Brazil. P 153-161. In: Fernando Caldeira. (Org.). *Minimising the Environmental Impact of the Forest Products Industries*. Porto, Portugal: Edições Universidade Fernando Pessoa.
- ABREU, R.L.S.; QUEIROZ, L.O.; VIANEZ, B.F.; GOUVEIA, F.B.P.; SALES-CAMPOS, C. 2020. Cupins associados a árvores urbanas de 10 bairros da cidade de Manaus, Amazonas. *Brazilian Journal of Development*, 6: 88793-88809.
- ABREU, R.L.S.; RONCHI-TELES, B.; ROQUE, R.A. SALES-CAMPOS, C. 2022. p. 305-317. Família Rhinotermitidae (Isoptera) e sua relação com a madeira de cardeiro (*Scleronema micranthum*). In: Coletânea Internacional de Pesquisa em Ciências Agrárias e Biológicas Vol. 01
- ABREU, R.L.S.; BATISTA, D.S. 2014. Fauna de cupins associadas a espécies arbóreas do campus do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, Amazonas. p. 293-308. In: *Estudos sistemáticos, concepções e atualizações em Ciências Agrárias*. Martins, W.S.; Muraishi, C.T.; Ataídes, K.S. (Eds.). Editora Conhecimento Livre, Piracanjuba, GO.
- , B.W.; SCHEFFRAHN, R.H.; KRECEK, J.; KEIL, C.; KING, S.W. 2009. Termites (Isoptera: Kalotermitidae, Rhinotermitidae, Termitidae) of Ecuador. *Annales de la Société Entomologique de France*, 45: 529-536.
- BAND EIRA, A.G.; GOMES, J.I.; LISBOA, P.L.B.; SILVA E SOUZA, P.C. 1989. Insetos pragas de madeiras de edificações em Belém – Pará. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Boletim de Pesquisa, 101. 25p.
- BARBOSA, J.R.C. 2015. *Padrão de castas e ocorrência de um fungo ectoparasita em Rhinotermitidae (Insecta: Isoptera)*. Tese. Universidade Federal da Paraíba. 94pp.
- CALDERON, R.A.; Constantino, R. 2007. A survey of the termite fauna (Isoptera) of an eucalypt plantation in Central Brazil. *Neotropical Entomology*, 36(3): 391-395.
- COSTA-LEONARDO, A.M.; CAMARGO-DIETRICH, C.R.R. 1999. Território e população de forrageio de uma colônia de *Coptotermes havilandi* (Isoptera: Rhinotermitidae) em meio urbano. *Arquivos do Instituto Biológico*, São Paulo, 66 :99-105.
- CONSTANTINO, R. 1992. Abundance and diversity of termites (Insecta: Isoptera) in two sites of primary Rain forest in Brazilian Amazonia. *Biotropica*, 24: 420-430.

- CONSTANTINO, R. 1999. Chave ilustrada para identificação dos gêneros de cupins (Insecta: Isoptera) que ocorrem no Brasil. *Papéis Avulsos de Zoologia*, 40(25): 387-448.
- CONSTANTINO, R. 2002. The pest termites of South America: taxonomy, distribution and status. *Journal of Applied Entomology*, 126: 355-365.
- DAMBROS, C.S.; Mendonça, D.R.M.; Rebelo, T.G.; Morais, J.W. 2012. Termite species list in a terra firme and ghost forest associated with a hydroelectric plant in Presidente Figueiredo, Amazonas, Brazil. Check List 8: 718–721, 2012. ISSN 1809-127X (available at www.checklist.org.br)
- DAWES-GROMADZKI, T.Z. 2003a. Sampling subterranean termite species diversity and activity in tropical savannas: an assessment of different bait choices. *Ecological Entomology*, 28:397–404.
- DAWES-GROMADZKI, T.Z. 2003b. Soggy rolls and stakes: a recipe for the rapid assessment of subterranean wood-feeding termites (Isoptera) in a tropical savanna. *Records of the South Australian Museum Monograph*, Series 7, 311–318.
- EGGLETON, P., BIGNELL, D.E.; HAUSER, S.; DIBOG, L.; NORGROVE, L.; MADONG, B. 2002. Termite diversity across an anthropogenic disturbance gradient in the humid forest zone of West Africa. *Agric. Ecosyst. Environmental*, 90: 189–202.
- JONES, D.T.; EGGLETON, P. 2000. Sampling termite assemblages in tropical forests: Testing a rapid biodiversity assessment protocol. *Journal Applied Ecology*, 37: 191–203.
- LEPAGE ES. 1986. Química da madeira. In: Lepage ES. *Manual de preservação de madeiras*. São Paulo: IPT.
- MATSUMOTO, I. 1976. The role of termites in an equatorial rain forest ecosystem of west Malaysia. I. Population density, biomass, carbon, nitrogen and caloric content and respiration rate. *Oecologia*, 22: 153-178.
- MYLES T.G.; BORGES P.A.V.; FERREIRA M.; GUERREIRO, O.; BORGES A.; RODRIGUES, C. Filogenia, biogeografia e ecologia das térmitas dos Açores. In: Borges PVA & Myles T, editors. *Térmitas dos Açores*. Lisboa: Príncipe, 2007.
- NOVARETTI, W.R.T.; FONTES, L.R. 1998. Cupins: Uma grave ameaça à cana-de-açúcar no nordeste do Brasil. In: Fontes, L.R. e Berti Filho, E. *Cupins, o desafio do conhecimento*. Piracicaba: FEALQ. p. 163-172.
- PRANCE, G.T. 1975. The history of the INPA capoeira based on ecological studies of Lecythidaceae. *Acta Amazonica*, 5(3): 261-263.
- PIZANO, M.A.; Fontes, L.R. Ocorrência de *Heterotermes tenuis* (Hagen, 1858) e *Heterotermes longiceps* (Snyder, 1924) (Isoptera: Rhinotermitidae) atacando cana-de-açúcar no Brasil. *Brasil Açucareiro*, 104(3/4): 29, 1986.
- SILVEIRA NETO, S.; NAKANO, O.; BARBIN, D.; VILLA NOVA, N.A. 1976. *Manual de ecologia dos insetos*. Ed. Agronômica Ceres Ltda, São Paulo. 419 pp.

SOUZA, D.A.T.; VASCONCELOS, R.G; MOURA-NETO, L.; RODRIGUEZ-BUSTAMANTE, N.C. 2022. Resistência natural de três espécies de madeiras comerciais ao ataque de térmitas (Insecta, Blattodea) em fragmento florestal urbano de Manaus, Amazonas. *Research, Society and Development*, 11, e365111133602. (CC BY 4.0) | ISSN 2525-3409 | DOI: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v11i11.33602>

TAYASU, I.; ABE, T.; EGGLETON, P.; BIGNELL, D.E. 1997. Nitrogen and carbon isotope ratios in termites: An indicator of trophic habit along the gradient from wood-feeding to soil-feeding. *Ecological Entomology*, 22: 343–351.

TORALES, G.J. 2002. Termites as structural pests in Argentina. *Sociobiology* 40: 191-206.

UTILIZAÇÃO DE OSTEOTECA PARA A PRÁTICA DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL

Ana Carolina Lopes Ribeiro¹

Ariane de Sousa Brasil²

Alexsandro Dias Pinheiro³

Erick Patrício Saboia⁴

Isadora Santos Lima⁵

Letícia Lima Correia⁶

Thiago Bernardi Vieira⁷

INTRODUÇÃO

Uma coleção científica-osteológica ou osteoteca consiste no armazenamento, preservação e classificação de espécimes que representam a biodiversidade de um determinado local (Silveira & Oliveira, 2008). Pode ser considerada como um conjunto de técnicas anatômicas com intuito de evidenciar o sistema musculoesquelético através da desarticulação, maceração, clareamento e montagem, visando o trabalho científico ou “museologia” (Aimi et al., 2022).

Técnicas osteológicas já são utilizadas há anos com objetivo de ajudar no aprendizado do conhecimento teórico e na associação com a morfologia e fisiologia das espécies (Rankrape; Baungratz & Haas, 2020). O trabalho de Aimi et al (2022) comprova que uma osteoteca é capaz de evidenciar as analogias e homologias entre mamíferos, além de contribuir de forma eficaz no estudo de anatomia comparada. Na literatura especializada encontram-se diversas técnicas para o preparo de uma coleção osteológica, em que há três principais tipos de maceração: mecânica, biológica e química (Silva et al., 2017). A primeira faz a retirada dos tecidos moles, a segunda foca em uma limpeza específica

¹ Ciências Biológicas (UFPA). CV: <http://lattes.cnpq.br/4726539499185602>

² Ciências Biológicas (UFPA). CV: <http://lattes.cnpq.br/6308855497300475>

³ Ciências Biológicas (UFPA). CV: <https://lattes.cnpq.br/9466047945372293>

⁴ Ciências Biológicas (UFPA). CV: <http://lattes.cnpq.br/0141143946543272>

⁵ Ciências Biológicas (UFPA). CV: <https://lattes.cnpq.br/7728991116489583>

⁶ Doutoranda em Ecologia (UFPA). CV: <http://lattes.cnpq.br/0037593300651422>

⁷ Doutorado em Ecologia e Evolução (UFG). Professor (UFPA). CV: <http://lattes.cnpq.br/5106382132269394>

com o uso de artrópodes, bactérias e/ou processos naturais, e a terceira utiliza produtos químicos adicionados em água para uma limpeza mais densa dos tecidos (Silva et al., 2017).

A primeira sugestão para usar esse tipo de técnica surgiu em 1876, mas o método caiu no esquecimento e só foi redescoberto no início dos anos 1920 (Hinton, 1945). Rodrigues et al (2015) concluem em seu trabalho que o uso de coleópteros *Dermestes maculatus* é considerado uma maneira muito eficaz para a preparação de coleções-osteológicas com objetivos didáticos e/ou científicos. Isso acontece porque as larvas desses animais conseguem entrar em locais que outros organismos e métodos não conseguem, por exemplo, na região craniana. Além dessa vantagem, a utilização desses insetos na preparação de ossos também evita odor desagradável, a limpeza é completa e permite que os exemplares ósseos sejam completamente recuperados, pois os dermestes acabam deixando todos os componentes ósseos limpos e bem visíveis (Rodrigues, 2015).

O ensino de Biologia pode se tornar mais fascinante quando se faz uso de coleção osteológica como modelo didático e pode ilustrar homologies (características que possuem a mesma origem embrionária) e analogias (diferentes espécies e estruturas biológicas semelhantes), exemplificando o fato da asa do morcego possuir a mesma função da asa de um pássaro, ainda que não tenham a mesma origem embrionária, enquanto a nadadeira de uma baleia e o braço humano possuem essa característica mas com funções distintas (Bittencourt dos Santos & El-hani, 2013; Ferreira, 2013; Santos; Téran & Silva-Forsberg, 2016).

Esse conteúdo, amplamente conhecido entre os acadêmicos de ciências biológicas e áreas afins, enfrenta certa resistência da população não acadêmica e acaba por ser pouco conhecida pela população em geral. Essa resistência, e mesmo o desconhecimento do assunto, não é um reflexo, em si, da má qualidade ou do despreparo dos professores, mas sim da falta de um material didático apropriado para a apresentação dessas evidências (Monteiro & Justi, 2000; Miranda et al., 2006; Domingui & Ortigara, 2010; Bastos & Faria, 2011).

A utilização de esqueletos limpos e montados é uma das formas de preencher as lacunas no âmbito do ensino de ciências e biologia nos ciclos básicos (Raymundo & Goldim, 2002; Guimarães; Echeverría & Moraes, 2006;). A utilização desse material seria então a forma mais

realística e de menor custo para se ter uma visão holística e interdisciplinar no ensino de ciências e de biologia nos ciclos básicos, integrando subáreas como zoologia, ecologia, fisiologia, comportamento, evolução e didática (Macedo, 2004; Ferreira, 2013; De Souza, 2013). Além de contribuir para integração entre a universidade e sociedade por meio de práticas de extensão.

A Coleção Osteológica começou como um projeto de extensão em 2018 pelo Laboratório de Estudos de Quirópteros da Universidade Federal do Pará – LABEQ/UFPA, com objetivo de utilizar uma osteoteca para difundir a ciência através do estudo de ossos. Assim, o objetivo desse trabalho foi o de descrever o processo de organização e utilização de coleção osteológica no ensino de Ciências e de Biologia.

DESENVOLVIMENTO

Desde o ano de 2018 a coleção osteológica vem sendo montada pelo Laboratório de Estudos de Quirópteros da Universidade Federal do Pará – LABEQ/UFPA. Atualmente esta coleção comporta 160 peças osteológicas, contendo: 67 crânios, 78 crânios com mandíbula, 2 mandíbulas, 7 esqueletos completos e 6 esqueletos parciais. Esses exemplares pertencem a diferentes classes e espécies e estão dispostos em cinco caixas organizadoras, dentre as quais, duas contêm subcaixas no seu interior.

Os espécimes numerados e tombados em planilha eletrônica mostram em cada aba um código numérico, o número da caixa em que estava depositado, nome científico, nome popular e se possuíam o esqueleto completo (todos os ossos do animal), parcial (esqueletos com alguma parte faltante) ou apenas o crânio. No Banco de dados nós temos, 84 Mamíferos, 14 peixes, 15 répteis e 46 aves presentes na coleção, classificados por ordem: 4 carnívora, 1 Perissodactyla, 2 Pilosa, 2 Artiodáctilos, 1 Testudines, 3 Rodentia, 3 Artiodactyla, 2 Squamata, 1 Primates, 1 Chiroptera, 1 Erinaceomorpha, 1 Psittaciformes, 1 Anseriformes, 1 Testudinata, Cingulata, 1 Cathartiformes.

Os diferentes vertebrados que compõem a coleção-osteológica, foram obtidos por meio de doações feitas pela comunidade, muitas delas por professores e alunos da própria instituição. Os espécimes chega-

ram ao laboratório de ecologia já mortos, a maior parte desses animais foram encontrados em vias públicas vítimas de atropelamento ou em fragmentos florestais da região.

Foi utilizado a técnica de maceração biológica com coleópteros da espécie *Dermestes maculatus*, que se alimentam de matéria animal (pele, carne, cabelo e chifre) e na natureza frequentemente ocorrem em carcaças, que eles descarnam perfeitamente. As técnicas de dissecação para a obtenção das peças osteológicas seguiram as indicações de Auricchio e Salomão (2002). A primeira etapa dentre os processos foi retirar todo couro e pele desses vertebrados utilizando material cirúrgico (tesoura e bisturi). A segunda etapa foi submeter o animal a um processo químico de desidratação com álcool 92° GL pelo tempo de 48 horas, posteriormente o material era exposto ao sol por quatro dias. Por último o material era submetido à maceração do resto dos tecidos por besouros necrófagos do gênero *Dermestes*.

Os dermestres foram depositados em caixas de plástico de cerca de 30 litros, com tampas contendo abertura coberta por uma tela de nylon para que houvesse passagem de ar. No fundo e no interior do recipiente foi colocada uma camada de algodão hidrófilo que serviu como substrato e como ninho para os besouros, pois esses animais costumam formar túneis no algodão para se abrigarem evitando maior incidência de luz e para se protegerem em períodos de incubação (Gomes & Oliveira, 2015).

Depois de passar pelo dermestário e antes de ir para as caixas da coleção, os espécimes eram submetidos aos processos de branqueamento com peróxido de hidrogênio. Como, em sua maioria, os animais doados para o laboratório foram encontrados atropelados, alguns estavam demasiadamente danificados e com o esqueleto incompleto. Assim, o que mais estava conservado nos animais eram seus crânios. Os crânios e esqueletos foram identificados e colocados em caixas organizadoras específicas da coleção e separados estrategicamente por tamanho, maximizando assim a utilização da caixa (Figura 1).

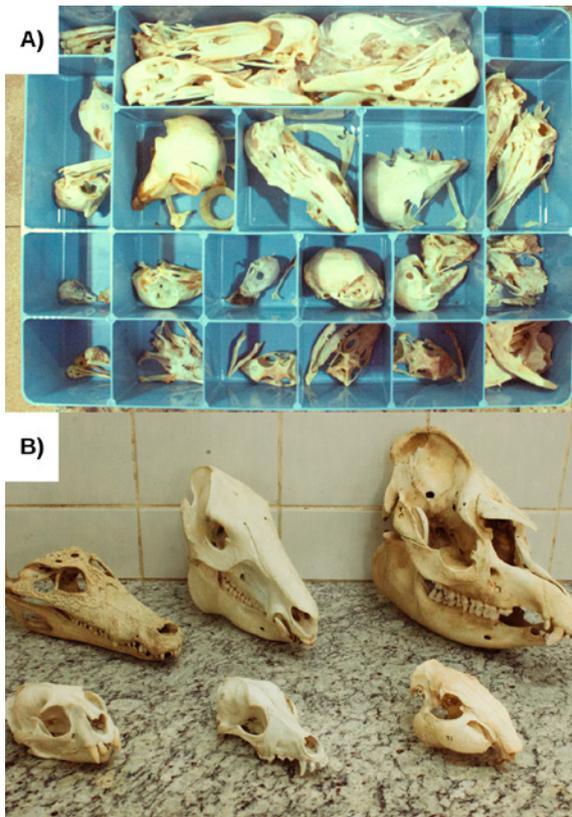


Figura 1: Amostra do material da osoteca. Na figura A mostra os ossos guardados nas caixas organizadoras. Na figura B é possível observar alguns crânios de mamíferos e répteis maiores.

Em 2022, o Laboratório de Estudos de Quirópteros da Universidade Federal do Pará – LABEQ/UFPA atuou em ações de divulgação científica nas escolas municipais EMEIF Getúlio Vargas, EMEF Sebastião de Oliveira e EMEIF Florêncio Filho, todas no município de Altamira no Pará. Os crânios da osteoteca chamaram bastante atenção durante a exposição, durante a exposição houve trocas de conhecimentos entre os alunos de educação infantil e ensino fundamental com alunos de graduação da Faculdade de Ciências Biológicas. Os alunos de graduação proporcionaram explicações sobre os diferentes tipos de crânios, diferenças anatômicas, tipos de alimentação que cada arcada dentária realizava e nomes científicos das espécies em questão.

Para as exposições, os modelos anatômicos eram organizados de acordo com a faixa etária do público envolvido. Para crianças do ensino fundamental, foram utilizados ossos maiores e mais resistentes, já que elas tendem a aprender principalmente de forma sensorial e motora, podendo tocar facilmente e sem danificar peças do mostruário. A utilização de modelos não formais, como os esqueletos, podem ser muito efetivas na construção do conhecimento e na interação entre professor e aluno (Kubo & Botomé, 2001; Lima, 2017; Mitre et al., 2008; Santos, 2005; Vasconcelos; Praia & Almeida, 2003).

Para públicos juvenis e adultos foram usados crânios de diversos tamanhos, classes e espécies, desde os mais delicados, como o crânio de um passarinho, até os mais resistentes, como o crânio de uma onça. A utilização em aulas do ensino médio, podem facilitar o aprendizado em relação a ecologia, evolução e áreas correlacionadas. A prática de manusear e observar as diferenças estruturas, sustentará o aprendizado da aula expositiva (Jansen et al., 2013; Mizukami, 1986; Santos, 2005).

CONSIDERAÇÕES

Todos os espécimes da coleção correspondem a animais obtidos na região amazônica, parte deles são animais domésticos e parte animais silvestres. Alguns animais são espécimes de topo de cadeia e com grande relevância ecológica como a onça pintada (*Panthera onca*), a Anta (*Tapirus terrestris*) que é o maior mamífero da Amazônia e em determinadas regiões se encontra em risco de extinção devido o abate. Essas espécies não são comuns de serem vistas em áreas urbanas e assim, a população pode conhecer um pouco mais sobre as espécies e suas diferenças.

Independentemente do público, a osteoteca é um recurso que possibilita um leque de estratégias metodológicas e potencializa o ensino que, de acordo com Alencar e Pereira (2015), possui grande importância se tratando de modelo didático para o ensino de Ciências e de Biologia, seja no âmbito da educação ambiental, seja no âmbito mais específico da taxonomia porque facilita comparações anatômicas. Neste último caso, é possível citar as analogias entre os ossos de diferentes grupos, como o caso da cintura escapular (nossos ombros) e da cintura pélvica (a nossa cintura propriamente dita) com as nadadeiras peitorais e pélvicas dos peixes (Ferreira, 2013).

A educação em ciências tem sido cada vez mais ampliada como prática social nos espaços não formais de educação, o que auxilia a compreensão do conhecimento científico por meio de experiências fora da escola (Marandino, 2003). Uma osteoteca pode ser utilizada como um instrumento de educação ambiental, além de ser um dispositivo eficaz de divulgação da ciência fora e dentro das instituições de ensino, caracterizando-se como um modelo didático que facilita essa comunicação entre ciência e sociedade (Macedo, 2004; Bittencourt-dos-Santos; El-Hani, 2013; Ferreira, 2013; Souza & Dourado, 2015).

Coleções dessa natureza podem ser uma estratégia importante de fomento à educação científica porque proporcionam maior interesse das pessoas envolvidas. De acordo com Dall'olio (2002), as técnicas osteológicas são de suma importância para o estudo de espécies animais diferentes e da variedade da biodiversidade de famílias existentes. De acordo com Paulo Freire (1996), ensinar inexistente sem aprender e vice-versa, posto isso, essas trocas de conhecimento e as interações entre expositores e visitantes possuem grande relevância pedagógica. A utilização desse tipo de coleção contribui para repensar também as metodologias e a didática do ensino de Ciências e de Biologia, quando a osteoteca é utilizada com o público infanto-juvenil, aproxima os alunos de graduação em Biologia do público com o qual irão trabalhar ao se tornarem professores.

As experiências obtidas com as interações entre universidades federais e escolas municipais em eventos de divulgação científica e eventos fora do meio acadêmico promovem grande troca de saberes que agregam conhecimento e representam também uma maneira não formal de educação ambiental. Cada uma dessas interações é única, cada pessoa recebe as explicações sobre os animais de forma diferente, algumas desconheciam completamente o que era exposto e essas diferentes vivências oportunizaram o acesso a assuntos que não foram abordados em aulas convencionais, construindo, assim, uma relação singular com a osteoteca.

Em Altamira, ainda não existem outras propostas de osteoteca, tornando essa iniciativa importante para a comunidade acadêmica, para a educação básica e para o público mais amplo, pois proporciona conhecimentos acerca da anatomia com aulas dinâmicas. Além disso, a

organização da coleção é parte do processo e não um fim em si mesmo, pois, a partir desse passo, tem-se em mãos um material de forte potencial didático-pedagógico a ser explorado de diferentes formas e em diferentes ocasiões. Nessa perspectiva, ainda é possível desenvolver muitas outras atividades didáticas, abrindo-se assim caminhos para novos usos da osteoteca.

REFERÊNCIAS

- AIMI, V. et al. A aplicação da osteotécnica na preparação de um esqueleto do espécime Giraffa Camelopardalis para museologia e exposição. Anais da Semana de Biologia da UFES de Vitória, v. 3, p. 18-18, 2022. Disponível em: <<https://periodicos.ufes.br/sebivix/article/view/37512>>. Acesso em: 20 abr. 2023.
- ALENCAR, W. T.; PEREIRA, L. A. Coleção osteológica como recurso didático em aulas práticas no curso de ciências biológicas da uema, são luís - ma. Pesquisa em Foco, São Luís, v. 20, n. 2, p.36-46, 2015. Disponível em: <https://ppg.revistas.uema.br/index.php/PESQUISA_EM_FOCO/article/view/1011>. Acesso em: 20 abr. 2021.
- AURICCHIO, P.; SALOMÃO, M. G. Técnicas de coleta e preparação de vertebrados para fins científicos e didáticos. Instituto Pau Brasil. São Paulo: PARM, 2002. 350p.
- BASTOS, K.; FARIAS, J. C. Aplicação de modelos didáticos para abordagem da célula animal e vegetal, um estudo de caso. Enciclopédia biosfera, [S. l.], v. 7, n. 13, 2011. Disponível em: <https://conhecer.org.br/ojs/index.php/biosfera/article/view/4037>. Acesso em: 17 set. 2022.
- BITTENCOURT-DOS-SANTOS, W.; EL-HANI, C. N. A abordagem do pluralismo de processos e da evo-devo em livros didáticos de biologia evolutiva e zoologia de vertebrados. Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte), v. 15, n. 3, p. 199–216, set. 2013.
- DA SILVEIRA, M. J.; DE OLIVEIRA, E. F. A importância das coleções osteológicas para o para o estudo da biodiversidade. SABIOS-Revista de Saúde e Biologia, v. 3, n. 1, 2008.
- DALL'OLIO, A. J. Técnicas de Taxidermia e Osteotécnica. São Paulo, SP, LEGNAR Informática & Editora Ltda, 2002.
- DE SOUZA, E. S. R. A formação de modelos mentais na sala de aula. Revista Exitus, v. 3, n. 1, p. 169-184, 2013.
- DOMINGUINI, L.; ORTIGARA, V. Análise de conteúdo como metodologia para seleção de livros didáticos de química. Encontro Nacional de Ensino de Química, v. 15, 2010.
- FERREIRA, G. O. D. Analogias presentes nos livros didáticos de Ciências do nono ano: enfoque dos conceitos químicos. 2013.

- FREIRE, P. *Pedagogia da Autonomia: saberes necessários à prática educativa*. São Paulo: Paz e Terra. 1996.
- GUIMARÃES, G. M. A.; ECHEVERRÍA, A. R.; MORAES, I. J. Modelos didáticos no discurso de professores de ciências. *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 11, n. 3, p. 303-322, 2006.
- JANSEN, B. R. J. et al. The influence of experiencing success in math on math anxiety, perceived math competence, and math performance. *Learning and individual differences*, v. 24, p. 190-197, 2013.
- HINTON, H. A. et al. *A Monograph of the beetles associated with stored products. Volume 1. A monograph of the beetles associated with stored products. Volume 1.*, 1945.
- GOMES, L. B.; OLIVEIRA, A. C. M. Montagem e manutenção de colônias de besouros do gênero *Dermestes* (Coleoptera, Dermestidae) Linnaeus, 1758 para preparação de esqueletos usados em coleções biológicas. *Bol. Soc. Bras. Mastozool*, v. 73, p. 37-41, 2015.
- KUBO, O. M.; BOTOMÉ, S. P. Ensino-aprendizagem: uma interação entre dois processos comportamentais. *Interação em Psicologia*, v. 5, n. 1, 2001. Disponível em: <<https://doi.org/10.5380/psi.v5i1.3321>>. Acesso em: 20 abr. 2023.
- LIMA, V. V. Espiral construtivista: uma metodologia ativa de ensino-aprendizagem. *Interface - Comunicação, Saúde, Educação*, v. 21, n. 61, p. 421-434, abr. 2017.
- MACEDO, E. A imagem da ciência: folheando um livro didático. *Educação & Sociedade*, v. 25, n. 86, p. 103-129, abr. 2004.
- MARANDINO, M. et al. A educação não formal e a divulgação científica: o que pensa quem faz. 2003, Anais. Bauru, SP: ENPEC/ABRAPEC, 2003. Acesso em: 11 set. 2023.
- MIRANDA, C. L.; PEREIRA, C. S.; MATIELO, J. R.; REZENDE, D. B. Modelos Didáticos e cinética química: Considerações sobre o que se observou nos livros didáticos de química indicados pelo PNLEM. *Revista Química Nova na Escola*. Online. Vol. 37, nº 3, p. 197-203, 2006. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc37_3/07-EA-08-14.pdf>. Acesso em: 28 dez. 2022.
- MITRE, S. M. et al. Metodologias ativas de ensino-aprendizagem na formação profissional em saúde: debates atuais. *Ciência & Saúde Coletiva*, v. 13, p. 2133-2144, dez. 2008.
- MIZUKAMI, M. G. N. et al. *Ensino: as abordagens do processo*. 1986.
- MONTEIRO, I. G.; JUSTI, R. S. Analogias em livros didáticos de Química brasileiros destinados ao ensino médio. *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 5, n. 2, p. 48-79, 2000.
- RANKRAPE, F.; BAUNGRATZ, A. R.; HAAS, J. Osteotécnica: ferramenta de ensino e auxílio na conscientização ambiental. *Arquivos do Mudi*, v. 24, n. 2, p. 1-6, 2020.
- RAYMUNDO, M. M.; GOLDIM, J. R. Ética da pesquisa em modelos animais. *revista Bioética*, v. 10, n. 1, 2002.

RODRIGUES, A. B. F.; LIMA, A. C. Q.; NOGUEIRA, C. H. de O.; BOGOSSIAN, P. M.; ROCHA, V. N. Utilização de coleópteros na preparação de material osteológico. Pubvet, [S. l.], v. 6, n. 03, 2015. DOI: 10.22256/pubvet.v16n3.1281. Disponível em: <https://ojs.pubvet.com.br/index.php/revista/article/view/2114>. Acesso em: 30 out. 2023.

SANTOS, R. V. dos. Abordagens do Processo de Ensino e Aprendizagem. JAN/FEV/MAI. Integração. Ano XI, no 40. p.19-31, 2005.

SANTOS, S. C. S.; TERÁN, A. F.; SILVA-FORSBERG, M. C. ANALOGIAS EM LIVROS DIDÁTICOS DE BIOLOGIA NO ENSINO DE ZOOLOGIA. Investigações em Ensino de Ciências, [S. l.], v. 15, n. 3, p. 591–603, 2016. Disponível em: <https://www.seer.ufrgs.br/renote/article/view/14405>. Acesso em: 18 set. 2023.

SILVA, A. F. et al. Confecção de esqueleto de coelho para uso didático. in fepeg 2017. Montes Claros, MG. Anais (on-line). Montes Claros: Unimontes, 2017. Disponível em <<http://www.fepeg2017.unimontes.br/anais/ver/1575>>. Acesso em: 18 ago. 2023.

SOUZA, S. C.; DOURADO, L. G. P. Aprendizagem baseada em problemas (ABP): um método de aprendizagem inovador para o ensino educativo. 2015.

VASCONCELOS, C.; PRAIA, J. F.; ALMEIDA, L. S. Teorias de aprendizagem e o ensino/aprendizagem das ciências: da instrução à aprendizagem. Psicologia escolar e educacional, v. 7, p. 11-19, 2003. (Impresso).

USO DE ÓLEOS ESSENCIAIS COMO ADITIVO ADSORVENTE NA NUTRIÇÃO ANIMAL

Marcela Machado¹

Emily Vidor²

Cassia Regina Nespolo³

Denise Nunes Araujo⁴

Lenita Moura Stefani⁵

INTRODUÇÃO

A nutrição animal engloba a combinação de alimentos concentrados e forragens, e em alguns casos utilização de co-produtos, com o intuito de atender as exigências nutricionais em seu devido estágio fisiológico, seja de manutenção, saúde, bem-estar, reprodução e produção.

Em relação aos concentrados, suas formulações usualmente apresentam um *mix* de cereais tais como milho, farelo de soja, farelo de trigo, cevada, aveia grão, dentre outros, sendo estes plantados e destinados à nutrição animal em uma escala que nos países desenvolvidos gera em todos de 70% da colheita do cereal. Frente a isto, a demanda global por culturas agrícolas comporta-se crescentemente ano a ano, sendo esperado um crescimento de 84% entre 2000 e 2050, o que impacta na maior produção agropecuária por área e, conseqüentemente, maior eficiência (PEREIRA *et al.*, 2019).

Entretanto, alterações climáticas, plantios frequentes, disseminação de pragas, condições inadequadas da colheita e armazenamento propiciam o aparecimento de fungos, bem como o aumento na incidência de micotoxinas nestes alimentos. Segundo a Organização para Alimentação e Agricultura das Nações Unidas (FAO), 25% dos suprimentos de grão no mundo estão contaminados por alguma variedade de micotoxina.

¹ Doutoranda em Zootecnia (UDESC). Médica Veterinária. CV: <http://lattes.cnpq.br/8752192916839132>

² Graduanda em Zootecnia (UDESC). CV: <http://lattes.cnpq.br/3137530016464151>

³ Doutorado em Microbiologia Agrícola e do Ambiente (UFRGS). Professora Adjunta (UNIPAMPA). Farmacêutica. CV: <http://lattes.cnpq.br/9101858681342985>

⁴ Doutorado em Zootecnia (UEM). Professora (UDESC). Zootecnista. CV: <http://lattes.cnpq.br/9315865190601138>

⁵ Doutorado em PhD in Veterinary Medicine (UMD, Estados Unidos). Professora Associada (UDESC). Médica Veterinária. Bolsista de Produtividade em Pesquisa do CNPq - Nível 1D. CV: <http://lattes.cnpq.br/5781273454585222>

As tecnologias naturais voltadas para a inibição fúngica e manifestação do potencial toxigênico, englobam compostos fenólicos, proteínas, óleos essenciais, parede de levedura, membrana celular, entre outros. Porém, sua utilização não visa apenas a inibição, mas a melhoria da saúde animal, visto que os compostos fenólicos, alcalóides, terpenos e proteínas também podem auxiliar na atividade funcional do organismo (SCAGLIONI E FURLONG, 2020).

Na saúde humana, os óleos essenciais tem demonstrado efeitos positivos na sua utilização, incluindo contra doenças cardiovasculares, tumores, processos inflamatórios e, em geral, doenças com liberação de radicais livres, já que estes conseguem inibir a peroxidação de lipídeos de membrana, metais de quelato e estimular atividades de enzimas antioxidantes, capacidade esta, que auxilia contra os efeitos metabólitos que as micotoxinas podem causar aos organismos (CLAUSAMIGA *et al.*, 2007).

Na nutrição animal com foco em ruminantes, principalmente confinados, os principais benefícios são as melhorias de desempenho e a redução das doenças metabólicas que podem ser ocasionadas pela alta inclusão de concentrado nas dietas, tais como acidoses láticas, laminites, paraqueratoses e os abscessos hepáticos (MENEZES *et al.*, 2022).

Neste sentido o presente capítulo tem como intuito abordar o desenvolvimento de bezerros, a importância das micotoxinas na alimentação e a utilização de óleos essenciais como um aditivo adsorvente de micotoxina.

CRIAÇÃO DE BEZERROS LEITEIROS

É notório que a cadeia produtiva do leite no Brasil, entre os diversos segmentos agropecuários existentes, possui um papel significativo no agronegócio brasileiro. Além de gerar uma gama de empregos e ao mesmo tempo fixar o homem no campo, seu crescimento contribui consideravelmente no produto interno bruto (PIB) do país, e estima-se que a cada real de aumento no sistema agroindustrial do leite há um aumento correspondente de cinco reais no PIB (FISCHER *et al.*, 2011).

Embora a produção e o consumo tenham crescido praticamente juntos ao longo dos últimos anos, o leite que é produzido ainda é destinado na sua grande parte, à produção de derivados. Logo, é necessário o

aumento da produtividade para garantir o aumento da demanda devido ao consumo *in natura* e do crescimento tecnológico do setor industrial. Podemos incluir como meio de aumentar a produtividade: melhoria nos maquinários, na genética, desenvolvimento de novos aditivos e principalmente novos conceitos ligados a nutrição animal priorizando a vida útil dos animais e produção, tecnologia estas que refletem na melhora da atividade leiteira (ASSIS *et al.*, 2016).

A criação de gado jovem é considerada como uma das principais atividades dentro da propriedade leiteira, uma vez que a genética depende da renovação do plantel com descarte de vacas velhas ou com problemas reprodutivo por animais mais jovens e de potencial produtivo mais elevado, sendo a fase inicial de suma importância para uma reposição adequada dos animais.

É necessário que o produtor trabalhe anualmente com uma taxa de descarte de 20 a 30% dos animais em lactação já que este manejo assegura a manutenção e estabilidade do rebanho. Porém, muitas vezes este número é de difícil alcance durante o manejo reprodutivo, prejudicando economicamente a propriedade. Dentre os fatores que podem comprometer essa taxa, está a criação das bezerras e os cuidados para que este animal chegue a puberdade com índices de desempenho que favoreçam a prenhez (MOURA, 2016).

A primeira semana da bezerra é a fase mais crítica, já que em torno de 50% dos animais morrem até um ano e fatores como adequado manejo após o parto, boa colostragem, boa dieta líquida e balanceada, refletem no desempenho e principalmente na imunidade. O período de transformação do aparelho digestivo da bezerra ocorre do quarto dia de vida até o desmame, e é nesta fase o segundo período mais crítico. Estas mudanças rápidas no sistema digestório, devido a passagem de uma dieta líquida para uma dieta sólida, adequam mais o rúmen para sua devida função. O abomaso por sua vez ocupa em torno de 50% do volume do complexo gástrico, e nos primeiros 60 dias de vida é quando o rúmen apresenta o maior desenvolvimento, caracterizando esta como uma fase importante de transição com grandes mudanças anatômicas, fisiológicas e metabólicas que persistem até o terceiro ou quarto mês de vida, e que podem ser aceleradas de acordo com a dieta dos animais (SANTOS *et al.*, 2002).

Após o segundo período crítico, o animal prepara-se para o desmame, sendo então condicionado a dieta estritamente sólida, composta por concentrado e forragem. A utilização de concentrado na dieta sólida proporciona o desenvolvimento das papilas ruminais permitindo que o animal melhore a capacidade digestiva para este tipo de alimento, sendo de suma importância o balanceamento adequado da dieta, tanto para suprir o desenvolvimento do bezerro, como as exigências que atendam a capacidade digestiva (PEREIRA & MADELLA-OLIVEIRA, 2020).

Animais mais jovens requerem energia para manutenção e principalmente para o crescimento, e por isso é necessário a utilização de ração compostas por cereais como o milho, farelo de soja, farelo de trigo e cevada. No entanto, a condição destas matérias primas impacta diretamente o desempenho animal, além de interferir na saúde ruminal e no sistema imunológico do bezerro. Diante disso, é primordial trabalhar com matérias primas livres de micotoxinas, evitando um maior desafio ao sistema imunológico que possa comprometer o desempenho zootécnico (VEDOVATTO, 2020).

MICOTOXINAS

As micotoxinas são metabólitos secundários provenientes dos fungos e podem causar problemas de saúde no homem e nos animais. Os fungos produtores de micotoxinas são conhecidos como micotoxigênicos, sendo alguns capazes de produzir mais de uma micotoxina, assim como uma micotoxina pode ser produzida por mais de uma espécie de fungo. Estas são conhecidas como metabólitos diversificados quimicamente, no entanto sua estrutura molecular é simples contendo carbono, hidrogênio, oxigênio e com uma menor frequência nitrogênio. Podem ser encontradas nos esporos (conídios) ou micélio (hifas) dos fungos produtores, porém também podem ser liberadas nos substratos, ou seja, diretamente nos cereais, rações, fenos, silagens e pastagens (DONAT, 2018).

Estes metabólitos são produzidos através de várias reações consecutivas que são catalisadas por enzimas e, sugere-se que a formação destes compostos ocorre através do acúmulo de metabólitos primários

que ativam a elaboração de metabólitos secundários, mantendo os primários em atividade (OKUMA *et al.*, 2018). Quando estes metabólitos estão presentes em alimentos podem ser patogênicos e causar danos à saúde humana devido as suas propriedades tóxicas.

As micotoxinas são classificadas como hepatotoxinas, nefrotoxinas, neurotoxinas e imunotoxinas de acordo com os órgãos que afetam, dependendo da maneira que afetam as células e também podem ser classificadas como teratogênicas, mutagênicas, cancerígenas e alergênicas. Contudo, o produto das micotoxinas depende da composição dos alimentos, tipo de fungo e as condições ambientais, tais como umidade, temperatura e pH.

A contaminação por micotoxinas consiste em uma das ameaças mais graves à fabricação de alimentos e a produção animal, sendo que a detecção destas iniciou no setor acadêmico no ano de 1961, quando ocorreu a mortalidade em grande quantidade de perus na Inglaterra por aflatoxina. Nas décadas seguintes mais micotoxinas foram descobertas assim como seus graus de toxicidade (PENG *et al.*, 2018). Os principais fungos micotoxigênicos são os gêneros *Aspergillus* spp., *Penicillium* spp. e *Fusarium* spp, e as principais micotoxinas de interesse para a saúde humana são aflatoxinas, tricotecenos, ocratoxina A, fumonisinas e zearalenona (ARRUDA & BARRETA, 2019).

A aflatoxina que provém principalmente dos fungos *Aspergillus flavus* e *Aspergillus parasiticus*, possui em torno de 15 compostos que são conhecidos mundialmente, sendo entre estes os principais B1, B2, G1 e G2, cuja classificação B ou G está relacionada a fluorescência das moléculas quando condicionadas a raio ultravioleta (B=Blue; G=Green). Este fungo tem sua taxa de crescimento em temperatura em torno de 37°C, sendo que sua produção ocorre entre 25 e 30°C, e podem estar presentes em grãos de cereais, amendoim, milho, soja, e ainda com maior riscos no período de estocagem. As aflatoxinas possuem efeito hepatotóxico, carcinogênico e podem afetar o homem, aves, suíno, bovinos e cães (BISCOTO *et al.*, 2022).

Já as fumonisinas são produzidas pelo fungo de gênero *Fusarium* e em bovinos são pouco degradadas no rúmen, porém, quando o animal é acometido tem queda no consumo e efeito prejudicial nos rins e fígado.

A fumonisina B1 é a mais importante desta categoria e está fortemente ligada a produção e processamento do milho, tendo desenvolvimento ideal entre 25 e 35°C (OLIVER *et al.*, 2020).

A toxina T-2 e HT-2 são micotoxinas que podem ser sintetizadas pelos fungos *Fusarium*, tendo como requisito temperatura entre 22 a 27,5 °C. Dentre este grupo de micotoxinas, destaca-se a T-2, que no período da Segunda Guerra mundial causou grandes complicações em milhares de humanos e animais, sendo responsável por síndromes hemorrágicas, lesões bucais e efeitos neurotóxicos, até óbito (DIAS, 2018).

A toxicidade dos tricotecenos pode produzir vários distúrbios gastrointestinais nos animais, como vômito, diarreia e inflamação, e dentre outros efeitos tóxicos, está a irritação dérmica, aborto, sequelas hematológicas (anemia e leucopenia) e também inapetência. Alguns estudos demonstraram que estas micotoxinas podem afetar a síntese de proteína (iniciação, alongamento e término). Com relação a toxina T-2, por ser uma molécula anfipática, pode se incorporar aos lipídeos ou porções de proteína da membrana plasmática interferindo em sua função, e também podem afetar o sistema imunológico (BAERE, *et al.*, 2011).

A toxina T-2 é predominantemente encontrada em cereais como trigo, milho, cevada, soja, aveia, feno, silagem e palhada, e possui sua melhor capacidade de desenvolvimento em regiões com condições tropicais, com altas temperaturas e níveis de umidade, além de ser caracterizada com maior poder de toxicidade entre os tricotecenos (JANIK *et al.*, 2021). A nível celular, a T-2 pode ocasionar inibição da síntese proteica sendo esse efeito inibidor mais visível em células que se proliferam ativamente (trato gastrointestinal, pele, tireoide, medula óssea e células eritróides), podendo também ocasionar estresse oxidativo associado a efeitos prejudiciais, como peroxidação lipídica elevada, danos no DNA nuclear e mitocondrial, distúrbios na sinalização celular e vias inflamatórias, afetando o ciclo celular e sendo capaz de induzir apoptose (JANIK, 2021).

O principal metabólito da toxina T-2 no corpo animal é a toxina HT-2 e tanto *in vivo* como *in vitro*, a desacetilação da toxina T-2 resulta na toxina HT-2, cuja toxicidade é semelhante a toxina T-2. Estudos relataram que a toxina T-2 é rapidamente metabolizada a toxina HT-2 e que a toxicidade da toxina T-2 pode ser atribuída uma parte a presença da HT-2 (YANG *et al.*, 2013).

Os fungos podem estar presentes ainda na lavoura e seu mecanismo consiste em invadir e produzir micotoxinas nas plantas ainda na fase de crescimento, antecedendo a colheita, ou ainda no pós-colheita, durante o transporte e armazenamento podendo acarretar perdas econômicas significativas, sendo as safras mais susceptíveis a contaminações com micotoxinas as de cereais, como milho, trigo, cevada e centeio, cereais estes que fazem parte da composição de dietas em nutrição animal (DONAT *et al.*, 2018; TADEI, 2020).

Diferentes estratégias vêm sendo adotadas para prevenir a presença de micotoxinas no campo e também minimizar os efeitos nos animais de produção, no entanto, no percorrer da cadeia alimentar controlar estes efeitos é um grande desafio para a indústria (DI GREGORIO *et al.*, 2014).

Práticas químicas e físicas de desintoxicação de cereais contaminados com micotoxinas, ainda são restritas devido a critérios ligados a segurança alimentar, composição nutricional do alimento, eficácia e elevado custo. Algumas práticas tais como o uso de aditivos anti-micotoxinas diretamente na dieta dos animais, consistem em uma aplicação mais usual e acessível aos produtores, visando também minimizar os efeitos decorrente destes metabólitos, porém o mercado da nutrição animal busca cada vez mais aditivos que sejam de origem natural e que atuem no animal com o máximo de eficácia.

ÓLEOS ESSENCIAIS

A utilização de extratos vegetais no controle de micotoxinas em rações e alimentos tem sido uma alternativa promissora e segura em contrapartida aos métodos convencionais.

Os óleos essenciais são compostos secundários que estão presentes nas plantas usadas para conferir sabor e efeito pungente nos alimentos como condimento ou especiarias. Óleos essenciais são voláteis, odoríferos e imiscíveis, naturalmente atuam em funções específicas da planta que estão relacionada aos mecanismos de defesa contra microrganismos, insetos animais e proteção contra raios ultravioletas (REIS *et al.*, 2020). Estes óleos podem ser extraídos de flores, botões, folhas, ramos, cascas, sementes, frutos, raízes e rizomas, de vários tipos de plantas, dentre elas:

Origanum vulgare (orégano), *Eugenia caryophyllata* (cravo), *Thymus vulgaris* (tomilho), *Ocimum basilicum* (manjeriço), *Rosmarinus officinalis* (alecrim), sendo que a combinação destes óleos pode potencializar suas ações em um sistema de sinergismo criando um sistema de apoio e inibição maior do que se estivessem atuando sozinhos (TARCITANO & MESQUITA, 2017; SANTOS *et al.*, 2017).

As diferentes classes de princípios ativos benéficos destas substâncias incluem a atividade antimicrobiana, antioxidante, antiviral, anti-inflamatória, antifúngica, antisséptica, analgésica, expectorante, inseticida, calmante, digestiva e mucolítica (NOLETO *et al.*, 2017). A ação antimicrobiana se deve principalmente em função do caráter lipofílico destas substâncias, o qual gera uma alteração na permeabilidade da membrana celular das bactérias (VIEITIS *et al.*, 2020).

Compostos aromáticos voláteis como, carvacrol, timol, eugenol, terpineno, linalol e carvona, possuem a capacidade de interagir com diferentes moléculas alvo e nas funções de células bacterianas, inibindo mecanismos antibacterianos como inibição da síntese de ácido nucléico, distúrbios nas propriedades da membrana citoplasmática e também no metabolismo energético, beneficiando o sistema imunológico e digestivo dos animais, e refletindo na melhoria dos índices de desempenho (POMBO *et al.*, 2018). Espécies vegetais contendo timol (orégano e tomilho) e carvacrol (orégano), apresentam alto potencial antioxidante, pois possuem em suas composições terpenos fenólicos. Em específico o óleo essencial de alecrim possui atividade antimicrobiana mais alta dos demais óleos essenciais contendo vários compostos fenólicos que foram isolados a partir do mesmo (carnosol, rosmanol, rosmaridifenol e rosmarquinona), além de ter alta atividade antioxidante sobre as carnes de maneira geral (CAIXETA, 2021).

O óleo de orégano possui uma ação antioxidante rica em flavonoides, tocoferóis e derivados de ácidos fenólicos, além do que é rico em timol e carvacrol, sendo estes responsáveis pelo efeito antioxidante. A eficácia destes componentes está diretamente ligada a concentração dos mesmos como também de fatores genéticos e condição de ambiente que podem afetar os benefícios máximos do óleo (CAMPOLINA, 2022).

Assim como o orégano, o óleo essencial de tomilho também possui carvacrol e timol e, conseqüentemente, um poder antioxidante

como também antifúngico. Além destes componentes, o tomilho também possui hidrocarbonetos, álcoois, ésteres, aldeídos e fenóis, que são terpenos, taninos, flavonoides e saponinas (PICOLLOTO *et al.*, 2022).

Em estudos realizado com extrato de orégano e extratos aquosos e etanólicos de tomilho, observou-se a redução das concentrações de aflatoxina B1, desoxinivalenol, zearalenona e toxina T-2 em amostras de silagem, refletindo em uma melhor qualidade da dieta (VAICULIENE *et al.*, 2020).

O óleo essencial de alecrim é utilizado mundialmente como condimento de alimentos, além de ser indicado na indústria farmacêutica. Sua composição possui hidrocarbonetos monoterpênicos, ésteres terpênicos, linalol, verbinol, terpineol, 3- octanona e acetato de isobornila, dentre outros (LEE *et al.*, 2020). Além de possuir uma capacidade antimicrobiana, o óleo essencial de alecrim pode conter bioativos como carnosol, ácido carsônico e triterpenos com alta capacidade de conservação, agindo como antioxidantes naturais (TIUZZI & FURLAN, 2016).

Outros óleos como limão, toranja, eucalipto e palmarosa possuem efeito para desintoxicação com zearalenona. Além disso, palmarosa e limão com uso associado, atuaram no controle de desoxinivalenol *in vitro*, assim como o óleo essencial de gengibre obteve eficácia na desintoxicação e controle contra a Fumosina FB1, principalmente em derivados do milho. É válido lembrar que o uso de extratos vegetais, como no caso dos óleos essenciais, devem levar em consideração a forma de cultivo da planta, do método de extração, e também requer estudos que identifiquem dosagens ideais (FONSECA, 2024).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A possível administração de óleo essencial como adsorventes de micotoxina é um vasto campo a ser estudado. A nutrição animal a cada dia que passa tem buscado aditivos que visem processos mais naturais, principalmente para animais jovens dentro da propriedade. Animais que estejam em desenvolvimento e posteriormente expressando seu potencial produtivo. Frente a isto, é importante considerar a utilização de óleos essenciais que podem não só atuar como adsorventes mas,

também como antimicrobianos e antioxidantes, impactando diretamente o sistema imune destes animais, e refletindo em melhores ganhos produtivos durante sua vida útil.

REFERÊNCIAS

ARRUDA, A. D.; BERETTA, A. L. R. Z. Micotoxinas e seus efeitos à saúde humana: revisão de literatura. *Revista Brasileira de Análises Clínicas*, 2019.

ASSIS, J., *et al.* Cadeia Produtiva do Leite no Brasil No Contexto do Comércio Internacional. *Rev. Ciência de Empresas*, UNIPAR, Umuarama, v. 17, n. 1, p. 63-93, 2016.

BAERE, S., *et al.* Quantitative Determination of T2 toxin, HT-2 toxin, Deoxynivalenol and Deoxy- deoxynivalenol in Animal Body Fluids Using LC-MS/MS Detection. *Journal Chromatography B*, v. 879, p. 2403-2415, 2011.

BISCOTO, G.L., *et al.* Mycotoxins in Cattle Feed and Feed Ingredients in Brazil: A Five-Year Survey. *Toxins* 2022, 14,552.

CAIXETA, L. F. S. Avaliação do Uso de Aditivos Aliados ao Manejo Alimentar no Desenvolvimento do Trato Digestivo de Bezerros. Tese (Doutorado em Ciências Fisiológicas) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2021.

CAMPOLINA J. P., *et al.* Effects of a Mixture of Essential Oils in Milk Replacer on Performance, Rumen Fermentation, Blood Parameters and Health Scores of Dairy Heifers. *Plos One* v.16(3): e0231068, 2021.

DIAS, A. S. Micotoxinas em Produtos de Origem Animal. *Revista Científica de Medicina Veterinária*, ISSN 1679-7353, Ano X, n. 30, Periódico Semestral, janeiro de 2018.

DI GREGORIO, M. C., *et al.* Mineral Adsorbents for Prevention of Mycotoxins in Animal Feeds v. 33, p. 125-35, 2014.

DONAT, P. V., *et al.* A Review of the Mycotoxin Adsorbing Agents, with an Emphasis on Their Multi-Binding Capacity, For Animal Feed Decontamination. *Journal Food and Chemical Toxicology*, v. 118, 2018.

FISCHER, A., *et al.* Produção e Produtividade de Leite do Oeste Catarinense. *RACE*, Unoesc, v. 10, n. 2, p. 337-362, jul./dez. 2011.

FONSECA, L. M. Avaliação da eficácia de diferentes adsorventes para redução de efeitos tóxicos combinados de micotoxinas na alimentação de vacas leiteiras. Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. Dissertação de Mestrado, Piracicaba, 2024.

JANIK, E., *et al.* T-2 Toxin - The Most Toxic Trichothecene Mycotoxin: Metabolism, Toxicity, and Decontamination Strategies. *Molecules*, 2021.

LEE, L. T.; GARCIA, S. A.; MARTINAZZO, A. P.; TEODORO, C. E. de S. Fungitoxity and chemical composition of rosemary essential oil (*Rosmarinus officinalis*) on *Aspergillus flavus*. Research, Society and Development, [S. l.], v. 9, n. 8, p. e202985628, 2020.

MENEZES, G.L., *et al.* Effect of the use of essential oils on the performance of confined beef cattle PubVet, v.16, n.01, a1003, p.1-7, Jan., 2022

MOURA, I. C. F. Utilização do Desmame Precoce ou Amamentação Controlada no Rebanho de Cria em Gado de Corte. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Zootecnia) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Dois Vizinhos, PR, 2016.

NOLETO, R. A., *et al.* Suplementação de Óleo de Copaíba ou Sucupira na Ração de Frangos de Corte. Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal, p. 83- 92, 2018.

OKUMA, T. A., *et al.* Use of Enzyme-Linked Immunosorbent Assay to Screen for Aflatoxins, Ochratoxin A, And Deoxynivalenol in Dry Pet Foods. Mycotoxin Research, v.34, n.1, p.69-75, 2018.

OLIVER, M. E. C., *et al.* Micotoxinas e micotoxicoses na suinocultura: revisão de literatura. Nutritime, vol 17, n° 02, mar/abr de 2020. ISSN 1983-9006.

PENG W. X., *et al.* Strategies to prevent and reduce mycotoxins for compound feed manufacturing. Anim. Feed Sci. Technol., v. 237, p 129-53, 2018.

PEREIRA, C. S., *et al.* Prevalent Mycotoxins in Animal Feed: Occurrence and Analytical Methods. Toxins, 2019.

PEREIRA, L. C. A.; MADELLA-OLIVEIRA, A. F. Bem-estar de bezerras durante o aleitamento e a desmama em diferentes sistemas de criação: Revisão. Pubvet Medicina veterinária e zootecnia, v.14, n.8, a628, p.1-11, 2020.

PICCOLLOTO, A. M., *et al.* Thermal Stability and Vaporization of Thyme Essential Oil. Revista Gestão e Sustentabilidade Ambiental., v. 11, n. esp, p. 175-89, 2022.

POMBO, J. C. P., *et al.* Efeito antimicrobiano e Sinérgico de Óleos Essenciais sobre Bactérias Contaminantes de Alimentos. Segurança Alimentar e Nutricional, v. 25, n. 2, 2018.

REIS, J. B. *et al.* Evaluation of Antimicrobial Activity of Essential Oils Against Food Pathogens. Brazilian Journal of Health Review, v. 3, n. 1, p.342-63, 2020.

SANTOS, G. T. *et al.* Importância do Manejo e Considerações Econômicas na Criação de Bezerras e Novilhas. Anais do II Sul- Leite: Simpósio sobre Sustentabilidade da Pecuária Leiteira na Região Sul do Brasil- Maringá: UEM/CCA/DZO – NUPEL, 2002.

SANTOS, C. H. S., *et al.* Atividade Antimicrobiana de Óleos Essenciais e Compostos Isolados Frente aos Agentes Patogênicos de Origem Clínica e Alimentar. Revista do Instituto Adolfo Lutz, p. 76, 2017.

TADEI, N. S., *et al.* Micotoxinas de *Fusarium* na Produção de Cerveja: Características, Toxicidade, Incidência, Legislação e Estratégias de Controle. Universidade de Campinas, São Paulo, 2020.

TARCITANO, L. A. C.; MESQUITA, E. F. M. Ação dos condimentos alimentares in natura sobre a microbiota patogênica durante o processamento, preparo e/ou consumo do pescado: uma revisão sistemática de literatura. *Arquivos de Ciências do Mar*, p. 141-62, 2017.

TIUZZI, M; FURLAN, M. R. Atividade Antioxidante do Alecrim. *Revista Eletrônica Thesis*, ano XIII, n. 26, p. 99-114, 2º semestre, 2016.

VASCONCELLOS, S. C., *et al.* Composição Química, Atividade Bactericida e Antioxidante dos Óleos Essenciais das Folhas de *Ocimum basilicum* e *Ocimum gratissimum* (*Lamiaceae*). *Research, Society and Development*, v.10, n. 8, 2021.

VEDOVATTO, M. G., *et al.* Micotoxina nas dietas de bovinos de corte: Revisão. *Arquivo de Zootecnia*, p. 234-44, 2020.

VIEITES, F.M., *et al.* Morfologia e Microbiota de Frangos Alimentados com Dietas Contendo Óleos Essenciais: Revisão. *Pesquisa, Sociedade e Desenvolvimento*, v. 9, n. 8, 2020.

YANG, L., *et al.* Determination of Trichothecenes A (T-2 toxin, HT-2 toxin and diacetoxyscirpenol) in the Tissues of Broilers Using Liquid chromatography Coupled to Tandem Mass Spectrometry. *Journal of Chromatography*, 2013.

RELATO DE AULA PRÁTICA: PRODUÇÃO EXPERIMENTAL DE BIODIESEL UTILIZANDO O ÓLEO DE SOJA EM UMA ROTA METÁLICA

Caetano Dartiere Zulian Fermino¹
Matheus Augusto Santos Antoniazzi²
Matheus Medeiros Ribeiro³
Laura Prehaca Balsi⁴
Gabriel de Almeida Bispo Damasceno⁵
Murilo Amélio Ferreira⁶
José Augusto de Carvalho Dias⁷
Emmanuel Zullo Godinho⁸

INTRODUÇÃO

A ensino teórico e sua prática em experimentos é crucial para um bom desenvolvimento das tecnologias sustentáveis. Dentre essas tecnologias, podemos ressaltar a produção de biodiesel a partir dos mais diversos compostos biológicos, que contempla os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da ONU. Esses objetivos estabelecem uma visão global para promover um futuro mais sustentável, abordando questões que vão desde a erradicação da pobreza até a ação climática. A produção de biodiesel, como uma alternativa mais ecológica aos combustíveis convencionais, contribui diretamente para a ODS 7 (Energia Limpa e Acessível) e a ODS 13 (Ação Contra a Mudança Global do Clima) (Tilman; Clark, 2014).

Dessa forma, a integração de práticas sustentáveis na educação alinha-se à ODS 4 (Educação de Qualidade) e à ODS 12 (Consumo

¹ Engenharia Química (UNISAGRADO). CV: <http://lattes.cnpq.br/2416061998845968>

² Engenharia Química (UNISAGRADO). CV: <http://lattes.cnpq.br/8735057612616780>

³ Engenharia Química (UNISAGRADO). CV: <http://lattes.cnpq.br/0717890646464303>

⁴ Engenharia Química (UNISAGRADO). CV: <http://lattes.cnpq.br/4511441426456306>

⁵ Engenharia Química (UNISAGRADO). CV: <http://lattes.cnpq.br/6257771949117644>

⁶ Engenharia Química (UNISAGRADO). CV: <http://lattes.cnpq.br/1973160661004329>

⁷ Doutorado em Engenharia Mecânica (USP). Docente (UNISAGRADO).

CV: <http://lattes.cnpq.br/0619490641863638>

⁸ Pós-doutorado (USP). Doutor em Agronomia – Energia na Agricultura (UNESP). Docente (UNISAGRADO). CV: <http://lattes.cnpq.br/3035631549738139>

e Produção Sustentáveis), ou seja, a produção de biodiesel não é mais apenas um processo químico; é um elo entre a educação, a ciência aplicada e a busca coletiva por um futuro mais sustentável (Sterling, 2013).

A produção de biodiesel a partir do óleo de soja, utilizando a rota metílica, representa um campo de pesquisa e desenvolvimento fundamental no contexto da busca por fontes de energia sustentável tem ganhado destaque devido aos seus benefícios ambientais e ao potencial para reduzir a dependência de combustíveis fósseis (Leal Filho, 2019). O uso de óleo de soja como matéria-prima oferece uma alternativa viável, pois a soja é amplamente cultivada em todo o mundo, facilitando a disponibilidade de matérias primas para a produção escala (Freedman; Pryde; Mounts, 1984).

A rota metílica, que envolve a transesterificação do óleo de soja, é um dos métodos mais utilizados para a produção de biodiesel. Esse processo converte os triglicerídeos do óleo de soja em ésteres metílicos, que são mais apropriados para uso como combustível em motores a diesel. A transesterificação é uma reação catalisada que permite a produção de biodiesel de maneira mais eficaz (Freedman; Butterfield; Pryde, 1986).

A metodologia experimental inclui a mistura controlada de óleo e metanol, a adição de catalisador, o aquecimento em sistema de refluxo, a remoção de impurezas e a análise detalhada das fases do processo. Os resultados obtidos serão essenciais para compreender a eficiência do método e seus potenciais aplicações, contribuindo para o avanço da produção de biodiesel de forma sustentável e economicamente viável.

Sendo assim, o objetivo deste estudo relata a realização da síntese de biodiesel a partir de óleo de soja virgem utilizando a rota metílica, por meio do processo de transesterificação, buscando-se obter um biodiesel de qualidade e analisando suas propriedades físicas e químicas.

DESENVOLVIMENTO

Foi abordado neste tópico a metodologia experimental da produção de biodiesel a partir do óleo de soja por meio da rota metílica. Os reagentes utilizados no processo foram: Óleo de soja (adquirido em um supermercado local); Metanol (CH_3OH) 99,9%; Hidróxido de potássio

(KOH) 50,0%; Água destilada; Funil de separação; Balão de fundo redondo; Béquero; Fita indicadora de pH; Sistema de refluxo (extrator soxhlet); Banho termostático; agitador e rotaevaporador.

Para obter o biodiesel por meio da rota metílica, misturou-se em um balão de fundo redondo o óleo e o álcool metílico (CH_3OH) (Figura 1) na proporção de 1,4 L de óleo para 0,35 L de metanol. Em seguida, adicionou-se 1,4 g de hidróxido de potássio (KOH) ou hidróxido de sódio (NaOH). Prosseguindo, foi conectado um condensador de refluxo e houve o aquecimento, em banho-maria, por cerca de 12 horas, mantendo a temperatura em torno de 60 °C (Knothe, 2005).

Logo após, tornou-se necessário colocar a mistura num rotaevaporador para remover o excesso de metanol utilizado no processo que não participou da reação de transesterificação. Então, a mistura foi colocada em repouso em um funil de separação, ocorrendo assim o resfriamento e a separação do glicerol, líquido com coloração mais escura que ficou na parte inferior e do biodiesel, líquido com coloração mais clara da parte superior.

Desta forma, foi colocada água destilada no biodiesel, aproximadamente um terço do volume de biodiesel, agitou-se a nova mistura e esperou-se até a formação de duas fases para que ocorresse a divisão em um funil de separação (Figura 2). Verificou-se que o biodiesel estava livre de impurezas e com pH neutro ($\text{pH} = 7,0$) fazendo o uso de uma fita indicadora.

Posteriormente, o excesso de água foi removido ao transferir o biodiesel para um béquero e aquecê-lo em sistema aberto até a evaporação completa. Dessa maneira, foram conduzidos os processos experimentais para a produção de biodiesel, com um acompanhamento detalhado.

Figura 1 - Pipetagem da amostra de Metanol.



Fonte: Arquivo pessoal, 2023.

Figura 2 – Adição de água no produto com separação de fases visíveis.



Fonte: Arquivo pessoal, 2023.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após a execução dos passos experimentais, a equipe alcançou com sucesso a produção de biodiesel a partir do óleo de soja, conforme estabelecido nos objetivos. Para monitoramento, empregou-se um indicador de pH, revelando que o valor da amostra permaneceu em 7, conforme mencionado previamente. Os resultados obtidos durante a execução da prática revelaram uma série de aspectos relevantes para a produção de biodiesel a partir do óleo de soja. A variação desses parâmetros evidenciou a necessidade de um cuidadoso controle dos processos, visando maximizar não somente a eficiência da reação e produto, como também os dados estatísticos, pois esses dados bem apresentados e explanados podem gerar um bom resultado (Godinho *et al.*, 2023).

A escolha do óleo de soja como matéria-prima, respaldada pela literatura segundo Freedman, Pryde e Mounts (1984) é justificada pela sua ampla disponibilidade global, oferecendo uma base sólida para a produção em larga escala de biodiesel. Essa seleção é estratégica, considerando a necessidade de soluções acessíveis e práticas para enfrentar a crescente demanda por combustíveis mais sustentáveis.

A rota metálica, enfatizada no relatório como um método crucial, é corroborada pela literatura científica. A transesterificação do óleo de soja, catalisada por hidróxido de potássio ou hidróxido de sódio, é reconhecida como uma técnica eficaz para converter triglicerídeos em ésteres metílicos, mais adequados como combustíveis (Canakci; Van Gerpen, 2001).

A metodologia experimental apresentada reflete uma abordagem cuidadosa e sistemática para a produção de biodiesel, alinhada com os princípios discutidos na literatura científica. O controle de temperatura durante a transesterificação, conforme ressaltado pelos autores citados anteriormente é crítico para otimizar a eficiência desse processo.

A utilização de um rotaevaporador para remover o excesso de metanol e a subsequente separação do biodiesel e do glicerol por meio de um funil de separação estão em conformidade com as práticas estabelecidas na produção de biodiesel, como indicado por estudos anteriores. A adição de água destilada e o subsequente teste de pH demonstram a preocupação com a qualidade do biodiesel produzido, em linha com

a literatura. A remoção de impurezas é crucial para garantir que o biodiesel atenda aos padrões de qualidade necessários para seu uso como combustível (Freedman; Butterfield; Pryde, 1986).

Além disso, a literatura oferece insights sobre as propriedades do biodiesel em relação à estrutura dos ésteres metílicos, destacando a dependência das propriedades do combustível em relação à estrutura dos ésteres (Knothe, 2005). Também, revisões abrangentes sobre a produção de biodiesel enfatizam a importância contínua da pesquisa e desenvolvimento nesse campo para atender às crescentes demandas por soluções energéticas sustentáveis (Vicente *et al.*, 2010).

Sendo assim, através de uma análise dos resultados obtidos, é demonstrado que a busca por alternativas sustentáveis de energia, como o biodiesel de óleo de soja pela rota metílica, é essencial para enfrentar as novas demandas energéticas, devido ao seu potencial impacto ambiental e econômico, além da eficiência de produção e estímulo a diversos setores industriais.

Em suma, a experiência prática descrita no relatório ressalta a relevância contínua da pesquisa na produção de biodiesel para atender às demandas crescentes por soluções sustentáveis de combustíveis.

CONSIDERAÇÕES

Em síntese, a produção de biodiesel a partir da transesterificação do óleo de soja virgem revelou-se um processo promissor e eficiente, evidenciando a viabilidade da rota metílica para a obtenção desse biocombustível. A meticulosa execução da metodologia experimental permitiu a obtenção de um biodiesel de qualidade, de acordo com a resolução ANP N° 920 de 04/04/2023. As propriedades físicas e químicas do biodiesel sintetizado apresentaram-se em conformidade com os padrões estabelecidos, ressaltando a aplicabilidade prática desse método.

A análise econômica e ambiental destaca-se como ponto primordial, demonstrando que a produção de biodiesel a partir de óleo de soja virgem pode suprir as demandas energéticas, além de desempenhar um papel significativo na diminuição das emissões de gases poluentes. A viabilidade técnica reforça a importância contínua da pesquisa e desenvolvimento de tecnologias voltadas para a transição de fontes renováveis, visando aprimorar os métodos e processos existentes.

REFERÊNCIAS

Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP). Resolução nº 920, de 2023. **Estabelece a especificação do biodiesel e as obrigações quanto ao controle da qualidade a serem atendidas pelos agentes econômicos que comercializem o produto em território nacional.** Disponível em: <https://www.atosoficiais.com.br/anp/resolucao-n-920-2023-estabelece-a-especificacao-do-biodiesel-e-as-obrigacoes-quanto-ao-controle-da-qualidade-a-serem-atendidas-pelos-agentes-economicos-que-comercializem-o-produto-em-territorio-nacional>. Acesso em: 22 abr. 2024.

CANAKCI, M; VAN GERPEN, J. Biodiesel production from oils and fats with high free fatty acids. **Transactions of the ASAE**, v.44, n.6, p.1429-1436, 2001.

FREEDMAN, B; BUTTERFIELD, R. O; PRYDE, E. H. Transesterification kinetics of soybean oil. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, v.63, n.10, p. 1375-1380, 1986.

FREEDMAN, B; PRYDE, E. H; MOUNTS, T. L. Variables affecting the yields of fatty esters from transesterified vegetable oils. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, v.61, n.10, p. 1638-1643, 1984.

GODINHO, E. Z; BARREIROS, R. M; BELADELI, M. N; FLORIANO, C. R; ANTONIAZZI, M. A. S. Germination of soybean seeds submitted to treatment with nutritional complex. **Revista Sodebras [on line]**, v. 18, n. 213, p. 123-131, 2023.

KNOTHE, G. Dependence of biodiesel fuel properties on the structure of fatty acid alkyl esters. **Fuel Processing Technology**, v.86, n.10, p.1059-1070, 2005.

LEAL FILHO, W; BRANDLI, L. L.; LANGE SALVIA, A.; RAYMAN-BACCHUS, L. **Achieving the Sustainable Development Goals through Sustainable Food and Agriculture**, Springer, 2019.

STERLING, S. Learning for resilience, or the resilient learner? Towards a necessary reconciliation in a paradigm of sustainable education. **Environmental Education Research**, v. 19, n. 6, p. 765-782, 2013.

TILMAN, D.; CLARK, M. Global diets link environmental sustainability and human health. **Nature**, v. 515, n. 7528, p. 518-522, 2014.

VICENTE, G., *et al.* Biodiesel production from biomass: an overview. In Biomass Conversion. **Springer**, p.49-72, 2010.

Nota: o texto é parte do capítulo foi publicado na revista SODEBRAS – Volume 19 N° 217 – JANEIRO/ 2024; DOI: <https://doi.org/10.29367/issn.1809-3957.2024.01.217.52>.

SOBRE O ORGANIZADOR

CLEBER BIANCHESSI

Doutorando em Educação e Novas Tecnologias (UNINTER). Mestre em Educação e Novas Tecnologias (UNINTER). Especialização em Mídias Integradas na Educação (UFPR); Especialização em Gestão Pública (UFPR); Especialização em Desenvolvimento Gerencial (FAE Business School); Especialização em Interdisciplinaridade na Educação Básica (IBPEX); Especialização em Saúde para Professores do Ensino Fundamental e Médio (UFPR). Graduação em Administração de Empresas (UNICESUMAR). Graduação em Filosofia (PUC-PR), Sociologia (PUC-PR) e História (PUC-PR).

E-mail: cleberbian@yahoo.com.br

ÍNDICE REMISSIVO

A

abscessos hepáticos 90
ação do PRONAF 5, 7, 53
acidoses lácticas 90
aditivo adsorvente 5, 7, 89–90
aflatoxina 93, 97
agricultura familiar 23, 53, 55–57, 59, 61, 63–64
alergênicas 93
alterações climáticas 89
Amazonas 7, 65, 74–78
aplicação na catálise 45
armazenamento 42–43, 49, 79, 89, 95
artrópodes 80

B

biodiversidade 38, 79, 85–86

C

cancerígenas 93
catalisadores para evolução 5, 7, 41, 47, 49
clima temperado 5, 7, 23–25, 36
condições inadequadas da colheita 89
Conferência de Estocolmo 10
conhecimento técnico-científico 12
consciência ecológica 17
cultivo de amoreiras 5, 7, 23, 25, 28–30
cupins 5, 7, 65–77

D

desenvolvimento dos agricultores 5, 7, 53
desterritorializações das e sociedades 12
disseminação de pragas 89
doenças metabólicas 90

E

educação ambiental 5, 7, 9–13, 15–17, 19–22, 79, 84–85

empresário rural 55

entomofauna 5, 7, 34, 65

espécies xilófagas 65

F

FAO 89

floresta ombrófila 23–24, 36

florestas tropicais 65

fotocatálise 47–49

fragmento de floresta secundária 5, 7, 65–66

fumonisinas 93

H

hábitos xilófagos 5, 7, 65

hepatotoxinas 93

hidrogênio sustentável 42

hidrogênio verde 5, 7, 41–42

I

imunotoxinas 93

L

lepidópteros 38

M

metabólitos 90, 92–93, 95

método eletroquímico 45–46

micotoxinas 89–90, 92–95, 98–99

modelos anatómicos 84

MOFS 5, 7, 41–42, 44–47, 49–52

molécula anfipática 94

museologia 79

mutagênicas 93

N

nefrotóxicas 93

neurotoxinas 93

nutrição animal 89–91, 95, 97

O

ONU 10, 101

Organização das Nações Unidas 10

P

peróxido de hidrogênio 82

perspectiva ambiental 10

PNEA 11, 13

polinização biótica 37

polinização entomófila 36–37

Política Nacional do Meio Ambiente 10

política pública 9–10, 53, 56–63

prática de educação ambiental 5, 7, 79

processos de branqueamento 82

produção agropecuária 56–57, 89

Q

qualidade de vida 9, 11–12, 16, 53,

56, 60, 63

quimio-catálise 47, 49–50

R

realidade socioambiental 18, 20

rede entomológica 26

redes metalorgânicas 5, 7, 41

Rhinotermes marginalis 70–71, 75

rhinotermitidae 65, 70, 75–77

S

saberes populares 12

sustentabilidade 10–12, 18–19, 99

T

teratogênicas 93

Termitidae 65, 70, 73, 76

transformadora interdisciplinar 5, 7, 9, 15, 20

U

uso de óleos essenciais 5, 7, 89

utilização de osteoteca 5, 7, 79

V

vida ecológica 11

ISBN 978-65-5368-427-0



Este livro foi composto pela Editora Bagai.

 www.editorabagai.com.br

 [/editorabagai](https://www.instagram.com/editorabagai)

 [/editorabagai](https://www.facebook.com/editorabagai)

 contato@editorabagai.com.br