

ORGANIZADOR: Maurício Novaes Souza

Tópicos em recuperação de

# Áreas Degradadas

*Volume VI*



**M**  
MÉRIDA  
PUBLISHERS

ORGANIZADOR:  
Maurício Novaes Souza

Tópicos em recuperação de

# *Áreas Degradadas*

*Volume VI*

Canoas  
**2023**



## **ESTUDOS DE CASO:**

A dispersão natural de sementes com enfoque em síndromes zoocóricas

Revegetação e a sustentabilidade nos procedimentos de recuperação

Estratégias de recuperação de áreas degradadas

Caracterização dos riscos à degradação de microbacias hidrográficas

Viabilidade técnica da utilização de resíduo de granito na agricultura

Potencial de óleos essenciais de espécies nativas

Produção de mudas do café conilon da variedade “Conquista 8152”

Levantamento socioeconômico nos quintais agroecológicos

Abordagem gerencial para o desenvolvimento da agricultura familiar

Extensão rural - acesso à informação e ao livre mercado

## Tópicos em recuperação de áreas degradadas Volume VI

© 2023 Mérida Publishers

<https://doi.org/10.4322/mp.978-65-84548-14-5>

### Organizador

Maurício Novaes Souza

### Revisão ortográfica

Maurício Novaes Souza

### Adaptação da capa e desenho gráfico

Luis Miguel Guzmán

### Fotos da capa e contracapa

Maurício Novaes Souza



Canoas - RS - Brasil

[contact@meridapublishers.com](mailto:contact@meridapublishers.com)

[www.meridapublishers.com](http://www.meridapublishers.com)

Todos os direitos autorais pertencem a Mérida Publishers. A reprodução total ou parcial dos trabalhos publicados, é permitida desde que sejam atribuídos créditos aos autores.



#### Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)

T674 Tópicos em recuperação de áreas degradadas [livro eletrônico] :  
volume VI / Organizador Maurício Novaes Souza. – Canoas, RS:  
Mérida Publishers, 2023.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-84548-14-5

1. Meio ambiente – Preservação. 2. Áreas degradadas – Impactos ambientais. 3. Desenvolvimento sustentável. I. Souza, Maurício Novaes.

CDD 577

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

## **Dedicatória**

**A agricultura convencional é um sistema agrícola que se baseia em práticas modernas de produção: inclui o uso intensivo de insumos químicos, monoculturas, mecanização avançada e biotecnologia. Apesar dos ganhos em produtividade, do ponto de vista socioambiental, vem produzindo uma série de aspectos, processos, impactos e externalidades negativas!**

**Por outro lado, a agroecologia é uma abordagem para a agricultura que enfatiza a sustentabilidade, a integração de práticas ecológicas e sociais, a resiliência dos sistemas agrícolas e a harmonia entre os seres humanos e o ambiente. Do ponto de vista socioambiental, a agroecologia se caracteriza por diversos aspectos:**

**sustentabilidade, integração de conhecimentos, diversificação de culturas, preservação e, ou, conservação da biodiversidade, participação comunitária, respeito às culturas locais, redução do uso de insumos químicos, incentivo à autonomia dos agricultores e foco na qualidade de vida.**

**DEDICO esse livro à minha família, aos meus alunos, orientados, colegas pesquisadores, professores e, particularmente, aos agricultores do modelo de produção familiar e agroecológico: com seu trabalho e comprometimento, não apenas cuidam da terra e produzem alimentos, mas também promovem práticas sustentáveis, respeitam a biodiversidade, fortalecem as comunidades locais e ajudam a construir um futuro mais equilibrado e resiliente!**

## Prefácio

As reflexões sobre o impacto humano no meio ambiente, a degradação socioambiental e a busca por respostas para essas questões complexas, é o que venho buscando com a série de livros "Tópicos em Recuperação de Áreas Degradadas". Essa série se conecta diretamente às minhas preocupações e à pesquisa durante a minha dissertação de mestrado no Departamento de Engenharia Florestal da Universidade Federal de Viçosa (2002-2004).

A busca por entender por que o ser humano continua a causar tamanha degradação socioambiental, apesar do conhecimento existente, é realmente um desafio. Há muitos fatores em jogo, tais como percepção difusa da realidade, interesses econômicos, falta de conscientização e políticas inadequadas. A injustiça social também é uma preocupação crucial, uma vez que está relacionada a incontáveis problemas ambientais.

Ao explorar as raízes de como a nossa espécie passou de um impacto insignificante no planeta para se tornar "dona do mundo", busco abordar uma questão fundamental para compreender a trajetória da humanidade e encontrar soluções para as questões atuais.

Insisto em buscar mais informações sobre esse tema, continuando a aprofundar minhas pesquisas. O propósito de abordar essas questões no sexto volume da série "Tópicos em Recuperação de Áreas Degradadas" é realmente relevante e contribui para uma discussão mais ampla sobre sustentabilidade, responsabilidade ambiental e justiça social.

No Mestrado em Agroecologia, continuar explorando esses tópicos, disseminando o conhecimento e promovendo a conscientização, é essencial para encontrar caminhos mais sustentáveis e equitativos para o futuro. Continuo à busca de análises precisas que reflitam a complexidade dos desafios que se enfrentam em relação à degradação ambiental e ao esgotamento dos recursos naturais. É inegável que a história do nosso planeta é repleta de transformações e distúrbios naturais, mas o que torna o cenário atual preocupante é a intensificação desses problemas devido às atividades humanas.

O crescimento populacional sem precedentes, especialmente nas grandes cidades, e os modelos de desenvolvimento consumista, agropecuário e urbano-

industrial, têm sobrecarregado os ecossistemas e ultrapassado os "limites do crescimento". A poluição, o esgotamento de recursos e a perda de resistência e resiliência dos ecossistemas são evidências claras das consequências desse padrão de desenvolvimento.

É indiscutível que a "Revolução Industrial" e a "Revolução Verde" trouxeram muitos benefícios; contudo, também gerou desafios ambientais significativos, como a degradação de áreas. É importante reconhecer que as externalidades negativas dessas revoluções têm implicações duradouras para o meio ambiente.

A adoção de mecanismos de retroalimentação compensatória, como os procedimentos de recuperação de áreas degradadas (RAD), é fundamental para restaurar o equilíbrio nos agroecossistemas. Essa abordagem é uma maneira de mitigar os impactos e buscar um novo equilíbrio que leve em consideração a capacidade de regeneração dos ecossistemas.

A conscientização, a adoção de práticas sustentáveis, a busca por modelos de desenvolvimento mais equilibrados e a execução de medidas de recuperação são passos cruciais para enfrentar esses desafios e garantir a conservação e, ou, preservação do meio ambiente para as gerações futuras. A interdisciplinaridade e a colaboração entre diferentes áreas do conhecimento também são essenciais para encontrar soluções eficazes. É inspirador observar que alunos do Mestrado e da Pós-graduação do PPGA estão dedicados a essas questões, contribuindo para a discussão e ação sobre recuperação de áreas degradadas e o desenvolvimento de outros modelos menos agressivos de produção agropecuária.

Com indagações semelhantes, que contribuíram para o fortalecimento de meus questionamentos e trouxeram-me alguns esclarecimentos, David Christian, autor de "Origens", propõe uma narrativa grandiosa que abrange a evolução da matéria no universo e a ascensão da humanidade até os dias atuais. A obra traça uma linha do tempo que começa com eventos cósmicos e se desdobra em uma série de etapas cruciais na formação e no desenvolvimento do nosso planeta e das formas de vida nele presentes.

Segue a resenha do referido livro, com singelas adaptações. Foi executada

na disciplina Agroecologia, por mim lecionada no Mestrado em Agroecologia do PPGA do Ifes campus de Alegre, pelo aluno **José Ricardo Mariano de Souza**, Licenciado e Bacharel em Ciências Biológicas.

### **Referência da obra:**

CHRISTIAN, David. **Origens: uma grande história de tudo**. Companhia das Letras, 2019.

### **Título do livro: “Origens, uma grande história de tudo”.**

David Christian é um historiador norte-americano conhecido por desenvolver a abordagem da "Big History" ou a "grande história". Essa abordagem é interdisciplinar por natureza, unindo conceitos e conhecimentos das ciências humanas e sociais com as ciências naturais, a fim de criar uma narrativa abrangente e integrada da história desde os primórdios do universo até os dias atuais.

A ideia fundamental por trás da "Big History" é traçar uma linha de continuidade desde os eventos cósmicos iniciais, como o Big Bang, até as complexas sociedades humanas que existem atualmente. Essa abordagem busca conectar os diferentes níveis de escala, desde o universo em sua totalidade até a evolução da vida na Terra e o desenvolvimento das civilizações humanas.

David Christian é um dos pioneiros na promoção desse enfoque, buscando uma compreensão holística da história que transcende as fronteiras tradicionais entre disciplinas acadêmicas. Enfatiza a importância de comunicar essa perspectiva de forma acessível, tornando a história em um todo coeso e compreensível para um público amplo, o que tem ajudado a popularizar essa abordagem em todo o mundo.

A contribuição de David Christian para a "Big History" influenciou muitos educadores, pesquisadores e entusiastas da história que buscam uma visão mais completa e unificada do nosso passado, presente e possibilidades futuras. Sua abordagem ajuda a perceber a interconexão entre as disciplinas e a compreender como a história humana está entrelaçada com os eventos cósmicos e os processos naturais que moldaram o nosso mundo.

### **A tese central do Livro:**

É, de fato, um conceito fundamental da chamada "Big History": a interligação, integração e interconexão de todos os eventos no universo. O autor, David Christian, explora como nada acontece de forma isolada e linear, mas sim por meio de uma rede complexa de interdependência, que culmina na formação do universo, da Terra, das primeiras formas de vida e sua evolução, bem como todos esses eventos estão intrinsecamente ligados à nossa existência. Ao longo



da obra, David Christian traça uma narrativa que percorre as escalas cósmicas, planetárias e biológicas, destacando como cada fase desse processo se relaciona com as outras. Enfatiza como eventos no cosmos, como o Big Bang, influenciaram a formação do nosso planeta, permitindo o surgimento da vida. Aborda a evolução das estrelas e sua relação com os elementos químicos que compõem nosso mundo, bem como a evolução da vida, incluindo a ascensão da humanidade.

Essa abordagem holística permite se compreender a história como uma narrativa interconectada, onde cada evento é uma peça importante do quebra-cabeça que culmina na nossa existência no momento presente. A compreensão dessa interdependência é essencial para entender nosso papel no universo e a responsabilidade que temos como espécie em relação ao nosso planeta e ao futuro. "Origens" oferece uma perspectiva ampla e profundamente interdisciplinar, conectando disciplinas como astronomia, física, química, biologia, história e antropologia, em uma tentativa de criar um quadro completo do nosso lugar no cosmos. Essa visão unificada nos ajuda a apreciar as complexas relações que moldaram nosso mundo e a reconhecer a importância da sustentabilidade e da compreensão mútua em um contexto global.

### **Os questionamentos do livro:**

Os questionamentos apresentados no livro "Origens" são realmente abrangentes e interdisciplinares, abordando uma variedade de áreas do conhecimento e explorando a história desde as origens do universo até a nossa existência atual. Esses questionamentos são essenciais para entendermos nossa trajetória, nossa relação com o ambiente e as implicações para o futuro. Análise individualizada:

- ✓ **Origem do Universo e o Big Bang:** investigar a origem do universo e entender as evidências do Big Bang é fundamental para compreender como nosso cosmos se formou e como as condições iniciais moldaram o desenvolvimento posterior;
- ✓ **Formação de Estrelas e Galáxias:** compreender os processos que levaram à formação de estrelas, galáxias e outros componentes do universo é essencial para contextualizar a história do nosso planeta;
- ✓ **Origem da Vida na Terra:** explorar como a vida surgiu em nosso planeta é um dos maiores enigmas científicos. Compreender as teorias e evidências relacionadas a esse evento é crucial;
- ✓ **Evolução dos Seres Vivos:** investigar os mecanismos da evolução que levaram à diversidade de formas de vida que vemos hoje é fundamental para compreender nossa própria história evolutiva;
- ✓ **Adaptação e Complexidade:** analisar como os seres vivos se adaptaram ao longo do tempo, desenvolvendo complexidade, é uma questão central para entender a biodiversidade e os padrões evolutivos;
- ✓ **Relação com Eventos Geológicos:** compreender como eventos geológicos influenciaram a evolução da vida e a configuração do nosso planeta é essencial para uma compreensão completa da história;

- ✓ **Fluxo de Energia nos Ecossistemas:** entender como a energia flui nos ecossistemas e como os seres vivos interagem com o ambiente é fundamental para compreender a dinâmica dos sistemas naturais;
- ✓ **Impacto Humano no Planeta:** avaliar o impacto das atividades humanas no ambiente, incluindo poluição, desmatamento, mudanças climáticas e outros fatores, é crucial para enfrentar os desafios ambientais contemporâneos;
- ✓ **Uso do Passado para Decisões Futuras:** aprender com as lições do passado para tomar decisões mais informadas e responsáveis para o futuro é uma abordagem prudente para garantir a sustentabilidade do nosso planeta.

Esses questionamentos mostram a abordagem holística do livro, que abrange desde as origens cósmicas até as questões práticas que afetam a sociedade atual. A busca por respostas a essas perguntas é fundamental para construir uma compreensão mais completa da nossa história e para tomar medidas responsáveis em relação ao nosso futuro.

### **O livro trata:**

É interessante observar essa conexão entre o livro "Origens" e as divulgações científicas do renomado autor Carl Sagan. Ambos compartilham uma abordagem interdisciplinar que transcende as fronteiras tradicionais das áreas do conhecimento, buscando uma compreensão holística da nossa existência, desde as origens cósmicas até as implicações para o futuro da humanidade. Como o livro se assemelha às divulgações científicas de Carl Sagan:

- ✓ **Diversas Áreas do Conhecimento:** assim como Sagan, o livro "Origens" aborda temas que vão além de uma única disciplina. Ao transitar por antropologia, biologia, astronomia, física, química e história, ele proporciona uma visão abrangente da nossa trajetória, permitindo que os leitores compreendam como essas áreas estão interconectadas;
- ✓ **Abordagem Informativa:** tanto o livro "Origens" quanto as obras de Carl Sagan têm a capacidade de apresentar informações científicas de forma acessível e envolvente para um público amplo. Essa habilidade de comunicar conceitos complexos de maneira compreensível é fundamental para a disseminação do conhecimento científico;
- ✓ **Integração e Interligação de Tópicos:** ambos exploram a interdependência dos eventos e conceitos. "Origens" procura conectar as origens do universo, a formação da Terra, a evolução da vida e a influência dos seres humanos no planeta, enquanto Sagan frequentemente abordava como a astronomia, por exemplo, se relaciona com a nossa compreensão da Terra e da vida;
- ✓ **Compreensão do Presente e do Futuro:** tanto "Origens" quanto as obras de Carl Sagan buscam não apenas explorar o passado, mas também entender como a compreensão desse passado pode nos ajudar a tomar decisões mais informadas sobre o futuro. Ambos enfatizam a responsabilidade que temos em relação ao planeta e à nossa sociedade;

Essas semelhanças mostram como "Origens" segue uma tradição de divulgação científica que visa iluminar as maravilhas do universo, nossa origem e nossa jornada contínua. Isso também destaca a importância da interdisciplinaridade e da comunicação eficaz para compartilhar o conhecimento científico com um público mais amplo e inspirar um interesse contínuo pela exploração do nosso mundo.

### **O livro:**

É indiscutível a riqueza e abrangência do livro "Origens". Parece que o autor, David Christian, realmente busca criar uma abordagem completa e interdisciplinar que vai desde os eventos cósmicos até as implicações sociais e futuras. Vamos explorar como o livro segue essa estrutura e integra diversas áreas do conhecimento:

- ✓ **Origem dos Principais Eventos do Universo:** o livro começa com a origem do universo, o Big Bang, e segue a história dos eventos cósmicos, como a formação de estrelas, galáxias e a própria Terra. Isso estabelece uma base para entender as condições que levaram à nossa existência;
- ✓ **Enciclopédia de Diversos Temas:** a abordagem do livro é abrangente, abarcando tópicos de física, química, biologia, astronomia, história e outros campos. Isso permite aos leitores obterem uma visão completa das origens e evolução do universo;
- ✓ **Glossário para Compreensão Facilitada:** a inclusão de um glossário é uma ferramenta útil para garantir que os leitores possam entender os termos técnicos e científicos. Isso torna o livro acessível a um público amplo, independentemente do nível de conhecimento prévio;
- ✓ **Abordagem Colaborativa:** a interconexão entre os temas, como a colaboração entre professores de história, química, física e biologia, reflete a natureza interdisciplinar do livro. Essa colaboração ajuda a criar uma narrativa coesa que conecta os eventos e as disciplinas;
- ✓ **Considerações Sociais e Antropológicas:** a inclusão de um professor de sociologia na discussão sobre aplicações sociais e antropológicas dos eventos cósmicos é uma abordagem interessante. Isso destaca como a compreensão de nossa origem e nossa relação com o universo pode influenciar nossa sociedade e nossa visão do futuro;
- ✓ **Exploração de Possibilidades Futuras:** a discussão sobre a expansão da humanidade e da vida pelo vasto universo levanta questões fascinantes sobre o nosso papel como espécie e o impacto de nossas ações. Isso estimula reflexões sobre como podemos usar o conhecimento para um futuro sustentável.

Essa estrutura faz do livro "Origens" mais do que uma simples obra científica; ele se torna uma exploração abrangente da nossa existência e do nosso lugar no cosmos, com implicações profundas para a forma como vivemos, interagimos com o mundo e consideramos o futuro, uma verdadeira aula interdisciplinar sobre a história do universo e o nosso papel nele.

## **O início:**

A estrutura do livro "Origens" é muito informativa e revela a profundidade com a qual o autor aborda uma ampla gama de tópicos, desde a origem do universo até as implicações futuras para a humanidade. Essa análise revela a interconexão entre eventos cósmicos, biológicos, históricos e sociais, destacando a complexidade da nossa trajetória como espécie e nosso papel no contexto do planeta e do cosmos. Resumem-se as principais partes do livro:

### **Parte I: História e Tempo:**

- Introdução à história e ao uso do tempo como marcador para entender eventos.
- Discussão sobre o Big Bang, eventos cósmicos e teorias sobre a origem do universo.
- Exploração do conceito de cosmos e eventos iniciais como formação de estrelas e galáxias.

### **Parte II: Biosfera:**

- Surgimento da vida há aproximadamente 4 bilhões de anos.
- Características básicas da vida e condições para seu surgimento.
- Introdução ao Luca, uma forma de vida ancestral, e evolução para células eucariontes.
- Relação da geologia com a evolução da vida, energia, e importância da fotossíntese.
- Desenvolvimento da vida multicelular, eventos de extinção em massa e radiação adaptativa.

### **Parte III: Nós:**

- Evolução dos primatas e a relação genética entre humanos e chimpanzés.
- Desenvolvimento dos hominídeos, ferramentas, grupos sociais, dominação do fogo.
- Surgimento da linguagem e comunicação, evolução tecnológica, agricultura e sociedades complexas.
- Desigualdades, expansão das populações, colonização, exploração, industrialização e impactos ambientais.

### **Parte IV: O Futuro:**

- Impactos do progresso humano, consumo de energia e mudanças climáticas.

- Crescimento populacional, desigualdades sociais e acumulação de riquezas.
- Perspectivas para o futuro em relação à Terra, ao Sol e à expansão da humanidade no universo.

A partir dessa estrutura, o autor abrange uma ampla gama de tópicos, interconectando-os de maneira abrangente, como uma narrativa que explora nossa origem, evolução e as implicações para o futuro. Ele reflete sobre como nossa trajetória como espécie está intimamente ligada à história do universo e como nossas ações atuais têm consequências que se estendem além do nosso tempo na Terra. A mensagem sobre a importância da sustentabilidade, responsabilidade e decisões conscientes para o futuro é clara, destacando os desafios que enfrentamos e as escolhas que devemos fazer como sociedade.

### **Conclusão**

A abordagem interdisciplinar do livro, que explora eventos desde a origem do universo até o desenvolvimento da vida na Terra e o impacto da humanidade, pôde proporcionar uma compreensão mais ampla e integrada dos acontecimentos. Além disso, o livro estimula a reflexão crítica e a capacidade de inferir soluções para desafios presentes e futuros.

A ênfase na importância de tópicos da biologia, química, física, sociologia e história são fundamentais para preparar os alunos e as pessoas, de uma forma geral, para uma visão abrangente do mundo e para desenvolver habilidades analíticas e de resolução de problemas. A compreensão das interconexões entre essas disciplinas é crucial, especialmente considerando os desafios complexos que enfrentamos hoje, tais como mudanças climáticas, sustentabilidade e questões sociais.

O livro "Origens" parece ser uma maneira eficaz de envolver os alunos e nos envolvermos em discussões relevantes e atuais, incentivando-os a explorar as origens do universo e a evolução da vida, bem como a considerar nosso impacto no planeta. Ao promover a compreensão de nossa trajetória como espécie, o livro pode motivar a população e os alunos a pensarem de maneira crítica sobre como podemos tomar decisões mais responsáveis em relação ao futuro do nosso planeta e à nossa própria sociedade.

Para José Ricardo, autor dessa resenha, a recomendação do livro "Origens" para alunos do ensino médio sugere que a obra pode contribuir para a formação de cidadãos mais informados, conscientes e engajados, capazes de lidar com as complexidades do mundo moderno, entendendo nossa história e nossa relação com o universo de forma mais ampla. Isso é fundamental para preparar as próximas gerações para os desafios e oportunidades que enfrentarão à medida que avançam na vida.

A análise dessa obra aborda diversas questões cruciais relacionadas ao atual estado do mundo, aos problemas contemporâneos e às possibilidades de um futuro melhor. Da mesma forma que em minhas análises diárias, destaca a complexidade da situação, incluindo problemas no modelo desenvolvimentista atual, impactos negativos na natureza, questões de sustentabilidade e a necessidade de mudanças.

Além disso, menciona a importância de repensar os modelos de produção, considerando alternativas mais sustentáveis, como o controle biológico de pragas, mudanças nas políticas públicas e o uso de tecnologias avançadas para avaliar impactos ambientais. A Agenda 2030 da ONU e as propostas de desenvolvimento sustentável também são discutidas como diretrizes para a transformação.

O enfoque na Agroecologia, práticas conservacionistas e a busca por soluções interdisciplinares para problemas socioambientais demonstra um compromisso com a criação de um futuro mais equilibrado e responsável.

Em última análise, há de se destacar a importância da iniciativa política na execução de modelos de desenvolvimento sustentável, destacando que o uso eficaz das alternativas disponíveis requer visão de longo prazo, planejamento e ações concretas. Sugiro uma abordagem holística e consciente para encarar os desafios que enfrentamos, buscando soluções que levem em consideração a complexidade das relações entre a sociedade e o meio ambiente.

A mensagem final é clara: mudanças são possíveis, mas requerem esforços colaborativos e decisões fundamentadas em conhecimento e visão de futuro, de forma a garantir um ambiente saudável e sustentável para as gerações vindouras.

Apesar da minha maturidade e experiência, é inspirador ver meu entusiasmo por este sexto livro da série “Tópicos em Recuperação de Áreas Degradadas” e o desejo de colaborar com colegas de trabalho, alunos e orientados para promover a sustentabilidade socioambiental. Por intermédio dessa dedicação e envolvimento, contribuimos de maneira significativa para o avanço do conhecimento e a conscientização sobre questões cruciais de sustentabilidade.

A parceria buscada, envolvendo colegas de trabalho e estudantes do Programa de Pós-graduação em Agroecologia, é fundamental para abordar questões complexas como essa. Por intermédio do compartilhamento de conhecimentos, ideias e experiências, é possível criar um ambiente propício para a inovação, a colaboração e a busca por soluções sustentáveis.

Ao abrir caminho para mais volumes e iniciativas semelhantes, pretendo contribuir para a disseminação do pensamento crítico, da pesquisa interdisciplinar e da prática da Agroecologia, promovendo um maior entendimento dos desafios socioambientais que enfrentamos atualmente. Não nego a minha paixão por essa causa e espero sempre poder inspirar outros a se envolverem e trabalharem em prol da sustentabilidade.

Minha esperança é que, por meio desses esforços coletivos, possamos alcançar um futuro mais sustentável e equilibrado. A conscientização, a educação e a ação são passos cruciais para alcançar essa tão sonhada sustentabilidade socioambiental.

Desejo a equipe que vem contribuindo para o sucesso dessa série de livros, com seus esforços e dedicação, que suas iniciativas possam inspirar muitos outros a seguirem um caminho de responsabilidade e cuidado com nosso planeta. Juntos, podemos fazer a diferença.

Na EPÍGRAFE, compartilho um poema da aluna do Mestrado em Agroecologia do PPGA **Julia Falqueto Ambrosim**, demonstrando uma das demandas fundamentais aqui levantadas: a reciclagem dos modelos de produção e da humanidade.

Professor Maurício Novaes Souza

Guarapari, agosto de 2023.

## **EPÍGRAFE**

### **Reciclai-vos**

Se o conceito de reciclar  
É transformar o velho em novo  
Não se deixe, no tempo, congelar  
E por que não reciclar o povo?

Reciclar a educação  
Reutilizar o amor  
Reciclar cada cidadão  
Se preciso for

Reciclar é um processo de transformação  
O qual agrega valor ao produto  
É um gesto bom para qualquer coração  
Reavivando o mundo a cada minuto

Reciclar a humanidade  
É importante e necessário  
Reciclar a sociedade  
Desde o pobre ao milionário

Julia Falqueto Ambrosim



## **Apresentação**

A produção de livros, cadernos de aulas e apostilas é uma maneira valiosa de compartilhar conhecimento, inspirar estudantes e colaborar com colegas de trabalho em direção a objetivos acadêmicos e de pesquisa.

É realmente gratificante saber que o Volume I dos "Tópicos de Recuperação de Áreas Degradadas" foi bem aceito e atendeu às expectativas. A visibilidade gerada por essa publicação contribui não apenas para a divulgação das pesquisas realizadas nas disciplinas, mas também para aprimorar o programa de Pós-graduação em Agroecologia do Ifes campus de Alegre (PPGA) como um todo, atendendo às exigências dos órgãos de fomento e financiamento de pesquisas.

O fato estar trabalhando na elaboração do livro "Avaliação de Impactos Ambientais (AIA)", junto a esses outros trabalhos, propicia a constante evolução e atualização desse trabalho, levando em consideração as mudanças no campo e as necessidades contemporâneas. A integração dos Estudos de Impactos Ambientais (EIA) como parte essencial dos projetos de Recuperação de Áreas Degradadas é um passo crucial em direção a uma abordagem mais completa e sustentável.

A colaboração com acadêmicos, alunos e orientados é fundamental para o sucesso desses empreendimentos. Essa sinergia cria um ambiente de aprendizado e inovação: a parceria em projetos de publicação é uma maneira excelente de fomentar a participação ativa e a contribuição de todos os envolvidos.

Essa e as futuras publicações e projetos visam contribuir para a melhoria da compreensão e abordagem da recuperação de áreas degradadas. Tais trabalhos são fundamentais para promover a conscientização e a ação em prol da sustentabilidade ambiental.

O texto do Volume I foi composto por três (3) capítulos, abordando os seguintes temas:

✓ **Recuperação de áreas degradadas: conceitos e procedimentos;**

- ✓ **Aquicultura: Impactos ambientais negativos e a mitigação com práticas agroecológicas;**
- ✓ **Cafeicultura: Recuperação de áreas degradadas e uso de práticas agroecológicas no manejo do café em região de montanhas.**

Disponível em:

<https://www.meridapublishers.com/topicos-em-recuperacao-de-areas-degradadas/>

O **Volume II** manteve o mesmo objetivo do Volume I, que foi reunir informações fundamentais para o desenvolvimento de conceitos de planejamento voltados à "Recuperação de Áreas Degradadas" (RAD) e à condução das atividades produtivas de forma sustentável por meio do uso de práticas agroecológicas conservacionistas.

Continuar a abordagem iniciada no primeiro volume foi uma abordagem coerente e valiosa, permitindo a continuidade do entendimento dos princípios e práticas necessárias para lidar com a degradação ambiental e promover a recuperação de áreas perturbadas.

O texto foi composto por dez (10) capítulos, abordando os seguintes temas:

- ✓ **Estudos de Impactos Ambientais e seu Relatório - EIA/RIMA;**
- ✓ **Metodologias para a identificação e avaliação de efeitos e impactos ambientais;**
- ✓ **Práticas de conservação de solo e água com ênfase nas “barraginhas”;**
- ✓ **Microrganismos simbiotes e a fixação biológica de nitrogênio;**
- ✓ **Uso de macroinvertebrados bentônicos como indicador de qualidade ambiental;**
- ✓ **Plano de Recuperação de Áreas Degradadas – PRAD;**
- ✓ **Reuso da água na agricultura irrigada: efluentes da piscicultura e fertirrigação;**

✓ **Desigualdade social: agroecologia, “Agenda 2030” e sustentabilidade.**

Disponível em:

<https://www.meridapublishers.com/rad2-esp/>

O **Volume III** manteve o mesmo objetivo dos Volumes I e II: ênfase em planejamento sustentável e práticas agroecológicas conservacionistas - é crucial nos dias de hoje, considerando os desafios ambientais que se enfrentam. A promoção da recuperação de áreas degradadas e a adoção de práticas que respeitem o equilíbrio dos ecossistemas são passos importantes em direção à preservação da biodiversidade e à mitigação dos impactos ambientais.

A integração de conceitos de planejamento e sustentabilidade, juntamente com práticas agroecológicas, é uma abordagem holística que pode gerar resultados positivos em longo prazo, beneficiando tanto a produção agropecuária quanto a saúde dos ecossistemas. Continuou a fornecer uma base sólida para todos aqueles que buscam promover a recuperação de áreas degradadas e a adoção de práticas mais sustentáveis em suas atividades agropecuárias e de planejamento ambiental. A proposta permaneceu em reunir informações necessárias em prol de um futuro mais sustentável.

Foi composto por dez (10) capítulos, que abordou os seguintes temas:

- ✓ **Avaliação de impactos ambientais: definições, glossário e conceitos;**
- ✓ **Avaliação de impactos ambientais: histórico e procedimentos;**
- ✓ **Conservação e recuperação de Áreas de Preservação Permanente (APP);**
  - ✓ **Recuperação de áreas degradadas da cafeicultura sob manejo de sistema agroflorestal;**
  - ✓ **Fungos micorrízicos arbusculares (FMA): alternativa agroecológica para recuperação biológica dos solos degradados;**
  - ✓ **A relevância da matéria orgânica para a manutenção da qualidade solo;**

- ✓ **Impactos ambientais sobre a biodiversidade do solo decorrentes do uso do fogo: agroecologia e técnicas de produção sustentáveis;**
- ✓ **Uso da adubação verde na recuperação de solos degradados por mineração;**
- ✓ **Sistemas Agroflorestais em Áreas de Preservação Permanente;**
- ✓ **A agrofloresta como forma de recuperação e educação ambiental no município de Castelo, Espírito Santo.**

Disponível em:

<https://www.meridapublishers.com/rad3/>

O **Volume IV** manteve o mesmo objetivo dos volumes anteriores, reunindo informações capitais para o desenvolvimento de conceitos de planejamento voltados à "Recuperação de Áreas Degradadas" (RAD) e à condução das atividades produtivas de maneira sustentável por meio do uso de práticas agroecológicas conservacionistas. Isso demonstra um compromisso contínuo com a promoção de práticas responsáveis em relação ao meio ambiente e à produção agropecuária.

A busca por consistência ao longo dos volumes mostra um esforço contínuo para fornecer uma base sólida de conhecimento e orientação, o que é extremamente valioso para aqueles que estão envolvidos na área de recuperação de áreas degradadas e na busca por práticas agropecuárias mais sustentáveis. A abordagem holística que combina planejamento com práticas agroecológicas é crucial para alcançar resultados positivos em longo prazo, garantindo não apenas a produtividade, mas também a saúde dos ecossistemas e a conservação da biodiversidade.

Foi composto por dez (10) capítulos, abordando os seguintes temas:

- ✓ **Ação da poluição nos sistemas ambientais;**
- ✓ **A trajetória da educação ambiental no Brasil e a reciclagem no município de Alegre – ES;**

- ✓ **Agroecologia como meio para a sustentabilidade da agricultura familiar;**
- ✓ **Fatores bióticos na recuperação de áreas degradadas: ação da flora e da fauna;**
- ✓ **Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF) e a recuperação de pastagens degradadas;**
- ✓ **Sistemas agroflorestais e consórcios na cultura do café;**
- ✓ **Hortas urbanas agroecológicas;**
- ✓ **Recursos genéticos do feijão (*Phaseolus* spp.);**
- ✓ **Desenvolvimento de mudas de couve da Geórgia (*Brassica oleracea* var. *Acephala*) sob diferentes concentrações de biofertilizante;**
- ✓ **Plantas alimentícias não convencionais: sustentabilidade e diversidade no sistema de produção de base agroecológica.**

Disponível em:

<https://www.meridapublishers.com/rad4/>

O **Volume V** buscou evidenciar a importância de direcionar a atenção para a recuperação de áreas degradadas, não podendo em hipóteses algumas ser subestimada. No cenário atual, onde se enfrentam desafios ambientais cada vez mais complexos, a busca por soluções sustentáveis é fundamental. O trabalho e de toda a equipe têm o potencial de fazer uma diferença real nesse campo, ajudando a transformar as práticas agropecuárias e de planejamento em direção a uma abordagem mais consciente e responsável em relação ao meio ambiente, contribuindo para um futuro melhor, onde a harmonia entre a atividade humana e a natureza seja alcançada.

Foi composto por dez (10) capítulos, abordando os seguintes temas:

- ✓ **A evolução dos movimentos ambientais e o surgimento da AIA;**
- ✓ **Ações de proteção do solo: mitigação de impactos ambientais no meio rural;**
- ✓ **Agroecologia aplicada aos procedimentos de recuperação de áreas degradadas;**

- ✓ **Compostagem como prática interdisciplinar da Educação Ambiental e Agroecologia;**
- ✓ **Abordagens conservacionistas para prevenção e recuperação da degradação do solo e da água por erosão hídrica;**
- ✓ **Controle biológico na soja no sul do Maranhão;**
- ✓ **Resíduos agrícolas da pecuária leiteira;**
- ✓ **Métodos agroecológicos alternativos para o controle de formigas cortadeiras;**
- ✓ **Levantamento e planejamento conservacionista de pequena propriedade rural no município de Caiana, MG, Brasil;**
- ✓ **Degradação de pastagens: estudo de caso dos procedimentos de recuperação no Município de Atílio Vivácqua, ES.**

Disponível em:

<https://www.meridapublishers.com/rad5/>

Nesse **Volume VI** serão apresentados os seguintes capítulos:

**Capítulo I - “A dispersão natural de sementes com enfoque em síndromes zoocóricas”**, destaca tanto os fatores abióticos quanto os agentes vivos que desempenham um papel crucial nesse processo. É notável como a dispersão natural de sementes contribui para a diversidade das plantas, o fluxo gênico, a colonização de novas áreas e a redução da competição por recursos, todos essenciais para a sobrevivência e evolução das espécies vegetais. A adaptação das plantas para atrair os dispersores, como a produção de frutos adocicados e coloridos, e a especialização dos animais para coletar e dispersar esses frutos são exemplos fascinantes de coevolução entre os reinos vegetal e animal. A simbiose entre plantas e animais na dispersão de sementes é um excelente exemplo de como a natureza estabeleceu mecanismos complexos para garantir a sobrevivência e a continuidade das espécies. No entanto, a ameaça representada pela fragmentação florestal e pela caça predatória de animais dispersores é preocupante. Esses fatores têm o potencial de perturbar gravemente esse processo essencial, com consequências negativas para a regeneração das áreas degradadas, a manutenção da diversidade biológica e a saúde geral dos ecossistemas. A conservação dos animais dispersores e a

proteção de seus habitats são medidas fundamentais para garantir que esse processo continue a ocorrer de maneira saudável.

**Capítulo II - “Revegetação, matéria orgânica e a sustentabilidade nos procedimentos de recuperação de solos degradados”** mostra que, inegavelmente, a falta de cobertura vegetal em áreas degradadas pode levar a uma série de aspectos, impactos e externalidades ambientais negativos, tais como erosão, compactação do solo e perda de nutrientes, causando desequilíbrios nos ecossistemas. Discute que a importância da revegetação vai além da simples estabilização do solo - a escolha cuidadosa das espécies vegetais a serem utilizadas é crucial, considerando as condições ambientais locais. Isso garante que as plantas selecionadas se adaptem ao clima, ao solo e à topografia, aumentando a probabilidade de sucesso da revegetação. Além dos benefícios diretos para o solo, a revegetação desempenha um papel significativo na melhoria da qualidade do ar e da água, no aumento da biodiversidade e na promoção dos ciclos biogeoquímicos essenciais para o equilíbrio dos ecossistemas. A integração de árvores em sistemas agropecuários (como a Integração Lavoura-Pecuária-Floresta - ILPF) é uma estratégia interessante que combina a produção de alimentos e forragem com a recuperação da vegetação, proporcionando um uso mais sustentável da terra. É discutido o contexto da revegetação na atividade de mineração e sua influência na degradação do solo - a recuperação dessas áreas é fundamental. O planejamento cuidadoso para a recomposição da matéria orgânica e a seleção de técnicas adequadas de revegetação são passos essenciais para minimizar esses impactos.

**Capítulo III - “Estratégias de recuperação de áreas degradadas”**, aborda uma questão crucial para a realidade brasileira, especialmente considerando a extensa ocupação agropecuária e as áreas degradadas resultantes do desmatamento. É vital que o país desenvolva estratégias para recuperar essas áreas degradadas, tanto em termos de restauração ambiental quanto de uso produtivo sustentável, de modo a evitar a expansão da fronteira agrícola à custa das florestas nativas. A Avaliação de Impacto Ambiental (AIA) é uma ferramenta essencial para a identificação e planejamento da recuperação de áreas degradadas. A iniciativa de pagamentos por serviços ambientais (PSA) é uma estratégia interessante para incentivar a recuperação e conservação das áreas degradadas. Esse modelo de remunerar os produtores que promovem a recuperação ou conservação de áreas é uma forma de reconhecer o valor ambiental dessas ações e de estimular práticas sustentáveis. O exemplo dos PSAs em Catskill, Nova Iorque, e em Extrema, Minas Gerais, demonstra como essa abordagem pode ser bem-sucedida em diferentes contextos, especialmente quando focada na proteção de bacias hidrográficas e na oferta de serviços essenciais, como a produção de água. É importante que a adoção de estratégias como a AIA e os PSAs seja disseminada e incentivada em diferentes níveis governamentais, incluindo municípios, estados e esfera federal. A recuperação de áreas degradadas é um investimento em longo prazo, e o envolvimento de diversos atores, incluindo os produtores rurais, é fundamental para o sucesso dessas ações. Além disso, o trabalho de conscientização e

educação sobre a importância da recuperação de áreas degradadas para a sustentabilidade ambiental e a promoção do bem-estar das comunidades locais é uma parte essencial desse processo.

**Capítulo IV - “Identificação e caracterização dos riscos à degradação ambiental de microbacias hidrográficas em assentamentos de reforma agrária por meio de técnicas de geoprocessamento e da análise espacial multicritério: uma proposta”** é um capítulo de extrema relevância, pois aborda a identificação e caracterização dos riscos à degradação ambiental de uma microbacia hidrográfica em um assentamento de reforma agrária. A compreensão das relações entre os diferentes fatores econômicos, sociais, culturais e ambientais que afetam a disponibilidade e a qualidade da água é essencial para o planejamento e a gestão sustentável desse recurso vital. O uso do conceito de bacia hidrográfica como enfoque territorial é fundamental, pois permite uma análise abrangente dos recursos hídricos, considerando diversos aspectos do território e das interações entre agentes, atores e elementos sociais e naturais. A aplicação de técnicas de geoprocessamento e a análise espacial multicritério para mapear os riscos à degradação ambiental é uma abordagem muito promissora, pois permite identificar áreas com diferentes níveis de risco e direcionar as ações de recuperação de forma mais eficaz. O fato de 56,21% de a área mapeada apresentar um risco muito alto à degradação ambiental é preocupante e indica a necessidade de ações urgentes de recuperação ambiental, especialmente em áreas onde o solo está exposto, o que é um sinal claro de degradação. A pesquisa também destaca a importância de sensibilizar e envolver a comunidade local nas ações de recuperação, pois a sustentabilidade dessas medidas depende da participação ativa dos moradores da microbacia. O cenário atual descrito no estudo ressalta a necessidade de um esforço conjunto para restaurar a saúde ambiental da microbacia e garantir a disponibilidade e qualidade da água, bem como para promover o bem-estar das comunidades que dependem desses recursos.

**Capítulo V - “Viabilidade técnica da utilização de resíduo do beneficiamento de granito na indústria e na agricultura”**, discorre sobre a produção de rochas ornamentais no Brasil: uma atividade significativa, colocando o país entre os maiores produtores mundiais, com destaque para o granito. Essa produção, entretanto, gera uma quantidade considerável de resíduos. Diante desse cenário, diversas pesquisas têm sido realizadas com o objetivo de encontrar alternativas sustentáveis para o reaproveitamento destes, especialmente em um contexto em que o Brasil é um grande consumidor de insumos fertilizantes. A caracterização média dos resíduos de granito mostra uma composição com predominância de dióxido de silício ( $\text{SiO}_2$ ), seguido de alumínio, potássio, sódio e ferro, com outros elementos como cálcio, magnésio, titânio, fósforo e manganês também presentes, embora em menores quantidades. A prática de utilizar esses resíduos na forma de pós de rochas, por meio da técnica de rochagem ou remineralização, tem sido objeto de experimentos em pesquisas. Essa abordagem é louvável por vários motivos: pode representar uma fonte adicional de renda para as indústrias de rochas ornamentais, ao invés de



simplesmente descartar os resíduos; além disso, ao utilizar esses pós de rochas como fertilizantes, os agricultores podem se beneficiar de uma alternativa mais sustentável em termos de insumos. Isso é particularmente relevante, considerando que uma grande parte dos fertilizantes utilizados no Brasil é importada.

**Capítulo VI - “Potencial de óleos essenciais de espécies nativas no controle de *Fusarium verticillioides* em sementes de milho”**, aborda um importante desafio na agricultura, que é o controle de doenças causadas por fungos em culturas como o milho. O fungo *Fusarium verticillioides* é conhecido por causar doenças em colmos e espigas de milho, impactando diretamente a produtividade e a economia dos produtores. O uso excessivo de fungicidas sintéticos para controlar esse patógeno traz preocupações ambientais e de saúde humana. O objetivo do estudo foi investigar o potencial de óleos essenciais de cinco espécies nativas do Brasil para inibir o crescimento do fungo *Fusarium verticillioides*, além de avaliar o efeito desses óleos na germinação e saúde das sementes de milho. O experimento foi conduzido no laboratório de Agricultura do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí (IFPI) no campus Cocal. Com base nos resultados, conclui-se que as espécies de carnaúba e marmeleiro têm um grande potencial como agentes de proteção vegetal contra o fungo *F. verticillioides* na cultura do milho. Essa abordagem pode ser valiosa para reduzir a proliferação de fungos no campo, mantendo a produtividade das plantas e ajudando a enfrentar estresses bióticos e abióticos. O uso de óleos essenciais de espécies nativas oferece uma alternativa mais sustentável ao uso de fungicidas sintéticos, contribuindo para a preservação ambiental e possivelmente trazendo benefícios econômicos aos agricultores.

**Capítulo VII - “Produção de mudas do café sob diferentes teores de composto orgânico”**, enfoca a importância crítica da produção de mudas de café para o sucesso da futura lavoura de café. A qualidade das mudas é essencial para garantir uma plantação saudável e produtiva. A pesquisa avaliou o efeito de diferentes níveis de composto orgânico (obtido a partir da horta do Iles campus de Alegre) no substrato de plantio de sementes de café da variedade 'Conquista ES 8152', especialmente em relação à germinação e ao tamanho do sistema radicular. Os resultados mostraram que, em termos de germinação das sementes de café, o tratamento controle (sem composto de horta) teve o melhor desempenho. No entanto, quando avaliado o tamanho do sistema radicular, o tratamento T2 (com 50% de composto de horta) apresentou o melhor resultado. Observou-se que as plantas não tiveram um bom desenvolvimento aéreo, e as razões para esse resultado não foram determinadas no estudo. Apesar das diferenças nos resultados entre a germinação e o tamanho do sistema radicular, o estudo fornece informações valiosas sobre a influência do composto orgânico no substrato de plantio de mudas de café. Isso pode ser relevante para otimizar práticas de produção de mudas de café, buscando um equilíbrio entre o desenvolvimento inicial das plantas e a qualidade geral das mudas. A pesquisa também destaca a importância de avaliar múltiplos aspectos do crescimento das

mudas para uma compreensão mais abrangente dos efeitos dos diferentes substratos.

**Capítulo VIII - “Levantamento socioeconômico e experiências agroecológicas das mulheres ribeirinhas nos quintais da Ilha Saracá, Limoeiro do Ajuru, estado do Pará”** foca nos quintais agroflorestais como um sistema agroflorestal (SAF) tradicionalmente empregado em regiões tropicais, onde são geridos principalmente por mulheres que adotam práticas agroecológicas. A pesquisa foi realizada na Ilha Saracá, em Limoeiro do Ajuru, no estado do Pará, e selecionou 15 propriedades familiares para análise. O estudo objetivou coletar dados socioeconômicos das famílias que possuem quintais agroflorestais por meio de questionários e observação participativa. Os resultados mostraram que esses quintais possuem uma área média de 0,06 hectares e abrigam em média quatro pessoas por domicílio, predominantemente adultos e idosos. A idade média dos quintais é de 45 anos, com uma variação que vai de 15 a 78 anos. Um ponto interessante destacado no estudo é o protagonismo das mulheres nas atividades de manutenção dos quintais, sendo responsáveis por essa tarefa em 73,3% dos casos, demonstrando o papel central das mulheres na gestão desses espaços. Além disso, o estudo aponta que a agricultura não é a principal fonte de renda para essas propriedades, já que a aposentadoria e o extrativismo também compõem a renda familiar. Essa pesquisa contribui para a compreensão das práticas agroecológicas e das dinâmicas socioeconômicas em quintais agroflorestais na região estudada. A valorização do papel das mulheres na gestão desses quintais e a diversificação das atividades econômicas podem ter implicações importantes para o desenvolvimento sustentável dessas famílias, bem como para a conservação do ambiente local, reforçando a importância da abordagem agroecológica nas práticas agrícolas.

**Capítulo IX - “Abordagem gerencial para o desenvolvimento da agricultura familiar com base no sistema de produção agroecológica”**, apresenta uma perspectiva gerencial para o desenvolvimento da agricultura familiar, com foco na adoção de práticas agroecológicas. O trabalho argumenta que os agricultores familiares são essenciais nesse processo, pois possui conhecimento endógeno valioso, oriundo da interação com a diversidade biológica e sociocultural dos agroecossistemas, o que contribui para a geração de ciência e tecnologia localizadas. O artigo reconhece que a utilização de tecnologias inadequadas é um entrave para a competitividade dos agricultores familiares. Ele contextualiza a gestão no âmbito da agricultura familiar, destacando a importância das tecnologias de gestão e de informação para a competitividade da agricultura familiar agroecológica. No entanto, o trabalho observa que esses esforços ainda são incipientes, apontando a necessidade de ampliar o desenvolvimento e a adaptação de ferramentas clássicas de gestão, como marketing, logística, qualidade e custos, à realidade da agricultura familiar agroecológica. Um destaque é dado à gestão financeira, que é considerada uma ferramenta essencial para transformar a realidade das pequenas propriedades rurais, especialmente quando essas propriedades têm acesso a recursos de programas governamentais, como o Programa de Fortalecimento da Agricultura Familiar

(PRONAF). O artigo conclui ressaltando a importância de direcionar esforços para a adaptação das ferramentas de gestão às demandas específicas da agricultura familiar agroecológica, visando a uma maior competitividade e ao fortalecimento dessas propriedades rurais. Além disso, destaca a necessidade de investir na gestão financeira como uma via de transformação para as pequenas propriedades rurais, especialmente quando apoiadas por programas de desenvolvimento rural.

### **Capítulo X - “Extensão rural - acesso à informação e ao livre mercado”**

aborda a história e a importância da extensão rural, especialmente no contexto brasileiro, destacando o desenvolvimento de instituições como as Associações de Crédito e Assistência Rural (ACAR) durante o governo de Getúlio Vargas e a evolução dessas instituições no estado do Espírito Santo, culminando na presença do Incaper em todos os municípios do estado. Destaca-se que a tecnologia não é neutra e tem implicações sociais, incluindo sua adoção pelo setor produtivo. A difusão de tecnologia e a interinstitucionalidade são conceitos cruciais para o progresso tecnológico e científico em uma sociedade. O compartilhamento de conhecimentos e a colaboração entre instituições são fundamentais para superar desafios complexos e impulsionar o desenvolvimento sustentável e o bem-estar geral da população. Aponta que nas economias em desenvolvimento, especialmente em contextos como o Brasil, onde as novas tecnologias e informações têm dificuldade em ser fornecido adequadamente pelo mercado devido à sua informalidade e à sua caracterização como bens públicos, o papel do governo é essencial na disseminação dessas informações sobre inovações tecnológicas, visando melhorar a qualidade e produtividade em diversos setores, incluindo a agropecuária. Nesse contexto, o extensionista de Serviço Público desempenha um papel cada vez mais importante, compartilhando conhecimento e facilitando a adoção de práticas e tecnologias inovadoras pelos produtores. Exemplos notáveis incluem instituições como a Embrapa e o Incaper, que têm contribuído para o desenvolvimento sustentável por meio de pesquisa, assistência técnica e extensão rural. O estudo de caso da agroindústria Rancho Sossego, em parceria com instituições como o Ifes, destaca a indissociabilidade entre ensino, pesquisa e extensão no desenvolvimento sustentável da agricultura familiar, evidenciando como a colaboração entre diferentes atores contribui para alcançar resultados positivos no setor.

Disponível em:

<https://www.meridapublishers.com/rad6/>

Nas **Considerações Finais**, ressaltam-se a importância de converter as novas ideias e conceitos discutidos no trabalho em ações concretas. Faz-se uma crítica ao atual modelo de produção agropecuário e urbano-industrial, destacando a insustentabilidade que tem sido observada até o presente

momento. Nesse contexto, sugere-se a introdução do modelo de produção agroecológico como uma alternativa mais sustentável.

A esperança ao final da leitura desses capítulos é que sejam respondidos alguns questionamentos sobre os modelos de produção praticados atualmente. Espera-se que surjam comentários e reflexões que contribuam de forma significativa para o desenvolvimento e aplicação dos resultados apresentados no presente trabalho, bem como contribuição para a realização de trabalhos futuros.

A mensagem das Considerações Finais é de incentivo à ação, à busca por modelos de produção que sejam mais amigáveis ao meio ambiente e que promovam a sustentabilidade. A mudança no paradigma de produção é vista como um passo fundamental para enfrentar os desafios ambientais e sociais que o mundo enfrenta, e o modelo agroecológico é apontado como uma alternativa promissora nesse sentido. Portanto, espera-se que o trabalho não apenas suscite reflexões, mas também inspire ações práticas e mudanças em direção a um futuro mais sustentável.

Professor Maurício Novaes Souza

Guarapari, agosto de 2023.

## **Autores**

### **Adriano da Costa Borges**

Pós-graduando em Agroecologia e Sustentabilidade pelo Programa de Pós-Graduação em Agroecologia do Instituto Federal do Espírito Santos. Caixa Postal 47, CEP: 29.500-000. Alegre, ES. E-mail: acborges@gmail.com

### **Alciro Lamão Lazzarini**

Mestre em Agroecologia pelo Instituto Federal do Espírito Santo, campus de Alegre. Coordenador do Centro Regional de Desenvolvimento Rural Litoral Sul do Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural INCAPER. E-mail: lazzarinial@incaper.es.gov.br

### **Alexandre Cristiano Santos Júnior**

Professor do Instituto Federal do Espírito Santo - Caixa Postal 47, CEP: 29.500-000. Alegre, ES. E-mail: alexandre.cristiano@ifes.edu.br

### **Aline Marchiori Crespo**

Extensionista da INCAPER Cachoeiro do Itapemirim e Mestra pelo Programa de Pós-Graduação em Agroecologia do Ifes - Campus de Alegre, Caixa Postal 47. CEP: 29.500-000, Alegre, ES. E-mail: alinemcrespo@gmail.com

### **Andresa Carolina Mendes Pinheiro**

Mestranda em Agroecologia pelo Programa de Pós-Graduação em Agroecologia do Instituto Federal do Espírito Santo - Campus de Alegre. Caixa Postal 47, CEP: 29500-000, Alegre, ES. E-mail: andresamendes2016.am@gmail.com

### **Aparecida de Fátima Madella de Oliveira**

Professora do Instituto Federal do Espírito Santo e do Programa de Pós-Graduação em Agroecologia do Campus de Alegre, Caixa Postal 47, CEP: 29.500-000, Alegre - ES. E-mail: amadella@ifes.edu.br

### **Athos José Rodrigues de Souza**

Graduando em Licenciatura em Ciências Biológicas pelo Instituto Federal do Espírito Santo – Campus Santa Teresa. CEP: 29.660-000. Santa Teresa-ES. E-mail: athosjosebio@gmail.com

### **Breno Pinto Rayol**

Professor da Universidade Federal Rural da Amazônia lotado no Instituto de Ciências Agrárias (ICA) - CEP: 68650-000. Belém, PA. E-mail: bprayol@yahoo.com.br

### **César Santos Carvalho**

Engenheiro Florestal. Mestre em Agroecologia e Manejo de Irrigação; Agente de Desenvolvimento Agropecuário Incaper em Itarana/ES. Rua Paschoal Marquez, 120, Itarana/ES. CEP: 29.620-000. E-mail: cesar.carvalho@incaper.es.gov.br

### **Clarissa Alves de Novaes**

Professora do Instituto Federal Sudeste de Minas campus Muriaé. Av. Cel. Monteiro de Castro, 550 - Barra, Muriaé, MG, CEP: 36.884-036. E-mail: clarissa.novaes@ifsudestemg.edu.br

### **David Brunelli Viçosi**

Mestrando em Agroecologia pelo Programa de Pós-Graduação em Agroecologia do Instituto Federal do Espírito Santo - Campus de Alegre. Caixa Postal 47, CEP: 29.500-000, Alegre, ES. E-mail: davidbrunellivicosi@gmail.com

### **Dayvson Dansi Rodrigues**

Mestrando em Agroecologia pelo Programa de Pós-Graduação em Agroecologia do Ifes - Campus de Alegre, Caixa Postal 47, CEP: 29500-000, Alegre-ES. E-mail: dansibio@gmail.com

### **Dieison Morozoli da Silva**

Engenheiro Cartógrafo e Agrimensor, Bacharel em Ciência e Tecnologia, Especialista em Desenvolvimento Regional e Territorial, mestrando em Geografia pelo Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul – Campus do Vale, CEP: 90650-001, Porto Alegre-RS. E-mail: dieison.ufp@gmail.com.

### **Ellem Suane Ferreira-Alves**

Pós-graduanda em Agroecologia e Sustentabilidade pelo Instituto Federal do Espírito Santo e Mestre em Agriculturas Amazônicas e Desenvolvimento Sustentável pela Universidade Federal do Pará - CEP: 66075-110. Belém, PA. E-mail: suaneellen@gmail.com

### **Emily de Matos Barbosa**

Graduada em Tecnologia em Cafeicultura pelo Instituto Federal do Espírito Santo do Campus de Alegre - Caixa postal 47. CEP: 29.500-000. Alegre, ES. E-mail: matosbemily@gmail.com

### **Erasmus Vergineo**

Graduado em Tecnologia em Cafeicultura pelo Instituto Federal do Espírito Santo do Campus de Alegre - Caixa postal 47. CEP: 29.500-000. Alegre, ES. E-mail: erasmoverginio33@gmail.com

### **Evaldo de Paula**

Mestrando em Agroecologia do Instituto Federal do Espírito Santo do Campus de Alegre - Caixa postal 47, CEP: 29.500-000, Alegre, ES. E-mail: evaldodepaula1969@gmail.com

### **Evandro de Araújo V. Júnior**

Graduado em Tecnologia em Cafeicultura pelo Instituto Federal do Espírito Santo do Campus de Alegre - Caixa postal 47. CEP: 29.500-000. Alegre, ES. E-mail: evandro1403@outlook.com

### **Fátima Landim Souza**

Possui Especialização em Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável pelo CEFET-RP (2007) e mestrado em Educação pela Universidade de Brasília - UnB (2009). Professora titular do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas campus Rio Pomba. E-mail: fatima.landim@ifsudestemg.edu.br

### **Francielle Santana de Oliveira**

Mestre em Ciências Florestais Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais da Universidade Federal do Espírito Santo - Campus de Jerônimo Monteiro, CEP: 29.550-000, Jerônimo Monteiro, ES e Pós-graduada em Agroecologia pelo Programa de Pós-Graduação em Agroecologia do Instituto Federal do Espírito Santo - Campus de Alegre. E-mail: francy-santana@hotmail.com.

### **Gabriela Alves de Novaes**

Administradora de empresas pela UFV e Especialista em Gestão Estratégica de Pessoas pela Universidade Federal de São João Del Rei. Avenida Bias Fortes, 1122, Centro, Belo Horizonte - MG. CEP: 30.170-014. E-mail: gabianovaes@yahoo.com.br

### **Geisa Corrêa Louback**

Mestre em Agroecologia pelo Programa de Pós-Graduação em Agroecologia do Instituto Federal do Espírito Santo - Campus de Alegre, Caixa Postal 47, CEP: 29.500-000, Alegre, ES. E-mail: geisa.louback1980@gmail.com

### **Gláucia Maria Ferrari**

Professora do Instituto Federal do Espírito Santo - Caixa Postal 47, CEP: 29.500-000. Alegre, ES. E-mail: glaucia.ferrari@ifes.edu.br

### **Gleidiene dos Santos Bento,**

Graduada em Tecnologia em Cafeicultura pelo Instituto Federal do Espírito Santo do Campus de Alegre - Caixa postal 47. CEP: 29.500-000. Alegre, ES. E-mail: sb.gleidi@gmail.com

### **Guilherme Andrião Trugilho**

Mestrando em Agroecologia pelo Programa de Pós-Graduação em Agroecologia do Ifes - Campus de Alegre, Caixa Postal 47, CEP: 29.500-000, Alegre-ES. E-mail: guilhermeat.bio@gmail.com.

### **Gustavo Rodrigues de Souza**

Mestre em Agroquímica pela Universidade Federal do Espírito Santo-Campus de Alegre, Alto Universitário, S/N Guararema- CEP: 29.500-000. Alegre. E-mail: gustavo.souza.60@edu.ufes.br

### **Igor Borges Peron**

Mestrando em Agroecologia pelo Programa de Pós-Graduação em Agroecologia do Instituto Federal do Espírito Santo - Campus de Alegre. Caixa Postal 47, CEP: 29.500-000, Alegre, ES. E-mail: igor.borgesperon@gmail.com.

### **Jean Herllington Araújo Monteiro**

Professor do Instituto Federal do Piauí- Campus Cocal, Rodovia PI 213, CEP: 64.235.000. Cocal. E-mail: jean.herllington@ifpi.edu.br

### **Jéferson Luiz Ferrari**

Professor do Instituto Federal do Espírito Santo e do Programa de Pós-Graduação em Agroecologia do Campus de Alegre, Caixa Postal 47, CEP: 29.500-000, Alegre - ES. E-mail: ferrarijl@ifes.edu.br



### **João Medeiros Neto**

Mestrando pelo Programa de Pós-graduação em Agroecologia do Ifes - Campus de Alegre e Técnico em Desenvolvimento Rural - Incaper, Alfredo Chaves – ES. Caixa Postal 47. CEP: 29.500-000, Alegre, ES. E-mail: joaoneto.jmnmn@gmail.com

### **Joana Scarparo Novello**

Mestranda em Agroecologia pelo Programa de Pós-Graduação em Agroecologia do Instituto Federal do Espírito Santo - Campus de Alegre, Caixa Postal 47, CEP: 29.500- 000, Alegre, ES. E-mail: joanasnovello@gmail.com

### **João Sávio Monção Figueiredo**

Mestrando em Agroecologia pelo Programa de Pós-Graduação em Agroecologia do Instituto Federal do Espírito Santo - Campus de Alegre. Caixa Postal 47, CEP: 29.500-000, Alegre, ES. E-mail: moncaofigueiredo@gmail.com

### **José Ricardo Mariano de Souza**

Mestrando em Agroecologia pelo Programa de Pós-Graduação em Agroecologia do Ifes - Campus de Alegre, Caixa Postal 47, CEP: 29500-000, Alegre, ES. E-mail: josericardomarianodesouza@gmail.com

### **Julia Falqueto Ambrosim**

Licenciada e Bacharelada em Ciências Biológicas e Mestranda em Agroecologia pelo Programa de Pós-Graduação em Agroecologia do Ifes - Campus de Alegre, Caixa Postal 47, CEP: 29.500-000, Alegre, ES. E-mail: juliafalqambro@gmail.com

### **Luana Soares Egidio**

Mestranda em Agroecologia pelo Programa de Pós-Graduação em Agroecologia do Instituto Federal do Espírito Santo - Campus de Alegre. Caixa Postal 47, CEP: 29.500-000, Alegre, ES. Rua Emeliana Emery, Centro- nº 128. Guaçuí - ES. CEP: 29560-000. E-mail: luanaegidio81@gmail.com

### **Luciano Menini**

Professor do Instituto Federal do Espírito Santo e do Programa de Pós-Graduação em Agroecologia do Campus de Alegre - Caixa Postal 47, CEP: 29.500-000. Alegre, ES. E-mail: lmenini@ifes.edu.br

**Maria Amélia Bonfante da Silva**

Mestranda em Agroecologia pelo Programa de Pós-Graduação em Agroecologia do Instituto Federal do Espírito Santo - Campus de Alegre, Caixa Postal 47, CEP: 29.500- 000, Alegre, ES. E-mail: amelbsilva@gmail.com

**Marlon Alves Peçanha da Silva**

Mestrando em Agroecologia pelo Programa de Pós-Graduação em Agroecologia do Instituto Federal do Espírito Santo - Campus de Alegre. Caixa Postal 47, CEP: 29.500-000, Alegre, ES. E-mail: marlononi@hotmail.com

**Marjorie Mezabarba Gonçalves**

Mestranda em Agroecologia pelo Programa de Pós-Graduação do Instituto Federal do Espírito Santo Campus de Alegre. Caixa Postal 47, CEP: 29.500-000, Alegre, ES. E-mail: marjorie.mezabarba@gmail.com

**Mauricio Ferreira Moreira**

Mestrando em Agroecologia pelo Programa de Pós-Graduação em Agroecologia do Instituto Federal do Espírito Santo - Campus de Alegre, Caixa Postal 47, CEP: 29.500- 000, Alegre, ES. E-mail: mauricio1fmoreira@gmail.com

**Maurício Novaes Souza**

Professor do Instituto Federal do Espírito Santo e do Programa de Pós-Graduação em Agroecologia do Campus de Alegre - Caixa Postal 47, CEP: 29.500-000. Alegre, ES. E-mail: mauricios.novaes@ifes.edu.br

**Mayra da Silva Polastrelli Lima**

Graduada em Tecnologia em Cafeicultura pelo Instituto Federal do Espírito Santo do Campus de Alegre - Caixa postal 47. CEP: 29.500-000. Alegre, ES. E-mail: maypolastrelli@gmail.com

**Natália Cassa**

Mestranda em Agroecologia pelo Programa de Pós-Graduação em Agroecologia do Instituto Federal do Espírito Santo - Campus de Alegre, Caixa Postal 47, CEP: 29.500- 000, Alegre, ES. E-mail: tbrmoreira@hotmail.com

**Otacílio José Passos Rangel**

Professor do Instituto Federal do Espírito Santo e do Programa de Pós-Graduação em Agroecologia do Campus de Alegre, Caixa Postal 47, CEP: 29.500-000, Alegre - ES. E-mail: otaciliorangel@gmail.com

### **Otávio Pereira Araujo**

Mestre em Agroecologia pelo Programa de Pós-Graduação em Agroecologia do Instituto Federal do Espírito Santo - Campus de Alegre. Caixa Postal 47, CEP: 29500- 000, Alegre, ES. E-mail: araujo.otavio1994@gmail.com

### **Poliana Lemes Azevedo**

Mestranda em Agroecologia pelo Programa de Pós-Graduação do Instituto Federal do Espírito Santo Campus de Alegre. Caixa Postal 47, CEP: 29.500-000, Alegre, ES. E-mail: polianalemesazevedo@gmail.com

### **Priscila de Oliveira Nascimento**

Mestranda em Agroecologia pelo Programa de Pós-Graduação em Agroecologia do Instituto Federal do Espírito Santo - Campus de Alegre, Caixa Postal 47, CEP: 29.500- 000, Alegre, ES. E-mail: prinascim@gmail.com

### **Roney José Monteiro**

Pós-graduando em Agroecologia pelo Programa de Pós-Graduação em Agroecologia do Instituto Federal do Espírito Santo. Rua Antônio Boechat, 15. Centro, Divino das Laranjeiras-MG, 35.265-000. E-mail: rmonteiro007@hotmail.com

### **Sidnei Luís Bohn Gass**

Professor na Universidade Federal do Pampa, Campus Itaqui, RS, e no Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul – CEP 97.650-000. Rua Luis Joaquim de Sá Brito, sn, UNIPAMPA, Itaqui, RS. E-mail: sidneibohngass@gmail.com.

### **Sidney Ferreira de Arruda**

Engenheiro Agrônomo, mestre em Geografia, pós-graduando em Agroecologia e Sustentabilidade pelo Programa de Pós-Graduação em Agroecologia do Instituto Federal do Espírito Santo, doutorando em Geografia pelo Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul – Campus do Vale, CEP: 90650-001, Porto Alegre-RS. E-mail: sidneyarruda@outlook.com.

### **Sillas Ramos Mariano**

Mestrando em Agroecologia pelo Programa de Pós-Graduação em Agroecologia do Instituto Federal do Espírito Santo - Campus de Alegre. Caixa Postal 47, CEP: 29.500-000, Alegre, ES. E-mail: marianosillas@gmail.com

**Silvia Aline Bérghamo Xavier**

Mestranda e Pós-graduada em Agroecologia pelo Programa de Pós-Graduação em Agroecologia do Instituto Federal do Espírito Santo - Campus de Alegre. Caixa Postal 47, CEP: 29.500-000, Alegre, ES. E-mail: silviaaline.xavier@gmail.com

**Vívia Motta Leal**

Mestranda em Agroecologia pelo Programa de Pós-Graduação em Agroecologia do Instituto Federal do Espírito Santo - Campus de Alegre. Caixa Postal 47, CEP: 29.500-000, Alegre, ES. E-mail: viviamotta@hotmail.com

**Willian Moreira da Costa**

Mestrando e Pós-graduado em Agroecologia pelo Programa de Pós-Graduação em Agroecologia do Instituto Federal do Espírito Santo - Campus de Alegre. Caixa Postal 47, CEP: 29.500-000, Alegre, ES. E-mail: willianbiologo@hotmail.com

## Índice

### **CAPÍTULO 1 ..... 40**

#### **A dispersão natural de sementes com enfoque em síndromes zoocóricas**

Willian Moreira da Costa, Athos José Rodrigues de Souza, Aparecida de Fátima Madella de Oliveira, Maurício Novaes Souza

### **CAPÍTULO 2 ..... 72**

#### **Revegetação, matéria orgânica e a sustentabilidade nos procedimentos de recuperação de solos degradados**

Maurício Novaes Souza, Priscila de Oliveira Nascimento, Roney José Monteiro, Guilherme Andrião Trugilho, Mauricio Ferreira Moreira, Geisa Corrêa Louback, Aline Marchiori Crespo, Igor Borges Peron, Willian Moreira da Costa, João Sávio Monção Figueiredo

### **CAPÍTULO 3 ..... 94**

#### **Estratégias de recuperação de áreas degradadas**

Dayvson Dansi Rodrigues, Sillas Ramos Mariano, Maria Amélia Bonfante da Silva, Otacílio José Passos Rangel, César Santos Carvalho, Guilherme Andrião Trugilho, Marlon Alves Peçanha da Silva, Marjorie Mezabarba Gonçalves, Luana Soares Egidio, Silvia Aline Bérغامo Xavier, Natália Cassa, Aline Marchiori Crespo, Geisa Corrêa Louback, Igor Borges Peron, Maurício Novaes Souza

### **CAPÍTULO 4 ..... 126**

#### **Identificação e caracterização dos riscos à degradação ambiental de microbacias hidrográficas em assentamentos de reforma agrária por meio de técnicas de geoprocessamento e da análise espacial multicritério: uma proposta**

Sidney Ferreira de Arruda, Jéferson Luiz Ferrari, Sidnei Luís Bohn Gass, Dieison Morozoli da Silva, Marjorie Mezabarba Gonçalves, Maurício Novaes Souza

**CAPÍTULO 5 ..... 160**

**Viabilidade técnica da utilização de resíduo do beneficiamento de granito na indústria e na agricultura**

Adriano da Costa Borges, Maurício Novaes Souza, Julia Falqueto Ambrosim, Silvia Aline Bérغامo Xavier

**CAPÍTULO 6 ..... 194**

**Potencial de óleos essenciais de espécies nativas no controle de *Fusarium verticillioides* em sementes de milho**

Otávio Pereira Araújo, Poliana Lemes Azevedo, Gustavo Rodrigues de Souza, Jean Herllington Araújo Monteiro, Francielle Santana de Oliveira, Luciano Menini, Maurício Novaes Souza

**CAPÍTULO 7 ..... 211**

**Produção de mudas do café sob diferentes teores de composto orgânico**

Emily de Matos Barbosa, Erasmo Vergineo, Evandro de Araújo V. Júnior, Gleidiane dos Santos Bento, Mayra da Silva Polastrelli Lima, Joana Scarparo Novello, Andresa Carolina Mendes Pinheiro, Maurício Novaes Souza

**CAPÍTULO 8 ..... 226**

**Levantamento socioeconômico e experiências agroecológicas das mulheres ribeirinhas nos quintais da Ilha Saracá, Limoeiro do Ajuru, estado do Pará**

Ellem Suane Ferreira-Alves, Breno Pinto Rayol, José Ricardo Mariano de Souza, Julia Falqueto Ambrosim, Maurício Novaes Souza

**CAPÍTULO 9 ..... 245**

**Abordagem gerencial para o desenvolvimento da agricultura familiar com base no sistema de produção agroecológica**

Fátima Landim Souza, Alciro Lamão Lazzarini, Evaldo de Paula, Clarissa Alves de Novaes, Gabriela Alves de Novaes, Luana Soares Egidio, Gláucia Maria Ferrari, Aline Marchiori Crespo, Maurício Novaes Souza

**CAPÍTULO 10 ..... 276**

**Extensão rural - acesso à informação e ao livre mercado**

Maurício Novaes Souza, João Medeiros Neto, Roney José Monteiro, David Brunelli Viçosi, Vivia Motta Leal, Alexandre Cristiano Santos Júnior, Clarissa Alves de Novaes, Gabriela Alves de Novaes, Andresa Carolina Mendes Pinheiro, Aline Marchiori Crespo, Priscila de Oliveira Nascimento

**CONSIDERAÇÕES FINAIS ..... 314**

---

## A dispersão natural de sementes com enfoque em síndromes zoocóricas

Willian Moreira da Costa, Athos José Rodrigues de Souza, Aparecida de Fátima Madella de Oliveira, Maurício Novaes Souza

<https://doi.org/10.4322/mp.978-65-84548-14-5.c1>

### Resumo

A dispersão de sementes nos ecossistemas é um processo natural realizado pelos fatores abióticos, o vento (anemocórica) e a água (hidrocórica), como também por agentes vivos, como as ações próprias de disseminação das plantas (autocórica ou mecânica); ou auxiliada por diferentes grupos de animais (zoocórica). De fato, é um processo natural e vital para a reprodução e diversidade das plantas. Esse processo envolve o transporte das sementes a certa distância da planta mãe, o que ajuda a evitar a competição por recursos e a colonização de novas áreas. Dentre os animais, representantes dos mamíferos não-voadores e voadores, aves, répteis, peixes e até certos grupos de insetos, atuam de forma ampla dispersando inúmeras espécies da flora. As plantas e os animais desenvolveram adaptações para realizarem esse processo ecológico de forma efetiva, tais como a produção de frutos adocicados e coloridos e a estruturação corporal adequada para a coleta de frutos. A dispersão natural atua contribuindo para o bom funcionamento dos ecossistemas, visando o fluxo gênico das plantas, o aumento da abrangência espacial das espécies botânicas, a diminuição da predação e competição, que influencia positivamente, por exemplo, no aumento das taxas de germinação. No entanto, o decréscimo do número de animais dispersores, influenciado pela fragmentação florestal associado à caça predatória, tem colocado esse processo em risco, trazendo incertezas ao bem-estar dos ecossistemas.

**Palavras-chave:** Ecossistemas. Fauna. Flora. Frugivoria. Sementes.



## 1. Introdução

Os ecossistemas são formados por diversas redes de interações, que visam manter os ambientes ecologicamente equilibrados. Impactos, mudanças bruscas nas relações dos seres vivos ocasionadas pelo homem podem trazer inúmeros malefícios, colocando os agentes em risco, incluindo, a perda de habitat, endocruzamento, perda de variabilidade gênica, suscetibilidade a doenças, extinção, entre outros.

A diversidade de estratégias de dispersão de sementes ajuda a garantir que as plantas se espalhem por diferentes áreas, o que é importante para a colonização de novos habitats, a adaptação às mudanças ambientais e a manutenção da diversidade genética dentro das populações vegetais. Portanto, a dispersão de sementes é um processo fundamental nos ecossistemas naturais (SOUZA, 2023).

Inúmeras são as interações que ocorrem entre os seres vivos. Algumas são benéficas para os todos os envolvidos, por exemplo, o evento da polinização. Algumas são positivas para um participante, e o outro segue sem prejuízo, como a relação de algumas orquídeas e árvores, caracterizando o inquilinismo. Outras relações, no entanto, são benéficas para um, enquanto o outro sofre prejuízo, como a predação, o parasitismo, entre outras.

As plantas e os animais possuem relação evolutiva íntima, onde desenvolveram estratégias únicas para se manterem nos ambientes, incluindo mudanças morfológicas, fisiológicas, comportamentais e reprodutivas. Dentre as associações entre a flora e a fauna, a dispersão natural ou síndrome de dispersão, encontra-se como uma das estratégias mais bem sucedidas, com efetiva importância para a manutenção dos ecossistemas.

O surgimento de frutos nas plantas, por exemplo, foi um evento que muito contribuiu para disseminação das mesmas nos ambientes, pois através desta adaptação, muitos animais se tornaram agentes dispersores de sementes (MOREIRA-COSTA; SOUZA, 2022). Neste capítulo, serão apresentados pontos sobre a dispersão natural e as síndromes envolvidas, dando ênfase à dispersão

realizada por animais vertebrados, indicando a biologia de alguns grupos e as principais espécies botânicas utilizadas na frugivoria<sup>1</sup>.

## 2. A dispersão natural

O surgimento das sementes nas plantas foi um evento evolutivo que permitiu a perpetuação e a distribuição das espécies no espaço e no tempo, uma vez que as mesmas possuem como papel biológico a conservação dos vegetais nos ecossistemas (DEMINICIS et al., 2009). Acredita-se que as sementes tenham surgido por volta de 350 milhões de anos atrás, como resposta às pressões do ambiente (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000).

Segundo Zimmermann (2014), a principal função das sementes é a propagação das espécies nos ambientes, germinando, assim, quando houver condições ambientais que possibilitem o desenvolvimento das plântulas.

A dispersão de sementes, também chamada de dispersão natural, é um processo importante no ciclo de vida das plantas. É caracterizado pelo deslocamento dos propágulos advindos da planta mãe pelos ambientes. Basicamente, a dispersão é o transporte de sementes a partir da planta mãe para diversos ambientes, variando as distâncias de centímetros a quilômetros (MOREIRA-COSTA; SOUZA, 2022).

As possibilidades de desenvolvimento próximo à planta mãe são pequenas: devido à predação por consumidores de sementes e também pela competição intra e interespecífica. Com a distribuição dos propágulos em áreas afastadas da planta parental, as chances de estabelecimento das plântulas crescem significativamente (DEMINICIS et al., 2009).

Entre os principais benefícios advindos da dispersão, podem-se citar: a redução significativa da predação de sementes, que é ocasionada especialmente por invertebrados; a elevação da taxa de germinação; a colonização de novos ambientes; o enriquecimento do fluxo gênico entre

---

<sup>1</sup> Tipo específico de dispersão de sementes realizada por animais frugívoros, ou seja, animais que se alimentam principalmente de frutas.

espécies e populações (SÁNCHEZ-CORDEIRO; MARTÍNEZ-GALLARDO, 1998; ANDREAZZI; PIRES; FERNANDEZ, 2009).

Portanto, a dispersão natural, processo no qual as sementes são levadas das proximidades da planta parental para outras áreas, é um processo primordial para a flora (JORDANO et al., 2006; ANDREAZZI; PIRES; FERNANDEZ, 2009).

A eficácia da dispersão pode influenciar de forma direta na estruturação e na dinâmica das florestas, sendo um dos fatores pela manutenção da diversidade vegetal e evento inicial do processo de sucessão natural (GALETTI et al., 2004; MOREIRA-COSTA; SOUZA, 2022).

A dispersão de sementes é vista como uma importante atividade ecológica na regeneração ambiental, sendo considerada como o evento que precede o estabelecimento das plantas nos ambientes, apresentando essencial papel na revegetação dos ecossistemas naturais (DEMINICIS et al., 2009; SOUZA, 2021).

A crescente modificação das áreas verdes, visando a retirada da cobertura vegetal nativa para implantação das monoculturas intensivistas, utilização inadequada do solo, criam paisagens com mosaicos que são formados basicamente por fragmentos florestais isolados, dificultando expressivamente o fluxo gênico das populações, tanto vegetais, quanto animais (ANDREAZZI; PIRES; FERNANDEZ, 2009; SOUZA, 2015; LANDIS, 2017).

Além disso, com a fragmentação das áreas verdes, a fauna de médio a grande porte acaba ficando confinada nesses ambientes, estando mais suscetível a caça predatória. As ações humanas influenciam de forma direta e negativa a dispersão natural, devido a caça que diminui o número de animais dispersores (CORLETT, 2017; BENÍTEZ-LÓPEZ et al., 2017).

Assim, com a diminuição desses animais, as florestas passam pelo processo de “defaunação”, que é quando o número de animais se reduz progressivamente, colocando essas áreas como ecologicamente ineficientes, devido ao decréscimo das interações entre plantas-animais (ANDREAZZI; PIRES; FERNANDEZ, 2009).

As interações plantas-animais, que correspondem às funções ecológicas mais afetadas pela fragmentação florestal, são a polinização e a dispersão/predação de sementes (MURCIA, 1996). De acordo com Diniz (2017),

é imprescindível evitar a extinção das espécies e respeitar o meio ambiente. Isso porque cada ecossistema desempenha uma função única na natureza, sob pena de acarretar o desequilíbrio ambiental, constituindo grave ameaça à rica biodiversidade de nosso planeta e à humanidade. Caso extinta perderia o que se tem de mais precioso: seu direito à vida e à sadia qualidade de vida.

A alimentação de uma grande parcela de animais na região tropical é baseada em frutos. Alguns utilizam os mesmos de forma parcial, em pelo menos uma parte do ano; no entanto, outros representantes da fauna necessitam de forma integral de frutos para a sua nutrição (HOWE; SMALLWOOD, 1982; ANDREAZZI; PIRES; FERNANDEZ, 2009).

Acredita-se que cerca de 80% dos vertebrados que compõem as florestas tropicais sejam herbívoros e frugívoros; e que de 51% a 98% das árvores presentes em toda região neotropical possuem relação íntima com vertebrados, sendo os mesmos os seus dispersores (REDFORD 1992; STONER et al., 2007) (Figura 1).



**Figura 1.** Dispersão natural de sementes de Palmaceae por síndrome zoocórica.

Fonte: Acervo Willian Moreira da Costa, 2023.

Em estudo na região Nordeste, nos intermédios da Caatinga e o Cerrado sobre chuva de sementes e síndromes de dispersão, foi constatado que a dispersão realizada por animais ocorreu durante todo o ano (MORAIS et al., 2022), o que denota a importância da fauna para o equilíbrio ecológico.

Alterações na comunidade de animais frugívoros sob influência da fragmentação florestal afeta diretamente a dispersão e conseqüentemente o desenvolvimento e o fluxo gênico da flora, comprometendo, dessa forma, a regeneração natural dos ecossistemas (GALETTI et al., 2006; ANDREAZZI; PIRES; FERNANDEZ, 2009).

## **2.1. Tipos de dispersão natural**

A dispersão natural pode ocorrer de diversas maneiras; no entanto, a que é realizada pelo vento e pelos animais são as mais comuns e as mais efetivas. O processo de dispersão é complexo e envolve inúmeras adaptações por partes das plantas para conseguirem disseminar suas sementes (WILLSON; TRAVESET, 2000; LIMA et al., 2008).

Essas estratégias de dispersão têm evoluído ao longo de milhões de anos, permitindo que as plantas colonizem novas áreas, escapem da competição direta com seus parentes e maximizem suas chances de sobrevivência e reprodução. As plantas que dependem do vento para distribuir seus diásporos se adaptaram de tal forma, que as sementes adquiriram no decorrer da evolução “asas” ou “plumas”, que facilitam o carrear pelo vento. Por outro lado, as plantas que dependem dos animais, criaram em torno das sementes, polpas adocicadas, na maioria dos casos, frutos coloridos que chamam atenção da fauna (JORDANO, 2000; WILLSON; TRAVESET, 2000).

A dispersão é uma relação vantajosa entre plantas e animais, enquanto as plantas têm suas sementes distribuídas em diferentes distâncias, nos mais diferentes ambientes, diminuindo a taxa de predação e aumentando a taxa de germinação em novos ecossistemas, os animais recebem pelo serviço ganhos nutricionais, advindos da ingestão dos frutos (JORDANO, 2000; ZIMMERMANN, 2014). De acordo com Jordano (2000), muitos frutos servem como fontes de

água, carboidratos, sais minerais e vitaminas para os grupos da fauna que utilizam deste recurso em sua alimentação.

Para classificar os tipos de dispersão, deve-se levar em consideração, primordialmente, as características morfológicas das sementes, como também os vetores carreadores envolvidos (Tabela 1).

**Tabela 1.** Classificação dos tipos de dispersão de sementes de acordo com os vetores.

<b>SÍNDROMES DE DISPERSÃO</b>			
<b>Categorias</b>	<b>Tipos</b>	<b>Subtipos</b>	<b>Vetores</b>
<b>ABIÓTICO</b>	Anemocoria	Anemocoria	Correntes eólicas
		Ombrocoria	Carreamento por gotas de chuva
		Nautocoria	Flutuação na lâmina d'água
	Hidrocoria	Bythisocoria	Carregamento submerso - correntes de água
		Balocoria	Sementes expulsas pela planta parental em forma de cápsulas ou bagas
	Autocoria	Blastocoria	Deposição ativa pela planta mãe
		Herpocoria	Mecanismos de turgidez que expellem as sementes
Barocoria	Barocoria	Dispersão da semente ocasionada pelo peso do fruto	
<b>BIÓTICO</b>	Semacoria	Semacoria	Movimentação de galhos/ramos da planta parental permeados pelo vento
		Mirmecocoria	Realizada por formigas
		Ornitocoria	Realizada por aves
	Zoocoria	Mamaliocoria	Realizada por mamíferos não-alados
		Quiropteroecoria	Realizada por morcegos
		Ictiocoria	Realizada por peixes
		Saurocoria	Realizada por répteis
	Antropocoria	Antropocoria	Transporte de sementes/propágulos externamente no homem
		Agocoria	Movimentação dos solos (ação humana)
		Speirocoria	Lotes de sementes com lotes de sementes daninhas
Hemerocoria	Hemerocoria		

Fonte: Adaptado de Deminicis et al., 2009.

Dentre esses dois referenciais, pode-se citar que (DEMINICIS et al., 2009):

✓ Tempo e período estão ligados diretamente aos tipos de dispersão, uma vez que os mesmos sinalizam se as sementes são liberadas na presença ou não de um determinado vetor de dispersão;

✓ A altura das plantas, frutos e sementes, indicam se as sementes estão ao alcance dos vetores, por exemplo, animais, máquinas, água; e

✓ Grande número de sementes, elevam-se as chances da germinação e futuro desenvolvimento das plântulas, qualificando a planta parental ao sucesso reprodutivo.

Outros fatores importantes a serem observados também são (BONN, 2004; DEMINICIS et al., 2009):

✓ Hidrofilia ou hidrofobia: significa que as cápsulas onde se encontram as sementes irão se abrir, exclusivamente, de acordo com as condições ambientais. É importante, por exemplo, para a dispersão por anemocoria, onde baixos índices de umidade favorecem as sementes aladas; em contrapartida, certas cápsulas que dependem de altas umidades só se abrirão durante dias chuvosos ou por outros meios nos quais haja a oferta de água;

✓ Tamanho e a forma das sementes: influenciam na sobrevivência dos embriões vegetativos após passarem pelo trato digestivo dos animais dispersores - sementes pequenas e esféricas possuem mais chances de sobrevivência;

✓ Peso das sementes: podem influenciar no tempo que ficam dentro do tubo digestório;

✓ Morfologia das sementes, presença de ganchos, tegumento mais resistente: podem contribuir de forma significativa no transporte das sementes, uma vez que as mesmas se aderem nos corpos dos animais, por via dos pelos, gerando assim, eficiência na dispersão. Sementes com tegumento duro, porém liso, aumentam as taxas de sobrevivência ao passarem pelo trato digestivo dos dispersores.

O fato é que essa cooperação entre plantas e animais beneficia ambos os lados, uma vez que as plantas têm suas sementes dispersas e os animais obtêm alimento. Exemplos notáveis de zoocoria incluem a dispersão de sementes de

muitas árvores frutíferas, como o cacauieiro (*Theobroma cacao*) e a castanheira (*Castanea* spp.) (WILLSON; TRAVESET, 2000).

De acordo com esses mesmos autores, esses mecanismos de dispersão não apenas influenciam a distribuição geográfica das espécies, mas também desempenham um papel importante na colonização de habitats, na recuperação de áreas degradadas e na manutenção da diversidade genética das populações vegetais. Portanto, compreender como a dispersão de sementes ocorre e como ela interage com os animais e o ambiente é crucial para a ecologia e a conservação das plantas.

## 2.2. Alguns grupos de animais dispersores e suas respectivas síndromes

### ➤ Classe Mammalia - Mamíferos

#### ✓ Ordem Primates - (Primatas) - Síndrome Mamaliocoria

Os macacos representam um dos grupos de frugívoros com maior potencial para a dispersão de sementes, sendo reconhecidos como animais-chave para esta função ecológica em florestas tropicais (STONER et al., 2007). Primatas neotropicais preferem se alimentar de frutos grandes e disseminam as sementes por longas distâncias (Figuras 2 e 3).



**Figuras 2 e 3.** Representantes do grupo dos primatas: à esquerda o Muriqui-do-norte (*Brachyteles hypoxanthus*); e à direita um Sagui do gênero (*Callithrix* sp.).

Fonte: Athos José Rodrigues de Souza, 2023.



A família Cebidae é reconhecida por possuir espécies com grande importância na dispersão e na pré-dispersão, mas também na sua alta vulnerabilidade a fragmentação dos ambientes.

Sabe-se que áreas verdes pequenas não comportam ecologicamente grandes grupos de primatas: quanto menor for o fragmento florestal, menores serão as populações destes animais, o que afeta diretamente na dispersão (STONER et al., 2007).

Espécies de primatas pertencentes aos gêneros: (*Ateles* – macaco-aranha; *Brachyteles* – miqui; *Lagothrix* – macaco-barrigudo), representam os grandes macacos frugívoros que possuem alta sensibilidade às modificações nos ambientes florestais, uma vez que necessitam de extensas áreas para a sua alimentação. Há de se considerar que a disponibilidade dos frutos é heterogênea no espaço e no tempo (JORDANO et al., 2006; ANDREAZZI; PIRES; FERNANDEZ, 2009).

✓ **Ordem Artiodactyla - (Cervos e porcos-do-mato) / Ordem Perissodactyla - (Antas) - Síndrome Mamaliocoria**

Cervos, queixadas, porcos-do-mato, antas podem apresentar espécies tanto predadoras de sementes, quanto dispersoras. Atuando na dispersão, liberaram as sementes a pequenas distâncias, cuspidando enquanto mastigam, por exemplo, como podem liberar as sementes a longas distâncias (GALETTI et al., 2001). Algumas das sementes ingeridas irão se perder devido à ação dos dentes destes animais, bem como pela ação da digestão química; no entanto, as sementes não deterioradas serão defecadas.

Em regiões da Caatinga, o imbuzeiro (*Spondias tuberosa*) possui como principais dispersores de suas sementes os mamíferos de pequeno a médio porte, entre eles, o veado-catingueiro (*Mazama gouazoubira*) (CAVALCANTI; RESENDE; BRITO, 2009).

Sementes defecadas pelas antas apresentam maiores chances de germinação e sobrevivência, devido ao menor risco de predação por essa espécie animal e também pelas baixas taxas de competição interespecífica (GALETTI et al., 2001; ANDREAZZI; PIRES; FERNANDEZ, 2009).

No entanto, estes animais necessitam de extensas áreas para manterem suas populações ecologicamente equilibradas. A fragmentação dos ambientes e a caça predatória são os fatores que mais influenciam negativamente estes grupos, levando muitas espécies à extinção local ou a populações reduzidas (GALETTI et al., 2001; ANDREAZZI; PIRES; FERNANDEZ, 2009).

#### ✓ **Ordem Rodentia - (Roedores) - Síndrome Mamaliocoria**

São animais que predam boa parte das sementes que encontram; no entanto, algumas espécies de roedores as estocam, contribuindo dessa forma para a dispersão natural (THEIMER, 2001; VANDER WALL; LONGLAND, 2004) (Figura 4).



**Figura 4.** Representante do grupo dos roedores estocadores de sementes: Caxinguelê do gênero (*Sciurus* sp.). Fonte: Athos José Rodrigues de Souza, 2023.

Os gêneros: (*Dasyprocta* – cutias, com hábitos frugívoros, com hábitos escavadores, com estocagem de sementes; *Proechimys* – rato-de-espinho, rato-de-facho, alimentação baseada em frutos e sementes; *Heteromys* – rato-canguru; camundongos – alimentação de frutos e sementes), são considerados como importantes na dispersão secundária, devido ao comportamento próprio de estocagem de sementes (ANDREAZZI; PIRES; FERNANDEZ, 2009).

Certas espécies vegetais têm suas sementes dispersas por esses animais. Entretanto, a relação fica ainda mais íntima quando os ambientes se encontram fragmentados sem a presença dos grandes frugívoros, dependendo praticamente só dos roedores para realizarem a dispersão das sementes (ANDREAZZI; PIRES; FERNANDEZ, 2009).

Dados revelam que a cutia (*Dasyprocta azarae*) é a principal espécie dispersora do acuri (*Attalea phalerata* Mart. ex Spreng), na região do Pantanal. O animal se beneficia do fruto, sem deteriorar a semente, disseminando-a até 50m de distância da planta parental. Ainda há registros da espécie enterrando as sementes sem causar danos a estrutura da mesma (NASCIMENTO et al., 2004).

Em estudo na região norte do Brasil, foi constatado que a cutia (*Dasyprocta leporina*) e a paca (*Agouti paca*), atuam na dispersão de forma conjunta ou isolada de cerca de 27 espécies de plantas, sendo algumas delas: cajá comum, cajá taperibá, cajarana do mato, copaíba, cupuaçu, jenipapo, jaciarana, jambo, jatobá, manga, mapati, pama preta, pupunha do mato (PASSOS; SILVA; COSTA, 2020).

#### ✓ **Ordem Didelphimorphia - (Marsupiais) - Síndrome Mamaliocoria**

É importante reconhecer a importância dos marsupiais e outros animais na manutenção da biodiversidade e na funcionalidade dos ecossistemas. Eles desempenham papéis vitais na ecologia das regiões onde habitam. Podem se fazer presentes em diferentes ambientes.

As espécies neotropicais podem consumir uma ampla variedade de alimentos, tais como frutos, néctar, invertebrados, pequenos vertebrados e ovos. Desempenham diversos papéis ecológicos, dentre eles a polinização, o controle de pragas e a dispersão de sementes (OLIVEIRA et al., 2007) (Figura 5).

Alguns exemplos de marsupiais neotropicais incluem gambás e cuícas. Em estudo com marsupiais em área de Cerradão e Floresta estacional semidecidual no estado de São Paulo, foi verificado que o gambá-de-orelha-branca (*Didelphis albiventris*) consome frutos de 11 espécies de plantas, pertencentes às famílias: Cactaceae, Caricaceae, Moraceae, Myrtaceae, Passifloraceae, Piperaceae,

Solanaceae, o que coloca essa espécie de marsupial como potencial dispersor de sementes das famílias citadas (LEIVA, 2010).



**Figura 5.** Representante do grupo dos marsupiais: Gambá-de-orelha-preta do gênero (*Didelphis* sp.). Fonte: Athos José Rodrigues de Souza, 2023.

✓ **Ordem Carnivora - (Cachorros-do-mato, graxaim) - Síndrome Mamaliocoria**

Em estudo na região sul do Brasil foi constatado que o cachorro-do-mato (*Cerdocyon thous*) é um efetivo dispersor de sementes, estando ligado à dispersão de nove espécies vegetais. Além disso, o mesmo se caracteriza como um animal importante na recuperação de áreas degradadas, uma vez que consegue relativamente se fazer presente nestes ambientes (ROCHA et al., 2004; ANDREAZZI; PIRES; FERNANDEZ, 2009).

Foi verificado na região Nordeste, em dois fragmentos florestais em recuperação, que o cachorro-do-mato é um potencial dispersor das sementes de carnaúba (*Copernicia prunifera*) (TORQUATO, 2015).

✓ **Ordem Chiroptera - (Morcegos) - Síndrome Quiropterochoria**

No Brasil, há cerca de 178 espécies de morcegos. Apresentam diversidade no que se refere aos hábitos alimentares. Compreendem espécies que se alimentam de insetos, pequenos vertebrados, sangue, néctar, frutos, sementes

(ALTRINGHAM, 2011; NOGUEIRA et al., 2014). Os morcegos estão envolvidos em diversas relações ecológicas; no entanto, destacam-se por apresentarem grande efetividade na dispersão de sementes dentro dos ecossistemas.

Na região neotropical, alimentam-se de frutos de cerca de 546 plantas, onde parte dessas espécies dependem exclusivamente destes animais para dispersar suas sementes. Assim, são considerados importantes dispersores, uma vez que ao consumirem os frutos maduros e ao defecarem suas sementes distantes da planta parental, geralmente em áreas abertas, contribuem de forma positiva para a dispersão (LOBOVA et al., 2009; LIMA et al., 2016).

Os morcegos especializados na frugivoria pertencem às seguintes subfamílias: Stenodermatinae, Carollinae e Rhinophyllinae - apresentam representantes em todos os biomas brasileiros. A Mata Atlântica apresenta 22 espécies de morcegos voltados ao hábito frugívoro (RIBEIRO et al., 2009).

Para esses mesmos autores, algumas espécies da flora dispersas por morcegos são: copiã (*Vismia martiana*), casca-dura (*Humiriastrum mussunungense*), imbuia (*Ocotea* sp.), murici (*Byrsonima stipulacea*), ingá (*Inga laceifolia*), mata-pau (*Ficus gomelleira*), apuí (*Ficus nymphaeifolia*), figueira (*Ficus* sp.1), maracujá-do-mato (*Passiflora* sp.), embaúba (*Cecropia hololeuca*), dentre outras.

Morcegos pertencentes aos gêneros *Artibeus*, *Carollia* e *Sturnira* possuem forte relação com a frugivoria e a dispersão natural. Utilizam na sua alimentação, principalmente, frutos das seguintes famílias botânicas: Moraceae, Piperaceae, Solanaceae, Urticaceae, Solanaceae, Clusiaceae. Analisando amostras fecais de morcegos *Artibeus lituratus*, *Artibeus fimbriatus*, *Artibeus planirostris*, *Carollia perspicillata*, *Sturnira liliium*, foi verificado que, em conjunto, dispersam sementes de 32 espécies de plantas (MIKICH et al., 2015).

O fato é que esses hábitos contribuem para a dispersão das sementes e a regeneração das plantas em diferentes áreas, auxiliando na diversidade e saúde das florestas. Dessa forma, essa relação simbiótica entre morcegos frugívoros e plantas é de extrema importância para a ecologia das florestas tropicais e outros ecossistemas, pois ajuda na reprodução das plantas e na manutenção da biodiversidade.

➤ **Classe Aves – Síndrome Ornitocoria**

✓ **Ordem Psittaciformes**

• **Família Psittacidae**

Araras, papagaios, tiribas, maracanãs, periquitos, dentre outros, caracterizam essa família: apresentam rara beleza colorida. São aves sociais, que voam em grupos vocalizando constantemente (SIGRIST, 2014) (Figura 6).



**Figura 6.** Representante da família Psittacidae: Tiriba-de-testa-vermelha (*Pyrrhura frontalis*) se alimentando de frutos. Fonte: Athos José Rodrigues de Souza, 2023.

Apresentam bicos resistentes que utilizam para romper as duras sementes, base da alimentação de boa parte das espécies. No entanto, algumas espécies consomem frutos e não destroem as sementes, sendo dispersores efetivos (RIDGELY et al., 2015). Foi verificado, por exemplo, que a maracanã-guaçu (*Ara severa*) é um efetivo dispersor da carambola (*Averrhoa carambola*) e do louro-abacate (*Nectandra cuspidata*) (PASSOS; SILVA; COSTA, 2020).

Nidificam em diferentes espaços, aproveitando-se, de ocos ou cavidades de outras aves. Muitas espécies se encontram ameaçadas pela fragmentação florestal, caça predatória, biopirataria (SIGRIST, 2014) (Tabela 2).

**Tabela 2.** Espécies botânicas usadas na alimentação de representantes da família Psittacidae (Aves: Psittaciformes)

<b>Plantas utilizadas na frugivoria</b>
<p><b>Cacharana, Guaçatonga, Carombola, Louro-abacate, Fruta-de-sabiá, Gameleira-branca, Juçara, Maria-mole, Canela-de-velho, Margaritária, Jacatirão, Papaterra, Jabuticaba, Canela-espirradeira, Mélia, Capororoca, Aroeira-pimenteira, Crindiúva, Ingá, Coração-de-negro, Farinha-seca, Magueira, Dendezeiro, Cássia-de-sião, Capa-de-bode, Embaúba, dentre outras.</b></p>

Fonte: Adaptado de Gomes, 2013 e Silva, 2020.

### ✓ Ordem Piciformes

#### • Família Ramphastidae

Tucanos, araçaris, saripocas são representantes desta família. Estas aves vivem em bandos, estando presentes em todos os biomas brasileiros. São aves grandes, em sua maioria associada aos ambientes florestados. Vivem no dossel das matas; no entanto, algumas espécies, como o tucanuçu, está mais relacionado aos ambientes abertos (SIGRIST, 2014; RIDGELY et al., 2015).

Utilizam cavidades naturais, como ocos de árvores para nidificarem. Apresentam bonitos coloridos e bicos relativamente grandes e resistentes. São essencialmente frugívoros, buscando frutos até mesmo nas pontas dos galhos, fazendo dentre as aves como uma das famílias mais efetiva na dispersão de sementes. Podem complementar sua alimentação predando pequenos vertebrados, assim como também filhotes de outras aves (SIGRIST, 2014).

O tucano-de-bico-verde (*Ramphastos dicolorus*) possui forte relação ecológica com a juçara (*Euterpe edulis*). Em estudo de Paes (2015), foi verificado que um indivíduo de tucano-de-bico-verde é capaz de propiciar por meio da dispersão o desenvolvimento de 35 novas plantas de juçara anualmente (Figura 7).



**Figura 7.** Representante da família Ramphastidae, Araçari-poca (*Selenidera maculirostris*). Fonte: Athos José Rodrigues de Souza, 2023.

Espécies como o Araçari-castanho (*Pteroglossus castanotis*), o Tucano-de-bico-verde (*Ramphastos dicolorus*) e o araçari-poca (*Selenidera maculirostris*), parecem ser bons dispersores de sementes de representantes da família *Arecaceae* (palmeiras) (DAMASCENO, 2022) (Tabela 3).

**Tabela 3.** Espécies botânicas usadas na alimentação de representantes da família *Ramphastidae* (Aves: Piciformes)

<b>Plantas utilizadas na frugivoria</b>
<p><b>Pau-óleo, Juçara, Caiarana, Copaíba, Pitanga, Juçara, Gameleira-branca, Guapê, Jacatirão-açu, Mamão, Cumari, Embaúba, Almecegueira, Baga-moira, Bacaba, Bacaba-de-leque, Patauá, Açaí-comum, Açaí-vermelho, Pitanga, Canelão-amarelo, Canela-branca, Imbuia, Figueira, Goiaba, Virola, Araçá, Becuína, Ucuúba, Caruru, Urucurana-brava, dentre outras.</b></p>

Fonte: Adaptado de Gomes, 2013 e Silva, 2020.



✓ **Ordem Galliformes**

• **Família Cracidae**

É representada pelos jacus e mutuns, aves de médio a grande porte, que vivem mais associadas aos ambientes florestais (Figura 8).



**Figura 8.** Representante da família Cracidae: Aracuã-de-barriga-branca (*Ortalis araucuan*). Fonte: Athos José Rodrigues de Souza, 2023.

Apresentam vocalizações características que podem ser ouvidas a longas distâncias. A alimentação destas aves se baseia em frutos e sementes, mas eventualmente podem forragear algum tipo de fonte alimentar animal (SIGRIST, 2014; RIDGELY et al., 2015).

Certas espécies buscam seus recursos alimentares nas copas das árvores; no entanto, outras descem ao solo a fim de encontrar alimentos. Constroem seus ninhos associados às galharias das árvores, onde chocam seus ovos. Sofrem com a destruição das florestas, onde muitas vezes acabam se tornando extintas localmente (SIGRIST, 2014) (Tabela 4).

**Tabela 4.** Espécies botânicas usadas na alimentação de representantes da família Cracidae (Aves: Galliformes)

<b>Plantas utilizadas na frugivoria</b>
<b>Juçara, Açaí, Margaritária, Maria-branca, Canela-de-velho, canela-espírradeira, Araçá, Butiá-da-serra, Juazeiro, Nêspira, Figueira-de-pedra, Café-de-jacú, Guaricanga, Jambo, Goiaba, Jabuticaba, Amoreira, Abacate, Erva-pombinha, Pitanga, Café, dentre outras.</b>

Fonte: Adaptado de Gomes, 2013 e Rodrigues, 2015.

✓ **Ordem Tinamiformes**

• **Família Tinamidae**

Representados por macucos e inhambus, aves de pequeno, médio e grande porte, apresentam plumagens adaptadas ao hábito terrícola. Camuflam-se na vegetação arbustiva e rasteira (RIDGELY et al., 2015).

Família endêmica da região neotropical. Há espécies que colonizam áreas mais abertas, como campinas, pastagens, capoeiras; no entanto, a maioria está associada aos ambientes florestados (SIGRIST, 2014) (Tabela 5).

**Tabela 5.** Espécies botânicas usadas na alimentação de representantes da família Tinamidae (Aves: Tinamiformes)

<b>Plantas utilizadas na frugivoria</b>
<b>Baguaçu, Tapiá, Tangerina-do-mato, Açaí, Oiticica, Curubixá, Cupá, e outras plantas das famílias: Lauraceae, Euphorbiaceae e Rutaceae.</b>

Fonte: Adaptado de Gomes, 2013 e Silva, 2020.

Essas aves forrageiam uma grande diversidade de recursos, tais como grãos, frutos, sementes e pequenos artrópodes. Possuem cantos melancólicos e nidificam em simples depressões forradas com capim e, ou, folhas secas. Suas

espécies sofrem com a fragmentação das áreas verdes, com a caça predatória e com o uso indiscriminado de agrotóxicos (SIGRIST, 2014)

✓ **Ordem Trogoniformes**

• **Família Trogonidae**

São representados pelos surucuás, que apresentam plumagens coloridas, distribuindo-se nas florestas tropicais e equatoriais, na região Pantropical (Figura 9).



**Figura 9.** Representante da família Trogonidae: Surucuá-variado (*Trogon surrucura*). Fonte: Athos José Rodrigues de Souza, 2023.

No continente americano as espécies são divididas em dois grupos: aves de barriga vermelha e aves de barriga amarela (SIGRIST, 2014). As fêmeas possuem cores em tons mais opacos, enquanto os machos apresentam plumagens com cores mais vívidas. Possuem bicos grossos e cauda longa, apresentando belas vocalizações (RIDGELY et al., 2015)

A alimentação se baseia em insetos, lagartas e frutos. Nidificam emocos pré-existentes de árvores ou também podem escavar seus ninhos dentro de cupinzeiros, vespeiros, entre outros. A incubação dos ovos e o cuidado com a prole é realizado por ambos os sexos (SIGRIST, 2014) (Tabela 6).

**Tabela 6.** Espécies botânicas usadas na alimentação de representantes da família Trogonidae (Aves: Trogoniformes)

<b>Plantas utilizadas na frugivoria</b>
Jacatirão-de-copada, Guaçatonga, Tapiá, Juçara, Figueira-branca, Jacatirão-açu, Canela-espirradeira, Urucurana-branca, Catuaba, Café-de-jacú, Pitanga, dentre outras.

Fonte: Adaptado de Gomes, 2013; Rodrigues, 2015 e Silva, 2020.

➤ **Ordem Passeriformes**

• **Família Turdidae**

Os sabiás representam a família, possuindo plumagem discreta e opaca. São pássaros que se fazem presentes em variados ambientes: desde áreas florestadas até ambientes abertos, quintais e áreas urbanas (SIGRIST, 2014) (Figura 10).



**Figura 10.** Representante da família Turdidae, Sabiá-laranjeira (*Turdus rufiventris*). Fonte: Athos José Rodrigues de Souza, 2023.

Algumas espécies podem ser avistadas no chão; no entanto, outras espécies são mais difíceis de observar (RIDGELY et al., 2015)

A alimentação se baseia em frutos e sementes, mas podem capturar insetos e minhocas. Os ninhos são construídos pela fêmea, enquanto o macho defende o território. São utilizados barro, raízes, musgos, aderidos aos galhos das árvores. A incubação é realizada pela fêmea, mas a alimentação dos filhotes e o cuidado parental, geralmente, são realizados pelo casal (SIGRIST, 2014) (Tabela 7).

**Tabela 7.** Espécies botânicas usadas na alimentação de representantes da família Turdidae (Aves: Passeriformes)

<b>Plantas utilizadas na frugivoria</b>
<p><b>Jacatirão-de-copada, Tapiá, Boleiro, cajá-espúrio, Copaíba, Fruta-do-pombo, Murici, Guaçatonga, Fruta-de-sabiá, Cajueiro-do-campo, Jambolão, Juçara, Guapê, Morototó, Tucaneiro, Marmelinho, Cipó-caboclo, Palmeira-de-dendê, Pitanga, Erva-mate, Camboatã-branco, Canela-de-velho, Roxinha-do-brejo, Jacatirão-açu, Lacre-branco, Margaritária, Pixirica, Mélia, Araçazinho, Jabuticaba, Capororoca-ferrugem, Canela-espírradeira, Almecegueira, Capororoca, Cupuba, Crindiúva, dentre outras.</b></p>

Fonte: Adaptado de Gomes, 2013 e Silva, 2020.

- **Família Mimidae**

São aves territorialistas, apresentando comportamento agressivo aos invasores. Representam os sabiás-do-campo. Apresentam colorações opacas e caudas longas (RIDGELY et al., 2015) (Figura 11).

A alimentação se baseia em frutos, sementes, artrópodes, até restos de pequenos vertebrados em putrefação. Pássaros que vivem em grupos, com estrutura familiar complexa. Nidificam sobre os galhos das árvores em ninhos simples, feitos com gravetos. O cuidado dos filhotes é dividido entre os pais, no entanto, outros pássaros jovens podem auxiliar (SIGRIST, 2014) (Tabela 8).



**Figura 11.** Representante da família Mimidae, Sabiá-do-campo (*Mimus saturninus*). Fonte: Athos José Rodrigues de Souza, 2023.

**Tabela 8.** Espécies botânicas usadas na alimentação de representantes da família Mimidae (Aves: Passeriformes)

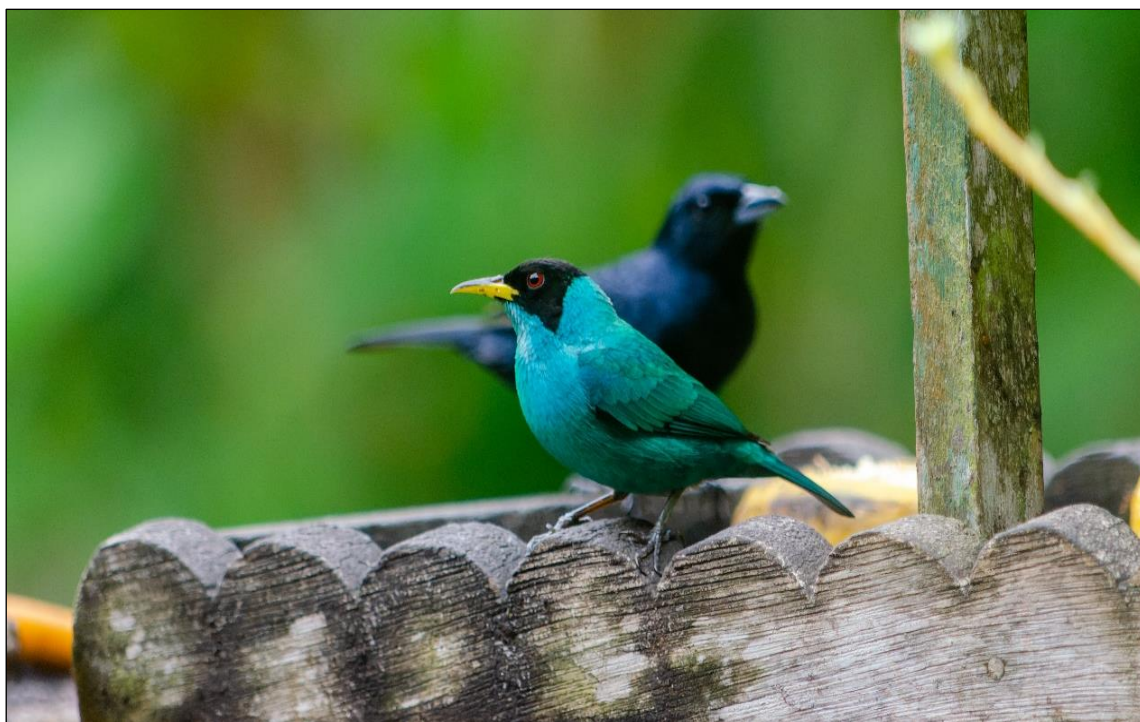
<b>Plantas utilizadas na frugivoria</b>
<b>Tapiá, Tucaneiro, Erva-mate, Canela-de-velho, Aroeirinha-pimenteira, Erva-de-passarinho, Cupania, Embaúba, Azevinho, Pixirica, dentre outras.</b>

Fonte: Adaptado de Gomes, 2013 e Silva, 2020.

- **Família Thraupidae**

Saíras, sanhaços, tiês representam o grupo. Nessa família, em sua maioria são espécies com base alimentar frugívora. Trata-se de pássaros endêmicos do continente americano que apresentam bonitos coloridos em suas plumagens (Figura 12).

Estão mais associados a hábitos arborícolas nas bordas das florestas e áreas semiabertas (SIGRIST, 2014). Essencialmente se alimentam de frutas, mas podem complementar a nutrição com néctar e insetos. Nidificam nas árvores ou nas proximidades do solo, com ninhos em formato de taças (SIGRIST, 2014) (Tabela 9).



**Figura 12.** Representante da família Thraupidae, Saí-verde (*Chlorophanes spizano*) no centro da figura na cor azul. Fonte: Athos José Rodrigues de Souza, 2023.

**Tabela 9.** Espécies botânicas usadas na alimentação de representantes da família Thraupidae (Aves: Passeriformes)

<b>Plantas utilizadas na frugivoria</b>
<p><b>Juçara, Pixiricão, Embaúba, Mandiocão, Cuvatã, Fruta-do-sabiá, Guaçatonga, Tamanqueiro, Tanheiro, Cedro-canjerana, Copaíba, Fruta-de-pombo, Cajueiro, Jamelão, Guapê, Cajueiro-bravo-do-campo, Tucaneiro, Gameleira-branca, Erva-mate, Camboatá-branco, Canela-de-velho, Pixirica, Pixirica-açu, Jacatirão-açu, Jacatirão, Capa-rosa, Amargoseira, Jabuticaba, Capororoca-ferrugem, Capororoca, Capororocão, Cabeluda-do-mato, Erva-de-passarinho, Capororoca-do-brejo, Aroeira-pimenteira, Fumo-bravo, Crindiúva, Pimenta-de-macaco, Dendezeiro, Palmeira-leque, Arco-de-pipa, Coração-de-negro, Ingá, Farinha-seca, Carrapeta-verdadeira, Figueira, Araticum-de-raposa, Uvinha, Milho-de-grilo, Araçá-azedo, Mamica-de-canela, Juruvarana, Frutíferas diversas de pomares.</b></p>

Fonte: Adaptado de Gomes, 2013 e Silva, 2020.

- **Família Fringillidae**

Os gêneros *Euphonia* e *Chlorophonia*, que representam os gaturamos, são aves dentro de Fringillidae. Possuem base alimentar mais adaptada ao consumo de frutos e bagas. São pássaros pequenos, com morfologia de bico robusto e diminuto (RIDGELY et al., 2015) (Figura 13) e ((Tabela 10).



**Figura 13.** Representante da família Fringillidae, Gaturamo-verdadeiro (*Euphonia violacea*). Fonte: Acervo de Willian Moreira da Costa, 2023.

**Tabela 10.** Espécies botânicas usadas na alimentação de representantes da família Fringillidae (Aves: Passeriformes)

<b>Plantas utilizadas na frugivoria</b>
Jacatirão-açu, Pixirica, Jacatirão, Mélia, Canela-espirradeira, Cabeluda-do-mato, Baguaçu, Catuaba, Erva-de-passarinho, Figueira-de-pedra, Nêspira, Tamareira-silvestre, frutíferas comuns nos pomares como: Jambo, Manga, Goiaba, Jabuticaba, Graviola, Pinha, Biribá, Mamão, Caqui, Banana, e outras plantas das famílias: Loranthaceae e Viscaceae.

Fonte: Adaptado de Gomes, 2013; Rodrigues, 2015 e SILVA, 2020.



Esses pássaros vivem em áreas florestadas até áreas mais abertas. Constroem seus ninhos no formato esférico, sobre as árvores (SIGRIST, 2014).

### ➤ Classe Reptilia – Síndrome Saurocoria

Embora tenham hábitos alimentares generalistas, as tartarugas e os lagartos parecem ser os répteis mais associados ao consumo de frutas. Dentre os lagartos, determinadas espécies utilizam-se dos frutos como recurso alimentar. As famílias Gekkonidae, Scincidae, Iguanidae, Lacertidae, Varanidae e Teiidae, são as mais envolvidas à frugivoria (COOPER; VITT, 2002).

Estudos revelaram que o teiú (*Tupinambis merianae*) é um potencial dispersor de sementes em florestas estacionais no Sudeste brasileiro (CASTRO; GALETTI, 2004).

Na região da Caatinga, o teiú foi identificado como agente dispersor de sementes do imbuzeiro (*Spondias tuberosa*) (CAVALCANTI; RESENDE; BRITO, 2009). Possuem relação de disseminação de sementes com espécies das famílias botânicas Arecaceae e Myrtaceae.

### ❖ Superclasse Pisces – Síndrome Ictiocoria

Plantas que frutificam próximas aos corpos hídricos contribuem de forma direta na dieta de variadas espécies de peixes. Espécies como tambaqui (*Colossoma macropomum*), pacus (*Piaractus mesopotamicus*) e mandis (*Pimelodus* sp.), beneficiam-se dos frutos de diversas espécies da flora (CLARO-JR et al., 2004). Estudos apontam que a palmeira (*Astrocaryum jauari*), na região Norte do Brasil, possui cerca de 10 espécies de peixes como agentes dispersores (PIEIDADE et al., 2003).

Uma pesquisa realizada no Pantanal constatou que a piraputanga (*Brycon hilarii*) e o pacu-caranha (*Piaractus mesopotamicus*) possuem elevado potencial de dispersão de sementes, consumindo os frutos das seguintes plantas: Ingá-do-rio (*Inga vera*), Açacurana (*Erythrina fusca*), Guanandi (*Calophyllum brasiliense*), Palmeira (*Bactris riparia*), (*Ficus* sp.), (*Garcinia* sp.) e (*Cayaponia* sp.) (FURLAN; MUNIZ; CARNIELLO, 2017).

### 3. Considerações finais

São diversos os processos ecológicos envolvidos na dispersão natural de sementes, que contribuem para o equilíbrio e a manutenção dos ecossistemas. A dispersão de sementes é realmente fundamental para a diversidade e saúde das comunidades vegetais em diferentes ambientes.

As síndromes de dispersão de sementes realizadas pelo vento (anemocoria) e por animais (zooecoria) desempenham papéis cruciais na ecologia das plantas e dos ecossistemas. No entanto, a dispersão realizada por animais oferece vantagens adicionais devido às interações complexas entre plantas e animais.

As adaptações que ocorreram ao longo da evolução entre plantas e animais resultaram em uma variedade de estratégias de dispersão, como frutos atraentes, que podem ser adocicados e coloridos para atrair animais. Isso cria uma relação de mutualismo, onde as plantas obtêm a vantagem de ter suas sementes dispersas em troca de alimento para os animais que se alimentam dos frutos.

A síndrome de mamaliocoria, que envolve mamíferos não-voadores; a quiropterocoria, que envolve morcegos; e a ornitocoria, que envolve aves, são exemplos de adaptações especializadas para diferentes grupos de animais. Essas síndromes de dispersão de sementes têm uma grande efetividade na disseminação das plantas, contribuindo para a colonização de novas áreas e a manutenção da diversidade genética das populações vegetais.

As interações entre os diferentes componentes de um ecossistema são fundamentais para o funcionamento saudável desses ambientes naturais. Cada elemento, seja uma espécie de planta, animal, fungo, bactéria ou mesmo elementos abióticos como o solo e o clima, desempenha um papel específico dentro da rede de relações ecológicas.

Todas essas interações formam uma teia complexa de dependências e influências mútuas. Quando o equilíbrio dessas interações é perturbado, por exemplo, devido a atividades humanas, tais como desmatamento, poluição ou introdução de espécies invasoras, pode ter impactos significativos na resistência e resiliência dos ecossistemas. Portanto, a conservação e o manejo responsável

dos ambientes naturais devem considerar essas interações complexas para garantir a preservação da biodiversidade e a funcionalidade dos ecossistemas.

#### 4. Referências

- ALTRINGHAM, J. D. **Bats**: from evolution to conservation. 2ª ed, Oxford University Press, 2011. 330 p.
- ANDREAZZI, C. S; PIRES, A. S; FERNANDEZ, F. A. S. Mamíferos e palmeiras neotropicais: interações em paisagens fragmentadas. **Oecologia Brasiliensis**, v. 13, n. 4, p. 554-574, 2009.
- BENÍTEZ-LÓPEZ, A; ALKEMADE, R; SCHIPPER, A. M; INGRAM, D. J; VERWWIJ, P. A; EIKELBOOM, J. A.; J, HUIJIBREGTS, M. A. J. The impact of hunting on tropical mammal and bird populations. **Science**, v. 356, n. 6334, p. 180-183, 2017.
- CARVALHO, N. M; NAKAGAWA, J. **Sementes**: ciência, tecnologia e produção. 4ª ed. FUNEP. Jaboticabal. 588 p, 2000.
- CASTRO, E. R. C; GALETTI, E. M. Frugivoria e dispersão de sementes pelo lagarto teiú *Tupinambis merianae* (Reptilia: Teiidae). **Papéis Avulsos de Zoologia**, n. 44, p. 91-97, 2004.
- CAVALCANTI, N. B; RESENDE, G. M; BRITO, L. T. L. Regeneração natural e dispersão de sementes do imbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arruda) no sertão de Pernambuco. **Engenharia Ambiental**, v. 6, n. 2, p. 342-357, 2009.
- CLARO-JR, L; FERREIRA, F; ZUANON, J; ARAÚJO-LIMA, E. C. O efeito da floresta alagada na alimentação de três espécies de peixes onívoros em lagos de várzea da Amazônia Central, Brasil. **Acta Amazonica**, n. 34, p. 133-137, 2004.
- COOPER, W. E; VITT, I. J. Distribution, extent, and evolution of plant consumption by lizards. **Journal Zoology**, n. 257, p. 487-517, 2002.
- CORLETT, R. T. Frugivory and seed dispersal by vertebrates in tropical and subtropical Asia: an update. **Global Ecology and Conservation**, v. 11, p. 1-22, 2017.
- DAMASCENO, M. D. **Avifauna do Parque Estadual Lago azul e possíveis dispersoras de Arecaceae, campo Mourão, Paraná**. Monografia (Engenharia ambiental) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2022.
- DEMNICIS, B. B; VIEIRA, H. D; ARAÚJO, S. A. C; JARDIM, J. G; PÁDUA, F. T; CHAMBELA-NETO, A. Dispersão natural de sementes: importância, classificação e sua dinâmica nas pastagens tropicais. **Archivos de Zootecnia**, v. 58, p. 35-58, 2009.

DINIZ, M. H. Defaunação: a atual crise da biodiversidade. Periódicos UFBA. **RBDA**, Salvador, n. 1, p. 15-52, 2017. Disponível em: <https://periodicos.ufba.br/index.php/RBDA/article/view/22017/14173>. Acesso em: 03 ago. 2023.

FURLAN, A. O; MUNIZ, C. C; CARNIELLO, M. A. Análise do componente vegetal na alimentação de peixes e da relação com a dispersão de sementes no Pantanal Mato-Grossense. **Brazilian Journal of Environmental Sciences**, n. 45, p. 61-70, 2017.

GALETTI, M; DONATTI, C. I; PIRES, A.S; GUIMARÃES, P. R; JORDANO, P. Seed survival and dispersal of an endemic Atlantic forest palm: the combined effects of defaunation and fragmentation. *Botanical Journal of the Linnean Society*, v. 151, p. 141-149, 2006.

GALETTI, M; KEUROGHLIAN, A; HANADA, L; MORATO, M. I. Frugivory and seed dispersal by the lowland tapir (*Tapirus terrestris*) in southeast Brazil. *Biotropica*, 33: 723-726, 2001.

GALETTI, M; PIZO, M. A; MORELLATO, L. P. C. **Fenologia, frugivoria e dispersão de sementes**. In: CULLEN JR., L; RUDRAN, R; VALLADARES-PÁDUA, C. Métodos de Estudos em Biologia da Conservação & Manejo da Vida Silvestre, 2004.

GOMES, C. M. **Interações entre aves e plantas: frugivoria, amplitude de nicho e relações morfológicas, em três diferentes ambientes**. Dissertação (Ecologia e Conservação de recursos naturais) – Universidade Federal de Uberlândia, 2013.

HOWE, H. F; SMALLWOOD, J. Ecology of seed dispersal. **Annual Review in Ecology and Systematics**, v. 13, p. 201-228, 1982.

JORDANO, P. Fruits and frugivory. In: FENNER, M. (Ed.) **Seeds: the ecology of regeneration in plant communities**, 2nd edition. CABi Publ., Wallingford, UK. Pages, p. 125-166, 2000.

JORDANO, P; GALETTI, M.; PIZO, M. A; SILVA, W. R. Ligando frugivoria e dispersão de sementes à biologia da conservação. In: DUARTE, C. F.; BERGALLO, H. G.; ALVES, M. A. S.; SLUYS, M. van (Eds.). **Biologia da Conservação: Essências**. Editora Rima, São Paulo, Brasil. 582 p, 2006.

LANDIS, D. A. Designing agricultural landscapes for biodiversity-based ecosystem services. **Basic and Applied Ecology**, v. 18, p. 1-12, 2017.

LEIVA, M. **Frugivoria e germinação de sementes após passagem pelo sistema digestivo de marsupiais em Floresta estacional semidecidual**. Dissertação (Ciências Biológicas (Botânica), AC: Morfologia e Diversidade Vegetal (Ecologia Vegetal) – Universidade Estadual Paulista, 2010.

LIMA, A. B; RODAL, M. J. N; SILVA, A. C. B. L. Chuva de sementes em uma área de vegetação de caatinga no estado de Pernambuco. **Rodriguésia**, v. 59, p. 649 - 658, 2008.

LIMA, I. P; NOGUEIRA, M. R; MONTEIRO, L. R; PERACCHI, A. L. **Frugivoria e dispersão de sementes por morcegos na Reserva Natural Vale, sudeste do Brasil**. In: Floresta Atlântica de Tabuleiro: diversidade e endemismos na Reserva Natural Vale. 1ª ed. Belo Horizonte: Rona Editora, p. 433-452, 2016.

LOBOVA, T. A; GEISELMAN, C. K; MORI, S. A. **Seed dispersal by bats in the Neotropics**. New York, New York Botanical Garden, 465p, 2009.

MIKICHI, S. B; BIANCONI, G. V; PAROLIN, L. C; ALMEIDA, A. Serviços ambientais prestados por morcegos frugívoros na recuperação de áreas degradadas. In: **Serviços Ambientais em Sistemas Agrícolas e Florestais do Bioma Mata Atlântica**. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária/ Embrapa Florestas - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, cap. 20, p. 248-256, 2015.

MORAIS, R. F; MACEDO, M. T. S; IBIAPINA, R. A; JUNIOR, L. C. S; TEIXEIRA, J. S; MORAIS, F. F; JÚNIOR, J. R. S. Chuva de sementes em uma região ecotonal entre Cerrado e Caatinga no Piauí, Brasil. **Ciência Florestal Santa Maria**, v. 32, n. 2, p. 673-697, 2022.

MOREIRA-COSTA, W; NOVAES, S. M. **Fatores bióticos na recuperação de áreas degradadas: ação da flora e da fauna**. In: Tópicos em recuperação de áreas degradadas. Mérida Publishers. v. 4, cap. 4, p. 126-150, 2022.

MURCIA, C. Forest fragmentation and the pollination of neotropical plants. In: SCHELHAS; GREENBERG (Eds.). **Forest Patches in Tropical Landscapes**. Island Press, Washington. 498 p., 1996.

NASCIMENTO, V. L. A; SOUZA, I. I; FERREIRA, J. A; TOMAS, W. M; BORGES, P. A. L; DESBIEZ, A; TAKAHASI, E. A. Utilização de frutos de acuri (*Attalea phalerata* Mart. ex Spreng) por cutias (*Dasyprocta azarae*) no Pantanal da Nhecolândia. In: Simpósio Sobre Recursos Naturais e Sócio-Econômicos do Pantanal, 4. **Anais...** Embrapa Pantanal. Corumbá-MS, 2004.

NOGUEIRA, M. R; LIMA, I. P; MORATELLI, R; TAVARES, V. C; GREGORIN, R; PERACCHI, A. L. Checklist of Brazilian bats, with comments on original records. **Check List**, v. 10, n. 4, p. 808-821, 2014.

OLIVEIRA, G; PASSIPIERI, M; ALTIMARE, A. L; FEBA, L. G. T. Eficiência das armadilhas dos tipos tomahawk e pitfall na captura de pequenos mamíferos. **Anais...** VIII Congresso de Ecologia do Brasil, Caxambu, MG, 2007.

PAES, N. D. **Valoração econômica dos serviços de dispersão de *Euterpe edulis* prestados por *Ramphastos dicolorus* em área de Mata Atlântica, SP**. Monografia (Especialização em Economia e Meio Ambiente) – Universidade Federal do Paraná, 2015.

PASSOS, V. T. R; SILVA, H. A; COSTA, M. M. Capacidade de dispersão e autopropagação de espécies arbóreas cultivadas no Parque Zoobotânico da Universidade Federal do Acre. **Scientia Naturalis**, v. 2, n. 2, p. 455-468, 2020.

PIEIDADE, M. T. F; PAROLIN, P.; JUNK, W. J. Estratégias de dispersão, produção de frutos e extrativismo da palmeira *Astrocaryum jauari* Mart. nos igapós do Rio Negro: implicações para a ictiofauna. **Ecological Applications**, n. 2, p. 31-40, 2003.

REDFORD, K.H. The empty forest. **Bioscience**, v. 42, p. 412-422, 1992.

RIBEIRO, M. C; METZGER, J. P; MARTENSEN, A. C; PONZONI, F. J; HIROTA, M. M. The Brazilian Atlantic Forest: how much is left, and how is the remaining forest disturbed? Implications for conservation. **Biology Conservation**, v. 142, p. 1141–1153, 2009.

RIDGELY, R. S; GWYNNE, J. A; TUDOR, G; ARGEL, M. **Aves do Brasil: Mata Atlântica do Sudeste**. Editora Horizonte, 1ª ed., São Paulo, 417p, 2015.

ROCHA, V. J; REIS, N. R; SEKIAMA, E. M. L. Dieta e dispersão de sementes por *Cerdocyon thous* (Linnaeus) (Carnivora, Canidae), em um fragmento florestal no Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 21, p. 871-876, 2004.

RODRIGUES, S. B. M. **Rede de interações entre aves frugívoras e plantas em uma área de Mata Atlântica no Sudeste do Brasil**. Dissertação (Diversidade Biológica e Conservação) – Universidade Federal de São Carlos, 2015.

SÁNCHEZ-CORDEIRO, V; MARTÍNEZ-GALLARDO, R. Postdispersal fruit and seed removal by Forest-dwelling rodents in a lowland rainforest in México. **Journal of Tropical Ecology**, v. 14, p. 139-151, 1998.

SIGRIST, T. **Avifauna Brasileira**. Editora Avisbrasilis, São Paulo, 4ª ed., 2014. 607 p.

SILVA, E. O. **Estrutura da rede de interação entre plantas e aves frugívoras no pantanal e seus mecanismos determinantes**. Dissertação (Biologia vegetal) – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, 2020.

SOUZA, M. N. A complexidade dos meios de produção convencionais e a quebra de paradigmas. In: SOUZA, M. N. (Org.) **Tópicos em recuperação de áreas degradadas**. Vol. II. Canoas: Mérida Publishers Ltda. 2021. p. 23-36. <https://doi.org/10.4322/mp.978-65-994457-2-9.c1>

SOUZA, M. N. **Mudanças no uso do solo e da água e a gestão dos recursos naturais**. Frankfurt, Alemanha: Novas Edições Acadêmicas, 2015, v.5000. 376 p.

SOUZA, M. N. (Org.) **Tópicos em recuperação de áreas degradadas**. Vol. V. – Canoas, RS: Mérida Publishers, 2023. 348 p. ISBN: 978-65-84548-12-1. DOI: <https://doi.org/10.4322/mp.978-65-84548-12-1>.

STONER, K. E; VULINEC, K; WRIGHT, S. J.; PERES, C. A. Hunting and plant community dynamics in tropical forests: a synthesis and future directions. **Biotropica**, v. 39, p. 385-392, 2007.

THEIMER, T. C. Rodent Scatterhoaders as conditional mutualists. In: FORGET, P. M.; LAMBERT, J. E.; HUME, P. E.; VANDER WALL, S. B. (Eds.). **Seed fate: Predation, Dispersal and Seedling Establishment**. CABI International. 426 p, 2005.

TORQUATO, J. L. **Produção e consumo de frutos zoocóricos em dois fragmentos florestais do oeste do Rio Grande do Norte, Brasil**. Dissertação (Ecologia e Conservação) – Universidade Federal do Semi-Árido, 2015.

VANDER WALL, S. B.; LONGLAND, W. S. Diplochory: are two seed dispersers better than one? **Trends in Ecology and Evolution**, v. 19, p. 155-161, 2004.

WILLSON, M. F.; TRAVESET, A. The ecology of seed dispersal. In: **Seeds: The Ecology of Regeneration in Plant Communities**, 2000. p. 85-110. CABI Publishing.

ZIMMERMANN, A. P. L. **Dispersão efetiva e padrão espacial da regeneração natural de *Cabralea canjerana* (Vell.) Mart.** Dissertação (Engenharia florestal) – Universidade de Santa Maria, 2014.

---

## Revegetação, matéria orgânica e a sustentabilidade nos procedimentos de recuperação de solos degradados

Maurício Novaes Souza, Priscila de Oliveira Nascimento, Roney José Monteiro, Guilherme Andrião Trugilho, Mauricio Ferreira Moreira, Geisa Corrêa Louback, Aline Marchiori Crespo, Igor Borges Peron, Willian Moreira da Costa, João Sávio Monção Figueiredo

<https://doi.org/10.4322/mp.978-65-84548-14-5.c2>

### Resumo

A revegetação é um componente fundamental para a sustentabilidade dos procedimentos de recuperação de solos degradados. Geralmente, possuem pouca ou nenhuma cobertura vegetal, o que pode levar a uma série de processos e impactos ambientais, tais como erosão, compactação e perda de nutrientes. A revegetação pode ajudar a solucionar essas externalidades negativas, além de trazer uma série de benefícios socioambientais. Por seu intermédio, é possível promover a recuperação da fertilidade do solo, melhorar a infiltração de água, reduzir a erosão, aumentar a biodiversidade, reduzir a emissão de gases de efeito estufa e melhorar a qualidade do ar e da água. Além disso, a (re) vegetação é fundamental para a manutenção dos ciclos biogeoquímicos, como o ciclo do carbono e do nitrogênio, que são importantes para o equilíbrio dos ecossistemas. No entanto, para que os procedimentos de recuperação sejam bem sucedidos, a escolha das espécies vegetais a serem utilizadas na revegetação deve levar em consideração as condições ambientais do local, tais como o clima, o solo e a topografia. É importante também avaliar a capacidade das espécies em fixar nutrientes no solo e em atrair polinizadores e outros animais, contribuindo para a biodiversidade local. Em resumo, por meio da revegetação, é possível recuperar áreas degradadas, melhorar a qualidade do solo e do meio ambiente, além de promover a biodiversidade e a saúde dos ecossistemas. Há de se considerar que a perda de fertilidade da camada superficial dificulta a revegetação de áreas degradadas; por isso, a sua recuperação é fundamental. A atividade de mineração, por exemplo, gera grandes impactos no meio ambiente: para que estes sejam os menores possíveis é necessário planejamento, a fim de recompor a qualidade física, química e biológica do solo. O plantio de florestas e a sua integração com agricultura e pastagens (ILPF) são uma forma viável de recuperação destes solos degradados. Essa abordagem visa combinar os benefícios da vegetação arbórea com a produção de alimentos e, ou, forragem para o gado, resultando em uma forma mais sustentável de uso da terra. Algumas das diferentes técnicas de recuperação de áreas degradadas e técnicas de revegetação para a recomposição da matéria orgânica são fundamentais para a sustentabilidade dos procedimentos de recuperação.

**Palavras-chave:** Degradação. Impacto Ambiental. Topsoil. Mineração. Revegetação.



## 1. Introdução

As metas de recuperação ambiental mudaram consideravelmente ao longo dos anos, em função da evolução das pesquisas e do somatório de novos conhecimentos (TOY; DANIELS, 1998). Nos últimos anos surgiram vários programas visando à recuperação de ecossistemas, que consideram diversos fatores, tais como o ecológico, o silvicultural e o socioeconômico (SANTOS et al., 2012; SOUZA, 2018; 2021).

A exploração não planejada dos recursos naturais tem causado o aumento gradativo de impactos no meio ambiente (PIMENTA et al., 2022). Diante de uma crise ambiental mundial cada vez mais evidente é fundamental o desenvolvimento de programas voltados à recuperação de áreas degradadas (SALOMÃO; BARBOSA; CORDEIRO, 2020).

O controle da erosão, por exemplo, é necessário para estabelecer uma cobertura vegetativa (Figura 1). Porém, embora essa posição permaneça como objetivo fundamental é apenas uma parte de um plano mais amplo e audacioso de recuperação ambiental. Um planejamento cuidadoso que leve em consideração a comunidade local, a preservação das informações sobre o uso do solo anterior à sua perturbação e o monitoramento contínuo, são componentes cruciais para garantir a sustentabilidade em longo prazo (TOY; DANIELS, 1998; SOUZA, 2018; 2021).



**Figura 1.** Vegetação ciliar em fase de regeneração natural. Fonte: Acervo Maurício Novaes, 2023.

A abordagem dos procedimentos de recuperação deve combinar cuidado com o ambiente, inclusão das comunidades locais e um olhar holístico sobre a recuperação: é fundamental para alcançar metas mais ambiciosas e favorecer a sustentabilidade em longo prazo (TOY; DANIELS, 1998; SOUZA, 2018; 2021).

Silva, Campagna e Lipp-nissinen (2018) destacam a restauração ecológica como uma prática em expansão. Laroca e Orth (2020) enfatizam a importância da preservação dos polinizadores na recuperação de áreas degradadas. Recomendam a promoção do reconhecimento do valor estético e prático dos polinizadores e das plantas melitófilas<sup>2</sup> e de sua importância na conservação dos ecossistemas e na restauração das áreas degradadas.

As metas de recuperação ambiental são estabelecidas para orientar as ações de recuperação de áreas degradadas, visando à restauração das funções ecológicas e da qualidade ambiental. Essas metas podem variar de acordo com a natureza e a extensão da degradação, bem como com os objetivos de conservação e uso da área recuperada. Algumas metas comuns de recuperação ambiental são (SOUZA, 2018; 2021; 2022; 2023):

- ✓ Restauração da biodiversidade: a meta de recuperar a biodiversidade visa a recuperar a diversidade biológica da área, restaurando a vegetação nativa e proporcionando condições para o retorno da fauna e da flora locais.
- ✓ Recuperação da qualidade do solo: a meta de recuperar a qualidade do solo envolve a adoção de práticas que promovam a fertilidade, a estrutura e a capacidade de retenção de água do solo, como a adição de matéria orgânica e a construção de sistemas de drenagem.
- ✓ Melhoria da qualidade da água: a meta de melhorar a qualidade da água busca a redução do impacto da degradação sobre os recursos hídricos, incluindo a recuperação de nascentes, a redução da erosão e a minimização do lançamento de poluentes.
- ✓ Mitigação das emissões de gases de efeito estufa: a meta de mitigar as emissões de gases de efeito estufa busca reduzir a contribuição da área

---

<sup>2</sup> Plantas melitófilas são aquelas que contribuem tanto para a manutenção alimentar da colmeia, como para a produção de mel, própolis, geleia real, cera e pólen.

recuperada para o aquecimento global, por meio da redução das emissões de gases de efeito estufa e da promoção de sumidouros de carbono.

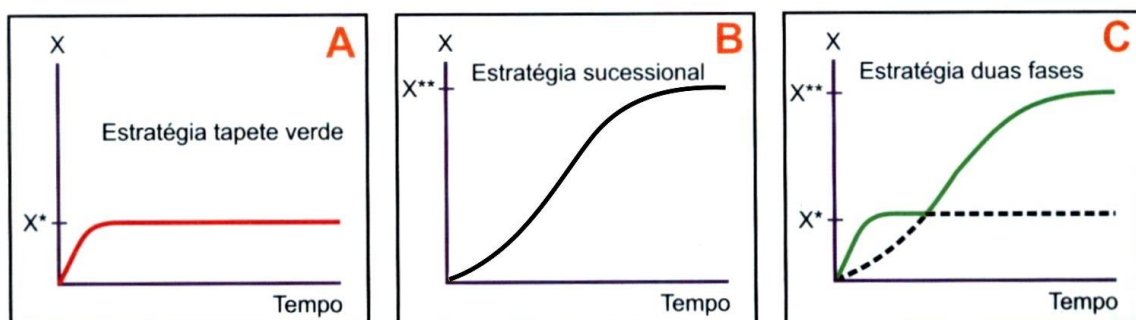
- ✓ Uso sustentável da área recuperada: a meta de uso sustentável visa à utilização da área recuperada de forma consciente e responsável, garantindo a continuidade dos processos de recuperação e a manutenção da qualidade ambiental.

Essas metas podem ser combinadas de acordo com as particularidades de cada caso, visando a uma recuperação efetiva e sustentável da área degradada.

## 2. Estratégias de revegetação

De acordo com Griffith, Dias e Marco Júnior (2000), até 1994, os processos de recuperação ambiental no Brasil apresentavam dois caminhos distintos, que envolviam estratégias mutuamente exclusivas de revegetação: a) o fechamento da área para regeneração natural, com possibilidade de enriquecimento - estratégia baseada na sucessão ecológica; e b) o estabelecimento de um “tapete verde” de espécies agressivas e de rápido crescimento, como capim-gordura (*Melinis minutiflora*) e braquiária (*Brachiaria decumbens*); ou arbóreas, como o eucalipto (*Eucalyptus* sp.). Essa estratégia era a mais usada, pois além de possibilitar uma rápida cobertura e proteção do solo, atendia às exigências da legislação.

Porém, os resultados verificados, apontaram que essa estratégia não tem sustentabilidade no médio e longo prazo. A partir dessa data, pesquisadores da Universidade Federal de Viçosa (UFV) desenvolveram um novo modelo: a “estratégia de duas fases”, cuja proposta é combinar as duas abordagens anteriores, conjugando as potencialidades de cada método (Figura 2).



**Figura 2.** Estratégia de duas fases. Fonte: Griffith, Dias e Marco Júnior, 2000.

De acordo com esses mesmos autores,

as Figuras A e B ilustram, para cada estratégia, a evolução do produto ecológico X no tempo. Supõe-se que o produto desejado seja um sistema em desenvolvimento sucessional autossustentável e paisagisticamente atrativo. Comparando as curvas, verifica-se que a abordagem do tapete verde (Figura A) apresenta o desenvolvimento inicial rápido, mas atinge o equilíbrio em um nível inferior ( $X^*$ ) ao apresentado ( $X^{**}$ ) pela abordagem sucessional (Figura B). A proposta da UFV é combinar essas abordagens, proporcionando rápido aumento inicial na quantidade de  $X^*$  e permitindo grande produção em nível  $X^{**}$  (ótimo), quando a comunidade de plantas alcançar o ponto de estabilidade (Figura C). Desta forma, poder-se-ia conjugar as potencialidades de cada método.

Entretanto, conseguir essa complementaridade não é tarefa fácil. O procedimento para recuperação de áreas degradadas é lento e está relacionado à capacidade de restabelecimento do solo, principalmente em relação às suas propriedades físicas (SAMPAIO et al., 2012; SOUZA, 2018).

A Alcoa Alumínio S/A, executava trabalhos de reabilitação de áreas mineradas de bauxita no planalto de Poços de Calda, MG, conduzindo o seu trabalho no sentido de harmonizar as áreas mineradas com a paisagem local. Durante um longo período, as técnicas empregadas nesses projetos de recuperação foram sujeitas a várias reformulações, devido às necessidades detectadas por meio de avaliações periódicas, sendo algumas práticas revisadas e modificadas, em face da inviabilidade técnica ou econômica (FERREIRA et al., 1997).

De acordo com esses mesmos autores, foram incorporadas as seguintes técnicas: levantamento fitossociológico, uso de serapilheira, mudança no método de remodelamento do terreno, confecção de nichos, enriquecimento de áreas em sucessão, produção de mudas em tubetes, entre outras. Afirmam, que apesar das experiências e estratégias adotadas durante todo esse período, os resultados ainda não eram conclusivos. A busca deve ser por uma melhoria contínua, sabendo que o processo de reabilitação é incipiente e bastante dinâmico. O objetivo é o de restabelecer as funções e formas compatíveis com a capacidade de suporte dos ecossistemas perturbados.

Nos dias atuais, sabe-se que o desenvolvimento de uma equilibrada e autossustentada cobertura vegetativa é a meta da maioria dos projetos de recuperação. As estratégias de revegetação variam amplamente com o tipo de ecossistema a ser recuperado. Em geral, espécies introduzidas com rápido crescimento anual estabilizam o local, retêm nutrientes, controlam a erosão e a lixiviação, protegendo o solo de tal forma que espécies nativas, invadam com sucesso e passem a dominar com o tempo. A compatibilidade de espécies nativa e introduzida deve ser cuidadosamente considerada junto com a biodiversidade do local e as metas de recuperação e gestão (Figura 3).



**Figura 3.** Área ciliar sem a cobertura vegetacional original. Fonte: Acervo Maurício Novaes, 2013.

A área apresentada na Figura 3 pertencente ao Bioma Mata Atlântica, um dos mais diversos e ameaçados do Brasil e da América do Sul, passou por procedimentos de revegetação para recomposição da área ciliar com espécies características desse bioma. Dez anos após esse procedimento, a área revegetada se encontra em estágio avançado de sucessão (Figura 4).

Há de se considerar que a combinação de espécies que serão utilizadas deve estar localmente adaptada e resistente às tensões de pH, nutrientes, déficit de água e doenças, no longo prazo. Quando o uso futuro do solo escolhido for para a manutenção da vida selvagem, por exemplo, a vegetação é fundamental para promover o seu retorno (TOY; DANIELS, 1998; SOUZA, 2018).

Para o processo de revegetação, recomenda-se que no início sejam utilizadas plantas rústicas que tolerem as restrições químicas, físicas e biológicas do solo, além de contribuírem com o incremento de matéria orgânica, que permitirá a estruturação do substrato, ciclagem de nutrientes e preparo do meio para a implantação de espécies mais exigentes (SANTANA et al., 2020).



**Figura 4.** Área ciliar apresentada na Figura 3 com cobertura vegetal em estágio avançado de sucessão. Fonte: Acervo Maurício Novaes, 2023.

Algumas estratégias de revegetação que demonstram a eficácia dessas técnicas:

- ✓ Plantio direto: em um estudo realizado em uma área degradada de pastagem na região amazônica brasileira, o plantio direto de mudas de espécies nativas resultou em maior crescimento e sobrevivência das plantas em comparação com o plantio em covas (BARROS et al., 2016);
- ✓ Plantio com preparo do solo: um estudo realizado em uma área degradada em Minas Gerais, Brasil, mostrou que o preparo do solo com aração e gradagem resultou em maior crescimento e sobrevivência das mudas de espécies nativas em comparação com o plantio direto (RIBEIRO et al., 2019);
- ✓ Semeadura direta: um estudo realizado em uma área degradada na Austrália, a semeadura direta de espécies nativas resultou em alta diversidade de plantas e rápida recuperação da cobertura vegetal (ERICKSON et al., 2012);
- ✓ Adubação verde: em um estudo realizado em uma área degradada de pastagem na região sul do Brasil, a utilização de espécies de leguminosas como adubação

- verde resultou em aumento da fertilidade do solo e maior produção de biomassa vegetal (REINERT et al., 2015);
- ✓ Utilização de bioinsumos: estudo realizado em uma área degradada de mineração de carvão na Índia, a utilização de bioinsumos resultou em aumento da biomassa vegetal e da diversidade de espécies vegetais, além de redução da acidez do solo (KUMAR et al., 2019)
  - ✓ Controle de invasoras: estudo realizado em uma área degradada de mineração de ouro na Amazônia brasileira, o controle das plantas invasoras por meio de capina e aplicação de herbicidas permitiu o estabelecimento de espécies vegetais nativas (LUIZÃO et al., 2009)
  - ✓ Criação de corredores ecológicos: em um estudo realizado em uma área degradada na Nova Zelândia, a criação de corredores ecológicos permitiu o fluxo de animais e plantas entre áreas de floresta nativa e áreas recuperadas, contribuindo para a recuperação da biodiversidade (MOLLOY; DAVIS; FRAMPTON, 2011).

#### **Pagamento por Serviços Ambientais (PSA) e o Programa Reflorestar**

O estado do Espírito Santo é um dos pioneiros no Brasil na execução de políticas de Pagamento por Serviços Ambientais (PSA)<sup>3</sup>. Atualmente, tal política é executada pelo programa “Reflorestar”, que oferece apoio financeiro a produtores rurais que queiram destinar parte da propriedade para preservação e recuperação do meio ambiente e dos recursos hídricos (TRUGILHO, 2023).

São elegíveis para participar do Programa Reflorestar proprietários de área rural que queiram destinar parte da propriedade para preservação e, ou, recuperação do meio ambiente e dos recursos hídricos. O produtor contratado fará jus ao recebimento de um recurso financeiro que varia conforme a modalidade de intervenção enquadrada e o tamanho da área destinada. As modalidades de intervenção apoiadas pelo Reflorestar são: Manutenção da Floresta em Pé (FPE), Restauração por meio do Plantio de Essências Nativas (REC) e Restauração por meio da Condução da Regeneração Natural (REG),

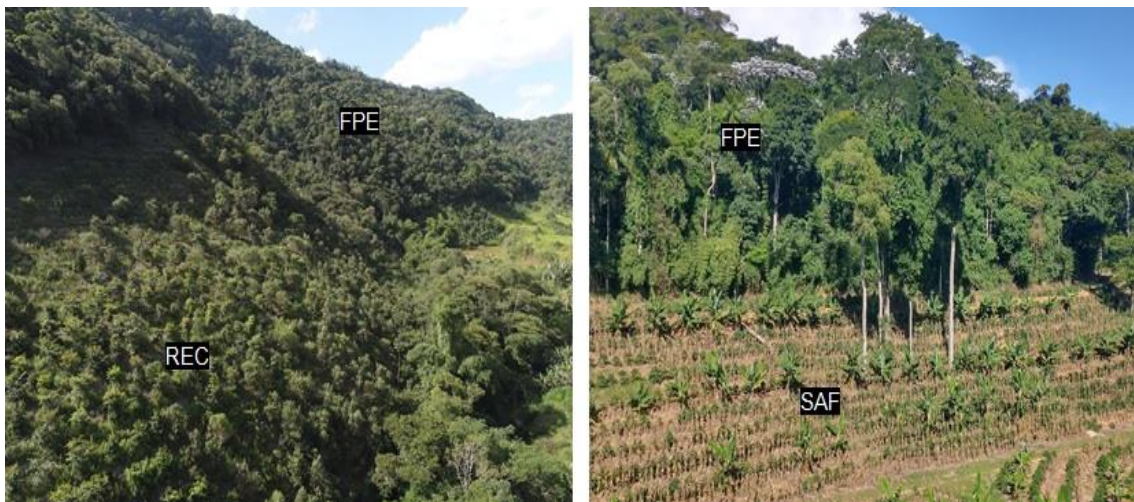
---

<sup>3</sup> O PSA é um instrumento econômico que busca recompensar todo aquele que, em virtude de suas práticas de conservação, proteção, manejo e recuperação de ecossistemas, mantém ou incrementa o fornecimento de um serviço ecossistêmico (WUNDER, 2005; TNC, 2017).

Sistemas Agroflorestais (SAF), Sistemas Silvopastoris (SSP) e Floresta Manejada (FM) (ESPÍRITO SANTO, 2021).

Do ponto de vista ecológico, a estratégia dos corredores sugerida em projetos do Programa Reflorestar, na modalidade FPE - Manutenção Da Floresta Em Pé, é bastante interessante: além de garantir a preservação de remanescentes florestais, pode-se estimular a ampliação e a conexão de fragmentos florestais. Isso vai de encontro à afirmação de Rodrigues, Moreira e Freire (2020), que considera que programas de PSA são instrumentos aptos a viabilizar a criação de corredores ecológicos.

Cabe ressaltar, que a execução de corredores ecológicos prevê a necessidade de estudos aprofundados, com a aplicação de técnicas de mapeamento e geoprocessamento, visando garantir uma maior eficiência na conectividade dos fragmentos (CARNEIRO; BERNINI; SILVA, 2013) (Figuras 5 e 6).



**Figuras 5 e 6.** Áreas de FPE conectadas a outras modalidades de intervenção: na imagem da esquerda à REC e à direita, ao SAF. Fonte: Acervo Guilherme Andrião, 2022.

### 3. O uso do “topsoil” na atividade de mineração

A mineração é uma atividade altamente impactante ao meio ambiente: por isso é a única atividade cuja obrigatoriedade de Recuperação de Áreas Degradadas (RAD) é imposta pela Constituição Federal do Brasil de 1988. A remoção do solo orgânico dificulta o estabelecimento da vegetação,



intensificando o processo erosivo. Assim, a busca por formas alternativas para adequada recuperação dos ambientes alterados, é uma necessidade econômica e ambientalmente importante para a sustentabilidade da atividade (SILVA; CAMPAGNA; LIPP-NISSINEN, 2018).

O sucesso da recuperação depende de condições específicas do local e de execução das melhores técnicas para neles reconstruir um determinado uso do solo. Nas atividades que envolvem a necessidade de revolvimento do solo, como na mineração, sempre que possível, o horizonte orgânico superficial natural do solo - "topsoils" (Horizontes O + A) - devem ser salvos, armazenados e retornados à superfície final, posto ser a camada fértil do solo e conter a memória da vegetação local (TOY; DANIELS, 1998; TOY et al., 2002).

Segundo esses mesmos autores, quando isto não for possível, um "topsoil" substituto deve ser criado do melhor subsolo ou materiais geológicos disponíveis, para servir como meio de crescimento às plantas. Em cenários críticos e sob determinadas circunstâncias, como em áreas de mineração abandonadas, o elaborador precisa recuperar um local degradado sem qualquer "topsoiling" (Horizontes A e B inexistentes), sendo necessária a seleção de meio substituto (material do Horizonte C, estéreis ou rejeitos).

Normalmente, as propriedades físicas e químicas dos estéreis ("spoil" ou "overburden", para estéril) e rejeitos ("tailings"), junto com sua fertilidade, são facilmente avaliadas e ajustadas a materiais encontrados potencialmente menos tóxicos. A comparação de diversos materiais de estéril (resíduos da mineração) ou materiais substitutos por meio de procedimentos padrão de análise de solo é uma prática útil para avaliar suas características físicas, químicas e biológicas em relação a solos naturais (TOY; DANIELS, 1998; TOY; FOSTER; RENARD, 2002).

De acordo com esses mesmos autores, esses procedimentos podem fornecer informações valiosas sobre a qualidade e a adequação desses materiais para uso em recuperação ambiental ou outros fins específicos, como cobertura de áreas mineradas. No entanto, é importante reconhecer que os resultados dessas análises podem não ser interpretados com a mesma precisão que ocorre para solos naturais, por razões diversas, tais com as variações dos materiais dos estéreis, aos processos de transformação e ao tempo de

maturação. O potencial de acidez e alcalinidade são as principais propriedades químicas a serem estimadas.

Apesar dessas limitações, as análises de solo ainda são valiosas para avaliar tendências gerais, identificar possíveis problemas ou desafios relacionados ao uso de materiais de estéril e orientar estratégias de recuperação ambiental. No entanto, é crucial interpretar os resultados com sensibilidade às diferenças entre os materiais de estéril e solos naturais e considerar o contexto específico de aplicação. A pesquisa contínua e a experiência prática ajudarão a refinar as abordagens de análise e a compreender melhor os materiais de estéril e sua viabilidade para diferentes usos (BOYD, 2017; PATI et al., 2017; SILVA; CAMPAGNA; LIPP-NISSINEN, 2018).

Em um estudo realizado em uma área de mineração de carvão na Austrália, a adição de "topsoil" em áreas degradadas resultou em melhorias significativas na qualidade do solo e no estabelecimento de espécies vegetais nativas (FERGUSSON, 2007).

### **3.1. Ajuste das condições físicas e químicas dos meios substitutos**

O passo fundamental para a avaliação dos riscos potenciais e, inclusive o planejamento da recuperação ambiental após a operação da mina, deve ser realizado a "análise da camada de estéril". Há de ser requerida para todos os materiais geológicos de solo encontrados no local, antes do início da perturbação. Os resultados preliminares dessa análise são usados (SOBEK et al., 1978; BOYD, 2017; PATI et al., 2017; YOUNGER, 2017):

- ✓ Para identificar estratos potencialmente tóxicos e desenvolver um plano para seu isolamento, evitando, assim, a contaminação do meio ambiente;
- ✓ Predizer a qualidade da água e impactos resultantes da manipulação e colocação dos materiais operados;
- ✓ Determinar as propriedades geotécnicas (por exemplo, resistência ao corte, dilatação e características de compactação) de todos os materiais; e
- ✓ Averiguar que estratos são apropriados para serem "topsoils" substitutos, onde for necessário.

De acordo com esses mesmos autores, esses passos são fundamentais para uma abordagem responsável e eficaz na gestão de áreas mineradas, visando minimizar os impactos ambientais e promover a recuperação do ecossistema após a operação da mina.

Também, essa avaliação irá avaliar as propriedades físicas dos rejeitos e estéreis prejudiciais à revegetação, tais como: a) alta densidade devido à compactação; e b) baixa capacidade de retenção da água no solo, que são de difícil ajuste após a perturbação do solo. Estas duas condições, solos compactados ou com baixa capacidade de retenção de água, são os fatores mais comuns que limitam o sucesso da recuperação. Solos compactados deformam as raízes e prejudicam o seu desenvolvimento (SILVA et al., 2021).

Também, segundo esses mesmos autores, possuem baixa capacidade de infiltração e distribuição da água, reduzindo a porosidade do solo e as trocas gasosas solo/atmosfera. Implica no impedimento da ação capilar da água e no aumento do escoamento superficial. Por este motivo, a profundidade da camada adensada deve ser identificada e promovida a sua descompactação, por meio de (IBAMA, 1990; TOY; DANIELS, 1998; TOY et al., 2002; YOUNGER, 2017; TERRA et al., 2019):

- ✓ **Práticas mecânicas:** 1) camadas superficiais - usar escarificadores até a profundidade de aproximadamente 30 cm; 2) camadas inferiores - fazer subsolagem com “ripper” ou subsolador, com o solo seco para evitar aumento da compactação, devendo ser realizada em curvas de nível ou com pequeno gradiente para que não se forme depósitos de águas; e
- ✓ **Práticas culturais:** 1) incorporação de matéria orgânica visando a redução da densidade do solo; 2) espécies herbáceas com sistema radicular profundo e com grande densidade radicular; e 3) adubação verde com leguminosas para posterior incorporação, entre outros.

O uso de materiais orgânicos é extremamente importante: trazem benefícios sobre os atributos físicos do solo, como uma melhor agregação. Conseqüentemente, altera a densidade, a porosidade, a aeração e a capacidade de retenção e infiltração de água (SAMPAIO et al., 2012). Solos ricos em matéria orgânica são biologicamente mais ativos, pois beneficiam a biota do solo,

permitindo uma maior taxa de decomposição e mineralização dos resíduos orgânicos.

A acidez do solo, a salinidade e outras condições químicas tóxicas, também são limitantes para o sucesso da recuperação, mas estão mais espacialmente localizadas que propriedades físicas prejudiciais. Deve-se considerar, num solo ácido, a adsorção dos elementos fertilizantes inorgânicos e orgânicos é prejudicada, sendo a calagem fundamental. Preferencialmente, deverá ser realizada entre 3 a 6 meses anteriormente ao plantio. Caso a quantidade requerida para a correção seja elevada, deve-se aplicar a metade da carga de corretivo sobre a superfície do subsolo e, após a colocação da camada fértil do solo, aplicar a outra metade (*ibidem*).

### 3.2. Proteção do “topsoil”

Na recuperação de áreas mineradas, por exemplo, o “topsoil” armazenado é particularmente susceptível às perdas de solo e nutrientes por erosão ou lixiviação, devido à saturação permanente, devendo ser cuidadosamente protegido (IBAMA, 1990; TOY; DANIELS, 1998; BOYD, 2017; PATI et al., 2017; YOUNGER, 2017):

- ✓ Os locais de empréstimos devem estar localizados longe do tráfico e as operações de manipulação do material devem ser feitas distantes, sempre que possível;
- ✓ O “topsoil” deve ser revegetado (com vegetação morta, serapilheira ou plantio de gramíneas/leguminosas), caso seja armazenado por um período mais longo, que não deve ultrapassar dois anos, para que sejam mantidas as suas características, atividade biológica e umidade do solo;
- ✓ Os estoques, em cordões ou leiras, com o máximo de 1,5 m de altura; ou em pilhas individuais de 5 a 8 m<sup>3</sup>, também não ultrapassando essa mesma altura de tal forma a evitar a sua compactação;
- ✓ Devem ser identificados com sinais e cercados por uma pequena berma de material geológico, que desvie o fluxo lateral da água, evitando a contaminação com materiais não pertencentes ao “topsoil”;

- ✓ Os estoques não devem ser usados para disposição de estéreis ou rejeitos, especialmente se estiverem contaminadas por produtos derivados de petróleo, evitando comprometer a camada fértil do solo;
- ✓ O revolvimento periódico desses estoques com a finalidade de promover uma maior aeração: trará como benefício uma melhor preservação da atividade biológica; e
- ✓ Finalmente, os estoques devem ser depositados em local de fácil acesso, em face à necessidade de repetidas operações exigidos para o seu transporte até o local definitivo (Figura 7).



**Figura 7.** Distribuição do “topsoil” em local definitivo: restauração florestal em área de mineração de bauxita. Fonte: <https://esalqlastrop.com.br/capa.asp?j=5>.

Nem sempre é possível o uso imediato do "topsoil" em operações de mineração, especialmente em situações em que as condições do terreno, os métodos de mineração empregados ou outros fatores limitam a viabilidade de preservar e reaplicar a camada superficial do solo imediatamente. No entanto, o ideal seria o seu aproveitamento imediato. Em determinadas situações, pode ser conseguido por meio de um bom planejamento, com duas ou mais frentes de lavra operando simultaneamente.

Múltiplas frentes de lavra pode permitir que uma frente extraísse os materiais de interesse enquanto outra coleta e armazena o "topsoil". Essa abordagem requer um planejamento cuidadoso, coordenação entre as equipes e a execução de medidas para proteger o "topsoil" durante a operação da mina. Além disso, é crucial considerar as características do solo, a topografia, o clima e outros fatores locais que podem influenciar o sucesso desse processo (BOYD, 2017; PATI et al., 2017; YOUNGER, 2017).

### 3.3. O acúmulo de matéria orgânica

A produtividade dos ecossistemas agrícolas e florestais depende, em grande parte, do processo de transformação da matéria orgânica e, por conseguinte, da atividade e biomassa dos microrganismos do solo. Na Figura 8 observa-se uma área de pastagem degradada isolada para que se estabeleça o processo de regeneração natural.



**Figura 8.** Área ciliar com baixa cobertura vegetal em área de pastagem degradada. Fonte: Acervo Maurício Novaes, 2013.

Neste contexto, a manutenção de resíduos vegetais no solo, em sistemas agropecuários, e a queda de restos vegetais para a formação de serapilheira, em sistemas florestais e agroflorestais, são determinantes na obtenção do

equilíbrio da matéria orgânica no solo (NOVAIS et al., 1990; SOUZA, 2018; 2023).

Na Figura 9, 10 anos após o fechamento da área de pastagem, com o avançado desenvolvimento vegetacional e a significativa deposição de serapilheira, ocorreu significativo acúmulo de matéria orgânica, favorecendo o desenvolvimento da microbiota do solo (SOUZA, 2015; 2018; 2021).



**Figura 9.** Área ciliar da Figura 8 com cobertura vegetal em estágio avançado de sucessão. Fonte: Acervo Maurício Novaes, 2023.

Os microrganismos exercem papel fundamental utilizando esses materiais como fonte de nutrientes e energia para a formação e o desenvolvimento de suas células, bem como para a síntese de substâncias orgânicas no solo. Dessa forma, o manejo dos substratos e dos processos biológicos permite alcançar um novo equilíbrio no ecossistema (NOVAIS et al., 1990; SOUZA, 2015; 2018; 2022; 2023).

Quando um determinado local for recuperado por meio de uma completa reconstrução do solo, com a utilização de um “topsoil” substituto, como ocorre na atividade de mineração ou em áreas com severas perdas de solo, seu sucesso no longo prazo dependerá do restabelecimento desses processos essenciais: acumulação de matéria orgânica e o restabelecimento da ciclagem

de nutrientes. Estes processos podem ser rapidamente restaurados, por um plano bem elaborado de seleção e reposição do material orgânico que aporta ao solo, proveniente de resíduos vegetais e animais, junto com o uso criterioso das correções necessárias (SOUZA, 2021).

A acumulação de matéria orgânica e nitrogênio (N) ao longo do tempo, com uma mínima fixação de fósforo (P) por óxidos de ferro presentes no solo, são fatores importantes no controle da produtividade vegetativa em longo prazo nas regiões úmidas; considerando que deficiência de água e condições sódicas e salinas, são importante em ambientes áridos e semiáridos (MEYER; RENARD, 1991; OLSON et al., 1994; TOY; DANIELS, 1998).

Muitos resíduos produzidos, tais como lodo de esgoto, compostos orgânicos, rejeitos alimentares e cinzas de carvão, são bastante úteis como corretivos de solos, com benefícios na reciclagem secundária. Porém, estes materiais devem ser avaliados e administrados cuidadosamente, para assegurar que o ambiente geoquímico em que eles serão introduzidos imobilizarão componentes tóxicos (TOY et al., 2002; PATI et al., 2017; YOUNGER, 2017).

As características químicas do solo, incluindo pH, nutrientes, sodificação, salinidade e metais, também influenciam: a) a produtividade das plantas; b) a adaptação das espécies; e c) a capacidade de uso do solo. A camada de “topsoil”, com o desenvolvimento da vegetação, é enriquecida com nutrientes e matéria orgânica provenientes da bioacumulação e reciclagem do “litter”. A espessura e o conteúdo de húmus do solo são bons indicadores da sua qualidade total (JENNY, 1980; PATI et al., 2017; YOUNGER, 2017; SOUZA, 2018).

Para esses mesmos autores, a matéria orgânica e o “húmus”: a) funcionam como solução tampão, impedindo que o solo sofra mudanças bruscas de acidez ou alcalinidade; b) provê nutrientes por mineralização; c) complexa metais potencialmente tóxicos; e d) proporcionam melhor agregação, aeração e capacidade de retenção de água da camada de “topsoil”. Por esses motivos, a acumulação e manutenção da matéria orgânica na comunidade são consideradas as mais importantes propriedades do solo afetando o crescimento das plantas, sendo, portanto, prioridade para o sucesso dos procedimentos de recuperação.



#### 4. Considerações finais

É inquestionável a importância da revegetação na recuperação de solos degradados e na promoção da sustentabilidade ambiental. Desempenha um papel crucial na restauração de áreas afetadas por atividades humanas, como a mineração, e ajudam a mitigar diversos problemas ambientais, tais como a erosão, a perda de nutrientes e a degradação da biodiversidade.

É interessante notar que a escolha adequada das espécies vegetais para a revegetação, levando em consideração as condições locais, é essencial para o sucesso desse processo. Além disso, as práticas de manejo como o consórcio de espécies florestais com pastagens, podem ser eficazes para a recuperação desses solos degradados.

A conscientização sobre a importância do planejamento no uso do solo é fundamental para evitar impactos ambientais graves e irreversíveis. A recuperação da fertilidade do solo e a promoção da biodiversidade são metas que podem ser alcançadas por meio da revegetação, contribuindo para a saúde dos ecossistemas e para o equilíbrio dos ciclos biogeoquímicos, via acúmulo de serapilheira e sua conversão em matéria orgânica.

É fundamental prosseguirem as pesquisas e o desenvolvimento de técnicas de recuperação de áreas degradadas. Há de se buscar constantemente formas mais eficientes e sustentáveis de se recuperarem os ecossistemas. A colaboração entre governos, empresas e a sociedade em geral é essencial para garantir a adoção de práticas responsáveis de manejo do solo e para a promoção de uma abordagem mais sustentável na utilização dos recursos naturais.

#### 5. Referências

BARROS, A. C.; ROCHA JUNIOR, P. R.; LOPES, R. R.; NUNES, Y. R. F.; TRESMONDI, F.; PINTO, F. A. C. Crescimento e sobrevivência de mudas de espécies florestais em diferentes sistemas de plantio em uma área degradada de pastagem na Amazônia brasileira. **Revista Arvore**, v. 40, n. 6, p. 1169-1178, 2016. DOI: 10.1590/0100-67622016000600018.

BOYD, E. Sustainability in the Mining Industry: The Clean Energy Conundrum. **Sustainable Development**, 2017.

CARNEIRO, B. M.; BERNINI, H.; SILVA, A. G. Perspectivas de conexão entre fragmentos florestais do Corredor Ecológico Burarama-Pacotuba-Cafundó, na Mata Atlântica do Espírito Santo, através de recomposição de Áreas de Proteção Permanente de cursos d'água. **Natureza on line**, v. 11, n. 1, p. 20-28, 2013.

ERICKSON, T. E.; MERRITT, D. J.; DIXON, K. W.; MERRITT, R. B. Direct seeding for successful restoration of an Australian ironstone gravel road. **Ecological Management & Restoration**, v. 13, n. 3, p. 226-235, 2012. DOI: 10.1111/j.1442-8903.2012.00649.x

ESPÍRITO SANTO. **Portaria nº 011-R, de 04 de outubro de 2021**. Torna público o edital de convocação de produtores rurais que desejam participar do ciclo 2021 do Programa Reflorestar. Diário Oficial dos Poderes do Estado, Vitória, ES, 05 de outubro de 2021, p. 60-75.

FERGUSON, M. Topsoil replacement for restoring mined land in Australia: a review. **Land Degradation & Development**, v. 18, n. 2, p. 123-131, 2007. DOI: 10.1002/ldr.765

FERREIRA, C. A. G.; FUSER, J. E.; ZANATT, P. R.; DON WILLIAMS, D. Reabilitação de áreas mineradas de bauxita no planalto de Poços de Calda, MG. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS, 3., 1997, Ouro Preto. **Trabalhos voluntários...** Viçosa, MG: SOBRADE; UFV/DPS, 1997. p. 27-35.

GRIFFITH, J. J.; DIAS, L. E.; MARCO JÚNIOR, P. A recuperação ambiental. **Rev. Ação Ambiental**, v. 2, n. 10, p. 8-11, 2000.

IBAMA - INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS. **Manual de recuperação de áreas degradadas pela mineração: técnicas de revegetação**. Brasília: IBAMA, 1990. 96 p.

JENNY, H. **The soil resource**. New York: Springer-Verlag, 1980. p. 113-144.

KUMAR, A.; KUMAR, M.; SINGH, R. P.; KUMAR, R. Role of bioinoculants in restoration of degraded soils: a review. **Pedosphere**, v. 29, n. 3, p. 297-313, 2019. DOI: 10.1016/S1002-0160(18)60097-4.

LAROCA, S.; ORTH, A. I. Recuperação de áreas degradadas: polinizadores como uma nova dimensão. **Acta Biológica Paranaense**, Curitiba, v. 49, n. 1-2, p. 67-87, 2018.

LUIZÃO, F. J.; LUIZÃO, R. C.; PAIVA, R. Q.; MONTEIRO, T. F.; SOUSA, L. S.; KRUIJT, B.; BRAGA-NETO, R. Plant diversity and conservation in Amazonian gold rush areas. **Frontiers in Ecology and the Environment**, v. 7, n. 7, p. 382-388, 2009. DOI: 10.1890/080089.

MEYER, L. D.; RENARD, K. G. How research improves land management. In: **Agriculture and the environment**. Washington, D. C.: U.S. Government Printing Office. USDA Yearbook of Agriculture, 1991. p. 20-27.

MOLLOY, S.; DAVIS, B.; FRAMPTON, C. Ecosystem restoration on New Zealand's public conservation land: synthesis of recent progress, remaining challenges, and future opportunities. **New Zealand Journal of Ecology**, v. 35, n. 2, p. 187-200, 2011. Disponível em: <https://newzealandecology.org/nzje/2890.pdf>. Acesso em: 22 ago. 2022.

OLSON, K. R.; LAL, R.; NORTON, L. D. Evaluation of methods to study soil erosion-productivity relationships. **J. Soil Water Conservation**, v. 49, n. 6, p. 586-590, 1994.

PATI, C. S. et al. A Review on Technologies for Reducing CO<sub>2</sub> Emission from Coal Fired Power Plants. **International Journal of Scientific & Engineering Research**, 2017.

PIMENTA, J. M. A.; SANTOS, A. L. R. dos; VERA, D. E.; DEKNES, L. B.; WOICIECHOWSKI, T. Diagnóstico ambiental e recomendações para recuperação de área degradada em Aquidauana, Mato Grosso do Sul, Brasil. **Revista Principia**, João Pessoa, v. 59, n. 2, p. 445-466, 2022.

REINERT, D. J.; GOMES, L. E.; JARENKOW, J. A. Potencial da adubação verde com leguminosas para recuperação de solos degradados na região Sul do Brasil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 39, n. 3, p. 752-763, 2015. DOI: 10.1590/01000683rbc20140522.

RIBEIRO, V. M.; NOVAIS, R. F.; NEVES, J. C. L.; BARROS, N. F.; TEIXEIRA, W. G. Growth and nutrient accumulation of native tree species in reforestation areas with different soil tillage practices. **Floresta e Ambiente**, v. 26, n. 4, 2019. DOI: 10.1590/2179-8087.043018.

RODRIGUES, J. G. V.; MOREIRA, S. A.; FREIRE, E. M. X. Relevância e estratégias para viabilização da criação de corredores ecológicos em área da Mata Atlântica setentrional. **Revista Brasileira de Políticas Públicas**, v. 10, n. 3, 2020.

SALOMÃO, P. E. A.; BARBOSA, L. C.; CORDEIRO, I. J. M. Recuperação de áreas degradadas por pastagem: uma breve revisão. **Research, Society And Development**, [S.L.], v. 9, n. 2, p. 1-16, 2020. DOI: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v9i2.2057>.

SAMPAIO, T. F.; GUERRINI, I. A.; BACKES, C.; HELIODORO, J. C. A.; RONCHI, H. S.; TANGANELLI, K. M.; CARVALHO, N. C. de; OLIVEIRA, F. C. Lodo de esgoto na recuperação de áreas degradadas: efeito nas características físicas do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, [s. l.], v. 36, n. 1, p. 1637-1645, 2012.

SANTANA, P. H. L.; THIENGO, C. C.; BURAK, D. L.; OLIVEIRA, D. M. de; MENDONÇA, E. de S.. Adoção de biotecnologias para revegetação mais eficiente por feijão-de-porco e crotalária em rejeito de minério de ferro. **Colloquium Agrariae**, [S. L.], v. 16, n. 5, p. 1-13, 2020.

SANTOS, P. L.; FERREIRA, R. A.; ARAGÃO, A. G. de; AMARAL, L. A.; OLIVEIRA, A. S. Estabelecimento de espécies florestais nativas por meio de

semeadura direta para recuperação de áreas degradadas. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 36, n. 2, p. 237-245, 2012.

SILVA, I. A. da; CAMPAGNA, A. R.; LIPP-NISSINEN, K. H.. Recuperação de áreas degradadas por mineração: uma revisão de métodos recomendados para garimpos. **Pesquisas em Geociências**, [S.L.], v. 45, n. 3, p. 1-22, 2018. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. <http://dx.doi.org/10.22456/1807-9806.91386>.

SILVA, L. da L.; RIBON, A. A.; BACKES, C.; LOPES, L. C. A.; MAGALHÃES, A. F.. Atributos físicos do solo e produtividade da pastagem em sistema de manejo de integração Lavoura-Pecuária-Floresta. **Scientific Electronic Archives**, [S.L.], v. 14, n. 11, p. 88-102, 2021. Scientific Electronic Archives. <http://dx.doi.org/10.36560/141120211445>.

SOBEK, A. A.; SCHULLER, W. A.; FREEMAN, J. R; SMITH, R. M. **Field and laboratory methods applicable to overburdens and mine soils**. Cincinnati: EPA Industrial Environmental Research Lab., EPA 600/2-78-054, 1978.

SOUZA, M. N. (Org.) **Tópicos em recuperação de áreas degradadas**. Vol. IV. – Canoas, RS: Mérida Publishers, 2022. 304 p. ISBN: 978-65-84548-10-7. DOI: <https://doi.org/10.4322/mp.978-65-84548-10-7>.

SOUZA, M. N. (Org.) **Tópicos em recuperação de áreas degradadas**. Vol. III. – Canoas, RS: Mérida Publishers, 2022. 347 p. ISBN: 978-65-84548-04-6. DOI: <https://doi.org/10.4322/mp.978-65-84548-04-6>.

SOUZA, M. N. (Org.) **Tópicos em recuperação de áreas degradadas**. Vol. V. – Canoas, RS: Mérida Publishers, 2023. 348 p. ISBN: 978-65-84548-12-1. DOI: <https://doi.org/10.4322/mp.978-65-84548-12-1>.

SOUZA, M. N. **Degradação antrópica e procedimentos de recuperação ambiental**. Balti, Moldova, Europe: Novas Edições Acadêmicas, 2018, 376 p.

SOUZA, M. N. **Mudanças no uso do solo e da água e a gestão dos recursos naturais**. Frankfurt, Alemanha: Novas Edições Acadêmicas, 2015, v.5000. 376 p.

SOUZA, M. N. Recuperação ambiental ou recuperação de áreas degradadas: conceitos e procedimentos. p. 11-57. In: SOUZA, M. N. **Tópicos em recuperação de áreas degradadas**. VOL. I. CANOAS: Mérida Publishers, 2021.133 p.

TERRA, A. B. C.; FLORENTINO, L. A.; REZENDE, A. V. de; SILVA, N. C. D. e. Leguminosas forrageiras na recuperação de pastagens no Brasil. **Revista de Ciências Agrárias**, [S. L.], v. 42, n. 2, p. 305-313, 2019.

TNC - THE NATURE CONSERVANCY DO BRASIL. Guia para a formulação de políticas públicas estaduais e municipais de pagamento por serviços ambientais. 2017. Disponível em: <https://www.tnc.org.br/content/dam/tnc/nature/en/documents/brasil/guia-politicas-publicas-PSA.pdf>. Acesso em: 6 jul. 2023.

TOY, T. J.; DANIELS, W. L. Reclamation of disturbed lands. In: MAYER, R.A. (Ed.). **Encyclopedia of environmental analysis and remediation**. New York: John Wiley, 1998. p. 4078-4101.

TOY, T. J.; FOSTER, G. R.; RENARD, K. G. **Soil erosion**: processes, prediction, measurement, and control. New York: John Wiley, 2002. 338p.

TRUGILHO, G. A. **Contribuições do programa Reflorestar para implantação de intervenções conservacionistas e produtivas em propriedades rurais do Espírito Santo**. 2023, 70 p. Dissertação (Mestrado em Agroecologia) – Instituto Federal do Espírito Santo campus de Alegre.

WUNDER, S. et al. Payments for environmental services: some nuts and bolts. **CIFOR Infobrief**. n. 9, 2005.

YOUNGER, P. L. et al. A Framework for Assessing the Environmental and Social Impacts of Mining. **Journal of Cleaner Production**, 2017.

---

## Estratégias de recuperação de áreas degradadas

Dayvson Dansi Rodrigues, Sillas Ramos Mariano, Maria Amélia Bonfante da Silva, Otacílio José Passos Rangel, César Santos Carvalho, Guilherme Andrião Trugilho, Marlon Alves Peçanha da Silva, Marjorie Mezabarba Gonçalves, Luana Soares Egidio, Silvia Aline Bérghamo Xavier, Natália Cassa, Aline Marchiori Crespo, Geisa Corrêa Louback, Igor Borges Peron, Maurício Novaes Souza

<https://doi.org/10.4322/mp.978-65-84548-14-5.c3>

### Resumo

Áreas degradadas é um tema de grande importância no Brasil, pois se trata de um país com grandes áreas ocupadas pela agropecuária. Dada essa condição, grandes áreas foram desflorestadas para dar lugar a essa atividade. Porém, devido ao mau uso, tornaram-se áreas degradadas: sua recuperação é de suma importância para que sejam convertidas em áreas com potencial produtivo sem a necessidade de se expandir a fronteira agropecuária por meio do desmatamento de florestas nativas. A identificação de áreas degradadas e o planejamento de sua recuperação são obtidos a partir da Avaliação de Impacto Ambiental (AIA), que é feita por meio dos Estudos de Impactos Ambientais (EIA) e o seu resumo, conhecido como Relatório de Impacto Ambiental (RIMA), que deve apresentar a síntese dos resultados dos estudos sobre o diagnóstico ambiental da área de influência do projeto. A partir destes estudos realizados, são então colocadas em prática as ações para a recuperação da área degradada em questão. Uma prática que vem sendo adotada em diferentes níveis governamentais, desde municipal, estadual até a esfera federal, são os pagamentos por serviços ambientais (PSA), que remuneram o produtor que tenha uma área recuperada ou apoiam financeiramente para que ele recupere uma área em sua propriedade. Dois exemplos de PSA mais conhecidos são o de Catskill, em Nova Iorque, EUA; e no município de Extrema, Minas Gerais, que protegem suas bacias hidrográficas e seus recursos hídricos para a produção de água a partir do PSA.

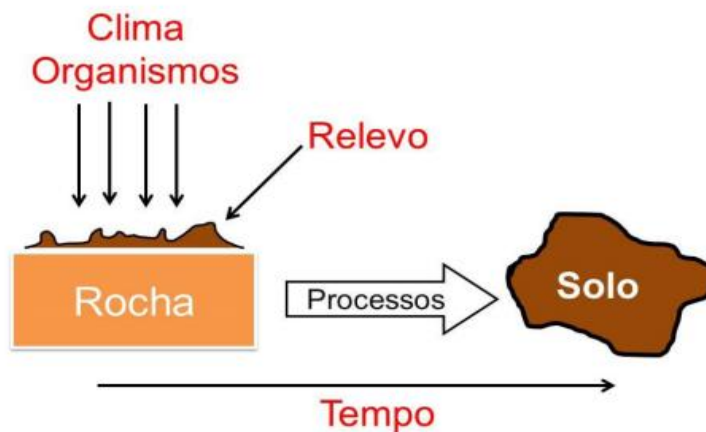
**Palavras-chave:** Pagamento de serviços ambientais (PSA). Áreas degradadas. Recuperação ambiental.

## 1. Introdução

O solo é uma coleção de corpos naturais, constituídos por partes sólidas, líquidas e gasosas, tridimensionais, dinâmicos, formados por materiais minerais e orgânicos que ocupam a maior parte do manto superficial das extensões continentais do nosso planeta; contêm matéria viva e pode ser revegetado na natureza onde ocorrem, após, eventualmente, terem sido modificados e, ou, degradados por interferências antrópicas (SANTOS et al., 2018).

Cabe considerar que o solo tem uma significativa relevância por estabelecer uma base de sustento e fornecimento de nutrientes para a produção alimentícia - representa um elemento imprescindível para o crescimento populacional. As relações existentes entre os fatores bióticos e abióticos do solo maximizam a sua utilização, mesmo com as interferências antrópicas (RODRIGUES, 2018).

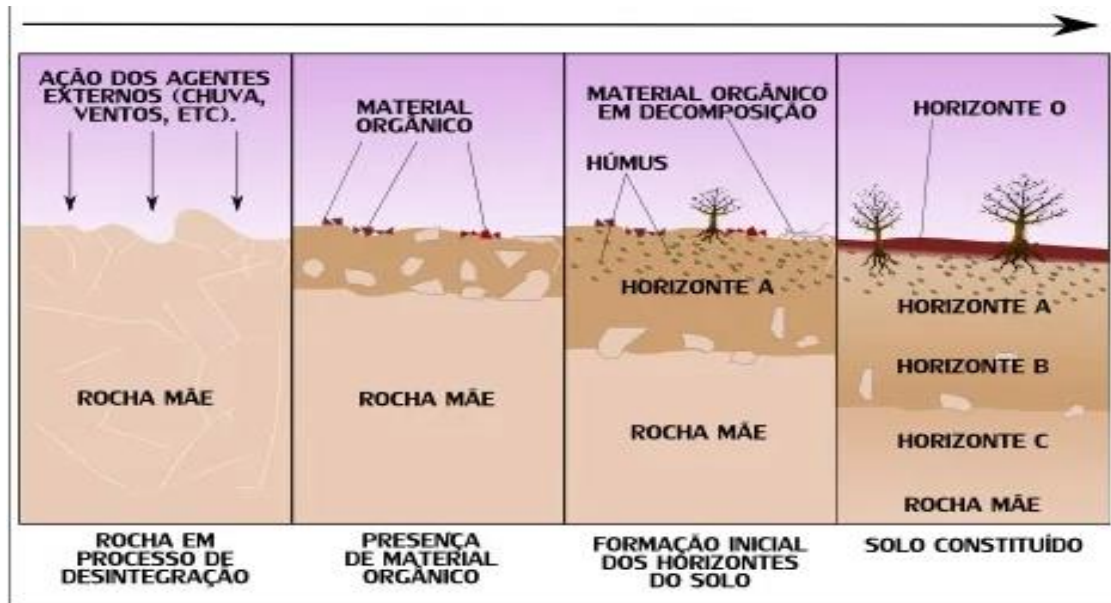
De acordo com esse mesmo autor, a formação do solo decorre da interação de vários elementos, tais como o material de origem; tempo; relevo; clima e organismos (Figura 1).



**Figura 1.** Esquema demonstrativo de formação do solo. Fonte: Rodrigues, 2018.

O solo é o resultado de um processo geológico, pedológico e biológico que ocorre ao longo de milhares a milhões de anos, sendo a camada mais superficial da crosta terrestre. O solo é uma mistura complexa de minerais, material orgânico, água, ar e organismos vivos, e é de fundamental importância para

sustentar a vida na Terra, sendo a base para o crescimento de plantas e a sobrevivência de muitas formas de vida (Figura 2).



**Figura 2.** Esquema representativo do processo de evolução dos solos. Fonte: Mundo da educação, 2021.

O processo de formação do solo, chamado de pedogênese, envolve diversas etapas e fatores, incluindo (RODRIGUES, 2018; SOUZA, 2018):

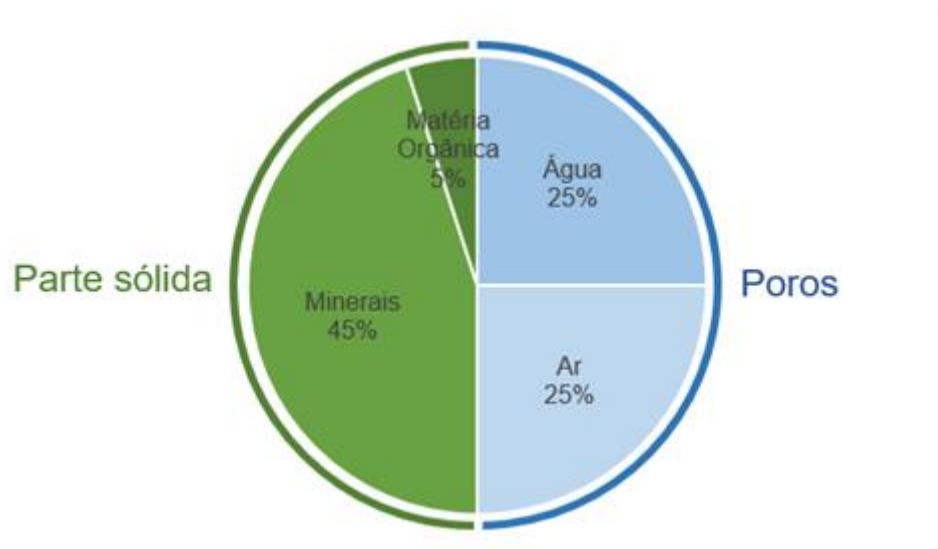
- ✓ **Intemperismo:** este é o processo pelo qual as rochas da crosta terrestre são quebradas em pedaços menores devido à ação de agentes como água, vento, temperatura e processos químicos.
- ✓ **Decomposição da matéria orgânica:** restos de plantas e animais mortos se acumulam na superfície do solo e são decompostos por micro-organismos, liberando nutrientes essenciais para o solo.
- ✓ **Transporte de material:** a água, o vento, a gravidade e outras forças podem mover partículas do solo de um lugar para outro, criando diferentes camadas com características variadas.
- ✓ **Formação de horizontes do solo:** com o tempo, camadas distintas, chamadas de horizontes, se desenvolvem no solo. Cada horizonte tem características físicas, químicas e biológicas únicas.



- ✓ **Influência de organismos:** a atividade de organismos como minhocas, insetos, microrganismos e raízes de plantas também contribuem para a formação e a estruturação do solo.
- ✓ **Fatores climáticos e topográficos:** clima, relevo, tempo de exposição e outros fatores geográficos desempenham um papel importante na formação do solo.

Essencial para a agricultura, o solo fornece nutrientes e espaço para o crescimento das plantas. Além disso, atua como filtro para a água, ajudando a purificar a água que percola através dele. Também desempenha um papel crucial na regulação do ciclo global de carbono e na manutenção da biodiversidade terrestre. Portanto, a preservação e o manejo sustentável do solo são fundamentais para a saúde dos ecossistemas e para a nossa própria sobrevivência.

O solo é constituído de parte sólida (fração mineral e orgânica), líquida (água) e gasosa (ar). Assim, é conhecido como um sistema trifásico. A proporção destes constituintes varia de acordo com a sua natureza. Na Figura 3, podem-se observar a distribuição percentual “ideal” dos seus componentes.

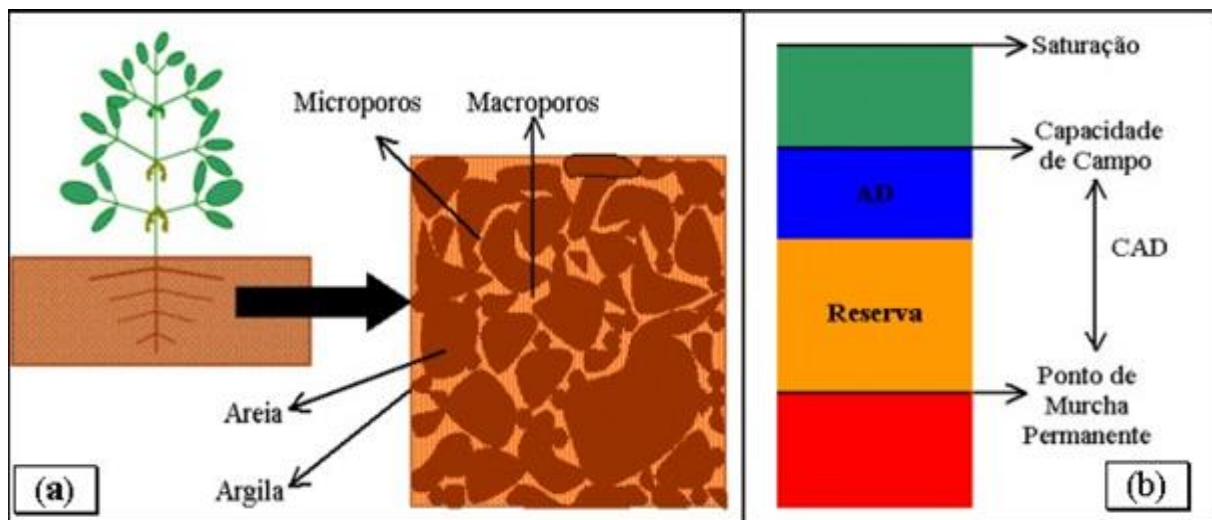


**Figura 3.** Composição percentual de seus componentes de um solo. Fonte: <http://blogdequimica2014.blogspot.com/2018/04/constituicao-do-solo.html>, 2021.

O solo em sua estrutura química; física e biológica representa uma base de significativa relevância para as atividades agropecuárias na produção de alimentos. É importante enfatizar que as suas condições químicas, físicas e biológicas são extremamente importantes para a obtenção de uma produção agropecuária satisfatória (ADAMS, 2016). Nesse contexto, o manejo desse recurso natural se torna um fator limitante à produção vegetal.

A conservação de solo e água está intimamente relacionada entre si nos quesitos qualidade e quantidade de água. Existe uma relação de causa e efeito nos aspectos de conservação e degradação, que afetam diretamente os atributos físico-hídricos do solo, tais como densidade; porosidade; umidade e armazenamento de água. Neste sentido, solos com uma excelente textura (tamanho e natureza das partículas), bem estruturado e com bom teor de carbono, são relacionados com um maior armazenamento de água (MONTEIRO et al., 2023; SOUZA, 2023; XAVIER et al., 2023).

De acordo com esses mesmos autores, do total de água armazenada pelo solo, a parte que as plantas conseguem absorver é conhecida como CAD (capacidade de água disponível), sendo de suma importância para o manejo da cultura e de práticas como a irrigação (Figura 4).



**Figura 4.** Esquema didático da capacidade de água disponível (CAD) (b) e distribuição física do solo (a). Fonte: [http://www2.feis.unesp.br/irrigacao/lsvmanejo\\_irrigacao.htm](http://www2.feis.unesp.br/irrigacao/lsvmanejo_irrigacao.htm), 2021.

A CAD de um solo possui dois limites de umidade, onde o superior é conhecido como capacidade campo (CC), com máximo de absorção de água sem perdas por percolação. O limite inferior é conhecido como ponto de murcha permanente (PMP), onde a quantidade de água armazenada é pequena e as plantas não conseguem absorver a água retida nos poros, mesmo gastando bastante energia.

O crescimento da população mundial acarreta, naturalmente, maior demanda por produtos alimentares. Com isso, as pressões sobre os recursos naturais acabam acontecendo, onde a tomada de decisão sobre o uso da água na agricultura deve ser aliada ao uso de informações sobre o clima, planta e solo para um uso mais eficiente da água (FERNÁNDEZ GARCIA et al., 2020). Medidas têm sido adotadas para reduzir tal deterioração, como metas e investimentos nacionais e internacionais para proteção da biodiversidade. Assim, devido à crescente demanda dos recursos hídricos para a produção de alimentos, é fundamental manejar e recuperar áreas de produção agropecuárias degradadas.

Áreas degradadas são aquelas que perderam sua capacidade de retornar ao seu estado original, sendo necessárias intervenções antrópicas, tais como a revegetação com o plantio de espécies arbóreas nativas. Uma área degradada tem uma baixa produção devido à perda de nutrientes e de sua diversidade; sua recuperação pode fazer com que a sua produtividade volte a níveis aceitáveis para uma produção sustentável, econômica e ambientalmente (COSTA; VENZKE, 2017; MONTEIRO et al., 2023; SOUZA, 2023; XAVIER et al., 2023).

Dias Filho (2014) estima com bases em dados do IBGE, cerca de 50% das pastagens estejam degradadas em todo o território nacional (cerca de 100 milhões de ha), sendo agravadas em regiões com crescimento das áreas de pecuária. Outros estudos classificam ainda os graus de degradação, no qual quase 50% das pastagens brasileiras estariam fortemente degradadas, 25% estariam moderadamente degradadas e apenas 20% não estariam degradadas (DIAS FILHO, 2015; DIAS FILHO, 2016) (Figura 5).

Ou seja, existem terras degradadas no Brasil, onde sua recuperação permitiria uma maior produção em área já explorada, sem a necessidade em se

aumentar áreas de exploração com o reflorestamento: somente a recuperação permite o aumento da produção e, por consequência, da produtividade.

Sabendo então da existência de grandes áreas degradadas em território nacional, é necessário identificá-las e aplicar estratégias para sua recuperação. No presente capítulo serão abordados os aspectos relacionados à degradação ambiental, a importância do diagnóstico ambiental por meio de estudos de impacto e sugerir estratégias de recuperação de áreas degradadas. O pagamento por serviços ambientais é uma importante forma de garantir a recuperação e conservação de recursos naturais: o presente trabalho apresenta os estudos de caso de conservação de áreas de Nova Iorque, EUA; e Extrema, MG.



**Figura 5.** Pastagens degradadas em áreas de APP no município de Alegre, ES.  
Fonte: Acervo Maurício Novaes, 2023.

## 2. Processos e atividades degradadores

Entre os processos que mais geram degradação estão a expansão desordenada, a degradação das pastagens, o desflorestamento, a silvicultura extensiva baseada em monocultivos, a construção de barragens e a urbanização, o que inclui indústrias e serviços, entre outros (Figura 6).

No caso de pastagens, a compactação excessiva da camada superficial do solo, a falta de adoção de técnicas de recuperação e de práticas de conservação do solo próprias para áreas montanhosas, além da falta de capacitação dos produtores e o acompanhamento da assistência técnica, são as principais causas da degradação. As consequências são a erosão das terras cultivadas; as lavouras cultivadas sem proteção e inundações; o assoreamento dos corpos hídricos; e o êxodo rural (Figura 7).



**Figura 6.** Pastagem compactada dando origem à áreas degradadas. Fonte: Os autores, 2022.

Por outro lado, segundo Adegbeye et al. (2020), embora a agropecuária seja uma importante fonte de degradação ambiental, prejudicando a saúde humana, os recursos naturais e o clima, também desempenham um papel essencial na segurança alimentar global. De acordo com a FAO (2017), com a projeção de uma população mundial de nove bilhões de pessoas até 2050, a agropecuária é fundamental para atender às demandas crescentes por alimentos.



**Figura 7.** Pastagem degradada em solo raso e com afloramento rochoso em área de APP no município de Alegre, ES. Fonte: Acervo Maurício Novaes (2023).

Assim, apesar dos valores estimados de pastagens degradadas serem preocupantes, Dias Filho (2011) ressalta uma visão positiva, onde existe um grande potencial para aumento de produtividade ao recuperar essas áreas. É possível alcançar maior produtividade e menor emissão de gases do efeito estufa por animal, tornando a pecuária uma atividade economicamente mais rentável e ambientalmente mais eficiente, diminuindo a pressão sobre as florestas nativas e recuperadas. Portanto, as áreas degradadas recuperadas e com seu uso otimizado, reduz a necessidade do desflorestamento para se obter o aumento de produtividade.

O fato é que o sistema de manejo convencional praticado nas últimas décadas é definido como uma agropecuária de uso intensivo do solo, feita em larga escala e com motomecanização, que prioriza a produção de monoculturas voltadas à alimentação animal e à exportação, com constante uso de fertilizantes químicos de elevada solubilidade, além dos agrotóxicos (ROSSET et al., 2014; SOUZA, 2022).

Dessa forma, quando mal manejadas, as práticas convencionais trazem riscos ao meio ambiente, como o aumento do desmatamento, alterações nos ciclos do carbono e da água, erosão, perda da biodiversidade terrestre, degradação do solo e, por consequência, declínio na produtividade

agropecuária, colocando em risco a segurança alimentar da população mundial (GARDI et al., 2015; PRIMAVESI, 2016; BENAZZI; LEITE, 2021).

Em áreas de cafezais, esse tipo de manejo é caracterizado pelo baixo aporte de resíduos orgânicos no solo, ausência de sombreamento e dependência de insumos externos, que causam impactos adversos na qualidade do solo (GUIMARÃES et al., 2014) (Figura 8).

De acordo com Bünemann et al. (2018), a qualidade do solo se refere à sua capacidade de funcionar dentro de um ecossistema natural ou manejado, a fim de garantir o bom crescimento de plantas e animais, que resultarão no aumento da produtividade agropecuária. Neste contexto, o manejo agroecológico do solo surge como uma forma mais sustentável de uso da terra, principalmente por seguir princípios ecológicos que buscam conservar os recursos naturais.

Entre esses princípios, Souza et al. (2020) citam a manutenção de vida e fertilidade do solo por meio da cobertura vegetal viva ou morta; o aumento da biodiversidade funcional por meio da diversificação da microbiota; e a adaptação de atividades agropecuárias aos ciclos naturais da região. Assim, a implantação de sistemas agroecológicos em lavouras cafeeiras possui potencial para aumentar a ciclagem de nutrientes e os níveis de matéria orgânica no solo, melhorando a capacidade de troca de cátions (CTC) e a fertilidade do solo ao longo dos anos (GUIMARÃES et al., 2013).



**Figura 8.** Cafezal em solo com afloramento rochoso com manejo inadequado no município de Alegre, ES. Fonte: Acervo Maurício Novaes (2023).

Lopes et al. (2012) também destacam que o manejo agroecológico em plantações de café pode reduzir a desagregação, erosão e compactação do solo, e evitar lixiviação de nutrientes e a contaminação de cursos d'água (Figura 9).



**Figura 9.** Cafezal estabelecido em consórcios com bananeira com manejo adequado no Distrito de Feliz Lembrança, Alegre, ES. Fonte: Acervo Maurício Novaes (2023).

É necessário, portanto, considerar a importância do solo no que se refere às suas funções nos agroecossistemas e na produção de bens e serviços como meio de garantir a sustentabilidade (FAO, 2015). O solo deve ser analisado sob a ótica da “segurança do solo” (*soil security*), assim como já se discute a segurança hídrica, energética e alimentar, no qual o valor do solo é (re) formulado e igualmente considerado (MCBRATNEY et al., 2014).

### 3. A importância do Diagnóstico Ambiental

Avaliação de Impacto Ambiental (AIA) é um instrumento de planejamento e gestão ambiental Instituído pela Política Nacional do Meio Ambiente, com o objetivo de assegurar o exame dos impactos ambientais de planos, programas e projetos e de suas alternativas – tecnológicas e de localização, comparando-as com a possibilidade de sua não execução. Essa avaliação envolve estudos técnicos e consultas à população para avaliar uma determinada proposta e apresentar informações para a decisão do poder público (SOUZA, 2014; SOUZA; FONSECA, 2023).



De acordo com esses mesmos autores, a avaliação de impactos ambientais permite trabalhar os componentes naturais (fatores bióticos e abióticos); os serviços ou funções ambientais (papeis hidrológico, estético, etc.); e considerar os aspectos: ambientais, sociais, culturais, econômicos e legais. Por meio da AIA, por exemplo, é feito o diagnóstico da bacia hidrográfica de interesse, são identificados os tipos de nascentes, as áreas de recarga, a vegetação e a fauna do local, a distribuição espacial das culturas e as estruturas rurais em relação às nascentes.

A AIA é feita por meio dos Estudos de Impactos Ambientais (EIA): Diagnóstico ambiental da área de influência - descrição e análise dos fatores ambientais e suas interações, caracterizando a situação ambiental da área de influência, antes da implantação do empreendimento. No caso de degradação, com necessidade de recuperação ambiental, este cenário pré-degradação será de extrema importância. Faz-se necessário avaliar as principais metodologias para a realização dos EIAs. O Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) deve apresentar a síntese dos resultados dos estudos sobre o diagnóstico ambiental da área de influência do projeto.

As metodologias podem ser apresentadas sob a forma de questionário a ser preenchido, para direcionar a avaliação a ser realizada. Estas metodologias de avaliação são mecanismos estruturados para comparar, organizar e analisar informações sobre impactos ambientais de uma proposta, incluindo os meios de apresentação escrita e visual dessas informações. No entanto, em face à diversidade de métodos de AIA, muitos dos quais incompatíveis com as condições socioeconômicas e políticas do Brasil, é necessário uma seleção criteriosa e adaptações, para que sejam realmente úteis na tomada de decisão dos projetos (SOUZA, 2014; SOUZA; FONSECA, 2023).

Então, de acordo com esses mesmos autores, é responsabilidade de cada equipe técnica a escolha do (s) método (s) mais adequado (s) ou parte (s) dele (s), segundo as atividades previstas. Dentre as opções, destacam-se estas linhas metodológicas para a avaliação de impactos ambientais: Métodos Espontâneos (*Ad hoc*), Listagens (*Check-List*), Matrizes de Interações, Redes de Interações (*Networks*), Métodos Quantitativas, Modelos de Simulação, Mapas de Superposição (*Overlays*) e projeção de cenários.

Numa fase inicial, o *Check-List* representa um dos métodos mais utilizados em AIA. Consiste na identificação e enumeração dos impactos, a partir do diagnóstico ambiental feito por especialistas dos meios físico, biótico e socioeconômico.

Dentro dos sistemas agroecológicos, a AIA busca identificar os possíveis impactos ambientais, almejando a sustentabilidade dentro dos agroecossistemas. A sustentabilidade é toda ação destinada a manter as condições energéticas e físico-químicas que sustentam todos os seres, a comunidade dos ecossistemas e a vida humana, visando a sua continuidade e ainda a atender as necessidades da geração presente e das futuras, de tal forma que o capital natural seja mantido e enriquecido em sua capacidade de regeneração, reprodução e coevolução (BOFF, 2017).

### **3.1. A subjetividade relacionada à execução dos EIA**

A preocupação com os impactos ambientais do modelo de produção e de desenvolvimento predominante é crescente. É necessária uma maior conscientização sobre a necessidade da alteração desse modelo e sobre a urgência nos procedimentos de recuperação e gestão ambiental, evitando efetivamente a incidência de novas áreas degradadas. Preparar pessoas com habilidades e visão diferenciadas sobre o meio ambiente é uma demanda importante (SOUZA, 2018; 2023).

Devido a diferentes caracterizações tanto do ambiente que sofrerá o impacto, quando do empreendimento a ser implementado, a execução dos EIA se torna complexa e subjetiva: por isso, um EIA deve conter uma equipe multidisciplinar, onde essas diversidades de visões contribuem para melhor execução, diminuindo esta subjetividade quanto sua execução (SOUZA; FONSECA, 2023).

### **3.2. A importância da realização dos EIA e do Licenciamento Ambiental para o controle dos empreendimentos poluidores**

EIA é um instrumento de política ambiental formado por um conjunto de procedimentos capazes de assegurar, desde o início do processo, que se tenha

um exame sistemático dos impactos ambientais de uma ação proposta e de suas alternativas, que os resultados sejam apresentados de forma adequada ao público e aos responsáveis, para uma tomada de decisão e por eles devidamente considerada (SOUZA, 2022a; 2022b).

O EIA é uma ferramenta de planejamento que auxilia o executor e os responsáveis por projetos de recuperação ambiental, na antecipação dos impactos das atividades das alternativas de desenvolvimento, ambas benéficas ou adversas. Fornece uma visão para selecionar a alternativa ótima na qual potencialize os efeitos benéficos e mitigue os impactos adversos ao ambiente (SOUZA, 2004).

De acordo com a Resolução CONAMA nº. 237, de 19 de dezembro de 1997, o licenciamento ambiental é o procedimento administrativo pelo qual o órgão ambiental competente licencia a localização, instalação, ampliação, modificação e operação de atividades e empreendimentos utilizadores de recursos ambientais considerados efetiva ou potencialmente poluidores ou daqueles que, sob qualquer forma, possam causar degradação ambiental, desde que verificado em cada caso concreto, que foram preenchidos pelo empreendedor os requisitos legais exigidos, considerando as disposições legais e regulamentares e as normas técnicas aplicáveis ao caso (SOUZA, 2004).

Os benefícios proporcionados pelo licenciamento, pelo caráter democrático que inclui a participação da sociedade em todos os processos de concessão de licença, contemplam o governo, consumidores e empreendedores (SOUZA et al., 2002).

### **3.3. A avaliação de impactos ambientais e a recuperação de áreas degradadas**

A avaliação de impactos ambientais permite trabalhar os componentes naturais (fatores bióticos e abióticos); os serviços ou funções ambientais (papeis hidrológico, estético, etc.); e considerar os aspectos: ambientais, sociais, culturais, econômicos e legais. Por meio da AIA é feito o diagnóstico da bacia hidrográfica de interesse, são identificados os tipos de nascentes, as áreas de recarga, a vegetação e fauna do local, a distribuição espacial das culturas e

estruturas rurais em relação às nascentes (SOUZA, 2022a; 2022b).

A recuperação de áreas degradadas tem o objetivo de proporcionar o restabelecimento da sustentabilidade e do equilíbrio paisagístico de um determinado local; e promover o desenvolvimento econômico, social e ambiental (SOUZA, 2004; 2018).

Para elaboração de um projeto de recuperação de áreas degradadas é necessário definir a escala e os objetivos, o zoneamento ambiental e a definição das técnicas de recuperação (MARTINS, 2014).

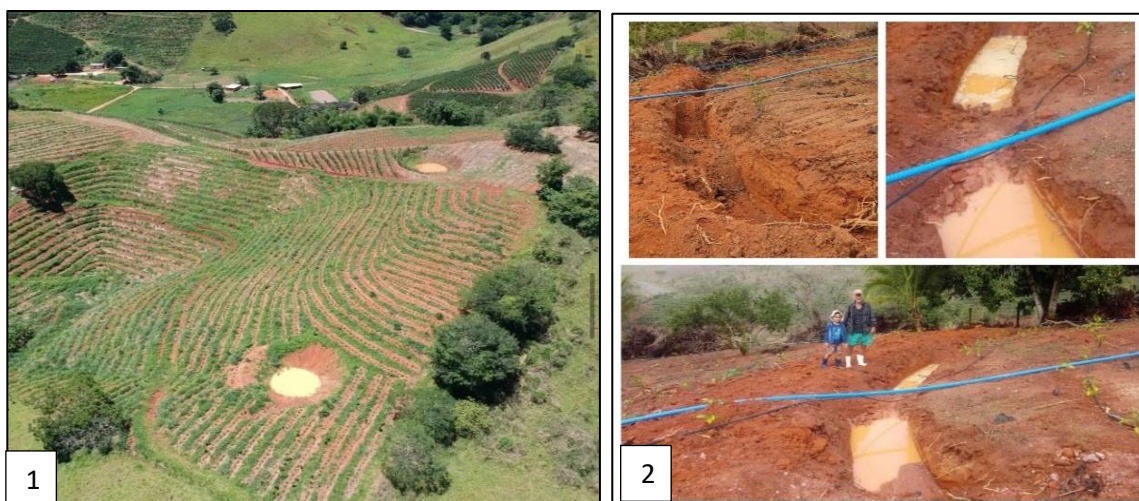
A recuperação de nascentes e áreas ciliares, por exemplo, pode ser feita, preferencialmente, por meio de regeneração natural, caso existam condições, ou pela implantação da comunidade florestal, o que envolve a seleção de espécies, produção de sementes e mudas e a implantação da mata. A implantação da floresta pode ser feita por meio de modelos de recuperação para matas ciliares: reflorestamento homogêneo; ilhas vegetativas; plantio ao acaso; modelos sucessionais; e modelos de restauração de matas remanescentes (MARTINS, 2001).

A baixa infiltração da água é um dos aspectos geralmente associados à degradação de nascentes. As principais práticas adotadas visando o aumento da infiltração são:

- a) reflorestamentos;
- b) melhoria das pastagens;
- c) evitado o uso de fogo;
- d) terraceamentos (cordões de contorno);

e) construção de barraginhas e cochinhos, que favorecem a captação de água da chuva. Para o monitoramento da recuperação, deve ser feito o acompanhamento das vazões da água.

Além disso, as barraginhas e cochinhos vêm desempenhando um papel importante na conservação do solo, ajudando a reduzir a erosão e o escoamento superficial. Isso resulta em melhorias na estrutura do solo, aumento da capacidade de retenção de água e redução da perda de nutrientes (Figuras 10 e 11).



**Figuras 10 e 11.** Consórcio de cochinhos e barraginhas com a plantação de café. Fonte: 1. Márcio Menegussi Menon, 2021. Fonte 2: Machado et al., 2022.

Quando o solo é manejado de forma adequada e sustentável, ocorrem diversos benefícios para o solo, plantas e meio ambiente em geral. Um dos resultados positivos é a melhoria da qualidade física, química e biológica do solo. Os "cochinhos" ajudam a aumentar a umidade do solo, devido a sua capacidade de retenção de água, conseqüentemente contribuindo para a melhoria da estrutura do solo. Além disso, a diversidade de plantas no consórcio contribui para o aumento da biodiversidade e a promoção de um ambiente mais equilibrado (COSTA; SOUZA, 2022).

De acordo com esses mesmos autores, a melhoria da qualidade física do solo envolve a estrutura, a porosidade e a capacidade de retenção de água. Um solo saudável apresenta uma estrutura granular bem formada, o que permite uma boa circulação de ar, água e raízes. Além disso, a presença de uma boa porosidade permite a infiltração adequada de água no solo, evitando a erosão e facilitando o acesso das raízes aos nutrientes.

A qualidade química do solo se refere à disponibilidade de nutrientes essenciais para as plantas. Um solo saudável contém uma variedade de nutrientes em quantidades adequadas, tais como nitrogênio, fósforo, potássio e micronutrientes. Quando a fertilidade do solo é equilibrada, as plantas crescem de maneira saudável e têm maior resistência a doenças e pragas (COSTA; SOUZA, 2022).

De acordo com esses mesmos autores, a qualidade biológica do solo está relacionada à presença de organismos vivos, tais como bactérias, fungos, minhocas e microrganismos. Esses organismos desempenham papéis fundamentais na decomposição da matéria orgânica, na ciclagem de nutrientes e no controle de patógenos do solo. Quando o solo possui uma diversidade biológica rica e equilibrada, ocorre uma maior eficiência dos processos biológicos, contribuindo para a saúde e produtividade das plantas.

Portanto, a melhoria da qualidade física, química e biológica do solo é essencial para promover a sustentabilidade e a produtividade agrícola, além de contribuir para a conservação do meio ambiente. A adoção de práticas de manejo sustentável do solo, como a rotação de culturas, o uso de cobertura vegetal, a redução do revolvimento do solo e a aplicação responsável de fertilizantes, são fundamentais para melhorar e manter a qualidade do solo. Isso não apenas beneficia os agricultores, mas também contribui para a saúde do planeta e das gerações futuras, tornando a agricultura mais resiliente e ecologicamente responsável.

A presença das barraginhas e dos cochinhos também vem tendo um impacto positivo na biodiversidade local, criando habitats propícios para atrair a fauna, favorecendo a diversificação de espécies. Isso pode contribuir para o equilíbrio ecológico da área e fornecer serviços ecossistêmicos adicionais (Figuras 12 e 13).



**Figuras 12 e 13.** Consórcio de cochinhos com o cultivo de seringueira e barraginha com café e banana. Fonte: Márcio Menegussi Menon, 2021.

O sucesso da recuperação ambiental depende da realização de procedimentos, conforme os seguintes passos (SOUZA, 2004): caracterização do local; planejamento da recuperação; administração do material; reconstrução topográfica; “Topsoil” ou substituto; manipulação e correção do solo de superfície; revegetação e irrigação; e monitoramento e manutenção (Figura 14).



**Figura 14.** Cafezal estabelecido em área de pastagem degradada seguindo as recomendações adequadas de manejo no Distrito de Feliz Lembrança, Alegre, ES. Fonte: Acervo Maurício Novaes, 2023.

Uma área recuperada, com procedimentos bem executados, pode resultar em uma série de benefícios. Alguns possíveis resultados positivos incluem (SOUZA, 2004; 2018; 2022a; 2022b):

- ✓ Aumento da produtividade agrícola: com a melhoria da qualidade física, química e biológica do solo, as plantas podem ter um melhor desenvolvimento, absorver nutrientes de forma mais eficiente e apresentar um aumento na produção de culturas.
- ✓ Conservação do solo: a recuperação adequada do solo pode ajudar a prevenir a erosão, reduzindo a perda de solo fértil e protegendo-o da degradação causada pelo vento, água e atividades humanas.

- ✓ Melhoria da qualidade da água: um solo saudável atua como filtro natural, retendo e filtrando impurezas e poluentes presentes na água. Isso contribui para a melhoria da qualidade dos recursos hídricos, como rios, lagos e aquíferos.
- ✓ Aumento da resiliência às mudanças climáticas: solos saudáveis e bem recuperados têm maior capacidade de reter água, o que é benéfico durante períodos de seca. Além disso, um solo rico em matéria orgânica contribui para a redução das emissões de gases de efeito estufa e auxilia na captura de carbono da atmosfera, ajudando na mitigação das mudanças climáticas.
- ✓ Biodiversidade e habitat: a recuperação do solo pode promover a biodiversidade, fornecendo condições favoráveis para a existência de uma variedade de organismos, incluindo insetos benéficos, minhocas, microrganismos e outras formas de vida. Isso contribui para a criação de *habitats* mais ricos e equilibrados.
- ✓ Redução da dependência de insumos exógenos ao sistema: um solo saudável, com boa fertilidade e equilíbrio de nutrientes, pode reduzir a necessidade de fertilizantes químicos e pesticidas, tornando a produção mais sustentável e econômica.

Portanto, a recuperação adequada do solo pode resultar em uma série de impactos e externalidades positivos, promovendo a sustentabilidade, a produtividade agropecuária e a conservação do meio ambiente.

#### **4. Pagamento de Serviços Ambientais (PSA)**

O estado é um ator político responsável por discutir e executar ações que visem contribuir para a sociedade: entre elas ações que contribuam para um meio ambiente equilibrado. Uma alternativa que vem ganhando destaque e espaço no âmbito ambiental são os pagamentos de serviços ambientais (PSA).

O PSA é um instrumento econômico que busca recompensar todo aquele que, em virtude de suas práticas de conservação, proteção, manejo e recuperação de ecossistemas, mantém ou incrementa o fornecimento de um serviço ecossistêmico (WUNDER, 2005; TNC, 2017). O Comitê da Avaliação



Ecosistêmica do Milênio (MEA, sigla em inglês), conceituou serviços ecossistêmicos como: os benefícios que as pessoas obtêm dos ecossistemas. Ainda, segundo o MEA, eles podem ser classificados em serviços de provisão, regulação, culturais e suporte (MEA, 2005).

A adoção de políticas de incentivo como o instrumento de PSA tem sido uma alternativa recente na política pública ambiental com vistas a estimular a proteção e conservação dos ecossistemas. Uma definição básica para um sistema de PSA pode ser entendido como uma transação voluntária e condicional com pelo menos um vendedor, um comprador e um serviço ambiental bem definido (TNC, 2017).

O PSA é um instrumento econômico que, seguindo o princípio “protetor-recebedor”, recompensa e incentiva aqueles que provêm serviços ambientais, melhorando a rentabilidade das atividades de proteção e uso sustentável de recursos naturais. O pagamento vai depender da modalidade de serviço ambiental prestado e da abrangência da legislação que rege o PSA em questão. Um PSA pode ser em nível federal, estadual ou municipal. O estado do Espírito Santo possui o programa Reflorestar: tem como objetivo promover a restauração do ciclo hidrológico por meio da conservação e recuperação da cobertura florestal, com geração de oportunidades e renda para o produtor rural, estimulando a adoção de práticas de uso sustentável dos solos (ESPÍRITO SANTO, 2021).

O PSA tem posição de destaque na política ambiental, não apenas pelo seu potencial de apoiar a proteção e o uso sustentável dos recursos ambientais, mas por possibilitar melhorias na qualidade de vida das populações que dependem economicamente do uso e exploração de tais recursos ambientais. No entanto, é importante destacar que o objetivo do instrumento de PSA é servir como mecanismo de conservação e proteção ao meio ambiente, e não como uma ação assistencialista (WUNDER, 2005).

O PSA, assim, objetiva que determinados atores, públicos ou privados, adotem comportamentos e práticas adequados quanto ao meio ambiente e ao uso dos recursos naturais, garantindo assim a manutenção ou a melhoria dos ecossistemas e assegurando o fornecimento dos serviços ecossistêmicos, uma vez que esses atores passam a ter apoio e incentivo econômico como

contrapartida.

O estado do Espírito Santo, por exemplo: está inserido no bioma “Mata Atlântica” e possui 15,9% de sua cobertura vegetal caracterizada como mata nativa (SOSSAI, 2018). O programa Reflorestar considera áreas de mata nativa e formações em estágios médio e avançado de regeneração como áreas elegíveis para o enquadramento como FPE - Manutenção da Floresta em Pé (Figura 15). A modalidade FPE consiste no pagamento direto, via PSA de longo prazo, aos proprietários que têm como contrapartida manter as áreas de floresta conservadas.



**Figura 15.** Floresta em estágio avançado de regeneração, passível de enquadramento na modalidade FPE. Fonte: Acervo Guilherme Andreão, 2023.

Cabe considerar que o Espírito Santo foi o primeiro estado da federação a instituir, por meio de lei específica, um Programa Estadual de Pagamento por Serviços Ambientais. Isso aconteceu a partir da publicação da Lei Estadual nº 8.995, de 22 de setembro de 2008, que criou o Programa de Pagamento por Serviços Ambientais – PSA (ESPÍRITO SANTO, 2008).

Os PSA mais conhecidos, já consolidados que tem sido exemplo, é o caso da bacia de “Catskill” nos Estados Unidos. Em nível nacional, os primeiros programas de PSA surgiram em 2006, nos municípios de Extrema, com o "Projeto Conservador das Águas"; e em Montes Claros, com o "Projeto Ecocrédito", ambos no estado de Minas Gerais (PAGIOLA et al., 2013).

## 5. O caso de Serviços Ambientais em Nova York, EUA

O programa Globo Rural (2008), mostrou o caso de Nova Iorque, onde as nascentes de *Catskill* (vila e sede do condado de “Greene Country”), Nova York, EUA, estão protegidas por meio de um parque criado por Nova Iorque em 1994, onde existem várias vilas com mais de 50 mil moradores, com áreas de preservação convivendo com a zona rural (Figura 16).



Figura 16. Mapa da bacia de Catskill. Fonte: Hoffman, 2008.

O PSA é gerido por um conselho de produtores rurais que decidem sobre os investimentos no local. Os produtores contam com uma renda anual pela preservação das reservas florestais em suas propriedades, com a solução dos problemas de saneamento (construíram mais de 300 estações de tratamento de esgoto individuais) e com assistência técnica para exploração florestal racional, como a extração de seiva de *Maple*. Além disso, limitam a ocupação das zonas

pela capacidade do tratamento de esgoto e fazem o manejo florestal, de animais e de outras atividades rurais (GLOBO RURAL, 2008).

Ainda, de acordo com essa mesma matéria televisiva, a preservação das margens de cursos hídricos é feita por pagamento pelo governo federal para produtores que queiram participar do programa. As medidas das faixas protegidas são variáveis e estabelecidas conforme o bom senso, observando o relevo e demais características dos locais. A água dos mananciais vai declinando e passando por diversos reservatórios até chegar à cidade, onde é consumida apenas após filtragem e desinfecção. A decisão foi de preservar os mananciais sem poluição ao invés de tratar a água poluída.

O programa ainda mostrou que outra medida foi a modalidade de contrato com a compra dos direitos de desenvolvimento: a propriedade deve permanecer uma fazenda para sempre, não podendo ser asfaltada, urbanizada, virar hotel, fazer loteamento de chácaras, entre outros. A ideia central da estratégia de Nova Iorque é a prevenção da poluição da água por meio do pagamento aos proprietários de terras rurais voluntários.

## **6. A recuperação de Serviços Ambientais em Extrema/MG-Brasil**

A cidade mineira de Extrema criou um programa de conservação inédito - iniciativa municipal que visa realizar pagamentos para proprietários rurais em troca da garantia do fornecimento de serviços ambientais visando a melhoria dos recursos hídricos. Foi constatado que a escassez de água, iminente em grandes centros urbanos, é fator condicionante para priorizar áreas de atuação de programas de PSA na gestão de recursos hídricos. A ideia é que o mercado em PSA parte da demanda por água à jusante, causada por uso do solo desordenado, geralmente à montante da bacia, o que oportuniza pagamentos para sustentar as mudanças recomendadas no manejo de terras dos produtores rurais (JARDIM; BURSZTYN, 2015).

De acordo com esses mesmos autores, por meio de estudos, um arcabouço legal e parceiros (diferentes níveis de governo, comitê de bacia, ONGs, privados), o Município estruturou o programa com os objetivos de aumentar a cobertura vegetal nas sub-bacias hidrográficas e implantar

microcorredores ecológicos; reduzir os níveis de poluição difusa rural decorrentes dos processos de sedimentação e eutrofização e de falta de saneamento ambiental; difundir o conceito de manejo integrado de vegetação, solo e água na bacia hidrográfica do Rio Jaguari e garantir a sustentabilidade socioeconômica e ambiental dos manejos e práticas implantadas, por meio de incentivos financeiros aos proprietários rurais (Figura 17).

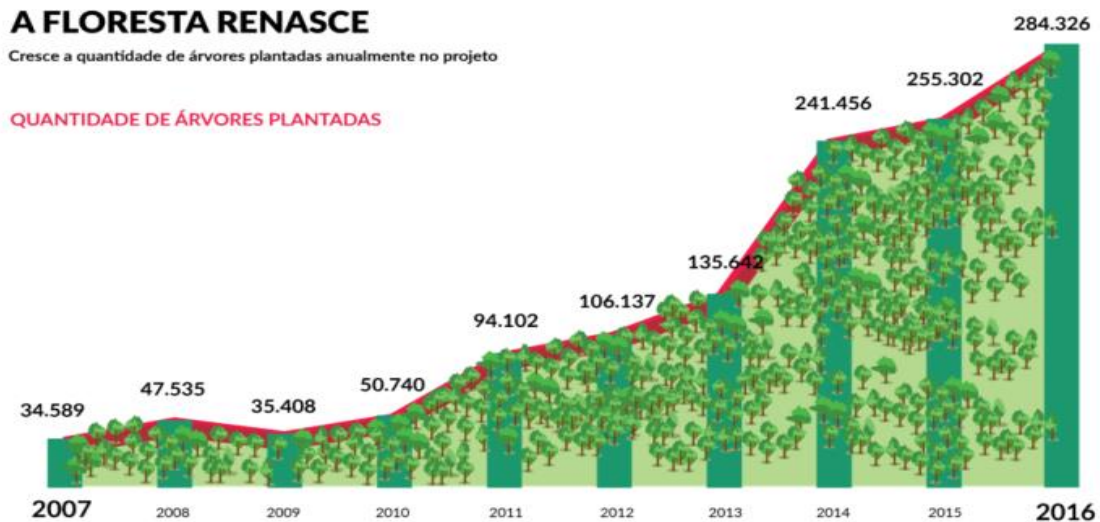


**Figura 17.** Caminho das águas de Extrema para o “Sistema Cantareira”, SP. Fonte: believe.earth, 2017.

O PSA em Extrema é uma importante estratégia que conta com condições institucionais prévias, com participação direta do poder público e do comitê de bacia hidrográfica, além da forte influência da escassez de água. No entanto, não há uma garantia de recursos para a manutenção dos pagamentos como se espera que ocorra com a cobrança. Não há um modelo de PSA genérico para todos os casos, assim os esquemas de PSA em recursos hídricos devem ser desenvolvidos de adequados aos contextos particulares e às condições locais (JARDIM; BURSZTYN, 2015).

De acordo com Vivan (2017), a base original do projeto se baseia na reconstituição da floresta em áreas degradadas: é uma espécie de seguro contra as secas e as enchentes. A mata funciona como uma ‘esponja’, permitindo que a água penetre lentamente no solo. Desta forma, promove a recarga do lençol

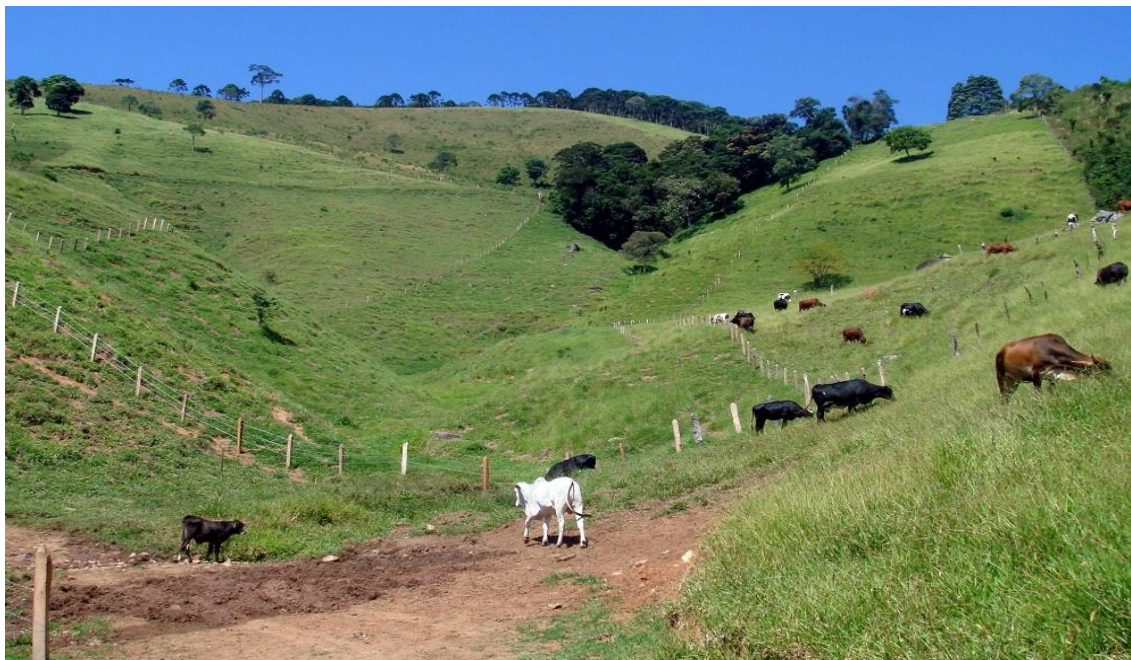
freático; posteriormente, libera essa água lentamente nas nascentes. Em uma área de pasto, acontece o oposto: a tendência após as chuvas é a formação de enxurradas e, conseqüentemente, de enchentes e erosões (Figura 18).



**Figura 18.** Árvores plantadas no período de 2007 a 2016 em Extrema, MG.  
Fonte: Secretaria do Meio Ambiente de Extrema, 2017.

Ao observar os exemplos de Catskill em Nova Iorque e Extrema em Minas Gerais, podem-se ver a importância de uma PSA e também a importância de se analisar cada caso de execução, levando em consideração o objetivo do empreendimento, as características do local onde será realizado, pois cada caso possui sua particularidade: desde o local de execução, até a legislação, sendo importante um estudo completo e multidisciplinar para a construção de um programa de pagamento de serviços ambientais ideal para o local onde será consumado.

Em Extrema, o foco são as propriedades rurais. A iniciativa estimula a recuperação de áreas degradadas de nascentes, a adoção de sistemas de coleta e tratamento de esgoto e práticas sustentáveis de conservação do solo, como a construção de terraços para a contenção das enxurradas (Figura 19).



**Figura 19.** Área de pastagem degradada incorporada ao programa de recuperação em Extrema, MG. Fonte: Ricardo Rodrigues/believe.earth, 2017.

Os proprietários que aderem recebem um apoio anual de 279 reais por hectare. Além dessa ajuda financeira, a prefeitura, apoiada por ONGs, fornece a “mão na massa”: mapeamento das áreas mais críticas, plantio das mudas e construção de cercas para as áreas recém-plantadas, por exemplo. Em troca, os beneficiados se comprometem a cumprir uma série de metas de sustentabilidade. Até 2016, foram 224 propriedades registradas e 1,3 milhão de árvores plantadas.

De acordo com Vivan (2017), o investimento no programa até o final de 2017 totalizava R\$ 10 milhões de reais: quatro milhões destinados para pagar os produtores; e o restante para ações como o plantio das mudas e a construção de cercas. Até 2025, quando o projeto completará 20 anos, a previsão de investimentos é de 121 milhões de reais - 40 milhões provenientes da prefeitura. A outra parte dos recursos, dos parceiros e entidades apoiadoras, tais como a ONG *The Nature Conservancy* (TNT) e SOS Mata Atlântica; também, ajudam a fiscalizar a aplicação de recursos.

Mantendo essa tendência, um avanço recente foi a aprovação da Lei nº 14.119 de 2021 que institui a Política Nacional de Pagamento por Serviços Ambientais – PNPSA. Apesar da PNPSA ter sido instituída apenas em 2021,

vários estados e municípios já possuem regulamentos próprios e programas de PSA em operação há vários anos no Brasil. O estado do Espírito Santo, por exemplo, possui uma legislação específica que estabelece os mecanismos da política estadual de PSA, desde 2012 (ESPÍRITO SANTO, 2012).

Em Minas Gerais, o campus do IF Sudeste de Minas campus Rio Pomba estabeleceu recentemente uma parceria com a prefeitura de Extrema para continuar trabalhando nos procedimentos de recuperações da microbacia da “invernada” (Figuras 20 e 21).



**Figuras 20 e 21.** Vegetação ciliar estabelecida ao longo de curso d’água visando a redução do assoreamento e adequação ambiental no IF Sudeste de Minas campus Rio Pomba, MG, em parceria com a Prefeitura de Extrema. Fonte: Acervo Maurício Novaes (2023).

## 7. Considerações finais

Tendo em vista a ampla ocorrência de áreas degradadas no território brasileiro, e as demandas ambientais tanto no âmbito nacional quanto internacional, é preciso recuperar tais áreas. Para isso, existem várias metodologias, com inúmeras técnicas disponíveis para a sua execução, contando com auxílio dos EIA e diagnósticos ambientais para definir a melhor metodologia, estratégia e técnicas a serem usadas.



A partir da identificação da área degradada e definidos os objetivos, é possível aplicar uma metodologia que atenda a essa demanda. Cabe considerar que a escolha da metodologia dependerá das características da área degradada, dos recursos disponíveis e dos resultados desejados. O consórcio de barraginhas e cochinchos com culturas, por exemplo, apresenta uma série de benefícios e vantagens para a agricultura sustentável. As barraginhas ajudam a reter a água no solo, proporcionando uma maior disponibilidade hídrica para as plantas cultivadas, o que resulta em maior produtividade e redução da dependência de irrigação.

Uma alternativa interessante são os PSA, que fomentam a recuperação de áreas degradadas: uma alternativa interessante que pode ser aplicada desde o nível municipal, passando pelo estadual até chegar ao nível federal. São políticas públicas que visam proteger nascentes, recuperar zonas de recarga de aquíferos e garantir a qualidade da água em uma bacia hidrográfica.

A utilização de práticas agroecológicas conservacionistas vem sendo sugerida e desenvolvida para promover um modelo de agropecuária mais sustentável, mitigando os impactos e externalidades socioambientais: conservando o solo e a água, reduzindo o uso de agrotóxicos e de fertilizantes químicos.

Além disso, possui um papel muito importante na produção de alimentos saudáveis e de alta qualidade, com menor dependência de insumos exógenos ao sistema, por meio da diversificação de culturas, manejo integrado de pragas e doenças, produção local e sustentável contribuindo para a segurança alimentar e disponibilidade de alimentos nutritivos para a população.

É importante destacar que a recuperação de uma área degradada pode ser um processo complexo e demorado, exigindo esforços contínuos e a colaboração das diferentes partes interessadas. A escolha e a execução da metodologia adequada devem levar em consideração as características únicas da área e buscar soluções sustentáveis em longo prazo.

## 8. Referências

ADAMS, G. A. **Influência de diferentes tipos de plantas sobre a estrutura do solo em plantio direto**. UFFS. Cerro Largo, RS. 2016.

ADEGBEYE, M. J. *et al.* Sustainable agriculture options for production, greenhouse gasses and pollution alleviation, and nutrient recycling in emerging and transitional nations - An overview. **Journal of Cleaner Production**, v. 242, p. 118-132, 2020.

BOFF, L. **Sustentabilidade: o que é e o que não é**. Petrópolis, RJ: Vozes, 2017.

BÜNEMANN, E. K.; BONGIORNO, G.; BAI, Z.; CREAMER, R. E.; DEYN, G. de; GOED, R. de; FLESKENS, L.; GEISEN, V.; KUYPER, P. M.; PULLEMAN, M.; SUKKEL, W.; GROENIGEN, J. W. V.; BRUSSAARD, L. Soil quality - a critical review. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 120, p. 105-125, 2018.

COSTA, T. V. da; VENZKE, T. S. L. Regeneração natural em Mata de Restinga em área de pecuária extensiva no Município de Pelotas, extremo Sul do Brasil. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 36, n. 88, p. 339-347, 2017.

COSTA, W. M. da; SOUZA, M. N. Fatores bióticos na recuperação de áreas degradadas: ação da flora e da fauna. In: SOUZA, M. N. (Org.) **Tópicos em recuperação de áreas degradadas**. Vol. IV. – Canoas, RS: Mérida Publishers. p. 127-151. 2022. DOI: <https://doi.org/10.4322/mp.978-65-84548-10-7.c4>

DIAS FILHO, M. B. **Diagnóstico das pastagens no Brasil**. Embrapa Amazônia Oriental-Documentos (INFOTECA-E), 2014. EMBRAPA PASTAGEM

DIAS FILHO, M. B. **Estratégias de Recuperação de Pastagens Degradadas na Amazônia Brasileira**. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2015. 25 p.

DIAS FILHO, M. B. Os desafios da produção animal em pastagens na fronteira agropecuária brasileira. **Revista brasileira de zootecnia**, v. 40, n. Suplemento Especial, 2011.

DIAS FILHO, M. B. **Uso de pastagens para a produção de bovinos de corte no Brasil: passado, presente e futuro**. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental. 2016. 43 p.

ESPÍRITO SANTO. **Lei nº 8.995, de 22 de setembro de 2008**. Institui o Programa de Pagamento por Serviços Ambientais - PSA e dá outras providências. Diário Oficial dos Poderes do Estado, Vitória, ES, 23 de setembro de 2008, p. 1-2.

ESPÍRITO SANTO. **Lei nº 9.864, de 26 de junho de 2012**. Dispõe sobre a reformulação Programa de Pagamento por Serviços Ambientais – PSA no Estado, instituído pela Lei nº 8.995, de 22.09.2008, e dá outras providências. Diário Oficial dos Poderes do Estado, Vitória, ES, 27 de junho de 2012, p. 3.

ESPÍRITO SANTO. **Portaria nº 011-R, de 04 de outubro de 2021**. Torna público o edital de convocação de produtores rurais que desejam participar do ciclo 2021

do Programa Reflorestar. Diário Oficial dos Poderes do Estado, Vitória, ES, 05 de outubro de 2021, p. 60-75.

FAO - FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. INTERGOVERNMENTAL TECHNICAL PANEL ON SOILS. **Status on the World's Soil Resources: Main Report**. Roma, Itália, 2015. 650 p. Disponível em: <https://www.fao.org/documents/card/en/c/c6814873-efc3-41db-b7d3-2081a10ede50/>. Acesso em: 15 jan. 2023.

FAO. Food and Agriculture Organization. **Representante da FAO Brasil apresenta cenário da demanda por alimentos**, 2017. Disponível em: <http://www.fao.org/brasil/noticias/detail-events/en/c/901168/>. Acesso em: 25 jun. 2023.

FERNÁNDEZ GARCIA, I.; LECINA, S.; RUIZ-SÁNCHEZ, M. C, VERA, J.; CONEJERO, W.; CONESA, M. R.; MONTESINOS, P. Tendências e desafios no planejamento da irrigação no semi-árido da Espanha. **Água**, v. 12, n. 3, pág. 785, 2020.

GLOBO RURAL. **Serviços Ambientais em Nova York-EUA**. 2008. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=QWv-xiSiRnE>>. Acesso em: 22 set. 2021.

GUIMARÃES, G. P.; MENDONÇA, E. de S.; PASSOS, R. R.; ANDRADE, F. V.; MACHADO, R. V. Avaliação da qualidade do solo e de cafeeiros em propriedade familiar do Território do Caparaó, ES. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 8, p. 236-246, 2013.

GUIMARÃES, G. P.; MENDONÇA, E. de S.; PASSOS, R. R.; ANDRADE, F. V. Stocks and oxidizable fractions of soil organic matter under organic coffee agroforestry systems. **Coffee Science**, v. 9, n. 1, p. 132-141, 2014.

HOFFMAN, J. Watershed shift: Collaboration and employers in the New York City Catskill/Delaware watershed from 1990–2003. **Ecological Economics**, v. 68, n. 1-2, p. 141-161, 2008.

JARDIM, M. H.; BURSZTYN, M. A. Pagamento por serviços ambientais na gestão de recursos hídricos: o caso de Extrema (MG). **Engenharia Sanitaria e Ambiental**, set. 2015. v. 20, n. 3, p. 353–360. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1413-41522015000300353&lng=pt&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-41522015000300353&lng=pt&tlng=pt)>.

LOPES, P. R.; ARAÚJO, K. C. S.; FERRAZ, J. M. G.; LOPES, I. M.; FERNANDES, L. G. Produção de café agroecológico no sul de Minas Gerais: sistemas alternativos à produção intensiva em agroquímicos. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 7, n. 1, 2012.

MACHADO, P. P.; CONTARINI, L. da C.; ROCHA, L. S.; FERREIRA JUNIOR, J. L. L.; MILANEZE, L. A.; SILVA, M. A. P. da; MARTINS, L. D. Métodos teórico-prático de conservação de solo e regulação do escoamento superficial em regiões de transição de altitude/Theoretic-practical methods of soil conservation

and the regulation of superficial runoff in regions of altitudinal transition. **Brazilian Journal of Development**, v. 8, p. 21712-21730, 2022.

MARTINS, S. V. **Recuperação de Áreas Degradadas**. [S.l.]: Aprenda Fácil, 2014.

MARTINS, S. V. **Recuperação de matas ciliares**. Viçosa: Aprenda Fácil, 2001.

MCBRATNEY, A.; FIELD, D. J.; KOCH, A. The dimensions of soil security. **Geoderma**, v. 2013, p. 203-213, 2014.

MEA - MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT. **Ecosystems and human well-being: biodiversity synthesis**. Washington: World Resources Institute. p. 8, 2005.

MONTEIRO, R. J.; OLIVEIRA, K. P. de; LOUBACK, G. C.; CRESPO, A. M.; PERON, I. B.; FIGUEIREDO, J. S. M.; ARAUJO, O. P.; SOUZA, M. N. Ações de proteção do solo: mitigação de impactos ambientais no meio rural. In: SOUZA, M. N. (Org.) **Tópicos em recuperação de áreas degradadas**. Vol. V. – Canoas, RS: Mérida Publishers, 2023. 348 p. ISBN: 978-65-84548-12-1. DOI: <https://doi.org/10.4322/mp.978-65-84548-12-1.c2>.

MUNDO DA EDUCAÇÃO. **Processo de evolução dos solos**. 2021. Disponível em: <https://mundoeducacao.uol.com.br/geografia/formacao-dos-solos.htm>. Acesso em 06 de jun. de 2023.

PAGIOLA, S.; VON GLEHN, H. C.; TAFFARELLO, D. (Orgs.) **Experiências de pagamentos por serviços ambientais no Brasil**. São Paulo, SP: SMA/CBRN, 2013, 336 p.

RODRIGUES, R. A. S. **Ciência do solo: morfologia e gênese**. 1. Ed. Londrina: Editora e Distribuidora Educacional S. A. 2018. 200 p.

ROSSET, J. S.; COELHO, G. F.; GRECO, M.; STREY, L.; GONÇALVES JUNIOR, A. C. Agricultura convencional versus sistemas agroecológicos: modelos, impactos, avaliação da qualidade e perspectivas. **Scientia Agraria Paranaensis**, v. 13, n. 2, p. 80-94, 2014.

SANTOS, H. G. et al. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos** – 5. ed., rev. e ampl. – Brasília, DF: Embrapa, 2018. 356 p.: il. color.

SOSSAI, M. F. (Coord.). **Atlas da Mata Atlântica do estado do Espírito Santo: 2007–2008/2012–2015**. Cariacica-ES: IEMA, 2018.

SOUZA, C. de O.; BINOTI, D. H. B.; MOREIRA, T. B. R.; RANGEL, O. J. P. **Estratégias de manejo do solo em áreas de transição agroecológica**. Alegre: Edifes, 2020. (Boletim técnico, 3).

SOUZA, M. Ação da poluição nos sistemas ambientais. In: SOUZA, M. N. (Org.) **Tópicos em recuperação de áreas degradadas**. Vol. IV. – Canoas, RS: Mérida Publishers. p. 26-68. 2022b. DOI: <https://doi.org/10.4322/mp.978-65-84548-10-7.c1>.

SOUZA, M. N. (Org.) **Tópicos em recuperação de áreas degradadas**. Vol. IV. – Canoas, RS: Mérida Publishers, 2022a. 304 p. ISBN: 978-65-84548-10-7. DOI: <https://doi.org/10.4322/mp.978-65-84548-10-7>.

SOUZA, M. N. (Org.) **Tópicos em recuperação de áreas degradadas**. Vol. V. – Canoas, RS: Mérida Publishers, 2023. 348 p. ISBN: **978-65-84548-12-1**. DOI: <https://doi.org/10.4322/mp.978-65-84548-12-1>.

SOUZA, M. N. **Avaliação de Impactos e Licenciamento Ambiental**. Rio Pomba: IF Sudeste MG – RP, 2014.

SOUZA, M. N. **Degradação e recuperação ambiental e desenvolvimento sustentável**. Viçosa: UFV, 2004.

SOUZA, M. N.; FONSECA, R. A. A evolução dos movimentos ambientais e o surgimento da AIA. In: SOUZA, M. N. (Org.) **Tópicos em recuperação de áreas degradadas**. Vol. V. – Canoas, RS: Mérida Publishers, 2023. 348 p. ISBN: 978-65-84548-12-1. DOI: <https://doi.org/10.4322/mp.978-65-84548-12-1.c1>

SOUZA, M. N.; FONSECA, R. A. A evolução dos movimentos ambientais e o surgimento da AIA. In: SOUZA, M. N. (Org.) **Tópicos em recuperação de áreas degradadas**. Vol. V. – Canoas, RS: Mérida Publishers, 2023. 348 p. ISBN: 978-65-84548-12-1. DOI: <https://doi.org/10.4322/mp.978-65-84548-12-1>.

TNC - THE NATURE CONSERVANCY DO BRASIL. **Guia para a formulação de políticas públicas estaduais e municipais de pagamento por serviços ambientais**. 2017. Disponível em: <https://www.tnc.org.br/content/dam/tnc/nature/en/documents/brasil/guia-politicas-publicas-PSA.pdf>. Acesso em: 6 jul. 2023.

VIVAN, D. **Projeto premiado na ONU recupera nascentes em Minas Gerais**. Disponível em: <https://believe.earth/pt-br/projeto-premiado-na-onu-recupera-nascentes-em-minas-gerais/>. Acesso em: 12 jun. 2023.

WUNDER, S. et al. Payments for environmental services: some nuts and bolts. **CIFOR Infobrief**. n. 9, 2005.

XAVIER; S. A. B.; MOREIRA; T. B. R.; CASSA, N.; CRESPO, A. M.; LOUBACK, G. C.; PERON; I. B.; VARDIERO, L. G. G.; SOUZA, M. N. Agroecologia aplicada aos procedimentos de recuperação de áreas degradadas. In: SOUZA, M. N. (Org.) **Tópicos em recuperação de áreas degradadas**. Vol. V. – Canoas, RS: Mérida Publishers, 2023. 348 p. ISBN: 978-65-84548-12-1. DOI: <https://doi.org/10.4322/mp.978-65-84548-12-1>.

---

## Identificação e caracterização dos riscos à degradação ambiental de microbacias hidrográficas em assentamentos de reforma agrária por meio de técnicas de geoprocessamento e da análise espacial multicritério: uma proposta

Sidney Ferreira de Arruda, Jeferson Luiz Ferrari, Sidnei Luís Bohn Gass, Dieison Morozoli da Silva, Marjorie Mezabarba Gonçalves, Maurício Novaes Souza

<https://doi.org/10.4322/mp.978-65-84548-14-5.c4>

### Resumo

A água é um dos elementos essenciais para a manutenção da vida terrestre. Neste sentido, a sua disponibilidade e qualidade resulta de uma série de ciclos biogeoquímicos e de relações com fatores econômicos, sociais, culturais e ambientais. Tendo em vista a compreensão destas relações a fim de planejamento e gestão deste recurso natural, a legislação brasileira recomenda o emprego do instrumento “bacia hidrográfica”. Este enfoque territorial permite, independentemente da escala espacial da bacia hidrográfica, análise, planejamento e, ou, gestão dos recursos hídricos, considerando agentes, atores e elementos sociais e naturais do território. Com isso, são diversos os conceitos e métodos que embasam os estudos de bacias hidrográficas. Dessa forma, o presente estudo teve como objetivo elaborar um mapa dos riscos à degradação ambiental da microbacia hidrográfica da lagoa Vapabuçu, Santa Maria do Suaçuí, MG, Brasil, por meio de técnicas de geoprocessamento e da análise espacial multicritério, tendo como critérios globais os fatores clima, solo, declividade e uso e cobertura da terra. A ponderação dos subcritérios foi a partir de uma ordem hierárquica arbitrária de 0 a 1 orientada por consultas na literatura. A ponderação dos critérios globais foi pelo método denominado Análise Hierárquica de Processos (AHP). Em seguida, foi aplicado uma álgebra de mapas em ambiente QGIS que resultou em um mapa temático com cinco classes de riscos à degradação ambiental. De uma área de 278,24 ha mapeados para identificar espacialmente os riscos na microbacia: 4,14% correspondem ao risco muito baixo; 37,70% ao risco baixo; 0,14% ao risco médio; 1,81% ao risco alto e; 56,21% ao risco muito alto. Este risco muito alto à degradação é característico, principalmente, de áreas da microbacia onde é encontrado solo exposto. O cenário atual analisado da microbacia é preocupante e requer ações conjuntas de recuperação ambiental com a comunidade local.

**Palavras-chave:** Fragilidade ambiental. Sustentabilidade. GIS. Cartografia temática. Reforma agrária.

## 1. Introdução

Entre os elementos essenciais para a manutenção da vida na Terra, a água é um dos mais importantes. A sua qualidade e disponibilidade engloba fatores físicos, químicos e biológicos da paisagem. Por conseguinte, a gestão da água demanda do conhecimento de seus ciclos biogeoquímicos e de sua relação com aspectos econômicos, sociais, culturais e ambientais. Cada escola do conhecimento científico abordará o estudo da água conforme a sua categoria de análise.

Diante disso, quando estudada no foco territorial, a água será vista a partir de uma unidade delimitada no espaço geográfico. A bacia hidrográfica é caracterizada como uma região da superfície da Terra encarregada de coletar a água proveniente da chuva, bem como os sedimentos e substâncias dissolvidas, convergidos para um único ponto de saída, conhecido como exutório ou foz, por meio de rios, afluentes e, ou, ravinas (SILVA; SCHULZ; CAMARGO 2004; BENATTI et al., 2018).

A escolha da bacia hidrográfica como uma unidade de planejamento e pesquisa é justificada devido à sua eficácia como uma das abordagens mais abrangentes para análise: dado que, nesse ambiente, os processos naturais se interligam a ação antrópica (OLIVEIRA et al., 2013).

Isto é, as bacias hidrográficas, em suas diversas escalas espaciais, são os instrumentos desta limitação espacial que colaboram para representar a qualidade dos serviços ambientais responsáveis pela dinâmica dos sistemas hidrológicos. Além disso, a delimitação espacial em diversos estudos é frequentemente feita utilizando a bacia hidrográfica, por sua característica integradora do planejamento urbano e rural, de acordo com Gomes, Medeiros e Pinto (2015).

A lei 9.433 de 08 de janeiro de 1997 instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos no Brasil. Nesta lei, é determinado que a bacia hidrográfica fosse a unidade territorial de planejamento e gestão dos recursos hídricos. A questão chave desta lei, via de regra, é destacar que a água é um bem de domínio público; dotada de valor econômico; é um recurso natural limitado e que o seu gerenciamento tem que contar com a participação do Poder Público, dos

usuários e das comunidades, de forma a ficar descentralizada a sua gestão (BRASIL, 1997).

No entanto, por mais que a legislação brasileira indique os parâmetros para o planejamento e gestão de bacias hidrográficas, a utilização da água envolve agentes do meio urbano e rural. Pelas normas legais, a água é um recurso que deve estar ao alcance de todos; porém, elementos econômicos, sociais, culturais e ambientais podem impossibilitar tal alcance e, conseqüentemente, causando ou acentuando questões como a degradação do meio ambiente.

O surgimento de conflitos de utilização e de problemáticas ambientais relacionados com o uso da água é muito mais marcante no meio rural. Antes de chegar às indústrias e torneiras das casas urbanas, haverá todo um ciclo hidrológico acontecendo em função da sustentação de um determinado ecossistema. Desse modo, no contexto de uma bacia hidrográfica, o uso da água tem múltiplas formas, funções e benefícios para sistemas naturais, sistemas de produção agrícola, sistemas industriais e para o consumo humano.

Entre os sistemas agrícolas existentes e usuários da água, Neder (2012) discorre sobre a ausência de instrumentos e de políticas públicas direcionadas para a gestão e planejamento de utilização de recursos hídricos em assentamentos de reforma agrária brasileiros. Para a autora, os assentamentos são, em geral, resultados das lutas para modificar a estrutura fundiária brasileira e que por esta razão, a política de reforma agrária é uma maneira de buscar atenuar tais lutas, deixando, na grande parte dos casos, inexistente um planejamento prévio. Por estes motivos, muitos assentamentos nos dias atuais apresentam condições que comprometem a sua viabilização econômica, social e ambiental.

Segundo Souza (2021), para mensurar a amplitude ambiental de um determinado empreendimento, deve-se, no momento do seu planejamento, conhecer e considerar o seu objetivo, a sua abrangência e as externalidades e o total das relações físicas, biológicas, políticas, socioeconômicas, tecnológicas e culturais da área onde será inserido e, ou, que já foi instalado. Para esse mesmo autor, em projeto que venha a interferir nas dinâmicas de ecossistemas, procedimentos de construção de cenários pré e pós-degradação são importantes para estabelecer ou recuperar a sustentabilidade dos serviços ambientais.



Logo, as ações antrópicas realizadas sem um planejamento adequado têm provocado uma série de efeitos prejudiciais ao meio ambiente no Brasil. Um resultado disso é o crescimento das áreas afetadas pela degradação em todo território nacional. A grande parte dessa degradação é caracterizada por alterações na camada mais superficial do solo que, associado com fatores climáticos, geomorfológicos e de uso e cobertura da terra, promovem perdas das condições edafoclimáticas locais e favorece processos erosivos (Figura 1).



**Figura 1.** Lagoa Vapabuçu, Santa Maria do Suaçuí, MG. Fonte: <https://www.minasgerais.com.br/pt/atracoes/santa-maria-do-suacui/lagoa-vapabucu>.

Assim, o objetivo deste estudo foi elaborar um mapa dos riscos à degradação ambiental da microbacia hidrográfica da Lagoa Vapabuçu, Santa Maria do Suaçuí, MG, Brasil, por meio de técnicas de geoprocessamento e da análise espacial multicritério, tendo como critérios globais os fatores clima, solo, declividade e uso e cobertura da terra.

## **2. Revisão bibliográfica**

### **2.1. Cartografia e análises espaciais**

Pelinson (2019) destaca o conjunto teórico e metodológico que embasa estudos que utilizem a representação cartográfica de objetos e eventos. Para este mesmo autor, a Cartografia é um dos ramos das ciências geodésicas que com a evolução de seus métodos e empregando conceitos e tecnologias da Astronomia, da Topografia, da Fotogrametria, do Sensoriamento Remoto, entre outros, vem colaborando nas análises espaciais de objetos e eventos naturais e sociais.

Segundo Correa (2017), ao se elaborar um mapa, utiliza-se fundamentos e princípios geodésicos, cartográficos e do geoprocessamento, como as coordenadas, sendo estas geográficas ou cartesianas, geoide e, ou, projeções cartográficas da superfície da Terra, Sistema Geodésico de Referência e Sistemas de Informações Geográficas. Com isso, é importante conhecer a base teórico-tecnológica da Cartografia com mais profundidade, sendo essa a principal fonte de aquisição de dados para se trabalhar com geotecnologias (LÖBLER et al., 2019).

A informação para ser considerada geográfica precisa ser georreferenciada; ou seja, ter uma localização conhecida em um determinado ponto na superfície terrestre. Inicialmente, é preciso produzir essa informação com base nos procedimentos e métodos da Cartografia. Desta forma, o avanço técnico-científico da Cartografia é o início para se desenvolver novas ferramentas para coletar, armazenar, editar e reformular dados e produtos geoespaciais. Desta maneira, pode-se dizer que o desenvolvimento das geotecnologias ocorreu a partir da introdução da Cartografia em ambiente computacional (SANTOS, 2021).

### **2.2. Geotecnologias**

As geotecnologias são, em resumo, um braço da Cartografia, beneficiado pelo avanço das ciências da computação e da informação, principalmente das

últimas duas décadas. O resultado disso é a possibilidade de trabalhar com uma diversidade de variáveis e, ou, bancos de dados espaciais, facilitando as construções das análises espaciais, da superfície terrestre, de diferentes áreas do conhecimento e das diferentes escalas espaciais e temporais (ZAIDAN, 2017).

Ainda está para ser definido, pelo menos na Geografia, se as geotecnologias são um instrumento ou um novo paradigma científico conforme descrito por Dambrós (2020). As geotecnologias certamente vão exigir um conhecimento interdisciplinar de quem vai utilizar seus recursos. À vista disso, as geotecnologias são ferramentas que promovem a interação entre seres humanos, *hardware* e *software* que opera segundo a aquisição da informação geográfica de variados métodos e instrumentos (SANTOS, 2021).

Essa relação é explicada quando Zaidan (2017) define que:

as geotecnologias constituem o conjunto de tecnologias para coleta, armazenamento, edição, processamento, análise e disponibilização de dados e informações com referência espacial geográfica. São compostas por soluções em *hardware*, *software*, *peopleware* e *dataware*. No rol das geotecnologias estão o geoprocessamento, SIG (GIS, SGI) – Sistemas de Informações Geográficas, Cartografia Digital ou Automatizada, Sensoriamento Remoto por Satélites, Sistema de Posicionamento Global (ex. GPS), Aerofotogrametria, Geodésia, Topografia Clássica, entre outros. Dentre as geotecnologias, destaca-se o geoprocessamento, principalmente na constituição de Sistemas de Informações Geográficas – SIGs.

As geotecnologias podem contribuir nas análises da paisagem considerando aspectos naturais, sociais ou culturais de uma determinada porção da superfície da Terra. Desta forma, na utilização de produtos como mapas temáticos, é possível compreender características estáticas e dinâmicas de uma determinada região, conforme a sensibilidade e a base teórico-metodológica do pesquisador (BARROS; CASTROGIOVANI; TEIXEIRA, 2019).

### 2.3. Paisagem

Para Verdum (2012) a paisagem é uma categoria de análise do espaço geográfico. Para esse mesmo autor, a paisagem é dotada de dinâmica, tanto na

escala espacial como na escala temporal, tendo estrutura e funcionamento que podem ser objetos de estudos em conjunto ou isoladamente. Segundo Suertegaray (2001), a paisagem é, pelos menos nos estudos geográficos, um conceito operacional que permite analisar o espaço geográfico pela conjunção de elementos naturais, sociais, culturais e, ou, ambientais.

Para Arruda (2021):

a definição de paisagem, na ciência e fora dela, tem suas objetividades. Na Geografia, paisagem tem uma epistemologia de mais de dois séculos buscando contribuir para o referencial teórico da ciência geográfica. Considerada um sistema ou não, a Paisagem, com sua base de conceitos e associando-a métodos de investigação para a Geografia, sempre vai expressar uma leitura do mundo. Sobre este mundo (superfície terrestre/recorte espacial), observa-se que estas paisagens sofrem cada vez mais os processos de antropização do meio natural.

Destacam-se os estudos de ordenamento, planejamento e gestão ambiental que fazem as suas análises a partir das ferramentas e produtos oriundos das geotecnologias e da leitura da paisagem. Assim, como exemplo, tem-se estudo e, ou, produtos de imagens de satélite possibilitando analisar o uso e cobertura das terras nas diversas escalas espaciais e temporais (FITZ, 2008). Com isso, projetos como o *MapBiomass* (2020) e o *Dynamic World* (2022) estão utilizando imagens de satélites, processamento em nuvens e classificadores automatizados para mapear a cobertura e uso das terras no Brasil e em escala global, e disponibilizando o uso destes dados para diferentes estudos.

#### **2.4. Superposição de mapas**

Para Ross (1994), o mapeamento das fragilidades ambientais pode ser realizado pela superposição de mapas, uma síntese de fatores físicos; tais como declividade, clima e pedologia; e fatores sociais e, ou, ambientais, tais como cobertura vegetal e uso das terras. Os princípios da inferência geográfica é uma metodologia empregada nesta superposição de mapas, associando combinação linear, ponderada e média ou de função *fuzzy*, entre outras operações de

variáveis globais, arbitrando subcritérios, e utilizando métodos, tal como o Método de Análise Hierárquica – AHP (MOREIRA et al., 2001).

De acordo com Cordeiro et al. (2001), superposição de mapas atualmente podem ser realizadas em ambientes de Sistemas de Informações Geográficas por meio da álgebra de mapas. Por conseguinte, a álgebra de mapas vem sendo utilizada como suporte da análise espacial multicritério que atribui notas aos elementos analisados, subcritérios, e empregando a escala de importância proposta por Saaty (1977) é possível determinar a ordem hierárquica das variáveis globais aplicadas no estudo.

Costa et al. (2017) ponderam em seus estudos variáveis ambientais como declividade, pedologia e geologia para ser utilizadas em álgebra de mapas na elaboração de zoneamentos que determinam o Potencial de Uso Conservacionista – PUC – em bacias hidrográficas para o Estado de Minas Gerais. Em Costa et al. (2019), é aplicada a metodologia do PUC que, somando com dados de uso e cobertura das terras, foi possível identificar as zonas que necessitam de conservação na bacia hidrográfica córrego Guavirá, PR.

## **2.5. Análise espacial multicritério**

Na literatura científica, existem diversos estudos elaborados por meio do método da análise espacial multicritério, os quais empregam diferentes variáveis e têm como objetivo o ordenamento territorial, a gestão e o planejamento ambiental, a adequação e o levantamento das potencialidades agrícolas, bem como a identificação de fragilidades e o mapeamento dos riscos associados à degradação ambiental, entre outros. Utilizando este método, Corseuil (2006) realizou um estudo de adequação do uso das terras na microbacia hidrográfica do Arroio Ajuricaba, localizada no Município de Marechal Cândido Rondon, PR.

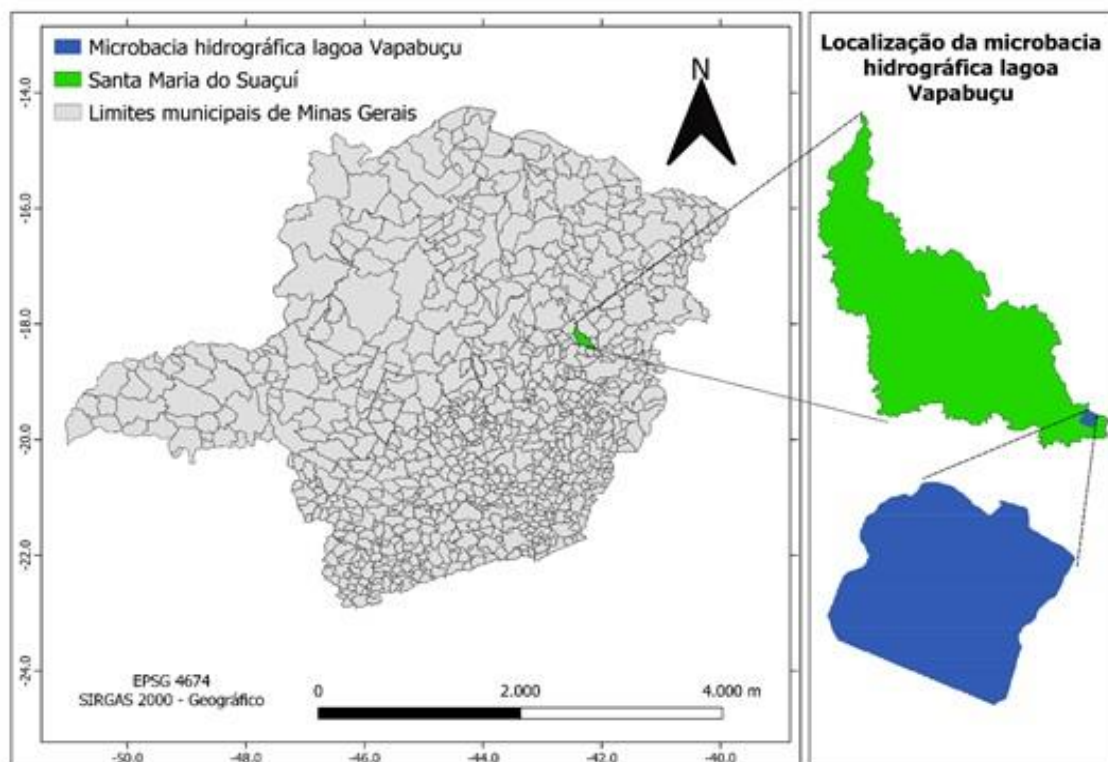
Enquanto Falcão (2013), pelo mesmo método e utilizando fatores diferentes, mapeou os níveis de riscos ao processo de degradação ambiental da bacia hidrográfica do Açude Juá, localizada no município de Boa Vista, no semiárido do Estado da Paraíba. Gass et al. (2022) apresentam uma proposta de representação da Paisagem, utilizando a metodologia do PUC, em conjunto com dados auxiliares, como a cobertura e o uso das terras, e a estrutura fundiária

do município de Santo Cristo, RS, que propicia a obtenção de uma visão mais abrangente e aprofundada da região, sendo uma ferramenta eficaz de gestão territorial.

### 3. Caracterização da área de estudo

A área da microbacia hidrográfica lagoa Vapabuçu tem, aproximadamente, 359,15 hectares. Localiza-se no leste de Minas Gerais e, ou, no sudeste do município de Santa Maria do Suaçuí, MG, Brasil (Figura 2).

Esta microbacia hidrográfica fica situada, quase na sua totalidade, em um assentamento de reforma agrária (Figura 3).

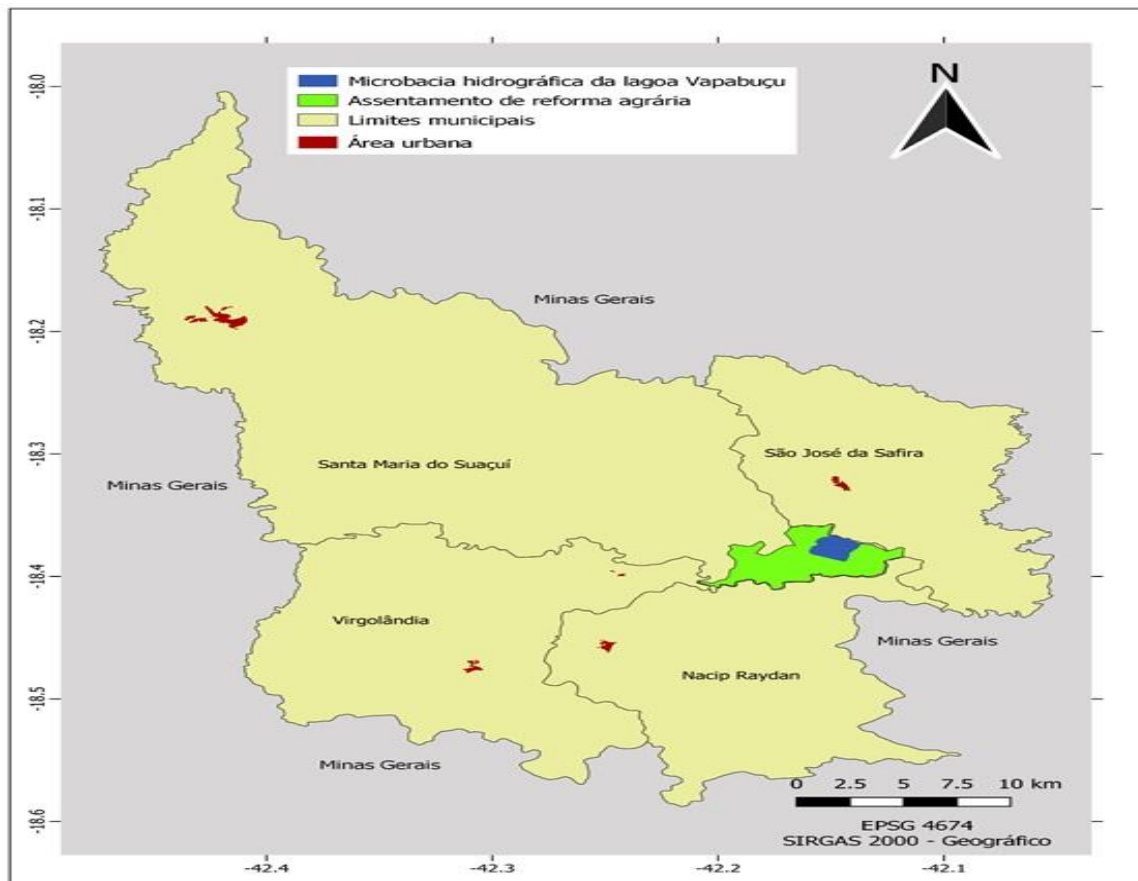


**Figura 2.** Mapa da localização da microbacia hidrográfica lagoa Vapabuçu. Fonte: Os autores - a partir de INPE (2011) e IBGE (2021a).

O assentamento é resultado da desapropriação de duas propriedades vizinhas na data de 3 de janeiro de 2006, totalizando uma área próxima dos 2.681.935 hectares (BRASIL, 2006). Mesmo sendo pertencente ao município de Santa Maria do Suaçuí, MG, os assentados têm uma relação maior com São José da Safira, MG, município ao nordeste, devido a distância menor até a sua

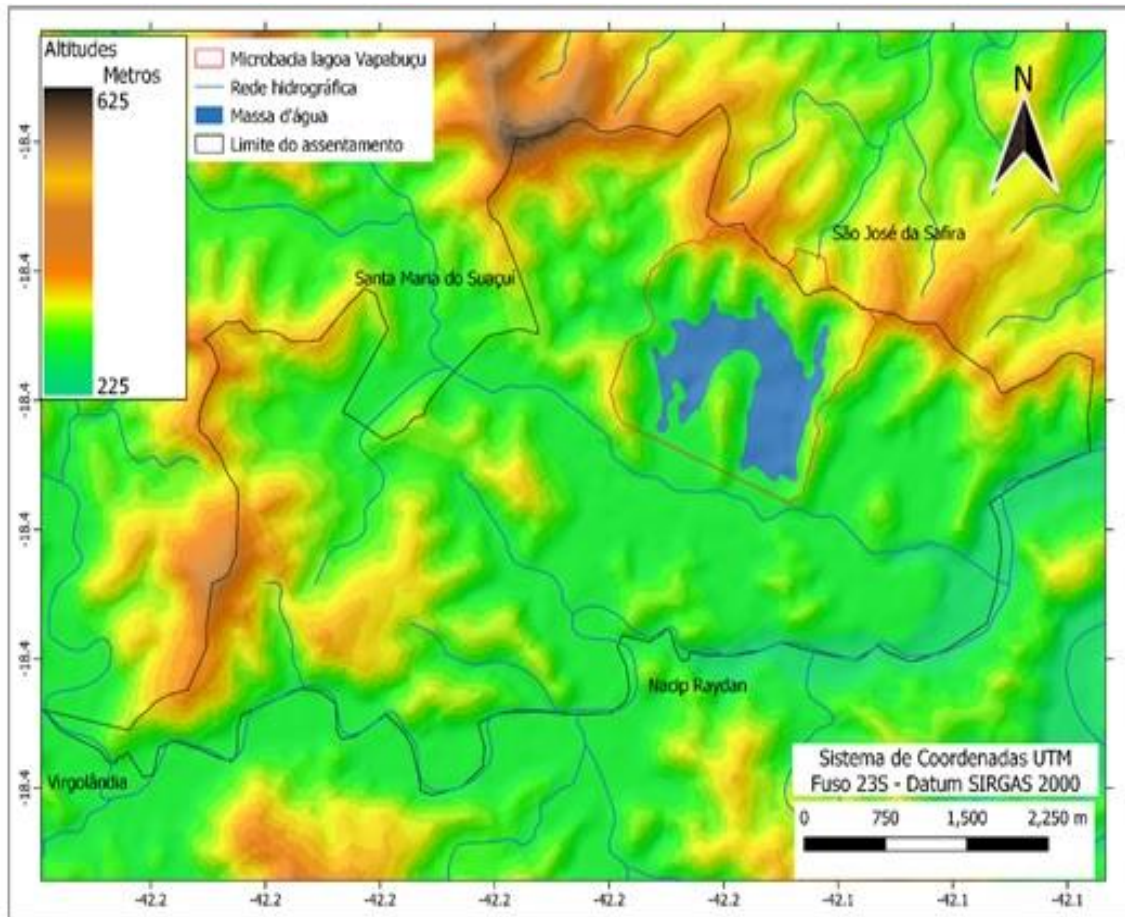
sede urbana. Assim sendo, os mesmos buscam na cidade de São José da Safira serviços oferecidos pelo comércio local e também pela administração pública e, em número bastante pequeno, fazem a venda de seus produtos.

A microbacia hidrográfica lagoa Vapabuçu se encontra a uma altitude perto dos 282 metros, segundo a SECTMG (2020). Conforme observado no mapa da Figura 4, há uma variação significativa de altitudes que favorece uma topografia de relevo ondulado e uma rede hidrográfica que influencia na manutenção dos serviços ambientais da microbacia hidrográfica lagoa Vapabuçu e de ecossistemas próximos. Ao sul da microbacia hidrográfica da lagoa Vapabuçu, fica localizado o curso d'água conhecido pelos moradores locais como ribeirão Vermelho, que apesar da degradação ambiental dos últimos anos, ainda é importante para os produtores rurais adjacentes.



**Figura 3.** Mapa de localização do assentamento da microbacia hidrográfica lagoa Vapabuçu. Fonte: Os autores a partir de INPE (2011), CAR (2021), IBGE (2021a) e MAPBIOMAS (2021).

Em termos de elementos naturais e físicos que compõem as estruturas e formas da paisagem desta microbacia, o projeto RadamBrasil indica, por meio de seus dados, a predominância de Argissolos (IBGE, 2021b). Para Resende et al. (2002), estes são solos pobres encontrados em áreas acidentadas na região do vale do rio Doce, MG.



**Figura 4.** Mapa da variação de altitudes e da rede hidrográfica da microbacia hidrográfica lagoa Vapabuçu e das proximidades. Fontes: Os autores a partir de IDE-SISTEMA (2008), INPE (2011), CAR (2021) e MAPBIOMAS (2021).

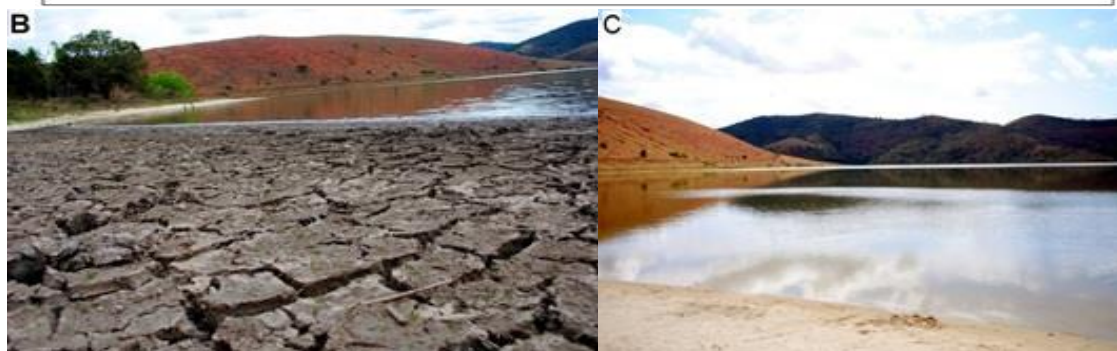
Para esses mesmos autores, esta é uma área que apresenta uma pronunciada estação seca ao longo do ano; com isso, somando com a deficiência de nutrientes destes solos, haverá presença de vegetação florestal típica da Mata Atlântica em alguns locais; a substituição da vegetação arbórea pelas espécies do tipo gramíneas em outras partes; afloramento rochoso e até solo completamente exposto, como é o caso da microbacia hidrográfica da lagoa Vapabuçu, observado nas Figuras 5, 5A, 5B e 5C.





**Figura 5.** Imagem do satélite Sentinel da microbacia hidrográfica lagoa Vapabuçu do dia 10/09/2022. Fonte: Os autores a partir ESA (2022).

A microbacia hidrográfica lagoa Vapabuçu se situa em uma região aonde a cobertura vegetal original típica deste bioma vem perdendo espaço para diferentes ocupações da terra (Figuras 5A, 5B e 5C).



**Figura 5.** A: vista da paisagem em 2020 em período de seca. B e C: processos de degradação ambiental e de diminuição da lâmina d'água já eram observados na paisagem em 2011 e anos anteriores. Fonte: Fausto Gomes Lopes (2011) e SECTMG (2020).

No meio rural, é evidente que uma considerável extensão de áreas perdeu sua cobertura vegetal original, sendo transformada em pastagens para a criação de animais. Os solos dessas áreas, juntamente com as elevadas declividades, condições climáticas adversas e outros fatores relevantes, essas áreas se encontram atualmente em estado de degradação e abandono, conforme claramente evidenciado nas imagens capturadas da microbacia hidrográfica da Lagoa Vapabuçu.

Segundo o estudo de Alvares et al. (2013), pela classificação climática de Köppen para o Brasil, a microbacia hidrográfica lagoa Vapabuçu possui o tipo climático Aw tropical. Isso significa que esta região experimentará um considerável volume de precipitação durante o período compreendido entre novembro e abril. Além disso, é importante destacar a ocorrência ocasional de chuvas torrenciais. Esses eventos climáticos, combinados com a exposição do solo e as características topográficas íngremes, têm desencadeado processos erosivos e a subsequente degradação ambiental nesta microbacia.

#### **4. Procedimentos metodológicos**

Em um primeiro momento foi realizado um levantamento bibliográfico de conceitos e metodologias que embasam os estudos da interpretação da paisagem por meio da análise espacial multicritério e de técnicas de geoprocessamento, como é o caso deste estudo.

As próximas etapas foram o processamento dos dados geoespaciais em ambiente de informações geográficas QGIS na versão 3.16 e a geração dos produtos cartográficos e dos dados estatísticos subsequentes.

A primeira destas etapas foi a delimitação da microbacia hidrográfica da lagoa Vapabuçu. Este procedimento foi feito a partir de um Modelo Digital de Elevação da área disponível no Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE (2011). Tal processo gerou um arquivo em formato *raster* representando os limites da microbacia em questão.

Em seguida, o mesmo arquivo foi convertido em formato *vetor*, no qual ficou muito acentuado o efeito conhecido como “serrilhado”. É comum em procedimentos que trabalham com dados geoespaciais em escalas maiores, e

que os produtos cartográficos oriundos deles sejam representados em escalas e, ou, resoluções espaciais maiores. Para minimizar este efeito no polígono dos limites da microbacia foi aplicada a operação de suavização da camada vetorial.

Segundo trabalhos como os de Corseuil (2006), Falcão (2013) e Costa et al. (2017), um estudo baseado na análise espacial multicritério consiste da escolha e da ponderação de variáveis ambientais, sendo estas divididas em critérios globais e subcritérios. Para este fim, no presente estudo foram empregados como critérios globais as variáveis declividade, clima, solo e uso e cobertura da terra.

A ponderação dos subcritérios foi a partir de uma ordem hierárquica arbitrária de 0 a 1. Este ordenamento segue os princípios da análise da fragilidade ambiental teorizada por Ross (1994), que defende a funcionalidade dos ambientes naturais como uma intrínseca relação dos componentes físicos e bióticos da paisagem responsáveis pela vida vegetal e animal dos ecossistemas. Nessa perspectiva, quando mais próximo de 1 o subcritério estiver, mais importância o mesmo teve para a degradação ambiental no presente estudo.

Os subcritérios da declividade foram ordenados segundo a concepção de Ross (1994), que classifica o rigor dos processos erosivos, dos riscos de escorregamentos/deslizamentos e, ou, inundações e, conseqüentemente, o peso do grau à degradação ambiental, conforme as categorias em porcentagem do relevo apresentadas no Quadro 1.

Em ambiente QGIS, o Modelo Digital de Elevação da área disponível em INPE (2011), foi utilizado para gerar a representação do relevo de acordo ao Quadro 1. Gerado o produto cartográfico do relevo indicando estas categorias da declividade, foi realizada uma normalização destes dados pela função *Fuzzy*, significando com isso que os graus de degradação ambiental foram reordenados em uma ordem crescente seguindo a classificação do relevo na hierarquia arbitrária de 0 a 1.

**Quadro 1.** Categorias hierárquicas da declividade em relação ao grau de risco à degradação ambiental

<b>Declividade</b>	<b>Peso do grau à degradação ambiental</b>
Até 6%	Muito fraco
De 6 a 12%	Fraco
De 12 a 20%	Médio
De 20 a 30%	Forte
Acima de 30%	Muito forte

Fonte: Os autores, a partir de Ross, 1994.

Seguindo os procedimentos metodológicos do presente estudo, o próximo passo foi extrair os dados de cobertura e uso da terra disponibilizada pelo projeto *Dynamic World* (2022). Tal projeto é uma iniciativa da Google e do *World Resources Institute* que, utilizando imagens do satélite Sentinel com uma resolução espacial de 10 metros, computação em nuvem e inteligência artificial, vem gerando dados em escala global e quase diariamente de uso e cobertura da terra em 9 classes taxonômicas.

Para extração dos dados do projeto *Dynamic World*, foi acessada a plataforma *Google Earth Engine* ([earthengine.google.com](http://earthengine.google.com)), no qual foi realizado o *upload* da geometria correspondente à área de estudo por meio de um script. A geometria carregada foi utilizada como delimitação espacial para o *download* dos dados. Das 9 classes taxonômicas que o *Dynamic World* pode mapear, na data de 30/08/2022 foram identificadas 7 classes na área da microbacia hidrográfica lagoa Vapabuçu, como se pode observar no Quadro<sup>4</sup> 2.

Quando realizado trabalho de campo, observações por imagens de satélite e das informações do Quadro 2, nota-se tipos de uso e cobertura da terra na microbacia hidrográfica lagoa Vapabuçu que podem ser reagrupados para melhor atender os objetivos deste estudo. Com isso, foi feito um processo de reclassificação das classes informadas no Quadro 2; em seguida o arquivo *raster*

---

<sup>4</sup> Traduzido pelos autores.

foi vetorizado. Foi preciso também realizar o procedimento de suavização da camada *vetorial*, tendo assim, no final desta etapa, os dados espacializados e estatísticos do uso cobertura da terra da microbacia em estudo.

**Quadro 2.** Classes mapeadas pelo *Dynamic World* em 05/08/2022 na microbacia hidrográfica lagoa Vapabuçu

Nº ID	Tipo da classe	Descrição da classe
0	Corpo d'água	Rios; lagos e lagoas; oceanos e áreas alagadas.
1	Formação florestal	Qualquer agrupamento significativo de vegetação densa, geralmente com um dossel fechado ou denso. Florestas plantadas.
2	Formação savânica	Áreas abertas cobertas por gramíneas homogêneas com pouca ou nenhuma vegetação mais alta. Outras áreas homogêneas de vegetação gramínea (folhas tipo lâmina) que aparecem diferentes de árvores e matagais.
3	Vegetação alagada	Áreas de qualquer tipo de vegetação com evidente mistura de água. Vegetação emergente
4	Agricultura	Culturas perenes e anuais.
5	Vegetação esparsa	Mistura de pequenos aglomerados de plantas ou plantas individuais dispersos em uma paisagem que mostra solo e rocha expostos.
6	Área não vegetada	Solo exposto. Estradas não pavimentadas. Rodovias pavimentadas. Infraestruturas, expansão urbana e, ou, mineração.

Fonte: Os autores, a partir de Christopher et al. (2022).

Ross (1994) declara que o tipo de cobertura vegetal é que vai determinar o grau de proteção do solo contra os processos erosivos e outras degradações aos recursos naturais e serviços ambientais dos ecossistemas. Baseados na interpretação de Ross (1994) e no cenário atual da microbacia hidrográfica lagoa Vapabuçu, foram ponderados os pesos dos subcritérios do critério global uso e cobertura da terra, como mostra o Quadro 3. Após atribuir os pesos dos subcritérios na camada no formato *vetorial*, a mesma foi convertida novamente em *raster*.

Como mencionado anteriormente, cerca de 63% da área total da microbacia hidrográfica lagoa Vapabuçu é abrangida pelo tipo de solo Argissolo Vermelho (IBGE, 2021b). Logo, na maioria das áreas da microbacia em consideração, excluindo a lâmina d'água, observa-se uma predominância desse tipo de solo, o que o torna um subcritério significativo dentro do critério geral do solo.

**Quadro 3.** Reclassificação dos tipos de cobertura e uso da terra da microbacia hidrográfica lagoa Vapabuçu e os respectivos pesos dos subcritérios.

Nº ID	Nº ID reclassificado	Tipo de cobertura e/ou uso – subcritério	Peso
0	1	Corpo D'água	0
1	2	Formação florestal	0,05
2	3	Formação savânica	0,20
3	4	Agricultura e, ou, pastagem	0,85
4			
5	5	Solo exposto e, ou, com afloramento rochoso	0,98
6			

Fonte: Os autores.

A ponderação deste subcritério, Argissolo Vermelho, considerou os argumentos de Costa et al. (2017), que apontam os solos com textura argilosa ou muito argilosa, com argilas do tipo 1:1, como os mais resistentes à erosão. Para definir o seu peso, também foram levados em conta o grau de erodibilidade do solo - Ross (1994) afirma que para ser estipulado, terá que considerar a textura; a estrutura; a plasticidade; o grau de coesão das partículas; e a profundidade/espessura associado com o relevo, com o clima e com as características físicas e químicas dos solos.

Com isso, pelo cenário atual da microbacia hidrográfica lagoa Vapabuçu, as condições de textura e a baixa fertilidade do Argissolo Vermelho encontrado na área, condicionado com o tipo de relevo, o peso deste subcritério foi de 0,75. Após essa ponderação, este peso foi inserido na camada *vetorial* oriunda dos

dados de IBGE (2021b); em seguida, a mesma foi convertida para o formato *raster*.

Para Crepani et al. (2004), informações da pluviosidade da região de interesse da qual se desejam elaborar análises ambientais, são as mais importantes para a determinação do grau de erosividade. De acordo com os estudos desses mesmos autores, é possível inferir que certas condições, como a cobertura vegetal do solo e os diferentes tipos de relevo, desempenham um papel significativo nos processos erosivos, especificamente relacionados à energia potencial gravitacional proveniente da precipitação pluvial. Essa perspectiva implica que a chuva atua como o agente ativo responsável pela erosão, enquanto o solo assume o papel de agente passivo. Dessa forma, a erosão hídrica ocorre predominantemente em áreas com escassa ou nenhuma proteção vegetal e em declividades mais pronunciadas.

As informações da pluviosidade para o presente estudo foram obtidas por meio do trabalho de Alvares et al. (2013). Estes mesmos autores elaboraram uma classificação climática, com dados espacializados: um mapa do Brasil com os tipos climáticos da classificação de Köppen. Segundo os dados deste estudo, a microbacia hidrográfica lagoa Vapabuçu se situa sobre o clima tropical do tipo Aw, o qual apresenta estação chuvosa no verão, de novembro a abril; e nítida estação seca no inverno, de maio a outubro (julho é o mês mais seco), com precipitações superiores a 750 mm anuais, atingindo 1800 mm.

Considerando as condições referentes a pluviosidade da região aonde fica localizada a microbacia hidrográfica lagoa Vapabuçu e o grau de erosividade, o peso do subcritério clima Aw foi 0,55. Este valor do peso foi inserido no polígono da área da microbacia; em seguida, o mesmo foi convertido para o formato *raster*. Os pesos dos subcritérios qualitativos são mostrados no Quadro 4. Por sua vez, no Quadro 5 são apresentados os dados cartográficos utilizados no presente estudo.

**Quadro 4.** Pesos dos subcritérios qualitativos em relação ao risco à degradação ambiental

<b>Subcritério</b>	<b>Peso</b>
Corpo d'água	0
Formação florestal	0,05
Formação savânica	0,20
Agricultura e, ou, pastagem	0,85
Solo exposto e, ou, afloramento rochoso	0,98
Argissolo Vermelho	0,75
Clima Aw	0,55

Fonte: Os autores.

**Quadro 5.** Dados cartográficos utilizados neste estudo

<b>Dado</b>	<b>Escala/resolução espacial</b>	<b>Ano de referência</b>	<b>Fonte</b>
Limites municipais	1:250.000	2021	IBGE (2021a)
Rede hidrográfica	~1:280.000	2021	IDE-SISTEMA (2008)
Limites das propriedades rurais	~1:500.000	2021	CAR (2021)
Infraestrutura urbana	30 metros	2021	MAPBIOMAS (2021)
Modelo Digital de Elevação	30 metros	2000	INPE (2011)
Classes de declividade			
Altitudes			
Imagens de satélite RGB	10 metros	2022	ESA (2022)
Pedologia	1:250.000	2021	IBGE ((2021b)
Classificação climática	100 metros	2013	IPEF (2013)
Cobertura e uso da terra	10 metros	2022	Google e World Resources Institute (2022)

Fonte: Os autores.



Para elaborar um mapa temático dos riscos à degradação ambiental da microbacia hidrográfica lagoa Vapabuçu, foi aplicada uma álgebra de mapas em ambiente SIG, utilizando o QGIS, por meio da calculadora *raster*. Essa metodologia da álgebra requer antes uma ponderação dos critérios globais, que neste estudo foram: a) solo; b) declividade; c) clima; e d) cobertura e uso da terra.

A ponderação destes critérios globais foi realizada pelo método denominado Análise Hierárquica de Processos (AHP), proposto por Saaty (1977). Neste estudo, foi considerada a capacidade de cada um destes critérios, variáveis citadas acima, de influenciar em processos erosivos na degradação ambiental na microbacia hidrográfica lagoa Vapabuçu. Com isso, foi aplicado o método AHP do qual fez comparações destas variáveis par-a-par, a partir da construção de uma matriz de prioridades, estabelecendo os pesos variando de 0 a 1 - quando mais próximo de 1 a variável ficou, mais influência a mesma tem nos processos relacionados à degradação ambiental.

Pelo método AHP também é definido o Índice de Consistência (IC) - quando este for menor do que 0,1, significa que as análises e as ponderações das variáveis têm coerência; quando for maior que 0,1, significa que o processo de ponderação das variáveis não teve objetividade e tem que ser refeito. No caso deste estudo, o IC foi 0,06. Em seguida, utilizando a calculadora *raster*, foi aplicado a álgebra de mapas por meio da combinação de fatores, critérios globais e subcritérios, pela ponderada linear expressa na Equação 1.

$$RDA = \sum (S_i * P + D_i * P + C_i * P + U_i * P) \quad \text{Eq. 1}$$

Onde: RDA = Risco à Degradação Ambiental;  $S_i$  = Solo da classe "i";  $D_i$  = Declividade da classe "i";  $C_i$  = Clima da classe "i";  $U_i$  = Cobertura e uso da terra da classe "i"; P = Peso do critério global:  $P_{\text{solo}} = 0,419$ ;  $P_{\text{declividade}} = 0,076$ ;  $P_{\text{clima}} = 0,071$ ;  $P_{\text{cobertura e uso da terra}} = 0,434$ .

O resultado final de todos estes procedimentos metodológicos foi um mapa representando 5 níveis de riscos à degradação ambiental da microbacia

hidrográfica lagoa Vapabuçu. Estes 5 níveis são resultantes de um processo de fatiamento para definir cada classe de risco à degradação ambiental, assim ficando: Muito baixo (até 0,375); Baixo (de 0,375 a 0,4949); Médio (de 0,4949 a 0,6148); Alto (de 0,6148 a 0,7347); e Muito alto (maior que 0,7347).

No momento do processo de suavização da camada *vetorial* destes dados, estava havendo uma perda significativa de área do polígono; por isso, foi aplicado um procedimento de Filtragem Gaussiana no arquivo *raster* e deixando este como produto cartográfico do mapa final. Neste mapa final, percebem-se imperfeições ou espaços “vazios” nas bordas que limitam a microbacia hidrográfica lagoa Vapabuçu. Isso se deve, provavelmente, pelas diferenças de escalas espaciais dos dados empregados na álgebra de mapas, que foram acentuadas pela Filtragem Gaussiana do *raster*.

Contudo, tais imperfeições não implicaram no alcance do objetivo deste estudo, que foi a identificação e caracterização dos riscos à degradação ambiental na microbacia hidrográfica lagoa Vapabuçu, mapeando estes nesta área por meio da análise espacial multicritério. Em vista disso, as situações espacializadas no mapa dos riscos à degradação ambiental da microbacia são semelhantes àquelas encontradas em campo na data de 16/10/2022.

## 5. Resultados e discussão

Analisando os dados de uso e cobertura da terra da microbacia hidrográfica lagoa Vapabuçu de 30/08/2022, nota-se uma situação preocupante em relação à conservação e, ou, preservação dos serviços ambientais desta área. De 359,12 ha mapeados, cerca de 21% destes correspondem a lâmina d'água. Um pouco mais, 30% desta área, é coberta por formação florestal da qual grande parte se concentra na região mais alta no noroeste da bacia, seguindo sentido sul até às margens da lagoa. A formação savânica representa 1,56% destes 359,12 ha mapeados: são encontradas pequenas manchas desta vegetação nas margens sul da lagoa e no extremo sul da microbacia.

De toda área da microbacia hidrográfica lagoa Vapabuçu, a agricultura representa uma pequena porção, cerca de 7,24 ha ou 2% da área total mapeada. Como demonstra a Figura 6 e observado em campo, os assentados estão usando

uma área para formação de pastagem localizada ao leste que surgiu depois da diminuição da lâmina d'água.

No entanto, como observado nos registros fotográficos (Figuras 9 e 10) e segundo relatos destes assentados, nos últimos anos essa área vem sendo ocupada novamente pela lâmina d'água. Isso pode significar que ocorreu aumento significativo na precipitação pluviométrica ao longo de um determinado período, resultando em uma potencial regeneração da cobertura vegetal em áreas específicas da microbacia.

Há de se considerar que um aumento significativo na precipitação pluviométrica ao longo de um determinado período pode ter várias consequências, algumas delas podem ser benéficas, enquanto outras podem ser prejudiciais. As consequências podem variar dependendo da localização geográfica, da intensidade e da duração do aumento das chuvas. Algumas das principais consequências que podem ocorrer: inundação, deslizamentos de terra, erosão, danos à agricultura, abastecimento de água, benefícios ecossistêmicos e implicações à saúde (SOUZA, 2021; 2023).

Ao observar a imagem de satélite na Figura 6, nota-se um afloramento rochoso no norte da microbacia hidrográfica lagoa Vapabuçu. Somando este elemento natural da paisagem com solo exposto da área da microbacia, fica próximo de 156,61 ha (Quadro 6).

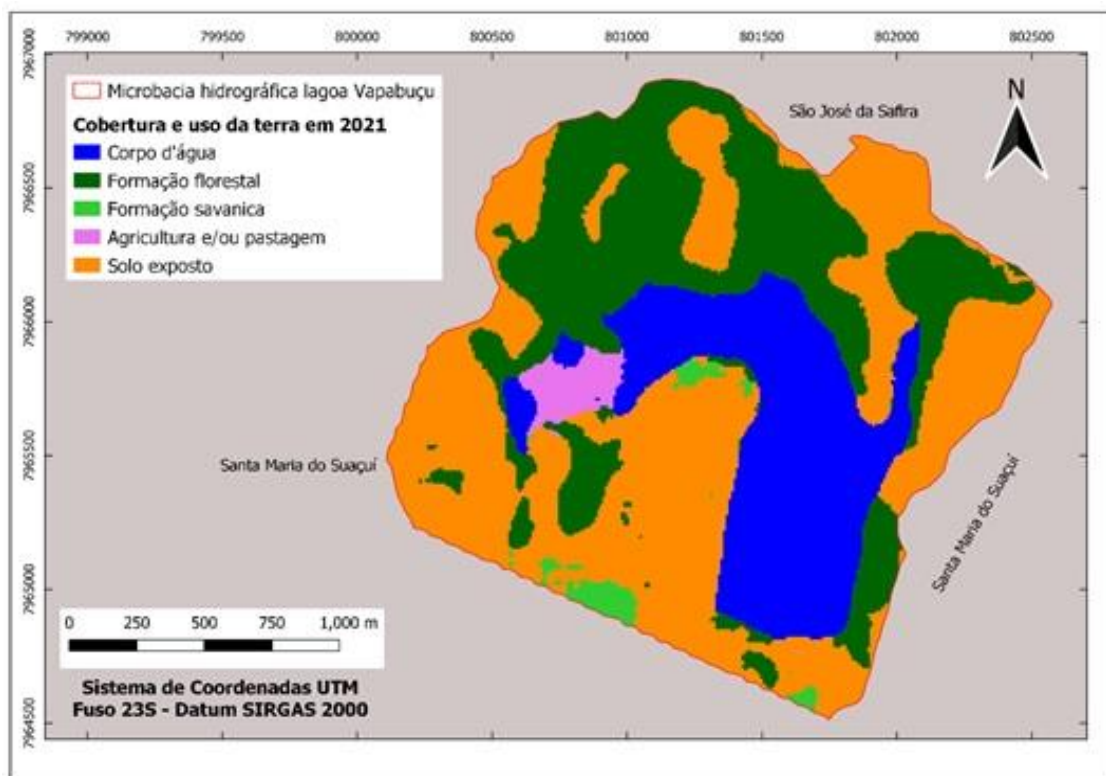
**Quadro 6.** Dados de área ocupada pelos tipos de cobertura ou uso da terra na microbacia hidrográfica lagoa Vapabuçu em 30/08/2022.

<b>Tipo de cobertura ou uso do solo</b>	<b>Área (ha)</b>	<b>Área (%)</b>
Lâmina d'água	78,76	21,93
Formação florestal	110,92	30,89
Formação savânica	5,59	1,56
Agricultura/pastagem	7,24	2,02
Solo exposto e, ou, afloramento rochoso	156,61	43,61
<b>Totais</b>	<b>359,12</b>	<b>100</b>

Fonte: Os autores, a partir de Dynamic World, 2022.

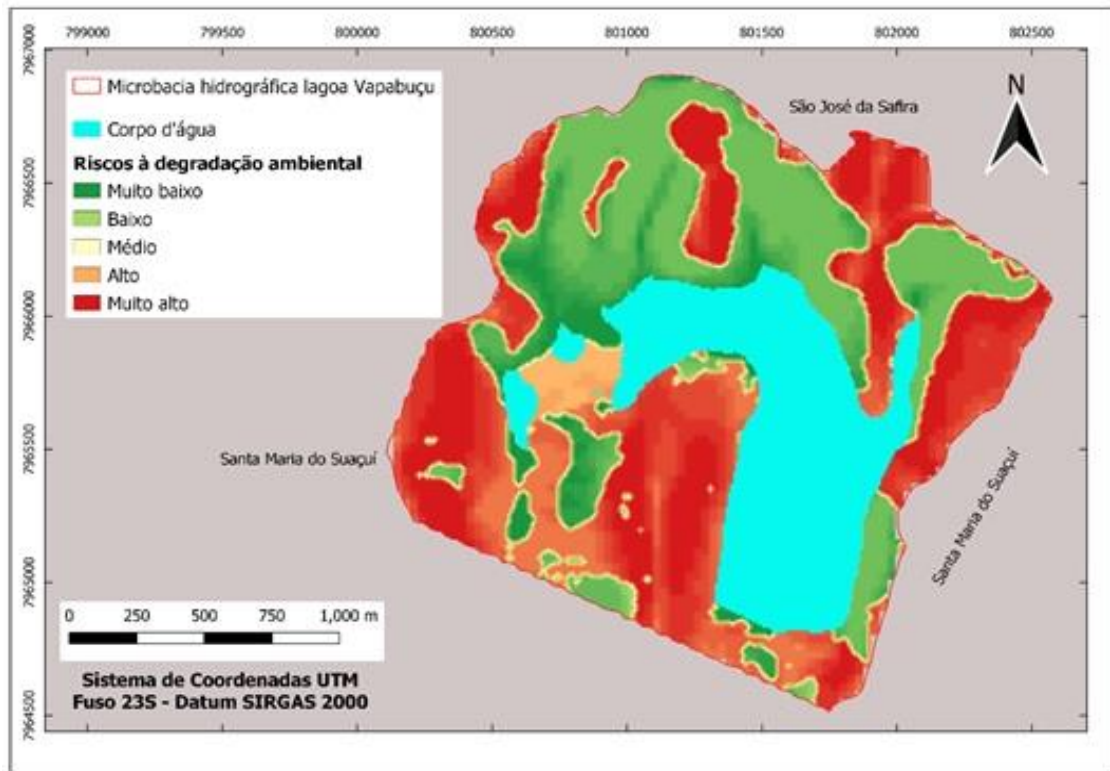
Com isso, dos 359,12 ha mapeados do uso e cobertura da terra, pouco mais de 43% destes são solo exposto, como visto na Figura 6.

É notório que há um desordenamento do uso e cobertura da terra na microbacia hidrográfica lagoa Vapabuçu. Pelos dados apresentados anteriormente, os processos erosivos observados atualmente na paisagem da área em estudo são resultantes da substituição da formação florestal, principalmente em topos de morros e em áreas de declividade mais acentuada, pela pastagem.



**Figura 6.** Cobertura e uso da terra na microbacia hidrográfica lagoa Vapabuçu em 30/08/2022. Fonte: Os autores, a partir de Dynamic World, 2022.

O manejo inapropriado desta pastagem e, em seguida, o abandono destas áreas, reflete nos riscos à degradação ambiental representado, especialmente, no mapa da Figura 7.

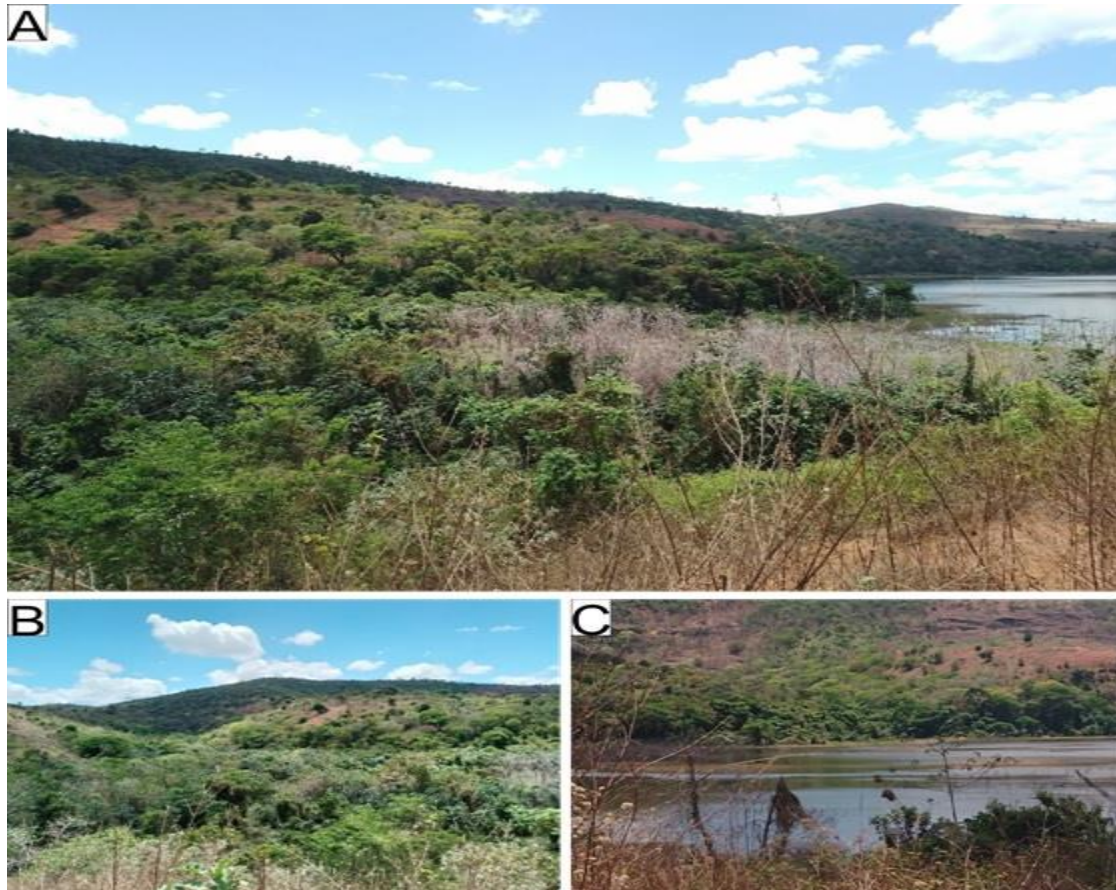


**Figura 7.** Mapa dos riscos a degradação ambiental na microbacia hidrográfica lagoa Vapabuçu em 2022. Fonte: Os autores.

Pelo mapeamento dos riscos se identificou uma área equivalente a 11,52 ha de risco muito baixo à degradação ambiental na microbacia. Como observado nos mapas das Figuras 6 e 7, a vegetação mais densa é que caracteriza este risco muito baixo, onde são concentrados nas regiões norte e leste, chegando às margens da lagoa, como visto nas fotografias das Figuras 8A, 8B e 8C.

Como foi observado no mapa da Figura 7 e nas Figuras 8A, 8B e 8C, há um gradiente da mudança de risco muito baixo para o risco baixo à degradação ambiental, à medida que aumenta a declividade e a vegetação fica menos densa. Desta forma, o risco baixo à degradação ambiental apresentou cerca de 37% dos 278,24 ha mapeados.

Os riscos médio e alto à degradação ambiental corresponderam por uma área próxima de 6 ha no leste da microbacia. Esta é uma área que vem sendo destinada a pastagem nos últimos anos; anteriormente era coberta pela lâmina d'água da lagoa (Figura 9).



**Figura 8.** A: paisagem da margem leste da lagoa Vapabuçu com presença de vegetação em regeneração e formação florestal nas regiões ao norte de maior declividade ao fundo. B: paisagem as margens leste da lagoa Vapabuçu com presença de vegetação mais densa nas áreas de menor declividade e vegetação florestal em regeneração nos morros ao fundo. C: paisagem vista do sul das margens norte da lagoa Vapabuçu com presença de formação florestal. Fonte: Sidney Ferreira de Arruda, 2022.



**Figura 9.** Paisagem (área) transformada em pasto após a diminuição da lâmina d'água da lagoa Vapabuçu. Fonte: Sidney Ferreira de Arruda, 2022.

Este dinamismo de mudança de uso e cobertura da terra vem acontecendo, segundo relatos locais, no decorrer da última década. No entanto, em anos recentes, a lâmina d'água voltou a ocupar parte desta área onde podem ser observadas cercas que faziam as divisões dos piquetes, as quais ficaram submersas (Figura 10).

Por último foi mapeado, identificado e caracterizado o grau de risco muito alto à degradação ambiental na microbacia hidrográfica lagoa Vapabuçu. Este é identificado nas regiões de declividade mais acentuada do norte, oeste, leste e, em maior parte, do sul da microbacia hidrográfica lagoa Vapabuçu (Figura 11). Da área total desta microbacia, o corpo d'água da lagoa ocupa uma área perto dos 78 ha, sendo esta desconsiderada, 278,24 ha foram mapeados nos riscos à degradação ambiental. Isso significa que um pouco mais de 56% (Quadro 7) desta área mapeada da microbacia hidrográfica lagoa Vapabuçu encontram-se sobre um risco muito alto à degradação ambiental. Nas fotografias das Figuras 11A, 11B, 11C e 11D, é possível observar que nos locais em que ocorre o grau muito alto é característico o solo exposto ou com pouca cobertura vegetal.

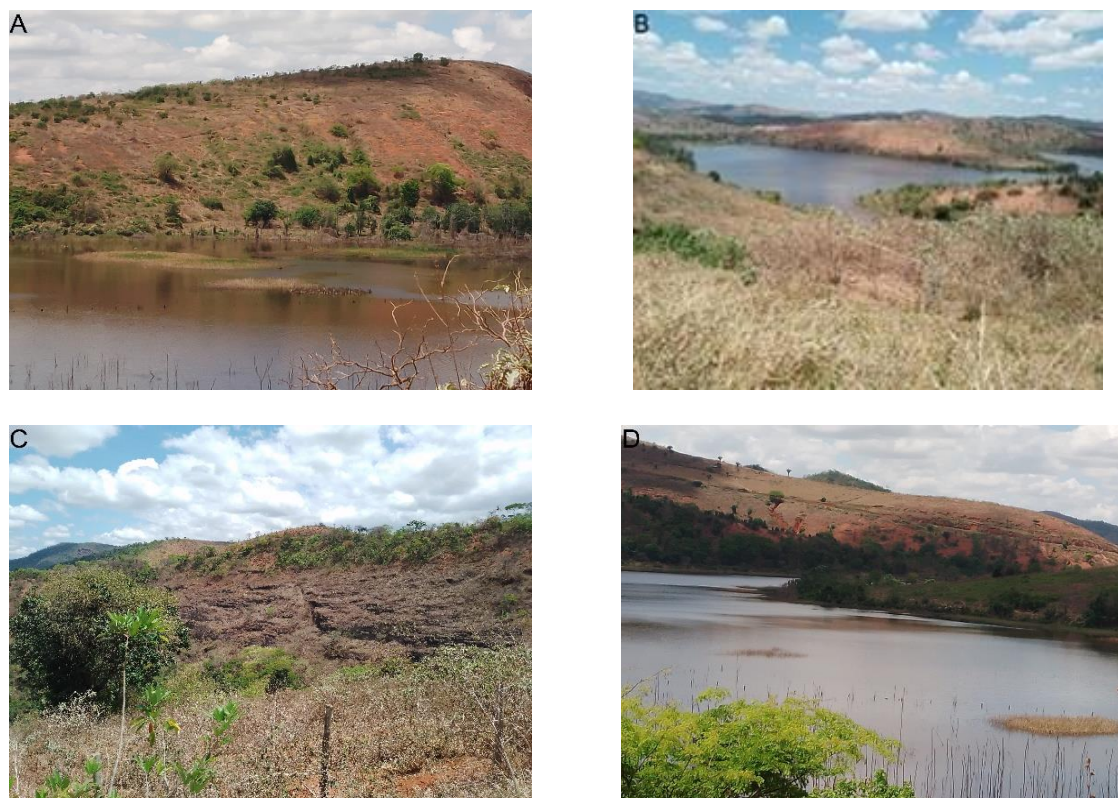


**Figura 10.** Paisagem (área) sendo ocupada novamente pela lâmina d'água da lagoa Vapabuçu e deixando as cercas submersas. Fonte: Sidney Ferreira de Arruda, 2022.

**Quadro 7.** Dados de área ocupada pelos tipos de riscos à degradação ambiental e pelo corpo d'água mapeados da microbacia hidrográfica lagoa Vapabuçu

Risco à degradação ambiental	Área (ha)	Área (%)
Muito baixo	11,52	4,14
Baixo	104,89	37,70
Médio	0,39	0,14
Alto	5,04	1,81
Muito alto	156,4	56,21
<b>Totais</b>	<b>278,24</b>	<b>100</b>

Fonte: Os autores.



**Figura 11.** A: paisagem vista do sul do morro ao norte da microbacia hidrográfica lagoa Vapabuçu com solo exposto. B: paisagem vista do norte do morro ao leste-sul da microbacia hidrográfica lagoa Vapabuçu com solo exposto. C: afloramento rochoso na paisagem ao norte da microbacia hidrográfica lagoa Vapabuçu. D: paisagem vista do oeste do morro ao leste no segundo plano com presença de solo exposto e erosões hídricas. Fonte: Sidney Ferreira de Arruda, 2022.



Os processos erosivos encontrados na paisagem da microbacia hidrográfica lagoa Vapabuçu, aonde é apresentado um grau muito alto à degradação ambiental, são característicos de áreas de solo exposto e com declividade acentuada. Associando estes fatores com um volume de precipitações concentrado em um espaço menor de tempo, têm-se processos de escoamento superficial do solo; erosão laminar e; formação de voçorocas como visto nas fotografias das Figuras 12 e 13.

Com isso, as condições ambientais atuais vistas neste pré-diagnóstico, revelaram os riscos para a manutenção de todo o ecossistema local situado nos limites da microbacia hidrográfica lagoa Vapabuçu. Segundo relatos dos assentados, a única iniciativa que os mesmos têm lembrança e que visava o reflorestamento de áreas nesta microbacia foi de uma instituição que atuou em nome da Fundação Renova. No entanto, em pesquisa realizada, sem consulta a terceiros, na literatura não foi encontrada informações referentes a este trabalho.



**Figura 12.** Processo de erosão laminar transformando-se em voçoroca encontrado na paisagem na região leste da microbacia hidrográfica lagoa Vapabuçu. Fonte: Sidney Ferreira de Arruda, 2022.



**Figura 13.** Voçoroca de grande extensão vista na paisagem ao sul da microbacia hidrográfica lagoa Vapabuçu. Fonte: Sidney Ferreira de Arruda, 2022.

O trabalho de campo realizado, embora feito apenas para fins de reconhecimento, sem procedimentos mais específicos e análises em laboratório, por exemplo, análises de indicadores ambientais, demonstra um cenário de degradação ambiental que se prorroga há certo tempo. À vista disso, em certas regiões da microbacia hidrográfica lagoa Vapabuçu, observa-se sinais de regeneração da vegetação e, conseqüentemente, dos serviços ambientais.

Porém, visto as alterações das propriedades físicas, químicas e biológicas do solo desta microbacia, agravam-se de maneira crescente os processos erosivos e se torna cada vez mais necessária a inclusão de procedimentos e mecanismos de retroalimentação compensatória<sup>5</sup> que possam colaborar na recuperação ambiental desta área.

## 6. Considerações finais

Os dados espaciais que foram utilizados neste estudo têm escalas/resoluções espaciais diferentes entre si. Isso pode ter comprometido a

---

<sup>5</sup> Referem-se a processos fisiológicos ou sistemas regulatórios que atuam para contrabalançar ou compensar mudanças ou perturbações em um determinado sistema, a fim de manter a homeostase ou o equilíbrio interno do organismo.

acurácia final dos resultados. Contudo, a metodologia empregada foi suficiente para fazer um reconhecimento da fragilidade ambiental na qual se encontra a microbacia hidrográfica lagoa Vapabuçu.

Além dos processos erosivos descritos nas análises deste estudo, na área da microbacia e em todo território do assentamento no qual ela está localizada, observa-se na paisagem reflexos de degradação ambiental resultante de um planejamento que não indica, até então, um cenário de viabilização econômica, social e ambiental deste empreendimento.

Tão grave é também a ausência do Estado que poderia levar às famílias assentadas neste espaço condições de assistência técnica e financeira que fomenta uma agricultura de base ecológica - uma das características da agricultura praticada em assentamentos de reforma agrária; e a manutenção dos serviços ambientais.

Desta maneira, a futura recuperação ambiental da área da microbacia hidrográfica lagoa Vapabuçu aonde o risco de degradação é muito alto irá requerer ações conjuntas entre os assentados, governo local e instituições de ensino, pesquisa e extensão, entre outros agentes e atores.

## 7. Referências

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; MORAES, G. de; JOSÉ, L.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711–728, 2013. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507>. Acesso em: 15 nov. 2022.

ARRUDA, S. F. de. **Uma análise geoagronômica da vitivinicultura na fronteira oeste do Rio Grande do Sul**: limitações e potencialidades para o cultivo da *Vitis vinifera* L. 2021. Dissertação (mestrado acadêmico em Geografia) – Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2021. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/233276>. Acesso em: 10 jun. 2022.

BARROS, L. A.; CASTROGIOVANI, A. C.; TEIXEIRA, C. C.. A importância da paisagem na leitura das espacialidades. **Para Onde?**, Porto Alegre, v. 12, n. 2, p. 39-48, 2019. Disponível em: <https://www.seer.ufrgs.br/paraonde/article/view/97266>. Acesso em: 4 out. 2021.

BENATTI, D. P.; TONELLO, K. C.; LEITE, C. E.; FARIA, L. C. Morfometria e uso e cobertura de uma microbacia no município de Sete Barras, São Paulo. **Irriga**, v. 20, n. 1, p. 21-32, 2018.

BRASIL. **Decreto s/nº de 03/01/2006**. Declara de interesse social, para fins de reforma agrária, os imóveis rurais que menciona, e dá outras providências. 2006. Disponível em: [https://www.normasbrasil.com.br/norma/decreto-2006\\_57334.html](https://www.normasbrasil.com.br/norma/decreto-2006_57334.html). Acesso em: 10 set. 2022.

BRASIL. **LEI n. 9.433, de 8 de Janeiro de 1997**. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. 1997. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l9433.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9433.htm). Acesso em: 12 out. 2022.

CHRISTOPHER, F. B.; BROOKIE, G.-W.; TANYA, B.; SAMANTHA, B. H.; JOSEPH, M.; WANDA, C.; VALERIE, J. P.; ROBERT, H.; SIMON, I.; KURT, S.; MIKAELA, W.; FRED, S.; CRAIG, H.; OLIVER, G.; REBECCA, M.; ALEXANDER, M. Tait. Dynamic World, Near real-time global 10 m land use land cover mapping. **Nature: scientific data**, v. 251, n. 9, p. 1–17, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/s41597-022-01307-4>. Acesso em: 12 nov. 2022.

CORDEIRO, J. P.; BARBOSA, C. C. F.; CÂMARA, G. Álgebra de campos e objetos. In: CÂMARA, G.; DAVIS, C.; MONTEIRO, A. M. V. (Eds.). **Introdução à ciência da geoinformação**. São José dos Campos: INPE, 2001. p. 8–26. Disponível em: <http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/introd/index.html>. Acesso em: 12 out. 2022.

CORREA, P. M.. Sistema de coordenadas UTM e topográficas I. In: CORREA, P. M.; STEIN, R. T.; TULER, Marcelo; SAVIETTO, Rafael; SARAIVA, Sérgio (orgs.). **Topografia e geoprocessamento**. Porto Alegre: SAGAH, 2017. p. 395–408. Disponível em: <https://bit.ly/3R5lr04>. Acesso em: 20 set. 2022.

CORSEUIL, C. W. **Técnicas de geoprocessamento e de análise de Multicritérios na adequação de uso das terras**. 2006. Tese (doutorado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Botucatu, 2006.

COSTA, A. M. da; SILVA, L. H. da; SILVA, V. C. da; MOURA, M. S. de; MOTA, P. K.; ARAÚJO, B. J. R. S. de. Potencial de Uso Conservacionista (PUC) e uso e cobertura do solo na bacia hidrográfica do córrego Guavirá, PR. **Revista Perspectiva Geográfica**, v. 14, n. 20, p. 107–122, 2019. Disponível em: <https://e-revista.unioeste.br/index.php/pgeografica/article/view/24034>. Acesso em: 10 dez. 2022.

COSTA, A. M. da; VIANA, J. H. M.; EVANGELISTA, L. P.; CARVALHO, D. C. de; PEDRAS, K. C.; HORTA, I. de M.; SALIS, H. H. de C.; PEREIRA, M. P. R.; SAMPAIO, J. L. D.. Ponderação de variáveis ambientais para a determinação do Potencial de Uso Conservacionista para o Estado de Minas Gerais. **Geografias**, v. 14, n. 1, p. 118–133, 2017.

CREPANI, E.; MEDEIROS, J. S. de; PALMEIRA, A. F. **Intensidade pluviométrica: uma maneira de tratar dados pluviométricos para análise da**

**vulnerabilidade de paisagens à perda de solo.** São José dos Campos: INPE, 2004.

DAMBRÓS, G.. Qual o papel das geotecnologias na estruturação de um novo paradigma da Geografia? **Caderno de Geografia**, Pelotas, v. 30, n. 60, p. 163–171, 2020. Disponível em: <http://periodicos.pucminas.br/index.php/geografia/article/view/22325/16400>. Acesso em: 20 set. 2022.

FALCÃO, E. C. **Análise de riscos à degradação ambiental utilizando avaliação multicritério espacial, no município de Boa Vista - PB.** 2013. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, Universidade federal de Campina Grande, Campina Grande, 2013.

FITZ, P. R. **Geoprocessamento sem complicação.** São Paulo: Oficina de Textos, 2008.

GASS, S. L. B.; SILVA, D. M. da; ARRUDA, S. F. de. A representação da paisagem como instrumento de gestão municipal: uma proposta. **Estudos Geográficos**, v. 20, n. 2, p. 115-116, 2022. Disponível em: <https://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/estgeo/article/view/17091>. Acesso em: 3 nov. 2022.

GOMES, W. M.; MEDEIROS, R. B.; PINTO, A. L. Análise da fragilidade ambiental da bacia hidrográfica do córrego Moeda, Três Lagoas/MS. *In*: CAMPOS, Sérgio; PIROLI, Edson Luís; BENINI, Sandra Medina (orgs.). **Geoprocessamento aplicado a análises ambientais.** Tupã/SP: ANAP – Associação Amigos da Natureza da Alta Paulista, 2015. p. 54-67. Disponível em: <https://www.estantedaanap.org/product-page/geoprocessamento-aplicado-a-an%C3%A1lises-ambientais>. Acesso em: 17 jan. 2023.

GOOGLE; WORLD RESOURCES INSTITUTE. **Dynamic World.** 2022. **A near realtime land cover dataset for our constantly changing planet.** .

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Malhas municipais.** 2021a. **IBGE Geociências.** Disponível em: [https://geoftp.ibge.gov.br/organizacao\\_do\\_territorio/malhas\\_territoriais/malhas\\_municipais/](https://geoftp.ibge.gov.br/organizacao_do_territorio/malhas_territoriais/malhas_municipais/).

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Mapeamento de recursos naturais do Brasil em escala 1:250.000. 2021b. **Pedologia.** Disponível em: [https://geoftp.ibge.gov.br/informacoes\\_ambientais/pedologia/vetores/escala\\_250\\_mil/versao\\_2021/](https://geoftp.ibge.gov.br/informacoes_ambientais/pedologia/vetores/escala_250_mil/versao_2021/).

INPE. TOPODATA. 2011. **Banco de dados geomorfométricos do Brasil.** Disponível em: <http://www.dsr.inpe.br/topodata/index.php>.

IPEF - Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais. Especial: Mapa Koeppen Brasil detalhado. 2013. **Geodatabase.** Disponível em: <https://www2.ipef.br/geodatabase/>. Acesso em: 15 nov. 2022.

LÖBLER, C. A.; GONÇALVES, C. M. R.; DAVES, L. F.; LEÃO, M. F.; PELINSON, N. de S.; STEIN, R. T.; DINIZ, T. B.; BERTOLLO, M.; SANTOS, M. O. dos.

**Cartografia.** Porto Alegre: SAGAH, 2019. Disponível em: <https://bit.ly/3BSdXYD>. Acesso em: 20 set. 2022.

MAPBIOMAS. **MapBiomas Geral “Handbook”: Algorithm Theoretical Basis Document (ATBD).** [S. l.]: Mapeamento Anual da Cobertura e Uso do Solo do Brasil, 2020. Disponível em: [https://mapbiomas-br-site.s3.amazonaws.com/ATBD\\_Collection\\_5\\_v1.pdf](https://mapbiomas-br-site.s3.amazonaws.com/ATBD_Collection_5_v1.pdf). Acesso em: 27 jul. 2021.

MOREIRA, F.; BARBOSA, C.; CÂMARA, G.; ALMEIDA-FILHO, R. Inferência Geográfica e Suporte à Decisão. In: CÂMARA, G.; DAVIS, C.; MONTEIRO, A. M. V. (Eds.). **Introdução à ciência da geoinformação.** São José dos Campos: INPE, 2001. p. 1-48. Disponível em: <http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/introd/index.html>. Acesso em: 12 out. 2022.

NEDER, R. do N. O uso da água em projetos de assentamentos rurais no município de Uberlândia: políticas públicas, conflitos e controle na gestão dos recursos hídricos. In: **Anais... XXI ENCONTRO NACIONAL DE GEOGRAFIA AGRÁRIA: TERRITÓRIOS EM DISPUTA: OS DESAFIOS DA GEOGRAFIA AGRÁRIA NAS CONTRADIÇÕES DO DESENVOLVIMENTO BRASILEIRO,** 2012. Uberlândia: Universidade Federal de Uberlândia, 2012. p. 1–12.

PELINSON, N. de S. Conceitos de cartografia e geodésia. In: TROMBETA, L. R. A.; OLIVEIRA, L. F. R. de; PELINSON, N. de S.; SANTOS, F. M. dos (Orgs.). **Geoprocessamento.** Porto Alegre: SAGAH, 2019. p. 12–36. Disponível em: <https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&AuthType=shib&db=edsmib&AN=edsmib.000017461&lang=pt-br&scope=site&authtype>. Acesso em: 20 set. 2022.

OLIVEIRA, L. F. C.; CALIL, P. M.; RODRIGUES, C.; KLIEMANN, H. J.; OLIVEIRA, V. A. Potencial do uso dos solos da bacia hidrográfica do alto rio Meia Ponte, Goiás. **Ambiente & Água,** Taubaté, v. 8, n. 1, p. 222-238, 2013.

RESENDE, M.; LANI, J. L.; REZENDE, S. B. Pedossistemas da Mata Atlântica: considerações pertinentes sobre a sustentabilidade. **Revista Árvore,** v. 26, n. 3, p. 261–269, 2002. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-67622002000300001>. Acesso em: 28 dez. 2022.

ROSS, J. L. S. Análise empírica da fragilidade dos ambientes naturais e antropizados. **Revista do Departamento de Geografia,** v. 8, p. 63-74, 1994. Disponível em: <https://doi.org/10.7154/RDG.1994.0008.0006>.

SAATY, T. L. A scaling method for priorities in hierarchical structures. **Journal of Mathematical Psychology,** v. 15, n. 3, p. 234–281, 1977. [https://doi.org/doi:10.1016/0022-2496\(77\)90033-5](https://doi.org/doi:10.1016/0022-2496(77)90033-5).

SANTOS, F. M. dos. Geotecnologias na história. In: STEIN, R. T.; SANTOS, F. M. dos; REX, F. E.; MARCATTO, F. S.; TROMBETA, L. R. A.; MORAS FILHO, L. O.; PELINSON, N. de S. (Orgs.). **Geoprocessamento.** 3. ed. Porto Alegre: SAGAH, 2021. p. 13–38. Disponível em: <https://bit.ly/3LAj2cx>. Acesso em: 20 set. 2022.

SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C. dos; OLIVEIRA, V. A. de; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A. de; CUNHA, T. J. F.; OLIVEIRA, J. B. de (Eds.). **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3 ed. ver. ampl. - Brasília, DF: Embrapa, 2013. 353p.

SECTMG - Secretaria de Estado de Turismo de Minas Gerais. **Santa Maria do Suaçuí: lagoa Vapabuçu**. 2020. **Secretaria de Estado de Turismo de Minas Gerais**. Disponível em: <https://www.minasgerais.com.br/pt/atracoes/santa-maria-do-suacui/lagoa-vapabucu>. Acesso em: 10 set. 2022.

SILVA, A. M.; SCHULZ, H. E.; CAMARGO, P. B. **Erosão e hidrossedimentologia em bacias hidrográficas**. São Carlos: RIMA, 2004.

SOUZA, M. N. Recuperação ambiental ou recuperação de áreas degradadas: conceitos e procedimentos. In: SOUZA, M. N. (Ed.). **Tópicos em recuperação de áreas degradadas**. Canoas: Mérida Publishers, 2021. p. 11–57. Disponível em: <https://www.meridapublishers.com/topicos-em-recuperacao-de-areas-degradadas/>. Acesso em: 16 nov. 2022.

SOUZA, M. N. (Org.) **Tópicos em recuperação de áreas degradadas**. Vol. V. – Canoas, RS: Mérida Publishers, 2023. 348 p. ISBN: 978-65-84548-12-1. DOI: <https://doi.org/10.4322/mp.978-65-84548-12-1>.

SUERTEGARAY, D. M. A. Espaço Geográfico uno e múltiplo. **Scripa Nova**, Barcelona, n. 93, 2001. Disponível em: <http://www.ub.edu/geocrit/sn-93.htm>. Acesso em: 27 jul. 2021.

VERDUM, R. Perceber e conceber paisagem. In: VERDUM, R.; VIEIRA, L. de F. dos S.; PINTO, B. F.; SILVA, L. A. P. da (Orgs.). **Paisagem: leituras, significados, transformações**. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2012. Disponível em: <http://www.bibliotecadigital.ufrgs.br/>. Acesso em: 28 jul. 2021.

ZAIDAN, R. T. Geoprocessamento conceitos e definições. **Revista de Geografia - PPGeo - UFJF**, Juiz de Fora, v. 7, n. 2, p. 195–201, 2017. Disponível em: <https://periodicos.ufjf.br/index.php/geografia/article/view/18073/9359>. Acesso em: 20 set. 2022.

---

## Viabilidade técnica da utilização de resíduo do beneficiamento de granito na indústria e na agricultura

Adriano da Costa Borges, Maurício Novaes Souza, Julia Falqueto Ambrosim, Silvia Aline Bérghamo Xavier

<https://doi.org/10.4322/mp.978-65-84548-14-5.c5>

### Resumo

A produção de rochas ornamentais no Brasil em 2010 foi de aproximadamente 9,0 milhões de toneladas. Em 2018, mesmo com a desaceleração da economia dos principais países importadores, chegou-se a uma produção aproximada de 8 milhões de toneladas. Entre essas rochas, principalmente o granito, continua assim posicionado entre os cinco maiores produtores mundiais, representando cerca 5,4% da produção mundial. Como consequência dessa expressiva produção, é gerada uma grande quantidade de resíduos: por isso, várias pesquisas têm sido realizadas com o objetivo de encontrar alternativas para o reaproveitamento desses resíduos. O Brasil, como um dos maiores produtores agrícolas e pecuários mundiais, também é um grande consumidor de insumos fertilizantes, estando entre os principais da produção agropecuária moderna os de base NPK: no Brasil, cerca de 70% são importados. A caracterização média aproximada desses resíduos de granito apresenta 69% de dióxido de silício (SiO<sub>2</sub>); cerca de 15% em alumínio; seguido de potássio, sódio e ferro que ficam entre 3 a 5%; cálcio e magnésio entre 1 a 2%; e os demais, titânio, fósforo e manganês, com média abaixo de 1%. Nesse sentido, têm sido desenvolvidas várias pesquisas com experimentos de pós de rochas, entre eles os resíduos de rochas ornamentais, como o granito, por meio da prática de rochagem ou remineralização (fertilização com pós de rochas). Dessa forma, tal prática e a busca por alternativas de reaproveitamento desses resíduos é uma abordagem louável: pode representar uma fonte de renda adicional para as indústrias de rochas ornamentais, ao mesmo tempo em que fornece aos agricultores uma alternativa mais sustentável e potencialmente mais acessível em termos de insumos. Ou seja, além de seu viés ambiental, é também social, contribuindo para o desenvolvimento sustentável, dando destino como remineralizador a grande quantidade de rejeitos, mitigando os impactos ambientais e contribuindo para a economia circular, por reintroduzir resíduos na cadeia produtiva como recursos.

**Palavras-chave:** Granito. Resíduos. Rochagem. Fertilizante. Produção Agrícola.



## 1. Introdução

Os dois maiores polos de extração e beneficiamento de rochas ornamentais no Brasil são os Estados do Espírito Santo e Minas Gerais, sendo que o primeiro é responsável por cerca de 40% da produção nacional: em 2010 foi de aproximadamente 9 milhões de toneladas (ABIROCHAS, 2011). Em 2018, mesmo com a desaceleração da economia dos principais países importadores, chegou a uma produção aproximada de 8 milhões de toneladas, continuando assim posicionado entre os cinco maiores produtores mundiais, representando cerca de 5,4% da produção mundial (ABIROCHAS, 2019).

Essa indústria é de suma importância para o desenvolvimento socioeconômico do Espírito Santo; porém, a extração e o processamento desse material podem acarretar em danos ao meio ambiente quando não há a gestão correta dos resíduos (RAYMUNDO et al., 2013; MENDONÇA; MORAIS; OLIVEIRA, 2016).

Em consequência dessa produção expressiva, estes Estados também geram uma enorme quantidade de resíduos sem uma destinação adequada que permita a sustentabilidade do setor. Apesar de haver no Estado do Espírito Santo uma Instrução Normativa (11/2016 do Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Espírito Santo – IEMA) para destinação e descarte desses resíduos como lama do beneficiamento de rochas ornamentais - LBRO, essa visa apenas local e forma de armazenamento (ESPÍRITO SANTO, 2016).

Assim, o reaproveitamento de resíduos provenientes da mineração se tornou um grande desafio para a atualidade, uma vez que a exploração de recursos minerais muitas vezes resulta na geração de grandes volumes de resíduos que podem ter impactos negativos no meio ambiente e na saúde humana. A busca por soluções sustentáveis para o gerenciamento desses resíduos tem sido uma preocupação crescente em diversas áreas, incluindo a indústria de mineração, governos e pesquisadores (PONTES; STELLIN JÚNIOR, 2005; MENDONÇA; MORAIS; OLIVEIRA, 2016; SOUSA et al., 2018; TORRES et al., 2019; CALDEIRA et al., 2019).

Com o objetivo de minimizar os impactos ambientais causados pelo acúmulo desses resíduos e ainda gerar renda, vários pesquisadores estão trabalhando em projetos que visam o reaproveitamento desses como matéria-

prima para obtenção de outros produtos, que serão empregados principalmente na construção civil. Os tipos de resíduos dos quais mais se têm pesquisado e empregado nessa atividade, são os do beneficiamento de granito (THEODORO et al., 2012; SANTOS et al., 2016; SCHWANTES et al., 2017; LUCAS et al., 2019; MAIA et al., 2021; BARBIERI et al., 2021).

No entanto, nos últimos anos, também têm sido realizadas muitas pesquisas para o uso desses resíduos em outras áreas, como na produção agropecuária: grande consumidora de insumos fertilizantes, estando entre os principais da produção agrícola moderna os de base NPK; no Brasil, cerca de 70% são importados (THEODORO et al., 2012; LUCAS et al., 2019; MAIA et al., 2021; BARBIERI et al., 2021).

A essência dessas pesquisas voltadas à produção agrícola com o uso desses resíduos de granito tem sido a rochagem, prática que segundo Santos, Santos e Reichert (2018) e Barbieri et al. (2021), apesar de antiga, ainda é pouco utilizada no país. Consiste em utilizá-los como remineralizadores do solo, geralmente como medida corretiva de recuperação da fertilidade, pois geralmente em solos tropicais há uma alta taxa de degradação.

Essa prática também pode ter sido ainda mais incentivada após a regulamentação realizada por intermédio da Lei n. 12.890, de 10 de dezembro de 2013, na qual incluiu os remineralizadores como uma categoria de insumo destinado à produção agrícola (BRASIL, 2013).

O objetivo deste capítulo é destacar algumas alternativas que vem sendo estudadas para o reaproveitamento dos resíduos do beneficiamento de granito de modo geral e, principalmente, com foco na produção agrícola.

## **2. Pesquisas com aplicações de resíduos de granitos**

### **2.1. Cerâmica**

Os principais componentes da matéria-prima cerâmica se dividem em três categorias principais: elementos plásticos, fundentes e inertes. Os principais representantes dessas categorias são: argilas, feldspato e quartzo,

respectivamente. O resíduo gerado principalmente no corte de rochas ornamentais, dentre elas o granito, em sua composição mineralógica há predominância de quartzo (sílica) e feldspatos (VIEIRA et al., 2003; BERNARDI et al., 2018). Sua utilização como matéria-prima cerâmica é potencial e poderá ser como fundente e redutor de plasticidade (SILVA, 2007; BERNARDI et al., 2018).

De acordo com esses mesmos autores, estudos realizados em várias instituições de ensino superior do país mostram que resíduos gerados na serragem de granitos, podem ser utilizados em certas concentrações como matéria-prima em cerâmica vermelha e, segundo Dantas (2010), até mesmo em cerâmica branca. Segundo o referido estudo, a incorporação dos resíduos pode melhorar as propriedades físicas das peças cerâmicas, por exemplo, a resistência à flexão.

Para tal comprovação, utilizaram-se corpos de prova com concentrações de 5 a 40% de resíduo em massa, submetendo-os a vários ensaios de caracterização e tecnológicos, dentre eles os ensaios de composição química, distribuição de tamanho de partícula e difração de raios-X. Observou-se, com os ensaios, dentre outros aspectos, que houve diminuição da plasticidade da massa cerâmica devido à adição dos resíduos de granito, com algumas vantagens (VIEIRA et al., 2003).

Dentre elas, destaca-se a economia na quantidade de água utilizada na mistura para extrusão das peças, o que tornará a etapa de secagem mais rápida, com um gasto energético menor e maior controle dimensional (MOREIRA; FREIRE; HOLANDA, 2003) por apresentarem redução na retração linear para adições superiores a 10% (AGUIAR et al., 2010).

Desta forma, apresentam maior densidade e, conseqüentemente, as peças cerâmicas terão menor porosidade (DANTAS et al., 2010). Contudo, como possivelmente há uma diferença na dilatação térmica, entre a cerâmica e os demais compostos, a utilização do material final produzido é mais adequada à construção de casas e locais onde haverá menor impacto por peso (OLIVEIRA, 2017).

Portanto, a adição de resíduos graníticos em matéria-prima de cerâmica vermelha, por influenciar em praticamente todas as etapas de produção (moldagem, secagem e sinterização) dos produtos oriundos, tais como, blocos, lajotas e telhas, pode: melhorar certas propriedades dos produtos que repercutirá diretamente na sua qualidade (VIEIRA et al., 2003; BERNARDI et al., 2018); diminuir os impactos ambientais; e ainda possibilitar a geração de novas oportunidades de emprego e renda (SILVA, 2007; BERNARDI et al., 2018).

## 2.2. Argamassas

As argamassas são geralmente constituídas por areia, cimento Portland<sup>6</sup>, água e outros elementos, tais como cal, saibro, barro e caulim - estes últimos são considerados elementos plastificantes; ou seja, os responsáveis pelo aumento de plasticidade, que irá conferir à argamassa uma maior aderência. Dentre os plastificantes mencionados, o mais recomendado é a cal ou a cal hidratada, um produto regido por normas técnicas e com eficiência comprovada por institutos de pesquisa (SILVA, 2006; SANTOS et al., 2016; BERNARDI et al., 2018).

De acordo com esses mesmos autores, as argamassas são classificadas em duas categorias segundo suas finalidades: de assentamento (blocos, azulejos, pisos cerâmicos, entre outros); e de revestimento, que possui o objetivo de regularizar e proteger as superfícies de tetos e paredes, entre outros.

Os resíduos em questão possuem granulometria fina, mas não apresentam características pozolânicas<sup>7</sup>, o que pode ser comprovado pela caracterização mineralógica dos mesmos feitos em algumas pesquisas, onde na análise de difração de raios-X observa-se a predominância de formas cristalinas:

---

<sup>6</sup> Tipo mais comum de cimento utilizado na construção civil em todo o mundo. Ele é produzido a partir da moagem de clínquer, que é uma mistura calcinada de calcário e argila, juntamente com outros materiais aditivos. O cimento Portland é amplamente utilizado para fazer concreto, argamassa e outros produtos de construção.

<sup>7</sup> O cimento Portland pozolânico é aquele que em sua composição permite a adição de até 50% de pozolanas. O nome das pozolanas, por sua vez, vem de rochas vulcânicas encontradas na região de Pozzuoli, perto do monte Vesúvio, no sul da Itália. Quando misturadas com cal, essas rochas, moídas, transformam-se em cimento.

apresentam baixa possibilidade de reatividade ou atividade pozolânica (TENÓRIO et al., 2005).

Então, sua incorporação na confecção de argamassas de múltiplo uso (assentamento e revestimento), seria de *efeito fíler* (preenchimento de lacunas entre as partículas de cimento, diminuição dos poros), uma vez que segundo a classificação da ABNT para resíduos sólidos, esses resíduos pertencem na sua maioria à classe III – Inertes (AFONSO, 2005).

De acordo com as pesquisas feitas por Tenório et al. (2005) com resíduos gerados no beneficiamento (polimento e corte) de chapas de granito, a adição desses resíduos à argamassa pode ser melhor em substituição a parte da areia ao invés do cimento, sendo que após alguns ensaios a concentração que mostrou melhor desempenho foi a de 10%.

Em outro estudo, realizado por Calmon et al. (1997), ao analisar os efeitos da adição dos resíduos gerados no desdobramento de blocos em argamassa de assentamento, constatou-se que quanto maior for a concentração do resíduo, a resistência à compressão axial e à tração por compressão diametral tende a aumentar; ao contrário, a absorção de água e o índice de vazios diminuem (*efeito fíler*). Porém, houve uma maior exsudação de água da argamassa, fato que pode afetar mesmo que em pequena intensidade a sua trabalhabilidade.

De maneira geral, percebe-se que a adição desses resíduos na produção de argamassa pode ser considerada uma destinação ecologicamente correta, com possibilidade de emprego em grandes quantidades, podendo ainda diminuir custos de produção e apresentar desempenho igual ou superior às argamassas de referência (AFONSO, 2005; SANTOS et al., 2016; BERNARDI et al., 2018).

### **2.3. Tijolos de Solo-Cimento**

O déficit habitacional brasileiro foi calculado em 6,273 milhões de domicílios (BRASIL, MINISTÉRIO DAS CIDADES. SECRETARIA NACIONAL DE HABITAÇÃO, 2009); e em torno de 8 milhões (IBGE - Censo, 2022) - constitui um grande desafio para o governo. As adoções de tecnologias na construção civil que visem a utilização de produtos naturais renováveis e resíduos industriais são sempre bem-vindas. Geralmente, apresentam menor custo e são

encontrados em grandes quantidades, podendo constituir uma forma de diminuir esse déficit e caminhar rumo a sustentabilidade do setor (CALMON et al., 1998; SOUSA et al., 2018).

Em uma pesquisa realizada por Calmon et al. (1998) que visava à produção de tijolos de solo-cimento com a adição de resíduos da serragem de blocos de granito, tendo o traço (cimento: barro) de 1:14 como referência, adicionou-se à mistura 10, 30, 50 e 70% de resíduo em substituição ao solo. Confeccionados os tijolos em prensa manual, foram realizados os ensaios de resistência à compressão e absorção de água aos 14 dias de idade, onde se observou que quanto maior a adição de resíduos, menor a resistência à compressão simples. Entretanto, a absorção de água não sofreu mudanças significativas, ficando dentro da Norma, abaixo de 20%.

De acordo com esses mesmos autores, os traços com até 50% de resíduos apresentaram resistência a compressão acima de 2 MPa, atendendo assim, as Normas que determinam uma resistência mínima de 2 MPa.

A produção de tijolos maciços de solo-cimento com adição de resíduos do beneficiamento de mármore e granito (10, 15 e 30%) e com teor mínimo de 15% de cimento, apresenta resistência mecânica mínima de 4,5 MPa (aos 28 dias), o que o torna compatível até mesmo para uso em alvenaria estrutural. Assim, a adição desses resíduos na mistura para confecção dos tijolos de solo-cimento mostra que além de reduzir os custos de produção e de impactos ambientais, pode ser ainda uma alternativa para a construção de moradias populares (MIRANDA; BACARJI; FERREIRA, 2007; SOUSA et al., 2018).

#### **2.4. Ladrilhos hidráulicos**

São placas de concreto de alta resistência ao desgaste utilizadas em acabamento de paredes e pisos internos e externos, contendo uma superfície com textura lisa ou em relevo, colorida ou não, de formato quadrado, retangular ou outra forma geométrica definida, conforme a NBR 9457 (ABNT, 1986).

Os ladrilhos hidráulicos geralmente são formados por três camadas (superior, intermediária e tardez<sup>8</sup>) sobrepostas. São constituídos geralmente por areia e, ou, pó de pedra, pigmento, cimento Portland e água, sendo que suas proporções ainda são empíricas (REIS; TRISTÃO, 2009).

Têm ampla variedade de aplicações na arquitetura e no *design* de interiores devido à sua estética única, durabilidade e versatilidade. Seu emprego nos últimos anos tem sido para confecção de calçadas com objetivos decorativos e de acessibilidade (também denominados de ladrilhos hidráulicos piso tátil), paredes, bancadas e pias, escadas, entre outros (REIS; TRISTÃO, 2009; BERNARDI et al., 2018).

Em pesquisas realizadas por Reis e Tristão (2009), após a visita em três fábricas no Espírito Santo e análise das propriedades dos ladrilhos produzidos nas mesmas, observou-se mediante aos ensaios (Tabela 1), que os mesmos não atendiam às normas existentes àquela época.

**Tabela 1.** Ensaios realizados e limites da NBR 9457 (ABNT, 1986).

Propriedades	Ensaio	Limites NBR 9457/1986
Absorção de água	NBR 13818 (ABNT, 1997)	Máximo de 8%
Resistência ao desgaste por abrasão	NBR 12042 (ABNT, 1992)	Máximo de 3 mm em 1000 m
Módulo de ruptura à flexão	NBR 13818 (ABNT, 1997)	Valor médio da amostra 5 MPa Valor individual mínimo 4,6 Mpa

Fonte: Reis e Tristão, 2009.

<sup>8</sup> Termo que se refere à parte traseira, posterior ou de trás de algo, como um objeto ou uma superfície.

A adição dos resíduos do corte de granito nessa mistura se comporta como *filer*<sup>9</sup>, como nos demais concretos. Assim, pode-se verificar um aumento na densidade e na resistência à flexão. Entretanto, a absorção de água foi de aproximadamente 13%, o que continua acima do limite estabelecido em norma (Tabela 1), mas permanece dentro da média encontrada nos ladrilhos sem a adição dos resíduos, produzidos pelas empresas visitadas (REIS; TRISTÃO, 2009).

Diante dos aspectos favoráveis observados nessas pesquisas, a utilização desses resíduos na confecção de ladrilhos hidráulicos pode melhorar a qualidade dos mesmos, além de diminuir os impactos ambientais causados pelo setor de rochas ornamentais (REIS; TRISTÃO, 2009; BERNARDI et al., 2018).

## 2.5. Pavimento asfáltico

Grande parte da composição básica das misturas asfálticas é formada pelos agregados minerais, aproximadamente 95% em peso; o restante corresponde ao ligante CAP (cimento asfáltico de petróleo), responsável pela agregação dos minerais (Curtis, 1999 *apud* MARTIN, 2008).

A adição dos resíduos da serragem do granito na mistura asfáltica possui a função de *filer*, já que se trata de um material de granulometria fina que irá preencher os vazios, conferindo maior viscosidade, aumento na resistência aos esforços de cisalhamento e tração, entre outras propriedades (Santana, 1995 *apud* SOUZA et al., 2009).

A adição do resíduo de granito à mistura asfáltica como *filer* em substituição a parte dos convencionais, atendem as exigências do DNER (Departamento Nacional de Estradas e Rodagem) para o teor de 5,5% de CAP, o que pode ser comprovado após a confecção de corpos de prova e alguns ensaios, por exemplo, o de Estabilidade Marshall (SOUZA et al., 2009). Com isso, além de atender as normas, essa adição pode reduzir os custos de produção e os

---

<sup>9</sup> Em construção, "filer" é um material usado para preencher espaços vazios ou cavidades em superfícies, como paredes, pisos ou tetos, a fim de obter uma superfície lisa e uniforme para a aplicação de revestimentos, como pintura ou papel de parede.



impactos ambientais que seriam causados por esses resíduos (SOUZA et al., 2003 *apud* ALVES, 2008).

## 2.6. Lã Mineral

As lãs minerais são aquelas formadas por silicatos e produzidas principalmente a partir do vidro ou de rochas; apresentam estrutura amorfa (Luoto et al., 1998 *apud* ALVES, 2008); ou seja, não possuem estruturas atômicas regularmente dispostas em rede cristalinas (Chaudhari, 1980 *apud* ALVES, 2008).

Suas principais aplicações são em isolamentos termos-acústicos, principalmente nas áreas de construção civil, industrial, automotiva, eletroeletrônicos, entre outras (Luoto et al., 1998 *apud* ALVES, 2008). Dentre elas, a lã de rocha é mais utilizada pela indústria, uma vez que podem ser utilizadas em maiores temperaturas do que a lã de vidro (ALVES, 2008). Essas lãs também são bem resistentes ao fogo, não propagam chamas e nem emitem fumaça tóxica (Marabini et al., 1998 *apud* ALVES, 2008).

Como essas lãs são constituídas por uma estrutura vítrea, pode agregar quantidades de diferentes elementos; assim, constituem uma forma de emprego de resíduos industriais (Ferreira et al., 2002-a *apud* ALVES, 2008). Dessa forma, cabe destacar que seu resíduo pode ser empregado na produção de vidros do tipo sodo-cálcicos (ALEIXO et al., 2016).

O reaproveitamento dos resíduos de serragem do granito na produção de lã mineral (lã de vidro e lã de rocha), deve-se à grande quantidade de sílica ( $\text{SiO}_2$ ) presente nos mesmos - cerca de 66%, sendo este o principal constituinte dessas lãs (ALVES, 2008). A alumina ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ), também presente no resíduo de granito com 19,27%, é um componente que fornece durabilidade química aos materiais vítreos; porém, diminui a fluidez (maior viscosidade) e, conseqüentemente, a trabalhabilidade desses materiais (Alves, 2006 *apud* ALVES, 2008).

Em pesquisa realizada por Alves (2008), onde se pretendia obter lãs minerais com o reaproveitamento de resíduos de granito e de escórias de aciarias, utilizando-se de um “Forno Detroit” para a fusão das amostras, análise dos espectros de raios-X, microscopia eletrônica de varredura e viscosidade

Herty (Fluidez), chegou-se a conclusão de que o uso do resíduo de granito como matéria-prima principal para produção dessas lâãs é restrito.

Apesar de poderem ser empregados como fonte dos elementos sílica e alumina, este último dificulta o vazamento do material devido à baixa fluidez proporcionada. Porém, a utilização da associação dos dois resíduos (resíduo de granito + escória de aciaria), mostrou-se eficiente para a fabricação dessas lâãs, podendo ser a composição destes na mistura total das mesmas em no máximo 30% para lâã de vidro e de até 70% na lâã de rocha (ALVES, 2008).

## 2.7. Vidros

Os vidros ou materiais vítreos não possuem arranjo atômico regular (Callister, 2006 apud BABISK, 2009). Podem ser considerados como uma substância homogênea e inorgânica obtida pelo resfriamento de uma massa líquida constituída principalmente por sílica que se solidifica sem cristalizar. Seus principais constituintes são os óxidos formadores de rede, óxidos modificadores de rede e os óxidos intermediários (BABISK, 2009).

De acordo com Akerman (2000) apud Babisk (2009), os vidros podem ser produzidos com variadas composições, sendo que quimicamente são classificados em cinco categorias principais:

- ✓ Vidros de Sílica Fundida ou Quartzo (janelas de veículos espaciais, espelhos astronômicos e outras aplicações que exige baixa expansão térmica);
- ✓ Vidros de Borossilicato (utensílios domésticos e de laboratórios);
- ✓ Vidros de Chumbo (artigos finos de mesa, peças de arte e na indústria eletroeletrônica);
- ✓ Vidros de Alumino-Borossilicato (tubos de combustão, fibras de reforço, vidros com alta resistência química e vitro-cerâmicos); e
- ✓ Vidros Sodo-Cálcicos (garrafas, frascos, potes, janelas, bulbos e tubos de lâmpadas).

Esta última categoria foi o objeto de pesquisa de Babisk (2009) para o reaproveitamento dos resíduos de mármore (resíduos carbonáticos) e granito (resíduos silicáticos). Esses vidros contêm entre 8 e 12% em peso de óxido de cálcio e de 12 a 17% de óxido de sódio, podendo-se compensar o sódio com potássio e o cálcio com magnésio (Akerman, 2000 *apud* BABISK, 2009).

Nessa pesquisa foram analisadas quatro composições utilizando esses resíduos, sendo estas ajustadas com adições de outros elementos, tais como areia (sílica) e carbonatos (sódio e cálcio). Após as análises de fluorescência de raios-x (composições químicas em % peso), e de difração de raios-x (composição mineralógica) dos resíduos de granito, detectou-se a presença de óxidos de ferro, provavelmente oriundos da granalha utilizada na serragem dos blocos de granito. Entretanto, a presença desses óxidos na produção do vidro é benéfica, uma vez que, nessa mistura, eles atuam como colorante conferindo ao vidro a cor verde (BABISK, 2009).

Para esse mesmo autor, os vidros produzidos nessa pesquisa apresentaram características parecidas aos dos comerciais - devido a sua cor predominante verde, podem atuar como redutores de calor. Além disso, essa tecnologia pode ser considerada ambientalmente correta, pois dá destino aos resíduos e ainda contribui para a diminuição da extração de areia.

## **2.8. Concreto autoadensável**

Concreto autoadensável (CAA) é caracterizado pela alta fluidez e capacidade de preencher vazios em fôrmas pelo seu próprio peso, dispensando assim, a aplicação de vibradores mecânicos para sua compactação (OKAMURA, 1997; Araújo et al., 2003 *apud* TUTIKIAN; DAL MOLIN; CREMONINI, 2005).

Geralmente é constituído de seis componentes básicos: cimento, agregados miúdos, agregados graúdos, água, aditivos superplastificantes e os materiais finos (pozolânicos e, ou, fíler) (TUTIKIAN; DAL MOLIN; CREMONINI, 2005), também denominados de adições minerais (ALVES, 2008). Para Fenato et al. (2007), estes dois últimos são responsáveis pelo aumento da fluidez e viscosidade (coesão entre os agregados graúdos e a argamassa),

respectivamente. Em alguns casos, também se pode utilizar mais um elemento químico, os agentes modificadores de viscosidade (AMV).

São utilizados principalmente em obras que se exigem excelentes acabamentos, com locais de difícil acesso ou com formatos complexos e grandes concentrações de ferragens (Camargos, 2002 *apud* LISBÔA, 2004).

Os materiais finos preenchem os vazios entre os agregados graúdos (Okamura; Ouchi, 2003 *apud* FENATO et al., 2007). Com isso, há uma menor tendência à segregação da mistura. De acordo com algumas pesquisas, nessa categoria se podem empregar os RBMG (resíduos do beneficiamento do mármore e do granito) (SILVA, 2009).

Segundo Lisbôa (2004), o CAA apresenta grandes vantagens em relação ao convencional. Algumas delas são as diminuições de mão de obra e a não necessidade de vibradores mecânicos para sua compactação, o que confere menos poluição sonora. Apesar de poderem possuir um custo de produção maior que os convencionais (TUTIKIAN; DAL MOLIN; CREMONINI, 2005), esses podem reduzir o custo final da obra em comparação aos convencionais (Camargos, 2002 *apud* LISBÔA, 2004).

Soares et al. (2009), em pesquisa com CAA utilizando como materiais finos os resíduos de mármore e granito, constataram após confeccionar corpos-de-prova e submetê-los ao ensaio de resistência a compressão aos 7, 28 e 35 dias, conforme a Norma, que esses apresentam resistência satisfatória.

O CAA confeccionado na pesquisa realizada por Lisbôa (2004), utilizando como finos os RBMG na relação da pasta resíduo/cimento = 0,5; apresentou bons resultados quanto à capacidade de preencher as fôrmas, superar obstáculos e de resistência à segregação. Entretanto, fez-se necessária a adição de 3% de sílica ativa (fíler pozolânico) para aumentar a coesão e diminuir a velocidade de fluxo da mistura (LISBÔA, 2004). Diante disso, conclui-se que a aplicação dos RBMG no CAA é uma alternativa para seu reaproveitamento, diminuição do uso dos aterros e da extração de novas matérias-primas da natureza (SOARES et al., 2009).

## 2.9. Concretos

Alves (2008) estudou o desenvolvimento de concretos com adição de resíduos do polimento de granito. Para isso, foram feitos diversos ensaios de sua caracterização, dentre eles: o de granulometria a laser, determinação de atividade pozolânica - método físico e químico e difração de raios-X. Por intermédio do ensaio de granulometria a laser, pode-se confirmar que esses resíduos podem ser considerados adições minerais, uma vez que 90% de sua massa total possuem grãos com diâmetros inferiores a 39,17  $\mu\text{m}$  e desses 50% com diâmetros inferiores a 12,11  $\mu\text{m}$  (ALVES, 2008).

Utilizando adições desses resíduos na proporção de 10 e 20% da massa de cimento, Alves (2008) constatou que quanto menor a relação água/cimento (a/c) e maior o teor de resíduo presente nos concretos, maior será a quantidade de argamassa e finos nos mesmos. A grande quantidade de finos pode implicar em uma menor trabalhabilidade em consequência da alta coesão que esses podem causar (ALVES, 2008). Podem também aumentar a necessidade de água para molhagem, quanto menores forem os diâmetros dos finos (fíler). Entretanto, podem também diminuir exsudação (GONÇALVES, 2000).

De acordo com a pesquisa realizada por Gonçalves (2000), há benefícios na obtenção de concretos utilizando como adições minerais os resíduos da serragem ou corte do granito (RCG). Os principais benefícios da adição desse *fíler* nos concretos no estado endurecido, consistem na diminuição da permeabilidade e da estrutura dos poros, o que não só implica em uma menor penetração de água e de agentes agressivos, maior resistência capilar; como também em uma maior resistência a compressão em relação aos de referências (GONÇALVES, 2000). A melhoria dessas propriedades pode representar uma maior durabilidade (Gopalan, 1996 apud GONÇALVES, 2000) e qualidade dos concretos (Ho et al., 1986 apud GONÇALVES, 2000).

## 3. Uso agrícola

O solo é considerado a base da produção agropecuária e da manutenção da vida terrestre: para que tenham uma melhor produtividade ao longo do tempo são necessárias correções e fertilizações (ALOVISI et al., 2020). Na Figura 1

observa-se uma área de pastagem em processo de degradação, por não receber nenhuma correção e, ou, fertilização por mais de 60 anos.



**Figura 1.** Área de pastagem em processo de degradação. Fonte: Acervo Maurício Novaes, 2023.

Os solos tropicais muitas vezes enfrentam desafios de degradação e baixa fertilidade devido a vários fatores, incluindo a remoção excessiva de nutrientes por intermédio das colheitas, a erosão do solo e a perda de matéria orgânica: é essencial para manter a fertilidade do solo, melhorar sua estrutura e a capacidade de retenção de água, bem como promover a atividade microbiana benéfica (SANTOS; SANTOS; REICHERT, 2018; MONTEIRO et al., 2023, SOUZA, 2023).

A utilização inadequada dos solos, como o seu uso intensivo sem práticas de manejo sustentável, pode agravar esses problemas. A lixiviação, que é a lavagem dos nutrientes solúveis para camadas mais profundas do solo, é um desafio particular em climas tropicais, onde a intensidade das chuvas pode ser alta. Isso pode resultar na perda de nutrientes essenciais para as plantas (Figura 2).



**Figura 2.** Área de pastagem com elevada taxa de lixiviação, erosão, formação de ravinas e voçorocas. Fonte: Acervo Maurício Novaes, 2023.

Assim, a busca por produtos que possam corrigir ou melhorar a fertilidade do solo é uma abordagem comum para lidar com esses problemas. Esses produtos podem incluir fertilizantes orgânicos ou inorgânicos, condicionadores de solo e técnicas de manejo específicas, tais como a rotação de culturas e o uso de plantas de cobertura. No caso específico do Espírito Santo, pode haver um foco maior na pesquisa e desenvolvimento de produtos e práticas que sejam adequados para as condições locais (RAYMUNDO et al., 2013; MONTEIRO et al., 2023, SOUZA, 2023).

Atualmente, devido às crescentes demandas socioambientais em nível internacional, é crucial abordar a degradação do solo e a baixa fertilidade de maneira sustentável: não apenas beneficia a produção agrícola em longo prazo, mas também contribui para a saúde do ecossistema e a preservação do meio ambiente em geral.

A agricultura sustentável envolve uma combinação de técnicas de conservação do solo, manejo de nutrientes e uso dos recursos naturais de forma equilibrada. Irá garantir a produtividade agrícola e a sustentabilidade ambiental: é a chave para enfrentar os desafios de degradação do solo e baixa fertilidade de maneira eficaz (MONTEIRO et al., 2023, SOUZA, 2023).

O fato é que o processo acelerado de degradação começa a se avolumar com o advento da chamada “Revolução Verde”, a partir dos anos da década de 1960. Objetivava o aumento da produtividade agrícola, com progressiva modernização na agricultura: mecanização, sementes geneticamente modificadas, agrotóxicos (REZENDE et al., 2021). Com isso, também o uso mais intensivo de fertilizantes químicos de alta solubilidade - entre esses, os mais utilizados possuem base mineral NPK, sendo em grande parte importados de outros países.

No entanto, o uso intensivo desses tipos de fertilizantes acarreta impacto e externalidades socioambientais. São decorrentes dos altos custos de importação, dependendo das taxas de câmbio; e as ambientais, tais como a poluição e a eutrofização de corpos d'água, e a atmosférica, com os compostos nitrosos (THEODORO et al., 2012). Além disso, aliado ao manejo inadequado, para Camara et al. (2021), nos solos tropicais, os fertilizantes podem apresentar baixa eficiência.

Assim, a busca por sistemas agrícolas mais sustentáveis, menos dependentes de importação de insumos, uma maior eficiência energética e de fontes renováveis, tem sido e deve continuar sendo uma grande preocupação de todos os envolvidos nessa cadeia produtiva (COLA; SIMÃO, 2012; MONTEIRO et al., 2023, SOUZA, 2023).

De acordo com Monteiro et al. (2023) e Souza (2023), a abordagem integrada de conservação do solo, manejo de nutrientes e uso sustentável de recursos naturais visa alcançar a produtividade agrícola em longo prazo, ao mesmo tempo em que preserva a biodiversidade, a qualidade da água e a saúde do solo. É fundamental que governos, pesquisadores, agricultores e a sociedade em geral trabalhem juntos para promover a adoção dessas práticas sustentáveis e contribuir para um sistema agrícola mais resiliente e equilibrado.

Assim, o uso de pós de rochas como fonte de fertilizante natural é de fato uma alternativa interessante para melhorar a fertilidade do solo de maneira sustentável. Consistem em materiais moídos e, ou, resíduos, provenientes de diferentes tipos de rochas, que podem conter uma variedade de nutrientes essenciais para as plantas, tanto macro como micronutrientes (ALOVISI et al., 2020).



Devido à sua solubilidade mais lenta, de acordo com esses mesmos autores, os nutrientes são liberados gradualmente ao longo do tempo, o que pode resultar em uma fertilização mais equilibrada e sustentada ao longo do ciclo de cultivo.

Nesse sentido, têm sido desenvolvidas várias pesquisas com experimentos de pós de rochas; entre eles, os resíduos de rochas ornamentais como o granito por meio da prática de rochagem ou remineralização (SCHWANTES et al., 2017; ALOVISI et al., 2020; BARBIERI et al., 2021).

Essa prática consiste na aplicação no solo de certos pós de rochas moídos, ou seja, constituintes responsáveis pela própria origem do solo natural, e que geralmente apresentam baixa solubilização e potencial de liberação de nutrientes por maior período de tempo, se comparado aos solúveis químicos, mas que pode também ter esse período acelerado de acordo com o manejo a ser adotado.

Ou seja, a rochagem ou remineralização envolve a aplicação de pós de rochas diretamente no solo como forma de melhorar suas propriedades físicas e químicas. Isso pode incluir a correção do pH do solo, a liberação gradual de nutrientes e a promoção de interações benéficas entre os minerais das rochas e os microrganismos presentes no solo. No entanto, para Neves et al. (2021), como essas rochas apresentam diversas composições a depender de suas espécies e tipos de processos sofridos até o seu descarte como rejeito, isso dificulta sua aplicação como matéria-prima nobre.

Percebe-se que a essência da técnica não é nova; no entanto, mais conhecida e difundida nos processos de calagem (calcário) e fosfatagem (fósforo), podendo ser considerada não só como remineralizadora de solos degradados (intemperizados e baixa fertilidade) atribuindo elementos (multinutrientes) essenciais à fertilidade, mas também como rejuvenescedora do próprio solo, uma vez que essencialmente são formados pela própria decomposição de rochas (THEODORO et al., 2012).

Para Brito et al. (2019), a rochagem, principalmente no Brasil, pode ser considerada além de um processo de formação de solos, uma excelente alternativa pela grande diversidade geológica e demanda de fertilizantes

químicos. O uso de resíduos do beneficiamento de granito, como parte da aplicação por intermédio da rochagem, tem sido o alvo de várias pesquisas e com resultados promissores.

Com isso, em pelo menos um de seus trabalhos, buscou-se relacionar algumas das espécies mais beneficiadas no Estado do Espírito Santo e a caracterização aproximada de seus resíduos, que de forma geral apresentaram em média 69% de dióxido de silício ( $\text{SiO}_2$ ), cerca de 15% em alumínio, seguido de potássio, sódio e ferro que ficam entre 3 a 5%, cálcio e magnésio entre 1 a 2% e os demais, titânio, fósforo e manganês com média abaixo de 1% (Tabela 2):

**Tabela 2.** Composição química média das rochas silicáticas (granitos) mais beneficiadas

	$\text{SiO}_2$	$\text{Al}_2\text{O}_3$	$\text{K}_2\text{O}$	$\text{Na}_2\text{O}$	$\text{Fe}_2\text{O}_3$	$\text{CaO}$	$\text{MgO}$	$\text{TiO}_2$	$\text{P}_2\text{O}_5$	$\text{MnO}$
Média (%)	69,13	14,65	4,84	3,56	3,74	1,90	0,90	0,58	0,25	0,05

Fonte: Adaptado de Neves et al., 2021.

No entanto, é importante observar que a eficácia dos pós de rochas como fertilizantes pode variar dependendo do tipo de rocha utilizada, das condições do solo e das práticas agrícolas adotadas. Além disso, a taxa de liberação de nutrientes dos pós de rochas pode ser mais lenta em comparação com fertilizantes solúveis, o que pode exigir um planejamento cuidadoso para atender às necessidades nutricionais das plantas ao longo do tempo.

Pesquisas contínuas são essenciais para entender melhor os benefícios e as limitações do uso de pós de rochas e para desenvolver diretrizes práticas para sua aplicação eficaz em diferentes sistemas agrícolas e condições de solo. Em última análise, a utilização de pós de rochas como parte de estratégias de manejo sustentável do solo pode contribuir para a promoção da saúde do solo, a produtividade agrícola e a conservação ambiental (ALOVISI et al., 2020).

É importante ressaltar, que a composição apresentada na Tabela 2, refere-se a média da composição natural das rochas e não de seus resíduos, pois esses geralmente apresentam teores de ferro ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) e cálcio ( $\text{CaO}$ ) muito variáveis, devido principalmente ao tipo de processo de serragem empregado na transformação do bloco em chapas, conforme apresentado na Tabela 3.

**Tabela 3.** Composição química média dos resíduos de granitos após a serragem

	$\text{SiO}_2$	$\text{Al}_2\text{O}_3$	$\text{K}_2\text{O}$	$\text{Na}_2\text{O}$	$\text{Fe}_2\text{O}_3$	$\text{CaO}$	$\text{MgO}$	$\text{TiO}_2$	$\text{P}_2\text{O}_5$	$\text{MnO}$
Média	62,50	12,37	4,40	2,73	11,03	4,15	0,93	0,59	0,27	0,12
(%)										

Fonte: Adaptado de Neves et al., 2021.

Existem dois principais: o tear convencional com lâminas, e os de fios diamantados (multifios); enquanto em um, além dos fragmentos da rocha são geradas partículas do desgaste das lâminas de aço, da adição da granalha abrasiva e da cal, no outro basicamente seriam geradas apenas partículas da própria rocha, respectivamente.

Diante dos resultados apresentados nas Tabelas 2 em comparação aos da Tabela 3, Neves et al. (2021) destacam que na serragem dos blocos para transformação em chapas, são geradas grandes quantidades de resíduos que variam de acordo com o processo utilizado.

Aproximadamente 80% das partículas são menores que 45  $\mu\text{m}$ . Na utilização dos multifios, além dos benefícios na diminuição das perdas e geração de resíduos, que requereriam tratamento e transporte, há um aperfeiçoamento do tempo de serragem. Consequentemente, maior produtividade e menor consumo de recursos (energia, mão de obra, etc.), bem como maior controle da composição dos resíduos gerados, contribuindo assim para agregação de valor e maior potencial de aproveitamento em outras aplicações.

Com base na composição média dos resíduos da serragem do granito (Tabela 3), percebe-se que podem conter nutrientes importantes para produção vegetal, tais como potássio, cálcio e magnésio. Além disso, para Bertossi et al.

(2012), essa baixa granulometria desses resíduos, em sua maioria, representa também um grande potencial de utilização na agricultura. Pode apresentar K trocável, aumentar a reatividade no solo e a velocidade de solubilidade dos elementos nutrientes.

No entanto, esses finos também influenciam nos valores de condutividade hidráulica, com a diminuição dos poros, alterando a velocidade de penetração da água no solo: conseqüentemente, podem alterar o transporte de nutrientes e a lixiviação. Apesar disso, nas análises feitas com até 40% desses resíduos, percentual considerado elevado na rochagem, as amostras de solo chegaram no máximo ao nível Moderada (escala decrescente), não representando assim restrição ao seu uso até essa concentração (BERTOSSO et al., 2012).

Para Theodoro (2000), essa liberação mais lenta dos nutrientes por meio da rochagem, ou baixa velocidade de solubilização (quando comparada aos solúveis químicos NPK), deve ser considerada como positiva. Isso porque tornará o efeito mais prolongado, sendo uma forma de fertilização sustentável sem comprometer negativamente o equilíbrio ambiental. Além disso, essa pode ser acelerada por mecanismos físico-biológicos que já vem sendo estudados em outras pesquisas.

O potássio é um dos principais elementos na conceituação da fertilidade dos solos. Sua aplicação em formulação altamente solúvel pode não ser totalmente aproveitável pelas plantas; conseqüentemente, parte pode ser lixiviada, desperdiçando recursos econômicos e contaminando águas, alterando assim o ambiente natural e o ciclo da vida ao longo prazo (THEODORO, 2000).

Para Camara et al. (2021), a baixa solubilidade dos nutrientes presentes nos pós de rochas pode ser um desafio para sua utilização eficaz como fertilizantes. Essa baixa solubilidade significa que os nutrientes contidos nos pós de rochas são liberados de forma mais lenta no solo, o que pode limitar sua disponibilidade imediata para as plantas.

Para superar esse desafio e tornar o uso de pós de rochas mais prático e eficaz, são necessárias abordagens que considerem tanto a solubilidade quanto a liberação gradual dos nutrientes. Algumas estratégias que podem ser

exploradas incluem (SANTOS et al., 2016; SCHWANTES et al., 2017; LUCAS, 2019; BARBIERI et al., 2021):

- ✓ **Tratamento Físico e Químico:** processos de moagem mais fina ou tratamentos químicos podem ajudar a aumentar a solubilidade dos nutrientes nas rochas, acelerando sua disponibilidade no solo;
- ✓ **Uso Consorciado:** a combinação de pós de rochas com outras fontes de nutrientes, como fertilizantes orgânicos ou inorgânicos de liberação rápida, pode criar um equilíbrio entre a liberação imediata e gradual de nutrientes, atendendo às necessidades das plantas em diferentes estágios de crescimento;
- ✓ **Microrganismos Benéficos:** a presença de microrganismos benéficos no solo pode desempenhar um papel na decomposição dos minerais das rochas e na liberação gradual dos nutrientes;
- ✓ **Formulações Específicas:** pesquisas contínuas podem levar ao desenvolvimento de formulações específicas que acelerem a solubilidade dos nutrientes em pós de rochas, tornando-os mais eficazes como fontes de nutrientes;
- ✓ **Aplicação Adequada:** a aplicação de pós de rochas deve ser planejada de acordo com as necessidades da cultura e as características do solo, levando em consideração a liberação gradual de nutrientes ao longo do tempo.

A realização de mais pesquisas é fundamental para explorar essas abordagens e desenvolver estratégias práticas que maximizem o potencial dos pós de rochas como fonte de nutrientes. À medida que a compreensão sobre a interação entre os pós de rochas, o solo e as plantas avança, é possível encontrar soluções inovadoras que superem os desafios da baixa solubilidade e contribuam para uma agricultura mais sustentável e resiliente.

Santos et al. (2014) *apud* Brito et al. (2019), identificaram que, além da nutrição vegetal, como já comprovado em diversas pesquisas com os principais elementos clássicos fertilizantes mencionados anteriormente, o fornecimento de silício presente nesses pós de rocha pode tornar plantas mais resistentes às pragas e doenças.

Em trabalho conduzido por Santos, Santos e Reichert (2018) com resíduos do corte de granito (RCG) associados com a macrófita *Eichhornia crassipes* (planta aquática Aguapé), utilizando como planta experimental indicadora a *Paspalum notatum* (espécie de gramínea), verificou-se que aplicação de RCG propiciou aumento da capacidade de troca de cátions (CTC) do solo, o que é desejável para facilitar uma boa nutrição vegetal.

Porém, apesar dos resíduos da produção de rochas alterarem positivamente o pH do solo, os mesmos não devem servir como única fonte para a sua correção, necessitando ainda uma utilização conjunta com outra alternativa (SOUZA et al., 2013).

Analisando de maneira mais abrangente os aspectos sociais, ambientais e econômicos da prática de rochagem com resíduos de granito, demonstrando como essa abordagem pode contribuir para o desenvolvimento agroecológico de maneira ampla e positiva, alguns pontos-chaves devem ser destacados (THEODORO et al., 2012; CAMARA et al., 2021; MONTEIRO et al., 2023, SOUZA, 2023):

- ✓ **Desenvolvimento Agroecológico:** a prática de rochagem com resíduos de granito pode ser considerada uma estratégia agroecológica, uma vez que promove a utilização de recursos naturais de forma sustentável e busca harmonizar as interações entre os sistemas agrícolas e o ambiente;
- ✓ **Acessibilidade e Difusão:** sendo uma tecnologia de fácil aplicação, a rochagem pode ser facilmente difundida entre os pequenos produtores de alimentos. Isso ajuda a democratizar o acesso a práticas sustentáveis de manejo do solo, beneficiando comunidades rurais e contribuindo para a segurança alimentar;
- ✓ **Redução de Rejeitos:** o reaproveitamento dos resíduos de granito provenientes de processos industriais ajuda a diminuir os rejeitos, promovendo uma gestão mais eficiente de recursos e contribuindo para a redução do impacto ambiental das indústrias de rochas;
- ✓ **Prevenção da Contaminação:** a rochagem pode ajudar a prevenir a contaminação das reservas de água pela lixiviação excessiva de fertilizantes

químicos solúveis, contribuindo para a preservação da qualidade da água potável;

- ✓ **Baixo Custo:** a prática de rochagem geralmente possui um custo menor em comparação com os métodos tradicionais de uso de fertilizantes químicos solúveis. Isso pode aliviar a pressão financeira sobre os pequenos produtores e tornar a agricultura mais acessível;
- ✓ **Impactos Positivos Múltiplos:** a adoção da rochagem pode levar a impactos positivos nas esferas ambiental, econômica e de produtividade. Isso inclui a melhoria da fertilidade do solo, a redução da dependência de fertilizantes químicos, o fortalecimento da resiliência dos ecossistemas agrícolas e a promoção de práticas agrícolas sustentáveis.

Considerando todos esses aspectos, a prática de rochagem com resíduos de granito não apenas aborda questões técnicas de fertilidade do solo, mas também tem o potencial de criar mudanças significativas em comunidades agrícolas, promovendo a sustentabilidade e o desenvolvimento socioambiental em nível local e, possivelmente, até regional.

Contribui, ainda, para preceitos bases da Economia Circular, como melhor utilização de recursos naturais, a criação de novos produtos com menos geração de resíduos, reuso, reciclagem, entre outros (CAMARA et al., 2021).

#### 4. Considerações finais

É interessante observar como a produção de rochas ornamentais no Brasil tem impactos não apenas na indústria de construção civil e decoração, mas também em setores como a agricultura e a busca por práticas sustentáveis.

A geração de resíduos provenientes da produção de rochas ornamentais, como o granito, representa de fato um desafio significativo. A busca por alternativas de reaproveitamento desses resíduos é uma abordagem louvável, uma vez que ajuda a mitigar os impactos e externalidades socioambientais, além de poder contribuir para a economia circular, onde os resíduos são reintroduzidos na cadeia produtiva como recursos.

Faz-se importante uma análise completa e informada sobre a importância e os benefícios potenciais do uso de resíduos de rochas ornamentais, como o granito, na agricultura. As observações aqui apresentadas buscaram destacar como essa prática pode ser uma solução abrangente e sustentável, por abordar desafios ambientais, sociais e econômicos. Merecem destaque:

- ✓ **Impacto Ambiental Positivo:** o uso de resíduos de rochas ornamentais na agricultura pode reduzir o descarte inadequado desses materiais, ajudando a mitigar impactos ambientais negativos. Além disso, ao promover a reciclagem de resíduos, a prática contribui para a economia circular;
- ✓ **Segurança Alimentar:** a pesquisa e avaliação cuidadosa são fundamentais para garantir que o uso de resíduos de rochas ornamentais não represente riscos para a segurança alimentar, contaminando o solo, as plantas ou a água. A segurança e a qualidade dos produtos agrícolas são considerações capitais;
- ✓ **Redução da Dependência de Fertilizantes Importados:** a possibilidade de substituir fertilizantes importados por fontes nacionais, como os resíduos de rochas ornamentais, é altamente benéfica para a economia e a autonomia do país. Isso também pode levar a uma redução nos impactos ambientais associados à produção e transporte de fertilizantes;
- ✓ **Práticas Agroecológicas e Sustentabilidade:** a rochagem, como prática de fertilização, alinha-se com os princípios da agroecologia e da sustentabilidade, pois considera a interação harmoniosa entre o sistema agrícola e o ambiente, promovendo a resistência do solo e a resiliência dos ecossistemas;
- ✓ **Desenvolvimento Sustentável:** a integração dos resíduos de rochas ornamentais na agricultura pode ser vista como um exemplo de desenvolvimento sustentável, beneficiando as indústrias, os agricultores e o meio ambiente; e
- ✓ **Necessidade de Pesquisa Contínua:** a investigação contínua é fundamental para determinar as proporções adequadas e os métodos de aplicação dos resíduos de rochas, garantindo que seus benefícios sejam maximizados sem comprometer a saúde do solo, das plantas e da água.



De forma geral, a presente análise buscou enfatizar como a prática de rochagem com resíduos de rochas ornamentais não é apenas uma alternativa técnica, mas também tem o potencial de promover mudanças significativas e positivas em vários aspectos da sociedade, economia e ambiente. Combinar o conhecimento técnico com considerações sociais, econômicas e ambientais é essencial para garantir a execução bem-sucedida e responsável dessa abordagem.

## 5. Referências

ABIROCHAS – Associação Brasileira da Indústria de Rochas Ornamentais; MONTANI, C. (Org.). **XXX Relatório mármore e rochas no mundo 2019 - Dossiê Brasil 2019**. Brasília: Aldus Casa di Edizioni in Carrara (IT), 2019. Disponível em: <[https://abirochas.com.br/wpcontent/uploads/2022/01/Dossier\\_Brazil\\_2019-mailing.pdf](https://abirochas.com.br/wpcontent/uploads/2022/01/Dossier_Brazil_2019-mailing.pdf)>. Acesso em: 20 set. 2022.

ABIROCHAS – Associação Brasileira da Indústria de Rochas Ornamentais. **Síntese das exportações e importações brasileira de rochas ornamentais e de revestimentos em 2010**, 2011, informe n. 1. Disponível em: <[http://www.ivolution.com.br/mais/fotos/6/17/1124/Exporta\\_Junho2010.pdf](http://www.ivolution.com.br/mais/fotos/6/17/1124/Exporta_Junho2010.pdf)>. Acesso em: 12 set. 2011.

AFONSO, W. M. **Caracterização de resíduo de corte de rochas na produção de argamassas**. Campos dos Goytacazes: 2005. 135 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Centro de Ciência e Tecnologia, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes, 2005.

AGUIAR, M. C.; BORLINI, M. C.; SANDRINI, I.; MONTEIRO, S. N.; VIEIRA, C. M. F. Utilização de Resíduo do Beneficiamento de Granito pela Tecnologia de Tear à Seco para Obtenção de Cerâmica Vermelha. *In*: 19º CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA E CIÊNCIA DOS MATERIAIS, 2010, Campos do Jordão. **Anais...** Campos do Jordão: CBECiMat, p. 252-259, 2010.

AKERMAN, M. **Natureza estrutura e propriedades do vidro**. CETEV (Centro Técnico de Elaboração do Vidro), 2000. Disponível em: <[https://www.unifal-mg.edu.br/ppgcm/wpcontent/uploads/sites/116/2020/06/NaturezaEstrut\\_Prop\\_Vidro-Saint-Gobain-2000.pdf](https://www.unifal-mg.edu.br/ppgcm/wpcontent/uploads/sites/116/2020/06/NaturezaEstrut_Prop_Vidro-Saint-Gobain-2000.pdf)>. Acesso em: 11 ago. 2010.

ALEIXO, F. C.; BALLMANN, T. J. S.; FOLGUERAS, M. V.; JUNKES, J. A.; DELLA, V. P. Preparação de vidros sodo-cálcicos utilizando resíduo de lã de rocha. **Cerâmica**, n. 62, p. 358-364, 2016. DOI: 10.1590/0366-69132016623642034

ALOVISI, A. M. T. *et al.* Rochagem como alternativa sustentável para a fertilização de solos. **Revista Gestão e Sustentabilidade**, Florianópolis, v. 9, n. esp., p. 918-932, 2020. DOI: 10.19177/rgsa.v9e012020918-932

ALVES, J. O. **Compósitos cerâmicos de mulita-alumina – estudos de caso:** compósito de mulita obtida a partir do mineral topázio. 2006. Monografia (Graduação em Física) - Departamento de Física, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2006.

ALVES, J. O. **Processo de reciclagem da escória de aciaria e do resíduo de corte do granito visando a produção de lã mineral.** Ouro Preto: 2008.100 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Materiais) - Rede Temática em Engenharia de Materiais, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2008.

ALVES, M. S. **Estudo das características e da viabilidade do uso de resíduos gerados no polimento de rochas graníticas como adição em concretos.** Belo Horizonte: 2008.132 f. Dissertação (Mestrado em Construção Civil) - Departamento de Construção Civil, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2008.

ARAUJO, J. L.; BARBOSA, N. P.; SANTOS, S. B. dos; REGIS, P. A. **Concreto auto-adensável com materiais locais no nordeste brasileiro.** In: 45º Congresso brasileiro do concreto. CD-ROM, Vitória, 2003.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 9457:** Ladrilho Hidráulico. Rio de Janeiro, 1986.

BABISK, M. P. **Desenvolvimento de vidros sodo-cálcicos a partir de resíduos de rochas ornamentais.** Rio de Janeiro: 2009. 90 f. Dissertação (Mestrado em Ciências dos Materiais) - Instituto Militar de Engenharia, Rio de Janeiro, 2009.

BARBIERI, R. F. *et al.* Utilização de rejeito de mineração na recomposição de solos degradados e na fertilização de culturas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 45, 2021.

BATTAGIN, A. F.; SCANDIUZZI, L. A Utilização da Escória granulada de Alto Forno como Agregado Miúdo. **Associação Brasileira de Cimento Portland**, São Paulo, boletim, n. 35, 1990.

BERNARDI, L. F.; MUNHOZ, J. C.; MENDONÇA, G.; SOUZA, R. D. Reaproveitamento de rejeitos da mineração de cobre como pigmentos em cerâmica vermelha. **Revista Matéria**, v. 23, n. 3, 2018.

BERTOSSI, A. P. A. *et al.* Influência da utilização do resíduo fino de beneficiamento de rochas ornamentais silicáticas na qualidade do solo e da água. **Revista Geociências**, São Paulo, v. 31, n. 2, p. 185-195, 2012. Disponível em: <[https://www.revistageociencias.com.br/geociencias-arquivos/31\\_2/Art04\\_Bertossi\\_et\\_al.pdf](https://www.revistageociencias.com.br/geociencias-arquivos/31_2/Art04_Bertossi_et_al.pdf)>. Acesso em: 20 set. 2022.

BRANDÃO, B. P.; PINTO JÚNIOR, L. A. B. **Estudo da viabilidade técnica do aproveitamento de resíduos provenientes do corte de granito para ajuste da composição química da escória de aciaria LD, visando à produção de clínquer de cimento Portland.** Vitória: 2009. 79 p. Monografia (Graduação em Tecnologia em Processos Metalúrgicos - Instituto Federal do Espírito Santo). Vitória, 2009.

BRASIL, Ministério das Cidades; Secretaria Nacional de Habitação. **Déficit Habitacional no Brasil 2007.** Projeto PNUD-BRA-00/019 - Habitar Brasil – BID/, Belo Horizonte, 128 p., 2009.

BRASIL. Lei n.12.890, de 10 de dezembro de 2013. Altera a lei no 6.894, de 16 de dezembro de 1980, para incluir os remineralizadores como uma categoria de insumo destinado à agricultura, e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 11 dez. 2013.

BRITO, R. S. et al. Rochagem na agricultura: importância e vantagens para adubação suplementar. **South American Journal of Basic Education, Technical and Technological**, Rio Branco, v. 6, n. 1, 2019. ISSN: 2446-4821

CALDEIRA, M. S.; MORAIS, C. A. M.; DIAS, G. S. F.; SILVA, C. G. Avaliação do desempenho mecânico de argamassas produzidas com resíduos de mineração de ferro. **Revista Matéria**, v. 26, n. 1, 2021.

CALLISTER, W. D. **Ciência e engenharia de materiais: uma abordagem integrada.** 2 ed. Rio de Janeiro: LTC, 2006.

CALMON, J. L. et al. Reciclagem do Resíduo de Corte de Granito para a Produção de Argamassas. In: I Encontro nacional sobre edificações e comunidades sustentáveis, 1997, Canela, RS. **Anais...** Canela: ANTAC, 1997.

CALMON, J. L.; TRISTÃO, F. A.; LORDÊLLO, F. S. S.; DA SILVA, S. A. C.; MATTOS, F. V. Aproveitamento do Resíduo de Corte de Granito para a Produção de Tijolos de Solo-Cimento. In: VII Encontro nacional de tecnologia do ambiente construído qualidade no processo construtivo, 1998, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: ENTAC, p. 900-907, 1998.

CAMARA, G. R. et al. **Utilização de rochas ornamentais ricas em minerais potássicos como fonte alternativa de insumo agrícola via rochagem – Parte I.** Rio de Janeiro: CETEM/MCTI, 2021.

CAMARGOS, U. A. Concreto Auto-Adensável e Autonivelante. **Revista Técnica**, São Paulo, n. 59, p. 04-05, 2002.

CHAUDHARI, P.; GIESSEN, B. C.; TURNBULL, D. Metallic Glasses. **Scientific American**, v. 242, p. 84-96, 1980.

COLA, G. P. A.; SIMÃO, J. B. P. Rochagem como forma alternativa de suplementação de potássio na agricultura agroecológica. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 7, n. 4, p.15-27, 2012.

Disponível em: <<https://www.gvaa.com.br/revista/index.php/RVADS/article/view/1132>>. Acesso em: 20 set. 2022.

CURTIS, C. W. **Investigation of asphalt-aggregate interactions in asphalt pavements**, Chemical Eng Dept, Auburn University, 1999.

DANTAS, A. P. A. et al. Utilização de Resíduos de Rochas Ornamentais na Produção de Cerâmica Branca. **Holos**, v. 1, n. 26, p. 92-108. Disponível em: <<http://www2.ifrn.edu.br/ojs/index.php/HOLOS/article/view/309/310>>. Acesso em: 21 mar. 2011.

ESPÍRITO SANTO (Estado). Secretaria de Estado do Meio ambiente e Recursos Hídricos. Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos. **Instrução Normativa nº 11 de 11 de outubro de 2016**. Vitória: Diário Oficial dos Poderes do Estado. Disponível em: <https://iema.es.gov.br/Media/iema/>. Acesso em: 21 maio 2021.

FENATO, T. M.; CARBONARI, B. M. T.; LEITE, F. M.; YOSHIDA, H. H. Verificação da Existência de Propriedades Autoadensáveis em Concretos de Alto Desempenho, Através de Ensaio Experimentais. **Semina: Ciências Exatas e Tecnológicas**, Londrina, v. 28, n. 1, p. 65-78, jan./jun. 2007.

FERREIRA, E. B.; ZANOTTO, E. D.; SCUDELLER, L. A. M. Nano Vitrocerâmica de Escória de Aciaria. **Química Nova**, v. 25, p. 731-735, 2002-a.

GEYER, T. R.; DAL MOLIN, D.; VILELA, A. C. F. Possibilidades e Fatores Limitantes da Reutilização de Escórias de Aciaria na Construção Civil, In: 51º CONGRESSO ANUAL DA ABM – Associação Brasileira de Metalurgia e Materiais, 1996, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: ABM, v. 4, p. 305-314, 1996.

GONÇALVES, J. P. **Utilização do resíduo de corte de granito (RCG) como adição para produção de concretos**. Porto Alegre: 2000. 134 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Rio Grande do Sul, 2000. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/10183/1676>>. Acesso em: 12 set. 2021.

GOPALAN, M. K. Sorptivity of Fly Ash Concretes. **Cement and Concrete Research**, v.26, n. 8, p. 1189-1197, 1996. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/0008884696001056>>. Acesso em: 20 set. 2022.

GUMIERI, A. G. **Estudo da viabilidade técnica da utilização de escória de aciaria do processo LD como adição em cimento**. Porto Alegre: 2002. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Rio Grande do Sul, 2002. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10183/2652>. Acesso em: 12 set. 2022.

HO, D. W. S.; HINECZAK, I.; CONROY, J. J.; LEWIS, R. K. Influence of slag cement on the water sorptivity of concrete. In: International Conference on Fly Ash, Silica Fume, Slag and Natural Pozzolans in Concrete, 2, Madrid, Spain.

**Proceedings...** Detroit: American Concrete Institute, v. 2. (ACI Special Publication, 91), p. 1463-1473, 1986.

ISAIA, G. C. **Concreto: ensino, pesquisa e realizações.** 1 ed., São Paulo: IBRACON, p. 1-43, 2005.

LISBÔA, E. M. **Obtenção do concreto auto-adensável utilizando resíduo do beneficiamento do mármore e granito e estudo de propriedades mecânicas.** Maceió: 2004. 121 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Alagoas, Alagoas, 2004.

LUCAS, Y. et al. Application of crushed waste rock as a soil amendment for acidified agricultural soil. **Journal of Environmental Management**, v. 250, 109555, 2019.

LUOTO, K.; HOLOPAINEN, M.; KANGAS, J.; KALLIOKOSKI, P.; SAVOLAINEN, K. Dissolution of short and long rockwool and glasswool fibers by macrophages in flowthrough cell culture. **Environmental Research**, v. 78, p. 25-37, 1998. ISSN 0013-9351

MACHADO, A.T. **Estudo comparativo dos métodos de ensaio para avaliação da expansibilidade das escórias de aciaria.** São Paulo: 2000. Dissertação (Mestrado) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000. Acesso em: 01 out. 2010.

MAIA, C. M. B. F. et al. Aplicação de rejeitos de mineração como fonte de nutrientes para plantas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 45, 2021.

MARABINI, A. M.; PLESCIA, P.; MACCARI, D.; BURRAGATO, F.; PELINO, M. NEw Materials from Industrial and Mining Wastes: Glass-Ceramics and glasses and Rock-Wool Fibre. **International Journal of Mineral Processing**, v. 53, Issues 1-2, p. 121-134, February 1998.

MARTIN, C. M. M. S. Utilização do Rejeito Oriundo do Corte de Rochas Ornamentais como Agregado Mineral em Pavimentação Asfáltica. In: XVI JORNADA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA (JIC), 2008, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: CETEM, p. 106-112, 2008.

MENDONÇA, G.; MORAIS, C. A. M.; OLIVEIRA, M. L. S. Reaproveitamento de rejeitos da mineração: proposta de classificação com ênfase em estudos de caso de minério de ferro. **Revista Escola de Minas**, v. 69, n. 2, p. 175-180, 2016.

MIRANDA, R. A. C.; BACARJI, E.; FERREIRA, R. C. Estudo da Aplicação de Resíduo de Beneficiamento de Mármore e Granito em Tijolos de Solo-Cimento. In: IV Encontro nacional e II Encontro latino-americano sobre edificações e comunidades sustentáveis (ELECS), 2007, Campo Grande, MS. **Anais...** Campo Grande: ANTAC, p. 33-42, 2007.

MONTEIRO, R. J.; OLIVEIRA, K. P. de; LOUBACK, G. C.; CRESPO, A. M.; PERON, I. B.; FIGUEIREDO, J. S. M.; ARAUJO, O. P.; SOUZA, M. N. Ações de proteção do solo: mitigação de impactos ambientais no meio rural. In: SOUZA,

M. N. (Org.) **Tópicos em recuperação de áreas degradadas**. Vol. V. – Canoas, RS: Mérida Publishers, 2023. 348 p. ISBN: 978-65-84548-12-1. DOI: <https://doi.org/10.4322/mp.978-65-84548-12-1.c2>

MOREIRA, J. M. S.; FREIRE, M. N.; HOLANDA, J. N. F. Utilização de Resíduo de Serragem de Granito Proveniente do Estado do Espírito Santo em Cerâmica Vermelha. **Cerâmica** [online]. v. 49, n. 312, p. 262-267, 2003.

NASCIMENTO, G. B. do. **Caracterização e utilização de pó-de-pedra em revestimentos para restauração de edificações históricas em estilo art déco**. Belo Horizonte: 2008. 188 f. Dissertação (Mestrado em Construção Civil) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2008.

NEVES, M. A. et al. Lama de beneficiamento de rochas ornamentais processadas no Espírito Santo: composição e aproveitamento. **Revista Geociências**, São Paulo, v. 40, n. 1, p. 123 - 136, 2021. Disponível em: <<https://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/geociencias/article/view/15020>>. Acesso em: 20 set. 2022.

OKAMURA, H. Self-compacting High-performance concrete. In: **Concrete International**, v. 19, n. 7, p. 50-54, 1997.

OKAMURA, H.; OUCHI, M. Self compacting concrete. **Journal of Advanced Concrete Technology**, Tokyo, v. 1, n. 1, p. 5-15, 2003.

OLIVEIRA, G. S. **Utilização de resíduo de rochas ornamentais para produção de cerâmica de revestimento**. Alegre: 2017. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química). Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre, Espírito Santo, 2017.

PINTO JUNIOR, L. A. B.; GRILLO, F. F.; ARRIVABENE, L. F.; VIEIRA, E. A.; TENÓRIO, J. A. S.; OLIVEIRA, J. R. Adequação da Composição Química da Escória de Aciaria LD para a Fabricação de Cimento Portland. In: 41º Seminário de aciaria internacional, Resende. **Anais...** Resende – RJ, p. 368-379, 2010.

POLESE, M. O.; CARREIRO, G. L.; SILVA, M. G.; SILVA, M. R. Caracterização Microestrutural da Escória de Aciaria. **Revista Matéria** [online]. 2006, v. 11, n. 4, p. 444-454. Disponível em: <<http://www.materia.coppe.ufrj.br/sarra/artigos/artigo10814> >. Acesso em: 28 mai. 2010.

PONTES, I. F.; STELLIN JÚNIOR, A. Utilização de Resíduos de Rochas Ornamentais nas Indústrias de Construção Civil. In: XXI Encontro nacional de tratamento de minérios e metalurgia extrativa (XXI ENTMME), 2005, Natal, RN. **Anais...** Natal: ENTMME, p. 607, v. 2, 2005.

RAYMUNDO, V.; NEVES, M. A.; CARDOSO, M. S. N.; BREGONCI, I. S.; LIMA, J. S. S.; FONSECA, A. B. Resíduos de serragem de mármore como corretivo da acidez de solo. In: **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v. 17, n. 1, p. 47-53, 2013.

REIS, A. S.; TRISTÃO, F. A. Análise Comparativa das Propriedades Físicas e Mecânicas de Ladrilho Hidráulico Piso Tátil com Aproveitamento de Resíduo de Corte de Granito e Ladrilho Hidráulico Piso Tátil Convencional. In: Encontro nacional sobre aproveitamento de resíduos na construção, 2009, Feira de Santana. **Anais...** Feira de Santana: ENARC, p. 166-178, 2009.

REZENDE, C. C. et al. Microrganismos multifuncionais: utilização na agricultura. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 2, e50810212725, 2021. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/228267/1/rsd-2021.pdf>>. Acesso em: 20 set. 2022.

ROCHA, C. A. A. **Estudo de concretos com adições minerais de resíduo de corte de rocha e de blocos cerâmicos moídos**. Campos dos Goytacazes: 2008. 128 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes, 2008.

SANTANA, H. **Considerações sobre os nebulosos conceitos e definição de fíler em misturas asfálticas**. In: Reunião anual de pavimentação, 29. Associação Brasileira de Pavimentação, Cuiabá, MT, v. 1, 1995.

SANTOS, G. R. et al. Aplicação de resíduo da mineração de calcário na fertilização do solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 20, n. 9, p. 791-796, 2016.

SANTOS, J. F. et al. Produção agroecológica de batata em relação à doses de pó de rocha. **Rev. Tecnologia e Ciência Agropecuária**, v. 8, n. 1, p. 29-35, 2014.

SANTOS, R. P.; SANTOS, I. B. C.; REICHERT, G. A. Avaliação da Aplicação de Resíduos de Corte de Granito e *Eichhornia Crassipes* em Solos de Baixa Fertilidade. In: **Congresso técnico científico da engenharia e da agronomia – CONTECC, 2018**, Maceió. Disponível em: <[https://www.confea.org.br/sites/default/files/antigos/contecc2018/agronomia/28\\_adadrdcdgee.pdf](https://www.confea.org.br/sites/default/files/antigos/contecc2018/agronomia/28_adadrdcdgee.pdf)>. Acesso em: 20 set. 2022.

SCHWANTES, D. et al. Aplicação de rejeito de mineração como fonte de nutrientes para o solo e para plantas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 52, n. 3, p. 213-221, 2017.

SILVA, A. L. da. **Reciclagem de escória cristalizada para a produção de argamassas**. Itajubá: 2006. Dissertação (Mestrado em Ciências dos Materiais para Engenharia) - Universidade Federal de Itajubá, Itajubá, 2006.

SILVA, B. J. da. **Incorporação de resíduo de granito em massa cerâmica para revestimento**. Campina Grande: 2007. 62 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) - Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2007.

SILVA, E. B.; SILVA, M. F. G.; BARBOZA, A. da S. R.; GOMES, P. C. C. Produção de Concreto Auto-Adensável com Adição de Fibras e Resíduos da Serragem de Mármore e Granitos. In: Encontro nacional sobre aproveitamento de resíduos na construção, 2009, Feira de Santana. **Anais...** Feira de Santana: ENARC, p. 185- 198, 2009.

SNIC - **Press Kit 2010**, Sindicato nacional das Indústrias de Cimento. Disponível em: <[http://www.snic.org.br/pdf/presskit\\_SNIC\\_2010.pdf](http://www.snic.org.br/pdf/presskit_SNIC_2010.pdf)>. Acesso em: 07 dez. 2010.

SOARES, M. S.; GACHET - BARBOSA, L. A.; RIBEIRO, L. C. L. J.; JACINTHO, A. E. P. G. de A.; LINTZ, R. C. C. Incorporação dos Resíduos Obtidos do Corte e Boleamento de Mármore e Granitos da Região de Limeira-SP na Produção de Concretos Auto-Adensável. In: Encontro nacional sobre aproveitamento de resíduos na construção, 2009, Feira de Santana. **Anais...** Feira de Santana: ENARC, p. 133- 143, 2009.

SOUSA, A. S.; ABREU, F. R. de; GOMES, R. F.; ALBUQUERQUE, A. C. S. Estudo da aplicação de resíduos da mineração de ferro em matrizes cimentícias. **Ambiente Construído**, v. 18, n. 2, p. 211-224, 2018.

SOUSA, G. M. **Estudo experimental de escória de aciaria para fins de caracterização tecnológica como material de lastro ferroviário em vias sinalizadas**. 2007. 142 f. Dissertação (Mestrado em Geotecnia) – Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2007.

SOUZA, J. N. de; RODRIGUES, J. K. G.; SOUZA NETO, P. N. de. Utilização do resíduo proveniente da serragem de rochas graníticas como material de enchimento em concretos asfálticos usinados à quente. **Revista Interação**, Campina Grande, v.2, p. 13-17, 2003.

SOUZA, M. N. (Org.) **Tópicos em recuperação de áreas degradadas**. Vol. V. – Canoas, RS: Mérida Publishers, 2023. 348 p. ISBN: 978-65-84548-12-1. DOI: <https://doi.org/10.4322/mp.978-65-84548-12-1>.

SOUZA, P. R. L.; FARIA, R. M.; SOUZA, J. L.; CRUZ, D. P.; ROCHA, G. C. **Utilização de Resíduos de Granito na Correção da Acidez de um Latossolo Vermelho-Amarelo**. In: XXXIV Congresso brasileiro de ciência do solo, 2013, Florianópolis, SC. 2013.

TENORIO, J. A. S.; ARAÚJO, F. G. S.; PEREIRA, S. S. R.; FERREIRA, A. V.; ESPINOSA, D. C. R.; BARROS, A. Decomposição da fase majoritária do cimento portland - parte II: alita com adições de Fe e Al. Rem: **Rev. Esc. Minas** [online], v. 56, n. 2, p. 113-117, 2003.

TENÓRIO, J. J. L.; LAMEIRAS, R. de M.; LIMA, L. A. de. Desempenho de Argamassas Produzidas com Resíduo do Beneficiamento de Chapas de Granito (RBCG). In: VI Simpósio brasileiro de tecnologia de argamassas, 2005, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: SBTA, p. 34-44, 2005.



THEODORO, S. C. H. **A fertilização da terra pela terra:** uma alternativa para a sustentabilidade do pequeno produtor rural. 2000. 225 f. Tese (Doutorado em Desenvolvimento Sustentável) - Universidade de Brasília, Brasília, 2000.

THEODORO, S. H.; TCHOUANKOUE, J. P.; GONÇALVES, A. O.; LEONARDOS, O.; HARPER, J. A importância de uma rede tecnológica de rochagem para a sustentabilidade em países tropicais. Pernambuco: **Revista Brasileira de Geografia Física**, p. 1390-1407, 2012. ISSN: 1984-2295.

TORRES, F. C.; VILELA, A. C. F.; SILVA, F. S.; OLIVEIRA, T. F. S. Reaproveitamento de rejeitos de mineração de ferro em argamassas. **Revista Matéria**, v. 24, n. 4, 2019.

TUTIKIAN, B. F.; DAL MOLIN, D.; CREMONINI, R. **Viabilização Econômica do Concreto Auto-Adensável.** In: 12º Concurso Falcão Bauer. CBIC. Disponível em: <[http://www.allquimica.com.br/arquivos/websites/artigos/Viabiliza%C3%A7%C3%A3o\\_econ%C3%B4mica\\_do\\_concreto\\_autoadens%C3%A1vel200693081825.pdf](http://www.allquimica.com.br/arquivos/websites/artigos/Viabiliza%C3%A7%C3%A3o_econ%C3%B4mica_do_concreto_autoadens%C3%A1vel200693081825.pdf)>. Acesso em: 17 maio 2020.

VIEIRA, C. M. F.; SOARES, T. M.; MONTEIRO, S. N. Efeito da Adição de Resíduo do Corte de Granito de Santo Antônio de Pádua-RJ em Massa Cerâmica Vermelha. In: 47º Congresso brasileiro de cerâmica, 2003, João Pessoa, PB. **Anais...** João Pessoa: Associação Brasileira de Cerâmica (ABC), p. 1109, 2003.

## Potencial de óleos essenciais de espécies nativas no controle de *Fusarium verticillioides* em sementes de milho

Otávio Pereira Araújo, Poliana Lemes Azevedo, Gustavo Rodrigues de Souza, Jean Herllington Araújo Monteiro, Francielle Santana de Oliveira, Luciano Menini, Maurício Novaes Souza

<https://doi.org/10.4322/mp.978-65-84548-14-5.c6>

### Resumo

O fungo *Fusarium verticillioides* é o principal patógeno do milho, sendo responsável por doenças do colmo e podridão da espiga, afetando diretamente na produtividade e no retorno econômico ao produtor. Além disso, o uso excessivo de fungicidas sintéticos no controle de *F. verticillioides* se mostra como um potencial ameaçador ao meio ambiente e à saúde humana. Nesse contexto, o presente trabalho teve como objetivo principal apresentar potenciais óleos essenciais de cinco espécies nativas do Brasil sobre o crescimento do fungo *Fusarium verticillioides*, bem como seu efeito na germinação e na sanidade das sementes da cultura do milho. O trabalho foi desenvolvido no laboratório de Agricultura do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí (IFPI) campus Cocal. A extração dos óleos essenciais (OE) foi realizada por meio da hidrodestilação. Foi verificada a ação dos OE de folhas de Marmeleiro (*Croton blanchetianus* Baill), cascas de Açoita Cavalos (*Luehea divaricata*), Imburana (*Commiphora leptophloeos*), Aroeira (*Myracrodruon urundeuva*), e raiz de Carnaúba (*Copernicia prunifera*), nas concentrações de 0,5, 0,65, e 0,75  $\mu$ L. A contagem de conídios foi realizada com auxílio de câmara de Neubauer. Com os dados do crescimento, calculou-se a Área Abaixo da Curva do Crescimento Micelial (AACCM). Foram quantificadas três espécies de fungos: *F. verticillioides*, *Penicillium* spp. e *Aspergillus* spp. Os resultados mostraram que a carnaúba (CA) e o marmeleiro (MA) apresentaram melhores desempenhos em comparação à redução do crescimento micelial de *F. verticillioides*, apresentando valor de 45,5% de redução de crescimento do fungo; seguido pela imburana (IM), com 27,7% de redução do crescimento de *F. verticillioides*. Os OE de açoita-cavalos (AC), aroeira (AR) e imburana (IM) não afetaram a porcentagem de germinação das sementes no decorrer do experimento. No entanto, o CA e o MA, apresentaram atividade antifúngica significativa no desenvolvimento dos micélios de *Fusarium*. Conclui-se, portanto, que as espécies de carnaúba e marmeleiro têm grande potencial para ser empregado na cultura do milho como agente de proteção vegetal ao fungo *F. verticillioides*, favorecendo a redução na proliferação de fungos no campo e manutenção da produtividade das plantas de estresses bióticos e abióticos.

**Palavras-chave:** Tratamento de sementes. *Zea mays*. Controle alternativo. Fungos fitopatogênicos.

## 1. Introdução

A planta do milho (*Zea mays*) é uma gramínea que pertence à família das Poaceae, sendo uma cultura amplamente utilizada na alimentação humana e animal (SANTOS et al., 2016). Tal espécie ocupa grande parte dos cultivos agrícolas rurais, visto que a agricultura familiar é líder em produção, além de conduzirem as lavouras com baixa utilização de insumos (AGRICULTURA, 2020).

De fato, a cultura do milho ocupa uma posição significativa nos cultivos agrícolas rurais em várias regiões do mundo. Isso se deve, em parte, à sua versatilidade como alimento e insumo para diversas indústrias, como a alimentícia, a de biocombustíveis e a de ração animal. Além disso, o milho é uma planta que se adapta bem às diferentes condições climáticas e solos, o que facilita o seu cultivo em diferentes áreas rurais.

A agricultura familiar tem um papel importante na produção de milho e de outros alimentos da cesta básica. Esses agricultores são caracterizados por administrarem propriedades menores, utilizando predominantemente mão de obra familiar. Também, suas práticas costumam ser menos intensivas em termos de uso de agroquímicos e maquinário, o que geralmente resulta em uma menor utilização de insumos: no entanto, ficam susceptíveis ao ataque de pragas e doenças (SOUZA, 2022).

Grande parte dos problemas fitossanitários da cultura do milho está associada aos fungos fitopatogênicos. A incidência de patógenos em sementes de milho implica diretamente na redução da germinação e vigor das sementes, ocasionando baixa produtividade, além de aumentar os gastos no processo de produção (COSTA; GONÇALVES; MACHADO, 2020). Ademais, o potencial dos fungos em permanecerem no solo se dá, principalmente, aos plantios de sistema direto, sem adoção de rotações de cultura, fator que viabiliza o acúmulo de inóculos na área de cultivo (CONTINI et al., 2019).

Dentre os patógenos associados às sementes, destaca-se o *Fusarium verticillioides* (Sacc.), um patógeno fúngico do milho que é economicamente importante na agricultura global por ser o principal agente causador da podridão do talo e da espiga de milho (ACHIMÓN, 2021), ocasionando o enfraquecimento

das plântulas e redução do número de plantas no estágio de desenvolvimento vegetativo (RAMOS et al., 2014).

As principais práticas empregadas para o controle de fungos associados às sementes de milho são os produtos químicos sintéticos (BETTIOL, 2015). Entretanto, de acordo com Miranda (2021), o uso inadequado, atrelado ao baixo número de produtos registrados, dificulta a rotação de grupos químicos, além de contribuir para a resistência de microrganismos patogênicos, contaminação do meio ambiente e causar intoxicação aos agricultores. O emprego de técnicas alternativas é uma opção ao manejo da fusariose, permitindo a diminuição no uso de químicos sintéticos e seus resíduos no solo.

Nesse contexto, as estratégias de manejo alternativo, utilizando óleos essenciais de origem natural, agem no intuito de controlar as doenças e pragas, sem ter o efeito impactante dos agrotóxicos sintéticos: têm-se mostrado promissoras para o controle de doenças e pragas na agricultura (BETTIOL, 2015). Esses óleos são extraídos de plantas e contêm compostos químicos que podem ter propriedades inseticidas, fungicidas e repelentes, entre outras.

Ao contrário dos agrotóxicos sintéticos, que são produtos químicos desenvolvidos em laboratório e muitas vezes têm um impacto significativo no meio ambiente e na saúde humana, os óleos essenciais de origem natural têm sido considerados uma alternativa “mais amigável” ao meio ambiente e potencialmente menos tóxica para os seres humanos e outros organismos não alvos.

Por essas questões, nos dias atuais, tem-se verificado a necessidade de estudos sobre o uso do método de manejo por meio de plantas nativas e medicinais sobre *Fusarium verticillioides*. Este fungo pode ocasionar grandes perdas em áreas produtoras de milho, além de problemas relacionados à intoxicação alimentar de animais e de seres humanos, por meio das micotoxinas sintetizadas pelo patógeno, podendo ser citado a fumonisin, em específico a fumonisina B1, metabólico tóxico, que pode ocasionar vários problemas de saúde (BLACUTT et al., 2018).

Estudos demonstram que óleos essenciais podem ser utilizados no controle de fungos nas plantas devido a sua ação fungitóxica, ampliando resistência às

doenças da cultura em foco (ALVES et al., 2019; COSTA; GONÇALVES; MACHADO, 2020). Os óleos essenciais são produtos naturais que apresentam características satisfatórias no manejo de doenças de plantas: estes produtos são compostos gerados a partir de metabólitos secundários de plantas.

Sendo assim, pode-se levar em consideração que o uso de estratégias mais ecológicas e que causam menos danos aos fatores socioambientais podem diminuir a demanda da aplicação de agrotóxicos nos sistemas de produção agrícola. Além disso, resultará em várias vantagens ambientais e saudáveis aos produtores e consumidores de alimentos que buscam a soberania alimentar.

O presente trabalho teve como objetivo avaliar o potencial de cinco (5) óleos essenciais de plantas nativas para o manejo de *Fusarium verticillioides* em sementes de milho, extraídos das seguintes espécies: Açoita-cavalo (*Luehea divaricata*), Aroeira (*Myracrodruon urundeuva*), Carnaúba (*Copernicia prunifera*), Imburana (*Commiphora leptophloeos*) e Marmeleiro (*Croton blanchetianus* Baill).

## **2. Metodologia**

### **2.1. Obtenção das sementes de milho**

As sementes de milho foram obtidas no município de Cocal, no estado do Piauí, em três comunidades: Boiba, Pedra Preta e Angico Branco, na safra 2019/2020, sendo selecionadas cerca de cem (100) sementes por comunidade. O material foi transferido para o Laboratório de Agricultura do Instituto Federal do Piauí - Campus Cocal. Em seguida, foram desinfetadas por meio de imersão em solução de hipoclorito de sódio a 1% v/v, durante 3 minutos. Posteriormente, as sementes foram lavadas com água, esterilizadas e secas à temperatura ambiente.

### **2.2. Avaliação da sanidade de sementes de milho e obtenção do fungo *Fusarium verticillioides***

A análise de sanidade seguiu o procedimento descrito no Manual de Análise Sanitária de Sementes (BRASIL, 2009), onde foi avaliada a presença de fungos associados à cultura do milho.

O teste da sanidade de sementes foi realizado em placas de Petri, onde foi adicionado meio de cultura batata-dextrose-ágar (BDA). Foram depositadas sobre o BDA, sendo utilizadas cinco (5) sementes por placa. Em seguida as amostras foram incubadas a temperatura de 25°C sob fotoperíodo de 12 horas, sendo avaliadas após sete dias.

Logo após, o material foi examinado individualmente com auxílio de lupa estereoscópica e microscópio ótico de luz, e realizada uma avaliação quantitativa dos patógenos presentes nas mesmas. As sementes de milho que apresentaram sinais de *F. verticillioides* foram submetidas ao isolamento do patógeno. Após a obtenção do isolado, o mesmo foi cultivado em meio de cultura BDA e mantido em câmara tipo BOD à temperatura de 25°C sob fotoperíodo de 12 horas.

### 2.3. Extração dos óleos essenciais

A extração dos óleos essenciais foi realizada pelo método de hidrodestilação, que consistiu em submeter o material vegetal, tais como: folhas de Marmeleiro - MA- (*Croton blanchetianus* Baill), cascas de Açoita-Cavalo – AC - (*Luehea divaricata*); Imburana – IM - (*Commiphora leptophloeos*); Aroeira – AR - (*Myracrodruon urundeuva*); e raiz de Carnaúba – CA - (*Copernicia prunifera*), resultando na extração dos óleos essenciais.

No processo de hidrodestilação, o material vegetal está imerso na água em um balão de fundo redondo, onde por intermédio do aquecimento da manta, ocorrerá a evaporação água/óleo, que passará por um condensador. Assim, sendo resfriado e separado a água do óleo, por serem imiscíveis e depositando-se sobre a água por causa da densidade, em um aparelho que é chamado de *clevenger*, o qual pode se avaliar o rendimento em escala laboratorial (SARTOR, 2009; SILVEIRA et al, 2012; FERRAZ, 2020).

Inicialmente, colocou-se a matéria-prima em um balão de fundo redondo misturado com água destilada. O balão foi aquecido em uma manta térmica até o processo de ebulição. O vapor d'água arrastou as substâncias aromáticas voláteis e chegou ao condensador, passando pela etapa de resfriamento, cuja mistura voltou para o estado líquido, gerando assim, os óleos essenciais. Por fim, os óleos essenciais foram armazenados em recipientes de 10 ml e

acondicionados em geladeira no laboratório de agricultura do IFPI- Campus Cocal.

#### 2.4. Avaliação do crescimento micelial e contagem dos conídios

Os óleos essenciais obtidos foram incorporados ao meio de cultura e distribuídos em placa de Petri. Após a sua solidificação, um disco de micélio com 5mm de diâmetro de *F. verticillioides*, com 7 dias de idade, foi repicado para o centro de cada placa que foram vedadas e incubadas em câmara de crescimento.

As avaliações foram realizadas diariamente, com a medição do diâmetro das colônias previamente marcadas na parte externa do fundo das placas (a média de duas medidas diametralmente opostas). Cada placa correspondeu a uma repetição, totalizando cinco repetições. As medidas foram efetuadas até que o tratamento controle atingisse 100% da placa. Para o cálculo da Área Abaixo da Curva de Crescimento Micelial (AACCM) foi utilizada a fórmula descrita por Medeiros, Viana e Albuquerque (2012).

$$\text{AACCM} = \frac{\mu \text{ Testemunha} - \mu \text{ Tratamento}}{\mu \text{ Testemunha}} * 100$$

Onde:

- AACCM = Área abaixo da Curva de Crescimento Micelial (adimensional);
- $\mu$  Testemunha = crescimento micelial médio do tratamento água destilada (cm);
- $\mu$  Tratamento = crescimento micelial médio do tratamento de interesse (cm).

Para a avaliação de esporulação dos conídios de *F. verticillioides*, foi realizada utilizando a câmara de *Neubauer*. A contagem foi feita via uma suspensão de conídios obtidos das placas de Petri do experimento da avaliação do crescimento micelial. Foram adicionadas 10 ml de água destilada nas colônias. Em seguida, foi raspada com auxílio da alça de Drigalski e a suspensão

foi filtrada em gaze. A contagem dos conídios foi realizada em câmara de Neubauer com auxílio de um microscópio óptico.

### **2.5. Avaliação da germinação das sementes inoculadas com *Fusarium verticillioides* e tratadas com óleos essenciais**

As sementes foram desinfestadas em uma solução de hipoclorito de sódio a 1% v/v por 3 minutos. Após o tratamento das sementes com as concentrações de cada óleo em um período de 10 minutos, foram imersas em suspensão de conídios de *F. verticillioides* (106 conídios /ml) por 10 minutos.

Após os tratamentos das sementes foi realizado o teste padrão de germinação em placas de Petri: cinco amostras contendo cinco (5) sementes, por tratamento, foram semeadas igualmente espaçadas sobre três folhas de papel tipo *germitest*, as quais foram embebidas em água destilada. Em seguida, as placas foram colocadas na câmara de crescimento, com temperatura de 25°C e fotoperíodo de 12 horas. A contagem de sementes germinadas e mortas foi realizada no 7º dia.

### **2.6. Análise estatística dos dados**

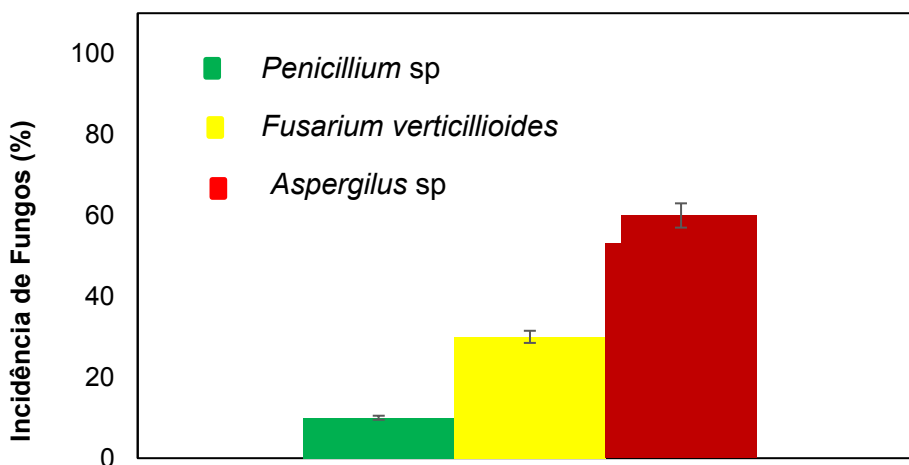
O delineamento experimental foi inteiramente casualizado (DIC), utilizando o controle negativo com água destilada, e o óleo essencial de plantas medicinais em arranjo fatorial de 5 x 3, sendo cinco plantas nativas e três volumes aplicados (0,5; 0,65 e 0,75 µl) e cinco repetições. Cada parcela foi constituída por uma placa de Petri. Os dados foram sujeitos à análise de variância e, em seguida, análise de regressão para as concentrações dos óleos essenciais com valor de limiar estatístico de 5% de probabilidade do teste de Tukey. A análise estatística dos dados foi realizada por meio do software STATISTIX 9.0.

## **3. Resultados e discussões**

Foram quantificadas três espécies de fungos nas sementes do milho, onde foi verificado que houve incidência de 60% de *Aspergillus spp*, 30% de *Fusarium verticillioides* e 10% do *Penicillium spp*. (Figura 1). Dentre os fungos associados



às sementes de milho, o *F. verticillioides* merece destaque por ser classificado como fungo causador de podridão de sementes, provocar danos nas mudas, ocasionar podridão do colmo e apodrecer os grãos armazenados (LANZA et al., 2016).



**Figura 1.** Incidência de fungos na cultura do milho. Fonte: Os autores, 2020.

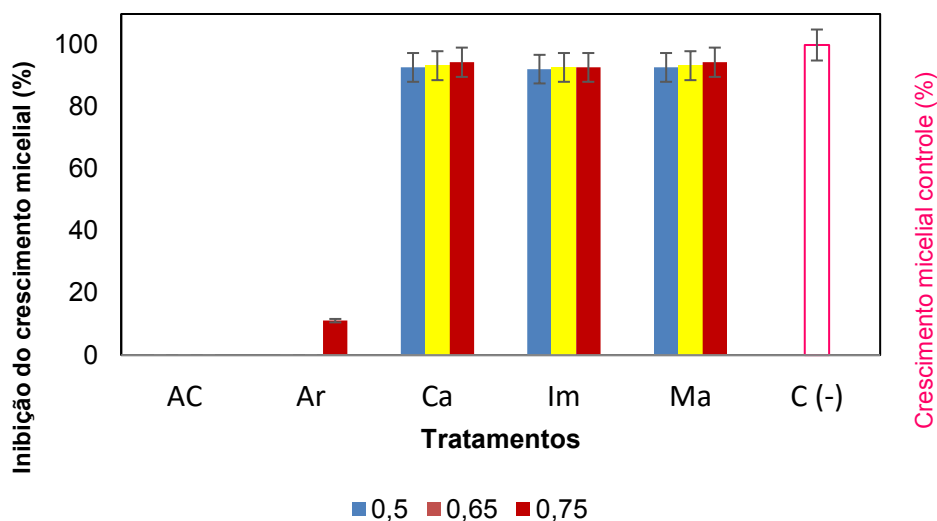
Segundo Mendes et al. (2012), o fungo *F. verticillioides* é de extrema importância na agricultura. Dependendo das condições ambientais, pode favorecer a produção de micotoxinas que podem causar danos à saúde humana e animal. O plantio de milho com sementes infestadas por *F. verticillioides*, é capaz de interferir na germinação das sementes e no desenvolvimento da cultura do milho, causando danos nas plântulas e podridões radiculares e no colmo, reduzindo a produtividade.

Ademais, a incidência desses fungos está principalmente relacionada com a temperatura de armazenamento e o momento em que foi realizada a colheita das sementes, podendo ter afetado diretamente a sua umidade, favorecendo o crescimento desses patógenos na matéria-prima analisada.

### 3.1. Avaliação do crescimento micelial

Os óleos essenciais de carnaúba e marmeleiro apresentaram os melhores desempenhos em relação à redução do crescimento micelial de *F. verticillioides*, com valor de 45,5% de redução; seguido pela imburana, com 27,7% de redução

do crescimento micelial de *F. verticillioides* (Figura 2). Além da redução do crescimento micelial do *F. verticillioides*, foi observado que cerca de 95% das sementes germinaram.



**Figura 2.** Efeito dos óleos essenciais sobre o crescimento micelial de *F. verticillioides*, IFPI, 2020. Fonte: Os autores, 2020.

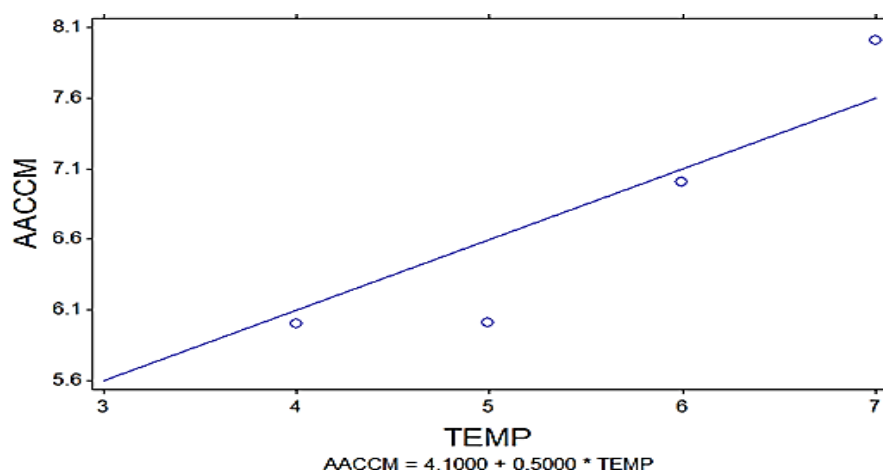
\*AC = óleo essencial obtido da planta açoita-cavalo; AR = óleo essencial obtido da aroeira; CA = óleo essencial obtido da carnaúba; IM = óleo essencial obtido da imburana; e MA = óleo essencial obtido do marmeleiro.

No trabalho realizado por Rossi et al. (2012), sementes de milho tratadas com óleo essencial de planta nativa local, apresentaram aumento na germinação das sementes de milho. Em contrapartida, a pesquisa realizada por Gomes et al. (2016), obteve efeito contrário em relação à germinação de sementes e na redução do vigor das plântulas, visto que tal resultado pode ter ocorrido devido à alta concentração de 1; 1,5 e 2 ml. l<sup>-1</sup> utilizada pelos pesquisadores.

O uso de óleo essencial contribui na redução do uso de produtos sintéticos que contaminam o agricultor, deixam resíduos nos produtos agrícolas, prejudicam o solo, diminuem a microbiota, contaminam a água e o meio ambiente (BETTIOL, 2015; MARIANI; HENKES, 2015).

Todos os tratamentos tiveram resultados semelhantes em relação à Área Abaixo da Curva de Crescimento Micelial (AACCM) de *F. verticillioides*; ou seja, houve em todos os tratamentos aumento do crescimento em reação ao dia

anterior (Figura 3). Estes resultados corroboram com os experimentos realizados por Rissato et al. (2016), onde AACCM de *Fusarium solani* não possuiu diferença em relação aos tratamentos utilizados.



**Figura 3.** Área abaixo da curva de crescimento micelial - AACCM nos testes com os óleos essenciais. Fonte: Os autores, 2020.

No que se refere aos resultados observados separadamente, estes já apresentam diferenciações em relação à redução do crescimento micelial do *F. Verticillioides* (Tabela 1). No volume de 0,5 µl de óleos essenciais de carnaúba e marmeleiro, o crescimento micelial de *F. verticillioides* foi de 5,7 mm, o que mostra boa redução de AACCM.

**Tabela 1.** Concentração dos óleos essenciais a 0,5% em relação à Área Abaixo da Curva de Crescimento Micelial - AACCM de *Fusarium verticillioides*

Tratamento	Crescimento de AACCM em (mm)
Açoita-Cavalo	7,3
Aroeira	7,0
Carnaúba	5,7
Imburana	6,6
Marmeleiro	5,7
Testemunha	7,6

Fonte: Os autores, 2020.

Quando submetido ao óleo essencial da imburana, o *F. verticillioides* não conseguiu ocupar todo o espaço da placa de Petri, tendo o seu crescimento retardado. Já os óleos essenciais de açoita-cavalo e aroeira apresentaram AACCM próximo da Testemunha, o que mostra que esses tratamentos não foram eficazes para controlar o fungo *F. verticillioides*.

No volume de 0,65µl, os óleos essenciais de açoita-cavalo, aroeira e imburana foram equivalentes à testemunha: mostra a não eficiência no controle do fungo. Verificou-se uma redução de AACCM de *F. verticillioides* quando submetido ao óleo essencial de imburana. Observou-se que os tratamentos com os óleos de carnaúba e marmeleiro apresentaram resultados condizentes ao esperado. Mesmo não controlando totalmente o *Fusarium verticillioides*, estes óleos reduziram o crescimento do fungo (Tabela 2).

**Tabela 2.** Concentração dos óleos essenciais a 0,65% em relação a Área Abaixo da Curva de Crescimento Micelial - AACCM de *Fusarium verticillioides*

Tratamento	Crescimento de AACCM em (mm)
Açoita-Cavalo	7,3
Aroeira	7,3
Carnaúba	5,4
Imburana	6,6
Marmeleiro	5,4
Testemunha	7,6

Fonte: Os autores, 2020.

Os resultados obtidos no presente trabalho mostram total eficácia dos óleos essenciais de carnaúba e marmeleiro no controle de *F. verticillioiedes*. Estes óleos ao serem utilizados no volume de 0,75µl conseguiram inibir totalmente o crescimento micelial do fungo. Os óleos essenciais de imburana e aroeira, quando comparados aos tratamentos açoita-cavalo e a testemunha A.D.E, também mostraram bons resultados de redução do crescimento micelial de *Fusarium spp.* - mas não o suficiente para a redução total de crescimento micelial. Foi possível perceber que, quanto maiores forem os volumes dos óleos

essenciais utilizados no experimento, maior será a probabilidade de controle de *F. verticillioides* (Tabela 3).

**Tabela 3.** Concentração dos óleos essenciais a 0,75% em relação à área abaixo da curva de crescimento micelial - AACCM de *F. verticillioides*

Tratamento	Crescimento de AACCM (mm)
Açoita-Cavalo	7,0
Aroeira	5,9
Carnaúba	5,0
Imburana	6,4
Marmeleiro	5,0
Testemunha	7,6

Fonte: Os autores, 2020.

### 3.2. Avaliação do efeito dos óleos essenciais na germinação de sementes de milho

Com base na análise do efeito da germinação das sementes de milho, é possível observar que houve comportamento semelhante entre os óleos essenciais de carnaúba (CA) e marmeleiro (MA). Nos testes com volume de 0,65µl destes óleos essenciais, proporciona 60% e 40% de germinação, respectivamente. Porém, quando aplicado volumes de 0,75µl de CA e MA, percebe-se que 100% das sementes germinaram, mesmo com a presença de *F. verticillioides* representa resultados satisfatórios e primordiais para a pesquisa.

Nos outros tratamentos ocorreu redução na germinação das sementes e presença de fungos associados, já que os testes com óleos essenciais de aroeira (AR) e imburana (IM), apresentaram 60% e 40% de germinação das sementes de milho; enquanto o tratamento com óleo essencial de açoita-cavalo (AC) não apresentou germinação das sementes. Isso sugere que houve efeito fitotóxico do óleo essencial sobre a germinação das sementes de milho. Os experimentos realizados com os óleos essenciais testados diferiram da testemunha (TEST), com exceção do tratamento com o óleo açoita-cavalo (AC) devido ao efeito

fitotóxico sobre a germinação.

Mesmo que ainda sejam preliminares os resultados deste estudo, demonstram um grande potencial para utilização no preparo das sementes de milho para o plantio. Entretanto, mais análises são necessárias para observação em outros volumes e identificações dos princípios ativos presentes em cada óleo testado, bem como os métodos e a frequência de aplicação dos óleos no controle do agente causal das doenças das sementes do milho e no desenvolvimento da planta em condições de campo.

#### 4. Conclusão

Os tratamentos com óleos essenciais de aroeira e imburana não afetaram a porcentagem de germinação das sementes no decorrer do experimento. No entanto, os óleos essenciais de carnaúba e marmeleiro apresentaram resultados satisfatórios, pois afetaram significativamente o crescimento micelial de *F. verticillioides* nas sementes de milho.

Com isso, abre-se precedente para novos trabalhos para investigar qual concentração ideal do óleo essencial para se reduzir a ação do *F. verticillioides* no desenvolvimento da planta no campo. Portanto, acredita-se que essas estratégias de manejo podem reduzir os custos de produção, além de ser economicamente viável e ecologicamente correta.

No entanto, há de se analisar: apesar de serem consideradas opções mais seguras e ambientalmente amigáveis, as estratégias com óleos essenciais não são isentas de desafios, como verificado no presente trabalho. A eficácia desses produtos pode variar dependendo da espécie de praga ou patógeno, do ambiente de cultivo, da dosagem e da forma de aplicação. Além disso, a adoção generalizada dessas alternativas requer pesquisas contínuas para melhorar sua eficiência e práticas de manejo.

Portanto, o uso de óleos essenciais de origem natural como parte de estratégias de manejo integrado de pragas e doenças é uma abordagem promissora para reduzir o impacto ambiental e a exposição a agrotóxicos sintéticos; contudo, é necessário um cuidadoso monitoramento e adaptação das práticas agrícolas para obter resultados eficazes e sustentáveis.

## 5. Referências

ACHIMÓN, F. et al. Chemical composition and antifungal properties of commercial essential oils against the maize phytopathogenic fungus *Fusarium verticillioides*. **Revista Argentina de Microbiología**, 2021.

AGRICULTURA familiar: **linha de pesquisa**. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/noticias/ao-completar-160-anos-ministerio-da-agricultura-preve-crescimento-de-27-na-producao-de-graos-do-pais-na-proxima-decada/> ProjecoedoAgronegocio2019\_20202029\_2030.pdf. Acesso em: 12 out. 2020.

FRANÇA, K. R. da S. et al. Control of *Fusarium verticillioides* using Palmarosa essential oil (*Cymbopogon martinii*). **Int. J. Curr. Microbiol. App. Sci**, v. 8, n. 5, p. 484-494, 2019.

ATTIA, SABINE. et al. Chemical composition and acaricidal properties of *Deverra scoparia* essential oil (Araliales: Apiaceae) and blends of its major constituents against *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae), **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 104, n. 4, p. 1220-1228, 2011.

BARDIN, M. et al. Is the efficacy of biological control against plant diseases likely to be more durable than that of chemical pesticides?. **Frontiers in Plant Science**, v. 6, p. 566, 2015.

BETTIOL, W. **Controle alternativo**. Agência Embrapa de Informação Tecnológica, Curitiba-SC, 2015.

BETTIOL, W. **Controle alternativo**. Embrapa Meio Ambiente, Belém-PA, p. 43-158, out.2015.

BIZZO, H. R.; HOVELL, A. M. C.; REZENDE, C. M. Óleos essenciais no Brasil: aspectos gerais, desenvolvimento e perspectivas. **Química Nova**, v. 32, n. 3, p. 588- 594, 2009.

BLACUTT, A.A. et al. *Fusarium verticillioides*: advancements in understanding the toxicity, virulence, and niche adaptations of a model mycotoxigenic pathogen of maize. **Phytopathology**, v. 108, n. 3, p. 312-326, 2018.

BRASIL. Estabelece o Regulamento Técnico do Milho. **Instrução Normativa Mapa nº 60 de 22/12/2011**. Brasília: MAPA/SDA/CGAL, 2011.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análises de sementes**. Brasília: SNDA/DNDV/CLAV, 2009.

CONTINI, E.; MOTA, M. M.; MARRA, R.; BORGHI, E.; MIRANDA, R. A. de; SILVA, A. F. DA; SILVA, D. D. da; MACHADO; J. R. de A.; COTA, L. V.; COSTA, R. V. da; MENDES, S. V. **Série Desafios do Agronegócio Brasileiro (NT2) Milho-Characterização e Desafios Tecnológicos**. p. 1-45, 2019.

COSTA, M. L. N.; GONÇALVES, D. S. F.; MACHADO, J. C. Controle de *Fusarium verticillioides* em sementes de milho com o óleo essencial de gengibre. **Summa Phytopathologica**, v. 46, p. 250-254, 2020.

CRUZ, J. C. et al. (Ed.). **Milho: O produtor pergunta, a Embrapa responde**. Brasília: Embrapa, 2011. 338 p.

CRUZ, J. C. MAGALHÃES, P. C., ISRAEL FILHO, I. A., MOREIRA, J. A. A.(Ed.). **Milho: O produtor pergunta, a Embrapa responde**. Brasília: Embrapa, 2011.

FERRAZ, A. Guia completo da aromaterapia para iniciantes: como usar a 34 aromaterapia para transformar sua saúde e equilibrar suas emoções. Viver Aromas – Aromaterapia como estilo de vida. Disponível em: < [https://viverdearomas.com.br/wpcontent/uploads/2020/05/Guia\\_completo\\_da\\_Aromaterapia\\_para\\_iniciantes\\_2020.pdf](https://viverdearomas.com.br/wpcontent/uploads/2020/05/Guia_completo_da_Aromaterapia_para_iniciantes_2020.pdf) >. Acesso em: 23 nov. 2021.

GOMES, R. S. S.; NUNES, M. C.; NASCIMENTO, L. C.; SOUZA, J. O.; PORCINO, M. M. Eficiência de óleos essenciais na qualidade sanitária e fisiológica em sementes de feijão-fava (*Phaseolus lunatus* L.). **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v.18, n.1, p.279-287, 2016.

HILLEN, T. SCHWAN-ESTRADA, K. R. F.; MESQUINI, R. M.; CRUZ, M. E. S.; STANGARLIN, J. R.; NOZAKI, M. Atividade antimicrobiana de óleos essenciais no controle de alguns fitopatógenos fúngicos *in vitro* e no tratamento de sementes. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, v.14, n.3, p.439-445, 2012.

HIRPA, K.; BULTO, T. **Effects of Different Termite Management Practices on Maize Production in Assosa District, Benishangul Gumuz Region, Western Ethiopia**. Journal of Biology, Agriculture and Healthcare, v. 6, p. 23, 2016.

LANZA, F. E.; ZAMBOLIM, L.; COSTA, R. V. da; SILVA, D. D. da; QUEIROZ, V. A. V.; PARREIRA, D. F.; MENDES, S. M.; SOUZA, A. G. C.; COTA, L. V. Aplicação foliar de fungicidas e incidência de grãos ardidos e fumonisinas totais em milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 51, n. 5, p. 638-646, 2016.

MARIANI, C.M; HENKES, J. A. Agricultura orgânica x agricultura orgânica agricultura x agricultura convencional formas de minimizar o uso de pesticida industrial / / convencional soluções para minimizar o uso de insumos industrializados. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**. P. 315 – 338, 2015.

MEDEIROS, E. V.; VIANA, M. G.; ALBUQUERQUE, C. C. Extrato etanólico de *Senna alata* no controle de *Fusarium oxysporum*, causador da murcha-de-fusarium do meloeiro. **Revista Brasileira Engenharia Agrícola e Ambiental**, Botucatu, v. 16, n. 11, p. 1166-1170, 2012.

MENDES, M. C.; PINHO, R. G. V.; PINHO, E. V. R. V.; FARIA, M. V. Comportamento de híbridos de milho inoculados com os fungos causadores do complexo grãos ardidos e associação com parâmetros químicos e bioquímicos. **Ambiência**, v. 8, n. 2, p. 275-292, 2012.



MIRANDA, T. F. **Uso de óleos essenciais no controle da fusariose do abacaxi**. F. 39, 2021. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal do Ceará (UFC), 2021.

NASCIMENTO, W. M. **Sementes orgânicas de hortaliças: um grande desafio**. (2014). Disponível em: Acesso em: 30 mai. 2018. <[http://www.cnph.embrapa.br/paginas/imprensa/releases/sementes\\_organicas\\_hortalicas\\_desafio.html](http://www.cnph.embrapa.br/paginas/imprensa/releases/sementes_organicas_hortalicas_desafio.html)> Acesso em: 10 mai. 2021.

OLIVEIRA, I. C. M. **Produção de Sementes: um desafio para a agricultura orgânica**. 2016. 96 p. Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) de Agronomia – Universidade Federal de São João del Rei, Minas Gerais, 2016.

PINTO-ZEVALLOS, D.M.; ZARBIN, PAULO H.G. A química na agricultura: perspectivas para o desenvolvimento de tecnologias sustentáveis. **Química Nova**, v. 36, n. 10, p. 1509-1513, 2013.

PIROVANI, V. D.; PRATISSOLI, D.; CARVALHO, J. L. de; PIN, L. **Manejo de Pragas para a Cultura do Morangueiro: Sem Resíduo de Agrotóxicos**. Núcleo de Desenvolvimento Científico e Tecnológico em Manejo Fitossanitário de Pragas e Doenças, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre, ES. 67p. 2015.

RAMOS, D. P.; BARBOSA, R. M.; VIEIRA, B. G. T. L.; PANIZZI, R. de C.; VIEIRA, R. D. Infecção por *Fusarium graminearum* e *Fusarium verticillioides* em sementes de milho. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 44, n. 1, p. 24-31, 2014.

REIS, E. M.; CASA, R. T. **Doenças dos cereais de inverno: diagnose, epidemiologia e controle**. 2. ed. Lages: Graphel, 2007. 176 p.

RISSATO, B. B.; STANGARLIN, J. R.; COLTRO-RONCATO, S.; DILDEY, O. D. F.; GONÇALVES, E. D. V.; LORENZETTI, E. Atividade *in vitro* de medicamentos homeopáticos contra *Sclerotinia sclerotiorum*. **Revista Scientia Agraria Paranaensis**. Pernambuco, v.15, 2016.

ROSSI, E.; COSIMI, S.; LONI, A. Bioactivity of essential oils from Mediterranean plants: Insecticidal properties on *Sitophilus zeamais* and effects on seed germination. **Journal of Entomology**, v.9, n.6, p.403-412, 2012.

SARTOR, R. B. Modelagem, Simulação e Otimização de uma Unidade Industrial de Extração de Óleos Essenciais por Arraste a Vapor. Dissertação de Mestrado em Engenharia Química, UFRGS, Porto Alegre, p. 99, 2009.

SILVEIRA, J. C. et al. Levantamento e análise de métodos de extração de óleos essenciais. Enciclopédia Biosfera, Goiânia, v. 8, n. 15, p.2038-2052, 2012.

SOUZA, M. Ação da poluição nos sistemas ambientais. In: SOUZA, M. N. (Org.) **Tópicos em recuperação de áreas degradadas**. Vol. IV. – Canoas, RS: Mérida Publishers. p. 26-68. 2022. DOI: <https://doi.org/10.4322/mp.978-65-84548-10-7.c1>.

VIGAN, M. Essential oils: renewal of interest and toxicity. **European Journal of Dermatology**, v. 20, n. 6, p. 685-92, 2010.

---

## Produção de mudas do café sob diferentes teores de composto orgânico

Emily de Matos Barbosa, Erasmo Vergineo, Evandro de Araújo V. Júnior, Gleidiene dos Santos Bento, Mayra da Silva Polastrelli Lima, Joana Scarparo Novello, Andresa Carolina Mendes Pinheiro, Maurício Novaes Souza

<https://doi.org/10.4322/mp.978-65-84548-14-5.c7>

### Resumo

A produção de mudas de café é uma etapa crucial no processo de cultivo do café. As mudas são as plantas jovens que serão transplantadas para o campo e que formarão a futura lavoura de café. Portanto, a produção de mudas de qualidade é fundamental para garantir uma plantação saudável e produtiva: requer conhecimento técnico e cuidado para garantir o estabelecimento saudável das plantas. Práticas adequadas de produção de mudas são essenciais para garantir um cultivo bem-sucedido e uma colheita de café de alta qualidade. Um dos aspectos fundamentais se refere ao substrato a ser utilizado. No presente estudo, as sementes de café conilon da variedade 'Conquista ES 8152', lançada em 2018 pelo Incaper, foram plantadas em substrato de terra de barranco com composto de horta, em quatro níveis: 25%, 50%, 75% e 100%. O objetivo foi observar em qual nível seriam obtidos os melhores resultados de desenvolvimento das mudas. O trabalho foi realizado no Ifes - Campus de Alegre, ES. O experimento teve duração de aproximadamente três meses, tendo apenas um controle, chamado de substrato padrão, para a comparação dos resultados. Durante esse período foram avaliados a germinação e o tamanho do sistema radicular. As mudas foram irrigadas duas vezes ao dia, pela manhã e ao final da tarde, quando necessário. Notadamente, o controle teve o melhor resultado em relação aos outros tratamentos com teores de composto de horta, quando considerada o percentual de germinação. Contudo, quando se tratou do tamanho do sistema radicular, o tratamento T2 apresentou o melhor resultado. As plantas não tiveram um bom desenvolvimento aéreo por fatores não determinados.

**Palavras-chave:** Café Conilon. Germinação. Sistema Radicular. Matéria orgânica.

## 1. Introdução

Uma das principais commodities agrícolas de todo o mundo, o café representa importância fundamental no desenvolvimento socioeconômico mundial. O Brasil se destaca como maior produtor, exportador e segundo maior consumidor do fruto, produzindo cerca de 56 milhões de sacas, equivalente a um terço de todos os cafés exportados no mundo. No âmbito nacional, destacam-se duas principais espécies cultivadas: *Coffea arábica* (75%) e *Coffea canephora* (25%) (VELOSO et al., 2020).

Uma das principais commodities agrícolas de todo o mundo, o café representa importância fundamental no desenvolvimento socioeconômico mundial. O Brasil se destaca como maior produtor, exportador e segundo maior consumidor do fruto, produzindo cerca de 56 milhões de sacas, equivalente a um terço de todos os cafés exportados no mundo. No âmbito nacional, destacam-se duas principais espécies cultivadas: *Coffea arábica* (75%) e *Coffea canephora* (25%) (VELOSO et al., 2020).

Sendo o café um produto de *terroir*<sup>10</sup>, as características locais tais como o terreno em que é cultivado, impactam significativamente nas características finais do fruto e da bebida (BARBOSA et al., 2015). Percebe-se que o café carrega consigo os aspectos específicos da área geográfica e até mesmo da biota do solo em que foi cultivado, promovendo assim sua diferenciação (SILVA et al., 2018).

Segundo Bragança et al. (2007), clones de café conilon derivados de programas de melhoramento genético trazem consigo alto potencial produtivo. No entanto, os genótipos em questão apresentam exigência nutricional elevada. A demanda de nutrientes que esses grãos requerem é suprida por meio de aplicação de adubos minerais. Essa prática, porém, é um entrave para muitos produtores, uma vez que os fertilizantes utilizados nas lavouras são em sua maioria proveniente do mercado internacional, o que encarece os custos com a produção. Há ainda a preocupação com a sustentabilidade da lavoura, uma vez

---

<sup>10</sup> Termo de origem francesa que define uma extensão limitada de terra. Ao longo do tempo, o universo do café foi se apropriando do conceito; assim, “terroir” passou a compreender características específicas referentes à geografia, à geologia e ao clima de um lugar.

que produtos com certificação ecológica ganham cada vez mais espaço e a preocupação com a vida útil da lavoura se tornou realidade entre os produtores.

Além das considerações ambientais, a sustentabilidade econômica e social é fundamental para garantir a viabilidade em longo prazo das propriedades rurais e das comunidades locais envolvidas na produção de café. No caso da produção de cafés especiais, com sua ênfase na qualidade e diferenciação do produto, os aspectos socioambientais podem desempenhar um papel significativo na sua promoção.

Um dos fatores primordiais para o sucesso da lavoura é o planejamento. Essa etapa consta com todo o processo pré e pós-colheita. Dentro desse planejamento entra a etapa de produção e, ou, aquisição de mudas. Mudanças de boa procedência e de qualidade, aliadas a fatores de manejo correto, resultarão em uma lavoura produtiva e evitará o gasto com replantio (SOUZA; KAULZ; ALMEIDA, 2022).

Para esses mesmos autores, o uso de substratos mais sustentáveis e de baixo custo na produção de mudas de café traz uma série de benefícios importantes para o meio ambiente, para os produtores e para a indústria como um todo. Cabe destacar algumas razões pelas quais substratos sustentáveis e de baixo custo são importantes:

- ✓ Redução de Impacto Ambiental: substratos sustentáveis, em diversas situações, envolvem a utilização de materiais reciclados ou renováveis, reduzindo a extração de recursos naturais e o acúmulo de resíduos. Isso contribui para a conservação do meio ambiente e a diminuição da pegada de carbono;
- ✓ Economia de Recursos: substratos de baixo custo geralmente envolvem materiais locais e acessíveis, o que ajuda a reduzir os gastos dos produtores com insumos. Isso pode tornar a produção de mudas de café mais econômica e sustentável em longo prazo;
- ✓ Aumento da Sustentabilidade Financeira: utilizar substratos de baixo custo pode ajudar os produtores a melhor gerenciarem seus recursos financeiros, tornando a produção de mudas mais acessíveis e estáveis;
- ✓ Resiliência Climática: materiais de substrato mais sustentáveis, em diversas situações, têm propriedades que ajudam a manter a umidade do solo e a

melhorar a estrutura das raízes, o que é especialmente importante em ambientes com condições climáticas variáveis;

- ✓ Conservação de Água: substratos com boa retenção de água podem reduzir a necessidade de irrigação frequente, o que é fundamental em áreas onde a água é um recurso escasso;
- ✓ Qualidade das Mudas: substratos adequados contribuem para o desenvolvimento saudável das mudas, resultando em plantas mais robustas e resistentes a doenças;
- ✓ Cadeia de Abastecimento Sustentável: a adoção de práticas sustentáveis na produção de mudas de café pode fortalecer a imagem da indústria e atrair consumidores e parceiros que valorizam a responsabilidade ambiental; e
- ✓ *Compliance* Regulatório: em algumas regiões, a utilização de práticas agrícolas sustentáveis pode ser um requisito regulatório ou uma exigência para a certificação de produtos agrícolas.

Em resumo, a adoção de substratos mais sustentáveis e de baixo custo na produção de mudas de café contribui para a saúde do meio ambiente, a viabilidade econômica dos produtores e a qualidade geral da produção de café, tornando-se uma escolha vantajosa para todos os envolvidos.

Relacionado à qualidade da muda, deve possuir vigor da parte aérea e do sistema radicular, ausência de anormalidades fisiológicas, identidade varietal e sanidade certificada. O investimento em mudas de café representa um dos menores custos para a implantação de uma lavoura; contudo, é o primeiro passo para o sucesso com a atividade (ALVES; GUIMARÃES, 2010; SOUZA; KAULZ; ALMEIDA, 2022).

Diversos trabalhos apontam que o café conilon (*C. Canephora*) alcança um bom desempenho quando submetido à presença de matéria orgânica. Por esse motivo, é considerada fundamental para a manutenção das características físicas, químicas e biológicas do solo, aumentando a aeração e a retenção de umidade (SERRANO *et al.*, 2011; SILVA *et al.*, 2013; PINHEIRO; SOUZA, 2022).

Diante do exposto, este trabalho teve como objetivo analisar diferentes teores de composto orgânico de horta na produção de mudas de café da variedade 'Conquista ES 8152'.

## 2. Metodologia

O experimento foi realizado entre agosto e novembro de 2019, no viveiro do Instituto Federal do Espírito Santo - Campus de Alegre (Ifes), localizado no distrito de Rive - Município de Alegre, ES. O município, localizado no Sul do Estado do Espírito Santo, caracteriza-se por apresentar como coordenadas geográficas latitude de 20°45'S, longitude 41°28'W e altitude 150 m. O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é do tipo "Aw", com estação seca no inverno; a temperatura anual média é de 23°C e a precipitação anual em torno de 1.300 mm (LIMA et al., 2008).

As sementes utilizadas no experimento são da espécie *Coffea Canephora* (conilon) da variedade 'Conquista ES 8152'. A cultivar Conquista se adapta aos ambientes quentes do Espírito Santo, suportando bem insolação e temperaturas elevadas. A planta é vigorosa, mais tolerante à seca, e apresenta moderada resistência à principal doença do cafeeiro: a ferrugem. O tamanho do grão varia de médio a grande, e a qualidade da bebida foi considerada superior, conforme CQI - *Coffe Quality Institute* (UCDA, 2010), pontuando acima de 80 pontos (INCAPER, 2019).

As sementes foram adquiridas em evento de lançamento da nova variedade, promovido pelo INCAPER, no distrito de Pacotuba, pertencente ao município de Cachoeiro de Itapemirim, ES.

Na fase de preparo, foi realizada a limpeza do local e também de todo o material a ser utilizado no experimento. No dia 7 de agosto de 2019 foi feito o preparo do substrato no viveiro do Ifes. Foi utilizado terra de barranco e composto de horta.

O experimento foi composto por 5 tratamentos. Cada um recebeu diferentes porcentagens de composto de horta, conforme a descrição:

T1: 25% de composto de horta e 75% de terra de barranco;

T2: 50% de composto de horta e 50% de terra de barranco;

T3: 75% de composto de horta e 25% de terra de barranco;

T4: 100% de composto de horta; e

T5: Substrato denominado "controle", com o seguinte "traço":

- 500 l de esterco de curral;
- 500 l de terra de barranco;
- 5 kg de Superfosfato simples;
- 1 kg de Cloreto de potássio;
- 1 kg de calcário dolomítico.

Cabe considerar que o substrato padrão recomendado pela 5ª Aproximação de Minas Gerais, para o preparo de 1 metro cúbico do substrato, é composto de 700/800 l de terra de barranco, 200/300 l de esterco de boi ou de galinha, 5 Kg de superfosfato simples e 1 Kg de cloreto de potássio. Em solos ácidos, deve-se acrescentar também 2 Kg de calcário dolomítico/m<sup>3</sup>. O substrato deve ser peneirado para uniformização da mistura, utilizando-se peneira malha de 15 a 20 mm (SOUZA; KAULZ; ALMEIDA, 2022).

Uma das limitações relacionadas à utilização desse substrato padrão é a disponibilidade de esterco de curral ou de frango, além da sua qualidade. A grande variação dos constituintes presentes no esterco, bem como os teores de água, influencia diretamente na qualidade do substrato e na quantidade de nutrientes disponibilizados para a planta, interferindo na eficácia e na qualidade da muda.

Outro fator que dificulta a utilização do substrato padrão se refere à época em que o esterco é utilizado no viveiro, uma vez que para produzir uma muda de café, são necessários no mínimo seis meses antes do plantio no campo. Para isso, o esterco é adquirido normalmente nos meses de abril, o que nem sempre é possível em função de demanda e disponibilidade por causa de chuvas e outros fatores.

Considerando esses desafios, é importante que os produtores e pesquisadores trabalhem em conjunto para encontrar soluções viáveis e sustentáveis que superem as limitações associadas ao substrato padrão na produção de mudas de café. Isso pode incluir a exploração de novas fontes de nutrientes, o desenvolvimento de métodos de preparação mais controlados e a



implementação de práticas de manejo eficazes para garantir a qualidade das mudas.

Preparado o substrato e preenchidos os tubetes, as sementes de café foram colocadas embebidas<sup>11</sup> no dia 13 de agosto de 2019, 24 horas antes de serem plantadas. No dia 14 de agosto, foi realizado o plantio. A semente foi disposta a 2 cm de profundidade, duas sementes por tubete; em seguida, cobertas com areia.

As irrigações foram realizadas uma vez ao dia às 7 h, até metade do mês de setembro; após este período, quando ocorreu elevação da temperatura média diária, até a finalização do experimento, as irrigações passaram a ser realizadas duas vezes ao dia, nos horários de 7:00 e 19:00 h.

As avaliações do experimento foram feitas no dia 12 de novembro, 90 dias após o plantio das sementes. Foram avaliados a quantidade de sementes germinadas (QG) e o tamanho do sistema radicular (TR). Foram utilizadas as médias para as comparações.

### 3. Resultados e discussão

Houve desuniformidade na germinação em todos os tratamentos (Figura 1).



**Figura 1.** Parte aérea do experimento. Fonte: Os autores, 2020.

---

<sup>11</sup> Colocar as sementes de café embebidas é uma prática comum no processo de germinação das sementes, especialmente quando se produzem mudas de café. O processo de embeber as sementes antes da germinação pode ajudar a acelerar e uniformizar o processo de germinação, melhorando a taxa de sucesso no desenvolvimento das mudas (SOUZA; KAULZ; ALMEIDA, 2022).

Algumas sementes, em determinados tratamentos apodreceram. O apodrecimento das sementes de café após o plantio no solo pode ser causado por uma combinação de fatores, incluindo condições climáticas desfavoráveis, presença de patógenos e doenças, qualidade das sementes e práticas inadequadas de plantio. Alguns motivos que podem levar ao apodrecimento das sementes de café no solo após o plantio (SOUZA; KAULZ; ALMEIDA, 2022):

- ✓ **Excesso de Umidade:** umidade excessiva no solo é uma das principais razões para o apodrecimento das sementes. Solo encharcado ou mal drenado pode manter as sementes úmidas por muito tempo, criando um ambiente propício para o crescimento de fungos e o apodrecimento;
- ✓ **Fungos e Patógenos:** a presença de fungos e microrganismos patogênicos no solo pode infectar as sementes e causar apodrecimento. Patógenos como fungos de solo podem se proliferar nas sementes e prejudicar sua germinação;
- ✓ **Má Qualidade das Sementes:** sementes danificadas, doentes ou mal processadas têm maior probabilidade de apodrecer após o plantio;
- ✓ **Profundidade de Plantio:** plantar as sementes muito profundamente no solo pode retardar a germinação e expô-las a condições úmidas que favorecem o apodrecimento;
- ✓ **Falta de Aeração:** falta de aeração adequada no solo pode levar ao acúmulo de umidade e falta de oxigênio, o que pode favorecer o crescimento de organismos anaeróbicos que causam apodrecimento;
- ✓ **Temperatura:** condições de temperatura inadequadas, como temperaturas muito baixas ou muito altas, podem afetar a saúde das sementes e promover o apodrecimento;
- ✓ **Compactação do Solo:** solo compactado pode restringir o crescimento das raízes e dificultar a penetração de água, levando ao acúmulo de umidade e ao apodrecimento das sementes;
- ✓ **Excesso de Irrigação:** Irrigar em excesso ou de maneira inadequada pode levar à saturação do solo e contribuir para o apodrecimento das

sementes; e

- ✓ **Pragas:** Algumas pragas do solo tais como nematoides e larvas de insetos, podem danificar as sementes e torná-las mais suscetíveis ao apodrecimento.

Para evitar o apodrecimento das sementes de café após o plantio, é importante adotar práticas adequadas de plantio e manejo (SOUZA; KAULZ; ALMEIDA, 2022):

- ✓ Plantar as sementes a uma profundidade apropriada no solo;
- ✓ Preparar o solo adequadamente para garantir boa drenagem;
- ✓ Evitar excesso de irrigação e garantir uma programação adequada de irrigação;
- ✓ Monitorar as condições climáticas e ajustar o manejo conforme necessário;
- ✓ Utilizar sementes de alta qualidade e saudáveis; e
- ✓ Realizar monitoramento regular para detectar sinais de patógenos ou apodrecimento nas sementes.

Quando são adotadas essas medidas preventivas, é possível reduzir significativamente o risco de apodrecimento das sementes de café após o plantio e promover uma germinação saudável e bem-sucedida.

No presente estudo, o apodrecimento das sementes deve considerar o ataque de fungos como um dos problemas ocorridos no experimento. Estes fungos podem estar relacionados com a alta umidade relativa no viveiro ou com tubetes muito encharcados devido às características do substrato.

Os possíveis danos causados pelos fungos podem ter sido proporcionados pela alta umidade relativa e pelo alto índice de sombreamento da área: é cercada por uma pequena “mata”, além de possuir sombrite na cobertura do viveiro.

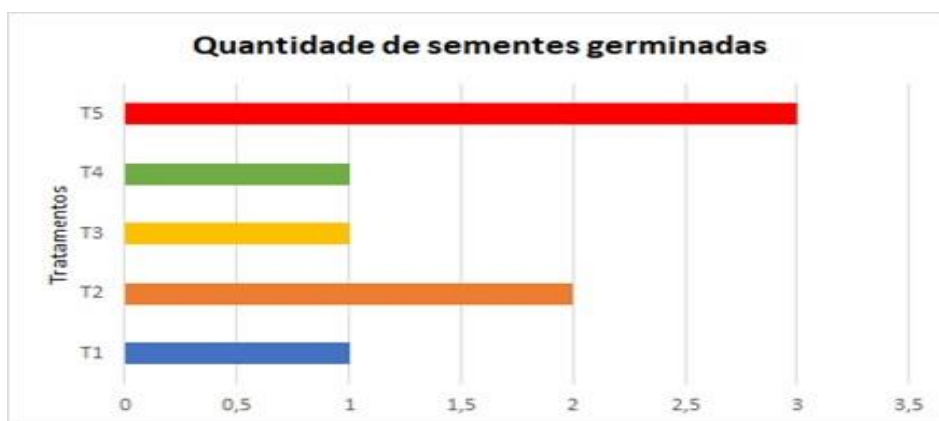
Durante a condução do experimento foi observado o surgimento de lodo em todos os recipientes. Essa camada de lodo compactou a areia da camada

superficial dos recipientes dificultando a emergência da plântula da superfície do solo.

Houve germinação em todos os tratamentos (Figura 2). É possível verificar que o controle teve o melhor resultado (substrato padrão).

Segundo Janick (1968), o esterco no substrato serve como reservatório de nutrientes e de umidade, podendo aumentar a porosidade garantindo um bom arejamento do solo, podendo também fornecer e aumentar a disponibilidade de nutrientes às plantas.

Contudo, é importante observar que, embora o esterco possa oferecer benefícios significativos, suas variações na composição e qualidade podem influenciar a eficácia dessas funções. Portanto, é essencial adotar práticas adequadas de compostagem, preparação e aplicação do esterco para garantir resultados consistentes e positivos na produção de mudas de café (SOUZA; KAULZ; ALMEIDA, 2022).



**Figura 2.** Quantidade de sementes germinadas. Fonte: Os autores, 2020.

Entretanto, o acúmulo excessivo de matéria orgânica no solo do viveiro pode criar um ambiente favorável para o crescimento de fungos e microrganismos. Isso pode levar à decomposição da matéria orgânica, liberando compostos que podem prejudicar as sementes e promover o crescimento de patógenos que causam o apodrecimento. A umidade excessiva no solo do viveiro pode criar condições úmidas e propícias para o desenvolvimento de fungos e bactérias que atacam as sementes. O aumento da umidade pode dificultar a

respiração das sementes e promover a proliferação de patógenos que causam o apodrecimento (SOUZA; KAULZ; ALMEIDA, 2022).

Para esses mesmos autores, a matéria orgânica em excesso pode levar à compactação do solo, reduzindo a aeração e prejudicando a circulação de ar no viveiro. A falta de aeração pode levar ao acúmulo de umidade e à criação de condições anaeróbicas que favorecem o apodrecimento: pode ter sido este um dos principais motivos do apodrecimento das sementes do presente experimento.

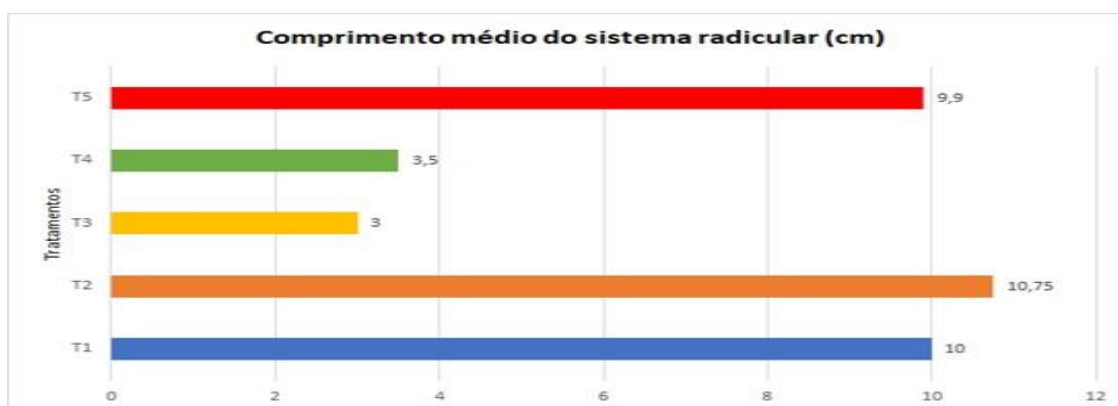
Cabe considerar que as condições locais, tais como os fatores climáticos e as práticas específicas de cultivo podem afetar a composição ideal do substrato. É sempre aconselhável consultar especialistas em viveiros da região para obter orientação mais precisa com base nas condições climáticas da sua região.

Seguindo os procedimentos de avaliação, as mudas foram retiradas dos tubetes para serem realizadas as medidas dos sistemas radiculares (Figura 3).



**Figura 3.** Parte radicular sob medição. Fonte: Os autores, 2020.

Na Figura 4 observa-se a medida do sistema radicular dos tratamentos. Podem-se observar que em relação ao tamanho do sistema radicular, o Tratamento 2 teve o melhor resultado, podendo levar em consideração o equilíbrio entre a terra de barranco e o composto de horta que estavam presentes na mesma proporção: 50% de cada.



**Figura 4.** Comprimento do sistema radicular. Fonte: Os autores, 2020.

Não foi possível avaliar a parte aérea, já que muitos tratamentos ainda estavam na fase “cabeça de fósforo”, ou tiveram as suas pontas queimadas (Figura 5): pelas baixas temperaturas, doença fúngica, ou algum fator desconhecido até o momento da avaliação.



**Figura 5.** Parte aérea queimada. Fonte: Os autores, 2020.

#### 4. Conclusões

É notável que na primeira avaliação, o Tratamento 5 que se refere ao controle, teve um melhor resultado. Há de se levar em consideração o substrato próximo ao padrão (T2) utilizado nesse tratamento, apontou resultado

semelhante. O substrato padrão é o substrato mais utilizado pelos viveiristas das regiões.

Na segunda avaliação, que consistiu na avaliação do tamanho do sistema radicular, o Tratamento 2 foi o que obteve o melhor resultado: considerando que o desenvolvimento da parte radicular é muito importante para a fixação da planta quando for transplantada e para a absorção de água e nutrientes, tal resultado tem bastante importância.

## 5. Considerações finais

O café desempenha um papel fundamental no agronegócio brasileiro e capixaba. Suas observações destacam de maneira abrangente e precisa como a produção de café impacta positivamente várias áreas econômicas e sociais. O café é realmente um motor significativo para o desenvolvimento dessas regiões, com expressiva participação na contribuição econômica, geração de empregos, exportações, desenvolvimento regional e preservação ambiental.

A produção de café desempenha um papel vital no equilíbrio entre desenvolvimento econômico e sustentabilidade ambiental. A maneira como o café é cultivado e comercializado pode ter impactos duradouros tanto nas comunidades locais quanto no mercado global. Cabem ressaltar a importância da diversificação da produção agrícola e o estímulo à produção sustentável: são elementos-chave para garantir a resiliência do setor agrícola e a proteção dos recursos naturais.

Além disso, é importante ressaltar que a cafeicultura tem uma profunda ligação cultural e histórica com essas regiões, o que contribui para a identidade local e o patrimônio cultural. O café não é apenas uma *commodity*, mas também um símbolo de tradição e orgulho para muitas comunidades.

Na produção de mudas de café é preciso uma compreensão sólida dos diversos aspectos envolvidos em todas as fases da implantação de uma lavoura de café: desde a escolha do local e da variedade que será cultivada, na implantação, na produção e no pós-colheita; em todas essas fases há de se observar os impactos envolvidos em cada um desses processos.

Com relação à viveiricultura, a adoção de substratos mais sustentáveis e de baixo custo na produção de mudas de café, contribui para a saúde do meio ambiente, a viabilidade econômica dos produtores e a qualidade geral da produção de café, tornando-se uma escolha vantajosa para todos os envolvidos.

## 6. Referências

ALVES, J. D.; GUIMARÃES, R. J. Sintomas de desordens fisiológicas em cafeeiro. In: GUIMARÃES, R. J.; MENDES, A. N. G.; BALIZA, D. P. (Ed.). **Semiologia do cafeeiro: sintomas de desordens nutricionais, fitossanitárias e fisiológicas**. Lavras: UFLA, 2010. p. 169-215.

BARBOSA, D.; RODRIGUES, W.; VIEIRA, H.; PARTELLI, F. L.; VIANA, A. Adaptabilidade e estabilidade do café Conilon em áreas de altitude. **Genet. Mol. Res.**, n. 13, p. 7879-7888, 2014.

BRAGANÇA, S. M. et al. Acúmulo de B, Cu, Fe, Mn E Zn pelo cafeeiro conilon. **Revista Ceres**, v. 54, n. 314, p. 398-404, 2007.

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Acompanhamento da safra brasileira de café – **Safra 2018 Acompanhamento da Safra Brasileira**, v. 5, n. 2, p. 1-70, 2018.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA- **Censo agropecuário 2017**: Disponível em: <[https://censoagro2017.ibge.gov.br/templates/censo\\_agro/resulta\\_dosagro/pdf/agricultura\\_familiar.pdf](https://censoagro2017.ibge.gov.br/templates/censo_agro/resulta_dosagro/pdf/agricultura_familiar.pdf)> Acesso em: 21 mar. 2023.

INCAPER - INSTITUTO CAPIXABA DE PESQUISA, ASSSISTÊNCIA TÉCNICA E EXTENSÃO RURAL. Disponível em: <<https://incaper.es.gov.br/Not%C3%ADcia/incaper-lanca-nova-cultivar-melhorada-de-cafe-conilon-propagada-por-semente>> Acesso em: 28 set. 2019.

JANICK, J. **A ciência da horticultura**. Rio de Janeiro: Freitas Bastos, 1968.

LIMA, J. S. S.; SILVA, S. A.; OLIVEIRA, R. B.; CECÍLIO, R. A.; XAVIER, A. C. Variabilidade temporal da precipitação mensal em Alegre-ES. **Revista Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v.39, n.2, p.327-332,2008.

PINHEIRO, A. C. M.; SOUZA, M. N. **Cafeicultura em região de topografia acidentada e práticas de conservação e recuperação do solo**. Canoas, RS: Mérida Publishers, 2022. 110 p.

ROCHA, M. R.; SOUZA, G. S.; SANTOS, G. A.; PEREIRA, L. L.; SOUZA, T. S.; FONSECA, A. L. C. C. (2016) **Produtividade e qualidade de bebida do café conilon consorciado e a pleno sol**. I SICT do Incaper (2016) Programa: PIBIC



SERRANO, L. A. L.; SILVA, V. M. da; FORMENTINI, E. A. Uso de compostos orgânicos noplantio do cafeeiro conilon. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 58, n. 1, p. 100-107, jan/fev, 2011.

SILVA, A. P. da et al. Coffee seedlings in different substrates and protected environments. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 33, n. 4, p. 589-600, 2013.

SILVA, S. D. A.; QUEIROZ, D. M. de; SANTO, N. T.; PINTO, F. da D. C. Influência do clima, solo, topografia e variedade no *terroir* e na qualidade do café. **J. Exp. Agrícola**. Int. n. 24, p. 1-1, 2018.

SOUZA, M. N.; KAULZ, M.; ALMEIDA, M. R. **Manual do viveiricultor** [livro eletrônico]: produção de mudas de café. Canoas, RS: Mérida Publishers, 2022. 86 p. ISBN 978-65-84548-07-7. DOI: doi.org/10.4322/mp.978-65-84548-07-7

UCDA - Uganda Coffee Development Authority. **Protocolos para Degustação do Robusta**. 2010.

VELOSO, T. G. R.; SILVA, M. C. S.; CARDOSO, W. S.; GUARÇONI, R. C.; KASUYA, M.C. M.; PEREIRA, L. L. Effects of environmental factors on microbiota of fruits and soil of *Coffea arabica* in Brazil. **Scientific reports**, v. 10, n. 1, p. 1-11, 2020.

## CAPÍTULO 8

---

### **Levantamento socioeconômico e experiências agroecológicas das mulheres ribeirinhas nos quintais da Ilha Saracá, Limoeiro do Ajuru, estado do Pará**

Ellem Suane Ferreira-Alves, Breno Pinto Rayol, José Ricardo Mariano de Souza, Julia Falqueto Ambrosim, Maurício Novaes Souza

<https://doi.org/10.4322/mp.978-65-84548-14-5.c8>

#### **Resumo**

Os quintais agrofloretais são compostos por várias espécies agrícolas e florestais, combinados com criações de pequenos animais. São classificados como sistema agroflorestral (SAF), sendo tradicionalmente empregado nas regiões tropicais e praticado por famílias que vivem em zonas rurais, periurbanas e urbanas localizadas nas áreas próximas às residências e geridas pela mão de obra familiar. Estes quintais, em sua maioria, são geridos por mulheres que costumam adotar práticas agroecológicas em seu cotidiano. Desse modo, o presente estudo objetiva analisar e refletir sobre essas práticas e demais experiências agroecológicas vivenciadas pelas mulheres em seus respectivos quintais na região. Foram selecionadas 15 propriedades familiares na Ilha Saracá no Limoeiro do Ajuru, Pará. Após isso, realizou-se o levantamento de dados socioeconômicos das famílias por meio de aplicação de questionário e observação participativa. Os quintais agrofloretais apresentaram uma área média de 0,06 ha e comportam em média quatro pessoas por domicílio onde há uma predominância entre adultos e idosos. A média de idade dos quintais é de 45 anos, com variação de amplitude de 15 a 78 anos. Em 73,3% dos quintais a atividade de manutenção é realizada pelas mulheres, evidenciando o seu protagonismo. A agricultura não é a principal fonte de renda para as propriedades, sendo composta também pela aposentadoria e extrativismo.

**Palavras-chave:** Protagonismo feminino. Agrofloresta. Amazônia. Comunidade tradicional. Várzea.

## 1. Introdução

O quintal agroflorestal é um sistema tradicional de uso da terra amplamente empregado nas regiões tropicais. É um sistema de produção praticado por famílias que vivem em zonas rurais, periurbanas e urbanas, classificado como sistema agroflorestal (SAF), implantado nas áreas próximas às residências. Os quintais agroflorestais são compostos por várias espécies agrícolas e florestais, combinados com criações de pequenos animais domésticos ou domesticados (CONSTANTIN, 2005; SABLAYROLLES; ANDRADE, 2009; VIDAL; SOUZA; FURUKAWA, 2009; GÖTSCH; VALENÇA, 2019).

Esse modelo de sistema agroflorestal, é mais antigo e se perpetua por meio do conhecimento local repassado entre as gerações, trazendo diferenças entre os modelos de quintais de acordo com a cultura das populações por eles responsáveis (CONSTANTIN, 2005; PALMA; FARINHA-MARQUES, 2019). Os quintais podem contribuir com complementação de renda familiar destas populações tradicionais. Por estar amplamente envolvido nesses sistemas, o fator humano está propício a influências socioeconômicas, e podem ser mutáveis em função de sua composição (RAYOL; MIRANDA, 2017).

Na região amazônica os quintais agroflorestais se encontram geralmente próximos das casas e são geridos pela mão de obra familiar, onde se destaca a presença da mulher (QUARESMA, 2015). Estes quintais, estabelecidos na Amazônia, abrigam amostras florestais, constituídos por espécies vegetais retiradas da floresta nativa e das capoeiras velhas, fornecendo produtos úteis para as famílias (DUBOIS, 1996; SILVA JÚNIOR, 2013; PEREIRA et al., 2016).

É de relevância destacar a importância do quintal agroflorestal: no mesmo, há a possibilidade de cultivar diferentes espécies, trazendo a segurança alimentar e promovendo a saúde. Além disso, como os agricultores podem comercializar parte da produção que não consomem, provando assim que o quintal agroflorestal auxilia também na complementação da renda familiar (MAGALHÃES et al., 2021).

A agrobiodiversidade gerida pelas populações amazônicas, como a diversidade vegetal silvestre e as práticas produtivas agroextrativistas remetem a uma íntima relação entre as florestas e a agricultura na Amazônia, dificultando a distinção entre o que é silvestre e o que é cultivado (SILVA JÚNIOR, 2013). É

importante lembrar que a agrobiodiversidade é um termo relativamente novo: compreende o estudo das relações complexas que ocorrem entre os seres humanos, os vegetais cultivados por eles e o próprio ambiente no qual estão inseridos. Isto, com a finalidade de auxiliar na promoção do desenvolvimento sustentável, nas políticas de conservação dos ecossistemas cultivados, dentre outras (SANTILLI, 2012; PEREIRA et al., 2016).

Sendo assim, os quintais contribuem com manutenção da agrobiodiversidade, devido à capacidade dos agricultores de selecionar características de interesse, a partir das espécies cultivadas, reconhecida pela Convenção da Biodiversidade – CDB, como uma ferramenta essencial para a conservação da agrobiodiversidade nos agroecossistemas familiares (CDB, 2006).

O manejo, desenho e função das espécies do local pelos agricultores, são os principais aspectos buscados pelos estudos da agrobiodiversidade (DUBOIS et al., 1996; GÖTSCH; VALENÇA, 2019). A interação desses recursos com as populações locais está baseada em suas necessidades - em geral, caracterizam-se por sua heterogeneidade e utilização de tecnologias simples, mantendo o equilíbrio ecológico natural (OLIVEIRA MARTINS et al., 2012). Nesse sentido, o conhecimento da agrobiodiversidade pode revelar o grau de harmonia entre homem-natureza, e ainda indicar caminhos para conservação e manejo de espécies (MARTINS, 1994; LEAKEY, 2013; GÖTSCH; VALENÇA, 2019; SIQUEIRA et al., 2020).

De acordo com Machado et al. (2008); e Götsch e Valença (2019), como resultado do manejo da agrobiodiversidade, podem-se mencionar o equilíbrio dos cultivos diversificados dentro dos múltiplos agroecossistemas, a conservação dos valores culturais e tradicionais e a conservação e o uso de variedades locais e, ou, tradicionais. Para esses mesmos autores, essas variedades são a base da agricultura familiar, e constituem uma importante fonte genética de tolerância e resistência para diferentes tipos de estresse, e de adaptação aos variados ambientes e manejos locais. Dessa forma, têm um inestimável valor para a humanidade, constituindo a base de sua soberania alimentar, valores e aspectos que são a base da agroecologia.

Algumas dessas cultivares regionais são chamadas também de PANC: as plantas alimentícias não convencionais, na verdade, são partes comestíveis de plantas que, geralmente, não se encontram no comércio comum (SARTORI, 2020). Como essas plantas fazem parte da cultura regional, as informações sobre seu cultivo e consumo são disseminadas de geração em geração - por conta disso, há o risco de serem perdidas ou nunca conhecidas em outros locais se não forem devidamente registradas e valorizadas (MACHADO et al., 2021).

Sabendo disso, em todas as regiões tropicais do mundo, as populações locais desenvolveram um sistema integrado de subsistência envolvendo atividades de caça, de pesca e coleta de produtos vegetais e animais, cultivos agrícolas de ciclo curto em roças temporárias e capoeiras assegurando a manutenção da fertilidade do solo. Um dos componentes deste sistema integrado é o chamado quintal agroflorestal (DEBOIS et al., 1996; PEREIRA et al., 2016).

Nesse contexto, os sistemas agroflorestais multiestratos, apresentam estrutura semelhante a dinâmica cíclica das florestas, onde a diversidade biológica possibilita o maior aproveitamento dos recursos naturais (luz, solo, água e nutrientes), em função das diferentes características e necessidades nutricionais de cada espécie, dentro de uma determinada área (RANGEL-VASCONCELOS et al., 2011). Ou seja, esse sistema é uma maneira de produção agrícola que visa imitar ou se aproximar à estrutura natural das florestas, mesclando espécies arbóreas e cultivares alimentícios em diferentes estratos (MARTÍNEZ et al., 2011; LEAKEY, 2013).

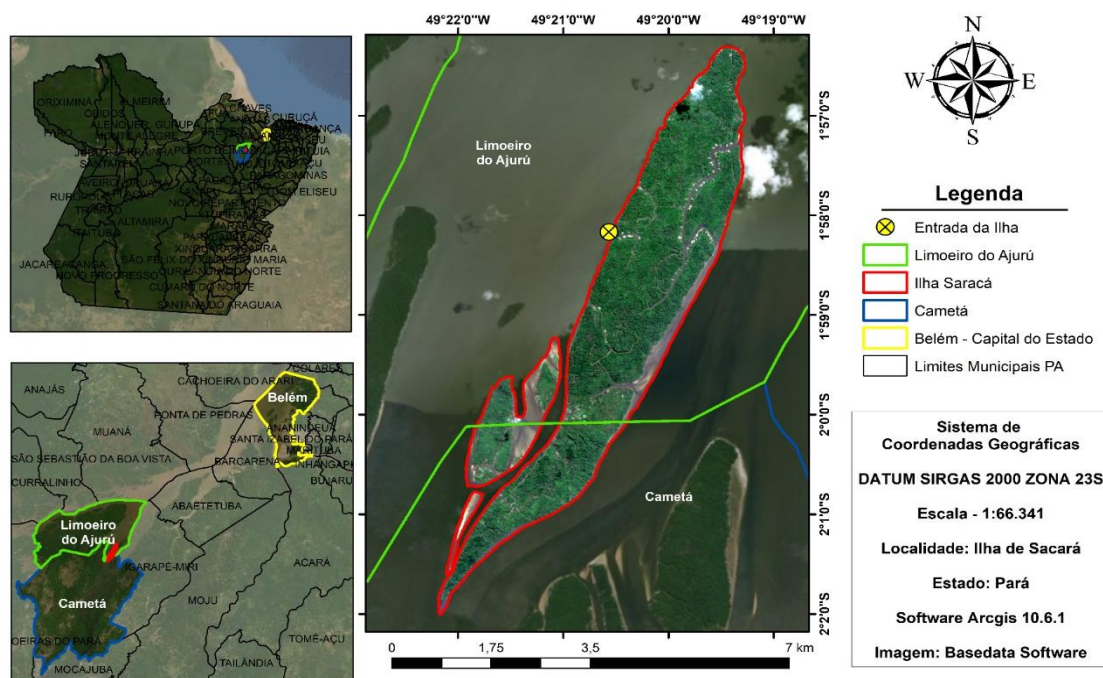
Desse modo, os quintais são modelos mais antigos do sistema agroflorestal, que combinam em um único espaço diferentes estratos da vegetação, imitando o desenho de florestas naturais; portanto, cumprem a importante função de conservação da biodiversidade local (ROSA et al., 2007; SILVA, 2013). Embora esses sistemas de produção tenham fascinado muitos e fornecido sustento a milhões, eles receberam relativamente pouca atenção científica (KUMAR; NAIR, 2004; SOUZA, 2023).

Visando analisar e refletir sobre o protagonismo feminino na gestão dos quintais agroflorestais e seus respectivos saberes locais, em um contexto de mudanças que a região Amazônica vive, este estudo tem como objetivo registrar

as práticas e experiências agroecológicas vivenciadas por mulheres, além de um levantamento dos aspectos socioeconômicos de ribeirinhas residentes da Ilha Saracá em Limoeiro do Ajuru, Pará.

## 2. Metodologia

A pesquisa foi realizada em propriedades de famílias ribeirinhas da comunidade Ilha Saracá no município de Limoeiro do Ajuru, na Região do Baixo Tocantins (Figura 1). A comunidade está situada nas coordenadas geográficas  $1^{\circ} 58' 10''$  S e  $49^{\circ} 20' 34''$  W, localizada em pleno estuário amazônico, na confluência do Rio Tocantins com o Rio Pará (ALVES; RAYOL, 2021).



**Figura 1.** Situação geográfica da Ilha Saracá, localizada em Limoeiro do Ajuru, estado do Pará. Fonte: Os autores, 2019.

A Ilha Saracá possui características de várzea, estando sujeita às enchentes das marés, que dominam de forma marcante a paisagem. Segundo Pompeu (2004), aproximadamente de 50 a 80% da população nesta região é constituída por pessoas que vivem ao longo das margens dos rios. Logo, a economia local é baseada principalmente na atividade pesqueira e na extração de açaí; em menor grau, a criação de pequenos animais, tais como pato, galinha

e porco, bem como o cultivo de pequenas hortas, hábito este observado em toda região do estuário amazônico (HIRAOKA; RODRIGUES, 1997). Assim como outras comunidades amazônicas, o modo de vida local é influenciado pela dinâmica do seu rio principal e pelas estações do ano, tradicionalmente conhecidas como inverno e verão amazônicos (CHAVES, 2015).

O vínculo familiar da proponente com moradores da ilha incentivou o desenvolvimento desta pesquisa, em contato com os familiares, foram solicitadas informações sobre a possibilidade de realização deste estudo. Por se tratar de uma pesquisa em comunidade tradicional e que depende da colaboração dos moradores para sua realização, seguindo as exigências, todos os entrevistados assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) antes de participar da pesquisa.

Foi realizado um levantamento das propriedades das famílias, onde os sistemas agroflorestais, caracterizados como “quintais”, estivessem estabelecidos e em plena atividade, em cada uma das três áreas da ilha. Em seguida, procedeu-se a seleção aleatória das unidades familiares, por conglomerado para serem visitadas, sendo selecionadas 15 propriedades. Em cada unidade foi entrevistado o/a morador (a) reconhecido (a) como o/a chefe familiar. Na Figura 2 é possível observar a vista frontal das residências encontradas na Ilha Saracá.



**Figura 2.** Vista frontal das residências encontradas na Ilha Saracá, Limoeiro do Ajuru, PA. Fonte: Os autores, 2019.

A coleta de dados nas propriedades selecionadas foi conduzida a partir de procedimentos metodológicos, recomendados para o Diagnóstico Rural Participativo (DRP). Inicialmente foi realizada uma observação participativa, a fim de compreender a percepção da realidade da comunidade. Foram realizadas turnês guiadas, no entorno das residências, em geral nos quintais, e em áreas vizinhas de mata, no intuito de se reconhecer e entender a relação dos moradores com as espécies existentes. Os dados associados e as respectivas informações encontradas, foram registrados em cadernos de campo; como complemento, foram realizados registros fotográficos (ALBUQUERQUE et al., 2010).

Os dados socioeconômicos foram tabulados em planilha eletrônica, de acordo com as categorias das perguntas abordadas nos questionários. Posteriormente, foram realizadas análises descritivas dos percentuais, médias e amplitudes relacionadas, e realizados a elaboração de gráficos e tabelas para melhor representar os dados obtidos, além de serem sistematizados os dados qualitativos obtidos em campo.

### **3. Resultados e Discussão**

Segundo os entrevistados, a origem dos moradores é essencialmente do estado do Pará, formados por grupos familiares pequenos. Santos et al. (2013) consideraram que a permanência no lugar desde a infância permite a construção de uma identidade cultural, que é fortalecida pelos saberes e valores compartilhados.

Foi observado, que a faixa etária dos moradores entrevistados, era elevada: além da proporção de adultos e idosos, entre 21 e 80 anos (70%) sendo predominante em relação a crianças e jovens (30%). Mesmo com a alta frequência de crianças entre 0 e 10 anos (19,0%); e de adolescentes e jovens, entre 11 a 20 anos (11,0%), a presença dos mais velhos foi predominante nas moradias visitadas.

As propriedades visitadas, apresentaram um total de 55 moradores, com uma amplitude que variou de 1 a 6 moradores e uma média de 4 moradores por domicílio, incluindo todas as faixas etárias. O número reduzido de moradores por



propriedade acaba influenciando no desenvolvimento de atividades nos quintais, tais como manutenção e expansão. Logo, para complementar a força de trabalho, é comum a busca por mão de obra externa em localidades vizinhas: essa busca se dá pela alta demanda, de realização de atividades rotineiras, dentro dos quintais, tais como capina, limpeza e colheita, o que leva ao aumento dos custos de produção.

Em nenhuma das propriedades avaliadas foi observado que a agricultura é fonte de renda exclusiva, que garanta o sustento das famílias da Ilha Saracá. Com isso, a composição da renda advém de outras fontes como a aposentadoria e extrativismo, sendo as mais predominantes. Outras fontes de renda primária registradas foram o benefício do governo (Seguro Defeso) e a prática da pesca (Tabela 1).

Essa dependência de outras fontes de renda se torna cada vez maior na medida em que ocorre o envelhecimento da população, em função da menor capacidade motora, levando a preferência pela vida no meio urbano. De acordo com as afirmações de Winckler et al. (2016), esse movimento pode ser explicado pela busca de maiores perspectivas de acesso ao lazer e a assistência à saúde; em contrapartida, com a redução do número de pessoas nas regiões rurais, menor será a disponibilidade de mão de obra, tornando-se escassa.

**Tabela 1.** Principais fontes de renda registradas em 15 propriedades familiares da Ilha Saracá, Limoeiro do Ajuru, PA

Fonte de renda	Nº de propriedades	Frequência (%)
Aposentadoria	6	40
Extrativismo	5	33
Benefício assistencial	3	20
Pesca	1	7
<b>Total</b>	<b>15</b>	<b>100</b>

Fonte: Os autores, 2019.

Estudos realizados demonstraram a relação entre as atividades dentro e fora do campo, e sua influência na permanência do agricultor nas regiões campestres. Gomes et al. (2018) verificaram os quintais em propriedades rurais de agricultores familiares de Brasília, no Distrito Federal, em que a fonte de renda considerada mais importante para os entrevistados foi aquela que advém de trabalhos fora da propriedade, como ganhos de salários e contratos ou diárias, seguido de atividades na propriedade e aposentadoria.

Fantinel et al. (2016) afirmam que, progressivamente, tem-se tornado comum em uma unidade familiar, a ocupação de outras atividades geradoras de renda que não sejam agrícolas: os agricultores familiares tem buscado novas formas para alcançarem maior rendimento, assim, melhorar a sua qualidade de vida.

Foi observado nos 15 quintais visitados, que a maioria dos espaços possuíam pequenas dimensões totais em área. A área média das propriedades rurais estudadas foi de 4,2 ha, com variação entre 2 e 7 ha. A área dos quintais variou entre 0,075 e 0,12 ha, com uma média de 0,06 ha. Cerca de 47% dos lotes possuíam quintais com até 0,05 ha; e 53% possui área igual ou maior a 0,06 ha.

Foi verificado que a soma da área total das 15 propriedades, correspondeu a 63 ha, e a soma da área ocupada com os quintais agroflorestais foi de 0,92 ha. A proporção média da área ocupada pelos quintais agroflorestais em relação à área total dos lotes foi de 1,5%, variando entre de 0,5 a 3,75%, sendo apenas essa porcentagem da área total, que é destinada ao cultivo nos quintais.

A área ocupada e o crescimento dos quintais da Ilha Saracá podem estar relacionados a diversos fatores, sendo o principal deles determinado pelo objetivo de produção dos cultivos de seus moradores. Além disso, a força de trabalho disponível é outro fator limitante à expansão e desenvolvimento dos quintais do local. Devido ao número reduzido de moradores por lote, em alguns casos com idade avançada, o aproveitamento da área se torna difícil de contemplar as atividades que requer mão de obra intensa. Nestes casos, acontece limitada expansão dos quintais, o que faz estas áreas de espaços para cultivo de espécies frutíferas, medicinais e condimentares, destinadas apenas a um complemento da dieta dos moradores da ilha.

Alguns quintais de outras localidades apresentam dimensões aproximadas às encontradas nas propriedades da Ilha Saracá, o que mostra ser um fato comum na região. Garcia et al. (2017) ao analisarem quintais em uma comunidade do município de Santarém, Pará, encontraram amplitude de área entre 0,01 ha e 1,02 ha, com a média igual a 0,17 ha. Ao analisarem quintais no município de Abaetetuba, Pará, Gonçalves e Lucas (2017) verificaram que eles possuíam entre 0,002 a 15 ha.

Um fato comum na Amazônia, principalmente nas regiões ribeirinhas, são as propriedades que mantem amplas áreas de floresta, próximas às suas moradias. Estas áreas funcionam como abrigo de animais silvestres, fornecem plantas medicinais, madeira para lenha, além de produtos florestais não madeireiros, tais como óleos e frutas, que são explorados de modo extrativista e bastante utilizado pelos agricultores, como observado por Costa e Mitja (2010). Nas Figuras 3 a 6, é possível visualizar algumas áreas dos quintais localizados nos arredores das residências dos ribeirinhos na Ilha Saracá.



**Figuras 3, 4, 5 e 6.** Áreas dos quintais nos arredores das residências dos ribeirinhos na Ilha Saracá, Limoeiro do Ajuru, PA. Fonte: Os autores, 2019.

Em relação ao tempo de ocupação dos quintais, o mais antigo foi estabelecido a cerca de 78 anos; e o mais recente possui 15 anos. Em média, o tempo de moradia das casas visitadas foi de 45,8 anos. Essa ocupação pode ser considerada antiga e fortemente estabelecida, pelos seguintes fatos: devido aos chefes das famílias muitas vezes serem idosos; ou seu processo de instalação ter origem em seus pais ou avós; além de não se saber ao certo qual a data exata de início do estabelecimento dos quintais.

É importante perceber que os residentes dos quintais, são pessoas que tem uma relação longa com o campo, ali vivendo a maior parte de suas vidas. Assim, segundo Gervazio et al. (2016), acredita-se que esses moradores procuram continuar com esses saberes tradicionais e culturais herdados de seus familiares, cultivando, criando animais e permanecendo em contato com os recursos naturais.

Em relação à atividade de manutenção dos quintais, em sua maioria foi realizada pelas mulheres (Figura 7). Dos quintais avaliados, 73,3% possuíam mulheres como as principais cuidadoras e, ou, mantedoras do espaço em questão; enquanto somente 26,7% dos espaços eram mantidos sob a responsabilidade dos homens.



**Figura 7.** Mulheres nos quintais agroflorestais da Ilha Saracá, Limoeiro do Ajuru, Pará. Fonte: Os autores, 2019.

Dentre estas mulheres, a maioria administra as atividades como o manejo da horta (Figuras 8 a 10) para manutenção das plantas alimentícias, alimentação

dos animais, plantio e coleta de frutíferas, limpeza dos quintais, produção de adubação e substratos por meio da compostagem, manejo das plantas ornamentais e medicinais, entre outras atividades.

Nos quintais avaliados, observou-se que a gestão desses agroecossistemas ainda permanece sob a responsabilidade das mulheres, mesmo quando estas possuem emprego fora da residência - mas de maneira menos intensa e mais dividida; ou então ao não apresentam mais condições físicas de realizar trabalhos manuais mais intensos, em função da idade avançada.



**Figuras 8 e 9.** Hortas: mulheres são as mantenedoras nos quintais agroflorestais da Ilha Saracá, Limoeiro do Ajuru, Pará. Fonte: Os autores, 2019.



**Figura 10.** Espaço de horta: mulheres são as mantenedoras dos quintais agroflorestais da Ilha Saracá, Limoeiro do Ajuru, PA. Fonte: os autores, 2019.

Pereira e Figueiredo Neto (2015); e Leal et al. (2020) obtiveram resultados semelhantes, no qual demonstram que as mulheres desempenham um papel importante, na condução do quintal agroflorestral, com participação intensa no manejo do quintal, representando grande força de trabalho na unidade familiar, pois além das atividades produtivas, ela ainda realiza tarefas domiciliares, englobando diversos serviços domésticos.

Tal fato também foi constatado por Oliveira et al. (2015) em um assentamento periurbano no Pará, onde as mulheres, além dos afazeres domésticos, cuidam dos quintais e são conhecedoras das plantas, das receitas medicinais e dos tratos culturais dos plantios agroecológicos.

Apesar das mulheres predominarem nos cuidados dos quintais, em reduzido número foi observado que acontece a divisão de trabalho, onde os homens também se dedicam, particularmente, no (a): manejo das fruteiras, corte de lenha, capina e manutenção dos currais; enquanto as mulheres se dedicam mais ao trabalho doméstico, mas ainda assim não deixam de se envolverem na manutenção dos quintais - observações sobre a divisão de trabalho também contatadas por Costa et al. (2017).

Observou-se que todos os quintais agroflorestrais visitados apresentaram animais, tais como galinhas, patos e suínos, onde seu cuidado e manejo também, prioritariamente, realizado pelas mulheres da ilha, demonstrando mais uma vez o seu protagonismo nas atividades que ali se dão. No entanto, não foi registrada nenhuma atividade comercial que envolva esses animais; ou seja, eles apenas compõem a dieta dos moradores da ilha, contribuindo para sua subsistência. Contudo, em algumas propriedades ocorreriam pontuais vendas desses animais, geralmente entre os vizinhos mais próximos.

Tento em vista que essa é uma atividade comum em quintais agroflorestrais, Costa et al. (2017) observaram a criação de animais de pequeno porte, onde se realiza o consumo dos ovos e a venda das galinhas nas feiras locais.

Há de se considerar que as mulheres representam mundialmente cerca da metade dos 2,5 milhões de pequenos agricultores, criadores, habitantes das florestas e pescadores, cujos conhecimentos e trabalho cumprem papel fundamental na sustentabilidade dos diversos sistemas alimentares,

particularmente nos países em desenvolvimento (PACHECO, 2009). As experiências observadas na Ilha Saracá vão de encontro a diversos estudos já realizados em outras localidades.

Para essa mesma autora, essas pesquisas demonstram o quanto as mulheres trabalham e como estão fortemente engajadas, em quase todas as atividades agrícolas e extrativistas, assumindo extensas jornadas de trabalho. Entretanto, continuam com restrições ao acesso de recursos produtivos, bem como ao devido reconhecimento do seu trabalho que ainda é comumente colocado em questão.

Frente a isso, Ferreira (2009) determina que se faz necessário avançar no debate referente às desigualdades entre homens e mulheres do campo, considerando que essas diferenças são socialmente construídas. Desse modo, a agroecologia pode contribuir na desconstrução, para que as mulheres tenham suas demandas consideradas e devidamente respeitadas, seus conhecimentos reconhecidos e seus trabalhos plenamente valorizados (FERREIRA, 2009). Além disso, quando se fala em desenvolvimento sustentável, é indissociável excluir da pauta de debate a questão da igualdade de gênero, o que a ONU (2022), prevê no objetivo de desenvolvimento sustentável (ODS) número 5.

Pesquisas como esta apresentam evidências quanto as perspectivas e possíveis caminhos de mudança nos quadros de desigualdades. Resultados das pesquisas de Pacheco (2009) demonstram processos de construção coletiva que se interpõe no plano local, regional, nacional e internacional. Os vários caminhos nos quais as mulheres exercem um papel de liderança e protagonismo, desafiam a construção do campo agroecológico e, da mesma maneira, introduzem mudanças nos sistemas de produção vigentes, onde as mulheres vão experimentando transformações em sua própria vida cotidiana, que as projetam ao questionamento do modelo agrícola e social, consagrando-se como sujeitos políticos e sociais.

#### **4. Considerações Finais**

Investigações desta natureza evidenciam a relevância dos estudos dos recursos naturais e de que forma se relacionam com o contexto socioeconômico

e ambiental em que as comunidades ribeirinhas estão inseridas, como do nordeste paraense, aqui representada pela Ilha Saracá.

Tais informações são influenciadas pelo tempo de residência na área local, diferentes configurações familiares, artifícios e atividades disponíveis para a geração e composição da renda local, entre outros; o que aponta para uma forte afinidade dos mesmos com os recursos naturais ali existentes, e um acúmulo de informações e saberes gerados a partir de interações entre famílias.

Portanto, foi possível evidenciar e trazer a luz o protagonismo feminino exercido pelas mulheres ribeirinhas, em seus respectivos quintais agroflorestais, valorizando suas práticas agroecológicas. Sua presença em campo se torna evidente, fortemente marcada pelo respeito e vasto conhecimento, sendo um processo dinâmico, que vai se readequando e sendo transmitido pelas gerações ao longo do tempo, ainda que de maneira menos intensa e participativa diante das mudanças sociopolíticas e ambientais experimentadas pelas novas gerações.

O fato é que, especialmente nos países em desenvolvimento, as mulheres têm um papel fundamental e desempenham várias funções essenciais em sistemas agrícolas, de criação de animais, comunidades florestais e pesca em todo o mundo. Seus conhecimentos, trabalho e contribuições são vitais para a sustentabilidade dos sistemas alimentares. Esses sistemas são especialmente relevantes para comunidades rurais e pequenos agricultores, pois podem melhorar a segurança alimentar, aumentar a renda e promover a conservação dos recursos naturais.

No entanto, é importante destacar que o manejo correto e a escolha adequada das espécies são fundamentais para o sucesso de um quintal agroflorestal. O conhecimento local e a troca de experiências entre agricultores são aspectos essenciais para o desenvolvimento sustentável desses sistemas.

## 5. Referências

ALBUQUERQUE, U. P. de; LUCENA, R. F. P. de; LINS NETO, E. M. de F. Seleção dos participantes da pesquisa. **Métodos e técnicas na pesquisa etnobiológica e etnoecológica**, p. 21-36, 2010.



CHAVES, G. P.; FURTADO, L. G.; CARDOSO, D. M.; SOUSA, F. A importância sociocultural do açaí (*Euterpe oleracea* Mart.) na Amazônia Brasileira. **Contribuciones a las Ciencias Sociales**, v. 29, 2015.

CONSTANTIN, A. A. **Quintais agroflorestais na visão dos agricultores de Imaruí-SC**. 2005. 120 f. Dissertação (Mestrado em Agroecossistemas) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005.

CONVENÇÃO SOBRE BIODIVERSIDADE BIOLÓGICA. (Série Biodiversidade 2) Brasília: **MMA**. SBF, 123 p. 2006.

COSTA, G. C.; MOURA, N. D. S.; FARIAS, A. K. D.; ALHO, E. A.; JUCOSKI, G. de O. Caracterização socioeconômica e levantamento de espécies vegetais em quintais agroflorestais da zona rural do município de Parauapebas, Pará. **Revista Agroecossistemas**, v. 9, n. 1, p. 199-211, 2017.

COSTA, J. R. da; MITJA, D. Uso dos recursos vegetais por agricultores familiares de Manacapuru (AM). **Embrapa Amazônia Ocidental-Artigo em periódico indexado (ALICE)**, 2010.

DUBOIS, J. C. L. **Manual agroflorestal para a Amazônia**. Rebraf. Fundação Ford, Rio de Janeiro, 228 p. 1996.

FANTINELI, D. G.; FERREIRA, A. G.; GODOY, C. M. T.; BELING, H. M. A agricultura familiar e suas estratégias de sobrevivência. In: Seminário Nacional de Desenvolvimento Regional, 1. **Anais...** Taquara, 2016.

FERREIRA, A. P. L. A Importância da Perspectiva Agroecológica no Empoderamento das Mulheres Camponesas: Processo Mulheres e Agroecologia como Estudo de Caso. **Cadernos de Agroecologia**, v. 4, n. 1, 2009.

FERREIRA-ALVES, E. S.; RAYOL, B. P. Diversidade das Espécies Arbóreas em Quintais de Várzea da Ilha Saracá, Limoeiro do Ajuru, Pará. **Espaço Aberto**, v. 11, n. 1, p. 63-80, 2021.

GARCIA, B. N. R.; VIEIRA, T. A.; OLIVEIRA, F. de A. Aspectos socioeconômicos de manejadores de quintais agroflorestais: o caso de uma comunidade rural na Amazônia. **Contribuciones a las Ciencias Sociales**, n. 1, 2017.

GOMES, K. B. P.; MARTINS, R. D. C. C.; DIAS, C. A.; MESQUITA MATOS, J. M. de. Quintais agroflorestais: características agrossociais sob a ótica da agricultura familiar. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, v. 9, n. 4, p. 111-124, 2018.

GONÇAVES, J. P.; LUCAS, F. C. A. Agrobiodiversidade e etnoconhecimento em quintais de Abaetetuba, Pará, Brasil. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 15, n. 3, 2017.

GÖTSCH, E.; VALENÇA, M. M. **Agrofloresta: Conceitos e técnicas para a agricultura sustentável**. Editora Fazenda da Toca, 2019. ISBN: 978-85-93856-03-3.

HIRAOKA, M.; RODRIGUES, D. L. Porcos, palmeiras e ribeirinhos na várzea do estuário do Amazonas. Furtado LG, organizador. **Amazônia: desenvolvimento, sociodiversidade e qualidade de vida**. Belém: Universidade Federal do Pará, p. 70-101, 1997.

KUMAR, B. M.; NAIR, P. K. R. The enigma of Tropical homegardens. **Agroforestry Systems**, Dordrecht, v. 61, p.135-152, 2004.

LEAKEY, R. The role of agroforestry in sustainable agricultural systems. **Springer**, 2013. ISBN: 978-94-007-7728-5.

LEAL, L. et al. Quintais produtivos como espaços da agroecologia desenvolvidos por mulheres rurais. **Perspectivas em Diálogo: revista de educação e sociedade**, v. 7, n. 14, p. 31-54, 2020.

MACHADO, A. C., ROCHA, D. G., ROSSI, F., BORGES, J. G., GOMES, T. M. **Plantas alimentícias não convencionais: PANC - Pirassununga**: Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo, 2021.

MACHADO, A. T.; SANTILLI, J.; MAGALHÃES, R. **A agrobiodiversidade com enfoque agroecológico: implicações conceituais e jurídicas**. Embrapa Cerrados-Livro científico (ALICE), 98 p. 2008.

MAGALHÃES, M. V. D.; XAVIER, S. A. B.; SANTOS, G. S.; NETTO, R. T.; GAMA, A. J. C.; PELUZIO, T. M. O.; AMARAL, A. A. Quintais agroflorestais como alternativa sustentável e de segurança alimentar na agricultura familiar. **Extensão rural: práticas e pesquisas para o fortalecimento da agricultura familiar**, [s. l.], v. 1, p. 600-617, 2021.

MARTÍNEZ, G. B.; OLIVEIRA, E. C. P.; MATOS, I.; SILVA, A. B. **Agrofloresta em sistema de multiestrato: uma breve abordagem teórica**. Universidade Federal Rural da Amazônia, Pará, 2011.

MARTINS, P. S. Biodiversity and agriculture: patterns of domestication of Brazilian native plant species. **Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, v. 66, n. 1, p. 219-224, 1994.

OLIVEIRA MARTINS, W. M.; MARTINS, L. M. de O.; PAIVA, F. S.; MARTINS, W. J. de O.; LIMA-JÚNIOR, S.F.L. Agrobiodiversidade nos quintais e roçados ribeirinhos na comunidade Boca do Mõa–Acre. **Biotemas**, v. 25, n. 3, p. 111-120, 2012.

OLIVEIRA, C. M.; SILVA, R. O.; ALMEIDA, R. H. C. Diversificação produtiva, reprodução socioeconômica e mulheres no Assentamento Periurbano Mártires De Abril – Pará. **Nucleus**, v. 12, n. 1, p. 1-14. 2015.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **Objetivos de Desenvolvimento Sustentável**. [S. l.], 2022. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>. Acesso em: jul 2023.

PACHECO, M. E. L. Os caminhos das mudanças na construção da Agroecologia pelas mulheres. **Revista Agriculturas**, v. 6, n. 4, p. 4-8, 2009.

PALMA, J.; FARINHA-MARQUES, P. (Eds.). *Agroforestry for Sustainable Land-Use Fundamental Research and Modeling with Emphasis on Temperate and Mediterranean Applications*. Springer, 2019. ISBN: 978-3-030-21816-5.

PEREIRA, F. de A. R.; SILVA, C. R. da; FURTADO, F. R. A.; LIMA, G. dos S. **Quintais Agroflorestais: uma alternativa para o desenvolvimento rural sustentável**. Editora Embrapa, 2016. ISBN: 978-85-7035-553-6.

PEREIRA, P. V. M.; FIGUEIREDO NETO, L. F. Conservação de espécies florestais: um estudo em quintais agroflorestais no município de Cáceres - MT. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, v. 19, p. 783-793, 2015.

POMPEU, C. Resgate e valorização da sabedoria popular sobre o uso de ervas medicinais no Baixo Tocantins (PA). **Revista Agriculturas - experiências em agroecologia**, p. 15-7, 2004.

QUARESMA, A. P. Mulheres e quintais agroflorestais: a “ajuda invisível” aos olhos que garante a reprodução da agricultura familiar camponesa amazônica. **Coletânea Sobre Estudos Rurais e Gênero**, p. 35, 2015.

RANGEL-VASCONCELOS, L. G. T.; KATO, O. R.; VASCONCELOS, S. S.; OLIVEIRA, F. de A.; PAIN, A. F.; GREFF, L. T. B.; SOARES, K. P.; BARROS, L. SANTOS, N. V. dos. Biomassa e estoques de nutrientes em vegetação de pousio sob diferentes manejos em sistema agroflorestal sequencial de corte-e-trituração na Amazônia Oriental. Embrapa Amazônia Oriental-Artigo em anais de congresso (ALICE). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS, 8, 2011, Belém, PA. **Anais...** Belém, PA: SBSAF: Embrapa Amazônia Oriental: UFRA: CEPLAC: EMATER: ICRAF, 2011., 2011.

RAYOL, B. P.; MIRANDA, I. S. Influência dos fatores socioeconômicos sobre a riqueza de plantas de quintais agroflorestais da Amazônia Central. **Revista Espacios**, v. 38. n. 46, p. 28, 2017.

ROSA, L. S.; SILVEIRA, E. de L.; SANTOS, M. M. dos; MODESTO, R. da S.; PEROTE, J. R. S.; VIEIRA, T. A. Os quintais agroflorestais em áreas de agricultores familiares no município de Bragança-PA: composição florística, uso de espécies e divisão de trabalho familiar. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 2, n. 2, 2007.

SABLAYROLLES, M. das G. P.; ANDRADE, L. de H. C. Entre sabores, aromas e saberes: a importância dos quintais agroflorestais para agricultores ribeirinhos no tapajós-PA. In: **Resumos...** VII Congresso Brasileiro de Sistemas Agroflorestais. p. 22-26. 2009.

SANTILLI, J. **Agrobiobiodiversidade e direito dos agricultores** (livro eletrônico). São Paulo: Peirópolis, 2012. Disponível em: <https://books.google.com.br/books?hl=ptBR&lr=&id=93KCCwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT6&dq=agrobiodiversidade&ots=LcjzqnVBPs&sig=odwW5IPtunCwmENxn2TNNUGjDig#v=onepage&q=agrobiodiversidade&f=false>. Acesso em: 17 jul. 2023.

SANTOS, A. S.; OLIVEIRA, L. C. L.; CURADO, F. F.; AMORIM, L. O. Caracterização e desenvolvimento de quintais produtivos agroecológicos na comunidade Mem de Sá, Itaporanga d'Ajuda-Sergipe. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 8, n. 2, p. 100-111, 2013.

SARTORI, V. C. [et al.]. **Plantas Alimentícias Não Convencionais – PANC**: resgatando a soberania alimentar e nutricional. – Caxias do Sul, RS: EducS, 2020.

SILVA JUNIOR, A. L. da; SANTOS, S. M. S. B. M.; SABLAYROLLES, M. das G. P. O amálgama floresta e agricultura na reserva extrativista Arióca Pruanã. **Novos Cadernos NAEA**, v. 16, n. 1, 2013.

SILVA, I. C. **Sistemas agroflorestais**: conceitos e métodos. Itabuna: SBSAF, 308 p. 2013.

SIQUEIRA, C. B.; SOUZA, M. N.; RANGEL, D. S.; ANDRADE, J. P. Z.; RADAIK, P. H. Implantação de agrofloresta como forma de educação ambiental, no município de Castelo, Espírito Santo. In: IX SIMBIOMA, 2020, Santa Teresa. **Anais... IX Simpósio sobre a Biodiversidade da Mata Atlântica (SIMBIOMA) Mata Atlântica: Domínio transdisciplinar**. 2020. v. 1.

SOUZA, M. N. (Org.) **Tópicos em recuperação de áreas degradadas**. Vol. V. – Canoas, RS: Mérida Publishers, 2023. 348 p. ISBN: 978-65-84548-12-1. DOI: <https://doi.org/10.4322/mp.978-65-84548-12-1>.

VIDAL, E.; SOUZA, L. A. G. de; FURUKAWA, T. **Sistemas Agroflorestais Sucessionais**: bases científicas para sistemas agroflorestais com espécies sucessoras. Embrapa Amazônia Oriental, 2009. ISBN: 978-85-98888-27-4.

WINCKLER, M. et al. Idosos no meio rural: uma revisão integrativa. **Estudos Interdisciplinares sobre o Envelhecimento**, v. 21, n. 2, 2016.

---

## Abordagem gerencial para o desenvolvimento da agricultura familiar com base no sistema de produção agroecológica

Fátima Landim Souza, Alciro Lamão Lazzarini, Evaldo de Paula, Luana Soares Egidio, Gláucia Maria Ferrari, Clarissa Alves de Novaes, Gabriela Alves de Novaes, Aline Marchiori Crespo, Maurício Novaes Souza

<https://doi.org/10.4322/mp.978-65-84548-14-5.c9>

### Resumo

O presente artigo apresenta uma abordagem gerencial de propriedades rurais para o desenvolvimento da agricultura familiar tendo como base o sistema de produção agroecológica e seus aspectos potenciais para transformar a realidade rural contemporânea brasileira. Argumenta que os agricultores familiares são os atores por excelência desse processo, uma vez que dominam o saber popular, fruto da convivência com a diversidade biológica e sociocultural do agroecossistema, tornando-os fontes extraordinárias de conhecimento endógenas para a geração de ciência e tecnologia localizadas. Parece inquestionável que um importante entrave à competitividade dos agricultores familiares é a utilização de tecnologias inadequadas. A situação brasileira atual, no que se refere à gestão da agricultura com as características da exploração familiar, constitui o segundo momento do trabalho. O texto apresenta e contextualiza a gestão no âmbito da agricultura familiar, reconhecendo que existe um esforço considerável, embora não suficiente, de desenvolvimento de tecnologias voltadas para os agricultores familiares de base ecológica. No entanto, destaca que os esforços voltados para as tecnologias de gestão e de informação são ainda incipientes, argumentando que as tecnologias de gestão são fundamentais para a competitividade da agricultura familiar agroecológica e que, portanto, não devem ser negligenciadas. Conclui apontando a necessidade da ampliação de esforços que visem à adaptação das ferramentas mais clássicas (marketing, logística, qualidade, custos, etc.) à realidade da agricultura familiar agroecológica. Aponta, finalmente, que a gestão financeira se apresenta como uma ferramenta essencial de força transformadora da realidade da pequena propriedade rural, sobretudo quando são adquiridos recursos de Programas do Governo como o Programa de Fortalecimento da Agricultura Familiar (PRONAF).

**Palavras-Chave:** Agricultura familiar. Abordagem gerencial. Sistema de produção. Agroecologia. Democratização.

## 1. Introdução

O presente trabalho apresenta uma abordagem gerencial para o desenvolvimento da agricultura familiar com base no sistema de produção agroecológico. Mostra como a agroecologia pode contribuir para o desenvolvimento da agricultura familiar de forma sustentável, tendo como ator principal o pequeno agricultor, pois é de onde se desenvolve a base ecológica e socioeconômica do sistema de produção.

Segundo Meirelles e Batalha (2005); e Silva e Santos (2018), a gestão da propriedade rural envolve a coleta de dados; geração de informações; o registro de várias informações relevantes, tais como dados climáticos, produtividade, estoques, custos de produção, informações sobre o mercado agrícola; tomada de decisões e ações que derivam dessas decisões; no entanto, não sendo tratada de forma satisfatória pela literatura nacional e internacional. Os trabalhos existentes nessa área estão sempre restritos aos aspectos financeiro e econômico do empreendimento rural (custos, finanças e contabilidade).

De acordo com esses mesmos autores, as informações geradas com base na coleta de dados auxiliam na gestão de diversos aspectos da propriedade rural, tais como planejamento de safra, manejo de culturas e criação de animais, gestão de recursos naturais, controle de pragas e doenças, gestão financeira e tomada de decisões estratégicas. Portanto, a coleta de dados e a geração de informações, embasadas por sólidas referências bibliográficas, são elementos importantes na gestão eficiente e sustentável de uma propriedade rural (Figura 1).

Assim, para o fortalecimento agricultura agroecológica é necessário fazer um reconhecimento das necessidades atuais dessas famílias agricultoras: em relação ao gerenciamento dos negócios, identificando as falhas e subsequentemente as adequações administrativas necessárias junto à efetividade da produtividade e da inovação tecnológica para uma gestão de qualidade.

Noções como planejamento e controle de produção, gestão da qualidade e redução de desperdícios, logística, desenvolvimento de embalagens adequadas e outras técnicas, em geral, ainda são vistas de forma limitada em relação à sua

importância diante da atividade de produção (MEIRELLES; BATALHA, 2005; SILVA; SANTOS, 2018).



**Figura 1.** Agricultura Familiar. Fonte: Arquivo Incaper, 2017.

As faltas de observância do agricultor e de parte importante dos técnicos responsáveis pela assistência rural têm contribuído para o equívoco de que o bom agricultor é aquele que cuida exclusivamente bem das tarefas exercidas em sua propriedade. Reforça-se a importância de apontar ferramentas e técnicas que possibilitem melhorias no planejamento e desenvolvimento desse tipo de negócio (Figura 2).



**Figura 2.** Agricultura orgânica. Fonte: Arquivo Incaper, 2021.

A agricultura familiar, de acordo com Wanderley (1999), pode ser entendida com “aquela em que a família, ao mesmo tempo proprietária dos meios de produção, assume o trabalho no estabelecimento produtivo”. Para Geraldo, Lopes e Gomes (2021), é aquela onde a família ao mesmo tempo é proprietária, mas também realiza o trabalho produtivo, ocorrendo uma estrutura produtiva que se assemelha a família-produção-trabalho, importante para garantir a continuidade do trabalho desenvolvido pelas gerações futuras e garantido a sobrevivência imediata.

Em parte, por ter de exercer múltiplas funções, a gestão da agricultura familiar tem sido um dos maiores problemas para a manutenção e o desenvolvimento das pequenas propriedades rurais (Figura 3). A assistência técnica e o crédito rural estão ao alcance dos pequenos agricultores; no entanto, a gestão desses recursos tem demonstrado deficientes mediante a proposta de desenvolvimento.



**Figura 3.** Assistência técnica para agricultor familiar. Fonte: Incaper, 2020.

A gestão é um aspecto crucial para o sucesso e sustentabilidade desse modelo de agricultura, que desempenha um papel fundamental na segurança alimentar, na preservação dos recursos naturais e no desenvolvimento econômico de áreas rurais. De acordo com Santos et al. (2014); e Xavier et al. (2023), uma alternativa interessante para os agricultores familiares se diferenciarem do agronegócio convencional é estudando estratégias voltadas



para o mercado, diferente das estratégias adotadas por eles, buscando melhorar a sustentabilidade nas suas unidades produtivas.

A agroecologia veio como alternativa, pois dispõe de base tecnocientífica e estratégias para o desenvolvimento rural compatível com as já trabalhadas pelos agricultores familiares. Algumas considerações importantes para a gestão da agricultura familiar (PORTAL da Administração (2013); FERNANDES; LE BOURLEGAT, 2014; SANTOS et al. (2014); NEVES; MAIA; WEDEKIN, 2015; AVILA; NASCIMENTO; NEVES, 2018; XAVIER et al. (2023)):

✓ **Planejamento e organização:** um bom planejamento é essencial para a gestão da agricultura familiar. Isso envolve definir metas claras, estabelecer um plano de produção e definir estratégias para alcançar essas metas. Além disso, é importante ter uma organização eficiente, tais como registros precisos das atividades, dos custos e dos resultados obtidos.

✓ **Diversificação da produção:** a agricultura familiar pode se beneficiar da diversificação da produção, cultivando uma variedade de culturas e criando uma combinação de atividades agrícolas, pecuárias e não agrícolas. Isso pode reduzir os riscos relacionados aos fatores climáticos e ao mercado, bem como promover a segurança alimentar e a renda sustentável.

✓ **Manejo sustentável dos recursos naturais:** a gestão da agricultura familiar deve levar em consideração a conservação e o uso sustentável dos recursos naturais, tais como solo, água, biodiversidade e energia. Práticas agropecuárias sustentáveis como aquelas sugeridas pela agroecologia, tais como o uso eficiente da água, a conservação do solo e a proteção da biodiversidade, são fundamentais para a longevidade e a resiliência dos sistemas agrícolas familiares.

✓ **Acesso a crédito e assistência técnica:** a agricultura familiar muitas vezes enfrenta desafios de acesso a crédito e assistência técnica. É importante que os agricultores familiares tenham acesso a financiamento adequado, com taxas de juros acessíveis e condições favoráveis, para investir em suas atividades. Além disso, a assistência técnica e o treinamento são fundamentais

para fornecer conhecimentos e habilidades atualizadas aos agricultores familiares, melhorando suas práticas de produção e gestão.

✓ **Acesso aos mercados e valorização dos produtos:** a comercialização dos produtos é uma parte essencial da gestão da agricultura familiar. É importante que os agricultores familiares tenham acesso aos mercados, seja por intermédio de canais diretos de venda, como feiras e mercados locais, ou por meio de parcerias com cooperativas, associações ou compradores institucionais. Além disso, é necessário buscar a valorização dos produtos, promovendo sua qualidade, agregando valor por meio de processamento ou certificações, e estabelecendo vínculos diretos com consumidores conscientes.

✓ **Sucessão e planejamento familiar:** a sucessão nas propriedades rurais é um aspecto crítico para a continuidade da agricultura familiar ao longo das gerações. O planejamento familiar, a capacitação dos jovens agricultores e a criação de políticas e programas de apoio à sucessão, é importante para garantir a continuidade da agricultura familiar e evitar o êxodo rural.

Mediante as considerações, percebe-se que a gestão eficaz da agricultura familiar implica a adoção de uma abordagem integrada que envolve aspectos econômicos, ambientais e sociais. Assim, as estratégias de gestão da produção de base ecológica não são apenas orientadas por uma lógica econômica, mas por uma experiência oriunda de uma história de vida em que, sob o ponto de vista ecossocial, a natureza não é negada e substituída por outro processo de produção, mas atua como aliada (BRANDENBURG, 2002; XAVIER et al., 2023).

Baseando-se em várias áreas do conhecimento, a agroecologia visa estudar o desenvolvimento a partir de uma perspectiva ecológica e sociocultural. Ao contrário do que ocorre com a agricultura convencional, a agroecologia apresenta um posicionamento crítico ante os problemas decorrentes do modelo clássico de produção capitalista. Centra-se no desenvolvimento rural embasado na equidade social e de gênero e na diversidade sociocultural. A proposta prevê a promoção da autonomia e da soberania alimentar dos povos e comunidades (ABA, 2020; TAIT; NEVES; GONÇALVES, 2020).

Neste sentido, devem-se aprofundar a importância da administração rural e suas ferramentas para o desenvolvimento da unidade familiar e suas organizações. Há de se ter como base o planejamento de todas as atividades, levando em consideração os indicadores de sustentabilidade e buscando atender aqueles mais deficientes, com foco na produção, comercialização, compra de insumos e gestão financeira dos recursos oriundos de programas do Governo Federal, como o Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar, o PRONAF, para o fortalecimento da agricultura familiar (Figura 4).



**Figura 4.** Planejamento das atividades. Fonte: [www.portal-administração.com](http://www.portal-administração.com), 2013.

## 2. Enfoque agroecológico para uma agricultura familiar sustentável

Este artigo é fruto da análise de uma monografia do curso de Pós-graduação *Latu Sensu* em agroecologia e desenvolvimento rural sustentável do curso de pós-graduação do Centro Federal de Educação Tecnológica de Rio Pomba CEFET-RP. A pesquisa faz uma abordagem do tema Gestão para o Desenvolvimento da Agricultura Familiar com base no sistema de produção Agroecológico.

A gestão da propriedade rural compreende: coleta de dados, geração de informações, tomada de decisões e ações que derivam dessas decisões,

planejamento, controle de produção, gestão da qualidade e redução de desperdícios, logística e desenvolvimento de embalagem adequada.

Nos estudos realizados sobre agricultura familiar, fica clara a baixa eficiência gerencial desses empreendimentos (QUEIROZ; BATALHA, 2003). Estudos mostram que as técnicas de gestão utilizadas pelos agricultores brasileiros, são altamente insatisfatórias, o que pode comprometer a sustentabilidade e a competitividade desses empreendimentos, principalmente devido à falta de orientação técnica, baixa escolaridade e a falta de informações sobre os negócios e produção. Assim, analisar o comportamento das famílias agricultoras, o planejamento estratégico de seus negócios e suas rotinas financeiras, é essencial para o sucesso dos negócios.

A sobrevivência sustentável da agricultura familiar brasileira, em propriedades de pequeno e médio porte, depende da capacidade de intensificar a gestão e agregação de valor. A criação de formas associativas de produção e gestão é um dos meios mais importantes de buscar esses resultados.

As associações de produtores desempenham um papel fundamental: não só na transmissão de questões relacionadas com a produção e comercialização, mas também no desenvolvimento de novas formas de relacionamento social, na construção da identidade, na formação de novas lideranças políticas e na abordagem de novos problemas.

Ao participar de uma associação, os agricultores podem aumentar as oportunidades e facilitar o acesso aos bens necessários para o aumento produção, distribuição e vendas. No entanto, isso não os exime de entender e assumir seu papel gerencial. Ignorar esse papel, além de tornar a empresa mais vulnerável às oscilações do mercado e mais dependente de auxílios governamentais, pode dificultar que o produtor aproveite as oportunidades de mercado.

## **2.1. Gestão e agricultura familiar: a situação brasileira**

Diversos estudos realizados sobre a agricultura familiar evidenciam a baixa eficiência gerencial desses empreendimentos. Queiroz e Batalha (2003), em estudo realizado em 33 propriedades agrícolas familiares com área média de

16,5 hectares na região de Araraquara e São Carlos no estado de São Paulo, verificaram que os produtores analisados não usam ferramentas adequadas nas chamadas práticas gerenciais modernas. A mesma observação foi visualizada por Louback et al. (2023), em um trabalho onde foi realizada a Análise da Sustentabilidade no Sítio Jaqueira Agroecologia, utilizando a ferramenta APOIA-NovoRural, em Alegre, ES.

Segundo a pesquisa, não foi possível verificar o uso com expressividade, pelos produtores, de coleta, registro, controle e aplicação das informações referentes às atividades produtivas. Por outro lado, foram percebidos alguns fatores internos e externos que afetam esse processo. Dentre os primeiros se destacam a baixa qualificação técnica e profissional, a formação escolar deficitária e o acesso restrito à informática. Como fatores externos são apontados a concentração monopsonista<sup>12</sup> de alguns setores e também o pouco acesso a crédito e a grandes mercados, elementos que atuam negativamente sobre a gestão das empresas agrícolas familiares e podem prejudicar seu desenvolvimento (Figura 5).



**Figura 5.** Gestão de propriedades rurais. Fonte: <https://cnabrasil.org.br/noticias/negocio-certodes>, 2021.

Rezende e Zylberztain (1999), no estudo realizado com produtores agropecuários do Estado de Goiás, observaram que os aspectos relacionados à

---

<sup>12</sup> É a estrutura de mercado em que um comprador controla substancialmente o mercado em que atua, sendo o principal demandante de um determinado bem ou serviço.

produção (assistência técnica, nível dos funcionários e mecanização) são em geral parte da rotina operacional das propriedades rurais. Perceberam, ainda, que a utilização rotineira de instrumentos de gestão (aspectos comerciais e contábeis, planilhas de resultados, etc.), era exceção no conjunto de propriedades analisadas, embora fosse muito mais frequente para os grandes produtores que para os pequenos.

Além disso, vale destacar que as ferramentas de gestão citados foram somente aquelas relacionadas aos aspectos financeiros e econômicos, não envolvendo gestão de informação e mercados. Atualmente, a sobrevivência sustentável da agricultura familiar brasileira, em propriedades rurais de pequeno e médio porte, depende da capacidade de intensificar, gerar e agregar valor à sua produção.

É fundamental a criação e gestão de formas associativas que reúnam grupos de agricultores familiares (Figura 6). Estas associações podem ter formas e objetivos diferenciados, podendo se traduzirem em associações ou cooperativas com alcance, estratégias e objetivos muito diversificados. Há indícios de que os agricultores não conhecem as vantagens e desvantagens da escolha da forma associativa (associação ou cooperativa), pois depende dos objetivos e do grau de capital social dos agricultores (MEIRELLES; BATALHA, 2005).



**Figura 6.** Feira Agroecológica. Fonte: <https://pinhais.atende.net/cidadao/noticia/feira-agroecologica-de-pinhais-iniciaoferta-de-produtos-organicos-e-artesanais>, 2022.

Geralmente, as formas associativas têm o objetivo de aumentar o poder de negociação com fornecedores e clientes, buscando alcançar escala de produção e permitir o acesso aos canais nos quais os agricultores familiares isolados não poderiam participar.

A reduzida cultura gerencial dos agricultores familiares prejudica não somente a competitividade da propriedade agrícola familiar, mas também as associações e atividades por elas gerenciadas. Há de se ressaltar, que a complexidade gerencial das associações ou cooperativas, é maior do que das propriedades agropecuária isoladas.

## **2.2. Administração rural**

Segundo Meirelles e Batalha (2005), de forma a direcionar o papel do produtor rural, como administrador, podem-se evidenciar suas funções a partir de processos gerenciais. Entre os principais processos gerenciais existentes em estabelecimentos de produção agropecuária estão:

- ✓ Processos de definição/identificação dos mercados a serem atendidos, de entrega/distribuição dos produtos e de atendimento aos clientes.
- ✓ Processos de produção propriamente ditos, como quais os produtos a serem produzidos e em quais quantidades.
- ✓ Processo de suprimento da propriedade; ou seja, aquisição dos recursos necessários (naturais, físicos, financeiros, tecnológicos e humanos).

## **3. Ferramentas de gestão**

Existem várias ferramentas de gestão da propriedade rural que podem auxiliar os agricultores e proprietários rurais a gerenciar suas operações de forma eficiente. Algumas das principais ferramentas a serem utilizadas merecem destaque. É importante ressaltar que a escolha das ferramentas de gestão da propriedade rural dependerá das necessidades específicas de cada produtor e das características da propriedade. Além disso, a adoção de tecnologias pode exigir investimentos iniciais e capacitação adequada para utilizar as ferramentas de forma eficaz.

No contexto do desenvolvimento da agricultura familiar com base no sistema de produção agroecológica, a adoção de ferramentas de gestão adequadas desempenha um papel crucial, sendo essenciais para orientar os agricultores familiares na tomada de decisões estratégicas, no planejamento de suas atividades e na alocação eficiente de recursos.

As ferramentas de gestão permitem a análise e o monitoramento dos sistemas agroecológicos, fornecendo informações valiosas sobre o planejamento da produção, a gestão de custos, a comercialização e gestão da qualidade dos produtos. Além disso, podem auxiliar na identificação de oportunidades de melhoria contínua, no fortalecimento da capacidade de adaptação às mudanças e na promoção da sustentabilidade econômica e ambiental da agricultura familiar.

### 3.1. Planejamento da produção

O principal problema para o insucesso de muitos produtores não está na utilização das técnicas agropecuárias, mas na compreensão do funcionamento dos mercados e na gestão do processo produtivo (Figura 7). Como os produtores familiares geralmente não têm computador em suas propriedades, o ideal é procurar desenvolver um modelo simples de planejamento, que pode ser utilizado pelo próprio produtor ou com auxílio de um técnico da extensão rural (MEIRELLES et al., 2004).



**Figura 7.** Caderno para gestão de propriedades atendidas pela assistência técnica e gerencial do SENAR. Fonte: <http://etec.senar.org.br>, 2015.



De acordo com Meirelles et al. (2004); e Xavier et al. (2023), para decidir qual o produto a ser produzido na propriedade, é importante a observação de fatores internos e externos. Os fatores internos são aqueles localizados geograficamente dentro da unidade de produção e, ou, que são de propriedade do produtor. São considerados fatores internos:

- ✓ Recursos naturais (fertilidade do solo, tipo de solo, disponibilidade de água, área disponível, clima, topografia da propriedade, etc.);
- ✓ Recursos humanos (domínio das técnicas de produção pelo produtor, familiares e empregados, mão de obra necessária, etc.);
- ✓ Recursos tecnológicos e infraestrutura (disponibilidade de máquinas, equipamentos e infraestrutura necessários, etc.);
- ✓ Atividades complementares (existência de outras atividades na propriedade complementares a produção, ou seja, que possam fornecer insumos ou utilizar subprodutos);
- ✓ Produtividade (nível de produtividade que o produtor acredita ser possível atingir de acordo com os recursos disponíveis).

Os fatores externos são:

- ✓ Informações sobre o produto a ser produzido;
- ✓ Informações sobre a oferta dos produtos a serem produzidos;
- ✓ Serviços de apoio (o produtor deverá verificar se o produto tem acesso aos insumos necessários, tais como sementes, mudas e adubos).

### **3.2. Administração da compra de insumos na produção familiar**

A gestão da atividade de compra de materiais tem como finalidade garantir a quantidade e o custo reduzido dos produtos adquiridos pelo produtor para atender as necessidades da produção agrícola.

Neste contexto, as decisões que o produtor deve tomar, segundo Meirelles et al. (2004) são:

- ✓ De qual fornecedor ele deve comprar seus insumos (comprar de um fornecedor ou vários)?

- ✓ Quando deve ser comprado e em que momento?
- ✓ Quando é vantajoso estocar produtos?
- ✓ Quando é vantajoso comprar um determinado insumo ou produzi-lo na propriedade?

No que se refere à escolha do fornecedor, o autor destaca que o produtor rural deve levar em consideração os seguintes fatores:

- ✓ Preço cobrado pelos insumos e as condições de pagamento;
- ✓ Variedade, quantidade e a qualidade dos insumos fornecidos;
- ✓ Localização do estabelecimento do fornecedor em relação à propriedade e a possibilidade de entrega na propriedade rural ou em local próximo; e
- ✓ Apoio técnico (informações corretas de uso dos insumos).

Quando um produtor opta por comprar insumos de um fornecedor (exógenos ao sistema), está tomando a decisão de não produzir seu próprio insumo (endógenos) (Figura 8).



**Figura 8.** Administração rural. Fonte: Biblioteca Rui Tendinha Incaper, 2018.

Muitos insumos usados na produção agropecuária, tais como adubos químicos, defensivos, estrutura para construção de estufas e sistemas de

irrigação, exigem especialização e grande investimento, inviabilizando a produção por parte do agricultor familiar, exigindo sua aquisição de um fornecedor (MEIRELLES; BATALHA, 2005; XAVIER et al., 2023).

Meirelles e Batalha (2005); e Xavier et al. (2023), afirmam que há casos em que a produção de determinados insumos na propriedade é viável, por exemplo, produção de mudas e compostagem (matéria orgânica e húmus), as quais podem ser utilizadas no preparo do solo ou na produção de substratos para a formação de mudas.

A agricultura familiar envolve sistemas complexos de produção, de forma geral, combinando várias culturas, criações de animais e transformações primárias. Essa forma de associação permite que um subproduto gerado em uma produção possa ser utilizado como insumo ou matéria-prima para a fabricação de outro insumo, para a produção de outra cultura dentro do sistema (MEIRELLES; BATALHA, 2005).

De acordo com esses mesmos autores, a partir dos restos de cultura, por exemplo, o produtor pode fazer a compostagem, usada como matéria orgânica no preparo do solo (Figura 9).



**Figura 9.** Produção de composto no IF campus Sudeste de Minas campus Rio Pomba. Fonte: Acervo Maurício Novaes, 2023.

O esterco proveniente dos animais pode ser utilizado como fonte de matéria orgânica para o solo ou como material na produção de húmus. Assim, o próprio sistema de produção utilizado pelos produtores favorece a criação de alguns insumos básicos, de modo que não seja necessário adquiri-los no mercado.

Os insumos que o produtor adquire representam mais da metade do valor das vendas de seus produtos finais. Isso quer dizer que reduções de custo a partir do planejamento da aquisição podem ter um grande impacto na lucratividade da propriedade rural, justificando a atenção que deve ser dada à compra de insumos (MEIRELLES et al., 2004; XAVIER et al., 2023).

### 3.3. Marketing

Segundo Kotler (2000); Kotler e Keller (2016); Nagle, Hogan e Zale (2019), considerando o ambiente do *marketing*<sup>13</sup> operacional, direcionado para atividades de curto prazo, devem-se desenvolver elementos dos chamados compostos de *marketing* (Figura 10).



**Figura 10.** Marketing. Fonte: <https://tribunahoje.com/noticias/cidade>, 2022.

<sup>13</sup> É a arte de explorar, criar e entregar valor para satisfazer as necessidades do mercado por meio de produtos ou serviços que possam interessar aos consumidores. A finalidade do *marketing* é criar valor e chamar a atenção do cliente, gerando relacionamentos lucrativos para ambas as partes.

Os 4 P's do Marketing, também conhecidos como "Mix de Marketing" ou Composto de *Marketing*, são os quatro (4) elementos básicos que compõem qualquer estratégia de *marketing* para alcançar um público: Produto, Praça ou distribuição, Preço e Promoção.

- ✓ Produto: novos produtos, embalagens, marcas, certificação.
- ✓ Distribuição: transporte, distribuição, cadeia de frios, embalagens.
- ✓ Preço: custo de produção, margem de lucro, *markup*<sup>14</sup>, preço de venda (safras e intempéries).
- ✓ Promoção: propaganda, *merchandising*<sup>15</sup> promoção e venda pessoal.

No caso de estabelecimento familiar de pequeno porte, Bittencourt (2002) sugere a necessidade da produção de produtos voltados à exportação. Nesse caso, há de se priorizar produtos de maior valor agregado, por exemplo, aqueles advindos das agroindústrias, da agroecologia ou da produção orgânica.

A produção de produtos voltados à exportação no ambiente rural envolve uma série de fatores, desde o planejamento da produção até a gestão da cadeia de suprimentos e as estratégias de *marketing* internacional. É importante ressaltar que o cenário internacional e as práticas de comércio podem mudar com o tempo (HILL; HULT; MCKAIG, 2019).

### 3.4. Comercialização na agricultura familiar com enfoque agroecológico

A produção familiar vem resistindo ao descaso do poder público e às políticas econômicas altamente concentradoras e excludentes. A agroecologia se apresenta como caminho para continuar essa peregrinação em busca de dignidade e de justiça social (ENA, 2002; FIGUEIREDO et al., 2022).

De acordo com esses mesmos autores, os agricultores familiares enfrentam muitas dificuldades ao se relacionar com o mercado, que funciona

---

<sup>14</sup> Termo do campo da Economia que indica quanto, do preço do produto está acima do seu custo de produção e distribuição; ou seja, refere-se à diferença entre o custo de um produto e seu preço de venda.

<sup>15</sup> Conceito da área do *marketing* que indica a promoção de um produto e sua exposição para os potenciais consumidores.

dentro de uma estrutura lógica e dinâmica, concentradora e excludente. O aumento da produção agroecológica familiar põe o desafio de se criarem outras formas de mercado com capacidade de absorver a oferta crescente, sem submeter os agricultores (as) às relações de dependência e injustiças presentes nos canais de comercialização convencionais. Nessa proposta está implícito o aumento do acesso de toda a população brasileira a uma alimentação saudável e equilibrada, o que se contrapõe à perspectiva elitizada dos nichos de mercado (Figura 11).



**Figura 11.** Feira Livre da Agricultura Familiar de Venda Nova do Imigrante. Fonte: Acervo Evaldo de Paula (2022).

As experiências existentes na área da comercialização da produção agroecológica familiar indicam uma grande dificuldade na organização da produção diante da demanda da comercialização, garantindo qualidade e regularidade dos produtos agroecológicos. Em sua maioria, a escala de produção gera pequenos volumes; falta planejamento da produção para o consumo previamente definido; a formação para a gestão comercial é insegura; os consumidores não possuem organizações. Todos esses fatores restringem a criação e consolidação de vias de comercialização adequados e eficientes à realidade da produção agroecológica familiar (ENA, 2002; FIGUEIRO et al., 2022).

A viabilização da comercialização da produção agroecológica familiar está intimamente ligada ao processo de transformação, que garante maior rentabilidade aos produtos, além de propiciar maior estabilidade e perdas menores no processo de comercialização. A viabilização da comercialização da produção agroecológica familiar envolve uma série de desafios e estratégias específicas (ENA, 2002; CERDÁN; GUZMÁN; BENITEZ, 2019; CALLE-COLLADO, 2020).

De acordo com esses mesmos autores, existem muitas restrições no âmbito da transformação que têm sido comuns às diversas iniciativas em todo o território nacional, com destaque para: as leis e os órgãos oficiais, que restringem e não facilitam a atuação dos agricultores familiares na transformação da produção agroecológica, pois as políticas estão voltadas para as grandes indústrias de processamento; a deficiência de tecnologia de transformação e de assessoria técnica adequada às unidades familiares de processamento; a insuficiente capacidade de gestão das unidades de transformação (produção e comercialização); as reduzidas políticas públicas, particularmente de crédito e de incentivos fiscais, voltados para a produção e transformação agroecológica familiar.

Tem-se a necessidade de se priorizar os mercados locais e regionais, trazendo a aproximação de produtores e consumidores, sendo muito importante a criação de diferentes formas e espaços de organização e articulação entre as duas partes. É importante salientar que o consumo vem sendo entendido como uma vertente de ação política, juntando o interesse das pessoas em se alimentar com qualidade, compreendendo que estão contribuindo para o fortalecimento da agricultura familiar. Observa-se, na Figura 12, feira livre destacando a importância da mulher na produção e na comercialização de produtos da agricultura de base familiar.

Sendo assim, promove-se o consumo consciente e responsável, originando novas formas de relacionamento entre produtores e consumidores, marcando os contornos de um mercado mais justo e solidário (ENA, 2002) (Figura 13).



**Figura 12.** Feira Livre da Agricultura Familiar. Fonte: Aldebaran Moura/FASE, 2017.



**Figura 13.** Feira livre da agricultura familiar de Venda Nova do Imigrante, ES. Fonte: Acervo Evaldo de Paula (2022).

Nesse contexto de dificuldade e desafios no campo da transformação e comercialização, está clara a necessidade entre as organizações dos agricultores familiares agroecológicos, local e regional, para maximizar as experiências existentes e incentivar as novas iniciativas. A articulação entre elas



pode representar a possibilidade de programar redes de comercialização em busca de alternativas de abastecimento alimentar, favorecendo tanto agricultores como consumidores (ENA, 2002; CERDÁN; GUZMÁN; BENITEZ, 2019; CALLE-COLLADO, 2020).

Diante da riqueza e diversidade de iniciativas de agricultores familiares agroecológicos e de suas organizações no campo da transformação e comercialização de produtos agroecológicos, em todas as regiões do país, e os problemas enfrentados atualmente, propõe-se uma ação política que abranja algumas questões, tais como (ENA, 2002):

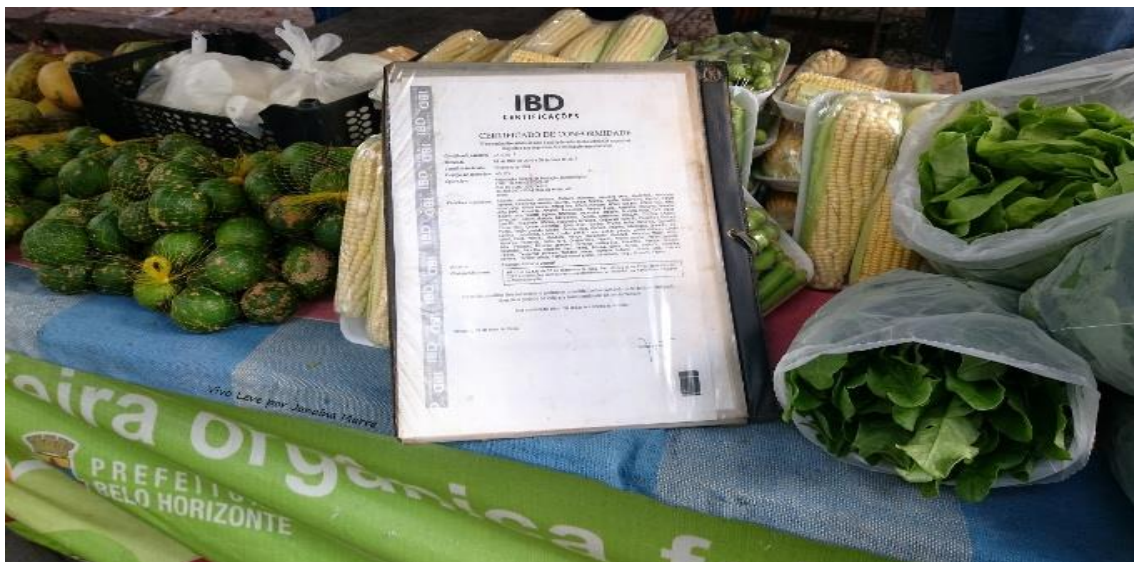
- ✓ Incentivo e apoio às iniciativas e experiências de comercialização de produtos agroecológicos, incluindo os transformados, ligadas à produção familiar, sempre respeitando as especificidades regionais;
- ✓ Apoio das administrações municipais às iniciativas de comercialização local;
- ✓ Capacitação e reorientação do pessoal técnico das instituições públicas que fazem inspeção e, ou, liberação de registros de funcionamento de unidades de transformação, para viabilizar e regularização dos processamentos da produção familiar;
- ✓ Destinação de recursos para apoio e assessoria técnica em toda a cadeia produtiva agroecológica, por intermédio de instituições públicas e de organizações de agricultores ou ONGs, mediante parcerias, programas/projetos, convênios, entre outros;
- ✓ Criação de mecanismos de socialização de informações sobre legislação e suas mudanças e sobre incentivos ou subsídios relativos à agroecologia e à transformação e comercialização de produtos;
- ✓ Capacitação dos produtores e produtoras agroecológicos e suas organizações para a gestão de atividade de transformação e comercialização;
- ✓ Incentivo ao desenvolvimento de pesquisas sobre equipamentos e processos de transformação adequados à produção familiar;
- ✓ Estímulo e apoio às iniciativas que contribuam para a aproximação entre produtores e familiares e consumidores; e
- ✓ Criação de incentivos e subsídios para viabilizar a intensificação do processo de transição para a agroecologia, sem transferir para os produtores e

consumidores o ônus provocado pelo processo de modernização da produção rural e seus impactos ambientais (SOUZA; FONSECA, 2023).

### 3.5. Gestão da qualidade

A gestão da qualidade no meio rural envolve a execução de práticas e sistemas que visam garantir a qualidade dos produtos e processos agrícolas. Segundo Meireles et al. (2004), a Gestão da Qualidade acontece na prática por meio da implantação de três atividades:

- ✓ Planejamento e qualidade: Permite a empresa se preparar antes de começar a produzir seus produtos, definindo a qualidade pretendida para os mesmos a partir do conhecimento dos desejos dos clientes e das exigências legais;
- ✓ Controle da qualidade: permite a empresa acompanhar os processos produtivos para assegurar que a qualidade pretendida para o produto esteja sendo obtida e que os produtos com problemas não cheguem até o cliente;
- ✓ Melhoria da qualidade: permite a empresa identificar e priorizar problemas, descobrir suas principais causas, buscar e implantar soluções criativas e identificar oportunidades de melhoria no dia a dia, a partir de informações de dentro da empresa e daquelas vindas dos clientes (Figura 14).



**Figura 14.** Certificação orgânica. Fonte: <https://vivoleve.com.br/feiras-organicas-agroecologicas-em-bh>, 2017.

A propriedade rural familiar pode e deve ser considerada uma empresa e o produtor familiar um empresário rural. Desta forma, as atividades da Gestão da Qualidade (planejar-controlar-melhorar) devem ser aplicadas no dia a dia da propriedade agrícola familiar, desde a aquisição de insumos, passando pelo plantio e colheita até o transporte e entrega dos produtos aos consumidores (MEIRELLES et al., 2004; JAFFEE; HENSON; UNNEVEHR, 2019).

Esses mesmos autores afirmam que é importante esclarecer que gerenciar a qualidade não é para ser visto como um custo adicional para o agricultor, mas sim um investimento que é feito com a finalidade de melhorar as condições de comercialização de seus produtos e de uma melhor qualidade de vida para seus familiares.

Para realizar na prática as atividades da Gestão de Qualidade é importante que o produtor rural familiar invista nos seguintes fatores, basicamente: material de trabalho; tempo; conhecimento; pessoas (MEIRELLES et al., 2004).

Nos dias atuais, particularmente para públicos mais exigentes e com maior preocupação socioambiental, a gestão da qualidade no meio rural envolve a execução de práticas e processos que visam garantir a produção de alimentos seguros, saudáveis e de alta qualidade. Além disso, busca-se melhorar a eficiência dos processos agrícolas e a satisfação dos clientes, promovendo a sustentabilidade e a competitividade do setor agrícola. Alguns elementos-chave da gestão da qualidade no meio rural da incluem (JAFFEE; HENSON; UNNEVEHR, 2019):

- ✓ Boas Práticas Agrícolas (BPA): São diretrizes e normas que abrangem aspectos tais como o manejo do solo, uso de insumos agrícolas, controle de pragas e doenças e higiene na produção. As BPA visam garantir a produção de alimentos seguros, minimizando riscos para a saúde humana e o meio ambiente.
- ✓ Certificações de Qualidade: Existem certificações específicas para a produção agrícola que atestam a conformidade com padrões de qualidade e sustentabilidade. Podem-se citar as certificações orgânicas, *Fair Trade*, GlobalGAP, entre outras. Essas certificações fornecem credibilidade aos produtos agrícolas e abrem oportunidades de acesso a mercados exigentes.

- ✓ Controle de Qualidade: Envolve a execução de processos de controle e monitoramento da qualidade ao longo da cadeia produtiva, desde a produção até a distribuição. Inclui a realização de testes de qualidade em laboratórios, inspeções, rastreabilidade dos produtos, controle de prazos de validade, entre outros.
- ✓ Gestão Ambiental: Considera a sustentabilidade ambiental como parte integrante da gestão da qualidade no meio rural. Envolve práticas de conservação do solo, proteção dos recursos hídricos, uso eficiente de energia, gestão de resíduos agrícolas, entre outras ações que minimizam o impacto ambiental da produção agrícola.
- ✓ Melhoria Contínua: A gestão da qualidade no meio rural também busca a melhoria contínua dos processos e produtos agrícolas. Isso envolve a análise de dados, identificação de oportunidades de melhorias, execução de ações corretivas e preventivas, e o uso de ferramentas como o ciclo PDCA (Plan-Do-Check-Act).

É importante ressaltar que a gestão da qualidade no meio rural pode variar de acordo com as características específicas de cada tipo de produção agropecuária, região geográfica e requisitos do mercado. Portanto, é fundamental adaptar as práticas de gestão da qualidade às necessidades e demandas específicas de cada contexto.

### **3.6. Gestão financeira e de custos**

Para Meirelles et al. (2004), os processos de controles de custo são relativamente simples e sus resultados em longo prazo costumam ser muito positivos. Deve-se seguir uma sequência de quatro passos: Planejar; controlar; Organizar e Dirigir, apresentados na Figura 4.

O fato é que a gestão financeira e de custos no meio rural é fundamental para garantir a sustentabilidade econômica das atividades agrícolas. Essa área de gestão abrange uma série de práticas e ferramentas que permitem aos agricultores tomar decisões financeiras informadas e controlar os custos associados à produção agropecuária. A partir de uma visão recente, alguns elementos importantes da gestão financeira e de custos no meio rural devem

incluir (REZENDE; MATIAS, 2016; ASSAF NETO; SILVA, 2017; HORNGREN; DATAR; RAJAN, 2018):

- ✓ Orçamento e planejamento financeiro: Elaboração de um orçamento anual que detalha as receitas e despesas esperadas, permitindo o planejamento financeiro e o acompanhamento do desempenho financeiro ao longo do tempo.
- ✓ Análise de custos de produção: Identificação e cálculo dos custos envolvidos na produção agrícola, como insumos, mão de obra, manutenção de equipamentos, entre outros. Isso permite uma compreensão detalhada dos custos e auxilia na tomada de decisões relacionadas à alocação de recursos.
- ✓ Indicadores financeiros: Utilização de indicadores financeiros, como margem bruta, margem líquida, retorno sobre investimento (ROI) e ponto de equilíbrio, para avaliar a rentabilidade e a eficiência financeira da atividade agrícola.
- ✓ Gestão de fluxo de caixa: Acompanhamento e planejamento do fluxo de entrada e saída de dinheiro, garantindo a disponibilidade de recursos para cobrir despesas e investimentos necessários.
- ✓ Análise de viabilidade de investimentos: Avaliação financeira de projetos de investimento agrícola, considerando custos, benefícios e riscos envolvidos. Isso auxilia na decisão de investir em novas tecnologias, infraestrutura ou expansão das operações.
- ✓ Gestão de riscos financeiros: Identificação e gerenciamento de riscos financeiros, como flutuações nos preços de *commodities*, volatilidade cambial e condições climáticas adversas. Isso envolve o uso de estratégias de proteção, como *hedge*, seguro agrícola e diversificação de culturas.

Essas práticas e observações fornecem uma base sólida para compreender os conceitos e práticas da gestão financeira e de custos no meio rural. É importante adaptar as informações e as estratégias mencionadas às especificidades do seu contexto agropecuário e buscar referências locais para obter *insights* relevantes para a sua realidade.

### 3.7. Recursos financeiros

Identifica o que é prioridade e a quantidade de recursos que o produtor precisa. Faz-se necessário avaliar as condições de financiamento de cada uma das linhas de crédito existentes (limite de financiamento, taxas de juros, carência, prazos máximos, garantias exigidas). O Estado disponibiliza muitas linhas de créditos para a agricultura com condições de pagamento especiais para agricultura familiar, com destaque para o PRONAF (MEIRELLES et al., 2004; REZENDE; MATIAS, 2016).

O PRONAF é o “principal instrumento de política pública de apoio à agricultura familiar brasileira desde sua criação em meados da década de 1990” (PRETO; HORN, 2020). O principal objetivo do PRONAF é ampliar a geração de renda de agricultores familiares, financiando recursos para custeio e investimento das mais diversas necessidades relacionadas à implantação, ampliação ou modernização da estrutura de produção, ao beneficiamento, industrialização e de serviços na propriedade rural.

O PRONAF é subdividido em diversos subprogramas ou linhas de crédito, que visam atender finalidades específicas. Dentre elas destacam-se as seguintes:

- ✓ Programa de Aquisição de Alimentos (PAA);
- ✓ Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE);
- ✓ Programa Nacional de Crédito Fundiário (PNCF);
- ✓ Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (Pronaf) - **Pronaf Agroindústria** – direcionado ao processamento e a futura comercialização, **Pronaf Cota-Parte** – direcionado aos integrantes de cooperativas, **Pronaf Custeio** – direcionado a custear a produção, **Pronaf Floresta** – direcionado a projetos agroflorestais, **Pronaf Jovem** – direcionado a jovens que trabalham com agropecuária, **Pronaf Mais Alimentos** – direcionado a melhoria da infraestrutura da produção, **Pronaf Mulher** – direcionado a mulheres que trabalham com agropecuária;
- ✓ Sistema Unificado de Atenção à Sanidade Animal (Suasa);
- ✓ Programa de Cadastro de Terras e Regularização Fundiária;
- ✓ Programa Nacional de Produção e uso do Biodiesel (PNPB) (**mamona, girassol, soja, dendê e amendoim**).

Programas de incentivo à agricultura familiar são fundamentais para reduzir a desigualdade social no Brasil. As políticas públicas também permitem que os produtores rurais cresçam. As questões apresentadas perpassam as diferentes etapas do cotidiano dos agricultores familiares, que têm a responsabilidade de fazer o melhor para serem protagonistas na construção de um campo mais produtivo e sustentável.

Tais programas trazem benefícios à agricultura familiar, em especial o PRONAF. Apresentam um retorno social relevante por atenderem a população de menor poder aquisitivo, devendo ser fomentados.

#### **4. Considerações finais**

A organização da produção agropecuária de base agroecológica possui como agente principal o agricultor familiar. Tem sido observado que a agroecologia vem como uma ferramenta transformadora da condição socioeconômica e cultural para os agricultores familiares.

A gestão da propriedade rural pelo agricultor familiar engloba várias atividades que intentam ao planejamento, controle e organização, buscando subsídios para o gerenciamento das atividades e tomada de decisões, com o objetivo de obter aumento da produção e a redução de custos, proporcionando melhores resultados econômicos e financeiros para sua propriedade rural.

Todo gerenciamento eficiente requer um controle rotineiro acurado de dados gerenciais e que apresenta e contextualiza a gestão no âmbito da agropecuária. Porém, existem algumas dificuldades para que o produtor possa executar esse gerenciamento eficiente, tais como: impossibilidade de controle do clima; aparecimento de pragas e doenças; sazonalidade da produção; mão de obra; visão gerencial estreita; assistência técnica deficiente; e ferramentas gerenciais insuficientes para o agricultor familiar.

Apesar da evolução nas duas últimas décadas, pode-se notar que os esforços voltados para as tecnologias de gestão e de informação são ainda incipientes. As tecnologias de gerenciamento, contudo, são fundamentais para a competitividade da agricultura familiar agroecológica: portanto, não devem ser esquecidas. Sendo assim, reforça-se a importância da divulgação e execução

das técnicas agroecológicas que permitirão a redução dos custos nas pequenas propriedades rurais aliadas a um bom gerenciamento, para que se obtenham resultados positivos.

São inquestionáveis os benefícios da gestão da propriedade rural pelo agricultor familiar. É importante reconhecer e apoiar a importância desses agricultores na promoção da agricultura sustentável, da segurança alimentar e do desenvolvimento local. Ter-se-ão como principais benefícios: Autonomia e independência; Geração de renda e segurança alimentar; Preservação do conhecimento tradicional; Preservação do meio ambiente e sustentabilidade; e o Fortalecimento da comunidade local.

Esses são apenas alguns dos benefícios da gestão da propriedade rural pelo agricultor familiar. É importante reconhecer e apoiar a importância desses agricultores na promoção da agricultura sustentável, da segurança alimentar e do desenvolvimento local.

## 5. Referências

ABA. Associação Brasileira de Agroecologia. **Quem somos**. Rio de Janeiro, 2020. Disponível em: <http://aba-agroecologia.org.br/sobre-a-aba-agroecologia/sobre-a-aba/>. Acesso em: 24 abr. 2020.

ALTIERI, M. A. **Agroecologia**: as bases científicas da agricultura alternativa. Rio de Janeiro: PTA – FASE, 1989. 237 p.

ASSAF NETO, A.; SILVA, C. A. **Administração financeira**. Atlas. 2017

ASSIS, R. L.; ROMEIRO, A. R. Agroecologia e agricultura orgânica: controvérsias e tendências. **Desenvolvimento e meio ambiente**, n. 6, p. 67-80, 2002. Editora UFPR.

AVILA, E. A. S.; NASCIMENTO, L. H. P.; NEVES, L. A. **Sustentabilidade na agricultura familiar**. Editora UFLA. 2018.

BATALHA, M. O.; BUAINAIN, A. M.; SOUZA FILHO, H. M. de. Tecnologia de gestão e agricultura familiar. **Gestão integrada da agricultura familiar**. São Carlos: EDUFSCAR, p. 43-65, 2005.

BITTENCOURT, G. Agricultura familiar e agronegócio: questão para pesquisa. In: LIMA, D. M. A.; WILKINSON, J. (org.) **Inovação nas tradições da Agricultura Familiar**. Brasília: CNPq/Paralelo 15, p. 85-94, 2002.



BRANDENBURG, A. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**: caminhos da agricultura ecológica. Curitiba: Editora da UFPR, n. 6, 2002, p. 11-28.

CARMO, M. S. A Produção familiar como *Locus Ideal* da Agricultura Sustentável. **Agricultura em São Paulo**, São Paulo, v.45, n.1-15, 1998.

CARNEIRO, M.J.; FLEXOR, G.; LEITE, S.; CAZELA, A.A.; SCHMIDT, W.; MARQUES, P.M.; MENASCHE, R.; DUQUE, G.; DINIZ, P.;SIDERSKAY P.; ALMEIDA, P.; FREIRE, A.; SILVEIRA, L.; SILVEIRA, M.; BARROS, E.; TOSTA, J.; OLIVEIRA, J. S. Multifuncionalidade da agricultura no Brasil. Disponível em: [www.cirad.org.br/content/download/703/4515/version/5file/RA+4.03.+Bonnal+multifuncionalit%E9.doc](http://www.cirad.org.br/content/download/703/4515/version/5file/RA+4.03.+Bonnal+multifuncionalit%E9.doc). Acesso em: 17 nov. 2007.

CERDÁN, C. R.; CALLE-COLLADO, Á. Comercialización de productos agroecológicos: un análisis de la literatura científica. **Agricultura, sociedad y desarrollo**, v. 17, n. 1, p. 5-26, 2020.

COSTA NETO, C. Agricultura Sustentável, Tecnologia e Sociedade. In: COSTA, L. F. DE C.; MOREIRA, R. J.; BRUNO, R. (Ed.). **Mundo Rural e Tempo Presente**. Rio de Janeiro: Mauá, 1999. p. 299-321.

EHLERS, E. **Agricultura Sustentável**: origens e perspectivas de um novo paradigma. São Paulo: Livros da Terra, 1996.

EPOCHTIMES. **Produtos orgânicos**. Disponível em: <https://www.epochtimes.com.br/sucesso-agricultura-organica-nao-ogms-agrotoxicos/>. Acesso em: 29 ago. 2022.

FERNANDES, B. M.; LE BOURLEGAT, C. A. **Agricultura familiar**: transformações recentes e perspectivas. Editora Unesp. 2014.

FIGUEIREDO, J. S. M.; VARDIERO, L. G. G.; XAVIER, S. A. B.; SILVA, M. A. B. da; ARAUJO, O. P.; PEIXOTO, P. M. C.; PERON, I. B.; OLIVEIRA, F. S. de; SOUZA, M. N. Agroecologia como meio para a sustentabilidade da agricultura familiar. In: SOUZA, M. N. (Org.) **Tópicos em recuperação de áreas degradadas**. Vol. IV. – Canoas, RS: Mérida Publishers. p. 99-126. 2022. DOI: <https://doi.org/10.4322/mp.978-65-84548-10-7.c3>

GLIESSMAN, S. R. **Agroecologia**: processo ecológico em agricultura sustentável. Porto Alegre: Ed. UFRGS. 2001.

GUZMÁN, G. I.; BENITEZ, C. E. Agroecología y mercados: opciones de comercialización para productos agroecológicos. **Agroecología**, v. 14, n. 2, p. 161-174, 2019.

HECHT, S. B. A evolução do pensamento agroecológico. In: ALTIERI, M.A. (ed.). **Agroecologia**: as bases científicas da agricultura alternativa. Rio de Janeiro: PTA/FASE, 1989. p. 25-41.

HILL, C. W.; HULT, G. T.; MCKAIG, T. **Global business today**. McGraw-Hill Education. 2019.

HORNGREN, C. T.; DATAR, S. M.; RAJAN, M. V. **Cost Accounting: A Managerial Emphasis**. Pearson. 2018.

JAFFEE, S.; HENSON, S.; UNNEVEHR, L. (Eds.). **The Routledge Handbook of Food and Agricultural Economics**. Routledge. 2019.

KOTLER, P. **Administração de Marketing: a edição do novo milênio**. 10 Ed. São Paulo: Prentice Hall, 2000.

KOTLER, P.; KELLER, K. L. **Administração de marketing**. Pearson Education Brasil. 2016.

LOUBACK, G. C.; SOUZA, M. N.; VARDIERO, L. G. G.; CAMPOS, L. G. C.; SOUZA, E. A.; BASTOS, C. S. M. Análise da Sustentabilidade no Sítio Jaqueira Agroecologia, utilizando a ferramenta APOIA-NovoRural. **Observatorio de la economía latinoamericana**, v. 21, p. 3875-3900, 2023.

MEIRELLES H. S. F. et al. Gestão Integrada da Agricultura Familiar: **Guia para gestão da propriedade agrícola familiar** – GIAF – Projeto financiado pelo CNPq, São Carlos: GEPAL, 2004.

MEIRELLES H. S. F.; BATALHA M. O. **Gestão Integrada da Agricultura Familiar**. Edufscar: São Carlos, 2005. 359 p.

NAGLE, T. T.; HOGAN, J.; ZALE, J. **The strategy and tactics of pricing: a guide to growing more profitably**. Routledge. 2019.

NEVES, M. F.; MAIA, A. G.; WEDEKIN, I. **Gestão da agricultura familiar: planejamento, organização e controles**. Atlas. 2015.

PRETTO, J. M.; HORN, C. H. Uma avaliação do PRONAF no período 1995-2018. **Revista do Desenvolvimento Regional**, Faccat, Taquara-RS, v. 17, n. 1, jan./mar., p.35-49, 2020.

QUEIROZ, T. R.; BATALHA, M. O. O uso dos sistemas de custeio e indicadores de desempenho em propriedades agrícolas familiares e patronais. In: EGNA, Congresso internacional de economia e gestão de redes agroalimentares, IV. 2003, Ribeirão Preto. **Anais...** Ribeirão Preto, outubro de 2003.

REZENDE, A. J.; MATIAS, A. B. **Gestão de Custos: Uma abordagem prática**. Atlas. 2016.

REZENDE, C.; ZYLBERSZTAJN, D. Uma Análise da complexidade do gerenciamento rural. In: **Anais...** SEMINÁRIO EM ADMINISTRAÇÃO DA FEA-USP, IV. 1999, São Paulo, 1999.

SANTOS, C. F. dos; SIQUEIRA, E. S.; DE ARAÚJO, I. T.; MAIA, Z. M. G. A agroecologia como perspectiva de sustentabilidade na agricultura familiar. **Ambient. Soc.**, São Paulo, v. 17, n. 2, p. 33-52, 2014.

SAVASSIAGRONEGOCIO. **Certificação orgânica**. Disponível em: <https://www.savassiagronegocio.com.br/blog/esclarecendo-duvidas-sobre-certificacao-organica-55>. Acesso em: 09 ago. 2022.

SILVA, A. B.; SANTOS, C. D. Gestão de propriedades rurais: desafios e perspectivas. **Revista Brasileira de Agricultura**, v. 15, n. 2, p. 45-62, 2018.

SOUZA, M. N.; FONSECA, R. A. A evolução dos movimentos ambientais e o surgimento da AIA. In: SOUZA, M. N. (Org.) **Tópicos em recuperação de áreas degradadas**. Vol. V. – Canoas, RS: Mérida Publishers, 2023. 348 p. ISBN: 978-65-84548-12-1. DOI: <https://doi.org/10.4322/mp.978-65-84548-12-1.c1>

TAIT, M. M.; NEVES, E. F.; GONÇALVES, G. **Agroecologia e tecnologia social como caminhos para o desenvolvimento rural integral**: uma aproximação. *Economia e Desenvolvimento*, [S.l.], v. 32, p. 9, 2020.

WANDERLEY, M. de N. B. Pequena Produção: Uma perspectiva Comparativa. In: VILAS WANDERLEY, Maria de Nazareth Baudel. **Olhares sobre o “rural” brasileiro**. Recife, 1999 (mimeog.).

XAVIER; S. A. B.; MOREIRA; T. B. R.; CASSA, N.; CRESPO, A. M.; LOUBACK, G. C.; PERON; I. B.; VARDIERO, L. G. G.; SOUZA, M. N. Agroecologia aplicada aos procedimentos de recuperação de áreas degradadas. In: SOUZA, M. N. (Org.) **Tópicos em recuperação de áreas degradadas**. Vol. V. – Canoas, RS: Mérida Publishers, 2023. 348 p. ISBN: 978-65-84548-12-1. DOI: <https://doi.org/10.4322/mp.978-65-84548-12-1.c3>

## CAPÍTULO 10

---

### Extensão rural - acesso à informação e ao livre mercado

Maurício Novaes Souza, João Medeiros Neto, Roney José Monteiro, David Brunelli Viçosi, Vivia Motta Leal, Alexandre Cristiano Santos Júnior, Clarissa Alves de Novaes, Gabriela Alves de Novaes, Andresa Carolina Mendes Pinheiro, Aline Marchiori Crespo, Priscila de Oliveira Nascimento

<https://doi.org/10.4322/mp.978-65-84548-14-5.c10>

#### Resumo

A extensão rural tem suas raízes nos Estados Unidos da América quando da passagem de uma estrutura agrícola escravista para uma estrutura mercantil e capitalista: foi formalizada pelo governo em 1914 como Serviço Cooperativo de Extensão Rural. No Brasil, as Associações de Crédito e Assistência Rural (ACAR) surgiram como parte de um programa de política agrícola criado durante o governo de Getúlio Vargas, no final dos anos da década de 1940. No estado do Espírito Santo, deu-se a criação da Associação de Crédito e Assistência Rural do Espírito Santo (Acares), em 1956. Em 1974 aconteceu a fundação da EMESPE e em 1975 a EMATER, que incorporou a Acares. Atualmente, o Incaper está presente em todos os municípios do estado do Espírito Santo. O fato é que a tecnologia, não sendo neutra, implica a necessidade de uma explicação social para o seu desenvolvimento, por trazer consequências sociais variadas, como a sua adoção pelo setor produtivo. Outro aspecto fundamental se refere à difusão de tecnologia e a interinstitucionalidade: são conceitos relevantes em diversas áreas, incluindo ciência, pesquisa, desenvolvimento tecnológico e inovação. Tanto a difusão de tecnologia quanto a interinstitucionalidade são fundamentais para o progresso tecnológico e científico em uma sociedade. Ao compartilhar conhecimentos e trabalhar em conjunto, as instituições podem superar desafios complexos e impulsionar o desenvolvimento sustentável e o bem-estar geral. Há de se considerar que nas economias em desenvolvimento, as novas tecnologias e informações têm pouca probabilidade de serem fornecidas adequadamente por instituições de mercado, principalmente pelo fato destes serem mais informais e caracterizados como bens públicos. Nestes casos, como no Brasil, principalmente pelos efeitos da globalização, os governos têm um papel fundamental no fornecimento dessas informações, sobre as inovações tecnológicas, em busca da qualidade e de produtividade. Nesse sentido, o papel do extensionista de Serviço Público é cada vez mais importante. Exemplos clássicos se referem à Embrapa; e ao Incaper, que executou o PEI – Planejamento Estratégico no ano de 2007, tendo como objetivo buscar a eficiência e a efetividade nas ações da Instituição, possibilitando o estabelecimento de um novo padrão para o desenvolvimento do Estado, por intermédio dos serviços públicos de pesquisa, assistência técnica e extensão rural. Ao final do capítulo, será apresentado um estudo de caso da agroindústria Rancho Sossego, com a participação do Ifes e outras instituições, demonstrando um caso de sucesso que demonstra a indissociabilidade entre ensino, pesquisa e extensão no desenvolvimento sustentável da agricultura familiar.

**Palavras-chave:** Extensão Rural, Assistência técnica, Difusão tecnológica.

## 1. Introdução

A extensão rural tem suas raízes nos Estados Unidos da América quando da passagem de uma estrutura agrícola escravista para uma estrutura mercantil e capitalista: antes do século XIX, a agricultura nos EUA era predominantemente baseada em pequenas propriedades familiares e agrícolas de subsistência. No entanto, com o avanço da Revolução Industrial e a expansão da economia, ocorreu uma transição para uma agricultura mais comercial e intensiva em capital. Essa mudança trouxe novos desafios para os agricultores, exigindo técnicas e conhecimentos mais avançados para aumentar a produtividade e se adaptar às mudanças econômicas (SWANSON, 2008; GASTEYER, 2010).

De acordo com esses mesmos autores, a extensão rural nos EUA começou a se desenvolver no final do século XIX, quando foram criadas as "Farmers Institutes" (Institutos de Agricultores) em alguns estados. Esses institutos visavam oferecer palestras e aulas práticas para agricultores, abordando questões tais como métodos agrícolas, criação de animais, controle de pragas e novas tecnologias. Com o sucesso dessas iniciativas, o governo federal e os estados começaram a investir mais na extensão rural.

No início do século XX, com o passageiro da "Lei Hatch" de 1887 e a "Lei Smith-Lever" de 1914, a extensão rural foi formalmente instituída nos EUA. A Lei *Hatch* permitiu o estabelecimento de estações experimentais agrícolas nas universidades estaduais, onde pesquisas científicas poderiam ser realizadas para beneficiar os agricultores. A Lei *Smith-Lever* criou o Serviço de Extensão Cooperativa, vinculado ao Departamento de Agricultura dos EUA (USDA) e às universidades estaduais, cujo objetivo era levar os resultados das pesquisas das estações experimentais diretamente aos agricultores por intermédio de agentes de extensão (SWANSON, 2008; GASTEYER, 2010).

A partir desse momento, de acordo com esses mesmos autores, a extensão rural nos EUA se expandiu rapidamente e se tornou uma parte essencial do sistema agrícola do país. Os agentes de extensão trabalham em estreita colaboração com os agricultores, fornecendo informações atualizadas sobre técnicas agrícolas, práticas sustentáveis, manejo de recursos naturais, uso eficiente de insumos agrícolas e acesso a programas de assistência do governo. Além disso, a extensão rural nos EUA também desempenhou um papel crucial

no desenvolvimento de programas de educação agrícola nas escolas rurais e no incentivo à participação das mulheres na agricultura e em questões rurais.

Ao longo do tempo, a extensão rural nos EUA evoluiu para atender às necessidades cambiantes dos agricultores e das comunidades rurais, abraçando temas como conservação ambiental, desenvolvimento econômico local e diversificação agrícola. Em suma, a extensão rural nos Estados Unidos tem sido uma força impulsionadora no desenvolvimento agrícola do país, conectando a pesquisa científica às necessidades práticas dos agricultores e promovendo a melhoria contínua das práticas agrícolas e do bem-estar das comunidades rurais.

De acordo com Oliveira (1988), a formalização pelo governo americano em 1914 como Serviço Cooperativo de Extensão Rural, tinha por finalidade permitir à população rural americana, ausente das faculdades agrícolas, o acesso a conhecimentos úteis e práticos relacionados à agricultura, pecuária e economia doméstica, para a adoção de novos hábitos e atitudes no desenvolvimento de suas atividades produtivas.

Terminada a Segunda Grande Guerra, o mundo passou a viver um processo de bipolarização político-ideológica: de um lado, o sistema capitalista de produção (representado como principal potência o Estados Unidos); de outro, o socialismo (com a União das Repúblicas Socialistas Soviéticas). O contexto de guerra não declarada, com o Brasil estreitando suas relações políticas e comerciais com os Estados Unidos, foi responsável pela execução de medidas e programas no sentido de não permitir, por todos os meios possíveis, que o país demorando a declarar guerra aos países do Eixo, mudasse seu curso, tornando-se mais independente em relação aos Estados Unidos (MAGALDI, 2003).

De acordo com esse mesmo autor, nesse processo de aproximação, surgiriam no País as Associações de Crédito e Assistência Rural (ACAR), que faziam extensão rural; ou seja, levavam novas informações técnicas ao campo, mas não prestavam assistência técnica, que daria suporte às inovações introduzidas.

As Associações de Crédito e Assistência Rural (ACAR) surgiram no Brasil como parte de um programa de política agrícola criado durante o governo de

Getúlio Vargas, no final dos anos da década de 1940 e início dos anos da década de 1950. O objetivo principal dessas associações era fornecer assistência técnica e crédito rural para pequenos produtores rurais e agricultores familiares (DIEGUES, 2000; GUILHOTO; MARJOTTA-MAISTRO, 2001; SILVA, 2015).

O programa de ACAR foi instituído para atender às necessidades dos agricultores que, na época, enfrentavam desafios relacionados ao acesso ao crédito e à falta de conhecimento técnico para melhorar suas práticas agrícolas. Essas associações foram criadas com base no modelo de Extensão Rural adotado nos Estados Unidos, mas com adaptações para a realidade brasileira (MARJOTTA-MAISTRO, 2001; SILVA, 2015).

De acordo com Castro e Pereira (2017),

No Brasil, a origem dos serviços de Ater se situa em finais da década de 1940, quando foi criada a Acar, no estado de Minas Gerais, em 1948. Essa iniciativa resultou de recomendações do empresário norte-americano Nelson Rockefeller ao governo mineiro para criar uma instituição que atuasse em prol de melhorar as condições sociais e econômicas da vida no meio rural.

Dada à implantação do serviço de ATER nos anos da década de 1940, inaugurava-se um período áureo junto ao setor rural brasileiro. À época, tinha-se como propósito estimular as melhorias socioeconômicas das comunidades rurais; conseqüentemente, propiciar benefícios também aos moradores das áreas urbanas por meio de ganho em escala na produção de alimentos seguros (CASTRO; PEREIRA, 2017).

Cabe lembrar que as ACAR foram criadas por meio de parcerias entre o governo federal, estados, municípios e entidades privadas, como sindicatos rurais e cooperativas agrícolas. Essas associações tinham como objetivo principal levar assistência técnica e extensão rural aos produtores, proporcionando treinamentos, informações sobre práticas agrícolas modernas e tecnologias, além de facilitar o acesso a crédito rural para financiar a produção e investimentos nas propriedades (SILVA, 2015).

Para esse mesmo autor, as ACAR tiveram um papel fundamental no desenvolvimento agrícola do Brasil, ajudando a modernizar as práticas agrícolas, aumentar a produtividade e melhorar as condições de vida dos agricultores

familiares. Com o tempo, o programa evoluiu e se transformou, sendo incorporado ao que hoje é conhecido como o Sistema Nacional de Crédito Rural (SNCR).

Porém, de acordo com Castro e Pereira (2017), com as crises do petróleo em meados dos anos da década de 1970, com a elevação das taxas de juros internacionais, os governos passaram a enfrentar déficits fiscais, o que abriu questionamentos sobre qual deveria ser o papel do estado na economia. Isso posto, por razões operacionais e financeiras, ocorreu o primeiro o impacto sobre os serviços da Ater pública, com a extinção da EMBRATER - Empresa Brasileira de Assistência Técnica e Extensão Rural, em 1989, apontando ao seu desmantelamento nos anos de 1990.

Os serviços de assistência técnica e extensão rural, embora estejam expressos na Constituição Federal enquanto uma garantia do estado à sociedade, a extinção da EMBRATER em 1990, provocou uma abrupta desestruturação nas entidades estaduais, uma vez que algumas delas eram dependentes de até 90% do orçamento federal (PEIXOTO, 2014).

A partir de 1995, foram criadas algumas políticas atenuantes voltadas para setor da Agricultura Familiar, a exemplo do Programa Nacional da Agricultura Familiar – PRONAF; em 1999 se instituiu o Conselho Nacional de Desenvolvimento Rural – CNDR; em 2003 é elaborada a criação da Política Nacional de Assistência Técnica e Extensão Rural – PNATER; o Programa Nacional de Assistência Técnica e Extensão Rural - PRONATER, referendadas pela lei 12.188 de 2010 (CASTRO; PEREIRA, 2017).

Para esses mesmos autores, políticas estas consubstanciadas como modernas e sedimentadas no viés da sustentabilidade. Com intuito de promover ajustes e aglutinar as políticas de ater, em um processo de reestruturação, em 2014 foi criada a Agência Nacional de Assistência Técnica e Extensão Rural - ANATER, com a missão de promover a ampliação dos atendimentos de Ater no país em face da desarticulação entre as entidades de Ater, Governo e Público alvo.

No estado do Espírito Santo, deu-se a criação da Associação de Crédito e Assistência Rural do Espírito Santo (Acares), em 16 de novembro de 1956. Em



1974 aconteceu a fundação da EMESPE e em 1975 a EMATER, que incorporou a Acares. A EMATER/ES veio proporcionar orientação e assistência aos agricultores dos diversos municípios capixabas. Em 1999 houve a fusão da Emcapa e Emater, sendo criada a Emcaper. No ano 2000 a Emcaper se tornou uma autarquia, o que deu origem ao Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (INCAPER) (INCAPER, ES, s.d).

Atualmente, de acordo com esse mesmo autor, o Incaper está presente em todos os municípios do Espírito Santo. São escritórios, fazendas experimentais, laboratórios, centros de pesquisa e inovação e outras unidades que estão espalhadas no Estado, atuando a fim de promover soluções tecnológicas e sociais por meio de ações integradas de pesquisa, assistência técnica e extensão rural.

Segundo dados do Relatório de Gestão Incaper (2020),

Foram assistidos 28.892 beneficiários, dos quais 23.855 são agricultores familiares. Ainda de base familiar, destacam-se assentados, quilombolas, indígenas e pescadores, que juntos, somaram 1.645 pessoas atendidas. O atendimento a outros agricultores totalizou 1.167. Os demais somam 2.225 atendimentos (agentes políticos, estudantes, setores públicos, representantes da iniciativa privada, representantes de ONGs e técnicos de outras instituições) (SILVA; ROCHA, 2021).

Os atendimentos, em meio aos impactos da Covid 19, foram adaptados para que se desse a continuidade dos atendimentos. Alguns métodos foram adaptados por meio de tecnologias remotas, tais como, telefone, aplicativos de mensagens e videoconferências, o que permitiu dar a continuidade da assistência e orientação técnica. Foram feitos no ano de 2020, por meio das tecnologias, 9.788 atendimentos (SILVA; ROCHA, 2021).

Na recente ênfase dada ao papel crescente dos mercados, em detrimento aos serviços públicos, alguns países tentaram, sem sucesso, colocar a extensão rural numa base de autossustentação. Dados os meios modernos de comunicação, é fácil tornar essas informações disponíveis para todos que as considerem úteis e essenciais para o funcionamento eficiente do mercado (OLIVEIRA, 1998; ALVES, 2001). Porém, observou-se ao longo do tempo, que o pequeno produtor não tem como acessar e se beneficiar plenamente das novas

tecnologias, sem o auxílio das empresas públicas de extensão (SILVA; ROCHA, 2021).

Isso porque é sabido, que nas economias em desenvolvimento, essas informações têm pouca probabilidade de serem fornecidas adequadamente por instituições de mercado, principalmente pelo fato destes serem mais informais e caracterizados como bens públicos. Nestes casos, como no Brasil, principalmente pelos efeitos da globalização, os governos têm um papel fundamental no fornecimento dessas informações, sobre as inovações tecnológicas e a cotações, em busca da qualidade e de produtividade. Nesse sentido, o papel do extensionista de Serviço Público, é cada vez mais importante (HOMEM DE MELO, 1985; GRAZIANO NETO, 1986; SILVA; ROCHA, 2021).

Ou seja, o trabalho do extensionista de serviço público é essencial para promover o desenvolvimento rural sustentável, aumentar a segurança alimentar, reduzir a pobreza no campo e fortalecer as comunidades rurais. Por intermédio da extensão rural, os agricultores podem acessar informações, tecnologias e recursos necessários para enfrentar os desafios do setor agropecuário e melhorar sua qualidade de vida.

## **2. Difusão de tecnologia e a interinstitucionalidade**

A difusão de tecnologia e a interinstitucionalidade são conceitos relevantes em diversas áreas, incluindo ciência, pesquisa, desenvolvimento tecnológico e inovação.

### **➤ Difusão de tecnologias**

Referem-se ao processo pelo qual uma nova tecnologia, inovação ou conhecimento técnico é disseminado e adotado por diferentes indivíduos, empresas, organizações ou países. Esse processo é crucial para o progresso da sociedade, pois permite que as descobertas científicas e tecnológicas sejam aplicadas em várias áreas para melhorar a qualidade de vida, impulsionar a economia e resolver problemas complexos (SCHLOTTFELDT, 1991; CASTRO; PEREIRA, 2017; TIDD; BESSANT, 2018).

A difusão de tecnologia pode ocorrer de diversas maneiras, tais como (ROGERS, 2003; ANSELL; GASH, 2007; KLIJN; EDELENBOS, 2010; EMERSON; NABATCHI; BALOGH, 2012; TIDD; BESSANT, 2018):

- ✓ Transferência de tecnologia: quando uma organização ou instituição compartilha suas descobertas e conhecimentos com outras entidades, tais como empresas, universidades, centros de pesquisa e governos;
- ✓ Colaborações e parcerias: por intermédio da colaboração entre diferentes instituições, a tecnologia pode ser disseminada e aprimorada de forma mais rápida e eficaz;
- ✓ Publicações científicas: a divulgação de pesquisas e resultados científicos em revistas, conferências e outros meios, ajudam a espalhar conhecimento e avanços tecnológicos; e
- ✓ Programas de incentivo: políticas governamentais tais como subsídios, financiamentos e incentivos fiscais, podem estimular a adoção e a difusão de tecnologias inovadoras.

#### ➤ **Interinstitucionalidade**

Refere-se à colaboração, cooperação e comunicação entre diferentes instituições, sejam elas públicas ou privadas, para enfrentar desafios e buscar soluções para questões complexas. É uma abordagem que reconhece que problemas contemporâneos geralmente exigem esforços conjuntos e abordagens holísticas, envolvendo diferentes perspectivas e conhecimentos (EMERSON; NABATCHI; BALOGH, 2012; CASTRO; PEREIRA, 2017).

Na prática, será demonstrado por meio do Estudo de Caso do Rancho Sossego, **no item 2.5**. Será evidenciado que a interinstitucionalidade pode envolver (ROGERS, 2003; ANSELL; GASH, 2007; KLIJN; EDELENBOS, 2010; EMERSON; NABATCHI; BALOGH, 2012; TIDD; BESSANT, 2018).

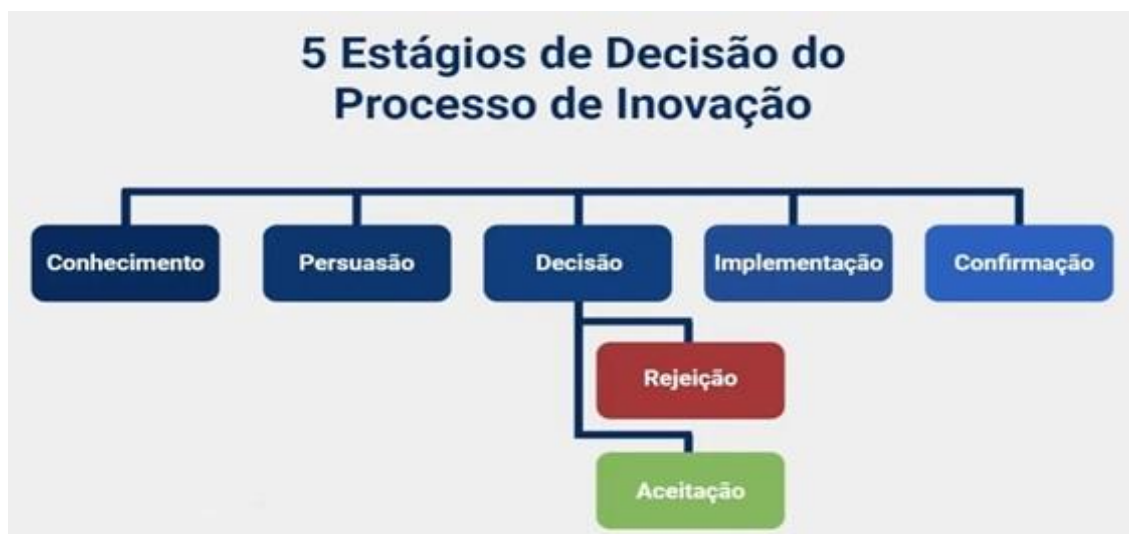
- ✓ Parcerias entre universidades e empresas para desenvolver e aplicar novas tecnologias no mercado;
- ✓ Colaborações entre agências governamentais para abordar questões sociais, econômicas e ambientais que requerem ações coordenadas; e

- ✓ Redes e consórcios de organizações que compartilham recursos, conhecimentos e *expertise* para alcançar objetivos comuns.

A interinstitucionalidade é especialmente relevante na área de inovação e pesquisa científica, onde a combinação de habilidades, recursos e visões pode conduzir a avanços significativos e acelerar a difusão de tecnologias inovadoras (TIDD; BESSANT, 2018).

Tanto a difusão de tecnologia quanto a interinstitucionalidade são fundamentais para o progresso tecnológico e científico em uma sociedade. Ao compartilhar conhecimentos e trabalhar em conjunto, as instituições podem superar desafios complexos e impulsionar o desenvolvimento sustentável e o bem-estar geral (EMERSON; NABATCHI; BALOGH, 2012; TIDD; BESSANT, 2018).

De acordo com Rockcontent (2022), a difusão da inovação passa pelas seguintes fases: conhecimento, persuasão, decisão, implementação e confirmação (Figura 1).



**Figura 1.** Estágios de decisão do processo de difusão e inovação. Fonte: <https://rockcontent.com/br/blog/lei-da-difusao-da-informacao/>, 2022.

Essa mesma fonte explicita:

- ✓ **Conhecimento**

A fase de conhecimento é o momento inicial, em que o produtor e, ou, o consumidor fica sabendo de alguma tecnologia ou produto e entra em contato

de forma acelerada. Trata da possibilidade de o produtor e, ou, cliente finalmente começar a desejar algum item; ou seja, do convencimento necessário para gerar mais interesse por parte dele.

### ✓ **Persuasão**

Uma vez que o produtor e, ou, usuário já está ciente da tecnologia e, ou, produto, é preciso esforço para persuadi-lo a adotar e, ou, comprar. Nesse sentido, a empresa precisa combater suas objeções e tornar o uso interessante para as suas necessidades, reforçando os aspectos positivos da nova tecnologia ou do produto.

### ✓ **Decisão**

Em um estágio ainda mais intenso, chega-se ao momento da decisão. Ou seja, o momento de finalmente “convencer” o produtor e, ou, o cliente a “comprar” a nova tecnologia e, ou, adquirir o produto, de fato. Segundo esse mesmo autor, é o momento mais complexo para entender os desejos dos produtores e, ou, dos consumidores, pelo fato de que, geralmente, as pessoas tomam decisões de maneira irracional.

### ✓ **Implementação**

Depois da decisão, vem a fase do pós-venda (no meio rural, trata-se da assistência técnica). Esse é o momento de finalmente tornar a tecnologia e, ou, o produto, parte da vida do produtor e, ou, consumidor, assegurando que ele consiga resolver seus problemas com o que foi apresentado e, ou, comprado. Esse estágio é a hora de tornar realidade as promessas das fases anteriores e gerar um real impacto na vida dos “clientes” com um suporte técnico adequado.

### ✓ **Confirmação**

Segundo Rogers (2020), citado por Rockcontent (2022), esse momento é o de atestar que a tecnologia e, ou, o produto realmente está tendo um bom

efeito. Ou seja, depois de usar, o produtor e, ou, o cliente finalmente chega à conclusão dos benefícios e decide compartilhar e disseminar aquela inovação. Daí em diante, aquela tecnologia e, ou, aquele item pode se tornar comum e difundir rapidamente em uma sociedade, finalmente, trazendo os retornos esperados pela empresa e pelas equipes internas.

Para atingir esses objetivos de forma plena, não se pode atuar isoladamente: quando as organizações atuam assim, de maneira geral, não alcançam de forma satisfatória seus objetivos institucionais, particularmente no sentido de atender às demandas das comunidades (que são os seus clientes). Na prática, os técnicos promoviam a elaboração de iniciativas individuais para suprirem essa dificuldade das ações institucionais, priorizando as relações informais em substituição às relações institucionais, como meio para elaborarem e executarem projetos (GIL, 1987; AMOROSO, 1994).

Como reflexo, de acordo com esses mesmos autores, àquela época, observava-se sério problema na difusão de tecnologia, muitas vezes não sendo adotada pelos produtores rurais, tendo como o grande culpado a burocratização das instituições, dificultando a interinstitucionalidade. Em muitas situações ocorria o descumprimento dos acordos firmados pelas instituições, prejudicando ou mesmo paralisando determinadas ações, trazendo frustrações ao corpo técnico, tendo como principal motivo o interesse maior pelos recursos financeiros.

De acordo com Gil (1987), a escolha de um problema de pesquisa implica, geralmente, o comprometimento de grupos, instituições, comunidades ou mesmo ideologia com a qual o pesquisador se identifica. A partir de meados dos anos da década de 1980, quando os recursos financeiros se tornaram escassos, é que as instituições públicas começaram a desenvolver ações conjuntas, buscando viabilizar a utilização de recursos na realização dos seus objetivos. Esse fato refletia o mau funcionamento da estrutura organizacional até aquele período, quando não trabalhavam em sinergia.

A Embrapa, por exemplo, a partir de 1990, tomou a iniciativa de reorientar sua proposta institucional, tendo como referência as tendências em

desenvolvimento organizacional do século XXI. Desse modo, a empresa iniciou mudanças irreversíveis em direção à modernidade, buscando novas estratégias de ação para a área de relacionamento interinstitucional no país e no exterior, adotando nova base conceitual para a sustentação desses relacionamentos, em toda a cadeia, inclusive a agroindústria (SOUSA, 1988; EMATER, 2003).

O mesmo aconteceu com a Emater, que vinha sofrendo a perda de seu quadro de funcionários para a iniciativa privada. A partir de 1991, a empresa deu início a um programa de modernização de sua estrutura, usando a mídia e a informática como ferramentas para aumentar a abrangência e a efetividade dos resultados. Também, houve a descentralização das decisões e o compartilhamento de responsabilidades, no sentido de aproximar-se dos produtores rurais (*ibidem*). Todavia, sabe-se que além destes esforços, é necessário um plano político-federal contínuo em favor da ATER pública, com lançamentos de programas específicos para cada setor atendido, além da necessidade de investimentos financeiros ininterruptos.

Contudo, em função destas questões políticas-administrativas inexistentes ou mal aplicadas, é comum que empresas públicas enfrentem desafios em relação à perda de funcionários para outros setores, principalmente para o setor privado, da educação superior ou até o do empreendedorismo. Isso pode ocorrer por vários motivos, que se resumem em uma precarização contínua do serviço de ATER pública em todo o Brasil por parte dos líderes políticos, em favor do estado mínimo e do aumento das privatizações, tendo por consequência, por exemplo, remuneração mais competitiva e melhores benefícios ou oportunidades de crescimento na iniciativa privada, melhores condições de trabalho, dentre outros: infelizmente, vem acontecendo também com o Incaper nos anos recentes.

Para evitar a perda de talentos, as empresas públicas precisam adotar estratégias, tais como: melhorar os planos de carreira, oferecer salários e benefícios mais atrativos, promover um ambiente de trabalho saudável e fornecer oportunidades de desenvolvimento profissional. Essas medidas podem ajudar a reter funcionários qualificados e experientes, garantindo a continuidade dos serviços prestados pela empresa pública (TIDD; BESSANT, 2018).

Além desse problema, outro que existia em tempos remotos era a imagem divergente entre pesquisador, extensionista e difusor (ARAÚJO; BRAGA, 1986). Para Tagliari (1994), seria necessário o esforço permanente para buscar novas ofertas de tecnologia e de um retorno contínuo à pesquisa. Do contrário, rapidamente o serviço de extensão rural não traria mais nada a oferecer aos agricultores, e a pesquisa perderia esse contato importante e fundamental.

A tecnologia, não sendo neutra, implica a necessidade de uma explicação social para o seu desenvolvimento, por trazer consequências sociais variadas, como a sua adoção pelo setor produtivo. O relacionamento participativo e crítico entre pesquisa e extensão possibilita a geração de conhecimentos e tecnologias mais apropriadas à realidade concreta da produção, devendo ser condizente com as necessidades do produtor rural (SOUSA, 1988; CASTRO; PEREIRA, 2017).

De acordo com Caporal (1991), era perceptível uma mudança teórica nos modos em que se firmam os acordos de pesquisa entre instituições. Antes, a “articulação” prevalecia; hoje, a “parceria” é tida como referência para estimular as estratégias de ações interinstitucionais. Porém, não raramente, as ações entre as instituições são dificultadas, atrasam ou, simplesmente, não aconteciam.

## **2.1. O clima organizacional brasileiro**

“Nenhuma organização é mais sólida do que os homens que a administram e delegam poderes a outros para administrá-las”. Para Alfredo Sloan Jr., *apud* Etzioni (1967), “as organizações são unidades sociais (ou agrupamentos humanos) intencionalmente construídas e reconstruídas, a fim de atingir objetivos específicos”.

Conforme Katz e Kahn (1987), nenhuma organização social pode sobreviver sem que haja, por parte de seus membros, a habitual aceitação das atividades a serem desenvolvidas, a compreensão e as habilidades necessárias para que sejam desempenhadas satisfatoriamente e a motivação para que se dedique a sua execução. O seu funcionamento será burocrático, desde que o sentido básico do processo decisório seja verticalizado, de cima para baixo.



Há de se analisar três elementos-chave prioritários para a sobrevivência das empresas (ROBBINS; COULTER; DECENZO, 2021):

- ✓ Habitual aceitação das atividades: para que uma organização social funcione bem, é fundamental que seus membros aceitem e estejam dispostos a realizar as atividades necessárias para alcançar os objetivos da organização. A aceitação é importante porque, quando os membros se sentem alinhados com a missão e os valores da organização, eles são mais propensos a trabalhar em benefício do bem comum;
- ✓ Compreensão e habilidades necessárias: os membros da organização precisam ter uma compreensão clara do que se espera deles e das atividades que devem ser realizadas. Além disso, é essencial que eles possuam as habilidades necessárias para desempenhar suas funções de forma satisfatória. A capacitação e o desenvolvimento das habilidades dos membros são importantes para garantir que eles estejam preparados para enfrentar os desafios que surgirem; e
- ✓ Motivação para dedicação à execução: a motivação é um fator crítico para a eficácia das atividades realizadas pelos membros da organização social. Quando as pessoas estão motivadas, elas se sentem mais comprometidas e empenhadas em realizar suas tarefas de forma produtiva. A motivação pode ser impulsionada por diversos fatores, tais como reconhecimento, recompensas, senso de propósito, satisfação pessoal e conexão com a causa da organização.

De acordo com esses mesmos autores, quando as pessoas estão motivadas, elas se sentem mais comprometidas e empenhadas em realizar suas tarefas de forma produtiva. A motivação pode ser impulsionada por diversos fatores, tais como reconhecimento, recompensas, senso de propósito, satisfação pessoal e conexão com a causa da organização.

Quando esses três elementos estão presentes e funcionam de forma harmoniosa dentro de uma organização social, a probabilidade de seu sucesso e longevidade é consideravelmente maior. É importante que as lideranças da organização cultivem um ambiente que promova a aceitação, a compreensão, o

desenvolvimento de habilidades e a motivação dos membros, para garantir que todos estejam alinhados em direção aos objetivos coletivos.

Para Matos (1980) o estilo brasileiro de administração já apontava essa tendência, contra a burocratização vertical, de proporcionar maior liberdade e iniciativa ao indivíduo dentro da organização. Os canais horizontais de comunicação gerados entre os indivíduos abrem espaços para a descentralização de decisões, embora esse tipo de iniciativa represente sempre um risco para quem a toma.

A tradição paternalista brasileira tinha, e em alguns casos, ainda tem como características, a maior dependência moral dos empregados em relação à empresa, maior preocupação (por parte dos dirigentes) com a regularidade e conformidade, baixo estímulo às iniciativas inovadoras e à valorização de processos decisórios grupais. Os elementos históricos ligados à origem desses traços culturais estão presentes no modelo colonial, das casas grandes e senzalas, contendo, ao mesmo tempo, a camaradagem entre os colegas (própria da relação entre iguais) e a relação de subordinação como chefe ou patrão (AIDAR; BRISOLA; MOTTA, 1995).

A partir dos anos da década de 1980 este tipo de relação começa a ser alterado com o processo de implantação dos programas de qualidade, onde se preconiza uma gestão participativa, padronizada e que apresente resultados satisfatórios.

## **2.2. Relações entre organizações**

O ambiente social exerce ação sobre as organizações, influenciando-as tanto na sua estrutura interna como na sua relação externa com outras organizações, e vice-versa (LEAVITT, 1967; ROBBINS; COULTER; DECENZO, 2021).

Flores, Paez e Silva (1994) faziam ver que entre os vários conceitos adotados pela Embrapa (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária) nos anos da década de 1980 e início da década de 1990, como forma de aumentar a eficiência interna e a eficácia da instituição, que o principal meio de articulação institucional era realizado pela parceria. A parceria deve ser compreendida como

uma ação de respeito mútuo, em que há convergência de interesses entre as instituições, independente do tamanho da organização ou da posição financeira. O comprometimento institucional com objetivos comuns e a flexibilidade prevalecem, para responder aos desafios apresentados pelos parceiros.

Ou seja, particularmente nesse período, de acordo com esse mesmo autor, a Embrapa vinha valorizando as parcerias como um meio de aumentar sua eficiência interna e eficácia como instituição de pesquisa agropecuária. A colaboração com diferentes atores, tais como instituições governamentais, universidades, empresas privadas e organizações não governamentais, tem sido uma estratégia fundamental para a Embrapa alcançar seus objetivos de pesquisa, inovação e desenvolvimento agropecuário no Brasil.

A partir daquela época até os dias atuais, por meio dessas parcerias, a Embrapa pode combinar recursos, conhecimentos e experiências de diferentes entidades para enfrentar desafios e buscar soluções inovadoras para questões agropecuárias. As parcerias também permitem que amplie o alcance de suas pesquisas e projetos, facilitando a transferência de tecnologia para o setor agropecuário e beneficiando os produtores rurais e a sociedade como um todo (SICOLI et al., 2023).

De acordo com esses mesmos autores, essa abordagem de colaboração e articulação institucional tem sido uma característica importante da Embrapa ao longo dos anos, sendo uma forma eficaz de aprimorar os recursos e conhecimentos para enfrentar os desafios do agronegócio brasileiro.

Amoroso (1994) sugeria que a mentalidade burocrática tradicional daquela época, que prevalecia na maioria das organizações, dificultava o gerenciamento do processo de aliança e parceria. Para Caporal (1991), pode-se entender que se a organização para a qual o indivíduo trabalha, por algum motivo, dificulta que ele atinja essa meta, ele então buscará satisfazê-la por meio das relações interpessoais dentro do ambiente de trabalho, associando-se aos indivíduos com os mesmos interesses.

O fato é que as empresas mudaram ao longo das últimas décadas, como foi o caso da Embrapa. De acordo com Cury, Cardoso e Nascimento (2023), as tecnologias desenvolvidas pela Embrapa, em parceria com diversas instituições

públicas e privadas, nacionais e internacionais, promoveram ganhos de qualidade e produtividade, gerando resultados de alto impacto para os produtores e a sociedade e viabilizando o crescimento com sustentabilidade.

Para esses mesmos autores, em cinco décadas de existência da Embrapa, o Brasil deixou de ser dependente da importação de alimentos para se tornar um dos maiores produtores e exportadores de produtos agropecuários do mundo. Na efetivação dessas parcerias, a Embrapa, historicamente e de distintas formas, sempre teve no relacionamento institucional e governamental um ponto forte e estratégico como elemento facilitador para a definição e execução de suas agendas de pesquisa, desenvolvimento e inovação.

No entanto, particularmente no caso da Embrapa, que é um caso de indiscutível sucesso, de acordo com Cury, Cardoso e Nascimento (2023), o bom desempenho da área de relações institucionais e governamentais em uma empresa pública de pesquisa agropecuária, necessariamente deve passar pela competência e habilidade para articular, em harmonia e sinergia, os objetivos estratégicos internos da Empresa, manifestados no VII PDE, nos planos de execução das Unidades e nas agendas de PD&I, com os legítimos interesses dos parceiros externos – Executivo, Legislativo, setores produtivos e suas representações, instituições de pesquisa e Assistência Técnica e Extensão Rural (Ater), consórcios estaduais, entre outros.

Para esses mesmos autores, quando se olha para o ambiente externo, vale reforçar que o parlamento brasileiro, bem como o Poder Executivo (municipal, estadual e federal), continuará a ser protagonista na elaboração e execução das políticas públicas e nos marcos regulatórios na próxima década. Isso também é válido quanto às entidades de representação e seu papel nas parcerias, visando a inovação na agropecuária brasileira.

O mundo pós-pandemia (Covid 19) será mais exigente em novos arranjos institucionais em, praticamente, todos os temas relevantes para o agronegócio: nacional e internacionalmente. Questões ambientais, mudanças climáticas, sustentabilidade (econômica, social e ambiental), redução da pobreza, promoção da segurança alimentar e nutricional, acesso a mercados, novos desafios científicos e tecnológicos, novos insumos e uso racional da água certamente estarão no centro dos debates e das políticas públicas no futuro

próximo. Atender e atingir as metas dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) propostos pelas Nações Unidas será um desafio grandioso para as instituições e os governos em todo o mundo (CURY; CARDOSO; NASCIMENTO, 2023).

Relativo ao seu ambiente interno, esses mesmos autores afirmam que será fundamental a Embrapa continuar a fortalecer as áreas de relações institucionais e governamentais, especialmente nessa vertente mais abrangente do relacionamento com os poderes Legislativo e Executivo (federal, estadual e municipal). A área de relações institucionais e governamentais vai continuar a subsidiar as ações e atividades do corpo de gestores estratégicos da Embrapa, desde a Diretoria-Executiva até as Unidades, de forma a buscar resultados mais sinérgicos e efetivos nos temas acima apontados.

Também vai auxiliar na execução do VII PDE, particularmente nas atividades vinculadas à participação da Embrapa nas diversas políticas públicas, fortalecendo, assim, as agendas corporativas da Embrapa no que se refere aos componentes de relações institucionais e governamentais com os diversos e representativos segmentos da sociedade brasileira. Tais medidas vêm facilitando e favorecendo a difusão de tecnologia (CURY; CARDOSO; NASCIMENTO, 2023).

### **2.3. Difusão de tecnologia efetiva**

Segundo Caporal (1991),

(...) qualquer mudança nesta prática (extensionista), dependerá, antes, de mudanças que devem ocorrer nos próprios extensionistas, a partir de sua visão de mundo, dos elementos ideológicos que movem e dirigem a ação. Caso contrário, mesmo mudanças institucionais poderão esbarrar nos limites determinados pelos homens e mulheres responsáveis pela prática da extensão rural.

A partir da Constituição de 1988 e de sua legislação complementar, novos padrões estabeleceram parâmetros inovadores para a ação pública, ampliando a participação dos usuários no acompanhamento e na avaliação dos serviços públicos. Um dos fatores que afetaram a ação da Embrapa foi a exigência de

mudança do enfoque de “oferta” de tecnologia para o do atendimento preferencial à “demanda” de inovações por parte dos usuários, clientes e beneficiários do sistema (SCHLOTTFELDT, 1991).

Segundo Bressan (1995), o conceito de difusão para a Embrapa, a partir de 1993, passou a ser considerado como um processo que se preocupa com geração de tecnologia, desempenho nos sistemas reais de produção, retroalimentação da informação sobre o desempenho da tecnologia já incorporada ao sistema produtivo, esforço mútuo entre os grupos de interesse (pesquisadores, extensionistas e produtores), visando à produção e à incorporação da tecnologia no processo produtivo.

Para Monteiro (1980), um dos maiores equívocos das agências que atuavam no meio rural, era tomar o produtor como um “objeto de planificação”, em vez de um “sujeito de ação”. Na primeira situação, tende-se a prejudicar o produtor e a pressupor suas ações. Outro problema era a interferência de políticos que procuravam direcionar o trabalho a ser desenvolvido.

Nos campos de demonstração são empregadas várias práticas agropecuárias e florestais originadas da pesquisa, podendo se tornar pontos irradiadores de conhecimentos tecnológicos. Ao mesmo tempo em que levam aos produtores a adoção das práticas recomendadas, orientam os técnicos com referência ao seu desempenho. Esses campos são de extrema importância para promover a adoção de inovações e melhorias nas atividades agrícolas, permitindo que os agricultores e produtores rurais tenham acesso às novas técnicas e tecnologias.

Entretanto, nessa fase, o método não pode ser confundido com “canteiros experimentais”, pois já não há espaço para dúvidas sobre a validade dos resultados obtidos nas fases de pesquisa. A utilização de visitas, excursões, dias de campo, acompanhados por palestras, orientações técnicas e demonstrações práticas, possibilita que os produtores vejam, ouçam e observem, levando-os à adoção das práticas recomendadas. Um dos problemas que geralmente surge, é que a maioria dos produtores lembra apenas parcialmente das recomendações transmitidas pelos técnicos. Logo, é necessária a distribuição de “folders” e material didático (MOREIRA, 1980; FAO, 2011; DAVIS; ASFAW, 2017).

Vilela (2003) apontava que, àquela época, seria preciso reestruturar a assistência técnica no Brasil, para evitar que estratégias hegemônicas fossem praticadas por grandes corporações que exploram o setor agrícola, mas não levam novas opções ao produtor. Para este mesmo autor, isso explicava fatos daquela época, como diversas culturas que utilizam uma carga excessiva de agrotóxicos, por falta de informação dos produtores.

Em razão do grande volume de informações produzidas atualmente nas universidades, institutos e centros de pesquisa, “instituições como a Emater são imprescindíveis aos produtores rurais, especialmente, os que trabalham em regime de agricultura familiar” (VALE, 2003).

Tratando-se do Incaper, foi executado o PEI – Planejamento Estratégico no ano de 2007, tendo como objetivo buscar a eficiência e a efetividade nas ações da Instituição, possibilitando o estabelecimento de um novo padrão para o desenvolvimento do Estado por intermédio dos serviços públicos de pesquisa, assistência técnica e extensão rural. Proporciona, assim, o bem-estar e a melhoria da qualidade de vida dos capixabas, a inclusão social, geração de trabalho e renda, bem como oportunidades de desenvolvimento para o setor produtivo.

O PEI levou em consideração a análise do ambiente externo e interno da Instituição, os problemas, as vocações e potencialidades do Estado, planejando o desenvolvimento regionalizado e integrado da cadeia produtiva da agricultura, da pecuária, da aquicultura e da pesca. Ele foi desenvolvido de acordo com os fundamentos de um Estado orientado para resultados e centrado no desenvolvimento sustentável, articulando modernas ferramentas de gestão e qualidade dos recursos humanos do Instituto, com o propósito de delinear o caminho – mobilizar, integrar e inspirar todos os atores – indivíduos, grupos e organizações – que se comprometem a tornar o Espírito Santo uma referência em soluções integradas de pesquisa, assistência técnica e extensão rural (INCAPER, ES, s.d).

#### **2.4. Adoção da tecnologia**

A adoção da tecnologia via extensão rural é um tópico relevante no contexto do desenvolvimento agrícola e rural. A extensão rural desempenha um papel fundamental na disseminação de conhecimentos e tecnologias para os

agricultores, ajudando-os a adotar práticas agropecuárias mais eficientes e sustentáveis (ASHRAF; CAMERER; LOEWENSTEIN, 2005; GLENDENNING; BABU; ASENSO-OKYERE, 2010; SWANSON; RAJALAHTI, 2010).

Schaun (1984) define a adoção como um processo pelo qual o indivíduo passa de um primeiro contato com uma novidade até decidir por seu uso completo e contínuo. Bressan (1995); Swanson e Rajalahti (2010) observam que difundir não se limita apenas a comunicar ou promover determinado produto, serviço ou tecnologia.

O objetivo maior é promover mudanças nas práticas adotadas pelo público atingido, tendo como consequência, por exemplo, a alteração do sistema de produção utilizado e o padrão de consumo (“isomorfismo”, de acordo com NARDELLI, 2001).

Bressan (1995); Rajalahti (2010); Tidd e Bessant (2018), afirmam que são várias as razões pelas quais os produtores não adotam tecnologias agropecuárias ou outras inovações em suas práticas. Essas razões podem variar dependendo do contexto social, econômico, cultural e agropecuário de cada região. Algumas das principais razões que podem levar à resistência ou relutância dos produtores em adotar novas tecnologias:

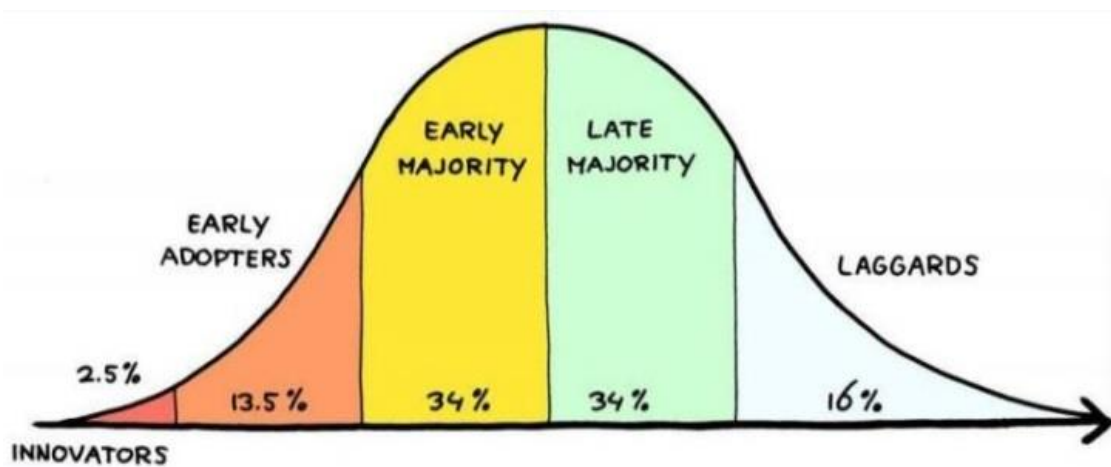
- ✓ A tecnologia resulta de um problema mal definido pela pesquisa;
- ✓ A prática dos produtores é igual, ou melhor, que a sugerida pelos pesquisadores, associada à incerteza sobre benefícios;
- ✓ A tecnologia difundida nem sempre funciona para as condições dos produtores aos quais ela é dirigida;
- ✓ A falta de conhecimento e conscientização dos produtores;
- ✓ O despreparo e o desconhecimento sobre o material a ser divulgado;
- ✓ A difusão é mal feita;
- ✓ Restrições financeiras e o acesso limitado a crédito e financiamento;
- ✓ Falta de infraestrutura;
- ✓ A tecnologia difundida exige muitos investimentos;
- ✓ Resistência cultural e tradicional;
- ✓ Dificuldades de capacitação e falta de suporte técnico;
- ✓ Regulamentações e políticas desfavoráveis;
- ✓ A tecnologia, para ser adotada, depende de “fatores sociais”; e



- ✓ Riscos percebidos associados; e
- ✓ A inerente aversão a risco.

É importante reconhecer que cada situação é única: as razões pelas quais os agricultores não adotar uma nova tecnologia podem ser uma combinação de fatores específicos a cada contexto. Para promover a adoção bem-sucedida de tecnologias agropecuárias, é essencial entender esses desafios e executar estratégias adaptadas para superá-los. Isso pode incluir programas de capacitação, acesso a financiamento, incentivos governamentais, assistência técnica e conscientização sobre os benefícios das inovações tecnológicas para o setor agropecuário (ASENSO-OKYERE, 2010; SWANSON; RAJALAHTI, 2010; DAVIS; ASFAW, 2017).

Para entender em específico como uma inovação atinge o produtor e o mercado, e posteriormente por ele é aceita, Rogers, citado por Appelo (2022), faz alusão ao conceito de curva de adesão. Nessa curva, estão dispostos os diversos perfis de produtores rurais e, ou, de consumidores. No lado esquerdo, estão os que recebem com mais facilidade; por outro lado, à direita, os que aceitam com mais dificuldade e dependem de outros fatores e, ou, outras opiniões, ou mesmo mais tempo para entender e absorver a nova tecnologia e, ou, produto (Figura 2).



**Figura 2.** Curva de inovação. Fonte: Jurgen Appelo, citado por <https://rockcontent.com/br/blog/lei-da-difusao-da-informacao/>, 2022.

De acordo com esses mesmos autores, os inovadores compõem os primeiros a receber uma nova tecnologia e, ou, um produto. São aqueles que se empolgam em testar algo simplesmente por ser novo e estão sempre à espera de novos itens no mercado: no meio rural, geralmente são representados pelos produtores mais jovens, com maior escolaridade ou aqueles com inerente perfil empreendedor. São pioneiros e representam uma parcela menor: 2,5% - porém, de expressiva importância. Pode-se entender que esses são os produtores e, ou, consumidores que trabalham com avaliações de novas tecnologias e, ou, produtos e fazem o seu uso assim que eles são lançados, comparando com tecnologias antigas e com outros produtos: são os primeiros influenciadores.

No raciocínio desses mesmos autores, seguem-se os primeiros adeptos (*early adopters*): esse termo já é mais famoso no mundo do *marketing*. São inovadores e criadores de tendências entre as pessoas, justamente pela curiosidade em utilizar e experimentar novas tecnologias e, ou, produtos. Constituem 13% dos produtores e, ou, clientes: destaca-se por serem um pouco mais lentos que os inovadores; contudo, mais ouvidos por outros produtores e, ou, compradores.

Os *adopters* são jovens que buscam sempre por novas formas de resolver seus problemas: estão sempre conectados com atualizações. São os mesmos usuários que se destacam em redes sociais e conseguem influenciar a decisão na adesão das novas tecnologias ou na compra de novos produtos. Dependendo do potencial da tecnologia e da qualidade dos extencionistas, o processo irá avançando: o ritmo dependerá de uma série de fatores já descritos anteriormente e, de acordo com Rockcontent (2022):

#### ✓ **Maioria inicial**

Esses produtores e, ou, consumidores são mais comuns: necessitam de uma aprovação de outros para que adotem produtos inovadores. Representam 34% da população geral. Mesmo sendo lentos, esses “clientes” ainda não são considerados contrários à inovação. A questão é que são pragmáticos e não querem perder tempo com tecnologias e, ou, produtos “ruins”. Esses usuários são os que realmente representam a entrada de alguma nova tecnologia e, ou,

produto no mercado. Após o momento em que eles confirmam o uso, a estratégia realmente se torna a possibilidade de uma melhoria tecnológica com retorno lucrativo interessante.

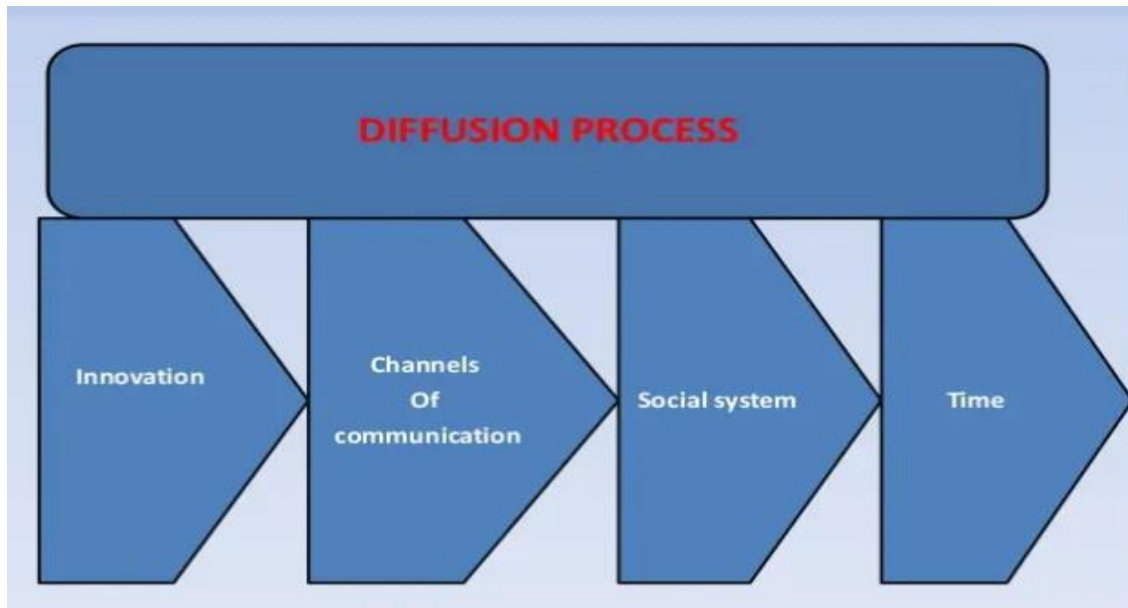
#### ✓ **Maioria tardia**

Representado por pessoas de gerações mais antigas e conservadoras, tendem a ser categorizadas nesse perfil: agrega 34% da população. Tendem a confiar mais na tecnologia e, ou, produto que já usam e decidem trocar somente depois que a inovação realmente se torne usual e, principalmente, depois que comprovadamente seja aceito pelos demais produtores e, ou, consumidores; bem como os preços se tornem mais baixos. Por serem ainda mais céticos que a maioria inicial, esses usuários preferem ver algo bem consolidado e usado em massa nas propriedades vizinhas e, ou, nos círculos sociais em que frequentam para, então, pensarem em adquirir.

#### ✓ **Retardatários**

Nessa categoria estão os que resistem totalmente às inovações e só adquirem novas tecnologias e, ou, produtos quando não dispõem de alternativas. São hostis às novas opções, mesmo depois que elas se tornam usuais e tendem a continuar defendendo o que já está há anos em uso nas suas propriedades e, ou, no mercado: são 16% e muitos deles realmente nunca vão adotar uma nova tecnologia e, ou, comprar uma inovação (Figura 3).

Segundo esses mesmos autores, a inovação, por si mesma, é a primeira a ser considerada no processo de difusão tecnológica. Ou seja, uma tecnologia e, ou, um produto que é caracterizado como inovador, é aceito com mais facilidade do que os que não são. Nesse sentido, inclui-se os que resolvem problemas de uma forma diferente.



**Figura 3.** Processo de difusão tecnológica. Fonte: Slideshare citado por <https://rockcontent.com/br/blog/lei-da-difusao-da-informacao/>, 2022.

Em segundo, têm-se os canais de comunicação. São formados por mídias de transmissão em massa, tais como os meios utilizados para publicidade, e também o popular boca a boca (a disseminação interpessoal). De acordo com esses mesmos autores, Philip Kotler reforça esse aspecto em seu livro sobre o *Marketing 4.0* quando afirma a importância das comunidades, como as redes sociais, em influenciar decisões de adoção e, ou, compra atualmente. Segundo o “guru”, as pessoas ouvem mais a opinião das outras, e cada vez menos as marcas.

Em terceiro na relação dos fatores de influência, tem-se o tempo. Diz respeito à velocidade de adoção pelos diferentes perfis que já se exploram anteriormente. Quanto mais diferente e radical for uma tecnologia e, ou, um produto, mais lento é o seu processo de incorporação à sociedade.

Por último, o sistema social - nesse ponto, o argumento de Kotler ressoa fortemente: é importante que haja o reforço de influenciadores e figuras-chave em uma comunidade para garantir a aceitação e disseminação de uma inovação.

Ou seja, o produto deve falar com o grupo social, adequar-se às preferências de todos e solucionar os problemas que todos têm. Só assim, ele é naturalmente dispersado e divulgado maciçamente.

Caporal (1991), citando uma pesquisa com técnicos que trabalharam em parceria num projeto de difusão tecnológica Emater/Embrapa, apontou que estes não foram enfáticos nas suas respostas com relação aos resultados da parceria, e também, da sua eficiência. Porém, percebeu-se que nas instituições em que houve participação de mais de um técnico, ocorreu divergência de percepção entre eles, o que demonstra que não tiveram qualquer preocupação em constatar se houve ou não adoção da tecnologia pelos produtores.

Contrapondo-se a esse fato, em visita ao município de Atílio Vivácqua, ES, que enfrenta sérios problemas que afetam a recarga dos aquíferos e causam problemas tais como erosão, assoreamento de corpos hídricos e escassez de água, um projeto desenvolvido pela Secretaria de Meio Ambiente municipal, em parceria com o Incaper e o Governo Estadual, vem obtendo enorme adesão por parte dos produtores rurais: há de se considerar o grande empenho e articulação do Secretário de Meio Ambiente e coordenador do projeto, Márcio Menegussi. Medidas como o barramento de água e técnicas de manejo de pastagens têm sido desenvolvidas para reduzir a velocidade do escoamento superficial, evitar a perda de nutrientes do solo, recuperando os mananciais e provendo o manejo adequado do solo (Figura 4).



**Figura 4.** Visita com alunos da turma de mestrado do Programa de Pós-graduação em Agroecologia do Ifes campus de Alegre ao município de Atílio Vivácqua, ES. Fonte: Acervo Maurício Novaes, 2022.

Anteriormente, como descreve Amoroso (1994), àquela época, na visão da maioria dos chefes e técnicos entrevistados, o que inviabilizava a relação entre as instituições eram, em especial: a) o jogo de interesses das próprias instituições; b) a ambição pessoal de alguns chefes; c) o desinteresse em colaborar; e d) o descaso das chefias para com a própria instituição que representa.

Para Asenso-Okyere (2010); Swanson e Rajalahti (2010); e Tidd e Bessant (2018), quando a relação entre as instituições é inviabilizada, significam que a comunicação, cooperação e colaboração entre elas encontram obstáculos significativos que dificultam ou impedem a realização de objetivos comuns ou o alcance de resultados positivos. Isso pode acontecer em diversos contextos, incluindo governança, pesquisa, desenvolvimento tecnológico, educação, entre outros. Algumas das razões que podem inviabilizar a relação entre as instituições incluem:

- ✓ Conflitos de interesse: quando as instituições têm interesses divergentes ou competem por recursos limitados, pode ser difícil encontrar pontos de convergência para a cooperação;
- ✓ Falta de comunicação e coordenação: a ausência de canais eficientes de comunicação e coordenação entre as instituições pode levar a mal-entendidos, duplicação de esforços e falta de alinhamento em direção aos objetivos comuns;
- ✓ Culturas organizacionais discrepantes: diferenças significativas nas culturas organizacionais e nas formas de trabalhar podem dificultar a construção de parcerias efetivas;
- ✓ Barreiras burocráticas: excesso de burocracia e processos complexos pode atrasar ou dificultar a tomada de decisões conjuntas e ações coordenadas;
- ✓ Falta de confiança: a confiança mútua entre as instituições é essencial para a cooperação efetiva. Caso as instituições não confiem umas nas outras, a colaboração pode ser prejudicada;

- ✓ Diferenças de objetivos e prioridades: quando as instituições têm metas e prioridades divergentes, pode ser difícil encontrar uma base comum para o trabalho conjunto;
- ✓ Recursos limitados: a escassez de recursos - sejam financeiros, humanos ou tecnológicos, pode limitar a capacidade das instituições de contribuírem plenamente para uma parceria; e
- ✓ Falta de liderança e engajamento: a ausência de liderança comprometida e engajada pode enfraquecer a colaboração entre as instituições.

De acordo com esses mesmos autores, para superar esses desafios e viabilizar a relação entre as instituições, é necessário um esforço conjunto para identificar e abordar as barreiras existentes. Isso pode incluir a busca de interesses comuns, a criação de canais eficientes de comunicação, o estabelecimento de uma governança clara e transparente, e o fortalecimento da confiança e do compromisso mútuo. Além disso, é importante que as instituições reconheçam o valor da interinstitucionalidade e compreendam como a cooperação pode levar a resultados mais efetivos e impactantes para a sociedade como um todo.

De acordo com Bressan (1995); Souza (2023); e Souza e Fonseca (2023), um número extremamente reduzido das pesquisas chega efetivamente ao campo. Incluem-se nessa estatística, aquelas da área de recuperação de áreas degradadas e de manejo da irrigação. A sabedoria convencional costuma subestimar o importante papel dos institutos públicos de pesquisa e universidades nos casos de sucesso da economia brasileira. A história das instituições de ciência e tecnologia mostra um longo processo de formação dessas instituições e suas interações com empresas industriais, produtores agrícolas ou sociedade.

No estado do Espírito Santo, há de se destacar o sucesso do Incaper: “o Incaper possui profissionais que atuam nas principais áreas de pesquisa, com destaque para aquicultura, climatologia, entomologia, fisiologia vegetal, fitopatologia, fitotecnia e produção vegetal, melhoramento vegetal, recursos

florestais, recursos pesqueiros, silvicultura, solos e nutrição mineral de plantas e zootecnia” (INCAPER/ES, s.d).

O Incaper já lançou e, ou, recomendou 62 cultivares, das quais são protegidas as variedades clonais de café Conilon: ‘Diamante ES 8112’, ‘ES 8122 Jequitibá’ e ‘Centenária ES 8132’. O Programa de Iniciação Científica e Tecnológica do Incaper (ProICT) foi criado em junho de 2012 e tem como objetivo despertar a vocação científica de estudantes de graduação, preparando-os para a pós-graduação. (INCAPER/ES, s.d).

## **2.5. Estudo de caso: A agroindústria Rancho Sossego**

O estudo de caso da agroindústria Rancho Sossego representa a indissociabilidade entre ensino, pesquisa e extensão no desenvolvimento sustentável da agricultura familiar; bem como o sucesso da difusão tecnológica via parcerias institucionais.

De acordo com Leal et al. (2023), a “Agricultura Familiar” representa importância relevante no contexto socioeconômico do Estado do Espírito Santo, em particular na microrregião do Caparaó. Contudo, apesar do cenário fortemente embasado na agricultura monocultural cafeeira, o programa “Desenvolvimento Sustentável da Agricultura Familiar na microrregião do Caparaó”, tem como principal ferramenta de transformação no campo a tríade pesquisa/ensino/extensão rural.

Sob essa ótica, de acordo com esses mesmos autores, constituirão as bases sólidas para a promoção da sustentabilidade rural: a transferência tecnológica, a educação/capacitação rural agroecológica, a gestão com foco na agregação de valor ao produto, a adesão de políticas públicas com consequente geração de renda e, sobretudo, a melhoria da qualidade de vida - estímulo indispensável à sucessão familiar no campo.

O objetivo do trabalho de Leal et al. (2023) foi apresentar os resultados obtidos na agroindústria Rancho Sossego: uma das empresas que participou do programa. Foi estabelecido um canal de integração entre professores, alunos e produtores: uma vez sistematizado os saberes tradicionais às metodologias



científicas, propiciou o planejamento e execução de ações que alinharam a realidade limitante ao desenvolvimento sustentável.

De acordo com esses mesmos autores, destinado à promoção da sustentabilidade rural por intermédio da indissociabilidade do ensino, da pesquisa e da extensão, o programa “Desenvolvimento Sustentável da Agricultura Familiar na microrregião do Caparaó”, executado pelo Ifes campus de Alegre, opera linhas de ação embasadas nos pilares da sustentabilidade; ou seja, socialmente equitativo, ambientalmente responsável e economicamente eficaz.

A tríade pesquisa/ensino/extensão rural é aplicada como ferramenta de transformação no campo sob as perspectivas participativas e dialógicas. Sob essa ótica, constituem bases sólidas para promoção da sustentabilidade rural: a transferência tecnológica, a capacitação/educação rural agroecológica, a implantação de práticas sustentáveis, a gestão com foco na agregação de valor ao produto, a adesão de políticas públicas com conseqüente geração de renda e, sobretudo, a melhoria da qualidade de vida, estímulo indispensável à sucessão familiar no campo (VIEIRA; BERNARDO; LOURENZANI, 2015).

Como metodologia, a fim de suprir as deficiências e promover continuamente o desenvolvimento rural no estado do Espírito Santo, a SEAG, a Fundação de Amparo à Pesquisa e inovação do Espírito Santo (FAPES), juntamente ao Ifes, celebraram o Termo de Cooperação SEAG nº 008/2021 (D.I.O, 2021), que objetivou a descentralização de recursos financeiros para execução do programa “Desenvolvimento Sustentável da Agricultura Familiar na microrregião do Caparaó”.

O estudo de caso descrito por esses mesmos autores ocorreu no município de Divino de São Lourenço (DSL), situado no território do Caparaó/ES, com área de 174,039 km<sup>2</sup> - segundo o censo do IBGE (2022), tem 5.083 habitantes. Possui atividade predominantemente familiar, fundamentada na agropecuária. O foco desse estudo de caso foi a agroindústria familiar Rancho Sossego, de propriedade da Sra. Fabíola Reis e do Sr. Jadson Borges, na Vila de Patrimônio da Penha, distrito de DSL.

Segundo Leal et al. (2023), o planejamento foi executado entre a Prefeitura de DSL, por meio da Secretaria Municipal de Agricultura e Desenvolvimento Rural (SMADR). Devido a crescente demanda da agricultura familiar, demandou auxílio técnico ao Ifes, o Serviço de Inspeção Municipal (SIM), o SEBRAE, e posterior reunião com os gestores do município, Prefeito e vereadores - parcerias foram firmadas para estruturação e desenvolvimento do programa.

O método realizado para o desenvolvimento do programa foi a pesquisa-ação, que consistiu em **observar, pensar e agir**. No Rancho Sossego foi realizado o Diagnóstico, a Proposição, a Implantação e a Observação (Tabela 1).

**Tabela 1.** Descrição das fases de implementação do método pesquisa-ação

Fase do método	Definição	Técnicas utilizadas	Período de execução
DIAGNÓSTICO	Análise da situação atual, definição das não conformidades e potenciais melhorias.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Reunião de apresentação do programa;</li> <li>- Visitas técnicas c/ entidades parceiras;</li> <li>- Observação e diálogo com o produtor;</li> <li>- Questionários e análise do material;</li> <li>- Definição de adequações necessárias.</li> </ul>	Setembro, outubro, novembro de 2022.
PROPOSIÇÃO	Soluções propostas para adequação da realidade atual	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Reunião das áreas técnicas do IFES;</li> <li>- Reunião com os proprietários da agroindústria;</li> <li>- Proposição de soluções e melhorias.</li> </ul>	Março e abril de 2023
IMPLEMENTAÇÃO	Ação de adequação a ser executada	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Reunião das áreas técnicas do IFES;</li> <li>- Execução das ações propostas e acordadas com os proprietários.</li> </ul>	Até 04/2024
OBSERVAÇÃO	Monitoramento dos prazos definidos e avaliação da	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cronograma de execução de ações;</li> <li>- Observação das implantações;</li> <li>- Relatório Técnico do IFES à SEAG;</li> </ul>	Até 04/2024

Fonte: Leal et al., 2023.

Realizadas essas etapas, o plano de ação do Rancho Sossego foi elaborado e executado com o intuito de alcançar o desenvolvimento sustentável da propriedade (Tabela 2).

**Tabela 2.** Plano de ação do Rancho Sossego de acordo com método pesquisa-ação

DIAGNÓSTICO	PROPOSIÇÃO E IMPLEMENTAÇÃO	OBSERVAÇÃO
<b>Adequação necessária</b>	<b>Solução proposta e Ação</b>	<b>Status de execução</b>
Higiene operacional, uso contínuo de EPI, boas práticas de fabricação	Elaboração, implementação e capacitação do manual de boas práticas de fabricação	Realizado
Nova Fossa Séptica	Planejamento, orientação e construção	Realizado
Tanque de descarte de soro do leite	Planejamento, orientação e construção	Realizado
Área externa de comercialização dos produtos	Planejamento, orientação e construção	Em andamento
Delimitação do perímetro da agroindústria	Planejamento e cercamento da área de produção	Realizado
Gestão e administração financeira	Análise e ajuste de custo, lucro, despesas, depreciação, precificação e plano de negócio	Realizado
Qualidade matéria prima, produto final e água de abastecimento	Realização de análise físico-química e microbiológica, e adequação segundo laudo laboratorial	Realizado
Agregação de valor ao produto	Ajuste na precificação, rotulagem, embalagem	Realizado
Saúde do Manipulador	Realização de exames laboratoriais e laudo do médico do trabalho	Realizado
Diversificação de produtos	Capacitação de Produção Láctea na cooperativa do IFES	Realizado
Adesão à políticas públicas	Projeto de venda para chamada pública do PNAE	Realizado
Diversificação de produtos	Capacitação de Produção Láctea na cooperativa de laticínios do IFES	Realizado

Fonte: Leal et al., 2023.

De acordo com esses mesmos autores, foi possível observar que neste estudo de caso os produtores desejaram a mudança: com comprometimento e persistência acolheram a implantação das soluções propostas pelo programa. Percebeu-se que com a transformação para uma realidade mais sustentável, o movimento de agroturismo e a valorização dos produtos do Rancho Sossego aumentaram.

As condicionantes apontadas pelo SIM foram sanadas, colocando o estabelecimento de acordo com o órgão de fiscalização. A mudança social, ambiental e econômica despertou o interesse de outras propriedades na adesão ao programa, devido os resultados positivos percebidos no Rancho Sossego - primeiros adeptos (*early adopters*).

Segundo esses mesmos autores, foi possível concluir nesse estudo o estabelecimento da tríade indissociável entre ensino, pesquisa e extensão.

Fortaleceu-se a questão social, posto que não apenas a agroindústria foi beneficiada, como também o coletivo. A população local foi impactada positivamente por intermédio da geração de renda, segurança alimentar, implantação de políticas públicas (PNAE), educação ambiental e responsabilidade social.

Esses mesmos autores concluíram: a difusão tecnológica realizada via técnicas orientadas pelos princípios da extensão rural viabilizaram as parcerias entre as entidades e produtor rural, mostrou-se viável no caso da agroindústria familiar de pequeno porte Rancho Sossego. A educação agroecológica e o despertar da consciência ambiental é fundamental para que a transformação da propriedade e do produtor aconteça de forma correta, equilibrando os pilares ambiental, social e econômico, que conduzirão ao desenvolvimento sustentável.

### **3. Considerações finais**

A extensão rural pública no Brasil é caracterizada por um modelo descentralizado, onde os órgãos estaduais recebem recursos federais e, ou, estaduais para fornecer extensão rural e assistência técnica aos agricultores, gratuitamente. Considera-se que há necessidade de um novo papel ou postura da extensão frente às necessidades atuais. O trabalho de extensão rural deve ser baseado em desenvolvimento ambientalmente sustentável, economicamente viável e socialmente justo na busca de adaptação a um novo perfil de ambiente.

Falar de extensão rural é falar de educação; e falar de educação é abordar um aspecto importante da humanidade: a transformação. Juntos, conseguem construir novas realidades e quebrar paradigmas. O extensionista rural é um agente de desenvolvimento que vai para os recantos mais distantes do país com a função de multiplicar o conhecimento, práticas e conceitos disponíveis como ferramentas de auxílio aos agropecuaristas.

São muitas as conquistas em relação à extensão rural com participação metodológica e atividades técnicas, que consideram o profissional extensionista um educador, conhecedor e valorizador dos compromissos firmados: atua reduzindo as desigualdades socioeconômicas e ambientais, em favor do

desenvolvimento sustentável; no entanto, ainda há muito a ser feito até que essa política possa ser consolidada - tanto em qualidade, quanto em quantidade e acessado, com equidade, pela agricultura familiar no Brasil.

O papel do extensionista de serviço público inclui várias responsabilidades essenciais, tais como: assistência técnica; transferência de conhecimento; capacitação e treinamento; estímulo ao desenvolvimento comunitário; e monitoramento e avaliação.

Nos dias atuais, é possível observar que, de fato, ao longo do tempo, a extensão rural no Brasil evoluiu para atender às necessidades dos agricultores e das comunidades rurais, abraçando temas tais como conservação ambiental, desenvolvimento econômico local (agroturismo) e diversificação agropecuária.

Em suma, a extensão rural, principalmente considerando as empresas públicas, tem sido uma força impulsionadora no desenvolvimento agropecuário do país, conectando a pesquisa científica às necessidades práticas dos agricultores e promovendo a melhoria contínua das práticas agropecuária e do bem-estar das comunidades rurais, permitindo o acesso à informação e ao livre mercado.

#### 4. Referências

AIDAR, M. M.; BRISOLA, A. B.; MOTTA, F. C. P. Cultura organizacional brasileira. In: WOOD JR., T. (Coord.) **Mudança organizacional: aprofundando temas atuais em administração de empresas**. São Paulo: Atlas, 1995. p. 32-56.

ALVES, E. R. A. Quem ganhou e quem perdeu com a modernização da agricultura brasileira. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL, 39, 2001, Recife. **Anais...** Recife: SOBER, 2001. p. 234-257.

AMOROSO, R. **Alianças e parcerias: uma abordagem baseada na aprendizagem organizacional**. 1994, 128 f. Dissertação (Mestrado em Administração) - Universidade de São Paulo, São Paulo.

ANSELL, C.; GASH, A. Collaborative Governance in Theory and Practice. **Journal of Public Administration Research and Theory**, v. 18, n. 4, p. 543-571, 2007.

APPELO, J. Curva de difusão. In: ROCKCONTENT. **Difusão da informação**. Disponível em: <https://rockcontent.com/br/blog/lei-da-difusao-da-informacao/>, 2022. Acesso em: 30 jul. 2023.

ARAÚJO, J. G. F.; BRAGA, G. M. Articulação pesquisa/extensão rural e seus reflexos no processo de difusão das inovações tecnológicas. **Revista Ceres**, v. 33, n. 189, p. 413-429, 1986.

ASHRAF, N.; CAMERER, C. F.; LOEWENSTEIN, G. Adam Smith, Behavioral Economist. **Journal of Economic Perspectives**, v. 19, n. 3, p. 131-145, 2005.

BRASIL. CÉSAR NUNES DE CASTRO. **Agricultura Familiar, Assistência Técnica e Extensão Rural e a Política Nacional de ATER**. 2017. IPEA. Disponível em: [http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/8114/1/td\\_2343.PDF](http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/8114/1/td_2343.PDF). Acesso em: 12 out. 2022.

BRESSAN, M. **Difusão de tecnologia**: conceitos e estratégias de trabalho. Coronel Pacheco: CNPGL/EMBRAPA, 1995. 19 p. (Apostila).

CAPORAL, F. R. **A extensão rural e os limites à prática extensionista do serviço público**. 1991, 221 f. Dissertação (Mestrado em Extensão Rural) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.

CAPORAL, F. R. Transição Agroecológica e o papel da Extensão Rural. **Extensão Rural**, v. 27, n. 3, p. 7-19, 2020. DOI: <https://doi.org/10.5902/2318179638420>

CURY, C.; F. de A. CARDOSO; NASCIMENTO P. P. Breve trajetória das relações institucionais e governamentais na Embrapa, p. 21-29. In: SICOLI, A. H.; HAYAMI, E.; VENET, K. B.; BALSADI, O. V.; NASCIMENTO, P. P.; SIMONETTI, R. **Relações institucionais e governamentais como estratégia para inovação agropecuária: EXPERIÊNCIAS NA EMBRAPA**. EMBRAPA: Brasília, 2023.

DAVIS, K. E.; ASFAW, S. (Eds.) **Innovations in agricultural extension: theories, methods, and technologies**. Cham: Springer. 2017. ISBN: 978-3319592319.

DIEGUES, A. C. O mito moderno da natureza intocada. São Paulo: Hucitec. 2000.

EMATER 55 anos de EMATER Jornal "O Tempo", Belo Horizonte, 4 dez. 2003. Caderno de Agronegócios. 12 p.

EMERSON, K.; NABATCHI, T.; BALOGH, S. (Eds.). **An introduction to collaborative governance**. Georgetown University Press. 2012. 239 p.

ETZIONI, A. **Organizações modernas**. São Paulo: Pioneira, 1967. 190 p.

FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Farmers' field schools**: A synthesis of experiences from 25 years of implementation. Rome:

Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2011. Available online: <http://www.fao.org/3/a-i2415e.pdf>.

FLORES, M. X.; PAEZ, M. L. D.; SILVA, J. S. Planejamento estratégico em C&T: teoria e aplicação. In: GOEDERT, W. J.; PAEZ, M. L. D.; CASTRO, A. M. G. (Eds.) **Gestão em ciência e tecnologia**: pesquisa agropecuária. Brasília: EMBRAPA/SPI, 1994. p. 17-46.

GASTEYER, S. P. Americanization, extension, and environmentalism: the USDA forest service in New Mexico, 1905-2005. University of New Mexico Press. 2010.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. São Paulo: Atlas, 1987. 206 p.

GLENDENNING, C. J.; BABU, S. C.; ASENSO-OKYERE, K. **Review of agricultural extension in India**: are farmers' information needs being met? IFPRI Discussion Paper 00938. 2010.

GRAZIANO NETO, F. **Questão agrária e ecológica**: crítica da moderna agricultura. São Paulo: Brasiliense, 3. ed., 1986. 154 p.

GUILHOTO, J. J. M.; MARJOTTA-MAISTRO, M. C. Análise dos reflexos do aumento do salário mínimo na economia do Estado de São Paulo. São Paulo: Instituto de Economia Agrícola. 2001.

HOMEM DE MELO, F. **Prioridade agrícola**: sucesso ou fracasso? São Paulo: FIPE, Pioneira, 1985. 200 p.

INCAPER - ES. **Pesquisa**. s. d. Disponível em: <https://incaper.es.gov.br/quem-somos>. Acesso em: 18 jul. 2022.

INCAPER- ES. **História**. s.d. Disponível em: <https://incaper.es.gov.br/quem-somos>. Acesso em: 18 jul. 2022.

KATZ, D.; KAHN, R. L. **Psicologia social das organizações**. São Paulo: Atlas, 3. ed., 1987. 511 p.

KLIJN, E. H.; EDELENBOS, J. Complexity Theory and Public Administration: An Introduction. **Public Management Review**, v. 12, n. 2, p. 159-176, 2010.

LEAL, V. M.; AMBROSIM, J. F.; PRETO, B. de L.; SANTOS JÚNIOR, A. C.; PENNA JÚNIOR, C. O. A indissociabilidade entre ensino, pesquisa e extensão no desenvolvimento sustentável da agricultura familiar: estudo de caso da agroindústria Rancho Sossego. **Cadernos de Agroecologia**. Anais do XII Congresso Brasileiro de Agroecologia, Rio de Janeiro, v. 19, n. 1, 2024. ISSN 2236-7934.

LEAVITT, H. J. **Direção de empresas**: psicologia e problemas de administração e chefia. Rio de Janeiro: Fundo de Cultura, 1967. 248 p.

MAGALDI, F. Da guerra à globalização. Jornal "O Tempo", Belo Horizonte, 4 dez. 2003. Caderno de Agronegócios. p. 3, F2.

MATOS, F. G. **Gerência participativa**: como obter a cooperação espontânea da equipe e desburocratizar a empresa. Rio de Janeiro: Biblioteca do Exército, 1980. 198 p.

MONTEIRO, S. T. **Elementos para interpretação de comunidades rurais amazonenses**. Manaus: (s.n.), 1980. 26 p. (Apostila).

MOREIRA, O. C. O. **Campo de demonstração como método de difusão de práticas renovadas para formação e recuperação de pastagens no Estado de Goiás**. 1980, 87 f. Dissertação (Mestrado em Extensão Rural) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

NARDELLI, A. M. B. **Sistemas de certificação e visão de sustentabilidade no setor florestal brasileiro**. 2001, 121 f. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa. Viçosa.

OLIVEIRA, W. L. **Influência das relações informais e interinstitucionais em projetos de difusão de tecnologia**: a experiência de Careiro da Várzea, AM. 1998, 107 f. Dissertação (Mestrado em Extensão Rural) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

PEIXOTO, Marcus. **Mudanças e desafios da extensão rural no Brasil e no mundo**: o mundo rural no Brasil do século 21: a formação de um novo padrão agrário e agrícola. 2014. Disponível em: [https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/63992553/Mudancas\\_e\\_desafios\\_da\\_extensao\\_rural\\_no\\_Brasil\\_e\\_no\\_mundo20200722-9209-19u934j-with-cover-page](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/63992553/Mudancas_e_desafios_da_extensao_rural_no_Brasil_e_no_mundo20200722-9209-19u934j-with-cover-page). Acesso em: 12 out. 2022.

ROBBINS, S. P.; COULTER, M.; DECENZO, D. A. **Fundamentals of Management**. Pearson. 2021. ISBN: 978-0134237473.

ROCKCONTENT. **Difusão da informação**. Disponível em: <https://rockcontent.com/br/blog/lei-da-difusao-da-informacao/>, 2022. Acesso em: 30 jul. 2023.

ROGERS, E. M. **Diffusion of Innovations**. 5th Edition. Free Press. 2003.

SCHAUN, N. M. **Geração e difusão de tecnologias para a agricultura**: o caso do milho piranão. 1984, 121 f. Dissertação (Mestrado em Extensão Rural) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

SCHLOTTFELDT, C. B. Difusão de tecnologia e extensão na EMBRAPA: conceitos e práticas. **Cadernos de difusão de tecnologia**, v. 8, n. 1/3, p. 98-112, 1991.

SICOLI, A. H.; HAYAMI, E.; VENET, K. B.; BALSADI, O. V.; NASCIMENTO, P. P.; SIMONETTI, R. **Relações institucionais e governamentais como estratégia para inovação agropecuária: EXPERIÊNCIAS NA EMBRAPA**. EMBRAPA: Brasília, 2023. 156 p.



SILVA, A. T. da; ROCHA, J. F. (Org.). **Relatório de gestão Incaper 2020. 2021.** Disponível em: <https://incaper.es.gov.br/Media/incaper/PDF/Relat%C3%B3rio%20Anual/relatorio-gestao-incaper-2020.pdf>. Acesso em: 18 jul. 2022.

SILVA, J. G. T. Extensão Rural no Brasil: uma visão histórica. In: Anais... II Simpósio Nacional de Ensino de Ciência e Tecnologia. Brasília: SETCCEC, p. 4296-4304. 2015.

SOUSA, I. S. F. A importância do relacionamento pesquisa/extensão para a agropecuária. **Cadernos de difusão de tecnologia**, v. 5, n. 1/3, p. 63-76, 1988.

SOUZA, M. N. Irrigação e meio ambiente. **ITEM. IRRIGAÇÃO E TECNOLOGIA MODERNA**, v.125, p. 9-13, 2023.

SOUZA, M. N.; FONSECA, R. A. A evolução dos movimentos ambientais e o surgimento da AIA. In: SOUZA, M. N. (Org.) **Tópicos em recuperação de áreas degradadas**. Vol. V. – Canoas, RS: Mérida Publishers, 2023. 348 p. ISBN: 978-65-84548-12-1. DOI: <https://doi.org/10.4322/mp.978-65-84548-12-1.c1>.

SWANSON, B. E. *Fighting for the Farm: Rural America Transformed*. College Station, TX: Texas A&M University Press. 2008.

SWANSON, B. E.; RAJALAHTI, R. (Eds.). **Strengthening agricultural extension and advisory systems: procedures for assessing, transforming, and evaluating extension systems**. World Bank Publications. 2010.

TAGLIARI, P. S. **A articulação pesquisa/extensão na agricultura**. Florianópolis: Epagri, 1994. 82 p. (Documentos, 150).

TIDD, J.; BESSANT, J. **Managing Innovation: Integrating Technological, Market, and Organizational Change**. 6th Edition. Wiley. 2018.

VALE, F. R. Depoimentos. *Jornal "O Tempo"*, Belo Horizonte, 4 dez. 2003. Caderno de Agronegócios. p. 2. F12.

VIEIRA, S. C.; BERNARDO, C. H. C.; LOURENZANI, A. E. B. S. Política Pública de ATER para o desenvolvimento rural sustentável na agricultura familiar. *RECoDAF - Revista Eletrônica Competências Digitais para Agricultura Familiar*, Tupã, v. 1, n. 1, p. 1-22, 2015. ISSN: 2448-0452.

VILELA, E. F. Depoimentos. *Jornal "O Tempo"*, Belo Horizonte, 4 dez. 2003. Caderno de Agronegócios. p. 3. F12.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O conceito de "Antropoceno" é uma ideia importante na discussão sobre as mudanças ambientais causadas pela atividade humana. O Antropoceno é proposto como uma nova era geológica em que a influência das atividades humanas no planeta é tão significativa que deixa marcas duradouras nos registros geológicos.

Nos últimos 200 anos, a influência humana no ambiente foi tão intensa que superou todo o impacto causado ao longo da história da humanidade. As atividades como desmatamento e mudanças de uso do solo tiveram um papel crucial nessa transformação, afetando quase metade da superfície terrestre.

O termo "ANTROMAS" é uma abreviação de "antropização de biomas", indicando a intensa alteração dos ecossistemas naturais pelo ser humano. Esse termo destaca a magnitude do impacto humano em diferentes biomas. Os textos também abordam a preocupação com o agravamento da situação, mesmo com o aumento das discussões sobre a conservação e preservação ambiental nos anos recentes. Isso é atribuído ao modelo de desenvolvimento econômico focado na maximização de lucros, que muitas vezes entra em conflito com a conservação do equilíbrio ambiental.

O Capítulo 1 do livro, "A dispersão natural de sementes com enfoque em síndromes zoocóricas", destaca tanto os fatores abióticos quanto os agentes vivos que desempenham um papel crucial nesse processo. Esse capítulo destaca a necessidade de repensar os processos produtivos que priorizam apenas a maximização econômica, e aponta a contradição entre esses princípios e a conservação do equilíbrio ambiental. Portanto, sugere que mudanças nos processos de exploração e acumulação são necessárias para abordar os problemas ambientais enfrentados atualmente.

Aponta a ameaça representada pela fragmentação florestal e pela caça predatória de animais dispersores é preocupante. Esses fatores têm o potencial de perturbar gravemente esse processo essencial, com consequências negativas para a regeneração das áreas degradadas, a manutenção da diversidade biológica e a saúde geral dos ecossistemas. A conservação dos animais dispersores e a proteção de seus habitats são medidas fundamentais para garantir que esse processo continue a ocorrer de maneira saudável.

O capítulo II, "Revegetação, matéria orgânica e a sustentabilidade nos procedimentos de recuperação de solos degradados", mostra que inegavelmente a falta de cobertura vegetal em áreas degradadas pode levar a uma série de impactos ambientais negativos, tais como erosão, compactação do solo e perda de nutrientes, causando desequilíbrios nos ecossistemas.

Cabe lembrar que a "National Environmental Policy Act" (NEPA), promulgada em 1969 nos Estados Unidos, foi um marco importante na legislação ambiental, pois introduziu a avaliação de impactos ambientais (AIA) como uma ferramenta necessária para a tomada de decisões sobre projetos que afetam o meio ambiente. Essa lei foi uma resposta à crescente conscientização sobre a necessidade de considerar os aspectos ambientais, além dos custos e benefícios sociais, nas atividades humanas.

Os anos 1970 são destacados como um período marcante, com um aumento significativo dos questionamentos e manifestações em relação às questões ambientais em todo o mundo. Isso evidencia a importância do ativismo ambiental na promoção de mudanças significativas na forma como a sociedade lida com o meio ambiente.

Apesar desses avanços, cabe ressaltar que ainda são necessárias mudanças, especialmente no meio rural. A promoção da diversidade na agricultura é destacada como uma necessidade, e há um chamado para modernizar as metodologias utilizadas. O acesso à informação, especialmente por intermédio de tecnologias compreensíveis e disponíveis para todos, é considerado essencial, especialmente para os produtores que seguem o modelo de produção familiar.

A ideia de que soluções duradouras para problemas complexos podem ser simples e precisam apenas ser reinventadas e aplicadas é um lembrete de que, às vezes, as respostas estão ao nosso alcance, mas a execução pode exigir uma mudança de abordagem, atitude e comprometimento.

Em resumo, há de se enfatizar a importância de ações políticas, conscientização ambiental e mudanças práticas no manejo ambiental, especialmente no meio rural, para abordar os desafios ambientais e promover a sustentabilidade - é o que foi sugerido nesse Capítulo 2.

Destaca, também, o contexto da revegetação na atividade de mineração e sua influência na degradação do solo. Pelo fato da mineração ter impactos significativos no meio ambiente, a recuperação dessas áreas é fundamental. O planejamento cuidadoso para a recomposição da matéria orgânica e a seleção de técnicas adequadas de revegetação são passos essenciais para minimizar esses impactos.

Vários desafios enfrentados pela agricultura brasileira, com foco na necessidade de abordagens sustentáveis e inovadoras para aprimorar a produção agropecuária, merecem destacar alguns pontos-chave:

- ✓ Assistência técnica e recursos financeiros: especialmente para produtores do modelo de produção familiar, a falta de assistência técnica e a limitada disponibilidade de recursos financeiros são obstáculos significativos. Isso exige a busca de alternativas inovadoras e investimentos em ciência e tecnologia para evitar a pauperização e a degradação ambiental.
- ✓ Inclusão na dinâmica agropecuária: é importante que esses produtores sejam incluídos de forma efetiva na produtiva agropecuária brasileira. Isso pode ser alcançado por meio de conexões e parcerias entre setores público e privado, incluindo governos, instituições acadêmicas e empresas.
- ✓ Modelos sustentáveis: a promoção de sistemas de produção diversificados e naturais, como o modelo de produção agroecológico, em cooperativas e associações agroindustriais regionais é mencionada como uma solução. Conceitos como "Emissões Zero" e Economia Circular também são destacados.
- ✓ Tecnologias e ferramentas: o uso de tecnologias é crucial. São mencionados exemplos como a Integração de Lavoura Pecuária e Florestas (ILPF), a construção de bacias de captação de enxurradas e caixas secas, e o manejo adequado de pastagens. Essas ferramentas são consideradas fundamentais para a preservação dos recursos naturais, incluindo o solo e a água.
- ✓ Melhoria de processos produtivos: o conhecimento e a utilização de ferramentas que aprimoram os processos produtivos e reduzem os impactos das atividades agropecuárias são cruciais para enfrentar os desafios do mercado competitivo atual.

Em resumo, há de se enfatizar a importância de uma abordagem sustentável na agricultura brasileira, promovendo a inclusão de produtores familiares, a adoção de tecnologias apropriadas e a preservação dos recursos naturais como parte essencial do sucesso e longevidade da atividade agrícola. Para isso, deve haver um redirecionamento no sistema de ensino, especialmente na educação básica, ressaltando-se os seguintes aspectos fundamentais:

- ✓ Orientação sobre como aprender: propõe que o ensino deve incluir orientações sobre a melhor maneira de aprender, indicando métodos e técnicas eficazes de aprendizado. Isso pode ser fundamental para desenvolver habilidades de estudo e compreensão, preparando os alunos para um aprendizado mais autônomo e eficiente.
- ✓ Estímulo ao aprendizado: além de ensinar a aprender, o sistema educacional deve abordar como estimular os alunos a se envolverem ativamente com o processo de aprendizagem. Isso pode incluir a adoção de abordagens pedagógicas que despertem o interesse e a curiosidade dos estudantes, tornando o aprendizado mais envolvente e significativo.
- ✓ Orientações ético-morais: a ética e a moral devem ser consideradas como condições prioritárias no ensino. Isso implica ensinar valores, promover a formação de cidadãos responsáveis e éticos, e estimular a reflexão sobre questões morais e sociais. a educação não deve se limitar apenas ao aspecto cognitivo, mas também deve abordar o desenvolvimento moral dos indivíduos.
- ✓ Ampliação da pesquisa científica: destaca a necessidade de expandir a pesquisa científica, especialmente na área de processos e mecanismos relacionados à recuperação de ecossistemas e à proteção de ecossistemas não ameaçados. Isso envolve o entendimento profundo dos desafios ambientais e a busca de soluções baseadas em evidências científicas.
- ✓ Evitar compartimentação: sugere que a compartimentação entre diferentes áreas do conhecimento deve ser evitada. Isso ressalta a importância da interdisciplinaridade, onde os conhecimentos de diversas áreas são integrados para abordar os desafios complexos que a sociedade enfrenta atualmente.

Em resumo, o trecho enfatiza uma visão abrangente da educação, que não se limita apenas à transmissão de informações, mas inclui orientações sobre como aprender, estímulo ao aprendizado ativo, valores ético-morais, pesquisa científica ampliada e uma abordagem interdisciplinar para enfrentar os desafios contemporâneos – explícito nos Capítulos 3 e 4 - “Estratégias de recuperação de áreas degradadas” e “Identificação e caracterização dos riscos à degradação ambiental de microbacias hidrográficas em assentamentos de reforma agrária por meio de técnicas de geoprocessamento e da análise espacial multicritério: uma proposta”.

É preciso fazer uma análise abrangente sobre a relação entre o crescimento populacional, a degradação ambiental, a legislação ambiental no Brasil, o papel do agronegócio, a importância da sustentabilidade, a agroecologia e a visão de uma sociedade ideal.

- ✓ Correlação negativa entre crescimento populacional e qualidade de vida: destaca-se a correlação negativa entre o crescimento populacional, especialmente quando associado à degradação ambiental, e a qualidade de vida. Isso evidencia a importância de buscar um desenvolvimento que seja sustentável e equitativo, levando em consideração os impactos ambientais.
- ✓ Legislação ambiental e desafios: o Brasil é mencionado como possuidor de uma legislação ambiental moderna, porém, é apontado que a aplicabilidade das leis e a qualidade da conservação e preservação dos recursos naturais não são garantidas apenas pela existência das leis, especialmente quando ocorrem situações de enfraquecimento e desmantelamento dos órgãos ambientais, como mencionado no período de 2019 a 2022.
- ✓ Papel do agronegócio: reconhece-se o papel do agronegócio brasileiro como fonte de tecnologias, alimentos, bioenergia e produtos exportados, mas enfatiza a necessidade de que esse papel seja exercido de forma sustentável, transparente e eficiente. Também destaca a importância de alianças e parcerias para fortalecer o setor.
- ✓ Agroecologia como alternativa: a agropecuária de base agroecológica é mencionada como uma abordagem que adota uma visão holística e busca o equilíbrio do sistema através do aumento da biodiversidade, promovendo a

eliminação de agentes prejudiciais à saúde humana. É destacada como uma opção ética.

- ✓ Nova sociedade baseada na equidade e solidariedade: o texto conclui com a visão de uma nova sociedade que deve adotar um modelo de produção e desenvolvimento baseado na equidade, justiça social, geração de renda e cooperação. A liberdade de decisões é valorizada, mas a solidariedade entre os membros é enfatizada como fundamental para criar uma sociedade complexa e sustentável.

Em resumo, o preciso abordar nas discussões atuais as questões relacionadas à relação entre crescimento populacional e qualidade de vida, legislação ambiental, sustentabilidade no agronegócio, a importância da agroecologia como alternativa e a visão de uma sociedade ideal baseada em equidade e solidariedade - ficou bem evidenciado nos Capítulos 5, 6 e 7: “Viabilidade técnica da utilização de resíduo do beneficiamento de granito na indústria e na agricultura”, “Potencial de óleos essenciais de espécies nativas no controle de *Fusarium verticillioides* em sementes de milho” e “Produção de mudas do café sob diferentes teores de composto orgânico”.

Cabe realizar uma perspectiva sobre a importância da Educação Ambiental (EA) sob uma abordagem interdisciplinar no cenário educativo. Ele ressalta como a EA pode contribuir para a sensibilização das pessoas como integrantes do sistema ecológico, promovendo práticas e metodologias que beneficiam o meio ambiente. Além disso, destaca a necessidade de compreender os processos ambientais e utilizar ferramentas para monitorá-los, visando ao desenvolvimento de novos modelos de produção e consumo mais sustentáveis.

- ✓ Interdisciplinaridade na Educação Ambiental: O texto destaca a importância de uma abordagem interdisciplinar na Educação Ambiental, ou seja, a integração de diferentes disciplinas e enfoques para compreender os aspectos complexos do meio ambiente e promover práticas mais eficazes.
- ✓ Desenvolvimento de práticas sustentáveis: A EA é apresentada como uma maneira de promover práticas e metodologias que beneficiam o meio ambiente, incluindo a redução do volume de resíduos, como no caso da compostagem.

- ✓ Mudanças nas relações sociedade/natureza: A mudança na relação entre a sociedade e a natureza é mencionada como um objetivo, com a perspectiva de reduzir a importância econômica dessa relação em favor de um desenvolvimento mais sustentável.
- ✓ Necessidade de políticas públicas e esforço conjunto: O texto ressalta que a transformação necessária para um modelo mais sustentável requer a definição de políticas públicas voltadas para o desenvolvimento sustentável. Além disso, enfatiza a necessidade de esforços colaborativos entre diversos atores sociais, econômicos e políticos.

Em resumo, há de se destacar a relevância da Educação Ambiental como uma ferramenta para promover práticas sustentáveis, enfatiza a importância da abordagem interdisciplinar e ressalta a necessidade de mudanças nos modelos de produção e desenvolvimento atuais, bem como de políticas públicas e esforços coletivos para alcançar um desenvolvimento mais sustentável – sugerido nos Capítulos 8, 9 e 10: “Levantamento socioeconômico e experiências agroecológicas das mulheres ribeirinhas nos quintais da Ilha Saracá, Limoeiro do Ajuru, estado do Pará”, “Abordagem gerencial para o desenvolvimento da agricultura familiar com base no sistema de produção agroecológica” e “Extensão rural - acesso à informação e ao livre mercado”.

Concluindo, os capítulos apresentam uma abordagem abrangente sobre questões relacionadas ao manejo e aproveitamento dos recursos naturais, incluindo tópicos como conservação do solo e da água, agricultura sustentável, políticas públicas, segurança ambiental, transformação do modelo de desenvolvimento, agricultura familiar, agroecologia e desenvolvimento rural sustentável.

- ✓ Conservação de recursos naturais: o texto aborda a importância da conservação do solo, da água e dos mananciais, destacando a erosão como um problema resultante tanto de fatores naturais quanto de ações humanas, como o desmatamento.
- ✓ Desenvolvimento sustentável: há uma preocupação com a necessidade de alterar os modelos atuais de produção e desenvolvimento para abordar a escassez de recursos, a degradação ambiental e os desafios sociais e econômicos.

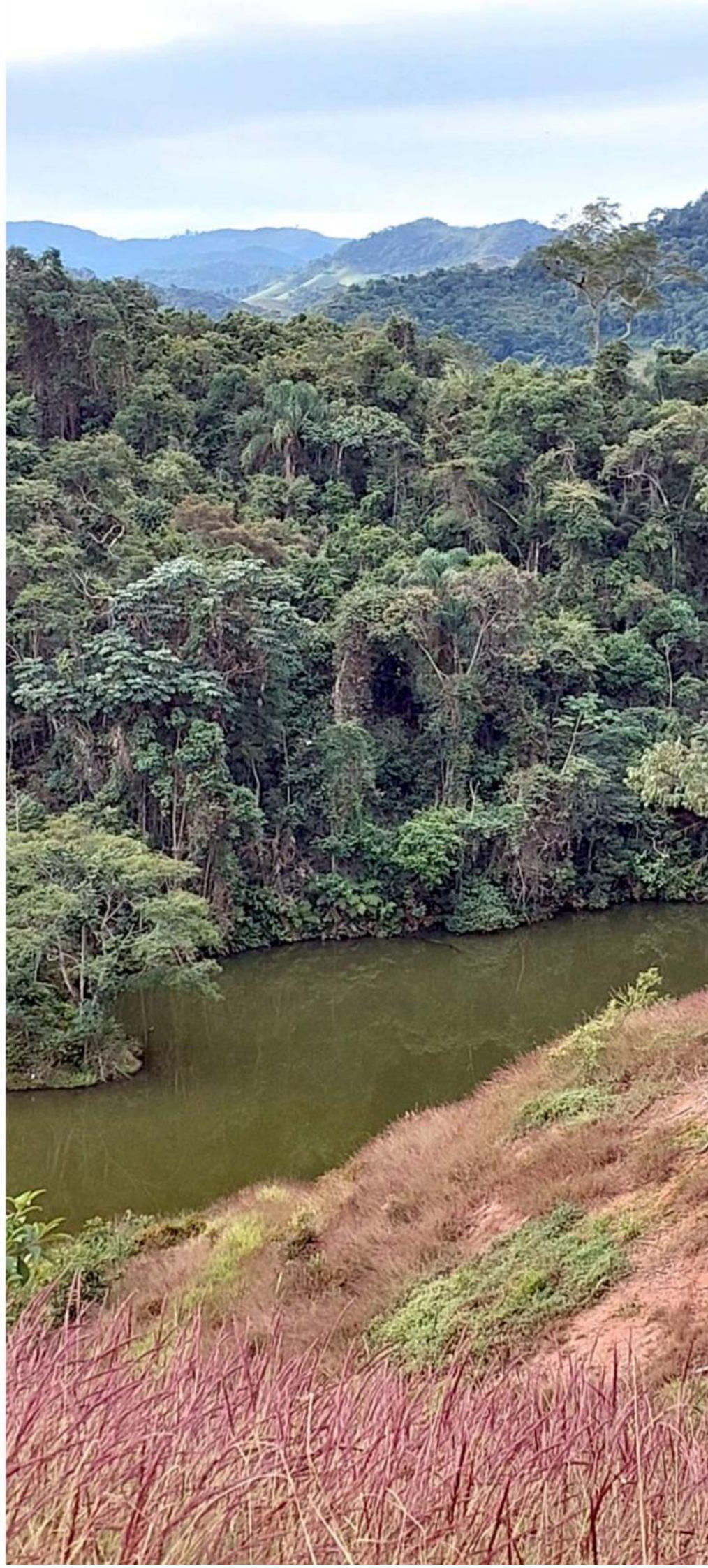


- ✓ Agricultura sustentável e agroecologia: são mencionados como caminhos para a melhoria da qualidade de vida da população rural, o enfrentamento do êxodo rural e a recuperação ambiental. A transição agroecológica de áreas agrícolas convencionais é sugerida como uma proposta sustentável.
- ✓ Políticas públicas e participação: o fortalecimento da base legal, a definição de políticas públicas, a participação da sociedade e a colaboração entre diversos atores são considerados fundamentais para promover mudanças positivas.
- ✓ Educação e formação: a capacitação de recursos humanos, a troca de experiências e a importância da formação em novas abordagens técnicas e científicas são destacadas para melhorar a execução de projetos e soluções para os problemas atuais.
- ✓ Sustentabilidade na agricultura familiar: o texto ressalta a importância da agricultura familiar na sociedade brasileira, com a necessidade de promover a transição agroecológica para combater o êxodo rural, melhorar a qualidade de vida das famílias do campo e conservar o meio ambiente.
- ✓ Impacto global: o trecho também enfatiza que as questões ambientais não podem ser compreendidas isoladamente, pois estão interconectadas com fatores físico-químicos, político-econômicos e socioculturais, com impactos que afetam a qualidade de vida das populações locais e o equilíbrio ambiental em paisagens mais amplas.

Em resumo, o presente livro, “Tópicos em Recuperação de Áreas Degradadas Vol. VI”, destaca a importância de uma abordagem holística para abordar os desafios ambientais e sociais enfrentados na agricultura e no desenvolvimento rural, com ênfase na sustentabilidade, conservação dos recursos naturais e na importância da participação de diversos atores e na busca por soluções inovadoras.

Professor Maurício Novaes Souza

Guarapari, agosto de 2023.



[www.meridapublishers.com](http://www.meridapublishers.com)