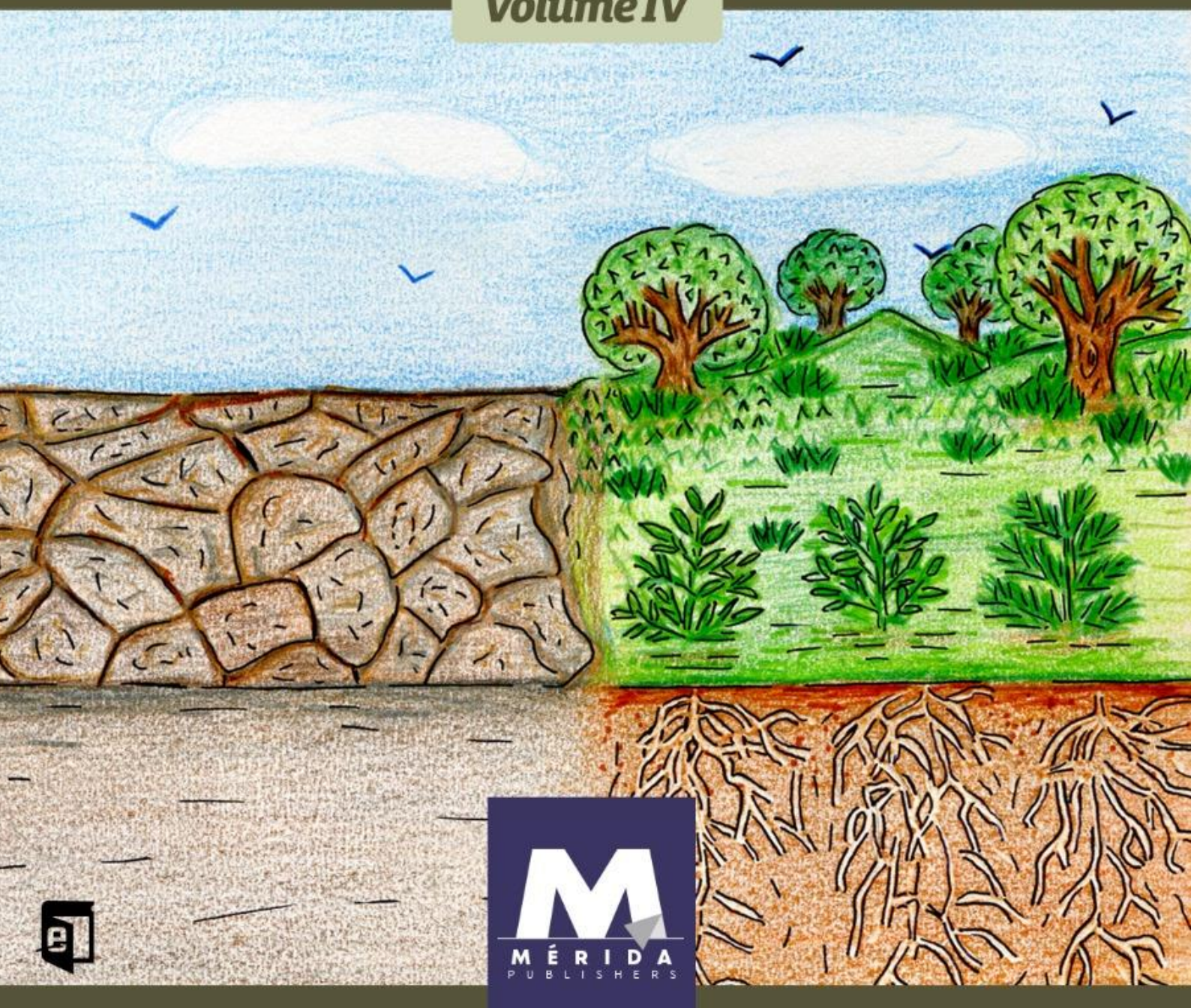


ORGANIZADOR: Maurício Novaes Souza

Tópicos em recuperação de Áreas Degradadas

Volume IV



ORGANIZADOR:
Maurício Novaes Souza

Tópicos em recuperação de

Áreas Degradadas

Volume IV

Canoas
2022



ESTUDOS DE CASO:

“Ação da poluição nos sistemas ambientais”

“A trajetória da educação ambiental no Brasil e a reciclagem no município de Alegre”

“Agroecologia como meio para a sustentabilidade da agricultura familiar”

“Fatores bióticos em RAD: ação da flora e da fauna”

“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 e o uso de biofertilizantes”

“Plantas alimentícias não convencionais”

Tópicos em recuperação de áreas degradadas Volume IV

© 2022 Mérida Publishers

<https://doi.org/10.4322/mp.978-65-84548-10-7>

Organizador

Maurício Novaes Souza

Revisão ortográfica

Maurício Novaes Souza

Francielle Santana de Oliveira

Adaptação da capa e desenho gráfico

Luis Miguel Guzmán

Ilustração da capa

Adriana Romero Domínguez

@adriana.disenho



Canoas - RS - Brasil

contact@meridapublishers.com

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 IV / Organizador Maurício Novaes Souza. – Canoas, RS: Mérida Publishers, 2022.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-84548-10-7

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

O Eco Jornalismo Ambiental comenta que o amor pela sabedoria levou os filósofos a refletirem sobre os mais diversos campos do conhecimento: a existência humana, a ética, os valores, a política, a linguagem e questões diversas que constantemente provocaram os mais profundos questionamentos: ajo nesse contexto!

O fato é que a natureza foi objeto constante das indagações dos filósofos: seja pelo seu papel essencial no planeta e na vida humana, seja pela relação do homem com ela e as consequências da atuação e interferência antrópica no meio ambiente.

O que deveria ter sido aprendido ao longo dos séculos, percebe-se exatamente o contrário, particularmente no atual momento brasileiro - essa agressão nunca foi tão intensa! O chamado “calendário do desmatamento” da Amazônia teve novo recorde negativo de destruição: nos últimos 12 meses, de agosto de 2021 a julho de 2022, foram derrubados 10.781 km² de floresta, o que equivale a sete vezes a cidade de São Paulo.

No modelo capitalista neoliberal, a natureza e as leis ambientais para alguns grupos de interesses escusos, representam um empecilho retrógrado ao desenvolvimento!

No entanto, os ambientalistas e os agroecólogos, têm a visão de Friedrich Nietzsche: eu também quero a volta à natureza. Mas essa volta não significa ir para traz, e sim para frente.

Ou seja, só vamos construir um mundo melhor se construirmos pessoas melhores, estruturas sociais mais justas e comprometimento com os valores humanos acima dos valores econômicos.

Por esses dias tão difíceis, buscando corrigir os impactos já cometidos e mitigando as ações que tornaram o mundo “pior”, DEDICO esse livro a todos que buscam e lutam por um mundo “MELHOR”, indutor de consciências e de influências em direção a um mundo mais tolerante e mais harmônico para nossos filhos e netos.

Prefácio

O despertar dessa série de publicações se dá a partir das pesquisas quando escrevia a minha dissertação (UVF, 2002/2004): “Degradação e recuperação ambiental e desenvolvimento sustentável”. Desde então, fiquei muito mais atento e questionador quanto ao comportamento do *Homo sapiens*, não conseguindo responder grande parte das nossas atitudes. O questionamento: com tanto conhecimento existente nos dias atuais, por que o homem continua a causar tamanha degradação?

Para responder a esses questionamentos, conhecer os tempos remotos de nossa espécie e como ela deixou de ser um animal com impacto insignificante no planeta para se tornar dono do mundo, capaz de destruí-lo por simples ambição ou capricho, sempre busco maiores informações sobre o tema. Venho me aprofundando nas pesquisas nessa área de conhecimento: esse é um dos propósitos do quarto volume da série de livros “Tópicos em Recuperação de Áreas Degradadas”.

De forma indiscutível, o “Planeta Terra” vem sofrendo distúrbios e transformações que remontam no tempo. Contudo, há de se refletir que há poucas décadas, o meio ambiente era capaz de desempenhar sua função depuradora com eficiência. Entretanto, nos dias atuais, encontra-se excessivamente sobrecarregado pelas atividades antrópicas e pela desconsideração aos “limites do crescimento”: dados os níveis de poluição de aumento da entropia dos ecossistemas, sofre o risco de exaustão dos seus recursos, em face da redução de sua resistência e resiliência, não conseguindo em determinadas situações recuperar-se sem o auxílio do homem.

Parcialmente tal condição pode ser explicada pelo crescimento populacional sem precedentes e pelos modelos de desenvolvimento agropecuário e urbano-industriais praticados após a “Revolução Industrial”, com agravantes nas últimas décadas: produziram uma série de impactos ambientais e externalidades negativos, gerando inúmeras áreas degradadas.

“Origens: uma grande história de tudo”, livro lido recentemente e cuja resenha apresento, sua leitura contribui para explicar parcialmente minhas dúvidas, bem como trazer perspectivas de esperança para um futuro mais sustentável.

Título do livro: Origens - Uma grande história de tudo

CHRISTIAN, David. **Origens: Uma grande história de tudo.** São Paulo, SP. Ed. Companhia das Letras, 2019.

Autor: David Christian, junto com Bill Gates fundou Big History Project e é cocriador, diretor e professor da Macquarie University Big History School. Faz palestras por todo mundo e é autor de diversos outros livros e artigos de história.

A tese central do livro: Unindo diferentes áreas da ciência, o autor busca contar os complexos processos que ocorreram desde o “Big Bang” aos dias atuais - o Antropoceno. Por meio de uma linha do tempo até à realidade atual, sugere o que pode ou não acontecer no futuro.

Questionamentos do livro:

- ✓ Quais foram as condições ideais que permitiram que seres e estruturas tão complexas se originassem?
- ✓ Seremos vencidos pela entropia ou chegaremos a um ponto de equilíbrio?
- ✓ O que nos aguarda no futuro?

O livro: Para contar a “história de tudo”, o autor divide o livro em quatro partes. Durante boa parte do livro, metaforicamente, usa a expressão “condições cachinhos dourados” para se referir às condições que permitiram o surgimento de estruturas como estrelas, galáxias, terra, lua, continentes, vida, evolução das espécies, incluindo o *H. sapiens*.

Na primeira parte, “Cosmos”, uma das informações que o autor traz é que não se sabe quais foram as “condições cachinhos dourados” que permitiram o surgimento do universo; contudo, acredita-se que no momento do “Big Bang”, o universo era menor que um átomo e, ainda assim, dentro dele havia toda a matéria e energia presente no universo presente. Por um longo período de tempo o universo permaneceu simples, escuro e vazio (e ainda continua sendo). Com o passar de centenas de anos, graças à energia livre, foram surgindo algumas estruturas, tais como as estrelas e as galáxias, bem como o nosso planeta: a terra. Até nesse ponto, nenhuma referência aos seres vivos.

A parte dois, “Biosfera”, Christian discorre sobre como surgiu a vida. Nesse momento os processos aumentam seus níveis de complexidade e tudo

que é vivo parece trabalhar para lutar contra a entropia. Os organismos, para garantir sua existência, fazem pequenas e constantes mudanças genéticas para se adaptarem ao meio. Contudo, por mais que sejam diferentes atualmente, todos os organismos vivos compartilham de um ancestral comum. O autor também trás questões relacionadas a geologia, relacionando tectônicas de placas com o “Big Bang” - por meio dela, pode-se explicar processos como formação de montanhas, terremotos e movimento de continentes. Comenta, ainda, como aconteceu o surgimento dos mamíferos, graças a um asteroide que caiu na terra e extinguiu os dinossauros, proporcionando condições ideais para o desenvolvimento dos mamíferos. No decorrer desse período também ocorre a evolução dos nossos ancestrais primatas.

A parte três, “Nós”, trás uma “enxurrada” de informações sobre o processo evolutivo dos primatas, homínídeos, formas de vida das primeiras civilizações, como pequenos grupos se organizavam, o começo da agricultura e como ela foi agente transformadora da história humana. Como influenciou no aumento populacional e até em mudanças de características genéticas; e quais foram os processos que contribuíram que tudo se configurasse como está nos dias atuais. Outro assunto abordado, apesar de um lado ruim, o Antropoceno também tem seu lado bom: segundo o autor, por meio dos avanços da ciência, gerou vida melhor para bilhões de seres humanos comuns, o que nunca antes na história havia existido.

Na quarta parte, o autor trás indagações sobre o futuro da humanidade: em algumas partes até bastante otimistas em relação ao nosso futuro. É interessante quando ele fala no texto que fazemos parte apenas do prefácio da história do universo: faz-se refletir sobre nosso papel nesse vasto universo, da nossa importância, mas também de nossa insignificância.

Conclusões: O autor consegue em 358 páginas condensar informações de grandiosa importância. Na medida do possível, usa métodos fáceis de entendimento; as analogias, em especial “condições cachinhos dourados”, nos fazem conseguir visualizar melhor os processos por ele descritos. O livro condensa uma riqueza enorme de informação, que nos deixam reflexivos sobre muitas das questões tratadas, como exemplo, por mais que tenha explicação científica para tudo, imaginar que temos origens comuns a uma planta ou

qualquer outro ser vivo por mais distinto sermos, é um tanto curioso: livros como esses nos ajudam a perceber o quanto somos inteligentes, complexos e perigosos, mas também um “grão-de-areia” diante ao universo.

Assim, apoiados na possibilidade de um futuro melhor, onde residem os principais problemas contemporâneos? O modelo desenvolvimentista praticado nos dias atuais estimula o imediatismo nas fases de elaboração e implantação dos diversos empreendimentos em suas múltiplas atividades, com displicência, ou mesmo ausência de planejamento ambiental, não considerando, por exemplo, as questões relativas à predição e às relações sistêmicas que os envolvem.

Tal comportamento têm posto em risco a quantidade e a qualidade do capital natural, particularmente dos recursos edáficos e, conseqüentemente, dadas as suas inter-relações, dos ecossistemas aquáticos. Nesse contexto, inserem-se as zonas urbanas, urbana-industriais e rurais, afetando de forma drástica a qualidade de equilíbrio dos ecossistemas e dos agroecossistemas. Em todo o Brasil, tem ocorrido a intensificação das atividades agropecuárias, que substituem a vegetação nativa e promovem a mudança de uso do solo, causando alterações severas em toda a bacia hidrográfica.

O livro Primavera Silenciosa, de Rachel Carson, aborda sobre a polêmica do uso indiscriminado de organoclorados na agricultura nos anos da década de 1960. A popularização do DDT nos Estados Unidos, produto muito usado na Segunda Guerra Mundial no controle de insetos transmissores de malária e dengue, por exemplo, passaram a ser utilizados por agricultores, sendo dedetizado por aviões, espalhando nuvens tóxicas.

O livro foi considerado um marco do movimento ambientalista, um divisor de água sobre a consciência ecológica, no uso dos agrotóxicos e na contaminação das águas e dos solos. Carson denunciou o uso dos pesticidas relacionando essa prática com a rápida redução de inúmeras espécies de pássaros, concluindo que tais pesticidas por não serem seletivos, também afetavam e matavam pássaros, mamíferos, bem como os seres humanos; ou seja, toda a cadeia trófica é afetada, inclusive a microbiota do solo.

No entanto, o uso indiscriminado de agroquímicos persiste nos dias atuais: por quê? Como resultado, com relação ao solo, ocorre a redução de sua porosidade e de sua aeração, favorecendo a sua compactação e o surgimento

dos processos erosivos, culminando no assoreamento dos corpos hídricos. Várias espécies são impactadas e, ou, eliminadas, provocando impactos e externalidades socioambientais.

Mediante a todos os fatores ocasionados, o ser humano também teve seu preço a pagar, visto que “estamos acostumados a procurar os efeitos flagrantes e imediatos e ignorar tudo mais”, cita Carson em seu livro, remetendo-se ao fato de que o ser humano ignora a existência do risco, desde que este não tenha sinais imediatos. Assim, priorizando os ilimitados desejos humanos, eliminam-se as diversas espécies consideradas pragas; contudo, diversas outras são também eliminadas.

Para reverter os estragos causados, que surge em meio ao caos que encontrava a natureza, a autora cita alternativas opostas aos produtos químicos, como o controle de insetos potencialmente danosos às lavouras por meio do controle biológico, ou por meio da soltura de machos estéreis, diminuindo as populações gradativamente. Outra forma seria por meio de bactérias que interajam diretamente com as chamadas pragas, ocasionando o adoecimento e morte dos insetos.

Assim, pode-se afirmar que a ideia de se buscar um novo modelo de produção revela, inicialmente, a crescente insatisfação com a situação criada e imposta pelos atuais modelos vigentes de desenvolvimento e de produção advindos desse modelo produtivista evidenciado, em todo o mundo, pelos empreendimentos e atividades antrópicas. Na elaboração da Agenda 21 Brasileira, foi considerada fundamental que se promovam alterações nos modos de produção, necessitando, para isso, de uma definição nas políticas públicas que considerem o planejamento de médio e longo prazo.

Outra importante medida foi lançada pela Organização das Nações Unidas: propôs 17 Objetivos e 169 Metas para todas as nações do mundo visando um desenvolvimento sustentável. A Agenda 2030 da ONU é o documento que apresenta como a organização determina que deverá ser feito. Apesar de algumas questões controversas do documento, ele vem se tornando política ao redor do mundo - inclusive já vem sendo executada parcialmente no Brasil.

A proposta dessa série de livros se propõe a sugerir procedimentos de recuperação ambiental, bem como modelos alternativos de produção e manejo.

Por intermédio de análises sistêmicas dos recursos naturais, poderão ser determinadas as principais variáveis e suas inter-relações, que poderão ser empregados para identificar as soluções mais adequadas aos requerimentos de conservação do solo e da água, relativas ao Desenvolvimento Sustentável Local, aos aspectos ambientais e às necessidades ecológicas e socioeconômicas e políticas de uma dada região.

Existem várias ferramentas nos dias atuais! Novas técnicas de “Estudo de Impactos Ambientais” e os avanços tecnológicos nos materiais e nos procedimentos de “Recuperação de Áreas Degradadas” são ferramentas de auxílio à definição de políticas públicas de planejamento e previsão para estimar futuras demandas para a abertura de novas áreas de produção, ou a opção de não implantá-las, sugerindo opções alternativas e, ou, locais. Dessa forma, os produtores urbanos e rurais, poderão entender como que os diversos cenários atuais e futuros, afetarão o desempenho de suas atividades, evitando novos impactos e degradação dos ecossistemas aquáticos e terrestres, promovendo o desenvolvimento sustentável.

As transformações dessas alternativas que se encontram à nossa disposição, em realidade deixaram de ser um problema conceitual ou técnico, sendo mais uma questão de iniciativa política. É preciso que sejam estabelecidos modelos de desenvolvimento baseados nessas novas ideias, como aquelas da Agroecologia e suas práticas conservacionistas de produção, que ofereçam a base ideal para o uso dessas tecnologias, sistemas econômicos e instituições sociais com vistas para o futuro.

Desejo imensamente que esse quarto livro com essa referida proposta, trabalhado em parceria com colegas de trabalho, meus alunos e orientados do Programa de Pós-graduação em Agroecologia do Ifes campus de Alegre (PPGA), abra caminho para outros volumes e que, de fato, contribuam efetivamente para que se atinja a tão sonhada sustentabilidade socioambiental.

Professor Maurício Novaes Souza
Guarapari, outubro de 2022.

Apresentação

O presente documento dá continuidade aos livros e cadernos de aulas que venho produzindo desde o início da minha carreira. Tenho preparadas dezenas de apostilas das disciplinas que lecionei e colaborei ao longo dessa trajetória. Atualmente, instruindo para os Cursos de Tecnologia em Cafeicultura e de Pós-graduação em Agroecologia e Sustentabilidade (*Lato Sensu* e *Stricto Sensu*) do Ifes campus de Alegre, tornou-se possível a realização do antigo desejo de publicar livros em parceria com meus colegas de trabalho, alunos e orientados.

O **Volume I** dos “Tópicos de Recuperação de Áreas Degradadas” foi muito bem aceito e atendeu as nossas propostas e expectativas. Os trabalhos produzidos nas disciplinas, enfim, ganharam visibilidade, estabelecendo-se essa parceria com os acadêmicos e aumentando as publicações para o nosso programa: exigência básica dos órgãos de fomento e financiamento de pesquisas.

Os três primeiros capítulos do referido trabalho fazem parte do livro Avaliação de Impactos Ambientais (AIA) que está em fase de elaboração e deverá ser publicado futuramente. A sua primeira versão é a extensão de uma apostila elaborada em decorrência da parca literatura existente à época e que visava estudar os métodos e técnicas disponíveis na literatura sobre o referido tema: nos dias atuais, 20 anos depois, não há como se trabalhar em projetos de Recuperação de Áreas Degradadas antes de se realizar os Estudos de Impactos Ambientais (EIA) e seu relativo Relatório de Impactos Ambientais (RIMA).

Disponível em:

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

O **Volume II** manteve o mesmo objetivo do Volume I: reunir informações necessárias ao desenvolvimento de conceitos de planejamento visando à “Recuperação de Áreas Degradadas” – RAD, e a condução das atividades produtivas de forma sustentável com o uso de práticas agroecológicas

conservacionistas.

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: reunir informações necessárias ao desenvolvimento de conceitos de planejamento visando à “Recuperação de Áreas Degradadas” – RAD, e a condução das atividades produtivas de forma sustentável com o uso de práticas agroecológicas conservacionistas.

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/>

No presente **Volume IV** serão apresentados os seguintes capítulos:

No **Capítulo I**, “Ação da poluição nos sistemas ambientais”, discute-se como a concentração populacional e as atividades antrópicas humanas nos meios urbanos e rural afetam a qualidade do ar, do solo, da água e dos alimentos. O tema poluição do solo e da água vem se tornando motivo de preocupação para a sociedade e para as autoridades, devido não apenas aos aspectos de proteção, saúde pública e ao meio ambiente, mas também publicidade dada aos relatos de episódios críticos de poluição por todo o mundo. Apesar desta realidade, as diversas formas de poluição ainda não foram plenamente discutidas e ainda não existe um consenso entre os pesquisadores de quais seriam as melhores formas de abordagem da questão.

No **Capítulo II**, “A trajetória da educação ambiental no Brasil e a reciclagem no município de Alegre – ES” discorre como a educação ambiental possui importância fundamental na formação do “sujeito”: desenvolve o despertar da consciência, de novas posturas, novos hábitos de vida, formando sujeitos críticos e reflexivos, conscientes e responsáveis pelo seu impacto e com um propósito em comum: a preocupação com meio ambiente. Apresenta um estudo de caso: a reciclagem no município de Alegre, contextualizando suas ações. Na primeira ação foram adquiridos equipamentos e pessoas capacitadas para a coleta, triagem e destinação dos resíduos sólidos. A segunda ação é a utilização da educação ambiental como ferramenta para conscientizar a população sobre esses resíduos e o impacto dos mesmos - resultaram em um efeito multiplicador na população do município de Alegre.

No **Capítulo III**, “Agroecologia como meio para a sustentabilidade da agricultura familiar”, discute-se um dos problemas críticos dos dias atuais: a redução da população rural brasileira a menos de um quarto quando comparada aos anos de 1950 e 2010 - apesar de a agricultura familiar representar a maior categoria de produtores rurais no Brasil, ela é composta por um grupo não homogêneo e que está vulnerável às transformações do campo. Sendo assim, o abandono do meio rural está muito presente nessa categoria. Como proposta sustentável para a redução do êxodo rural, melhoria na qualidade de vida das famílias do campo e recuperação da degradação ambiental causada pela agricultura convencional, sugere-se a transição agroecológica de áreas agrícolas convencionais.

No **Capítulo IV**, “Fatores bióticos na recuperação de áreas degradadas: ação da flora e da fauna” discorre como os biomas brasileiros vêm sofrendo uma série de ações antrópicas que afetam negativamente sua biodiversidade e o bem-estar da sociedade. Os biomas fornecem diversos serviços ecossistêmicos primordiais para a manutenção da vida humana: o desmatamento, a fragmentação das florestas, a poluição das águas, o uso intensivo de defensivos agrícolas, que poluem o solo e afastam/extinguem microrganismos e vertebrados, as queimadas, são os principais fatores impactantes que afetam tais serviços. Na recuperação de áreas degradadas, a flora e a fauna possuem um alto grau de interações, uma vez que, no decorrer da história evolutiva, plantas e animais criaram entre si uma relação de interdependência, mediante os benefícios gerados para ambos os grupos. Nesse sentido, o presente capítulo traz tópicos que demonstram como plantas e animais, por intermédio de suas interações, auxiliam na recuperação de ambientes antropizados.

No **Capítulo V**, “Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF) e a recuperação de pastagens degradadas”, discutem-se os impactos associados à pecuária. O Brasil tem extensas áreas de pastagens degradadas. Dentre outros fatores, a degradação se dá devido ao seu manejo incorreto, sem a devida reposição de nutrientes e com a superlotação animal. A recuperação recupera a sua fertilidade química, física e biológica, proporcionando aumento na

produtividade. Cabe considerar que estão surgindo técnicas de recuperação menos onerosas: uma destas é a recuperação de áreas degradadas por meio do sistema de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF) - uma tecnologia que proporciona diversificação da produção, bem-estar animal, geração de renda para o produtor rural, incrementos na fertilidade do solo, bem com alinhamento à tendência do mercado mundial referentes à certificação e oportunidade de mercado para a intensificação sustentável dos sistemas de produção agropecuários e da bioeconomia.

No **Capítulo VI**, “Sistemas agroflorestais e consórcios na cultura do café”, apresenta uma nova realidade de se produzir com modelos de base agroecológica. Evidencia que algumas culturas de interesse econômico, como o cafeeiro, pode ser trabalhadas juntamente em consórcios ou sistemas agroflorestais (espécies florestais, culturas agrícolas e criação de animais), proporcionando agregação de valor ao produto. Como o café conilon concentra grande parte de seu campo produtivo no estado do Espírito Santo, e que estão, em sua maioria, em pequenas propriedades rurais e de base familiar, mostra-se potencial assimilação em aliar conservação e produtividade dentro de manejos que consorciem esse cafeeiro a espécies madeireiras e frutíferas. A arborização se torna interessante opção por proporcionarem um microclima local: podem minimizar efeitos oriundos de alterações climáticas, que aumentaram as temperaturas e o período de seca, causando sérios prejuízos econômicos aos produtores.

No **Capítulo VII**, “Hortas urbanas agroecológicas”, mostra que o estilo de vida e alimentação da sociedade passou por mudanças insustentáveis após a revolução industrial. Com a chegada de máquinas e transporte ferroviário, tornou-se possível o aumento da produção de alimentos e o transporte até outras localidades para serem comercializados, mas de forma insustentável. As hortas urbanas são ações que se destacam por auxiliarem a reformulação em espaços anteriormente abandonados em espaços urbanos sustentáveis, que por meio da mobilização social, são capazes de impactar em mudanças sociais, ambientais e econômicas de forma positiva. Neste contexto, o presente trabalho teve como objetivo explorar a teoria acerca da horta urbana e o viés agroecológico, assim

como avaliar a contribuição da horta para o processo de educação ambiental dos usuários e na formação de indivíduos com maior participação cidadã e envolvimento com as questões ambientais.

No **Capítulo VIII**, “Recursos genéticos do feijão (*Phaseolus* spp.)”, mostra que o cultivo do feijão-comum desempenha função social, contribuindo para manter o homem no campo, sendo uma cultura que possibilita ao produtor rural ter uma maior autonomia em sua propriedade. Merece ser destacada a importância da conservação e preservação dos recursos genéticos de feijão-comum: a redução da variabilidade genética, processo conhecido como erosão genética, ameaça a agricultura por afetar as condições de segurança alimentar e nutricional de toda a humanidade. A capacidade da cultura de se adaptar a diferentes sistemas de produções, inserção em diferentes biomas e contextos socioculturais resultou em uma grande diversidade de variedades tradicionais. Nos últimos anos, a cultura vem despertando o interesse dos produtores que praticam a agricultura empresarial, em razão do desenvolvimento de cultivares em características que favorecem o cultivo mecanizado, como qualquer outra espécie agrícola.

No **Capítulo IX**, “Desenvolvimento de mudas de couve da Geórgia (*Brassica oleracea* var. *Acephala*) sob diferentes concentrações de biofertilizante”, apresenta a utilização de biofertilizante como prática interessante para a agricultura: além de ser uma alternativa econômica e ambiental favorável, aproveita resíduos orgânicos e reduz a aplicação de fertilizantes minerais. Objetivou-se com este trabalho, avaliar o efeito de doses de biofertilizante de origem bovina e enriquecido com mamona e nim indiano, que são ricos em nitrogênio (N); tronco de bananeira, que possui uma grande quantidade de potássio (K); restos de fruta, para fonte de amido; caldo de cana, como fonte de energia para os microrganismos; aplicadas em mudas em couve da geórgia (*Brassica oleracea* var. *acephala*). A utilização do biofertilizante apresentou bons resultados na dose de 25% quando comparado com o substrato comercial (SC) no desenvolvimento inicial de mudas de couve, tornando-o um produto acessível para sua produção e aplicação na agricultura.

No **Capítulo X**, “Plantas alimentícias não convencionais: sustentabilidade e diversidade no sistema de produção de base agroecológica” mostra como as plantas alimentícias não convencionais (PANC) se destacam por sua funcionalidade e grande potencial para suplementação alimentar: fonte de nutrientes, açúcares e fotoquímicos, que geram benefícios à saúde. Apesar do vasto número de espécies de PANC, a maioria ainda é desconhecida, levando a diminuição do uso e conhecimento relacionado a essas plantas. Desta forma a pesquisa teve por objetivo relatar e difundir o conhecimento sobre as PANC no cenário social, agrícola, agroecológico e gastronômico brasileiro, visando discutir a participação das mesmas como uma alternativa na segurança alimentar e econômica brasileira. Ademais, o conhecimento acerca das PANC contribui para a conservação do meio ambiente e produção sustentável de alimentos, favorecendo a gestão da biodiversidade.

Nas **Considerações finais**, há críticas e sugestões, no sentido de converter essas novas ideias e conceitos em ação. Sugere-se a mudança do atual modelo de produção agropecuário e urbano-industrial, dada a visível insustentabilidade verificada até o presente momento.

Anseia-se, ao final da leitura dos referidos capítulos, que sejam satisfeitos alguns dos questionamentos sobre os modelos de produção atualmente praticados. Espera-se que surjam comentários que contribuam para o bom desenvolvimento e aplicabilidade do presente e dos próximos trabalhos.

Professor Maurício Novaes Souza
Guarapari, outubro de 2022.

Autores

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. Email: alinemcrespo@gmail.com

Amanda Fagundes Zambom

Estudante de graduação do curso de Licenciatura em Ciências Biológicas do Instituto Federal do Espírito Santo do campus de Alegre - Caixa postal 47, CEP: 29.500-000, Alegre, ES. Email: amandafbio20@gmail.com

Ana Cláudia Moreira Guerra

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. Email: anacmg.bio@gmail.com

Ana Lídia Chaves Gomes

Graduanda em Tecnologia de Cafeicultura do Instituto Federal do Espírito Santo - Campus de Alegre. Caixa Postal 47, CEP: 29.500-000, Alegre, ES. Email: alcgomess@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. Email: andresamendes2006.am@gmail.com

Bárbara Caetano Ferreira

Estudante de graduação do curso de Licenciatura em Ciências Biológicas do Instituto Federal do Espírito Santo do campus de Alegre - Caixa postal 47, CEP: 29.500-000, Alegre, ES. Email: barbaracfbio@gmail.com

Bruna Lopes Caon

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. Email: brunaroots47@gmail.com

Camila Barbiero Siqueira

Pós-graduada em Agroecologia pelo Programa de Pós-Graduação em Agroecologia do Instituto Federal do Espírito Santo - Campus de Alegre e Mestranda em Solos pela UFES campus de Alegre. Caixa Postal 47, CEP: 29500- 000, Alegre, ES. Email: cbarbiero2709@gmail.com

Cintia dos Santos Bento

Professora da Universidade Federal do Espírito Santo - Campus de Alegre, Caixa Postal 47, CEP: 29.500-000, Alegre, ES. Email: cintia_bento@yahoo.com.br

Clarissa Alves de Novaes

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

Ediane Lima da Silva

Graduada em Tecnologia em Agroecologia pelo Instituto Federal de Ciência e Tecnologia do Pará (IFPA)-Bragança, Caixa Postal 71, CEP 68.600-000; Discente do Programa de Pós-Graduação em Agroextrativismo sustentável e desenvolvimento rural do Instituto Federal de Ciência e Tecnologia do Pará (IFPA) - Campus Bragança, Caixa Postal 71. CEP: 68.600-000. Email: dasilvaediane546@gmail.com

Euliene Pereira Henrique

Graduada em Tecnologia em Agroecologia pelo Instituto Federal de Ciência e Tecnologia do Pará (IFPA)-Bragança; Pós-graduada em Agroecologia e Mestranda pelo Programa de Pós-Graduação em Agroecologia do Instituto

Federal do Espírito Santo - Campus de Alegre. Caixa Postal 47, CEP: 29500-000, Alegre, ES. Email: euliene.pereira@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. Email: evaldodepaula1969@gmail.com

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-graduanda em Agroecologia pelo Programa de Pós-Graduação em Agroecologia do Instituto Federal do Espírito Santo - Campus de Alegre. Email: francy-santana@hotmail.com

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. Email: geisa.louback1980@gmail.com

Grazielli Pirovani

Pós-graduanda 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. Email: grazipirovani@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. Email: guilhermeat.bio@gmail.com

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. Email: igor.borgesperon@gmail.com

João Carlos Cansian Junior

Graduando do curso de Licenciatura em Ciências Biológicas do Instituto Federal do Espírito Santo do campus de Alegre - Caixa Postal 47. CEP: 29.500-000. Alegre - ES. Email: joaocj27@gmail.com

João Marcos Verly de Oliveira da Silva

Tecnólogo em Cafeicultura pelo Instituto Federal do Espírito Santo do campus de Alegre - Caixa Postal 47. CEP: 29.500-000. Alegre - ES.

João Paulo Andrade Gomes

Mestrando 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. Email: joao.gomes@ifes.br

João Paulo Bestete

Professor do Instituto Federal do Espírito Santo e do Programa de Pós-Graduação em Agroecologia do Campus de Alegre - Caixa Postal 47, CEP: 29500-000, Alegre, ES. Email: jpboliveira@ifes.edu.br

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. Email: moncaofigueiredo@gmail.com

José Antônio Renan Bernardi

Dsc. Professor do Instituto Federal do Pará – Campus de Bragança. CEP: 68.600-000. Bragança/PA. Email: renan.bernardi@ifpa.edu.br

Karla Maria Pedra de Almeida

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. Email: karla.abreu@ifes.edu.br

Lorena Souza Rittberg Mauricio

Estudante de graduação do curso de Licenciatura em Ciências Biológicas do Instituto Federal do Espírito Santo do campus de Alegre - Caixa postal 47, CEP: 29.500-000, Alegre, ES. Email: lorena_rittberg@hotmail.com

Loruama Geovanna Guedes Vardiero

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. Email: loruamaggvardiero@gmail.com

Marciano Kaulz

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. Email: marciano.kaulz@ifes.edu.br

Marcus Vinícius Campos Gall

Graduando em Tecnologia de Cafeicultura do Instituto Federal do Espírito Santo - Campus de Alegre. Caixa Postal 47, CEP: 29.500-000, Alegre, ES. Email: viniciuscorda@gmail.com

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. Email: amelbsilva@gmail.com

Mariana Rodrigues Almeida

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. Email: mamarianarod@gmail.com

Marina Jordem Almança Possatti

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. Email: marinajordem@hotmail.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. Email: mauricio1fmoreira@gmail.com

Maurício Lorenção Fornazier

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. Email: mauzier_if@hotmail.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. Email: mauricios.novaes@ifes.edu.br

Maykon de Castro Mendel

Tecnólogo em Análise e Desenvolvimento de Sistemas pelo curso de Tecnólogo em Análise e Desenvolvimento de Sistemas do Instituto Federal do Espírito Santo – Campus de Alegre, Caixa Postal 47. CEP: 29.520-000, Rive/ES. Email: maykonmendel.mcm@gmail.com

Monique Moreira Moulin

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. Email: mmmoulin@ifes.edu.br

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. Email: otaciliorangel@gmail.com

Otávio Pereira Araujo

Mestrando 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. Email: araujo.otavio1994@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. Email: prinascim@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. Email: silviaaline.xavier@gmail.com

Tamyres Sanglard da Fonseca

Pós-graduanda 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. Email: tamysanglard@hotmail.com

Ueldiane Quintiliano Lins

Estudante de graduação do curso de Bacharelado em Ciências Biológicas do Instituto Federal do Espírito Santo do campus de Alegre - Caixa postal 47, CEP: 29500000, Alegre, ES. Email: ueldianeql04@gmail.com

Vinicius Alves Porto Rodrigues

Graduando do curso de Licenciatura em Ciências Biológicas do Instituto Federal do Espírito Santo do Campus de Alegre - Caixa postal 47. CEP: 29.500-000. Alegre, ES. Email: viniusbio1311@gmail.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. Email:

willianbiologo@hotmail.com

Índice

CAPÍTULO 1 29

Ação da poluição nos sistemas ambientais

Maurício Novaes Souza

CAPÍTULO 2 69

A trajetória da educação ambiental no Brasil e a reciclagem no município de Alegre - ES

Tamyres Sanglard da Fonseca, Marina Jordem Almança Possatti, Silvia Aline Bérghamo Xavier, Clarissa Alves de Novaes, Maurício Novaes Souza

CAPÍTULO 3 99

Agroecologia como meio para a sustentabilidade da agricultura familiar

João Sávio Monção Figueiredo, Loruama Geovanna Guedes Vardiero, Silvia Aline Bérghamo Xavier, Maria Amélia Bonfante da Silva, Otávio Pereira Araujo, Priscila Moreira Curtis Peixoto, Igor Borges Peron, Francielle Santana de Oliveira, Maurício Novaes Souza

CAPÍTULO 4 126

Fatores bióticos na recuperação de áreas degradadas: ação da flora e da fauna

Willian Moreira da Costa, Maurício Novaes Souza

CAPÍTULO 5 151

Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF) e a recuperação de pastagens degradadas

Priscila de Oliveira Nascimento, Maurício Novaes Souza

CAPÍTULO 6 171

Sistemas agroflorestais e consórcios na cultura do café

João Marcos Verly de Oliveira da Silva, Maurício Novaes Souza, Otacílio José Passos Rangel, Maurício Lorenção Fornazier, Geisa Correa Louback, Grazielli Pirovani, Bruna

Lopes Caon, Mauricio Ferreira Moreira, Camila Barbiero Siqueira, Guilherme Andrião Trugilho, Marciano Kaulz, Aline Marchiori Crespo, Ana Lídia Chaves Gomes, Marcus Vinícius Campos Gall, Andresa Carolina Mendes Pinheiro, Ana Cláudia Moreira Guerra, Igor Borges Peron

CAPÍTULO 7 201

Hortas urbanas agroecológicas

Mariana Rodrigues Almeida, Francielle Santana de Oliveira, Maurício Novaes Souza

CAPÍTULO 8 217

Recursos genéticos do feijão (*Phaseolus spp.*)

Evaldo de Paula, João Carlos Cansian Junior, Vinicius Alves Porto Rodrigues, Bárbara Caetano Ferreira, Lorena Souza Rittberg Mauricio, Amanda Fagundes Zambom, Ueldiane Quintiliano Lins, Monique Moreira Moulin, Maurício Novaes Souza

CAPÍTULO 9 243

Desenvolvimento de mudas de couve da Geórgia (*Brassica oleracea var. Acephala*) sob diferentes concentrações de biofertilizante

Euliene Pereira Henrique, Maykon de Castro Mendel, Ediane Lima da Silva, José Antônio Renan Bernardi, Francielle Santana de Oliveira, João Paulo Andrade Gomes, Maurício Novaes Souza

CAPÍTULO 10 270

Plantas alimentícias não convencionais: sustentabilidade e diversidade no sistema de produção de base agroecológica

Francielle Santana de Oliveira, João Paulo Bestete, Cintia dos Santos Bento, Karla Maria Pedra de Almeida, Maurício Novaes Souza

CONSIDERAÇÕES FINAIS 298

Ação da poluição nos sistemas ambientais

Maurício Novaes Souza

<https://doi.org/10.4322/mp.978-65-84548-10-7.c1>

Resumo

A grande concentração populacional e as atividades antrópicas nos meios urbanos e rural afetam a qualidade do ar, do solo, da água e dos alimentos. As perdas advindas do transporte e transferência dos alimentos do campo para a cidade são consideráveis, como também em seu armazenamento, processamento e distribuição. Pode-se afirmar, atualmente, que o consumismo desenfreado associado ao desperdício e à disposição inadequada são anticonservacionistas e causadores de poluição: é necessária grande quantidade de recursos naturais em suas fases de extração, produção, transporte e armazenamento. É necessário legitimar as demandas da sociedade relativas à obtenção de informações completas sobre a tecnologia a ser utilizada em um processo produtivo ou de serviços, bem como os riscos associados à saúde, à segurança e ao meio ambiente que elas acarretam. O tema poluição do solo e da água vem se tornando motivo de preocupação para a sociedade e para as autoridades, devido não apenas aos aspectos de proteção, saúde pública e ao meio ambiente, mas também publicidade dada aos relatos de episódios críticos de poluição por todo o mundo. Apesar desta realidade, as diversas formas de poluição ainda não foram plenamente discutidas e ainda não existe um consenso entre os pesquisadores de quais seriam as melhores formas de abordagem da questão. Além das dificuldades técnicas, a questão política se reveste de grande importância: se não for adequadamente conduzida, o controle da poluição ficará muito prejudicado e terá consequências irreversíveis para a ciclagem de nutrientes (ciclo do carbono, nitrogênio, fósforo) na natureza e ciclo da água, prejudicando a produção de alimentos de origem vegetal e animal.

Palavras-chave: Modelos de produção. Degradação. Manejo de ecossistemas.

1. Introdução

Com as transformações ocorridas pela intensa interferência antrópica, os sistemas ambientais vêm sofrendo transformações originadas por causa e natureza diversas. Esse fenômeno, denominado “poluição”, é o resultado indesejável das ações de transformação das características naturais de um ambiente, atribuindo um caráter nocivo a qualquer utilização que se faça do mesmo.

A Lei Federal nº 6.938/81 define poluição como “toda alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas que possa constituir prejuízo à saúde, à segurança e ao bem-estar das populações e, ainda, possa comprometer a biota e a utilização dos recursos para fins comerciais, industriais e recreativos” (BASTOS; FREITAS, 1999). A Figura 1 aponta as rotas de exposição da poluição que possibilitam o contato dos indivíduos com os contaminantes originados em uma fonte de contaminação por poluentes, sejam eles decorrentes da poluição da água, atmosférica ou do solo.



Figura 1. Diagrama representativo de fontes e rotas de poluição do solo, da água e dos indivíduos. Fonte: Cruvinel (2020).

O solo, por exemplo, atua frequentemente como um “filtro”: tem a capacidade de depurar e imobilizar grande parte das impurezas sobre ele depositadas. No entanto, essa capacidade é limitada, podendo ocorrer alteração da sua qualidade, devido ao efeito cumulativo da deposição de poluentes atmosféricos, aplicação de defensivos agrícolas e fertilizantes e disposição de resíduos sólidos industriais, urbanos, materiais tóxicos e radioativos.

Na área rural, de forma semelhante ao restante dos estados brasileiros, o estado do Espírito Santo introduziu os pacotes tecnológicos promovidos pela Revolução Verde somente na segunda metade dos anos da década de 1970. A produção agrária do Espírito Santo foi baseada em monoculturas, principalmente da cana-de-açúcar, no século XVII e, posteriormente, a cultura do café, no século XIX. Entre 1975 e 1980 a produção de café aumentou 23,5% por ano no estado, com o emprego constante de mecanização, fertilizantes inorgânicos e agrotóxicos (SOUZA; FORNAZIER; PONCIANO, 2020).

Entretanto, essas atividades, quando praticadas sem a devida utilização de práticas conservacionistas de manejo, prejudicam o equilíbrio natural da água e dos solos, alterando a dinâmica da micro e macrofauna, tornando as culturas cada vez mais susceptíveis a patógenos e, conseqüentemente, exigindo continuamente a utilização de fertilizantes químicos e agrotóxicos.

Esta modernização agropecuária se utilizou principalmente de equipamentos agrícolas, defensivos químicos e a predominância das monoculturas de ciclo rápido, tais como milho e soja, bem como com a utilização de sementes melhoradas geneticamente e o início da tecnologia dos transgênicos (EMBRAPA, 2018).

Com essa evolução agropecuária, o Brasil se tornou destaque no setor agropecuário tendo uma safra de grãos recorde, no ano de 2016/2017, atendendo ao mercado interno e externo, atingindo mais 150 países (EMBRAPA, 2018). De acordo com dados da Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura, o Brasil se encontra como o segundo fornecedor mundial de produtos agrícolas, devido principalmente a essas políticas de incentivos e investimentos (OECD/FAO, 2015).

No ano 2000, o agronegócio brasileiro exportou, aproximadamente, US\$ 20,6 bilhões. Em 2021, os valores se elevaram para US\$ 120,6 bilhões: seis vezes mais em 21 anos. As exportações de março de 2021 para fevereiro de

2022 chegaram a US\$ 127,9 bilhões. Em 2021, faturou R\$ 922,6 bilhões, dos quais 244,1 bilhões foram exportados, e continuam crescendo: em 2020 foram de US\$ 38,1 bilhões de dólares, e chegou a 45,2 bilhões em 2021 - um aumento de 18,6%. O saldo comercial desse relevante segmento foi de US\$ 39 bilhões em 2021: para se avaliar o progresso setorial, em 2000, tinha sido de US\$ 4 bilhões – o Brasil pode passar da condição de "fazenda" do mundo para supermercado do mundo (RODRIGUES, 2022).

Contudo, paralelamente a tal expansão agropecuária brasileira, observa-se uma crescente incidência dos problemas sociais, tais como o desemprego no campo e a elevada taxa de êxodo rural, bem como problemas ambientais, inúmeros oriundos da exploração do meio ambiente (Figura 2). Igualmente, a redução da biodiversidade, contaminação de solos e cursos d'água e eutrofização de lagos e rios são questões ambientais que têm influência direta nos agroecossistemas, afetando sua resistência e resiliência (SOUZA, 2022).



Figura 2. Área originalmente recoberta por mata Atlântica convertida em pastagem. Fonte: Acervo Maurício Novaes (2022).

O fato é que a utilização do solo como receptor de poluentes pode se dar localmente por um (a): depósito de resíduos; área de estocagem ou processamento de produtos químicos; disposição de resíduos e efluentes, vazamento ou derramamento; ou ainda regionalmente por meio de deposição

pela atmosfera, por inundação ou mesmo por práticas agropecuárias diversas, como a disposição inadequada de efluentes da suinocultura. Desta forma, uma constante migração descendente de poluentes do solo para a água subterrânea ocorrerá, o que pode se tornar um grande problema para aquelas populações que fazem uso deste recurso hídrico (CETESB, 2022).

De acordo com a EMBRAPA (2018), anexo a essa realidade de desequilíbrio ambiental, existe uma crescente demanda social por alimentos de melhor qualidade e que gerem menor impacto ambiental, estimulando o setor ao desenvolvimento de novas tecnologias, ambientalmente adequadas, que contribuam para a produção agropecuária sustentável. Para a obtenção desse fim, tem-se intensificado pesquisas por alternativas que permitam uma gestão mais adequada dos recursos naturais na produção agropecuária.

Percebendo a tendência mundial no desenvolvimento da agricultura sustentável e a importância de práticas conservacionistas, em especial para agropecuária de base familiar, é relevante o desenvolvimento de pesquisas sobre novas tecnologias que contribuam para a compreensão e progresso acerca dos efeitos da utilização de práticas eficientes que reduzam os efeitos da degradação e da poluição.

Para isso são necessários novos estudos e estímulos à produção agroecológica com objetivo de adoção de práticas sustentáveis, tais como os sistemas agroflorestais (SAF), a agricultura de baixo carbono (ABC), o combate de pragas e doenças a partir do controle biológico, bem como recuperação de áreas degradadas (RAD), (EMBRAPA, 2018).

A denominação de sustentabilidade está balizada em três pilares: ambiental, econômico e social. O econômico se trata dos investimentos financeiros de ordem pública e privada aliado à racionalização do consumo energético; o ambiental está associado à resiliência e conservação dos ecossistemas; e o social tem interesse principal de reduzir as diferenças sociais existentes. Em síntese, o desenvolvimento sustentável se integra ao desenvolvimento agrícola em decorrência aos graves problemas ambientais causados pela mecanização da agricultura e os progressos tecnológicos empregados no campo, como contaminação química do solo e da água, erosão e redução de biodiversidade (SANTOS et al., 2014; SOUZA, 2018).

O impacto ambiental pode ser reduzido por meio da menor utilização de produtos químicos, a partir da substituição de práticas convencionais para práticas ecológicas. Autores como Gonçalves (2021) reitera que a agroecologia forma a base teórica para os distintos movimentos agrícolas e sociais, já que se envolvem com a utilização dos processos biológicos naturais e substituição dos adubos químicos por matéria orgânica.

Os produtores rurais e a sociedade, em todo o mundo, têm dado mais importância à agricultura sustentável, já que a atenção com a qualidade sanitária, com a saúde e com possíveis danos ambientais originados pelo cultivo tradicional intensificou o interesse do consumidor por esses produtos, o que estimula o aumento das propriedades agroecológicas (EMBRAPA, 2018).

A maior ênfase, neste capítulo, será sobre a poluição antrópica. Porém, para Kreiner e Munasinghe (1991) existem ligações causais entre a degradação/poluição ambiental e a vulnerabilidade aos desastres.

O fato é que a presença de substâncias químicas no ar, na água e no solo, decorrentes de atividades antrópicas e em concentrações tais que restrinjam a utilização desses recursos e gerem risco à saúde humana, segundo a Resolução CONAMA nº420 (BRASIL, 2009), levam o meio a uma condição de contaminação.

2. Tipos de poluição

A poluição pode ser de origem natural ou antrópica. Diversas são as fontes e os tipos de poluição, merecendo destaque:

2.1. Poluição natural

Os principais fatores de ordem espontânea causadores de poluição natural, são (BASTOS; FREITAS, 1999):

- Cinzas provenientes de materiais vulcânico que se apresentam como lava ou material piroclástico¹ com a emissão de gases;
- Combustão natural relacionada às queimadas que ocorrem nas matas;
- Poeiras extraterrestres que se originam de partículas de meteoritos;

¹ Constituído por fragmentação resultante de ação vulcânica ou ígnea, ou que envolve tal processo.

- Brumas e nevoeiros provenientes dos oceanos contendo cristais de sais;
- Alergênicos inalantes provenientes de substâncias de origem vegetal; e
- Toxinas produzidas por algas e outros microrganismos, em especial os fungos, com participação ativa na contaminação ambiental.

2.2. Poluição antrópica

Em função da grande atividade industrial e agropecuária, entre outros, um grande número de substâncias químicas têm sido usadas e expostas atualmente, definidas como tóxicos ambientais, provocando doenças, morte e extinção de espécies (Figura 3). Dessa forma, a poluição do solo passa a ser um assunto complexo: não apenas pelas muitas funções que desempenha, mas também pelo seu reconhecimento como uma “commodity” econômica, isto é, possui um valor econômico intrínseco.

De acordo com a Cetesb (2020), no momento em que um contaminante ou poluente atinge a superfície do solo, ele pode ser adsorvido, arrastado pelo vento ou pelas águas do escoamento superficial, ou lixiviado pelas águas de infiltração, passando para as camadas inferiores e atingindo as águas subterrâneas. Uma vez atingindo as águas subterrâneas, esse poluente será então carregado para outras regiões, por intermédio do fluxo dessas águas.

Nesse aspecto, é importante que se considere a capacidade de autodepuração de um curso d'água, ou seja, a sua habilidade no ecossistema em assimilar a poluição orgânica, por meio de microrganismos. Como se sabe, a principal consequência da poluição dos cursos d'água no Brasil é a redução do teor de oxigênio dissolvido (OD), decorrente da atividade dos microrganismos aeróbios na decomposição da matéria orgânica, introduzida por meio do lançamento de esgotos. São fundamentais que se conheçam quais os fatores que determinam a redução do OD. A dimensão do impacto causado depende da carga poluidora (DBO) do esgoto, sobretudo da sua capacidade de autodepuração do corpo receptor (CRUVINEL, 2020).

De acordo com essa mesma autora, em condições naturais, coexiste em equilíbrio na água uma elevada diversidade de seres vivos que constituem a biota aquática, determinando a resistência e a resiliência do ecossistema. Dentre eles, estão as bactérias aeróbias, que utilizam o oxigênio dissolvido (OD) para a sua respiração. Quando o curso d'água recebe o lançamento de esgoto bruto, a

introdução da matéria orgânica em abundância proporciona um crescimento excessivo das bactérias aeróbias, ao custo da redução proporcional do OD, utilizado por elas para a degradação da matéria orgânica proveniente do esgoto (Figura 3).



Figura 3. Esgoto e substâncias químicas sendo lançadas em corpo hídrico em ambiente urbano. Fonte: Acervo Maurício Novaes (2011).

À medida que o corpo receptor segue o seu curso e se distancia do ponto onde ocorreu o lançamento do esgoto, a concentração de matéria orgânica na água tende a reduzir em decorrência: a) da ação das bactérias decompositoras; b) da aeração por batimento (comum em corpos hídricos encachoeirados) e; c) em alguns casos, via entrada de água proveniente de afluentes. Com a redução da disponibilidade de alimento (matéria orgânica), o número de bactérias aeróbias reduz e, conseqüentemente, a concentração de OD tende a aumentar, uma vez que o consumo de OD pela respiração desses microrganismos é menor. Esse processo ocorre até que novas condições de equilíbrio se estabeleçam e a água volte a apresentar as condições normais, similares às existentes antes do lançamento do despejo (CRUVINEL, 2020).

O fato é que a concentração da poluição antrópica está condicionada pelas características socioeconômicas e biogeoquímicas de cada região terrestre onde estejam disseminadas, sendo hoje conhecidos cerca de 100.000 tipos desses tóxicos ambientais (Figura 4). Dos mais estudados

internacionalmente, por sua importância sanitária, serão descritos a seguir (BASTOS; FREITAS, 1999; SOUZA, 2015; 2018; 2021).



Figura 4. Rotas do uso da água. Fonte: Cruvinel (2020).

2.2.1. Contaminantes atmosféricos (poluição atmosférica)

Podem existir na forma de partículas sólidas e, ou, líquidos ou ainda na forma de gás ou vapor. As substâncias emitidas para o ar atmosférico se espalham, o que se chama de transmissão - podem atingir o homem, os animais e as plantas (imissão). Entre a emissão e a imissão, decorre um período de tempo no qual se processa a propagação do contaminante, fazendo com que a concentração ativa da substância nociva no local da imissão seja menor que no local da emissão. O fato de uma substância nociva se tornar ativa a curto ou em longo prazo, depende, entre outros fatores, de sua atividade fisiológica, a qual deve ser considerada.

Na Figura 5 observa-se a poluição atmosférica proveniente da destruição e queima de sistema de irrigação, resultante da invasão às fazendas Rio Claro e Curitiba, em Correntina, Extremo-Oeste baiano: representa a disputa pela água do rio Arrojado, integrante da bacia do rio Corrente, afluente do rio São Francisco (CORREIO24H, 2020).



Figura 5. Incêndio provocado por conflitos de uso da água em conjunto motobomba de irrigação na região de Correntina, BA. Fonte: CORREIO24H (2020).

A polêmica do uso da água se inicia em 2015, quando o Comitê da Bacia do Rio Corrente expediu uma deliberação para que não houvesse novas concessões para uso de recursos hídricos da bacia.

A resistência frente a componentes isolados da poluição atmosférica varia de forma considerável, de organismo para organismo. Os principais materiais particulados são: aerossol, cinza, fumaça, fumo, nevoeiro e poeira. Os gases e vapores, orgânicos e inorgânicos, são resultantes das emissões industriais e dos processos de combustão, contribuindo significativamente para a contaminação atmosférica, destacando-se: os compostos de enxofre, de nitrogênio, halogênios e seus derivados, oxidantes (ozônio), compostos de carbono, compostos de metais pesados, compostos orgânicos (hidrocarbonetos, aldeídos e ácidos orgânicos) e os contaminantes radioativos, decorrentes da utilização de energia atômica (BASTOS; FREITAS, 1999; CRUVINEL, 2020).

Em função do crescente aumento no número de veículos automotores em circulação, das atividades industriais e das queimadas, a poluição atmosférica vem se tornando um sério problema de saúde pública. As atividades industriais e os veículos automotores lançam na atmosfera gases como o monóxido de carbono (CO), dióxido de carbono (CO₂), monóxido de nitrogênio (NO), dióxido

de nitrogênio (NO₂), dióxido de enxofre (SO₂) e hidrocarbonetos, além de outros gases e material particulado (DRUMM et al., 2014).

Além dos poluentes lançados diretamente pela fonte (poluentes primários), novos poluentes podem ser gerados pela interação dos poluentes primários com componentes naturais da atmosfera (poluentes secundários) (*ibidem*). Um elevado número de mortes ocorre todo ano em função da poluição atmosférica e o número de pessoas doentes é ainda maior. As doenças do aparelho respiratório são as mais comumente causadas ou agravadas pela poluição do ar (BAKONYI et al., 2004).

A despeito dos vários efeitos negativos provocados pela poluição do ar à saúde da população, as políticas de combustíveis ou transportes muitas vezes são cunhadas levando em consideração apenas aspectos econômicos. Um exemplo é o programa do etanol combustível, que foi elaborado e posto em prática no Brasil sem analisar com a profundidade necessária os seus efeitos sobre a saúde da população (SALDIVA; COELHO, 2013).

Cabe ressaltar que a poluição do ar também afeta negativamente animais e plantas. A poluição atmosférica também provoca o escurecimento da pintura de estruturas diversas, incluindo a fachada de prédios, interfere na visibilidade, podendo aumentar a probabilidade de ocorrer acidentes.

Queimadas que ocorrem próximas das rodovias geram fumaça que diminui a visibilidade dos condutores e provoca acidentes. Muitos pesquisadores acreditam que alguns dos gases lançados na atmosfera que são oriundos de ações antrópicas estão provocando mudanças no clima do planeta (AGUIAR, 2013). Para esse pesquisador, tais gases estão intensificando o efeito estufa, que é um fenômeno natural em que gases da atmosfera absorvem parte da radiação solar e mantém a atmosfera aquecida. De acordo com Serra (2007), o aumento da temperatura no planeta decorrente da intensificação do efeito estufa pode ocasionar uma série de problemas ambientais e afetar a economia.

No Brasil, padrões para a qualidade do ar foram definidos pela Resolução CONAMA nº 3 de 1990. Nessa resolução, padrões de qualidade do ar são definidos como: “Art. 1º São padrões de qualidade do ar as concentrações de poluentes atmosféricos que, ultrapassadas, poderão afetar a saúde, a segurança e o bem-estar da população, bem como ocasionar danos à flora e à fauna, aos materiais e ao meio ambiente em geral”. A Resolução usa como base para

avaliar a qualidade do ar sete parâmetros: partículas totais em suspensão; fumaça; partículas inaláveis; dióxido de enxofre (SO₂); monóxido de carbono (CO); ozônio (O₃); e dióxido de nitrogênio (NO₂). As concentrações máximas admissíveis (padrões primários e secundários) são apresentadas no terceiro artigo da resolução.

2.2.2. Material particulado em meio aquático (lodos)

Dos agentes poluentes sólidos lançados no meio aquático, os lodos podem ser destacados. Quanto à origem são divididos em: lodos de dragagem portuária, lodos residuais e lodos industriais. Quando derramados regularmente e em quantidades substanciais e, por serem sempre ricos em diversas argilas, alteram a natureza do substrato. Inundam fundos rochosos, alteram a granulometria de fundos macios, sempre no sentido de incrementar a fração fina de pó e coloide (BATISTA, 2015).

De acordo com essa mesma autora, em função do aumento da turbidez das águas, diminui a penetração da luz e a espessura da camada onde ocorre a produção primária, comprometendo os ecossistemas das áreas aquáticas consideradas. Também, são ricos em matéria orgânica, reduzindo as concentrações de oxigênio, especialmente nos períodos de estiagem. Nos ecossistemas marinhos, dependendo da sua composição química, os lodos que inclusive podem conter metais pesados, têm grande importância na modificação de habitats dos organismos da comunidade bentônica e suas consequências na cadeia trófica local (Figura 6).

Nosso planeta possui uma grande quantidade de água, todavia a porcentagem desse volume que está disponível para ser utilizado diretamente pelo ser humano é diminuta, aproximadamente 0,3% no total (BARROS; AMIN, 2008). Além de ser utilizada para uso doméstico, na criação de animais e na agricultura, a água também é utilizada na geração de energia elétrica e nas atividades industriais.



Figura 6. Lodos residuais em lagoa de aquicultura do Ifes campus de Alegre.
Fonte: Acervo Maurício Novaes (2016).

A água é um recurso imprescindível para diversas atividades econômicas, para a manutenção da vida humana e dos ecossistemas: é extremamente importante a sua conservação. Ainda assim, uma grande quantidade de resíduos sólidos e líquidos é lançada diariamente nos cursos d'água, prejudicando a sua qualidade (Figura 7). Entre as muitas substâncias líquidas que poluem a água estão os agrotóxicos, óleos, combustíveis e várias outras de origem industrial ou mesmo residencial (PEREIRA, 2004; SOUZA, 2018).

A matéria orgânica advinda do esgotamento industrial e residencial pode provocar, inclusive, a eutrofização de corpos d'água. Em meio aos dejetos humanos, podem ser encontradas diversas espécies de organismos causadores de doenças. Muitas pessoas ainda têm o mau hábito de lançar resíduos sólidos domiciliares *in natura* em cursos d'água; os resíduos presentes nas cidades também podem ser carregados para rios e lagos pelas águas pluviais. Como mencionado anteriormente, as partículas do solo provenientes de processos erosivos também são fontes importantes de poluição das águas e assoreamento de rios. As águas subterrâneas são poluídas por líquidos que infiltram no solo, advindos, por exemplo, da utilização de pesticidas, dos vazamentos de esgotos, tubulações ou depósitos de diversas substâncias (PEREIRA, 2004).



Figura 7. Lagoa do Ifes campus de Alegre em processo de eutrofização: material orgânico em decomposição. Fonte: Acervo Maurício Novaes.

O chorume gerado em lixões também pode adentrar no solo e alcançar as águas subterrâneas. Além disso, os poluentes presentes nas águas superficiais podem ser a fonte de degradação das águas subterrâneas. O desperdício de água também é um sério problema, ocorrendo ao longo do sistema de captação e distribuição e no uso residencial e industrial. Na agropecuária, o desperdício pode ocorrer a partir da irrigação excessiva nas plantas cultivadas (Figura 8).

Em termos de legislação sobre o tema, pode-se citar o Plano Nacional de Recursos Hídricos, a Lei nº 9.433/97, o Código das Águas (Decreto Federal nº 24.643 de 1934) e a Resolução CONAMA nº 357 de 2005, que foi alterada pelas Resoluções nº 410 de 2009 e nº 430 de 2011. Várias outras resoluções e leis são importantes para disciplinar o uso da água e proteger a sua qualidade, tais como:

A Resolução do CONAMA 396, que “dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas”; e a Resolução CONAMA nº 357 de 2005, que “dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como

estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências”.



Figura 8. Sistema de Pivô Central na região de Correntina, GO. Fonte: SNIRH (2018).

2.2.3. Metais pesados

O grupo de metais pesados compreende 40 elementos químicos com características toxicológicas e efeitos específicos para cada um deles. Provocam contaminação aérea, terrestre e aquática, provocando sérios problemas na saúde humana, inclusive danos reprodutivos (Figura 9).

Além da contaminação direta pela ingestão de água contaminada, pode ocorrer o fenômeno da biomagnificação, que consiste no acúmulo de um contaminante que se transfere por intermédio da cadeia alimentar (AMARAL SOBRINHO, 1996). Novamente, os efeitos da concentração de metais pesados, nos sucessivos níveis da cadeia trófica, afetam o homem por meio do pescado contaminado.

Os dez alimentos que mais apresentam agrotóxicos:



Figura 9. Alimentos com resíduos no Brasil: agrotóxicos e metais pesados.
Fonte: ANVISA (2019).

2.2.4. Fertilizantes

Os agentes contaminantes geradores de maiores impactos aos corpos d'água com capacidade fertilizante eutrofizantes são provenientes: a) da pecuária; b) da armazenagem de forragem; c) dos silos de fertilizantes inorgânicos; e d) dos defensivos agrícolas (Figura 10).

Na decomposição desses compostos proteicos, forma-se o gás sulfúrico, que quando em elevadas concentrações é letal à fauna aquática, podendo ser revertida por meio da oxidação do gás a enxofre e ácido sulfúrico. A amônia, bastante solúvel na água, é bastante tóxica para a biota aquática e para os animais terrestres.



Figura 10. Plantadeiras sendo abastecidas para plantio/adubação. Fonte: Syngenta (2022).

2.2.5. Agrotóxicos

O seu uso contínuo, principalmente aqueles de prolongada atividade (compostos de mercúrio (Hg) e organoclorados), pode ocasionar o seu acúmulo no solo, podendo eventualmente afetar, ou mesmo exterminar, organismos ecologicamente importantes no equilíbrio dos ambientes atingidos. A chuva e o excesso de água de irrigação, também podem carrear os agrotóxicos, produzindo degradação e contaminação ambiental (Figura 11).



Figura 11. Área com plantio de soja: inseticidas, herbicidas e dessecantes. Fonte: Norder e Lobo (2019).

Bockris (1977) diz que o homem é o poluente básico e original, pois durante o longo período de existência do planeta e dos animais, sempre houve um desenvolvimento ecológico harmonioso, perturbado no curto período de existência humana. Como na utilização de agrotóxicos, no mínimo, deve ser exigido um correto manejo em sua aplicação, para que sejam minimizados os seus efeitos indesejáveis, reduzindo ao mínimo e a níveis aceitáveis, os riscos de poluição e toxidez.

2.2.6. Substâncias tensoativas

Os tensoativos são moléculas bastante especiais no mundo da Química. O agente tensoativo está caracterizado pelo poder de molhar, fazer espuma, emulsionar e solubilizar, tendo como resultado a ação detergente. Apresentam afinidade por óleos, gorduras e superfícies das soluções com sólidos, líquidos ou gases, mas também pela água, podendo pertencer aos dois meios. Essas características permitem que os tensoativos sejam utilizados como conciliadores dessas fases imiscíveis, formando emulsões, espumas, suspensões, microemulsões ou propiciando a umectação, formação de filmes líquidos e detergência de superfícies. Devido a estas propriedades, poderá se acumular em todos os materiais transportados pelas águas e, ou, permanecer em solução (DALTIM, 2011).

De acordo com esse mesmo autor, essas propriedades fazem com que os tensoativos sejam utilizados em aplicações tão diversas como detergentes, agroquímicos, cosméticos, tintas, cerâmica, alimentos, tratamento de couros e têxteis, formulações farmacêuticas, óleos lubrificantes. Os detergentes catiônicos são os mais tóxicos, seguidos dos iônicos, sendo os aniônicos os menos tóxicos. Interferem nos intercâmbios celulares, ao nível de membranas, produzindo alterações da atividade respiratória da fauna aquática e bloqueios na sensibilidade quimiorreceptora de moluscos, crustáceos e peixes. Em situações agudas de poluição, todos os agentes tensoativos comprometem, de forma significativa, ovos e fases juvenis de diversos invertebrados e peixes.

Como alternativa, vêm sendo desenvolvidos tensoativos orgânicos, como o Ecofol D-5. É um tensoativo natural, destinado a promover maior espalhamento da gota pulverizada e a permeabilização da capa cerosa das folhas, permitindo

maior absorção dos nutrientes aplicados. Tem as seguintes funções (AGRÍCOLA, 2021):

- Promover maior espalhamento da gota pulverizada;
- Permeabilizar a capa cerosa das folhas;
- Permitir maior absorção dos nutrientes aplicados.

Esse insumo foi autorizado a uso de acordo com as normas nacionais (IN 64 de 18 de dezembro de 2008). Adequado para uso na produção orgânica. Utilização condicionada aos critérios de cada regulamento orgânico (*ibidem*).

2.2.7. Hidrocarbonetos

A sua fonte significativa está ligada às atividades antrópicas poluidoras. O petróleo bruto é composto por um grande número de hidrocarbonetos saturados e insaturados, usados para a produção de uma grande quantidade de produtos. Por ter um caráter hidrófobo, o petróleo se espalha sobre a superfície da água, formando uma película que impede a troca de gases entre a água e o ar, eliminando toda a fauna e a flora da superfície das águas contaminadas (KREINER; MUNASINGHE, 1991).

De acordo com esses mesmos autores, os hidrocarbonetos lançados à atmosfera constituem um dos agentes químicos para a formação do “smog”, reagem na presença da luz solar e de NO₂, produzindo oxidantes na atmosfera, que causam irritação nos olhos e problemas respiratórios diversos ao ser humano.

2.2.8. Resíduos sólidos

Quando o lixo não é coletado, transportado e tratado adequadamente, pode trazer problemas para a população (Figura 12).

No Brasil, o serviço de coleta de lixo urbano não atinge 25% da população, sendo jogado nas ruas, nas encostas dos morros e em terrenos baldios, provocando desabamentos em favelas na época das chuvas, causando entupimentos na rede de escoamento, acarretando inundações e o perigo de contaminação da população por doenças de veiculação hídrica. A decomposição do lixo a céu aberto (lixões) produz o metano – gás altamente poluente e prejudicial à saúde. Atualmente, a prática de reciclagem tem sido intensificada, sendo bastante adequada do ponto de vista ambiental.



Figura 12. Resíduos de poda/roçada sendo queimado no Ifes campus de Alegre.
Fonte: Acervo Maurício Novaes (2017).

2.2.9. Poluição térmica

A indústria pesada, responsável pelo aporte de matérias-primas por via marítima, como fábricas de aço, refinarias, indústrias petroquímicas, tem sido a principal responsável pela poluição térmica; porém, de proporções mínimas, posto que o volume de água usado, por cada indústria, pode ser medido em alguns metros cúbicos. As centrais elétricas são instaladas em regiões costeiras que utilizam refrigeração por circuito de água do mar para condensar os vapores (KREINER; MUNASINGHE, 1991).

De acordo com esses mesmos autores, depois de acionadas as turbinas, usam de 32 a 35 m³ s⁻¹ para 1.000 Mw para uma central térmica a diesel, e na ordem de 50 m³ s⁻¹ para centrais nucleares atuais de igual potência, causando um aumento de 10°C, na temperatura da água. No limite das temperaturas toleradas por uma determinada espécie, o aumento da temperatura implica um aumento da intensidade metabólica.

O fitoplâncton parece ser bastante sensível à elevação da temperatura; dessa forma a produção primária diminui notadamente desde que se aproximem ou ultrapassem as temperaturas máximas anuais das águas da região impactada. No caso de energia hidroelétrica, que supre 85% da energia

necessária ao Brasil (63,4% em 2020), requer para a produção de 1 kW de eletricidade 16.000 litros de água (KREINER; MUNASINGHE, 1991).

Por estas questões, pode-se afirmar que a qualidade do meio ambiente está diretamente relacionada aos fenômenos e processos naturais e pelas ações antrópicas na paisagem. Quando alterados ou mal manejados, podem causar poluição/degradação. Com relação às fontes naturais, como as lavas, gases e cinzas de um vulcão, pouco ou nada podem ser feito.

2.2.10. Poluição sonora

As ondas sonoras possuem uma amplitude que determina o nível de pressão sonora, cuja unidade de medida é o decibel (dB). Para medir o nível de pressão sonora são utilizados aparelhos chamados de medidores de nível de pressão sonora ou decibelímetros (LIMA; CARVALHO, 2010). Na natureza, níveis altos de pressão sonora são pouco frequentes. A maioria dos sons da natureza é de baixa intensidade (20 dB) não provocando danos na saúde humana (MOREIRA, 2008).

Uma conversa normal entre pessoas alcança cerca de 50 dB, também não apresentando riscos à saúde (GONÇALVES, 2011; RAMOS; TRISCH; SALVI, 2011). Durante a evolução, foram com esses níveis de pressão sonora que o corpo humano conviveu. Todavia, na atualidade um grande número de ruídos de elevada intensidade é gerado artificialmente nas cidades. Em algumas metrópoles, e mesmo em ambientes de trabalho, o nível de pressão sonora pode alcançar mais de 100 dB, o que pode causar uma série de doenças e problemas nas pessoas que vivem nesses ambientes (PALMA et al., 2009; GONÇALVES, 2011).

Os efeitos da exposição aos elevados níveis de ruído dependem do tempo de exposição (SANTOS, 2004). O nível de ruído de até 55 dB é considerado adequado para conforto acústico (PALMA et al., 2009). A intensidade de aproximadamente 65 dB pode causar o aumento do nível de estresse, havendo aumento da probabilidade de ocorrer derrame cerebral e enfarte (PIMENTEL-SOUZA, 1992). Níveis de pressão sonora muito elevados, como 120 dB, podem causar dores e também danos irreversíveis no sistema auditivo (SANTOS, 2004).

Segundo GONÇALVES (2011), níveis de pressão sonora a partir de 85 dB afetam a saúde e o nível de danos dependem do tempo em que a pessoa

fica exposta a esse nível de ruído, sendo que após dois anos de uma exposição diária de oito horas a pessoa terá problemas auditivos. Para o sono, níveis de pressão sonora de 35 e 45 dB são adequados, mas a intensidade de 75 dB já provoca a perda de 70 % dos estágios profundos do sono, podendo provocar insônia e fadiga, pois os estágios profundos do sono são essenciais para a restauração do organismo humano (PIMENTEL-SOUZA, 1992; SANTOS, 2004).

Os ruídos de elevada intensidade também afetam negativamente a fauna. Nos estudos ambientais para o licenciamento de empreendimentos ou atividades humanas, um impacto ambiental bastante frequente é o afugentamento de fauna de habitats naturais próximos de onde as obras ou demais atividades serão realizadas. O afugentamento acaba por alterar a composição de comunidades bióticas dos habitats naturais (COSTA JÚNIOR, 2013).

Além disso, esses ruídos podem dificultar a adaptação ou recuperação de animais mantidos em cativeiro como forma de preservação *ex situ*. Considerando os problemas advindos dos níveis de ruído, foram instituídos limites para a emissão de ruídos no Brasil através da Resolução CONAMA nº 01 de 1990 (CONAMA, 1990a).

Essa resolução estabelece que os níveis máximos de ruídos para sossego público são limitados pelas normas NBR-10.151 e NBR-10.152.

2.2.11. Poluição Visual

É um tipo de poluição que vem ganhando importância, principalmente em cidades turísticas. Pode ser conceituada como sendo a degradação da paisagem (SCHIVARTCHE, 2005). Nas cidades, a poluição visual geralmente é provocada por objetos ligados a comunicação visual, incluindo cartazes, cavaletes, faixas e painéis (CODATO, 2014).

As pichações também podem ser incluídas nessa lista. Também causam poluição visual nas cidades o lixo deixado nas ruas e as linhas de transmissão de energia e de telefonia, quando em excesso ou mal organizadas. Mesmo a falta de manutenção das construções pode deteriorar a paisagem de cidades. Cabe ressaltar que a poluição visual pode causar diversos problemas, como a diminuição da visitação por turistas, a redução do valor de terrenos e construções em cidades muito afetadas por esse tipo de poluição e por em risco o bem-estar das pessoas (SILVA; DANTAS, 2008).

A poluição visual também atinge ecossistemas naturais, pois ambientes naturais de grande beleza cênica muitas vezes são alterados para a obtenção de recursos naturais, afetando negativamente a paisagem.

❖ Definição simplificada para poluição

Uma definição simplificada de poluição seria a presença de um elemento, uma substância ou um material fora do seu local de origem ou presente em concentrações acima das condições naturais, inclusive uma substância não-tóxica, podendo apresentar efeitos adversos a um determinado organismo, inclusive ao homem e ao meio ambiente. Mediante essa definição, os agroquímicos e as operações utilizadas no seu manuseio e aplicação, podem ser classificados como indicado no Quadro 1.

Quadro 1. Classificação dos poluentes e os elementos de impacto na paisagem

Tipos de poluentes	Exemplos	Elementos de impacto na paisagem			
		Solo	Água	Ar	
		lençol	superfície		
Nutrientes	Nitrogênio e fósforo em fertilizantes comerciais, adubos, lodos de esgoto, resíduos sólidos urbanos	X	X	X	-
Agrotóxicos	Inseticidas, herbicidas e fungicidas	X	X	X	-
Substâncias orgânicas perigosas	Combustíveis, solventes, componentes orgânicos voláteis	X	X	X	X
Acidificação	Chuva ácida, drenagem ácida de mineração	X	X	X	X
Salinidade e sodicidade	Água salina de irrigação	X	X	X	-
Elemento-traço	Metais catiônicos, ânions, microelementos normalmente	X	X	X	-

	presentes em pequena concentração em solos e plantas				
Sedimentos detríticos e químicos	Perda de solo devido à erosão	-	-	X	X
Partículas	Dióxido de carbono, metano, óxido nitroso, clorofluorcarbono	-	-	-	X
Emissão de gases/ componentes da fumaça	Ozônio, produtos secundários da combustão.	-	-	-	X

Fonte: Schaefer et al. (2000).

2.3. Externalidades e impactos resultantes dos diversos tipos de poluição

Em decorrência dos modelos de produção e de consumo, a poluição é inerente aos processos produtivos. Considerando o ecossistema, sua resistência e sua resiliência, poderão surgir aspectos, impactos e externalidades nos diversos compartimentos desse ambiente, originando áreas degradadas.

2.3.1. Degradação do solo

Segundo Pejon, Rodrigues e Zuquete (2013), os solos dão suporte à biodiversidade terrestre, são importantes no controle dos ciclos hidrológico e do carbono e são essenciais para a produção agrícola. Segundo esses mesmos autores, servem de repositório de resíduos sólidos e líquidos advindos de atividades humanas e fonte de diversos recursos minerais. A degradação do solo (Figura 13) pode ser entendida como sendo a alteração das características do solo de modo a prejudicar ou inviabilizar seus usos futuros (ABNT, 1989).



Figura 13. Pastagem em área de APP sem vegetação e solo exposto: degradação em estágio avançado, Jerônimo Monteiro, ES. Fonte: Acervo Maurício Novaes (2022).

Tais alterações podem ocorrer de diversas formas e serem geradas por um grande número de empreendimentos diferentes. Apesar de sua importância, as autoridades públicas tardaram a tomar providências para evitar a degradação dos solos, o que resultou em um acúmulo de áreas degradadas com problemas como a contaminação, desertificação, aceleração de processos erosivos e perda de nutrientes devido à superexploração (PEJON; RODRIGUES; ZUQUETE, 2013).

Neste contexto, a resolução do CONAMA nº 420 de 28 de dezembro de 2009, dispõe sobre critérios e valores orientadores de qualidade do solo quanto à presença de substâncias químicas e estabelece diretrizes para o gerenciamento ambiental de áreas contaminadas por essas substâncias em decorrência de atividades antrópicas. Um dos impactos ambientais mais frequentes e problemáticos que ocorrem na implantação e operação de empreendimentos é o aumento de processos erosivos. Principalmente a perda de fertilidade está relacionada à carência de cobertura vegetal e de um ambiente apropriado para a fixação das camadas superficiais do solo. A redução da

biodiversidade e da matéria orgânica desencadeia o processo erosivo (RODRIGUES; PISSARRA; CAMPOS, 2011).

As partículas do solo são levadas pela água da chuva e pelos ventos, com auxílio da força da gravidade, das partes mais altas dos terrenos para as partes mais baixas. A erosão desencadeia a perda de solo, perda de profundidade do solo, perda de nutrientes do solo (elementos químicos utilizados pelas plantas) e pode também ocasionar a poluição de cursos d'água e o seu assoreamento, além da diminuição de áreas produtivas (ABDON, 2004; SOUZA, 2022a; 2022b). A diminuição dos nutrientes do solo também pode ocorrer pela exploração excessiva do solo e não reposição dos nutrientes por intermédio de adubação (Figura 14).



Figura 14. Área de pastagem: nenhuma reposição de nutrientes desde sua implantação, Mimoso do Sul, ES. Fonte: Acervo Maurício Novaes (2022).

A utilização do fogo como prática para “limpar” a área de cultivo em agroecossistemas também provoca a perda de nutrientes, além de poder acelerar a erosão do solo, pois diminui a cobertura do solo por vegetais vivos e mortos, que constituem em uma proteção contra agentes de intemperismo. Na

Amazônia, por exemplo, havia um vácuo tecnológico entre a agricultura moderna e a agricultura de derruba e queima (ALVES; MODESTO JÚNIOR, 2020).

A contaminação do solo é outro problema que deve ser evitado (Figura 15). Pode ocorrer em agroecossistemas, a partir da utilização de agrotóxicos, mas também é comum ocorrer em lixões, por meio do chorume, e em empreendimentos que armazenam ou utilizam produtos químicos diversos, pois podem vazar dos tanques de armazenamento e percolar ou podem ser adsorvidos pelas argilas do solo. Mesmo as rodovias podem ser fontes de poluição, visto que os veículos automotores podem liberar por vazamento diversas substâncias líquidas poluentes, tais como ácidos, álcalis, combustíveis e óleos.

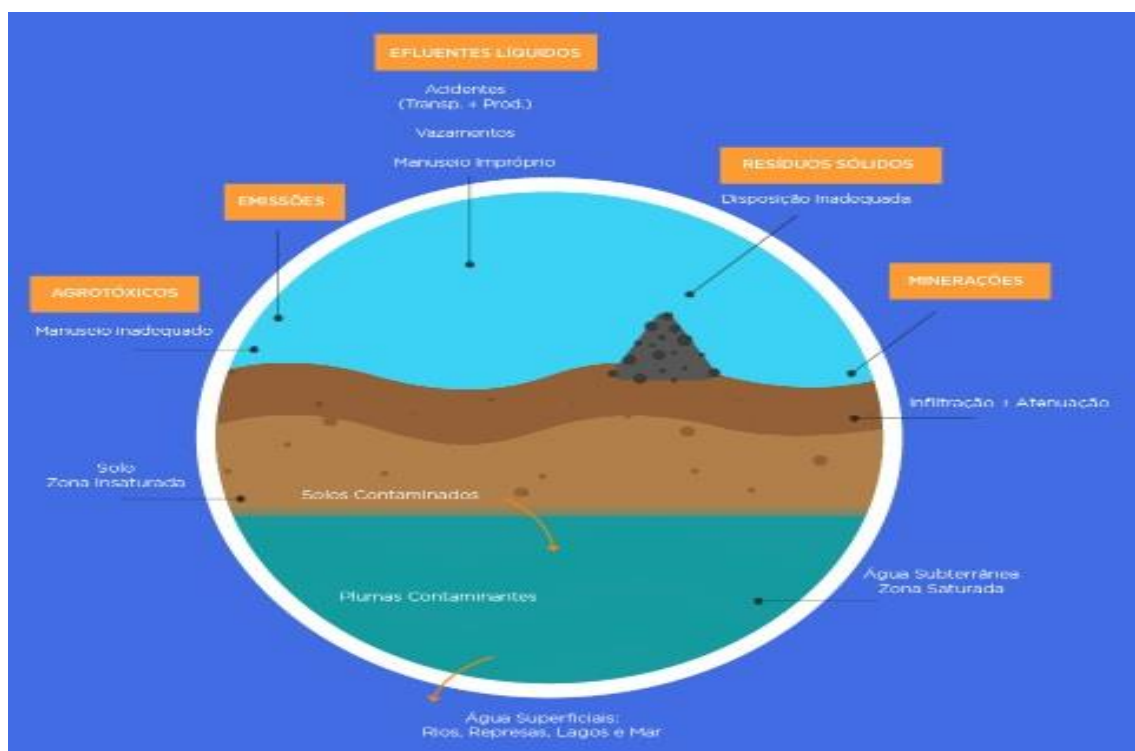


Figura 15. Migração dos poluentes em solo. Fonte: Cruvinel (2020).

Alguns empreendimentos, como os de exploração de minérios, são capazes de alterar expressivamente várias características dos solos (Figura 16). Modificam, inclusive, características físicas do solo, como a densidade, porosidade e textura. Nascimento; Garcia (2005) consideram as limitações e

aptidões do solo um instrumento eficiente para as avaliações de uso e resiliência de um território na busca pelo desenvolvimento sustentável.



Figura 16. Área de mineração, “Grande BH”, MG. Fonte: Acervo Maurício Novaes (2022).

2.3.2. Degradação dos recursos hídricos

Nosso planeta possui uma grande quantidade de água; todavia, a porcentagem desse volume que está disponível para ser utilizado diretamente pelo ser humano é diminuta, aproximadamente 0,3% no total (BARROS; AMIN, 2008). Além disso, a água não está distribuída homoganeamente pelo globo terrestre. No Brasil, que conta com aproximadamente 12% da água doce superficial do planeta, a região Norte apresenta 70% da água doce superficial do país enquanto que as outras regiões possuem uma quantidade expressivamente menor de água - Centro-Oeste (15%), Sul (6%), Sudeste (6%) e Nordeste (3%) (SUASSUNA, 2015).

Além de ser utilizada para uso doméstico, na criação de animais e na agricultura, a água também é utilizada na geração de energia elétrica e nas atividades industriais. Apesar de sua importância, uma grande quantidade de resíduos sólidos e líquidos é lançada diariamente nos cursos d'água, prejudicando a sua qualidade. Entre as muitas substâncias líquidas que poluem

a água estão os agrotóxicos, óleos, combustíveis e várias outras de origem industrial ou mesmo residencial (PEREIRA, 2004).

A matéria orgânica advinda do esgotamento industrial e residencial pode provocar inclusive a eutrofização de corpos d'água. Em meio aos dejetos humanos são encontradas diversas espécies de organismos causadores de doenças (Figura 17).



Figura 17. Trecho do rio das Mortes, Tiradentes, MG - áreas de APP sem vegetação nativa recebendo elevada carga de esgoto doméstico e industrial. Fonte: Acervo Maurício Novaes (2017).

Muitas pessoas ainda têm o mau hábito de lançar resíduos sólidos domiciliares *in natura* em cursos d'água e os resíduos presentes nas cidades também podem ser carregados para rios e lagos pelas águas pluviais. Como mencionado anteriormente, as partículas do solo provenientes de processos erosivos também são fontes importantes de poluição das águas e assoreamento de rios (PEREIRA, 2004; SOUZA, 2022a; 2022b). As águas subterrâneas podem ser poluídas por líquidos que infiltram no solo, advindos, por exemplo, da utilização de pesticidas, dos vazamentos de esgotos, tubulações ou depósitos de diversas substâncias (PEREIRA, 2004).

Em termos de legislação sobre o tema, pode-se citar o Plano Nacional de Recursos Hídricos Lei nº 9.433/97, o Código das Águas (Decreto Federal Nº 24.643 de 1934) e a Resolução CONAMA nº 357 de 2005, que foi alterada pelas Resoluções nº 410 de 2009 e nº 430 de 2011, mas várias outras resoluções e leis são importantes para disciplinar o uso da água e proteger a sua qualidade. A Resolução do CONAMA 396, que “dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas”. E ainda a Resolução CONAMA nº 357 de 2005 “dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências”.

2.3.3. Impactos sobre a biodiversidade

Número expressivo de atividades antrópicas e empreendimentos afetam negativamente a diversidade biológica. A poluição degrada os habitats e causa o aumento da mortalidade de muitas espécies. A perda de habitat vem sendo intensificada pela alteração do ambiente para extração de recursos naturais e pelo avanço da agropecuária e das áreas urbanas, ocupando a primeira posição entre os problemas ambientais que levam à extinção de espécies (VIANA; PINHEIRO, 1998; ALMEIDA; SAMPAIO; ALMEIDA, 2017; SOUZA, 2022a; 2022b).

Associada a perda de habitat está a fragmentação dos habitats, que acarreta no isolamento e na fragilização de populações bióticas e no aumento do efeito de borda (VIANA; PINHEIRO, 1998; ALMEIDA; SAMPAIO; ALMEIDA, 2017). São inúmeros os empreendimentos que podem ocasionar a fragmentação dos habitats naturais e entre eles estão a construção de dutos e obras lineares, como ferrovias e estradas (Figura 18). Além das ameaças já mencionadas, a coleta excessiva de componentes da biodiversidade (superexploração) é outro sério problema. Como já mencionado, o afugentamento de fauna é frequentemente citado como um impacto ambiental negativo resultante de atividades que ocasionam o aumento da incidência de ruídos (MECHI; SANCHES, 2010).



Figura 18. Trecho de afluente do rio das Mortes em Tiradentes, MG, recoberto com concreto: perda da biodiversidade. Fonte: Acervo Maurício Novaes (2018).

Esse é um impacto que será especialmente relevante para as espécies mais sensíveis aos ruídos e em ambientes naturais próximos das áreas de geração da poluição sonora. Além dos animais que estão livres no habitat natural (RADLE, 2007), os animais mantidos em cativeiro (zoológicos, centros de triagem de animais silvestres, entre outros) também são afetados negativamente pelos ruídos (SATO, 2010). Cabe ressaltar que mesmo as unidades de conservação da natureza, área destinada a conservação ou a preservação de recursos naturais e biodiversidade, muitas vezes são afetadas por empreendimentos e atividades humanas.

O Sistema Nacional de Unidades de Conservação (Lei Federal nº 9.985 de 2000) define que:

“Art. 36. Nos casos de licenciamento ambiental de empreendimentos de significativo impacto ambiental, assim considerado pelo órgão ambiental competente, com fundamento em estudo de impacto ambiental e respectivo relatório - EIA/RIMA, o empreendedor é obrigado a apoiar a implantação e manutenção de unidade de conservação do Grupo de Proteção Integral, de acordo com o disposto neste artigo e no regulamento desta Lei” (BRASIL, 2000).

Ainda no Art. 36, a lei obriga que: “§ 3º Quando o empreendimento afetar unidade de conservação específica ou sua zona de amortecimento, o licenciamento a que se refere o *caput* deste artigo só poderá ser concedido mediante autorização do órgão responsável por sua administração e a unidade afetada, mesmo que não pertencente ao Grupo de Proteção Integral, deverá ser uma das beneficiárias da compensação definida neste artigo” (BRASIL, 2000).

Neste contexto, os corredores ecológicos são de grande importância para garantir a funcionalidade das unidades de conservação. Corredores ecológicos são definidos por ser uma grande região, onde estão preservadas significativas extensões de áreas naturais, preferencialmente de forma contínua, diminuindo o isolamento entre os indivíduos de uma mesma espécie (CONSERVATION INTERNATIONAL).

Pode ser definido também como corredor de vegetação entre remanescentes e área de trânsito para a fauna. Assim os fundamentos dos corredores ecológicos são de ampliar a escala de conservação da biodiversidade, passando da conservação de espécies e áreas protegidas isoladas para a escala de conservação de ecossistemas, ecorregiões e biomas; todos os ecossistemas, áreas protegidas e interstícios devem estar integrados numa mesma estratégia de conservação, definida em comum acordo com as partes envolvidas (CONAMA nº 9/96²).

3. Considerações finais

Atualmente, sabe-se que o meio ambiente possui capacidade limitada em absorver os impactos negativos gerados pelas atividades antrópicas. Por este motivo, existe a possibilidade de esgotamento dos seus recursos naturais, pela exaustão ou pela poluição, caso persistam os atuais modelos de desenvolvimento e produção que privilegiem a concentração e o crescimento econômico, ligados a uma expansão desordenada e acelerada dos meios urbano e rural, em detrimento à conservação da natureza.

2 Considera a necessidade de se definir "corredores entre remanescentes" citado no art. 7º do Decreto nº 750/93, assim como estabelecer parâmetros e procedimentos para a sua identificação e proteção, resolve: Art. 1º. Corredor entre remanescentes caracteriza-se como sendo faixa de cobertura vegetal existente entre remanescentes de vegetação primária em estágio médio e avançado de regeneração, capaz de propiciar habitat ou servir de área de trânsito para a fauna residente nos remanescentes.

A poluição e a degradação estão entre os principais fatores que têm contribuído para o agravamento dessa situação de desequilíbrio. Considera-se que a mitigação ou mesmo a solução definitiva de tais problemas, possibilitando que a recuperação ambiental seja efetiva e duradoura, promovendo o desenvolvimento sustentável, é preciso que sejam trabalhadas essas condições que a originaram.

Dependerá da adoção de políticas públicas responsáveis com esse direcionamento. Devem-se promover modificações profundas de cunho político, organizacional e social. Dessa forma, é necessário que haja alterações da atual escala de valores dos diversos setores produtivos e da sociedade envolvidos, onde devem ser repensados os modelos de desenvolvimento, de produção, de consumo e de gestão ambiental.

O grande consumo de alimentos e outros bens requerem uma grande quantidade de energia nas diversas fases de produção, como também produzem resíduos em sua fase final, aumentando a entropia dos sistemas. Atualmente, influenciadas pelos meios de comunicação que criam situações que geram necessidades crescentes diárias, as necessidades humanas se tornaram praticamente infinitas. São sustentadas por conhecimentos científicos que manipulam o consumidor e o envolve nesse processo. Sabe-se, entretanto, que as reais necessidades humanas básicas podem ser significativamente reduzidas.

No campo, nas pequenas propriedades rurais da agricultura de subsistência, além dos diversos problemas discutidos referente ao modelo de produção familiar, como o seu baixo nível tecnológico, soma-se o reduzido tamanho de suas áreas. Dessa forma, tem havido a utilização acima da sua capacidade de suporte, tendo como consequência a erosão e o risco de abandono da atividade ou degradação das condições de vida e do meio ambiente.

Deve-se, portanto, introduzir modificações no uso e manejo do solo, além da utilização de práticas conservacionistas, como medidas de caráter vegetativo que incentivem o consórcio e a rotação de culturas para a redução da perda do solo. Talvez, a solução provável para essa situação, fosse a utilização dessas áreas para a condução de culturas alternativas direcionadas à agroindústria, possibilitando a geração de produtos com maior valor agregado. Depende assim,

da participação intensiva da extensão rural para a difusão tecnológica e a assistência, além do apoio logístico.

A grande concentração populacional e as atividades humanas nos meios urbanos, quase sempre afetam a qualidade do ar, do solo, da água e dos alimentos. As perdas advindas do transporte e transferência dos alimentos do campo para a cidade são consideráveis, como também em seu armazenamento, processamento e distribuição. Pode-se afirmar, atualmente, que o consumismo desenfreado associado ao desperdício são anticonservacionistas, posto ser necessário uma grande quantidade de recursos naturais em suas diferentes formas, para a sua manutenção.

Considerando nosso planeta como um ativo do qual se pode apenas utilizar os benefícios de seu “bom manejo”, sem comprometer as oportunidades para as gerações futuras, pode tornar-se possível o desenvolvimento sustentável. Encontrar soluções tecnológicas e metodologias capazes de produzir desta forma, sem a geração de degradação, é o grande desafio das empresas e da sociedade como um todo. Para isso, é necessário que seja desenvolvido um novo modelo de gestão dos recursos, compartilhado por toda a sociedade.

4. Referências

ABDON, M. M. **Os impactos ambientais no meio físico - erosão e assoreamento na Bacia Hidrográfica do Rio Taquari, MS, em decorrência da pecuária.** Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo. São Carlos, 2004.

AGRÍCOLA SOLUÇÕES NATURAIS. **Tensoativos naturais.** 2022. Disponível em: www.mmcagricola.com.br. Acesso em: 12 abr. 2022.

AGUIAR, R. S. **Aquecimento global: quem é culpado?** ComCiência 152, 2013. Disponível em: http://comciencia.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1519-76542013000800005&lng=en&nrm=isso. Acesso em: 13 set. 2020.

ALMEIDA, F. S.; SAMPAIO, F. de R. G. G.; ALMEIDA, A. A. de Avaliação de impactos ambientais: uma introdução ao tema com ênfase na atuação do gestor ambiental. **Diversidade e Gestão**, v. 1, n. 1, p. 70-87, 2017. Volume Especial.

ALVES, R. N. B.; MODESTO JÚNIOR, M. de S. **Roça sem fogo: da tradição das queimadas à agricultura sustentável na Amazônia.** Brasília, DF: Embrapa, 2020. 188 p.

AMARAL SOBRINHO, N. M. B. Metais pesados em solos brasileiros. In: ALVAREZ, V. H. V.; FONTES, L. E. F.; FONTES, M. P. F. **O solo nos grandes domínios morfológicos do Brasil e o desenvolvimento sustentável**. Viçosa, MG: SBCS; UFV, DPS, 1996. p. 837-853.

ANVISA. Anvisa divulga lista de alimentos com maior nível de contaminação por agrotóxicos. 2019. Disponível em: <https://tommasi.com.br/blog/anvisa-divulga-lista-de-alimentos-com-maior-nivel-de-contaminacao-por-agrotoxicos/>. Acesso em: 21 out. 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT (1989) **NBR 10703:1989**. Define os termos empregados nos estudos, projetos, pesquisas e trabalhos em geral, relacionados à análise, ao controle e à prevenção da degradação do solo. Rio de Janeiro.

BAKONYI, S. M. C.; DANNI-OLIVEIRA, I. M.; MARTINS, L. C.; BRAGA, A. L. F. Poluição atmosférica e doenças respiratórias em crianças na cidade de Curitiba, PR. **Revista de Saúde Pública**, v. 39, n. 5, p. 695-700, 2004.

BARROS, F. G. N.; AMIN, M. M. Água: um bem econômico de valor para o Brasil e o mundo. **Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional**, v. 4, n. 1, p. 75-108, 2008.

BASTOS, A. C. S.; FREITAS, A. C. Agentes e processos de interferência, degradação e dano ambiental. In: CUNHA, S. B.; GUERRA, A. J. T. (Org.) **Avaliação e perícia ambiental**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1999. p.17-75.

BATISTA, L. F. **Lodos gerados nas estações de tratamento de esgotos no Distrito Federal**: um estudo de sua aptidão para o condicionamento, utilização e disposição final. XXVII, 197 p., 210 x 297 mm (ENC/FT/UnB, Mestre, Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos, 2015). Dissertação de Mestrado – Universidade de Brasília. Faculdade de Tecnologia. Departamento de Engenharia Civil e Ambiental.

BOCKRIS, J. O. M. Environmental chemistry. In: BOCKRIS, J. O. M. (Coord.) **Environmental chemistry**. New York: Plenum Press, 1977. p. 1-18.

BRASIL **Decreto nº 24.643, de 10 de julho de 1934**. Decreta o Código de Águas. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/d24643.htm>. Acesso em: 20 ago. 2015.

CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Qualidade do solo**. 2022. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/solo/poluicao/>. Acesso em: 29 jun. 2022.

BRASIL. **Lei 9.985, de 18 de julho de 2000**. Institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC). Disponível em: <https://www.planalto.gov.br>>. Acesso em: 20 mar. 2012.

BRASIL. **Resolução CONAMA nº 420, de 30 de dezembro de 2009**. Dispõe sobre critérios e valores orientadores de qualidade do solo quanto à presença de

substâncias químicas e estabelece diretrizes para o gerenciamento ambiental de áreas contaminadas por essas substâncias em decorrência de atividades antrópicas. Publicação DOU nº 249, de 30/12/2009, págs. 81-84. Disponível em: <http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=620>. Acesso em: 15 set. 2022.

CODATO, M. V. F. Poluição visual e sonora: uma relação conturbada entre meio ambiente e sociedade. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, v. 18, n. 4, p. 1312-1317, 2014.

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente, **Resolução CONAMA nº 396, de 03 de abril de 2008**. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=562>. Acessado em: 07 jun. 2017.

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente, **Resolução CONAMA nº 1, de 8 de março de 1990a**. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre>. Acessado em: 20 ago. 2015.

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente, **Resolução CONAMA nº 3, de 28 de junho de 1990b**. Disponível: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=98>. Acessado em: 20 ago. 2015.

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente, **Resolução CONAMA nº 420, de 28 de dezembro de 2009**. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res09/res42009>. Acessado em: 07 jun. 2017.

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente, **Resolução nº 357, de 17 de março de 2005**. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=459>. Acessado em: 20 ago. 2015.

CORREIO24H. **Guerra pela água em Correntina se arrasta desde 2015**. Disponível em: <https://www.correio24horas.com.br/noticia/nid/guerra-pela-agua-em-correntina-se-arrasta-desde-2015/>. Acesso em: 12 jun. 2018.

COSTA JÚNIOR, M. A. F. **Manual de impactos ambientais do saneamento**. Rio Grande do Norte: Companhia de Águas e Esgotos do Rio Grande do Norte – CAERN. 140p. 2013.

CRUVINEL, K. A. da S. Fontes de contaminação e os requisitos da qualidade da água, do solo e do ar. Disponível em: https://publica.ciar.ufg.br/ebooks/saneamento-e-saude-ambiental/modulos/5_modulo_saneamento/01-2.html. Acesso em: 20 set. 2022.

DALTIN, D. **Tensoativos: química, propriedades e aplicações**. São Paulo: Blucher, 2011. 59 p.

DRUMM, F. C.; GERHARDT, A. E.; FERNANDES, G. D.; CHAGAS, P.; SUCOLOTTI, M. S.; KEMERICH, P. D. C. Poluição atmosférica proveniente da queima de combustíveis derivados do petróleo em veículos automotores. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, v. 18, n. 1, p. 66-78, 2014.

EMBRAPA. **Visão 2030: o futuro da agricultura brasileira**. EMBRAPA, 2018, 212 p.

GONÇALVES, D. DA C.; PEREIRA, L. C. A.; RIBEIRO, W. R.; POLASTRELI, R. L.; VARGAS, D. O. P.; GERVASIO, J. O.; GONÇALVES, D. C.; GONÇALVES, M. S.; SOUZA, M. N. A agroecologia como ferramenta de sustentabilidade socioeconômica e ambiental: um estudo de caso da unidade de conservação da mata escura, município de Jequitinhonha, MG. In: **Conservação e Meio Ambiente**. 1 ed. Ponta Grossa – Paraná: Atena Editora, 2021, p. 158-167.

GONÇALVES, M. Ruídos ocupacionais e sintomas psiquiátricos. **Psychiatry On-line** n. 16, p. 1-3, 2011.

KREINER, A.; MUNASINGHE, M. Managing environmental degradation and natural disasters: an overview. In: KREINER, A.; MUNASINGHE, M. (Eds.) **Managing natural disasters and the environment**. World Bank, Environmental Department, 1991. p. 3-6.

LIMA, A. G. M.; CARVALHO, R. G. Poluição sonora no meio ambiente urbano – caso centro de Mossoró, Rio Grande do Norte, Brasil. **Revista Eletrônica do Prodem**, v. 5, n. 2, p. 69-87, 2010.

MECHI, A.; SANCHES, D. L. Impactos ambientais da mineração no Estado de São Paulo. **Estudos Avançados**, v. 24, n. 68, p. 209-220, 2010.

MOREIRA, P. **Poluição sonora**. (2008). Disponível em: <<http://www.fiojovem.fiocruz.br/poluicao-sonora>>. Acesso em: 06 ago. 2015.

NASCIMENTO, P. S. R.; GARCIA, G. J. Compartimentação fisiográfica para análise ambiental do potencial erosivo a partir das propriedades da rede de drenagem. **Engenharia Agrícola**, v. 25, n. 1, p. 231-241, 2005.

NORDER, L. A.; LOBO, N. S. A percepção dos profissionais de educação sobre os impactos dos agrotóxicos em escolas rurais no estado do Mato Grosso/The perception of education professionals on the impacts of agrochemicals rural schools in the state of Mato Grosso (Brazil). **Revista Nera**, n. 46, p. 41-57, 2019.

OECD-FAO/ Food and Agriculture Organization of the United Nations. **OECD-FAO Agricultural Outlook 2015-2024**. Paris: OECD Publishing; 2015.

PALMA, A.; MATTOS, U. A.; ALMEIDA, M. N.; OLIVEIRA, G. E. M. C. Nível de ruído no ambiente de trabalho do professor de educação física em aulas de ciclismo indoor. **Revista de Saúde Pública**, v. 43, n. 2, p. 345-351, 2009.

PEJON, J. O.; RODRIGUES, V. G. S.; ZUQUETE, L. V. Impactos ambientais sobre o solo. In: CALIJURI, M. C.; CUNHA, D. G. F. Editores. **Engenharia**

Ambiental Conceitos, Tecnologia e Gestão. 1ed. Rio de Janeiro: Elsevier. 789 p. 2013.

PEREIRA, R. S. Identificação e caracterização das fontes de poluição em sistemas hídricos. **Revista Eletrônica de Recursos Hídricos**, v. 1, n. 1, p. 20-36, 2004.

PIMENTEL-SOUZA, F. Efeitos da poluição sonora no sono e na saúde em geral - ênfase urbana. **Revista Brasileira de Acústica e Vibrações**, n. 10, p. 12-22, 1992.

RADLE, A. L. **The effects of noise on wildlife: a literature review.** (2007) Disponível em: <https://winapps.umd.edu/winapps/>. Acesso em: 06 ago. 2015.

RAMOS, R. C. S. S.; TRISCH, E.; SALVI, R. F. **Modelagem matemática como possibilidade de motivação do aluno – o caso da feira de matemática.** II CNEM – Congresso Nacional de Educação Matemática. 2011.

RODRIGUES, F. M.; PISSARRA, T. C. T.; CAMPOS, S. Análise temporal dos processos erosivos na microbacia hidrográfica do córrego da fazenda Glória, Taquaritinga, SP, Brasil. **Rev. Árvore**, v. 35, n. 3, p. 745-750, 2011.

RODRIGUES, R. **Brasil, supermercado no mundo!** 2022. Disponível em: <https://www.udop.com.br/noticia/2022/07/04/brasil-supermercado-no-mundo-por-roberto-rodrigues.html>. Acesso em: 04 jul. 2022.

SALDIVA, P. H. N.; CAELHO, M. S. Z. S. Poluição Atmosférica e saúde humana. In: CALIJURI, M. C; CUNHA, D. G. F. Editores. **Engenharia Ambiental Conceitos, Tecnologia e Gestão.** 1ed. Rio de Janeiro: Elsevier. 789 p. 2013.

SANTOS, C. F., SIQUEIRA, E. S., ARAÚJO, I. T., GUEDES, Z. M. A agroecologia como perspectiva de sustentabilidade na agricultura familiar. **Ambiente & Sociedade**, São Paulo v. 17, n. 2, p. 33-52, 2014.

SANTOS, V. S. **Avaliação da poluição sonora provocada pelo tráfego em um parque urbano utilizando ferramentas de simulação e geoprocessamento.** Dissertação de Mestrado. Universidade Federal da Bahia. Salvador. 2004.

SATO, C. K. **Análise dos ruídos sonoros provocados pela visitação pública no zoológico de Curitiba.** Monografia. Universidade Federal do Paraná. Curitiba. 2010.

SCHAEFER, C. E.; ALBUQUERQUE, M. A.; CHARMELO, L. L.; CAMPOS, J. C. F.; SIMAS, F. B. Elementos da paisagem e a gestão da qualidade ambiental. **Informe Agropecuário**, v. 21, n. 202, p. 20-44, 2000.

SCHIVARTCHE, F. **Poluição urbana: as grandes cidades morrem - você pode salvá-las.** São Paulo: Editora Terceiro Nome e Mostarda Editora, 2005.

SERRA, M. Aquecimento global: evidências e preocupações. **Economia & Tecnologia**, n. 9, p. 165-170, 2007.

SILVA, J. E. F.; DANTAS, I. C. Poluição visual: que mau isso faz? **Revista de Biologia e Farmácia**, v. 2, n. 2, p. 50-62, 2008.

SNIRH – Sistema Nacional sobre Informações de Recursos Hídricos. Levantamento da agricultura irrigada por pivôs centrais no Brasil (1985-2017). 2018. Disponível em: www.snirh.gov.br. Acesso em: 23 jul. 2018.

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. Avaliação de impactos ambientais: definições, glossário e conceitos. In: SOUZA, M. N. (Org.) **Tópicos em recuperação de áreas degradadas. Vol. III.** – Canoas, RS: Mérida Publishers. p. 36-71. 2022a. <https://doi.org/10.4322/mp.978-65-84548-04-6.c1>.

SOUZA, M. N. Avaliação de impactos ambientais: histórico e procedimentos. In: SOUZA, M. N. (Org.) **Tópicos em recuperação de áreas degradadas. Vol. III.** – Canoas, RS: Mérida Publishers. p. 72-113. 2022b. <https://doi.org/10.4322/mp.978-65-84548-04-6.c2>.

SOUZA, M. N. **Degradação Antrópica e Procedimentos de Recuperação Ambiental.** Balti, Moldova, Europe: Novas Edições Acadêmicas, 2018, v.1000. 376p.

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. **Tópicos em recuperação de áreas degradadas. VOL. I.** CANOAS: Mérida Publishers, 2021.133 p.

SOUZA, P. M.; FORNAZIER, A.; PONCIANO, N. J. Distribuição espacial da produção agropecuária do estado do espírito santo: uma análise dos segmentos familiar e não familiar. **Revista Ifes Ciência**, v. 6, n. 4, p. 78-91, 2020.

SUASSUNA, J. **A má distribuição da água no Brasil.** (2015) Disponível em: <<http://reporterbrasil.org.br/2004/04/b-artigo-b-ama-distribuicao-da-agua-no-brasil/>>. Acesso em: 12 jun. 2015.

SYNGENTA. **Plantio da soja: 7 dicas para a regulação correta da plantadeira.** Disponível em: <https://blog.syngentadigital.ag/plantio-da-soja-7-dicas-para-regulagem-correta-da-plantadeira/>. Acesso em: 08 fev. 2022.

VIANA, V. M.; PINHEIRO, L. A. F. V. Conservação da biodiversidade em fragmentos florestais. **Série Técnica IPEF**, v. 32, n. 12, p. 25-42, 1998.

Autores

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: 29500-000, Alegre-ES.

* Autor para correspondência: mauricios.novaes@ifes.edu.br

CAPÍTULO 2

A trajetória da educação ambiental no Brasil e a reciclagem no município de Alegre - ES

Tamyres Sanglard da Fonseca, Marina Jordem Almança Possatti, Silvia Aline Bérghamo Xavier, Clarissa Alves de Novaes, Maurício Novaes Souza

<https://doi.org/10.4322/mp.978-65-84548-10-7.c2>

Resumo

A educação ambiental possui importância fundamental na formação do “sujeito”. Desenvolve o despertar da consciência, de novas posturas, novos hábitos de vida, formando sujeitos críticos e reflexivos, conscientes e responsáveis pelo seu impacto e com um propósito em comum: a preocupação com meio ambiente. Este trabalho retrata a origem e o trajeto da educação ambiental ao longo dos anos, os primeiros movimentos, encontros, conferências e tratados que surgiram articulando meio ambiente e sociedade, consumo e impacto. Além disso, apresenta um estudo de caso: a reciclagem no município de Alegre, contextualizando suas ações. O projeto vem atuando com um plano de ação entre infraestrutura e mobilização social. Na primeira ação foram adquiridos equipamentos e pessoas capacitadas para a coleta, triagem e destinação dos resíduos sólidos. A segunda ação é a utilização da educação ambiental como ferramenta para conscientizar a população sobre esses resíduos e o impacto dos mesmos. Como resultados positivos, houve a redução dos resíduos para o aterro em 4,7 toneladas e o de reaproveitamento dos resíduos secos - 0,26 toneladas. Portanto, constata-se que a educação ambiental é uma importante ferramenta aliada a esse projeto. Suas ações em projetos escolares, visitas, formações e capacitações resultam em um efeito multiplicador na população do município de Alegre.

Palavras-chave: Educação ambiental. Resíduos. Geração de emprego e renda. Economia circular.

1. Introdução

Os problemas ambientais e a preocupação com o meio ambiente não são atuais: eles sempre existiram dentro das civilizações ao longo do tempo e estiveram ligados ao desenvolvimento das Ciências, à expansão das cidades e ao processo industrial (MMA, 2000; SOUZA, 2022).

Por exemplo, algumas cidades sumérias foram abandonadas há 3.700 anos, pois suas terras antes irrigadas e depois de muito produtivas se tornaram ricas em sal e em áreas alagadas. É descrito em Roma, por volta do século I, as quebras de safras de cultura e a erosão de solos (McCORMICK, 1992). Em Londres, no ano de 1306, o rei Eduardo I se preocupou com a redução da poluição ambiental causada pelo uso de carvão nas fornalhas abertas, usadas para reduzir o frio em áreas públicas (MMA, 2000).

Outro acontecimento da história que contribuiu para a aceleração dos processos de degradação ambiental foi a formação das cidades modernas, que se estabeleceram com expansão acelerada e propiciaram novas formas de agentes poluidores (CASCINO, 1999). As moradias eram feitas sem nenhum planejamento, sem saneamento básico (esgotos e lixo eram lançados nos rios) e muitas vezes sem condições dignas de sobrevivência.

Por volta dos anos da década de 1750, com a “Revolução Industrial”, o interesse era o crescimento econômico sem a preocupação com o meio ambiente, usufruindo excessivamente dos recursos naturais (MMA, 2000). Isso levou ao crescimento de assentamentos humanos de forma acelerada, caracterizado por uma mudança drástica nas relações socioeconômicas (CASCINO, 1999).

A revolução industrial culminou no que se conhecem hoje como aumento da concentração de gases de efeito estufa, pelo uso acelerado de queima de combustíveis fósseis, como o carvão e petróleo, aumentando a concentração de CO₂ atmosférico (McCORMICK, 1992; SOUZA, 2022).

Contudo, entre os anos das décadas de 1960 e 1980, iniciaram-se os debates acadêmicos e políticos acerca das questões ambientais: concentravam-se na preocupação com o aumento da população e na limitação dos recursos naturais (REIGOTA, 2017; SOUZA, 2022).

Nesse mesmo período, a fim de suprir a demanda do crescimento populacional, ocorreu a “Revolução Verde” na agricultura, culminando no uso

desenfreado de fertilizantes a base de petróleo, que causavam a contaminação do solo e da água (MMA, 2000). Estimulado pelos avanços tecnológicos, o homem aprimorou sua experiência em alterar o ambiente natural: nos anos da década de 1990 colheu frutos negativos em sua qualidade de vida (DIAS, 1992).

Em sua obra de 1962, “Primavera silenciosa”, a jornalista Rachel Carson, evidencia a perda na qualidade de vida pelo uso indiscriminado de inseticidas, pesticidas e outros insumos químicos na produção agrícola (CASCINO, 1999). O título do livro se deu pela morte, literalmente, do canto dos pássaros que marcavam a chegada da primavera. O uso dos pesticidas havia comprometido grande parte dos animais, havendo relato de animais estéreis, minhocas morrendo e polinizadores em extinção. O silêncio dos pássaros demonstrava a morte do ecossistema (CARSON, 2010).

Essa mesma autora apresenta características dos agroquímicos, que ela chama de biocidas, mais utilizados na agricultura e o modo como esses compostos se espalham pelo ambiente: provocam a contaminação do solo, do ar, das águas, causando desequilíbrio grave ao ecossistema. A importância econômica prevalece: cada vez mais produtos estavam sendo lançados no mercado para solucionar os problemas causados por pragas e doenças.

Os anos da década de 1960 também foram marcados pelo surgimento do movimento ambientalista, que coincide com o nascimento de vários outros movimentos sociais, políticos e culturais que fizeram história: dos estudantes, dos *hippes*, em defesa do feminismo, dos negros e dos homossexuais. Em meio a esse cenário, em Paris, no ano de 1968, os estudantes se mobilizaram e clamavam por um planeta mais azul (CASCINO, 1999).

Segundo McCormick (1992):

“o movimento ambientalista foi um produto de forças tanto internas quanto externas e seus objetivos imediatos. Os elementos de mudanças já vinham emergindo muito antes dos anos 60; quando finalmente se entrecruzaram uns com os outros e com fatores sociopolíticos mais amplos, o resultado foi uma nova força em prol da mudança social e política”.

Cassino (1999) afirma que o ambientalismo não envolve somente a ecologia ou as ações humanas: carrega junto com ele elementos

revolucionários, pois nasce no mesmo momento e carrega marcas dos movimentos realizados por minoritários e alternativos. Reigota (2017) enfatiza esse caráter político revolucionário que a Educação Ambiental (EA) assume:

“... no sentido de que ela reivindica e prepara os cidadãos e as cidadãs para exigir e construir uma sociedade com justiça social, cidadanias (nacional e planetária), autogestão e ética nas relações sociais e com a natureza. A educação ambiental como educação política é por princípio: questionadora das certezas absolutas e dogmáticas; é criativa, pois busca desenvolver metodologias e temáticas que possibilitem descobertas e vivências, é inovadora quando relaciona os conteúdos e as temáticas ambientais com a vida cotidiana e estimula o diálogo de conhecimentos científicos, étnicos e populares e diferentes manifestações artísticas”.

A EA vem como uma nova maneira de olhar para o meio ambiente: compreende que todos os seres vivos e não vivos têm sua importância - o ser humano não está acima de nenhum deles (JACOBI, 2003).

Reigota (2017) afirma que “desconstruir essa noção antropocêntrica é um dos princípios éticos da educação ambiental”. Partindo dessa ideia, conseguem-se mudar nossas atitudes com relação ao meio ambiente, passando a respeitá-lo. Mudar a visão atual marcada por processos permanentes de degradação permanente, não é uma tarefa fácil; contudo, fundamental. Envolve várias questões e pessoas, numa perspectiva interdisciplinar. De acordo com Souza (2022), há de se adotar a visão ecocêntrica!

Segundo MMA (2000) é lamentável ver a sociedade promovendo o desenvolvimento tecnológico e científico de forma predatória. “O progresso, entendido apenas como avanço técnico, material e crescimento econômico, está sendo obtido dentro de um padrão de produção de consumo, de acumulação e de vida insustentável” (Leff, 1999 *apud* MMA, 2000).

Esse modelo de sociedade que se mostra preocupado mais com as questões econômicas do que as ambientais, ou seja, insustentável, levou ao que se conhecem e se vivem ainda hoje como crise ambiental (Figura 1). Somente por meio da mudança de valores e atitudes se poderá reverter tal crise (MMA, 2000). Reigota (2017) ainda afirma que somente a EA não é capaz de mudar o

mundo e resolver todas as questões ambientais, mas pode influenciar sobre nossos deveres e direitos e, principalmente, conscientizar as pessoas dos problemas ambientais e do atual estado do nosso planeta.



Figura 1. Área de pastagem degradada no município de Jerônimo Monteiro, ES.
Fonte: Acervo Maurício Novaes (2022).

Dessa forma, os cidadãos conscientes podem viver de forma harmônica com as outras espécies e em sua comunidade. “Os cidadãos e cidadãs do mundo”, atuando nas suas comunidades, é a proposta traduzida na frase muito usada nos meios ambientalistas: “pensamento global e ação local, ação global e pensamento local”, onde é preciso adotar novos padrões de comportamentos para melhorar a relação ser humano *versus* natureza (UNGER, 1991 *apud* MMA, 2000). Reigota (2017) acredita que “os problemas ambientais foram criados por homens e mulheres e deles virão às soluções”

A proposta do presente trabalho é apresentar a necessidade de discussão sobre o atual estado da EA e coletar informações sobre como auxilia no processo de sensibilização da população para a reciclagem realizada no município de Alegre, ES. Foi necessária uma revisão de literatura sobre o assunto e a busca de dados e informações na Secretaria Municipal de Meio Ambiente do município de Alegre, ES (2019).

Espera-se mostrar a importância da EA no cenário da sensibilização da reciclagem no município de Alegre, ES. Faz-se importante a conscientização da população e a difusão do conhecimento dentro do próprio município,

apresentando as ações que os órgãos públicos estão fazendo para minimizar suas problemáticas ambientais.

2. Histórico da educação ambiental (EA)

A EA possui seu histórico relacionado com conferências mundiais e movimentos sociais em todo mundo (REIGOTA, 2010). Um dos eventos que marcou a história da EA foi uma reunião com trinta (30) pessoas, entre elas cientistas, educadores e economistas que aconteceu em Roma no ano de 1968. Nela foi discutido o consumo de recursos naturais e o crescimento populacional mundial e a pobreza (MMA, 2000).

Esse encontro deixou o primeiro grande texto em relação ao meio ambiente denominado “Os limites do crescimento”, com temas tais como consumo e a capacidade do planeta suportar desgastes (CASCINO, 1999; SOUZA, 2021).

Em consequência do debate do Clube de Roma, como ficou conhecida a reunião de 1968, aconteceu em 1972, em Estocolmo, Suécia, a Primeira Conferência Mundial de Meio Ambiente Humano: focou na poluição das indústrias, no melhoramento do manejo dos recursos naturais e na relação do crescimento econômico com a poluição ambiental e o bem-estar populacional (REIGOTA, 2010).

Essa conferência se destacou por compor um diálogo importante entre países industrializados e os em desenvolvimento sobre as questões ambientais (CASCINO, 1999). Segundo Dias (1992), não foi bem um diálogo, pois os representantes dos países desenvolvidos foram acusados de apoiarem as causas ambientais como forma de limitar os países em desenvolvimento de prosperarem.

O Brasil e a Índia defendiam a ideia de que para que ocorresse o progresso do país era preciso poluir; assim, abriram as portas para indústrias multinacionais poluidoras, que enfrentavam dificuldades de continuarem operando em seus países (REIGOTA, 2017).

O discurso desenvolvimentista da época chegava ao ponto de fazer com que ministros de Estado brasileiros, ao convidar investidores, proclamassem: ‘venham poluir aqui’. Os noruegueses da Borregaard levaram o convite tão ao pé da letra

que não destinaram um único centavo a equipamentos antipoluição (PEREIRA, 2014).

A decisão do Brasil foi um escândalo internacional, pois buscava apenas uma forma de aumentar o PIB (Produto Interno Bruto), não se importando com o preço a se pagar. Assim, enquanto a degradação ambiental era motivo de preocupação para a maioria dos países, o governo brasileiro abria suas portas à poluição (DIAS, 1992). Logo vieram as consequências:

“No Brasil, que na época vivia sob uma ditadura militar, o ‘exemplo’ clássico é Cubatão, onde devido à grande concentração de poluição química, crianças nasceram acéfalas; na Índia, o acidente de Bophal, ocorrido numa indústria química multinacional que operava sem as medidas de segurança exigidas em seu país de origem, provocou a morte de milhares de pessoas. Esse acidente junto ao da usina nuclear de Chernobyl são considerados os acidentes ecológicos contemporâneos mais drásticos, mas é evidente que não são os únicos. Na década de 1990 e nos primeiros anos do século XXI foi possível presenciar uma quantidade enorme de acidentes e de diretrizes políticas completamente antiecológicas como a posição dos Estados Unidos em relação ao Protocolo de Kyoto, que visa a diminuição de emissão de CO₂ à atmosfera, ou a autorização do plantio de soja transgênica no Brasil” (REIGOTA, 2017).

Uma contribuição importante da reunião de Estocolmo, a Conferência das Nações Unidas sobre o Ambiente de 1972, que marca o surgimento da EA nos anos da década de 1970, foi a percepção de que se deve educar cidadãos para solução de desastres ambientais (REIGOTA, 2017). Essa conferência contou com a participação de 113 países: entre os temas discutidos, incluiu a má gestão pelo homem no uso dos recursos naturais (MMA, 2000). Em 1974, aconteceu na Holanda, o Primeiro Congresso de Ecologia, com a atenção voltada para a relação da emissão de CO₂ e a redução da camada de ozônio (DIAS, 1992).

Desde 1970, nessas conferências e seminários, a Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO), foi a

responsável pela divulgação desse novo jeito de olhar o planeta, por intermédio da EA. Gerou um acervo vasto de textos publicados em diversas línguas. Desses acervos importantes inclui “A Carta de Belgrado”, de 1975, que definiu os objetivos da EA (REIGOTA, 2017).

A Carta de Belgrado foi um documento elaborado como resultado do Encontro Internacional em EA, que aconteceu na Iugoslávia, em Belgrado, com participação de 65 países (MMA, 2000). Nesse encontro foi elaborado orientações para programas de EA em nível mundial (DIAS, 1992). Pela primeira vez foi usado o termo “ecodesenvolvimento”, diante da necessidade de mudança no padrão de desenvolvimento dos países, o que mais tarde foi aprimorado para “Desenvolvimento Sustentável” (VIEIRA, 1995; MAIMON, 1992 *apud* MMA, 2000; SOUZA, 2022).

Em março de 1976, no Peru aconteceu uma Reunião Sub-regional de EA para o Ensino Secundário, dando ênfase aos problemas ambientais relacionados a sobrevivência humana e aos direitos humanos (DIAS, 1992). Em 1977, com objetivo de apresentar contribuições de alguns países para a EA, aconteceu em Tbilisi, na Geórgia, o Primeiro Congresso Internacional de Educação Ambiental da UNESCO (REIGOTA, 2017).

Esse congresso de Tbilisi é considerado um evento que marcou de forma expressiva a evolução da EA em todo mundo. Um evento importante e que foi conduzido baseado no encontro de Tbilisi de 1977, ocorreu em outubro de 1979 em São José da Costa Rica: ficou conhecido como Encontro Regional de EA para a América Latina - também promovido pela UNESCO e voltado para educadores (DIAS, 1992).

Reigota (2017) afirma: entre vários eventos importantes dentro da EA e mudanças que ocorreram dentro do foco da mesma, considera-se que alternativas de desenvolvimento econômico sustentável são relevantes, mas não pode ser puramente o foco do processo educativo dentro EA.

Os anos da década de 1970 ficaram marcados, pois a EA extrapolou os limites de classes sociais; ou seja, agregou adeptos das diferentes classes e idades e contou com a participação de diferentes profissionais, tais como camponeses, empresários e estudantes (VIOLA, 1987 *apud* MMA, 2000).

Principalmente no que diz respeito às mudanças de comportamentos dentro da sociedade, como opção por modelos sustentáveis e por tecnologias

limpas, surgem pesquisas científicas que visavam solucionar problemas ambientais, busca pelo consumidor por produtos ecológicos e o surgimento dos partidos políticos com ênfase ambiental (MMA, 2000).

Os anos da década de 1980 surgiram com um lema que veio como reflexo da década anterior, que era a necessidade de traçar metas para resolver as questões ambientais (MMA, 2000). Novas linguagens foram estabelecidas e reorganizadas, o papel do homem em relação à natureza repensado: nessa linha de mudança surgiram as Organizações não governamentais³ (ONG).

Como exemplo dessa necessidade eminente, em 1983, a primeira ministra da Noruega iniciou a confecção de um importante relatório mundial (Relatório Nosso Futuro Comum ou de Brundtland), acerca do meio ambiente e o desenvolvimento. Foi utilizado como referência posteriormente na Rio-92 (CASCINO, 1999). É considerado o documento mais importante dessa década: trata do crescimento econômico, da equidade social e do equilíbrio ecológico em seus eixos (MAIMON, 1991 *apud* MMA, 2000).

Em 1987, aconteceu em Moscou o II Congresso Mundial de EA, que discutiu sobre o modelo de vida imposto, o comunismo e a solução das questões ambientais (MMA, 2000).

Vinte anos depois da primeira Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano, de Estocolmo, aconteceu no Rio de Janeiro a Rio-92, ou a Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente e Desenvolvimento. Foi marcada pela primeira conferência em que os cidadãos civis puderam participar. Essa conferência deu origem a muitos documentos e decisões importantes, como a Agenda 21 (REIGOTA, 2017).

A partir desse momento, a forma de olhar para o planeta foi repensada, discutida e analisada, colocando o homem e o planeta em uma relação de interdependência, integrantes de um mesmo sistema (CASCINO, 1999; SOUZA, 2022).

Participaram da Rio-92 representantes de 170 países e os principais objetivos foram: analisar a situação e o que mudou depois da Conferência de

3 São organizações sem fins lucrativos, constituídas formalmente e autonomamente, caracterizadas por ações de solidariedade no campo das políticas públicas e pelo legítimo exercício de pressões políticas em proveito de populações excluídas das condições da cidadania (Wikipédia, 2022).

Estocolmo até aquele momento; identificar e traçar estratégias globais referentes a proteção ambiental; promover aperfeiçoamento das legislações ambientais; e eliminar a pobreza nos países desenvolvidos (DIAS, 1992; SOUZA, 2018).

Em 2002, em Johannesburgo, África do Sul, aconteceu a Rio+10 (Conferência das Nações Unidas para o Desenvolvimento Sustentável) - teve como objetivo avaliar o progresso das questões discutidas na Rio-92. Contudo, essa conferência repercutiu de forma diferente do esperado: foi discutida a situação precária (pobreza, falta de saneamento básico, fome, doenças, entre outras) em que o continente africano vivia, com a participação da comunidade civil (REIGOTA, 2017).

Nessa conferência, incluiu-se nos discursos o desenvolvimento econômico sustentável, e não apenas a relação homem *versus* natureza, como era vista a EA. Nela foi feita uma verificação dos 10 anos da Agenda 21: concluiu-se que o modelo econômico atual ainda é insustentável e a EA continua sendo uma estratégia para se alcançar o desenvolvimento sustentável (TOZONI-REIS, 2004).

Atualmente, a maioria da população vive na cidade: percebe-se uma crescente degradação do meio ambiente nos centros urbanos, o que nos coloca diante de um cenário de crise ambiental (Figura 2). É preciso modificar a forma de pensar e de se relacionar com o ambiente onde se estão inseridos (JACOBI, 2003).



Figura 2. Trecho urbano de córrego em área de APP sem vegetação ciliar e recebendo esgoto sem tratamento, Rio Pomba, MG. Fonte: Acervo Maurício Novaes (2013).

Sem uma mudança radical nos valores, conhecimento e comportamento dos indivíduos da sociedade, não há como se desenvolver sustentavelmente (LEFF, 2011 *apud* JACOBI, 2003).

3. A educação ambiental no Brasil

No Brasil as devastações começaram no descobrimento do país: era abril de 1500, os portugueses aqui chegaram e encontraram o povo indígena. Em maio, para realizar a segunda santa missa, fizeram uma cruz enorme de madeira e uma clareira em meio à mata, levando os indígenas para assistirem o culto. Os portugueses ficaram maravilhados com a beleza e riqueza do nosso país: daí por diante começou o contrabando da fauna e flora local, principalmente de pau-brasil e papagaio (DIAS, 1992).

Segundo Borges (2009), a Coroa portuguesa chegou ao Brasil e, imediatamente, começou a exploração das riquezas naturais. O ciclo do “Pau-Brasil”, que quase levou ao seu total desaparecimento, foi uma extração predatória com perdas irreparáveis. Siqueira (1993) aponta a ocupação das terras brasileiras como uma “exploração florestal irracional”, que se concentrou em uma única espécie, o pau-Brasil, espécie que produzia corante e servia como madeira em marcenarias.

“A abundância de recursos florestais no Brasil tinha grande importância para os portugueses, em uma fase de expansão da navegação e intensa atividade de construção naval a demandar grandes quantidades de madeira. Dessa forma, as florestas brasileiras revestiam-se de importância estratégica, face à escassez desses recursos em Portugal. Assim como os portugueses, os ingleses também necessitavam de madeira, reconhecendo para as florestas americanas a mesma importância estratégica” (BORGES, 2009).

A Carta régia do Brasil de 1542 dispunha de princípios sobre o corte de madeira, punindo quem não a seguisse (DIAS, 1992). Juntamente com a implantação dos engenhos, foi adotada a pecuária, levando a compactação do solo pelo pisoteio do gado nas pastagens (MONTEIRO, 1991 *apud* MMA, 2000).

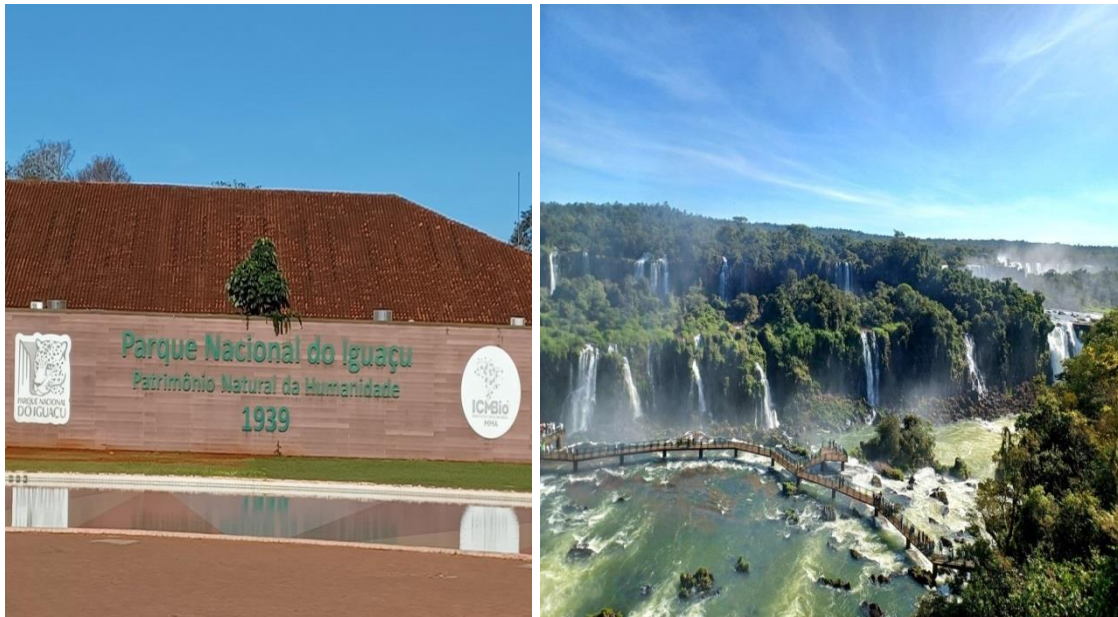
“Em 1802, por recomendação de José Bonifácio, foram baixadas as primeiras instruções para se reflorestar a costa brasileira, já bastante devastada. Essas medidas tinham a finalidade de se fazer plantios em “covas” e evitar o pastoreio. Nesta época, já se previa a necessidade de restaurar as florestas objetivando atender a demanda de certas localidades, principalmente as no entorno das metrópoles que se formavam” (MAGALHÃES, 2002).

Mas não foram apenas esses dois tipos de geração de renda econômica que prejudicaram o meio ambiente de forma drástica ao longo da história! Outros tipos de monoculturas e explorações também contribuíram, por exemplo, garimpo de ouro e diamante, ciclos do café, da borracha e do cacau (FERNANDES, 1999).

Em 1822, o Brasil se tornava independente; o político naturalista José Bonifácio de Andrada e Silva, escreveu sobre ecologia. Ele é considerado o primeiro brasileiro a escrever sobre o assunto. D. Pedro II, no ano de 1850, proibiu em forma da Lei nº 601, o desmatamento das florestas. No entanto, essa lei foi ignorada e o que se verificou foi uma enorme devastação das áreas florestais para o plantio de café, que na época era realizada com o uso do fogo para a limpeza da área (DIAS, 1992).

No Brasil, em 1891, foi criada a primeira reserva florestal pelo decreto nº 8.843 no Acre: infelizmente, até aos dias atuais, não foi implantada. Só em 1896 de fato, foi criado o primeiro parque: Parque Estadual da Cidade de São Paulo (DIAS, 1992).

Ainda, de acordo com esse mesmo autor, em 1934 foi transformado em Lei o anteprojeto do Código Florestal de 1931. Em sequência, foi criada a primeira unidade de conservação no país: o Parque Nacional do Itatiaia; também, foi realizada a 1ª Conferência Brasileira de Proteção à Natureza. Ainda, em 1934, foi adotado pelo Brasil a pesquisa e o ensino de Ecologia pelo professor Felix Rawitscher. Em 1947 foi criado o Parque Nacional do Iguaçu (Figuras 3 e 4).



Figuras 3 e 4. Parque Nacional do Iguaçu, Foz do Iguaçu, PR: Patrimônio Natural da Humanidade - 1939. Fonte: Acervo Maurício Novaes (2022).

Em 1958, a Fundação Brasileira para a Conservação da Natureza- FBCN. Em 1973, é criado o Parque Estadual do Ibitipoca, em Lima Duarte, MG – um dos parques brasileiros com melhor estrutura nos dias atuais (Figuras 5 e 6).



Figuras 5 e 6. Parque estadual do Ibitipoca, Lima Duarte, MG: criado em 1973. Fonte: Acervo Maurício Novaes (2012).

Na Figura 7, observa-se a “Janela do Céu” – um dos pontos de uma das trilhas mais visitados do Parque Estadual do Ibitipoca.



Figura 7. Janela do céu, Ibitipoca, Lima Duarte, MG. Fonte: Acervo Maurício Novaes (2012).

As trilhas ecológicas interpretativas surgem dentro do contexto e abordagem da EA como um recurso metodológico; ou seja, uma prática ambiental que visa a transmissão de conhecimentos por meio da percepção, oriunda da visão, olfato e sentimentos, tornando-se uma experiência direta com a realidade de forma interdisciplinar, possibilitando a consciência ambiental dos cidadãos – muito utilizada nos dias atuais (CARVALHO et al., 2021).

Nessa mesma linha, o Polo de Educação Ambiental do IFES – Campus de Alegre - PEAMA/IFES - Campus de Alegre, conta com uma área de 377 ha, sendo 70 ha referentes à Reserva Florestal (Figura 8).



Figura 8. Trilha ecológica no PEAMA/IFES com a turma da disciplina Agroecologia do Mestrado do Ifes campus de Alegre. Fonte: Acervo Maurício Novaes (2022).

As atividades do PEAMA/IFES se destinam aos proprietários rurais e suas famílias, professores e alunos da rede de ensino federal, estadual e municipal, e comunidade em geral no que tange à EA, recuperação de matas às margens do rio Itapemirim (mata ciliar), manutenção e recuperação de matas junto a nascentes (proteção de nascentes), regeneração de capoeiras e áreas degradadas, produção de mudas nativas, exóticas e ornamentais (viveiramento), entre outras.

Voltando aos anos da década de 1970, mesmo diante ao cenário de autoritarismo político dentro da ditadura militar, começa a se manifestar o movimento ambientalista brasileiro (MMA, 2000). Surgiram nomes que tiveram notoriedade, tais como: Augusto Ruschi, Aziz Ab'Sáber, Cacilda Lanuza, Frans Krajcberg, Fernando Gabeira, José Lutzenberger e Miguel Abellá. Além desses, mesmo em pequenos grupos ou sozinhos, em vários contextos, outros também contribuíram para o movimento da EA (REIGOTA, 2017).

Foi criada também a Sema (Secretaria Especial do Meio Ambiente) no ano de 1970, da qual Paulo Nogueira Neto, ecólogo e professor da Universidade

de São Paulo, foi o primeiro secretário - deixou as bases para as leis ambientais, muitas delas usadas até os dias atuais. Elaborou programa das estações ecológicas - pesquisa e preservação - deixando um legado importante no que se tem nos dias atuais na área ambiental. É considerado o mentor do movimento ambientalista brasileiro (DIAS, 1992).

Seu papel como secretário foi importante, pois o Brasil vivia um momento histórico crítico, em que ser contrário ao governo poderia levar a morte, exílio ou cadeia. Ainda assim, conseguiu desenvolver projetos de EA. Excessivamente conservacionista, ele se deparava com o outro lado: uma política nada conservacionista. Infelizmente, ainda há no Brasil essa política nada conservacionista, onde algumas das causas ambientais perdem muitas vezes para aquele que tem poder econômico ou pertence a uma classe superior (REIGOTA, 2017).

Com objetivo de proteção ao meio ambiente frente à poluição, foi criada a Associação Gaúcha de Proteção ao Ambiente Natural em 1971 (AGAPAN) - primeira associação não governamental surgida no Brasil (VIOLA, 1987 *apud* MMA, 2000). Mesmo assim, de acordo com Reigota (2017), o Brasil, em 1972, tomou uma decisão de defender a poluição na Conferência de Estocolmo, acreditando que para o progresso ocorrer, a poluição era o preço a se pagar, permitindo assim a instalação de indústrias poluidoras multinacionais no país.

Dias (1992) reforça sobre a escolha feita pelo Brasil:

“para espanto do mundo, representantes do Brasil “pediram a poluição”, dizendo que o país não se importaria em pagar o preço da degradação ambiental, desde que o resultado fosse o aumento do PIB (Produto Nacional Bruto). Um cartaz anunciava: “Bem-vindos à poluição, estamos abertos para ela. O Brasil é um país que não tem restrições. Temos várias cidades que receberiam de braços abertos a sua poluição, porque o que nós queremos são empregos, são dólares para o nosso desenvolvimento”.

Ainda em 1972, foi feito no Brasil a primeira Avaliação de Impacto Ambiental para grandes empreendimentos, a fim de prever possíveis impactos e

danos ao meio ambiente - para a edificação da Usina Hidrelétrica de Sobradinho, na Bahia, tendo sido financiada pelo Banco Mundial (DIAS, 1992; SOUZA, 2021).

Também, iniciou-se uma campanha nacional para reintrodução do pau-brasil, extinto em 1920, sob orientação do Prof. Vasconcelos Sobrinho na Universidade Federal Rural de Pernambuco. Sua contribuição teve sucesso e a espécie foi reintroduzida em todo país (DIAS, 1992).

No Brasil, nos anos da década de 1980, impulsionada pela mídia que estimulou o aumento da conscientização da população, passou-se a atentar-se com maior interesse e preocupação às questões relativas ao meio ambiente. Dessa forma, começam a aparecer ONG ambientalistas, entre elas, Fundação SOS Mata Atlântica, Instituto Terramar e Caatinga (MMA, 2000).

O final dos anos da década de 1980 traz o assassinato do defensor do meio ambiente e seringueiro Chico Mendes. Aumenta a pressão internacional com as questões ambientais no Amazonas, o que impulsiona a realização da Rio-92, conferência que aconteceu no Brasil (REIGOTA, 2017).

Jacobi (2003) comenta:

Dentre as transformações mundiais das duas últimas décadas, aquelas vinculadas à degradação ambiental e à crescente desigualdade entre regiões assumem um lugar de destaque no reforço à adoção de esquemas integradores. Articulam-se, portanto, de um lado, os impactos da crise econômica dos anos 80 e a necessidade de repensar os paradigmas existentes; e de outro, o alarme dado pelos fenômenos de aquecimento global e a destruição da camada de ozônio, dentre outros problemas.

Dessa forma, e diante dos principais acontecimentos históricos que ocorreram no Brasil, a visão de Schmidheiny (1992) *apud* MMA (2000), ainda é atual:

Uma nova relação, baseada em cooperação tecnológica, deve ser estimulada e desenvolvida, envolvendo empresas, universidades, governos, empregadores e empregados, fornecedores, consumidores e grupos de cidadãos (Schmidheiny, 1992 *apud* MMA, 2000).

A questão energética, a gestão da água, a agricultura, e a exploração florestal devem merecer atenção especial com

relação às questões pertinentes à sustentabilidade (MMA, 2000).

E conclui:

o que se vê até hoje, em pleno ano 2000, é que os países em desenvolvimento continuam perpetuando os mesmos padrões tecnológicos de produção e de consumo, gerando uma forte pressão sobre os recursos naturais, enquanto a maioria da população pobre dos países em desenvolvimento, não possuem suas necessidades mínimas básicas supridas.

Como está a contribuição das Universidades e Institutos Federais nos dias atuais? Schettino (2019) realizou um trabalho recente sobre a percepção da comunidade acadêmica sobre sustentabilidade no Campus de Goiabeiras da UFES, em Vitória, ES.

Os questionamentos do livro: o papel da EA na universidade vem sendo tratada adequadamente? Os alunos sabem o que é sustentabilidade? A universidade está realmente trabalhando a extensão de suas práticas na comunidade? O objetivo da pesquisa era estimular que o desenvolvimento de prática de EA, de sustentabilidade e de inovação, aconteça na UFES e na comunidade com as quais a universidade mantém relacionamento.

Esse mesmo autor apresenta as legislações pertinentes, os períodos históricos que deram origem ao que se conhecem como EA. Conta sobre os desafios enfrentados pela UFES na construção do entendimento do que é sustentabilidade, bem como a EA no meio acadêmico influencia a relação de ensino, pesquisa e extensão. A percepção acadêmica sobre sustentabilidade foi aplicada especialmente para os alunos, professores e funcionários da universidade.

De acordo com esse mesmo autor, será por intermédio de práticas (ação) sustentáveis dentro da universidade, que os alunos levarão para sua vida profissional e pessoal o comportamento sustentável, melhorando o vínculo junto à sociedade. A educação e a gestão ambiental buscam proporcionar o equilíbrio entre o homem e a natureza. Cita exemplos de práticas que farão a diferença no nosso dia a dia: coleta seletiva de lixo, redução do uso de energia e água, construção de prédios sustentáveis e captação de energia solar.

A Carta Magna de 1988, em seu artigo 225, preconiza o que deve ser feito para promover a EA: “promover a educação ambiental em todos os níveis de ensino e a conscientização pública para a preservação do meio ambiente”. Neste sentido, tanto o poder público quanto a sociedade, devem promover e proteger o ambiente; ou seja, o desenvolvimento sustentável deve ser promovido por meio do ensino, pesquisa e extensão, para que se consolide no indivíduo estudante e na sociedade uma maneira de viver, pensar e agir com responsabilidade junto ao meio ambiente.

Para Schettino (2019), as instituições de ensino superior (IES) devem despertar a consciência ambiental em toda a comunidade escolar. Contribuirão para a evolução da percepção ambiental, promovendo ganhos na biodiversidade e na própria sobrevivência da humanidade. Deve-se cumprir a legislação pertinente, com ética, respeito e transparência, por meio de seus mecanismos de controle seguindo modelos efetivos de gestão. As IES têm como papel ajudar a sociedade a caminhar e traçar novos rumos para o futuro: serão referências sustentáveis por meio de suas práticas ambientais.

De acordo com esse mesmo autor, os resultados da pesquisa mostraram que a comunidade acadêmica percebeu certa afinidade ao explicar conceitos relativos ao meio ambiente. Porém, no que tange saber se a IES realizava práticas ambientais, os entrevistados desconheciam as atividades por parte da instituição. Assim, percebe-se que é preciso intensificar as práticas de EA e melhorar a comunicação dessas ações para que todos conheçam e pratiquem bons modelos de gestão ambiental, buscando parcerias com o poder público e privado, bem como desenvolver projetos de sustentabilidade junto às comunidades.

4. Estudo de caso: a reciclagem no município de Alegre, ES

Desde os anos da década de 1980, observou-se um aumento na geração de resíduos descartáveis e, conseqüentemente, a geração de lixo. A partir dessa época, começaram a se preocupar em cobrar de empresas e outros setores que geravam esses resíduos, a combinação de crescimento econômico e conservação e, ou, preservação do meio ambiente (FONSECA, 2013; SOUZA, 2018). Layargues (2002) destaca a importância da questão do lixo:

A questão do lixo vem sendo apontada pelos ambientalistas como um dos mais graves problemas ambientais urbanos da atualidade, a ponto de ter-se tornado objeto de proposições técnicas para seu enfrentamento e alvo privilegiado de programas de educação ambiental na escola brasileira.

No processo de reciclagem é aproveitado aquilo que já foi utilizado e teria como destino final o descarte, contribuindo dessa forma para uma menor geração de resíduos lançados ao meio ambiente, trazendo dessa forma benefícios ao planeta. (FONSECA, 2013).

Foi realizada uma entrevista as componentes da Secretaria de Meio Ambiente do município de Alegre, ES (2019), para coletar informações sobre como foi a implantação da reciclagem no município, bem como informações referentes à conscientização da população. Segundo Adriana Mello, membro integrante dessa secretaria:

No ano de 2013 o município assinou com o ministério público o termo de compromisso ambiental que determinava entre outras ações a implantação da coleta seletiva em dois bairros na cidade com posterior ampliação para todo o município. A partir daí foi estabelecido um plano de trabalho que previa a criação da Associação de Catadores e a organização da unidade de triagem de resíduos.

O município celebrou um convênio com a Funasa para aquisição de materiais para a unidade de triagem (esteira, prensa, carrinhos, coletores, caminhão, entre outros), sendo a unidade equipada. Paralelamente, a Associação foi criada e regularizada legalmente com apoio do projeto da ADERES (Agência de Desenvolvimento das Micro e Pequenas Empresas e do Empreendedorismo). Foi responsável em articular, elaborar e implementar políticas para o desenvolvimento dos pequenos negócios que contratou o SINDIMICRO (Instituto para Desenvolvimento do Empreendedorismo do Estado do Espírito Santo), para desenvolver a parte associativa com o público que iria

compor a Associação. Vale ressaltar que esse público se originou da lista de usuários do CAD⁴ único e bolsa família por determinação do Ministério Público.

No período de 2013 a 2016 as ações foram de regularização da associação e algumas ações pontuais de mobilização social e de EA com distribuição de materiais informativos sobre a coleta seletiva apenas nos bairros da Vila Alta e Chácara da Serra (projeto piloto). A renda dos catadores era obtida apenas dos recursos obtidos com a venda de material reciclado: girava em torno de R\$ 300-400,00, a cada dois (2) meses.

No início de 2017, as ações foram ampliadas e construídas um novo plano de ação que se dividiu em duas fases:

1) Infraestrutura: Aquisição de mais 50 coletores, 115 lixeiras de praça; disponibilidade de funcionários para o caminhão e também para a unidade de transbordo; término das obras da unidade de transbordo; cercamento da área das unidades de transbordo e unidade de triagem; contratação da destinação final dos rejeitos; contratação da associação de catadores (repasso mensal de R\$ 6.000,00); contrato da empresa para destinação dos resíduos de saúde.

2) Educação ambiental: criação de uma campanha para os trabalhos (panfletos, marca-página, camisa, imã de geladeira, entre outros).

Outros eventos que contribuíram para a EA realizados na cidade de Alegre foram:

- Realização do Curso do PROCAPE – Programa de Formação dos professores em EA voltada para resíduos sólidos;
- Mobilização social por meio do dia “D” da coleta seletiva realizada na praça pública com panfletos informativos, atividades lúdicas, palestras;
- Visitas a todos os conselhos da cidade para falar sobre o programa;
- Visitas às escolas do município (todas as redes de ensino);
- Execução de projetos nas unidades escolares oriundos dos cursos;
- Palestras em instituições, igrejas, clubes de serviços; e
- Cursos de formação para os funcionários municipais de outras secretarias (Assistência Social e Saúde).

4 O Cadastro Único é um registro que permite ao governo saber quem é e como vivem as famílias de baixa renda no Brasil. Foi criado pelo Governo Federal, mas é operacionalizado e atualizado pelas prefeituras de forma gratuita.

Os resultados já destacados com a intensificação da educação ambiental são:

A) Redução da média de resíduos (rejeitos) destinados para o aterro sanitário:

- Dez/2017 a Mar/2018 – 417,35 t;
- Jun/2018 a Set/2018 – 412,65 t.
 - Redução de 4,7 toneladas.

B) Destinação para a Coleta Seletiva

- Ampliação da média do reaproveitamento dos resíduos secos

- Dez/2017 a Mar/2018 – 10,97 t;
- Jun/2018 a Set/2018 – 11,23 t.
 - Aumento de 0,26 toneladas.

Segundo Adriana Mello, membro dessa secretaria, podem-se destacar outras ações que foram realizadas em Alegre, ES:

- Realização de atividades de EA na ARIE (Área de Relevante Interesse Ecológico)
- Apoio no Desenvolvimento das Associações de Bairros, Produtores Rurais e outros;
- Visitas às comunidades para conhecimento da realidade local;
- Participação no Encontro de Educadores Ambientais (08 e 09 de junho/2017);
- Parceria com o Parque Estadual da Cachoeira da Fumaça/ IEMA;
- Parceria com a SEME (Secretária Municipal de Educação) nas ações de EA;
- Elaboração da Proposta de lei do Programa Municipal de EA;
- PROCAPE – Programa de Capacitação de Professores;
- Apresentação do Plano de Ação para Coleta Seletiva nos Conselhos Municipais;
- Participação em Conselhos: Saúde, Assistência Social, Desenvolvimento Rural, Alimentação Escolar, Educação, FUNDEB;
- Apresentação do Plano de Ação para Coleta Seletiva nas Escolas Municipais: Domingos Bravo Reinoso, Ruth Alice, Professor Lellis, Colégio Inovador, George Abreu Rangel, CEABB e Aquarela;

- Palestras/formação de Educação Ambiental – Temas variados realizados: Tiro de Guerra, Igreja Presbiteriana, IESC, Sirena Rezende, CIEC Jaci Kobbi, Professor Lellis, Agentes de Saúde e Funcionários da Assistência Social;
- Gincana e Feira de Ciências IESC, Dia D Mobilização para a Coleta Seletiva, reciclando conhecimento (evento UFES);
- Visitas de Escolas para Monitoramento dos Projetos.

Recentemente, a Secretaria Executiva de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (SEMADS), começou a realizar a coleta dos vidros, enviando-os para a ASCOMA – Associação de Catadores de Materiais Recicláveis de Alegre (ASCOMA). Em parceria com a empresa Green Ambiental situada em Cariacica/ES, é destinado para o reaproveitamento, transformando em novas embalagens. Ressalta-se a importância dessa iniciativa, visto que todo o vidro recolhido era descartado de forma incorreta em lixão ou aterro sanitário.

Outro ponto relevante, que já está tramitando na câmara de vereadores para aprovação, o projeto que torna lei o Programa Municipal de Educação Ambiental.

5. Educação ambiental como ferramenta didática

A EA tem uma válida e significativa contribuição do sujeito em formação. Segundo Souza et al. (2013), é uma grande ferramenta que na prática tem o poder de despertar a consciência, contribuindo para que a mudança ocorra e que novos hábitos se formem.

A EA foi inserida no currículo escolar como tema transversal, sendo trabalhada de forma interdisciplinar; contudo, segundo Narcizo (2009), na prática esse sistema ainda é falho. Para se formar alunos conscientes, é preciso que os professores estejam estimulados e dispostos ao ato de educar ecologicamente. Portanto, a EA deve avançar além de aplicada apenas por agentes educadores. Esses agentes devem ser abertos para interagir com diferentes temas, havendo sempre um diálogo entre teoria e práticas.

Contudo, a prática pedagógica tradicional permite ao agente educador um tanto de “comodidade”. Acoplada ao tradicionalismo e arcaico de modelo pedagógico, acarreta em um déficit na atuação desses agentes, o que atrapalha este processo.

Um dos fatores influenciadores para isso, citados por Narcizo (2009), é a falta de capacitação dos professores em suas formações universitárias, acarretando em um medo de se expor, sujeitando-se a possíveis críticas, limitando esses agentes a ficarem “presos” à sua sala de aula. É preciso reformular/reestruturar/quebrar o sistema, para promover um novo modelo pedagógico.

Para isso Gadotti (2009) afirma:

Estou convencido de que a sustentabilidade é um conceito poderoso, uma oportunidade para que a educação renove seus velhos sistemas, fundados em princípios e valores competitivos. Introduzir uma cultura de sustentabilidade e da paz nas comunidades escolares é essencial para que elas sejam mais cooperativas e menos competitivas. Nesse sentido, a Ecopedagogia, a Pedagogia da Terra, a Pedagogia da Sustentabilidade, a Educação Ambiental e a Educação para Cidadania Planetária podem dar uma grande contribuição.

Para se alcançar proporções maiores e futuras, como uma sociedade sustentável, é necessário que se propicie o desenvolvimento sustentável. Para isso, faz-se fundamental que ocorram mudanças educacionais, que acarretem uma mudança na pedagogia (Ecopedagogia). Há de ser gerado por uma mudança “curricular”, composto por agentes ecoeducadores, que educarão alunos, por intermédio de uma EA transformadora. Serão formados sujeitos ecológicos, gerando um ciclo, atingindo todas as faixas etárias, classes, democratizando o sistema. Sendo assim, a EA precisa ser vista e aplicada de forma holística e sistêmica, como certa culturalidade para que seja perdurável às próximas gerações.

➤ **R's**

Os resíduos gerados no Brasil, milhões de toneladas anuais, por diversos motivos que vão desde os sociais aos políticos, não são destinados corretamente. Na perspectiva de mitigar os impactos ambientais, a política dos 3R's foi adotada na Conferência da Terra no Rio de Janeiro em 1992, com o conceito de Reduzir, Reutilizar e Reaplicar. Pouco tempo depois, esta política foi

ampliada, passando então a se denominar os 5R' da Sustentabilidade (SILVA et al., 2017). Esta política é muito utilizada por pessoas, bem como por empresas. Para isso, os conceitos compreendem-se em:

- **Repensar:** ato de refletir sobre os processos da cadeia de produção por completa - desde a compra e produção, ao descarte final do produto.
- **Recusar:** consiste em se perguntar se há necessidade de se comprar o produto, considerando se o mesmo é essencial.
- **Reduzir:** é o princípio responsável pela redução da criação do lixo. Como exemplo, adquirindo *refis*, dar preferências por embalagens retornáveis, sustentáveis e até mesmo, biodegradáveis.
- **Reutilizar:** se expressa em dar utilidade aos produtos que seriam descartados, ampliando sua vida útil.
- **Reciclar:** é o ato de transformar algo velho em novo, mas com as mesmas características.

A política dos R's torna-se uma ferramenta significativa para o agente educador ambiental. Pode ser trabalhada com os alunos desde o público infantil, infanto-juvenil e juvenil, ao adulto, seja em ambiente escolar e, ou, externamente. Com diversas possibilidades de temas a serem abordados, como o destino do lixo, a coleta seletiva, a compostagem, a economia circular, entre outros, confere ao educador uma gama de possibilidades de trabalho.

Práticas, oficinas, vídeo-aulas, vivências, palestras, dinâmica de grupos, enriquecem e resultam em grandes aulas estimuladoras para conscientização do indivíduo, trazendo valores, sensibilização, novos indivíduos responsáveis por seus resíduos gerados, tendo como propósito comum, diminuir seus impactos no meio ambiente (SOUZA et al., 2013).

6. Considerações finais

Há o risco palpável de autodestruição da vida humana no Planeta Terra. A sociedade globalizada e alienada insiste em seguir explorando a natureza e a força de trabalho da maioria subalterna. Parece evidente que não é uma boa ideia insistir na dupla exploração sociedade-natureza para manter padrões injustos e suicidas de produção, consumo, desperdício e acumulação de capital.

Por ser algo tão óbvio, poucos levam em consideração a tolice generalizada e a possibilidade concreta de irmos a ser um episódio passageiro na história biogeológica da Terra. Nesse sentido, a contribuição da EA é extremamente oportuna e pertinente. Há aqui um paradoxo agradável que não pode ser ignorado - a partir das reflexões vistas sobre a EA, a humanidade ainda caminha devagar quando o assunto é sustentabilidade e qualidade de vida: há muito que se avançar. A visão do homem como parte integrante do meio ambiente, e que sofrerá com as consequências dos seus atos, ainda não é assimilada por toda a sociedade.

Nas instituições de ensino, o papel de destaque assumido pelas IES no processo de desenvolvimento tecnológico, na preparação de estudantes e fornecimento de informações e conhecimento, pode e deve ser utilizado também para construir o desenvolvimento de uma sociedade mais sustentável e justa. Para que isso aconteça, entretanto, torna-se indispensável que essas organizações comecem a incorporar os princípios e práticas sustentáveis: seja para iniciar um processo de conscientização em todos os seus níveis, atingindo professores, funcionários e alunos, seja para tomar decisões fundamentais sobre planejamento, treinamento e operações ou atividades comuns em suas áreas físicas.

Ao nível institucional, como no caso das prefeituras, associações e escolas municipais, é preciso investir mais em técnicas de EA, visto que esse é o primeiro passo para a conscientização: permitirão que se atinjam um número maior de pessoas, não apenas no município de Alegre, mas de uma forma global - um grande desafio atual para se mitigar os impactos ambientais.

Os resultados positivos a serem colhidos no município de Alegre/ES com o trabalho de reciclagem e EA é a formação de novos sujeitos, com novas posturas e hábitos conscientes. Outro impacto valioso é o econômico, trazendo oportunidade de trabalho e geração de renda para as pessoas/famílias envolvidas. No âmbito ambiental, este trabalho vem proporcionando uma valiosa redução de resíduo que seria destinado ao "lixão", ocasionando menos impacto ambiental.

Referente ao município de Alegre, com os três pilares da sustentabilidade atendida, social, ambiental e econômica, comprometem-se e fortalecem-se o pacto com a sustentabilidade.

7. Referências bibliográficas

BORGES. L. A. C.; REZENDE J. L. P.; PEREIRA J. A. A. **Evolução da legislação ambiental no Brasil**. nº 3. 2009. Disponível em: <http://periodicos.unicesumar.edu.br/index.php/rama/article/view/1146/0>. Acesso em: 30 nov. 2018.

BORTOLON, B; MENDES, M. S. S. A importância da Educação Ambiental para o alcance da sustentabilidade. **Revista eletrônica de Iniciação Científica, UNIVALI**. v. 5, n. 1, p. 118-136, 2014. Disponível em: <https://www.univali.br/graduacao/direito-itajai/publicacoes/revista-de-iniciacao-cientifica-ricc/edicoes/lists/artigos/attachments/984/arquivo%206.pdf>. Acesso em: 03 maio 2022.

CARSON, R. **Primavera silenciosa**. São Paulo, SP: Editora Gaia, 2010. ed.1. 327p.

CARVALHO, I. C. M. **Sujeito Ecológico**: a dimensão subjetiva da ecologia. Disponível em:

<https://aedmoodle.ufpa.br>. Acesso em: 29 abr. 2022.

CARVALHO, S. L.; SOUZA, M. N.; FERRARI, J. L.; MEIRA, A. C. H. Classificação e normas de segurança para a prática de educação ambiental na trilha interpretativa do arroz, Sítio Jaqueira Agroecologia - Alegre, ES. **Nucleus** (Ituverava), v.18, p. 477-489, 2021. DOI: 10.3738/1982.2278.3894.

CASCINO. F. **Educação ambiental princípios, história e formação de professores**. São Paulo-SP: Editora SENAC, Nº. 1999. Disponível em: http://200.145.6.217/proceedings_arquivos/ArtigosCongressoEducadores/6660.pdf . Acesso em: 04 maio 2022.

DIAS, G. F. **Educação ambiental, princípios e práticas**. Editora São Paulo-SP: Gaia Ltda. n.51. Ed. 6ª. 1992.

FERNANDES, B. M. **Brasil: 500 anos de luta pela terra**. n. 02. 1999. Disponível em:

https://www.researchgate.net/profile/Bernardo_Fernandes/publication/265995351_Brasil_500_anos_de_luta_pela_terra_1/links/546e2530cf29806ec2e8cf6.pdf.

Acesso em: 26 nov. 2018.

FONSECA, L. H. Reciclagem: o primeiro passo para a preservação ambiental. **Revista Científica**. Semana Acadêmica. Fortaleza, n. 36, 2013. Disponível em: <https://semanaacademica.org.br/artigo/reciclagem-o-primeiro-passo-para-preservacao-ambiental>. Acesso em: 30 nov. 2018.

GADOTII, M. **Ecopedagogia, Pedagogia da Terra, Pedagogia da Sustentabilidade, Educação Ambiental e Educação para a Cidadania Planetária**. Conceitos e expressões diferentes e interconectados por um projeto em comum. Acervo Paulo Freire. n. 1, p. 5, 2009. Disponível em:

<http://acervo.paulofreire.org:8080/jspui/bitstream/7891/3397/1/FPFPTPF010420.pdf>. Acesso em: 27 abr. 2022.

GADOTTI, M. *Pedagogia da Terra: Ecopedagogia e Educação Sustentável*. **CLACSO**, Consejo Latinoamericano de Ciencias Sociales. p. 1-53. 2001. Disponível em: <http://bibliotecavirtual.clacso.org.ar/clacso/gt/20101010031842/4gadotti.pdf>. Acesso em: 29 abr.2022.

JACOBI, P. **Educação ambiental, cidadania e sustentabilidade**. n. 118, 2003. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/%0D/cp/n118/16834.pdf> Acesso em: 02 jul. 2018.

LAYARGUES, P. **O cinismo da reciclagem**: o significado ideológico da reciclagem da lata de alumínio e suas implicações para a educação ambiental. n. 179-220. 2002. Disponível em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/613685/mod_resource/content/1/LAYRARGUES_2002_O_cinismo_da_reciclagem.pdf. Acesso em: 30 nov. 2018.

NARCIZO, K. R. S. Uma análise de se trabalhar a importância ambiental nas escolas. **Revista eletrônica Mestr. Educação Ambiental FURG-RS**. ISSN 1517-1256, v. 22. 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.14295/remea.v22i0.2807>. Acesso em: 04 maio 2022.

MAGALHÃES, J. P. **A evolução do direito ambiental no Brasil**. São Paulo, SP: J. Oliveira, 2002.

MCCORMICK, J. **Rumo ao paraíso**: A história do movimento ambientalista. 1ª ed. Rio de Janeiro-RJ: Relume-Dumará, 1992. Disponível em: <https://pt.scribd.com/doc/55372947/McCORMICK-John-Rumo-ao-Paraiso-A-historia-dos-movimentos-ambientais>. Acesso em: 22 nov. 2018.

MMA - MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Educação Ambiental**. Curso básico a distância - questões ambientais: conceito, história, problemas e alternativas. 1ª ed., v. 4. Brasília- DF. MMA, 2000.

PEREIRA, E. M. Meio ambiente e ditadura no Brasil: a luta contra a celulose Borregaard (1972-75). **Revista de Historia Iberoamericana**, Madrid, Espanha, v. 7, n. 2, p. 147-166, 2014.

REIGOTA, M. **A Educação ambiental frente aos desafios apresentados pelos discursos contemporâneos sobre a natureza**. 2010. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ep/v36n2/a08v36n2> > Acesso em: 02 jul. 2018.

REIGOTA, M. **O que é a educação ambiental**. 1ª ed. Tatuapé- SP: Editora Hedra Ltda, 2017. n. 71 Disponível em: <https://www.passeidireto.com/arquivo/51483807/o-que-e-educacao-ambiental-reigota> . Acesso em: 20 nov. 2018.

SCHETTINO, L. F. **Educação e gestão ambiental**: caminho da sustentabilidade no cotidiano da universidade. 1. ed. Edição do autor. Vitória, Espírito Santo, 2019. 292 p.

SILVA, E. A; OLIVEIRA, C. A. M; CUNHA, R. R. C. A; SOARES, R. V. S; TEXEIRA, V. D; GUENTHER, M. Educação Ambiental voltada para a reutilização e reciclagem dos resíduos sólidos no ambiente escolar: um estudo de caso no ensino fundamental em Recife (PE). **REVBEA**, São Paulo, v. 9, n. 2, p. 412-423, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.34024/revbea.2014.v9.1850>. Acesso em: 04 maio 2022.

SILVA, S; FERREIRA, E; ROESLER, C; BORELLA, D; GELATTI, E; BOELTER, F. **Os 5 R's da sustentabilidade**. V Seminário de jovens pesquisadores em economia e desenvolvimento. Universidade Federal de Santa Maria. 2-16, 2017.

SOUZA, G. S; MACHADO, P. B; REIS, V. R; SANTOS, A. S; DIAS, V. B. Educação ambiental como ferramenta para o manejo de resíduos sólidos no cotidiano escolar. **REVBEA**. Rio Grande. v. 8, n. 2, p. 118-130, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.34024/revbea.2013.v8.1792>. Acesso em: 04 maio 2022.

SOUZA, M. N. Avaliação de impactos ambientais: definições, glossário e conceitos. In: SOUZA, M. N. (Org.) Tópicos em recuperação de áreas degradadas. Vol. III. – Canoas, RS: Mérida Publishers. p. 36-71. 2022. <https://doi.org/10.4322/mp.978-65-84548-04-6.c1>.

SOUZA, M. N. Degradação Antrópica e Procedimentos de Recuperação Ambiental. Balti, Moldova, Europe: Novas Edições Acadêmicas, 2018, v.1000. 376 p.

SOUZA, M. N. Métodos para a identificação e avaliação de efeitos e impactos ambientais. In: SOUZA, M. N. (Org.) **Tópicos em recuperação de áreas degradadas**. Vol. II. Canoas: Mérida Publishers Ltda. 2021. p. 37-115. <https://doi.org/10.4322/mp.978-65-994457-2-9.c2>

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, 2021b.133 p.

SECRETARIA DE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO DO MUNICÍPIO DE ALEGRE-ES. Informações pessoais. 2019.

SIQUEIRA, J. D. P. **A legislação florestal brasileira e o desenvolvimento sustentado**. In: **congresso florestal pan-americano**. 1ª ed. Curitiba, PR: 1993.

TOZONI-REIS, M. F. C. **Educação ambiental**: natureza, razão e história. Campinas: Autores Associados, n. 170. 2004 (Coleção Educação contemporânea). Disponível em: http://arquivos.ambiente.sp.gov.br/cea/cea/Marilia_Reis_Toizoni.pdf. Acesso em: 23 nov. 2018.

Autores

Tamyres Sanglard da Fonseca, Marina Jordem Almança Possatti, Silvia Aline Bérghamo Xavier, Clarissa Alves de Novaes, 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: 29500-000, Alegre-ES.

* Autor para correspondência: mauricios.novaes@ifes.edu.br

Agroecologia como meio para a sustentabilidade da agricultura familiar

João Sávio Monção Figueiredo, Loruama Geovanna Guedes Vardiero, Silvia Aline Bérغامo Xavier, Maria Amélia Bonfante da Silva, Otávio Pereira Araujo, Priscila Moreira Curtis Peixoto, Igor Borges Peron, Francielle Santana de Oliveira, Maurício Novaes Souza

<https://doi.org/10.4322/mp.978-65-84548-10-7.c3>

Resumo

A população rural brasileira foi reduzida a menos de um quarto quando comparada aos anos de 1950 e 2010. Apesar de a agricultura familiar representar a maior categoria de produtores rurais no Brasil, ela é composta por um grupo não homogêneo e que está vulnerável às transformações do campo. Sendo assim, o abandono do meio rural está muito presente nessa categoria. Como proposta sustentável para a redução do êxodo rural, melhoria na qualidade de vida das famílias do campo e recuperação da degradação ambiental causada pela agricultura convencional, sugere-se a transição agroecológica de áreas agrícolas convencionais. Sendo assim, este estudo tem como objetivo analisar os motivos dos agricultores familiares abandonarem suas atividades no campo, quais os fatores que os levaram a fazê-lo, quais as deficiências relacionadas ao ambiente e possível alternativa para a reversão de tal realidade. Para tanto, foram feitas análises de vídeos de canais televisivos para a comparação entre realidades de vivência distintas. Concluiu-se que a utilização de práticas agroecológicas é indispensável como meio para o fortalecimento e a sustentabilidade da agricultura familiar.

Palavras-chave: Êxodo rural. Educação ambiental. Novas tecnologias. Assistência técnica.

1. Introdução

O agronegócio é um dos setores mais importantes da economia brasileira. Em tempos recentes, o segmento vem ganhando ainda maior destaque: a protagonista por trás dessa transformação é a tecnologia, que tem proporcionado ganhos em escala não apenas nos aspectos produtivos da agropecuária, mas principalmente na gestão desses negócios. Há de se considerar que a agricultura familiar ainda representa a maior categoria de produtores rurais no Brasil; entretanto, o êxodo rural, assim como o envelhecimento e a masculinização dessa categoria, tem prejudicado a sustentabilidade desse setor do agronegócio.

Questões relacionadas ao empobrecimento do campo resultante, principalmente, da degradação ambiental, tem explicado parte dessa condição. Sabe-se que qualquer interferência direta ou indireta que cause transformação na natureza formada ao longo de milhares anos é considerada uma perturbação ecológica. Assim, todos os sistemas agropecuários, principalmente o convencional, encaixam-se nesse conceito. Áreas cultivadas sem conservação, com utilização excessiva da agrobiodiversidade e sem o uso de técnicas de manejo, faz-se fundamental que sejam avaliadas combinações entre espécies em uma lavoura a fim de reduzir os impactos causados pelos agricultores (VENZON et al., 2019).

É fundamental que sejam identificados os possíveis gargalos de produtividade e eficiência operacional. Entende-se que o acesso à escola, saúde e assistência técnica são exercícios de cidadania que são fundamentais para estimular o desenvolvimento sustentável da agricultura familiar. As atividades que são desenvolvidas por essa categoria necessitam de algum tipo de inovação tecnológica, voltadas para (a/o): fertilidade das terras, sementes utilizadas, estudos dos agricultores, gestão financeira e contábil, bem como o mercado para a comercialização de seus produtos a preços justos (ABROMOVAY, 1997; SOUZA, 2022).

Por isso, esse estudo tem como objetivo analisar as principais causas de agricultores familiares abandonarem suas atividades no campo, quais os fatores que os levam a fazê-lo, quais as deficiências relacionadas ao ambiente, bem como propor possível alternativa para a reversão de tal realidade. Para tanto,

foram feitas análises de programas televisivos para a comparação entre realidades de vivência distintas.

2. Esvaziamento demográfico e insustentabilidade na agricultura familiar

Em 1970, segundo Camarano; Abramovay (1999), o Brasil alcançou o auge de sua população rural, com 44% do total de habitantes (41 milhões). Entretanto, a população rural brasileira reduziu para menos de um quarto quando comparados os anos de 1950 e 2010 (Figura 01) (HEIN; DA SILVA, 2019).

De forma complementar, os últimos censos demográficos brasileiros (1991, 2000 e 2010) permitem observar uma redução no ritmo do êxodo rural; porém, a tendência é a continuidade do esvaziamento demográfico rural no Brasil (MAIA; BUAINAIN, 2015). Além disso, a maior parte da população rural continua sendo masculina com idades entre 45 e 64 anos (IBGE, 2017).

Entende-se que o despertar do êxodo rural veio com a inserção do capitalismo na produção agropecuária, o que infligiu negativamente à existência dos agricultores familiares (VANDERLINDE, 2005). Wanderley (2009) corrobora com esse entendimento, salientando que o êxodo rural atinge grande parcela de pequenos agricultores, fragilizando-os e dificultando a sua permanência no meio rural.

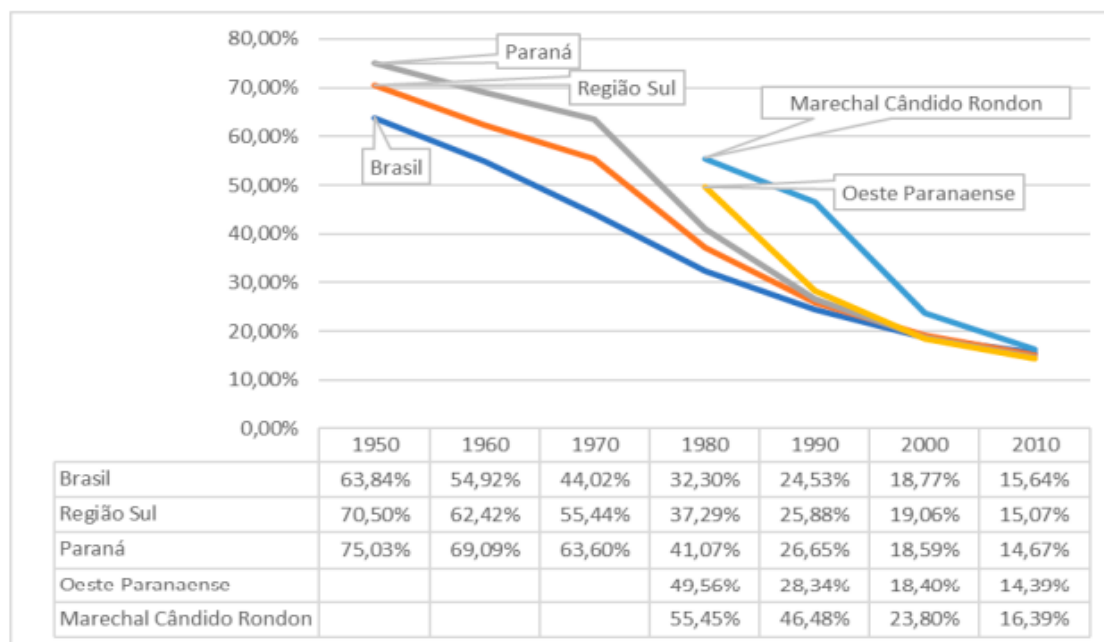


Figura 1. Evolução da proporção da população rural com base nos censos demográficos do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Fonte: Hein; da Silva (2019).

Entretanto, apesar dos pequenos agricultores serem os mais atingidos pelo êxodo rural, a agricultura familiar ainda representa a maior categoria de produtores rurais no Brasil. Os dados do último censo agropecuário demonstram que 77% dos estabelecimentos rurais são classificados como agricultura familiar: cerca de 3,9 milhões de estabelecimentos (IBGE, 2017). Mesmo assim, os pequenos produtores são aqueles que recebem o menor percentual de crédito entre as categorias de produtores rurais (Figura 2).

Não obstante, é necessário compreender que a agricultura familiar não é homogênea. Diversos agricultores familiares se encontram em situação de vulnerabilidade socioambiental: essa questão é um dos aspectos principais que atua como motivadora e aceleradora do êxodo rural (ABRAMOVAY, 1997; HEIN; SILVA, 2019).

Por outro lado, se a sustentabilidade é multidimensional, abrangendo aspectos ambientais, sociais, econômicos, políticos e culturais, é fundamental considerar a perspectiva de continuidade na sua manutenção para as gerações futuras (BRUNDTLAND, 1991; SACHS, 2009). Por isso, o êxodo rural deve ser considerado o ápice da insustentabilidade da família da agricultura, como vem sendo constantemente aventado (HEIN; DA SILVA, 2019).



Figura 2. Distribuição de recursos - Plano Safra 2022/2023. Fonte: MAPA (2022).

2.1. O insustentável capitalismo: transformação do meio e das sociedades rurais e urbanas

Como forma de se adequar ao capitalismo moderno, surgiu a necessidade de as produções do campo aumentarem em quantidade para obtenção de lucros maiores – a tão propalada escala de produção. A prioridade, tratando-se de ganhos de produtividade, deveria ser a segurança alimentar de toda a população brasileira; contudo, nitidamente, deixou de ser o foco nos anos recentes. O principal objetivo tem sido o mercado externo, onde os preços dessas *commodities* acompanham aqueles do mercado internacional. Dessa forma, a população de baixa renda, inclusive parte da população rural, sofre de insegurança alimentar: paradoxalmente, no país que é o maior exportador de alimentos do mundo.

O fato é que para se obter ganhos em produção e produtividade, maquinários pesados passaram a ser utilizados, bem como pesticidas e fertilizantes em excesso. Como externalidades negativas, êxodo rural e degradação ambiental - tanto do solo como dos recursos hídricos (ANDRADES; GANIMI, 2007; SOUZA, 2022).

Dessa forma, segundo Campanhola e Bettioli (2003); e Souza (2022), passou-se a utilizar agrotóxicos em diversas condições ambientais, abrindo janelas de oportunidade para problemas, tais como redução da biodiversidade, a aparição de resíduos em alimentos, poluição de solos e águas e intoxicação dos trabalhadores.

Assim, o uso exagerado desses insumos externos causa impactos negativos tanto dentro do agroecossistema, atuando com o desaparecimento de inimigos naturais de “pragas” e doenças, proporcionando uma maior reincidência ou o surgimento de novas que não existiam em uma dada área, quanto fora do agroecossistema pela intoxicação dos consumidores e poluição e contaminação do ambiente.

Outro problema, advindo da Revolução Industrial e do capitalismo na sociedade contemporânea, é a produção e o descarte de lixo (FERNANDES; MOURA; BARRETO, 2016). Assim, Araújo e Pimentel (2015) afirmam que essa Revolução trouxe grande crescimento na capacidade de produção, o que por sua vez intensificou a utilização de recursos naturais e aumento na distribuição e consumo de mercadorias.

Com esse crescimento, outra problemática é a falsa necessidade de adquirir objetos os quais serão rapidamente descartados, somando assim uma grande quantidade de resíduos produzidos todos os dias, os quais posteriormente serão transportados e destinados a ambientes muitas vezes inadequados. Mota et al. (2009) afirmam que a poluição do meio ambiente por intermédio do descarte inadequado dos resíduos, tem-se tornado um problema global (Figura 3).



Figura 3. Produtos descartados e queimados em área rural. Fonte: Acervo Maurício Novaes (2017).

No Brasil, o meio ambiente tem sido afetado negativamente pela má gestão e execução de resíduos sólidos, o que pode também proporcionar ameaça à saúde pública por meio de doenças relacionadas ao acúmulo e destinação inadequada do lixo (ALVES, 2018). Tal gestão não é só dever dos governantes, mas também da população (BENJAMIN, 2008).

2.2. Degradação ambiental no meio rural: responsabilidade pública e individual

A Lei da Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA) define degradação ambiental como: "... alteração adversa das características do meio ambiente" (Art. 3º, inciso II). Contudo, processos de modificações, sejam elas significativas

ou não, químicas, físicas e biológicas no meio ambiente, provocadas por ações de atividades humanas são definidas como impacto ambiental (BRASIL, 1986).

Áreas degradadas podem ser definidas como áreas naturais que não conseguem atingir a recuperação natural após distúrbios ambientais. A degradação ambiental é coordenada pelo homem ou por acidente natural ocasionando perda na produtividade do ecossistema atualmente ou em um futuro (MOREIRA, 2005).

Os processos de degradação ambiental se relacionam à agropecuária quando, por exemplo: o excesso de pisoteio animal degrada pastagens (Figura 4); o uso da água para irrigação é mal planejado e gera desperdício; a exploração florestal é feita de forma ilegal e predatória, acelerando o desmatamento; o uso inadequado de insumos químicos gera poluição do solo e da água; queimadas são provocadas de forma ilegal para abertura de novas áreas. Como resposta à degradação ambiental crescente, foram estabelecidos os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) na cúpula de desenvolvimento sustentável, durante uma assembleia geral da ONU em setembro de 2015.



Figura 4. Área de pastagem degradada no CEFET/Rio Pomba. Fonte: Acervo Maurício Novaes (2004).

Ao todo são 17 objetivos, que têm um prazo até o ano de 2030 para concluir 169 metas em áreas de importância crucial para a humanidade e para o planeta. Dentre os objetivos, são diversos os que se relacionam com a agroecologia: fome zero e agricultura sustentável; água potável e saneamento; energia limpa e acessível; trabalho decente e crescimento econômico; cidades e comunidades sustentáveis; consumo e produção responsáveis; vida na água e vida terrestre (ONU, 2022).

Daí a relação direta com os princípios da “Agroecologia”, que sugere: a diversificação dos cultivos, o incentivo a feiras da agricultura familiar e cooperativas, os sistemas agroflorestais e de integração lavoura pecuária, o saneamento ambiental com uso de fossas adequadas como as bacias de evapotranspiração (Fossa TEVAP), a geração de energia solar ou a partir de biodigestores, a mão de obra familiar, local e com distribuição equilibrada de renda, a educação ambiental e tantas outras proposições da agroecologia são caminhos para o cumprimento das metas propostas pelas ODS.

2.3. Agricultura familiar e agroecológica como solução sustentável

Sabe-se que são grandes e extensos os problemas ambientais causados pela produção agrícola convencional: poluição de rios, salinização do solo, destruição da biodiversidade. Também, podem ser apontados problemas sociais como distribuição desigual de renda agrícola, abandono de pequenos agricultores do campo e desaparecimento de saberes tradicionais (WEDIG, 2009).

Já a agricultura familiar, em sua essência, relaciona-se a trabalhadores rurais os quais se beneficiam da terra, utilizando a força de trabalho de sua família, com objetivo de realizar sua manutenção (MEDEIROS; LEITE, 1999). Neste sentido, Ploeg (2009) aponta a grande importância da agricultura familiar na produção de alimentos, geração de emprego, conservação de recursos e desenvolvimento do país.

Entretanto, para que ocorra o fortalecimento da agricultura familiar, é preciso diversificar a produção. Assim, tornar determinadas condições indispensáveis à sobrevivência e à competitividade no meio agrícola, garantindo à biodiversidade, gerando renda por meio de novas oportunidades de negócio e realizando a gestão do negócio de forma profissionalizada, são fundamentais.

Para Richetti (2006) a diversificação pode estar relacionada com a produção de diferentes culturas na propriedade, ou em diversas etapas para produção de um mesmo produto. Para a agroecologia, ambos os meios de diversificação propiciam uma maior sustentação do produto: vindo a produzir em maior quantidade, agregando valor e, automaticamente, aumentando a renda.

Para esse mesmo autor, independe do tamanho da propriedade (pequena ou grande) ou do modelo de produção (familiar ou empresarial), a diversificação é a melhor forma de evitar mazelas tais como as incertezas e vulnerabilidades de clima, mercado, pragas e doenças. De acordo com as atividades desenvolvidas, as empresas rurais podem ser classificadas em especializadas ou diversificadas (Figura 5).



Figura 5. Sistema agroflorestal em pequena propriedade rural: diversificação de renda e soberania alimentar. Fonte: Dario Rodrigues (2022).

Especializada é a empresa que tem sua receita baseada em uma única atividade (cafeicultura, por exemplo). Diversificada é aquela que produz vários produtos (característica clássica do modelo agroecológico de produção). A diversificação pode ser horizontal ou vertical. Diversificação horizontal é a produção de um maior número de culturas na propriedade, tais como: soja, algodão, milho e integração lavoura-pecuária (ILPF). A diversificação vertical é

a realização de várias etapas de produção de um determinado produto: uma propriedade rural que explora a pecuária de leite, tendo o capim e a ração produzidos na propriedade; além disso, pasteuriza, engarrafa e vende o leite, podendo também transformá-lo em queijo, doce de leite, entre outros (RICHETTI, 2006).

De acordo com esse mesmo autor, a principal vantagem da diversificação é a redução dos riscos e incertezas de uma exploração agropecuária. Com a sua adoção é possível obter ganhos econômicos diretos e indiretos como a redução dos custos de produção e a obtenção de vantagens ambientais: fundamentais nos dias atuais. Além disso, reduz o impacto econômico pelo surgimento de crises no setor rural. O argumento em favor desta afirmação é que um número maior de culturas e, ou, criações diminuem as variações da renda líquida anual de uma propriedade.

A monocultura praticada nos dias atuais, caso ocorra a introdução de exploração animal, poderá proporcionar adubo orgânico para as culturas. Por outro lado, as culturas podem fornecer todo ou parte do alimento para os animais – um dos princípios básicos da Economia Circular⁵. Quanto maior for o número de culturas em uma dada propriedade, mais viável será a rotação de culturas⁶.

Outra vantagem é a gestão da tecnologia com a utilização de benfeitorias e máquinas existentes na propriedade em mais de uma atividade - reduz os custos e melhora o seu aproveitamento (Figura 6). Entretanto, poderá ocorrer como principal desvantagem, a maior complexidade administrativa: quanto mais diversificada a empresa, maiores são as dificuldades administrativas – daí a importância da qualificação do pequeno produtor rural (RICHETTI, 2006; SOUZA, 2021).

Para transformar uma propriedade especializada em uma diversificada, é necessário que o produtor adquira o hábito de cultivar espécies diferentes em sua propriedade. Com isso, a agroecologia também surge a fim de minimizar os impactos sociais, econômicos e ambientais, que nasceram com a revolução

5 Conceito que associa desenvolvimento econômico a um melhor uso de recursos naturais, por meio de novos modelos de negócios e da melhoria nos processos de fabricação com menor dependência de matéria-prima virgem, priorizando insumos mais duráveis, recicláveis e renováveis.

6 Prática que favorece a conservação do solo e o controle de pragas e doenças.

verde, promovendo um sistema diferente do convencional, com base em uma perspectiva ecológica (LIMA; CARMO, 2006; SOUZA, 2022).



Figura 6. Sítio Santa Rita, Pedra Menina, Espera Feliz, MG: diversificação das atividades, qualificação e adoção de novas tecnologias. Fonte: Acervo Maurício Novaes (2018).

A agroecologia visa conciliar a agricultura familiar com a sustentabilidade para com os espaços rurais: neste sentido contribui para que os efeitos das ações antrópicas sobre o meio ambiente sejam minimizados. Assim, com as práticas agroecológicas, é possível manter o equilíbrio dos agroecossistemas e manter as famílias no campo (SANTOS et al., 2014). Conforme Caporal (2008), a agroecologia enquanto ciência permitirá reorientar as práticas de produção, permitindo haver novas estratégias de desenvolvimento sustentável.

O uso de resíduos como adubo orgânico, por exemplo, a palha de café, além de fornecer parte dos nutrientes necessárias pelo cafeeiro, pode reduzir bastante o uso de fertilizantes inorgânicos. Um estudo realizado no Centro Experimental de Café Eloy Carlos Heringer, em Martins Soares, na Zona da Mata de Minas Gerais, demonstrou que a associação entre adubo orgânico (palha de café) e químico aumentou em até 68% a produção do cafeeiro em relação à adubação exclusivamente química. Nas doses de 1,0 Kg, 2,0 Kg e 4,0 Kg cova-

¹ de palha de café seca, evidenciou-se um crescente aumento da produção do cafeeiro (BARROS et al., 2016)

Neste diapasão, a agroecologia vai trazer possibilidades para a agricultura familiar, respeitando a natureza e preservando a biodiversidade. Portanto, um problema ambiental e social depende da capacidade em observar e aprimorar meios para reversão de tais problemas.

2.4. Transição da agricultura convencional para agroecológica

Há tempos a sociedade vem buscando estabelecer técnicas agrícolas que sejam menos prejudiciais ao meio ambiente, tentando, de certa forma, fugir dos meios convencionais e utilizar-se de formas sustentáveis. Uma agricultura sustentável se refere aos meios de manejo tecnológico ecologicamente adequado com propósito de obter um rendimento da produção em longo prazo (ALTIERI, 2002).

A transição a uma agricultura sustentável não só depende de meios tecnológicos, mas também de conhecimento científico. É necessário compreender a dinâmica dos ecossistemas e valorizar a capacidade dos trabalhadores locais: diante disso, desenvolver sistemas modernos para uma agricultura sustentável (COSTABEBER, 1999).

Um dos meios para essa transição é a agroecologia, que pode ser entendida como uma alternativa sustentável para os cultivos, a qual possibilita melhor utilização de nutrientes por intermédio da ciclagem de nutrientes, adubação verde e água em meios agroflorestais por meio da absorção em camadas mais profundas (MONTAGNINI, 1992).

Diante do cenário de demanda crescente por alimentos, bioenergia e produtos florestais, e pensando na necessidade de redução dos efeitos colaterais para o meio ambiente, o sistema de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF) também se torna uma alternativa viável de produção para recuperação de áreas alteradas ou degradadas (Figura 7).

A integração de pastos com árvores/lavouras possibilita um maior tempo de exploração do solo durante o ano, devido ao sinergismo que se cria entre lavoura e pastagem (BUNGENSTAB, 2012).

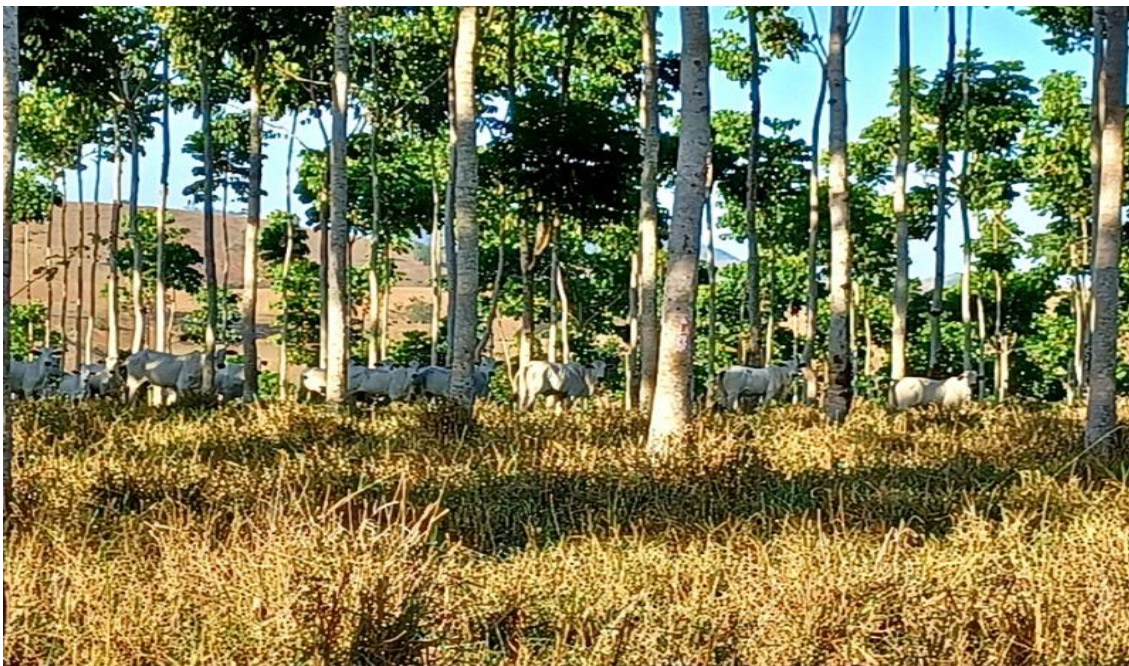


Figura 7. ILPF em Mimoso do Sul, ES. Fonte: Acervo Maurício Novaes (2022).

3. Estudos de caso

Para se verificar o modelo de produção familiar, foi realizada a análise de três (3) famílias, localizadas em estados diferentes (BA, SC e MG), em condições edafoclimáticas e socioculturais bastante distintas. Inicialmente, foram elaborados pelos mestrandos do ano de 2019 do curso de Pós-graduação do Ifes campus de Alegre, utilizando-se, a princípio, vídeos disponíveis no Canal “YouTube”, com programas exibidos no Programa “Globo Rural”, da TV Globo. A Disciplina onde se realizou tal trabalho: “Agroecologia e Sustentabilidade”, com o professor, Maurício Novaes Souza, analisaram três (3) documentários:

- Documentário “Sítio do Mato – BA”, apresentado em veículo televisivo nacional e disponível na plataforma de compartilhamento de vídeos YouTube, publicado em 2013;

- Documentário “Família Kern cuida da preservação de sementes tradicionais”, apresentado também em veículo televisivo nacional e disponível na plataforma de compartilhamento de vídeos YouTube, publicado em 2018; e

- Documentário “Família Xavier e a quebra de paradigmas” disponível na plataforma de compartilhamento de vídeos YouTube, publicado em 2018.

3.1. Comunidade do “Sítio do Mato”

No estudo voltado ao vídeo referente às famílias que compõem a comunidade do Sítio do Mato, localizado no estado da Bahia, foi possível observar, com nitidez, as dificuldades socioeconômicas enfrentadas pela maioria dos indivíduos que ali vivem. A família entrevistada reside em um imóvel simples e com pouca estrutura, totalizando onze (11) membros residindo na mesma casa: o casal, filhos e netos. O que mais chamou atenção foi a renda per capita à época - correspondia a R\$54,00 apenas por pessoa, sendo esse valor adquirido do Programa do Governo Federal Bolsa Família e parte de atividades braçais realizadas fora do sítio. É notório observar que esse valor é inviável para que a família tenha a possibilidade de uma mínima melhoria na sua qualidade de vida, garantindo uma melhor alimentação nutricional, maior conforto e também na melhoria das qualidades agrícolas do sítio em que residem.

Foi possível perceber que essa realidade é generalizada em toda a região onde o sítio se insere, confirmando a falta de assistência do governo. Vale ressaltar que, programas como o “Bolsa Família”, não são garantias de que as famílias consigam sair das condições em que se encontram. É visível que tal região sofre inúmeros problemas de natureza ambiental, climática e sociocultural. Como agravante, percebe-se que tal realidade é intergeracional - a principal esperança, de acordo com a família entrevistada, vem da oportunidade do estudo dos filhos – ainda assim, não é garantia de melhoria.

Um dos fatores limitantes à melhoria das condições agrícolas do sítio vem principalmente das condições climáticas da região do nordeste, com dramática escassez de água, o que torna a área imprópria para o cultivo e criação animais em diversas épocas do ano, até mesmo para o consumo próprio. Porém, existem diversas técnicas que tornam esses problemas reversíveis: o que ocorre na realidade a essas comunidades é a falta de informações e conhecimentos a respeito dessas novas técnicas existentes. Assim, torna-se necessário a venda de seu trabalho em propriedades vizinhas, de maior porte, para a sua sobrevivência e de sua família: uma realidade que se observa em geral nas famílias que se encontram inseridas na região do “Sítio do Mato”.

3.2. Família Kern

Ao avaliar o segundo estudo de caso, observa-se uma visível distinção em termos culturais, regionais, familiares e, conseqüentemente, na produção. A família Kern reside no estado de Santa Catarina, conta com diversas técnicas agroecológicas que determinam melhorias no cultivo dos produtos que comercializam e consomem. Antes de pontuar todos os aspectos de cultivo, a família conta com um trabalho conjunto entre pais e filhos: práticas que perpetuam ao longo de seus antepassados e o futuro, a serem preservados pelos filhos da família Kern.

As práticas utilizadas pela família Kern demonstram que a agricultura familiar, para que obtenha sucesso, deve ter como um de seus pilares primordiais, a diversificação horizontal e vertical da produção: produzem várias culturas, diferentes espécies animais, e agregam valores a esses produtos: queijos, bolos, iogurtes, entre outros. Praticam o convívio social, realizando troca de saberes, bem como cuidados com a natureza.

Todas as atividades praticadas no Sítio da família Kern estão interligadas, sincronizadas: tudo é utilizado, conservado e, ou, preservado. Ocorre mensalmente a sessão de troca de sementes entre as moradoras da região, onde se pretendem preservar a diversidade biológica das sementes e dos produtos produzidos dentro das diversas famílias. Vale ressaltar que não dependem de insumos químicos como fator de produção: praticamente todos os alimentos consumidos são produzidos no próprio sítio, sendo parte destinada à venda.

Como têm assistência técnica permanente, possui horta em “Sistema Mandala”, pastagens manejadas, realizaram a preservação das nascentes para dispor de água de qualidade para abastecer a comunidade em seu entorno, tanto para uso na irrigação quanto para uso nas atividades da casa, entre outros, garantindo a sustentabilidade do agroecossistema.

3.3. Família Xavier

O sítio da família Xavier está situado no município de Cássia, Sul de Minas Gerais. Com apenas 16 hectares e estando a mais de 1.000 m de altitude, o Sr. José Renato Xavier, conta que se mudou para essa propriedade ainda menino. O pai, por sua vez, resolveu distribuir a terra entre os filhos e Xavier ficou com

cerca de 3.000 pés de café. Porém, a produção não era boa, já que faltava tecnologia para o manuseio e cuidado de todo o plantio. Ele chegou a pensar em desistir: contudo, teve uma conversa com o filho Tiago e a nora, Josilaine, que tomaram a iniciativa de cuidar da propriedade.

Ambos optaram por mudar todo o modelo administrativo e produtivo do sítio, aumentando a área de produção, buscando novas tecnologias, fazendo cursos e contratando pessoas capacitadas para dar a devida assistência e informação. Fizeram análises de solos, implantaram várias inovações à propriedade, utilizaram a prática de lavouras de alta produção, com controle na aplicação de agrotóxicos, via monitoramento de pragas e doenças. Em outro momento, Josilaine começou a realizar a torrefação e moagem do café, livrando-se de atravessadores, vendendo no comércio local: diversificação vertical da produção.

O produto chega ao mercado com preços acessíveis e o lucro é favorável ao casal. A produção de cafés especiais veio logo em seguida, onde 70% da produção alcançam 80 pontos; e 30% já superam 85 pontos. Essa é a parcela que Josilaine beneficia, vendendo para supermercados e cafeterias. A qualidade e o beneficiamento agregam valor ao seu produto: dessa forma, sentem-se estimulados, pois produzem cerca de 50 sacas ha^{-1} , o dobro da produção nacional à época. Posteriormente, arrendaram propriedades próximas, fazendo a produção alcançar até 800 sacas de café por ano.

3.4. Relação entre as famílias Kern, Xavier e Sítio do Mato

É notória que a diferença entre a realidade das famílias é fortemente afetada por questões culturais e de heranças trazidas e conservadas pelos membros da família Kern. Também, a presença forte de programas que intensificam a assistência técnica, o crédito rural e as políticas públicas que incentivam a produção familiar. Na família Kern, além da preocupação com a educação dos filhos nas escolas, existe a preocupação por parte dos pais em transmitir os conhecimentos da agricultura aos filhos – infelizmente, tal realidade não ocorre na família do Sítio do Mato.

Outra questão: é preciso entender as diferenças entre as suas realidades climáticas. A família do Sítio do Mato está localizada no nordeste do Brasil, região de caatinga, com total indisponibilidade de água, que inviabiliza o cultivo

e a criação de animais. Em contraponto, a família Kern e a Família Xavier estão localizadas em locais onde a água não é fator limitante.

Outro ponto a se destacar é o acesso à informação e à assistência técnica. Percebe-se que as famílias Kern e Xavier dispõem de técnicos qualificados para auxiliar na preservação da água e das sementes, sendo que a família do Sítio do Mato conta apenas com o auxílio do governo, que apenas provê a sobrevivência.

Dessa forma, no caso do Sítio do Mato, o que se pode esperar é que os filhos optem pelo abandono do campo em busca de um futuro melhor. Os pais, bem como as novas gerações, não sabem como transformar tal realidade: a informação, a tecnologia e crédito, entre outros, não lhes é acessível.

O desequilíbrio ambiental notado na família do Sítio do Mato pode ser explicado pelo desequilíbrio social, que também reflete na desordem econômica. Tal ponto não se repara nas famílias Kern e Xavier.

É preciso que o governo forneça assistência técnica às famílias que se encontram na mesma situação, como a do Sítio do Mato, para que as realidades delas sejam transformadas, a qualidade de vida seja melhor e se reduza o êxodo rural.

Em resumo:

A família do “Sítio do Mato, BA” pratica uma agricultura de subsistência, visando apenas seu autoconsumo. Muito conhecida também como agricultura tradicional, emprega-se por meio de técnicas básicas sem a utilização de máquinas ou processos de fertilização do solo. Essa técnica é voltada principalmente para pequenos produtores que ficam encarregados de cultivar, cuidar e colher os alimentos produzidos.

No caso da família Kern, em São Carlos, SC, a prática de uma agricultura orgânica, também conhecida como “cultivo verde”, volta-se para o equilíbrio ambiental e desenvolvimento social dos produtores. Alguns métodos visam o baixo impacto ambiental, praticando a conservação e recuperação do solo, usando, por exemplo, a rotação de culturas, compostagem de material orgânico, bem como o uso de adubo verde.

A família Xavier, em Cássia, MG, em contrapartida, abandonou a agricultura rudimentar e optou por praticar a agricultura comercial (“agricultura moderna” ou de mercado), com a utilização da monocultura do café. Essa prática é desenvolvida em grandes propriedades com a utilização de produtos

específicos, por exemplo: adubos, fertilizantes químicos e pesticidas. Ou seja, assistida por órgãos governamentais, realizando até mesmo a contratação de pessoas capacitadas para receberem as devidas assistências técnicas, voltada para produção em larga escala para comercialização do produto.

Dessa forma, enquanto a primeira família (Sítio do Mato) vive abaixo da linha da pobreza, desprovida de recursos básicos, tais como água de boa qualidade e energia elétrica, as famílias Kern e Xavier possuem em sua propriedade o acesso à terra fértil, sementes de qualidade, bem como o acesso às novas tecnologias.

Para Barros; Henriques; Mendonça (2000), o investimento em capital humano é muito baixo no Brasil, sendo ainda menor quando voltado para as famílias mais pobres. Essa desigualdade é elevada e resistente a variações decrescentes, fazendo com que a trajetória de vida de uma geração seja marcada por uma preparação educacional defasada, levando futuramente a uma competição injusta (CORRÊA, 1998). Nesse contexto, a educação quase exclusiva do governo, aliada a uma escassez relativa de mão de obra qualificada, tende a desvalorizar o trabalho de pessoas menos instruídas, que possuem pouco ou nenhum grau de escolaridade.

Em perspectiva, a origem familiar é um determinante importante da renda agrícola no país, de modo que esse rendimento obtido pela família é tão maior, quanto melhor é o seu desempenho educacional (NEY; HOFFMANN, 2003). Todavia, os dados fornecidos pelo Instituto de Geografia e Estatística (IBGE, 2017) mostram que mais de 15% (quinze por cento) dos estabelecimentos agropecuários são regidos por produtores que nunca tiveram acesso à escolaridade.

Em contrapartida, segundo esses mesmos autores, apenas 5,58% possuem ensino superior e 0,29% possuem mestrado e, ou, doutorado. Desta forma, é possível ter uma noção do quão necessário a educação se faz para uma população. Apesar de não ter acesso a mesma, encontra-se inserida nos gráficos de uma sociedade completamente atualizada, apenas pela sua luta por uma condição de vida melhor.

A partir dos pontos de vista apresentados em vídeo e texto, ficou clara a presença de quatro (4) tipos de desigualdades sociais no Brasil, sendo representados por aqueles que:

- 1) Não tem nenhum acesso à tecnologia, mas gostam de trabalhar com a terra, ainda que vivam em extrema pobreza;
- 2) Têm acesso às tecnologias, amam a terra, tem apoio do estado e praticam a agricultura familiar de forma sustentável, nos princípios da agroecologia;
- 3) Migraram de uma agricultura rudimentar sem tecnologias e orientação quanto ao manuseio de pesticidas para uma agricultura moderna, a base de boas tecnologias, assim como um acompanhamento e monitoramento de pragas, tendo uma visão sustentável; e
- 4) Exploram a terra de forma predatória sem nenhuma preocupação com o meio ambiente, visando apenas uma agricultura industrial. Esses, por sua vez, são grandes latifundiários, praticantes das famosas monoculturas, responsáveis pelo êxodo rural, onde a degradação do ambiente com seus insumos se tornam cada vez mais prejudicial.

Por meio dessas desigualdades, pode-se refletir sobre o benefício da agricultura familiar, quando bem apoiada pelo governo, sendo um modelo sustentável capaz de alavancar a condição de pequenos produtores (BUAINAIN, 2007).

O surgimento e o reconhecimento da agricultura familiar no Brasil são muito recentes e se tornaram populares com a retomada do papel do movimento sindical, após o fim da ditadura militar. Porém, esse tema foi para debates mais severos ao obter como defensores da causa pessoas fortemente intelectuais, mediadores e especialmente cientistas sociais. Tornou-se papel do Estado e das políticas públicas, que passaram a reconhecer este setor, dando real visibilidade com a criação do Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (PRONAF).

Dados do Instituto de Geografia e Estatística (IBGE, 2017) informaram a partir do censo agropecuário de 2017 que há 5.073.324 estabelecimentos agropecuários no país. Desses, 3,9 milhões, ou seja, 77% são classificados como agricultura familiar, ocupando 80,9 milhões de ha, ou seja, 23% da área de todos os estabelecimentos agropecuários do Brasil.

No Espírito Santo, o total de estabelecimentos agropecuários é 108.014, ocupando uma área de 3,25 milhões de hectares. A área de agricultura familiar

do Estado do Espírito Santo corresponde a 7,6% de toda área ocupada pela agricultura familiar Brasil (IBGE, 2017). Percebe-se que os referidos agricultores são responsáveis por produzir, aproximadamente, 80% dos alimentos que chegam à mesa dos capixabas (INCAPER, 2021).

4. Agroecologia e sustentabilidade

A agroecologia não é apenas uma nova forma ou modelo de como se realizar o manejo ecologicamente responsável dos recursos naturais. De fato, constitui-se em um campo do conhecimento científico que, partindo de um enfoque holístico e de uma abordagem sistêmica, pretende contribuir para que as sociedades possam redirecionar o curso alterado da coevolução social e ecológica, nas suas mais diferentes inter-relações e mútua influência.

A partir dessa percepção, a agroecologia surge como um olhar diferenciado frente à agricultura convencional. A transição de agroecossistemas chamados modernos ou tecnificados deve se basear em princípios ecológicos, construindo um novo sistema com estrutura e função semelhante ao ecossistema da região biogeográfica em que se encontra. Precisa resgatar e conservar os conhecimentos e a cultura locais, reduzir o uso de insumos comerciais, usar recursos renováveis locais, aumentar a reciclagem de nutrientes, aproveitar os microambientes, manter a diversidade, aumentar a produção dentro dos limites do ecossistema, conservar a diversidade genética, de espécies e de funções (ALTIERI, 2004; GONCALVES et al., 2019; MOREIRA; GUIDINELLE; SOUZA, 2020).

A agroecologia busca integrar os saberes históricos dos agricultores com os conhecimentos de diferentes ciências, permitindo tanto a compreensão, análise e crítica do atual modelo do desenvolvimento e de agricultura, como o estabelecimento de novas estratégias para o desenvolvimento rural e novos desenhos de agriculturas mais sustentáveis, a partir de uma abordagem transdisciplinar, sistêmica e holística (CAPORAL, 2009).

Assim, faz-se fundamental uma transição agroecológica: deve iniciar com a ampliação (ou manutenção) da biodiversidade, tendo em conta o conjunto das relações bióticas e abióticas que ocorrem nos sistemas manejados pelo homem: o que pode ser feito, por exemplo, com o uso dos Sistemas Agroflorestais (SAF) e similares.

Nesse contexto, a Agroecologia emerge na tentativa de reduzir os impactos que promovem o surgimento de áreas degradadas, aumentando a renda do produtor rural e reduzindo o êxodo rural e seus efeitos negativos.

5. Considerações finais

A maior parte das grandes empresas causa poluição, desmatamento, contaminação do solo e de recursos hídricos; ou seja, não se importa com o meio ambiente. O objetivo primordial dessas empresas é o lucro – e, cuidar do ambiente, não traz lucro (na visão das grandes corporações).

As áreas que deveriam ser preservadas, não são e na verdade ainda são utilizadas para produção em larga escala. O que as empresas fazem, às vezes, é respeitar os limites que as leis impõem, deixando sempre a preservação em seu limite mínimo. Também, utilizam grandes áreas para a produção de alimentos já com alta produtividade e, assim, conseguem vender mais e terem sempre lucros crescentes.

Com essa visão, produtores, agrônomos, economistas, entre outros, que afirmam que o método convencional é mais eficaz, justificado com o aumento da produtividade em uma mesma área, consideram que estão poupando área de produção/preservação, sem pensar em como este modelo produtivo afeta negativamente as condições do solo e da água.

A disponibilidade de recursos e o acesso às tecnologias se fazem fundamentais. É indispensável que ocorra a conservação e, ou, a preservação do meio ambiente, bem como o planejamento das atividades nas propriedades para que se possa melhorar a qualidade de vida da população do campo.

É inegável que o êxodo rural é consequência do modelo de produção convencional, que mecanizou o trabalho visando aumentar a produção e reduzir o custo de produção para obter maior lucro financeiro, resultando na desvalorização do pequeno produtor que não tem condições de se equiparar às grandes empresas.

Nesse modelo, o jovem tende a deixar o campo e o velho busca apenas a sobrevivência. É necessário que o agricultor agroecológico se posicione em relação ao seu produto, explicando ao consumidor o que está prestes a comprar e assim conquiste a sua clientela. É claro, também, que medidas públicas neste

sentido seriam muito bem vindas, como agregar valor ao produto agroecológico, o qual traz maiores benefícios à saúde do consumidor.

Muitas vezes o agricultor se faz resistente para a produção agroecológica, por medo de não conseguir produzir o suficiente para obter lucro. Dessa forma, é preciso conscientizar os agricultores que além de estarem preservando e reconstruindo o meio ambiente em que vivem, estarão produzindo alimentos mais saudáveis e com menor manutenção em longo prazo, podendo contribuir para o bem estar social.

Assim, a agroecologia surge como meio fundamental para o fortalecimento e a sustentabilidade da agricultura familiar. Propõe uma forma de fazer agricultura que aposta na diversidade dos cultivos, reduz a dependência de insumos externos e químicos, valoriza a terra e o trabalho do agricultor. Também valoriza a cultura, os conhecimentos e as tradições, buscando estabelecer uma ordem justa para todos.

Na realidade, a partir das últimas décadas, vem ocorrendo uma mudança de paradigmas. A sociedade começa a modificar seus núcleos organizadores, da civilização, da cultura, entre outros. O processo de ecologização que está em curso e pela necessidade de buscar estratégias de desenvolvimento mais sustentável, capazes de reorientar o curso alterado da coevolução homem/natureza.

Finalizando, a agroecologia integra e articula conhecimentos de diferentes ciências, assim como o saber popular, permitindo tanto a compreensão, análise e crítica do atual modelo do desenvolvimento e de agricultura convencional de larga escala, como o desenho de novas estratégias para o desenvolvimento rural e de estilos de agriculturas sustentáveis.

Essa nova realidade se inicia desde uma abordagem transdisciplinar e holística dos ensinamentos de diferentes disciplinas científicas, para se entender o caráter de insustentabilidade dos atuais modelos de agricultura e de desenvolvimento rural. Como se pode pensar, dialeticamente, buscar estratégias diferentes que viabilizem o alcance de patamares crescentes de sustentabilidade na agricultura e no desenvolvimento rural.

A agricultura familiar possui força necessária para a produção do Desenvolvimento Rural Sustentável, principalmente se houver socialização de conhecimentos e saberes agroecológicos entre os agricultores, pesquisadores,

estudantes, extensionistas, políticos e técnicos. Faz-se necessária a formulação de políticas públicas e a participação ativa por parte dos governos federal, estadual e municipal para uma transição no campo: de uma agricultura predatória e industrial para uma agricultura sustentável. Deverá visar menos degradação do meio ambiente e recuperação de áreas que foram degradadas pela ação antrópica. Citam-se algumas formas de recuperação ambiental:

- Plantio direto/cultivo mínimo; duas ou até mesmo 3 safras/ano agrícola: forma de cultivo, que não deixa o solo exposto aos raios solares e chuvas, evitando assim seu aquecimento e a erosão por precipitação, e deixando no solo MO que seria descartada ou introduzida por meio de aração.

- Integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF): é uma estratégia de produção que integra diferentes sistemas produtivos, agrícolas, pecuários e florestais dentro de uma mesma área. Pode ser feita em cultivo consorciado, em sucessão ou em rotação, de forma que exista um benefício mútuo para todas as atividades, promovendo recuperação de áreas que foram degradadas.

A agroecologia representa a Revolução Agropecuária 4.0! Integra conhecimentos de variadas áreas do conhecimento na busca de desenvolvimento de agroecossistemas sustentáveis; como conjunto de práticas que permitem cultivar sem produtos químicos agressivos ao meio ambiente; e, como movimento, objetiva uma agricultura ecologicamente sustentável e socialmente justa.

6. Referências bibliográficas

ABRAMOVAY, R. Agricultura familiar e uso do solo. **São Paulo em Perspectiva**, v. 11, n. 2, p. 5-10, 1997.

ALTIERI, M. A. **Agroecologia: a dinâmica produtiva da agricultura sustentável**. 4. ed. Editora da UFRGS. Porto Alegre, Rio Grande do Sul, 2004.

ALTIERI, M. **Agroecologia: bases científicas para uma agricultura sustentável**. Agropecuária: AS-PTA, 2002.

ALVES, P. J. P. **Risco ambiental urbano: consequência do descarte irregular de resíduos sólidos urbanos na cidade de Pires do Rio, GO**, 2018.

ANDRADES, T. O. de; GANIMI, R. N. Revolução verde e a apropriação capitalista. **CES Revista**, v. 21, p. 43-56, 2007.

ARAÚJO, K. K.; PIMENTEL, A. K. A problemática do descarte irregular dos resíduos sólidos urbanos nos bairros Vergel do Lago e Jatiúca em Maceió, Alagoas. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, v. 4, n. 2, p. 626-668, 2015.

BARROS, R. P. de.; HENRIQUES, R.; MENDONÇA, R. Education and equitable economic development. **Economia**, Niterói, jan./jun. 2000.

BARROS, U. V.; GARÇON, C. L. P.; SANINATO, R.; MATIELLO, J. B. **Doses e modos de aplicação de palha de café e esterco de gado associado ao adubo químico, na formação e produção do cafeeiro, solo LVAh, na Zona da Mata de Minas Gerais**. In: II Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil. 2016.

BENJAMIN, A. H. O meio ambiente na constituição federal de 1988. **Informativo Jurídico da Biblioteca Ministro Oscar Saraiva**, v.19, n.1, 2008.

BRASIL. **Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981**. Art. 3º, inciso II. Dispõe sobre a Lei da Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Diário Oficial da União, 1981. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6938.htm. Acesso em: 01 jul. 2022.

BRUNDTLAND, G. H. **Nosso futuro comum**. 2. ed. Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas, 1991.

BUAINAIN, A. M. (Coord.) **Agricultura familiar e inovação tecnológica no Brasil: características, desafios e obstáculos**. Unicamp, 2007.

BUNGENSTAB, D. J. **Sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta: a produção sustentável**. Brasília, DF: Embrapa, 2012.

CAMARANO, A. A.; ABRAMOVAY, R. **Êxodo rural, envelhecimento e masculinização no Brasil: panorama dos últimos 50 anos**. 1999.

CAMPANHOLA, C.; BETTIOL, W. **Panorama sobre o uso de agrotóxicos no Brasil**. Embrapa Meio Ambiente-Capítulo em livro científico (ALICE), 2003.

CAPORAL, F. R. **Agroecologia: uma ciência do campo da complexidade / Francisco Roberto Caporal (org.)**. COSTABEBER, J. A.; PAULUS, G. – Brasília: 2009 - 111 p. ISBN 978-85-60548-38-5

CAPORAL, F. R. **Agroecologia: uma nova ciência para apoiar a transição a agriculturas mais sustentáveis**. Embrapa Informação Tecnológica, 2008.

CAPORAL, F. R.; COSTABEBER, J. A. Agroecologia: enfoque científico e estratégico. **Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável**, v. 3, n. 2, p. 13-16, abr./maio de 2002.

CORRÊA, A. J. Distribuição de renda e pobreza na agricultura brasileira. Piracicaba: **Editora Unimep**, 1998.

COSTABEBER, J. A. Transição agroecológica: do produtivismo à ecologização. In: **Sustentabilidade e cidadania: o papel da extensão rural**. Porto Alegre: Emater/RS, p. 67-120, 1999.

FAMÍLIA KERN – SC. **Programa Globo Rural**. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=KMfSK7ev7dY&t=7s>. Acesso em: 20 mai. 2021.

FAMÍLIA SÍTIO DO MATO – BA. **Programa Globo Rural**. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=l80LrpqxE78&t=478s>. Acesso em: 20 mai. 2021.

FAMÍLIA XAVIER - MG. **Programa Globo Rural**. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=F14JKHqWbB8>. Acesso em: 20 mai. 2021

FERNANDES, A. C. Q.; MOURA, R. S. C.; BARRETO, F. S. Sociedade de consumo e o descarte de resíduos sólidos urbanos: reflexões a partir de um estudo de caso em Pau dos Ferros/RN. **Revista Geotemas**, v. 6, n. 2, p. 30-47, 2016.

GONCALVES, D. C.; CRESPO, A. M.; FERREIRA, C. C.; CARRICO, I. G. H.; SOUZA, M. N.; RIBEIRO, W. R. A agroecologia como ferramenta ao fortalecimento da agricultura familiar. **REVISTA DA UNIVAP**, v. 1, p. 342-357, 2019. Disponível em: http://www.inicepg.univap.br/cd/INIC_2018/index.html.

HEIN, A. F.; SILVA, N. L. S. da. A insustentabilidade na agricultura familiar e o êxodo rural contemporâneo. **Estudos Sociedade e Agricultura**, v. 27, n. 2, p. 394-417, 2019.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Agropecuário 2017**. Rio de Janeiro: IBGE, 2017. Disponível em: https://censoagro2017.ibge.gov.br/templates/censo_agro/resultadosagro/index.html. Acesso em: 30 jun. 2022.

LIMA, A. J. P.; CARMO, M. S. Agricultura sustentável e a conversão agroecológica. **Desenvolvimento em Questão**, v. 4, n. 7, p. 47-72, 2006.

MAIA, A. G.; BUAINAIN, A. M. O novo mapa da população rural brasileira. Confins. **Revue franco-brésilienne de géographie/Revista franco-brasileira de geografia**, n. 25, 2015.

MAPA – Ministério da Agricultura, Pesca e Abastecimento. **Plano safra 2022/2023**. Disponível em: https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/politica-agricola/plano-safra/2022-2023/apresentacao-plano-safra-2022_2023.pdf. Acesso em: 02 jul. 2022.

MEDEIROS, L.; LEITE, S. **A Formação dos assentamentos rurais no Brasil: Processos Sociais e Políticas Públicas**. Porto Alegre, Rio de Janeiro: Ed. Universidade UFRGS/CPDA, 1999. 307p.

MONTAGNINI, F. **Sistemas Agroflorestais: principios y aplicaciones en los trópicos**. 2. ed. San José, Costa Rica: Organización para Estudios Tropicales, 1992.

MOREIRA, C. G.; GUIDINELLE, R. B.; SOUZA, M. N. Reaproveitamento de água pluvial para uso residencial não potável no distrito de Rive, Alegre/ES. **UNIVAP**, v. 1, p. 1-6, 2020.

MOREIRA, P. R. **Manejo do solo e recomposição da vegetação com vistas a recuperação de áreas degradadas pela extração de bauxita, Poços de Caldas, MG**. 2004. xv, 139 f. Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências de Rio Claro, 2004. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/100645>>. Acesso em: 13 maio 2021.

MOTA, J. C.; ALMEIDA, M. M. de.; ALENCAR, V. C. de.; CURI, W. F. Características e impactos ambientais causados pelos resíduos sólidos: uma visão conceitual. **Águas Subterrâneas**, 1. Disponível em: <https://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/view/21942>. Acesso em: 23 jul. 2020.

NEY, M. G.; HOFFMANN, R. **Origem familiar e desigualdade de renda na agricultura**. 2003.

ONU - Organização das Nações Unidas. **Objetivos de Desenvolvimento Sustentável**. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>. Acesso em: 22 maio 2022.

PLOEG, J. D. V. Sete teses sobre a agricultura camponesa. In: PETERSEN, P. (Org.). **Agricultura familiar camponesa na construção do futuro**. Rio de Janeiro, ASPTA, 2009. p. 17-31.

REIS, M. R. **Recuperação de áreas degradadas como ferramenta de gestão ambiental**. 2010. Dissertação de Mestrado em Gestão Ambiental - Universidade Candido Mendes - RJ. 2010.

RICHETTI, A. **O que é diversificação agropecuária?** 2006. Disponível em: <https://www.douradosnews.com.br/noticias/o-que-e-diversificacao-agropecuaria>. Acesso em: 01 dez. 2020.

SACHS, I. **Caminhos para o desenvolvimento sustentável**. Rio de Janeiro: Garamond, 2009.

SANTOS, C. F. dos.; SIQUEIRA, E. S.; ARAÚJO, I. T. D.; MAIA, Z. M. G. A agroecologia como perspectiva de sustentabilidade na agricultura familiar. **Ambiente & Sociedade**, v. 17, p. 33-52, 2014.

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. Avaliação de impactos ambientais: definições, glossário e conceitos. In: SOUZA, M. N. (Org.) Tópicos em recuperação de áreas degradadas. Vol. III. – Canoas, RS: Mérida Publishers. p. 36-71. 2022. <https://doi.org/10.4322/mp.978-65-84548-04-6.c1>.

SOUZA, M. N. **Introdução ao Estudo do Meio Ambiente**. Apostila da Disciplina Ecologia do Curso Técnico em Meio Ambiente. Rio Pomba: IF SEMG RIO POMBA, 2012. 96p. (Caderno Didático número 245).

VANDERLINDE, T. CAPA: o jeito luterano de atuar com os pequenos agricultores no sul do Brasil. **Raega - O Espaço Geográfico em Análise**, v. 10, 2005.

VENZON, M.; TOGNI, P. H. B.; CHIGUACHI, J. A. M.; PANTOJA, G. M.; DA SILVA BRITO, E. A.; SUJII, E. R. Agrobiodiversidade como estratégia de manejo de pragas. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 40, n. 305, p. 21-29, 2019.

WANDERLEY, M. N. B. **O mundo rural como espaço de vida, reflexões sobre a propriedade da terra, agricultura familiar e ruralidade**. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009.

WEDIG, J. C. Reflexões socioculturais acerca do mundo rural. In: DAL SOGLIO, F.; KUBO, R. R. (org.). **Agricultura e sustentabilidade**. Porto Alegre: Editora UFRGS, 2009. p. 47-62.

Autores

João Sávio Monção Figueiredo, Loruama Geovanna Guedes Vardiero, Silvia Aline Bérغامo Xavier, Maria Amélia Bonfante da Silva, Otávio Pereira Araujo, Priscila Moreira Curtis Peixoto, Igor Borges Peron, Francielle Santana de Oliveira, 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: 29500-000, Alegre-ES.

* Autor para correspondência: mauricios.novaes@ifes.edu.br

Fatores bióticos na recuperação de áreas degradadas: ação da flora e da fauna

Willian Moreira da Costa, Maurício Novaes Souza

<https://doi.org/10.4322/mp.978-65-84548-10-7.c4>

Resumo

Desde a colonização os biomas brasileiros vêm sofrendo uma série de ações antrópicas que os afetam negativamente: não apenas a biodiversidade, mas também o bem-estar da sociedade, uma vez que fornecem diversos serviços ecossistêmicos primordiais para a manutenção da vida humana. Diversas são as ações que o homem realiza degrada o ambiente: o desmatamento, as queimadas, a fragmentação das florestas, a poluição das águas, o uso intensivo de defensivos agrícolas, a poluição do solo e afastam/extinguem microrganismos e vertebrados, entre outras. No entanto, por intermédio da execução de práticas de conservação integrativas, as áreas degradadas podem se reestabelecer e atingir novo equilíbrio ambiental. Na recuperação de áreas degradadas, devem-se considerar os fatores abióticos e os bióticos como agentes cruciais do processo, já que fazem parte da formação estrutural dos ecossistemas. A flora e a fauna possuem um alto grau de interações, uma vez que no decorrer da história evolutiva, plantas e animais criaram entre si uma relação de interdependência, mediante os benefícios gerados para ambos os grupos. Concebidas como produtoras em um ecossistema terrestre, as plantas fornecem para os animais: abrigo, alimento, espaços para a reprodução, entre outros; os animais, em contrapartida, podem estar envolvidos na reprodução de variadas espécies vegetais, especialmente ao que se refere à polinização e à dispersão. Assim sendo, a presença de seres vivos contribui na recuperação de áreas degradadas com diversos benefícios, tais como: cobertura e permeabilidade do solo, enriquecimento nutricional do solo, formação de teias alimentares, diversificação da flora e da fauna. Nesse sentido, o presente capítulo traz tópicos que demonstram como plantas e animais, por intermédio de suas interações, auxiliam na recuperação de ambientes antropizados.

Palavras-chave: Agroecologia. Ecossistema. Interações. Recuperação. Sustentabilidade.

1. Introdução

Os biomas, especialmente os tropicais, apresentam uma variedade de ecossistemas com características próprias, que abrigam uma riquíssima biodiversidade com altas taxas de endemismo. Além disso, estes ambientes prestam serviços ambientais de relevante importância para a manutenção e bem-estar da população humana, tais como a produção de água, conservação do solo, regulação do clima, purificação do ar, abrigo da fauna e da flora. No entanto, devido a inúmeras ações desenvolvidas no decorrer da história pelo homem, a biodiversidade tem enfrentado muitos desafios para se manter de forma equilibrada.

No território brasileiro florestas tropicais, como a Mata Atlântica (Figura 1) e a Floresta Amazônica, sofrem grandes pressões pelo desmatamento predatório, que estimula a comercialização ilegal de madeira, a abertura de garimpos, a grilagem e a criação de áreas agropecuárias. As florestas tropicais brasileiras sofrem também com a caça predatória, que altera o equilíbrio ecológico das espécies, levando algumas à extinção ou tendo sua população bastante reduzida.



Figura 1. Área originalmente coberta por Floresta Atlântica, Castelo, ES. Fonte: Acervo Maurício Novaes (2022).

Outras ações como queimadas, implantação de barragens e rodovias, extrativismo de produtos florestais não madeiráveis, os mais diversos tipos de poluição, têm levado os biomas a níveis de degradação muito preocupantes. De acordo com Reis et al. (1999), áreas que tenham sofrido impactos, e os mesmos estejam impedindo de retorná-la ao seu estado original por meio de meios naturais, são consideradas áreas degradadas.

A recuperação de áreas degradadas (RAD) perpassa por um conjunto de informações e técnicas, que devem ser estudadas, discutidas e elaboradas, mediante o conhecimento das características específicas da área e o seu possível uso futuro, assim como os níveis de degradação. De acordo com Gomez-Aparicio et al. (2004); Trentin et al. (2018); e Souza (2022), a RAD deve ter como objetivos o reestabelecimento vegetal, bem como toda estrutura ecológica da comunidade, de forma que estimule a recuperação do ambiente.

Uma das técnicas de RAD é a regeneração natural (Figura 2), que se define pela ação de espécies florestais que colonizam os ambientes degradados, sem que haja de forma deliberada a intermediação humana (BRASIL, 2017).



Figura 2. IF Sudeste de Minas campus Rio Pomba: área recuperada por regeneração natural. Fonte: Acervo Maurício Novaes (2013).

Há também a restauração ativa, que se caracteriza pelo plantio de forma direta e na introdução de sementes na área, o que estimula o processo de recuperação (DESIMONE, 2011; COUTINHO et al., 2019; SOUZA, 2021).

Neste trabalho serão apresentados tópicos relacionados à ação integrativa entre flora e fauna em procedimentos de RAD.

2. Sucessão ecológica

A sucessão ecológica pode ser definida como tendência natural em promover um novo desenvolvimento em uma área, que seja correspondente aos fatores abióticos locais (clima, solo, relevo, entre outros). Segundo Odum (2004), a sucessão ecológica pode ser definida em três parâmetros: 1) trata-se de um processo que segue ordenação e se desenvolve por intermédio de alterações na estrutura específica e nos processos da comunidade no decorrer do tempo; 2) a comunidade modifica o ambiente, resultando um ecossistema mais estabilizado, perpassando pela energia e espaço disponíveis, máxima de biomassa e interações entre os organismos; 3) sequência de comunidades que se substituem transitoriamente, até o sistema atingir o equilíbrio, chamado clímax (Figura 3).



Figura 3. IF Sudeste de Minas campus Rio Pomba: recuperação por regeneração natural - sucessão ecológica em diversos estágios – ao fundo, uma área que atingiu o clímax. Fonte: Acervo Maurício Novaes (2013).

Segundo Miranda (2009), a sucessão ecológica se trata de um processo decorrente da mudança dos fatores abióticos pela comunidade biológica, resultando um ecossistema persistente. Entretanto, vale ressaltar: se o desenvolvimento se iniciar a partir de uma área que ainda não tenha sido ocupada, por exemplo, uma floresta primitiva, à exposição recente do solo dar-se-á o nome de sucessão primária.

Porém, quando o desenvolvimento acontece em uma área que já tenha sido ocupada, que tenha sofrido algum tipo de fragmentação e, ou, alteração, por exemplo, áreas agrícolas e, ou, áreas desflorestadas, chamam-se de sucessão secundária (FERREIRA et al., 2018). Rosa (2014) comenta que, a sucessão secundária ocorre de forma mais rápida do que a primária, devido à presença de algumas espécies que já se encontram na área (Figura 4).

A sucessão secundária, propriamente dita, trata-se de um processo que ocorre por etapas: cada uma delas possui a sua importância e características próprias na RAD. As etapas vão se desenvolvendo desde o diagnóstico inicial em que se encontra a área degradada, onde se observa as características do local ao estabelecimento das primeiras espécies vegetais, até os estágios finais da formação de uma floresta madura. As etapas de sucessão se desenrolam de acordo com que as comunidades vão se modificando e preparando o ambiente para uma nova comunidade ali se estabelecer (ROSA, 2014; SOUZA, 2021b).



Figura 4. IF Sudeste de Minas campus Rio Pomba: área de pastagem em topo de morro recuperada por sucessão secundária. Fonte: Acervo Maurício Novaes (2014).

Dessa forma, a sucessão acontece por meio de substituições de comunidades que vão se alterando, modificando-se, permitindo assim que novas espécies se desenvolvam naquela área, o que pode elevar os níveis de expressão da biodiversidade, atingindo o que se chamam de clímax. Segundo Holl (2002) e Lima et al. (2020), compreender como a sucessão ecológica ocorre em áreas degradadas faz-se importante: baseado nestas informações, as técnicas de cobertura florestal poderão ser especificadas e aperfeiçoadas (Figura 5).



Figura 5. Área de pastagem degradada em processo de sucessão natural, Castelo, ES. Fonte: Acervo Maurício Novaes (2022).

Para Mc Intire e Fajardo (2014), entendendo a dinâmica da vegetação e a sucessão das espécies em si, pode-se identificar as interações negativas e positivas do processo, o que permitirá a potencialização das interações benéficas, ampliando assim as teorias e os esforços para que ocorra de forma progressiva a recuperação.

Em cada etapa da sucessão as condições ambientais serão distintas: as espécies, tanto vegetais quanto animais, poderão permanecer no decorrer do processo ou desaparecer com a progressão; contudo, vale ressaltar que a biodiversidade possui uma série de adaptações que facilita a permanência das mesmas durante a sucessão de ambientes.

Uma das características iniciais da sucessão ecológica é justamente a

colonização: o surgimento de espécies pioneiras. Em seguida, o segundo estágio, ou o estágio intermediário, é caracterizado pelo surgimento de espécies secundárias, que podem levar ao desaparecimento progressivo das espécies pioneiras. Segue-se o desenvolvimento das espécies tardias, até a área atingir o clímax (BEGON, 2007; FERREIRA et al., 2018; SOUZA, 2021b).

Segundo Ferreira et al. (2018), embora as espécies pioneiras sejam substituídas pelas espécies tardias, as sementes das mesmas podem permanecer em estado de dormência. Caso ocorra a queda de uma árvore e surja clareira (abertura para entrada de luz), as sementes podem adquirir condições convenientes para a sua germinação, dando continuidade ao processo de sucessão vegetal.

✓ **Um exemplo de sucessão ecológica**

Uma pastagem, em uma encosta onde o capim quase todo morreu por conta de uma longa estiagem, foi abandonada depois de anos sendo usada de forma inadequada, encontrando-se degradada. Com a chegada das chuvas, o capim rebrota junto às plantas de crescimento espontâneo, também conhecidas como ruderais. As sementes destas plantas são dispersas na maioria dos casos pelo vento, viajando distâncias consideráveis. A presença desta vegetação herbácea propicia ao solo aeração, proteção contra os processos erosivos, assim como também favorece o acúmulo de matéria orgânica.

De acordo com Ferreira et al. (2018) as primeiras espécies são consideradas como pioneiras: estabelecem-se na área mediante a capacidade de se dispersar e também a sua alta fecundidade. Além disso, essas plantas apresentam características adaptativas em relação às condições ambientais do local, como capacidade de dominar ambientes com alto índice de luz e temperatura, apresenta bom crescimento, inclusive excluindo via competitividade espécies que possuem crescimento lento.

Geralmente, são plantas de pequeno porte, intolerantes à sombra, e possuem ciclo de vida curto. Para Lorenzi (2008), as espécies pioneiras influenciam de forma positiva nas condições ambientais, aumentando a biomassa da área, assim como a disponibilidade de matéria orgânica no solo, produzem sombreamento para as espécies tardias, que não toleram altos índices de luminosidade.

Essas plantas podem promover ganhos na área, modificando as condições abióticas, aumentando a sobrevivência das espécies, atraindo animais polinizadores, pela oferta de alimento (pólen e néctar) (BAYLÃO et al., 2013; MARTINS, 2014; COUTINHO et al., 2019).

Com o passar dos meses, plantas de maior porte se desenvolverão na área, por meio de propágulos advindos por anemocoria ou pela dispersão de animais que visitaram a área. Os arbustos, por sua vez, possuem raízes de calibre maior que atingem regiões mais profundas no solo, contribuindo para uma maior aeração, favorecendo a infiltração da água. Os arbustos também aumentam o ganho de matéria orgânica, que favorece o desenvolvimento de uma camada protetora mais espessa no solo, como também propicia o desenvolvimento da comunidade de microrganismos (Figura 6).

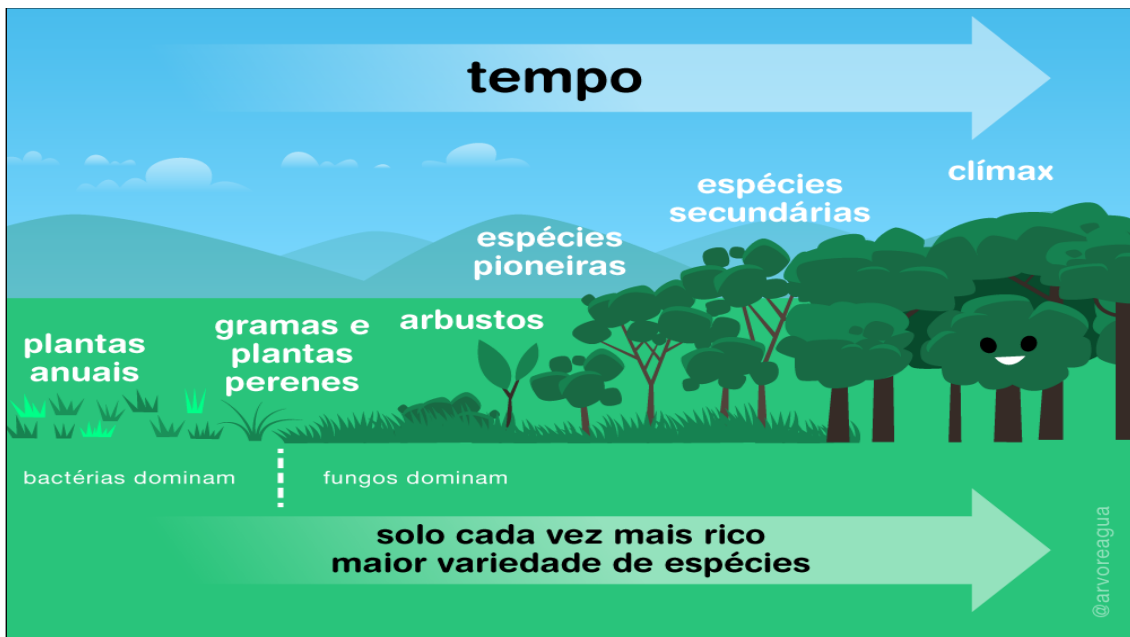


Figura 6. Melhoramento do solo via sucessão da flora. Fonte: Adaptado de Árvore e Água (2021).

Os arbustos podem conter recursos como frutos e larvas de insetos que atraem aves para o forrageio. Com o fluxo da avifauna, a área recebe sementes de outras áreas, parte delas provenientes de espécies arbóreas, que futuramente estabelecerão um maior sombreamento. Estas árvores contribuirão para a formação e o estabelecimento de uma nova comunidade, as espécies

arbóreas, comunidade essa que modificará de forma gradativa as condições do solo. Rodrigues et al. (2016) citam que árvores da família Fabaceae apresentam elevado potencial de fixação de N no solo em relação às demais espécies arbóreas, o que as permitem crescer e se estabelecerem em ambientes pobres em nutrientes.

Galhos e folhas, que posteriormente somam-se à serapilheira, contribuem para o sombreamento e proteção do solo. A presença de matéria orgânica conserva a umidade e facilita a germinação das sementes, posto que dependem de um ambiente ameno para se desenvolver. Com o surgimento e desenvolvimento de espécies arbustivas e arbóreas na área, haverá uma maior quantidade de espaços sombreados, reduzindo as mudanças térmicas, contribuindo com o acúmulo de matéria orgânica, a ciclagem de nutrientes, a oferta de forrageio e o abrigo para representantes da fauna (BAYLÃO et al., 2013; FIGUEIREDO et al., 2014; COUTINHO et al., 2019).

Com a ascensão das árvores, cria-se então um banco de sementes, com futuras plântulas que aguardarão uma oportunidade para se desenvolver, correspondendo um novo estágio de sucessão ecológica.

3. Serviços ecossistêmicos

Os “Serviços Ecossistêmicos” caracterizam-se como bens tangíveis e intangíveis produzidos pelos ecossistemas, utilizados direta ou indiretamente visando o bem-estar humano; ou seja, são benefícios oferecidos pela natureza ao homem. Dentro desta abordagem, compreende-se que a diversidade de elementos abióticos e bióticos na superfície terrestre proporciona a ocorrência de importantes áreas de interesse ecológico e social e prestadora de importantes serviços (SANTOS; COSTA; CESTARO, 2021).

São classificados em:

- Serviços de provisão - são produtos que as pessoas obtêm diretamente da natureza, tais como: alimentos, água, fibras, sementes, lenha e plantas medicinais;
- Serviços culturais - benefícios que as pessoas adquirem por intermédio do contato com a natureza que contribuem para as relações sociais e culturais de uma região, tais como: valor científico e educacional, patrimônio e identidade cultural, beleza cênica e conservação da paisagem;

- Serviços de regulação - benefícios que as pessoas obtêm por intermédio da ação do ecossistema e, ou, dos seres vivos, tais como: regulação do clima, qualidade do ar, fertilidade do solo, controle da erosão, polinização e dispersão.

3.1. Polinização

No decorrer da história evolutiva plantas e animais têm buscado se adaptar às condições impostas pelo meio, criando relações ecológicas íntimas, beneficiando ambas as partes. A polinização, processo no qual o grão de pólen é transportado até ao estigma para fecundar os óvulos (célula germinativa feminina) é o que associa parte das plantas com flores a alguns grupos de animais, tais como insetos, aves e mamíferos. Segundo Barbosa (2006), a polinização é a interação que mais representa coevolução específica entre a fauna e a flora.

Diante da imobilidade, as plantas desenvolveram estratégias que atraem os polinizadores, para que os mesmos conduzam os grãos de pólen até as flores femininas e, assim, ocorra a fecundação. Formato das flores, diversidade nas cores, liberação de fragrâncias, produção de resinas, gomas e néctares, são as principais adaptações que as plantas com flores sofreram na corrida evolutiva (RAVEN et al., 2001).

A polinização necessita de elevado equilíbrio ecológico entre os agentes polinizadores e os polinizados, uma vez que perturbações nesta interação podem ocasionar degeneração e até mesmo extinção das partes. Segundo Jordano et al. (2003), a interação entre as plantas e os animais possui função essencial ao que se refere a dinâmica e a diversidade da comunidade biológica, uma vez que atua no desenvolvimento ecológico e reprodutivo das espécies.

Para Ferreira et al. (2018), os agentes polinizadores ao transportarem o pólen pelas mais diversas distâncias, elevam as taxas de sucesso reprodutivo dos vegetais que se encontram afastados geograficamente, assim como contribuem também com a variabilidade genética.

Trabalhos tem denotado que espécies vegetais em estágios de sucessão inicial, possuem polinizadores mais generalistas, enquanto que espécies de estágios sucessionais mais avançados possuem polinizadores mais especializados: indica, assim, que no decorrer do processo de sucessão as

comunidades vão se alterando (BEZERRA; MACHADO, 2003; BARBOSA, 2009).

Em RAD, a seleção das espécies vegetais a serem utilizadas deve ser feita criteriosamente. Parte-se sempre do princípio que estas espécies devem provocar a maior quantidade de síndromes polinizadoras possíveis, promovendo o máximo de floração entre as estações, mantendo assim os polinizadores na área a ser recuperada por mais tempo (REIS; KAGEYAMA, 2003; BARBOSA, 2009).

Entre os grupos de animais importantes para a manutenção dos ecossistemas, estão os insetos polinizadores que contribuem de forma significativa na perpetuação e o fluxo genético da flora (ALVES-DOS-SANTOS, 2002; KERR, 2010).

Acredita-se que entre 40 a 90% das espécies florísticas presentes no território brasileiro dependem das abelhas nativas sem ferrão para a sua polinização (KERR et al., 1996). As abelhas são efetivos polinizadores de plantas de interesse agrícola, onde cerca de 73% das espécies cultivadas no mundo dependem destes insetos para a sua reprodução (FREITAS, 2004; GIANNINI, 2015).

Os insetos polinizadores possuem estruturas morfológicas que facilitam o transporte de pólen, por exemplo: corpo coberto por pelos (asas e pernas) e aparelho bucal adaptado ao tipo floral (SANTOS et al., 2019).

No entanto, as populações de abelhas estão em declínio, devido ao uso indiscriminado de defensivos agrícolas, a introdução de espécies invasoras e exóticas, a intensificação das práticas agrícolas, o desmatamento e fragmentação dos habitats, bem como as mudanças climáticas (KERR et al., 2010; GOULSON et al., 2015; BARBIÉRI; FRANCOY, 2020).

A composição e o manejo dos ambientes são pontos que muito implica na riqueza e na abundância de abelhas, uma vez que as comunidades podem mostrar diferentes respostas ecológicas mediante ao uso da área. Fatores como: ausência ou presença de fragmentos florestais, isolamentos dos ninhos por conta de ações antrópicas e a urbanização, devem ser levados em consideração na interpretação do comportamento da fauna de abelhas (BENNETT; GRATTON, 2012; FABIAN et al., 2013).

Em um estudo conduzido por Pinheiro et al. (2018) com a flora do sudeste

da Mata Atlântica, a abelha *Xylocopa frontalis* foi identificada como um dos principais agentes polinizadores de *Schizolobium parahyba*, popularmente conhecida como guapuruvu. No mesmo estudo para outra espécie, *Senna multijuga* (pau-cigarra), que pode utilizada amplamente na recuperação ambiental, teve a abelha *Xylocopa brasiliatorum* como o seu segundo principal polinizador. Souza et al. (2012) em estudo fenológico com *Senna cana*, verificaram que os principais polinizadores da espécie foram as abelhas *Xylocopa frontalis* e *Xylocopa grisescens* (Figuras 7 e 8). Tais resultados reafirmam a importância das abelhas, no desenvolvimento ecológico e reprodutivo da flora em áreas degradadas.



Figuras 7 e 8. Abelha mamangava-carpinteira *Xylocopa grisescens* (Xylocopini, Apidae), polinizando uma planta (Fabaceae) de crescimento espontâneo em área de pastagem. Fonte: Acervo de Willian Moreira da Costa (2022).

Alterações na paisagem reduzem, por vezes, a oferta de recursos alimentares, dificultando o forrageamento e a disposição de locais para a nidificação. A perda de habitat e a fragmentação dos ambientes são decorrentes da expansão da agricultura que colabora para o declínio dos polinizadores (SENAPATHI et al., 2017; AIZEN et al., 2019; SOUZA, 2022).

Para Ferreira et al. (2018), os agentes polinizadores ao transportarem o pólen, elevam as taxas de sucesso reprodutivo dos vegetais que se encontram afastados geograficamente, contribuindo assim também com a variabilidade genética.

De acordo com Reis et al. (1999), ter ciência destas interrelações pode contribuir no aumento do número de espécies envolvidas, que representará a geração de novas plantas. Assim sendo, os polinizadores possuem um papel crucial na RAD, uma vez que garantem a formação de sementes e o fluxo gênico.

3.2. A frugivoria e a dispersão

As plantas, no decorrer da história evolutiva, sofreram adaptações que influenciaram na permanência e no estabelecimento das mesmas nos mais distintos ambientes. Uma das adaptações mais favoráveis às plantas foi o surgimento dos frutos, que servem de recurso alimentar para diversos grupos da fauna. Em florestas tropicais, segundo Christianini e Martins (2015), as plantas que produzem frutos com adaptações à dispersão correspondem entre 80% a 95% das espécies de árvores de uma região; as demais espécies são dispersas por fatores abióticos (vento, água), ou autodispersão.

Plantas com características para a dispersão animal, também podem ser encontradas entre espécies herbáceas e arbustivas, tais como lianas, epífitas e ruderais. Nas áreas tropicais, geralmente a dispersão por animais (zoocoria), concentra-se nas espécies arbóreas e arbustivas. Fatores como o tamanho da semente e a forma de vida da planta, podem influenciar no processo de dispersão: geralmente sementes de calibre menor se autodispersam, ou são dispersas pela via abiótica, enquanto sementes maiores dependem dos agentes da fauna (TABARELLI; PERES, 2002).

Muitas são as vantagens da interação entre a flora e a fauna ao que se refere à RAD. Na dispersão de sementes, os animais são capazes de acelerar a regeneração da área, contribuindo com a reorganização dos ambientes degradados (Figura 9).

A dispersão consiste no transporte de sementes por variadas distâncias, em variados ambientes, variando de centímetros a quilômetros da planta mãe. Segundo Barbosa (2006), a distância vai depender da síndrome de dispersão envolvida. Assim sendo, a dispersão de sementes se trata de um processo

considerado fundamental para a reestruturação florística. De acordo com esse mesmo autor, a dispersão possibilita a presença de propágulos na área, como também influencia processos posteriores, tais como: reprodução, predação, competição por recursos (água, nutrientes, luz solar).

A dispersão em curto período denota capacidade das espécies vegetais em manter, assegurar as populações, conservar a diversidade genética e lidar com as inconstâncias climáticas, por meio das migrações, intervindo em longo prazo nas populações (MAURER et al., 2013; GONZAGA, 2016).

Certamente um dos pontos mais importantes na dispersão é a possibilidade do fluxo gênico se manter sadio, devido ao não cruzamento das plantas próximas geneticamente. A distância em que as sementes foram dispersas influenciará na estrutura genética intra e interpopulações (NATHAN; MULLER-LANDAU, 2000; BARBOSA, 2006).



Figura 9. IF Sudeste de Minas campus Rio Pomba: área de pastagem em Área de Preservação Permanente (APP) sendo recuperada com o auxílio da dispersão pela fauna. Fonte: Acervo Maurício Novaes (2013).

Na fauna, esse evento está ligado às migrações realizadas entre distintas populações; enquanto que na flora, a associação se baseia nos processos de polinização e dispersão (FERREIRA et al., 2018).

No entanto, fatores influenciam e acabam condicionando o fluxo gênico entre as espécies: por exemplo, a diversidade de sistemas reprodutivos. Para tanto, é necessário ter ciência a respeito deste fator, para compreender a estrutura de uma população (ALMEIDA, 2016).

Dentre as síndromes de dispersão, podem-se citar a anemocoria (realizada pelo vento), hidrocoria (realizada pela água), autocoria (realizada pela própria planta), barocoria (realizada apenas pelo peso do diásporo), e a zoocoria (realizada por animais). A zoocoria pode ser dividida, de acordo com o grupo faunístico que o agente dispersor pertence (Tabela 1).

Tabela 1. Componentes da fauna envolvidos na dispersão de sementes

Dispersões zoocóricas	Agentes
Mirmecocoria	Formigas
Ictiocoria	Peixes
Saurocoria	Répteis
Ornitocoria	Aves
Quiropterocoria	Morcegos
Mamaliocoria	Mamíferos em geral

Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

A dispersão é geralmente realizada por vertebrados, composta especialmente por mamíferos e aves (Figura 10), grupos esses que possuem mais adaptações quanto a esse processo. Árvores, consideradas como clímaces, quase sempre são dispersas por animais de grande porte - caracteriza um sério problema na Mata Atlântica, uma vez que poucas áreas florestadas possuem estes animais (ALMEIDA, 2016).

Na dispersão, os animais são atraídos pelas cores chamativas e as essências olfativas dos frutos, que podem ser bagas, drupas suculentas e carnosas (SILVA, 1999). Ao se alimentarem dos frutos, os animais recebem açúcares e gorduras, distribuídos em proporções diferentes entre as espécies e

os seus frutos, assim as plantas investem em um determinado componente, que selecionará frugívoros em função de suas preferências alimentares (JORDANO, 1992). Embora os frutos sejam considerados como alimentos imóveis, cada planta possui um grau de acesso dos seus recursos alimentares. Os frutos podem estar dispersos de formas diferentes na estrutura da planta: assim, apenas os animais adaptados morfológicamente acessarão os recursos alimentares (Figura 11).



Figura 10. IF Sudeste de Minas campus Rio Pomba: área de pastagem em Área de Preservação Permanente (APP) sendo recuperada com o auxílio de poleiro artificial para atrair pássaros. Fonte: Acervo Maurício Novaes (2014).



Figura 11. IF Sudeste de Minas campus Rio Pomba: área de pastagem em Área de Preservação Permanente (APP) sendo recuperada – lobeira (*Solanum lycocarpum*) dispersa pelo lobo-guará (*Chrysocyon brachyurus*). Fonte: Acervo Maurício Novaes (2014).

A lobeira (*Solanum lycocarpum*) é uma planta pioneira, de crescimento rápido, realizado até em campo aberto, que produz frutos grandes e suculentos muito apreciados pelo lobo-guará. Ela fornece alimento ao animal; em troca, ele dispersa as suas sementes: após comer o fruto, o lobo-guará defeca as sementes da lobeira pelo seu caminho. Assim, ambos dão continuidade à biodiversidade local, em uma relação mutualística⁷. Ao mesmo tempo, o fruto da lobeira apresenta mecanismo de ação anti-helmíntico, atuando principalmente contra a parasitose renal (SOUZA, 2018).

Frutos dispersos por morcegos, por exemplo, estão dispostos no caule ou nos galhos; ou seja, dispostos fora da folhagem à qual estes mamíferos voadores não teriam acesso. Há também os frutos que se encontram na copa das plantas, que de forma comparativa são mais visitadas pelas aves, uma vez que as mesmas possuem habilidades quanto a manobras aéreas (SILVA, 1999).

Segundo Almeida (2016), os processos de dispersão são cruciais para a sustentabilidade da área que segue em recuperação - cerca de 50 a 90% das espécies de árvores, em florestas tropicais, são dispersas por animais. Portanto, a presença de animais frugívoros é importantíssima tanto para RAD, uma vez que acelera o processo de reflorestamento, quanto para a conservação de florestas já existentes.

A dispersão de sementes está diretamente associada à recuperação de áreas, uma vez que o entendimento desse procedimento é o novo estabelecimento da vegetação em uma área alterada ou sem a presença da vegetação inicial, a partir das sementes ou plântulas dispostas na área (SILVA, 1999; SOUZA, 2021).

Conhecer os principais dispersores nas florestas tropicais pode aumentar os índices de regeneração natural de áreas, partindo da adesão de práticas e informações. A aproximação do fragmento florestal (rico em sementes) com a área em recuperação (Figura 12) facilita o fluxo de dispersores na área em recuperação, além de constituir a fonte de sementes (FERREIRA et al., 2018).

⁷ O mutualismo é um tipo de relação ecológica interespecífica em que as duas espécies envolvidas se beneficiam.



Figura 12. IF Sudeste de Minas campus Rio Pomba: área de pastagem em APP sendo recuperada com o auxílio de poleiro artificial e próxima a fragmento florestal. Fonte: Acervo Maurício Novaes (2014).

3.3. Banco de sementes

O banco de sementes se trata de um conjunto de sementes que podem ter sido produzidas na área, como aquelas que vieram de outras áreas por dispersão: seja por agentes bióticos ou fatores abióticos. Segundo Almeida (2016), o banco de sementes pode ser composto basicamente por sementes pertencentes às espécies pioneiras, bem como por espécies secundárias iniciais, representando os grupos essenciais para a regeneração inicial de clareiras (Figura 13).

Estudos voltados ao banco de sementes de uma determinada área fornecem informações valiosas sobre o dinamismo da regeneração natural. Segundo Callegaro et al. (2013), conhecer o banco de sementes é fundamental, pois o mesmo pode fornecer informações sobre a potencialidade de regeneração da área e estimativas referentes à recuperação.

Vale ressaltar, que a germinação das sementes e o desenvolvimento de plântulas, pode se dar por meio de ligeiras modificações na área, como a abertura de uma clareira devido à queda de uma árvore. Calcula-se o quantitativo

do banco de sementes de acordo com a saída e entrada de sementes de um dado ecossistema. Para Leal Filho (1992), obter informações sobre o banco de sementes, como a composição florística, o padrão de distribuição das sementes, assim como a dinâmica, é um fator importante no que se refere ao entendimento da regeneração e sucessão das florestas tropicais.



Figura 13. Áreas inferiores da paisagem recebendo sementes produzidas na parte superior. Fonte: Acervo Willian Moreira da Costa (2022).

De acordo com esse mesmo autor, o banco de sementes possui uma parte ativa, que é representada por aquelas sementes que se encontram em estado de dormência pela ausência de algum fator, como umidade, temperatura ou luz. Tais sementes são representadas especialmente por espécies pioneiras.

Assim sendo, os processos de renovação florística dentro de uma floresta, devem-se especialmente ao banco de sementes que aumenta a biodiversidade do ecossistema. Portanto, o banco de sementes se trata de um fator importantíssimo na regeneração de bordas de mata, clareiras e áreas degradadas. Para Medeiros et al. (2015), cada ambiente florestal é composto por indivíduos distintos e de diferentes espécies. Pertencem a uma gama de famílias,

que propiciam por meio das interações, a manutenção e a perpetuação das espécies, gerando assim um banco genético diverso para área.

A composição do banco de sementes está relacionada com a diversidade de espécies que se encontram na área ou nas proximidades, como também com a distribuição florística nos diversos estratos da floresta, a idade da floresta e o estágio sucessional em que se encontra (ALMEIDA, 2016).

Sementes provenientes de espécies pioneiras que apresentam características como a dormência, ao estarem em locais onde os fatores abióticos sejam desfavoráveis à germinação, acabam tendo maior durabilidade no banco de sementes. A presença de agentes dispersores de sementes também influencia na dinâmica do banco de sementes.

Os dispersores são essenciais ao que refere ao transporte de sementes de áreas florestadas primárias para outras áreas em regeneração. A ausência de dispersores pode comprometer todo processo de regeneração.

Muitos fragmentos florestais, em distintos estágios, podem ter seus processos de recuperação inativos devido à ausência de sementes do grupo das espécies secundárias ou clímax, fundamentais no processo de sucessão natural (LEAL FILHO, 1992; ALMEIDA, 2016).

Em contrapartida, as sementes pertencentes às espécies de área de floresta primária, em sua maioria não possuem dormência e germinam logo que são dispersas, uma vez que a sua viabilidade é bem pequena.

Fatores abióticos, como a variação na temperatura no solo, ou até mesmo a incidência em maior quantidade de luz no espectro vermelho, podem estimular a germinação de certas sementes, como as das espécies pioneiras.

Dessa forma, os níveis de perturbação na área podem influenciar a distribuição e o estabelecimento das espécies, atingindo o processo de sucessão (ALMEIDA, 2016). Portanto, ter ciência sobre a composição do banco de sementes permite intervenções nos processos regenerativos, como também a adoção de medidas conservacionistas.

4. Considerações finais

Plantas e animais representam grupos bióticos fundamentais para a recuperação de áreas degradadas, devido à riqueza de interações que promovem entre si, que modificam e enriquecem os fatores abióticos da área.

A recuperação de áreas degradadas se dá de acordo com a sucessão das comunidades, que se modificam e angariam no decorrer do processo novas espécies.

A polinização e a dispersão são interações que beneficiam tanto as plantas quanto os animais: contribuem para acelerar os processos regenerativos.

Áreas que praticam a agricultura tradicional, com o uso de práticas agroecológicas conservacionistas de solo e da água, sem o uso de pesticidas, têm esse processo de sucessão favorecido.

5. Referências bibliográficas

AIZEN, M. A.; AGUIAR, S.; BIESMEIJER, J. C.; GARIBALDI, L. A.; INOUE, D. W.; JUNG, C.; MARTINS, D. J.; MEDEL, R.; MORALES, C. L.; NGO, H.; PAUW, A.; PAXTON, R. J.; SÁEZ, A.; SEYMOUR, C. L.; Global agricultural productivity is threatened by increasing pollinator dependence without a parallel increase in crop diversification. **Glob. Chang. Biol.**, v. 25, n. 10, p. 3516-3527, 2019.

ALMEIDA, D. S. **Recuperação ambiental na Mata Atlântica**. 3ª ed. Ilhéus: Editus, p. 60-70, 2016.

ALVES-DOS-SANTOS, I. **A vida de uma abelha solitária**. (2002). Disponível em: <<http://eco.ib.usp.br/beelab/solitarias.htm>>. Acesso em: 17 jun. 2022.

ÁRVORE e ÁGUA. **Melhorando o solo através da sucessão de espécies**. (2021). Disponível em: <https://instagram.com/arvoreagua?igshid=YmMyMTA2M2Y=>. Acesso em: 17 jun. 2022.

BARBIÉRI, C.; FRANCOY, T. M. Modelo teórico para análise interdisciplinar de atividades humanas: A meliponicultura como atividade promotora da sustentabilidade. **Revista Ambiente & Sociedade**. v. 23, p. 1-22, 2020.

BARBOSA, K. C. A importância da interação animal-plantas em RAD. **Manual para recuperação de áreas degradadas do estado de São Paulo**. Instituto de Botânica de São Paulo, 2006.

BAYLÃO JÚNIOR, H. F.; VALCARCEL, R.; NETTESHEIN, F. C. Fatores do meio físico associados ao estabelecimento de espécies rústicas em ecossistemas perturbados na Mata Atlântica, Piraí, RJ – Brasil. **Ciência Florestal**, v. 23, n. 3, p. 305-315, 2013.

BEGON, M.; TOWNSEND, C. R.; HARPER, J. L. **Ecologia de indivíduos a ecossistemas**. 4ª ed. Porto Alegre: Artmed, p. 752, 2007.

BENNETT, A. B.; GRATTON, C. Local and Landscape scale variables impact parasitoid assemblages across an urbanization gradient. **Landsc. and Urban Plan**, v. 104, n.1, p. 26-33, 2012.

BEZERRA, E. L. S.; MACHADO, I. C. Biologia floral e sistema de polinização de *Solanum stramamifolium* Jacq. (Solanaceae) em remanescente de Mata Atlântica, Pernambuco. **Acta Bot. Bra**, v. 17, n. 2 p. 247-257, 2003.

BRASIL. **Decreto nº 8.972, de 23 de janeiro de 2017**. Política Nacional de Recuperação da Vegetação Nativa. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, 23 jul. 2017. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2015/2018/2017/Decreto/D8972.htm>. Acesso em: 25 mai. 2020.

CHRISTIANINI, A. V; MARTINS, M. M. **Sementes Florestais Tropicais: da ecologia à produção**, Publisher: Associação Brasileira de Tecnologia de Sementes – ABRATES, p. 83-97, 2015.

COUTINHO, P. R. O. S.; VALCARCEL, R.; RODRIGUES, P. J. F. P.; BRAGA, J. M. A. Restauração passiva em pastagens abandonadas a partir de núcleos de vegetação na Mata Atlântica, Brasil. **Ciência Florestal**, v. 29, n. 3, p. 1307-1323, 2019.

DESIMONE, S. A. Balancing active and passive restoration in a nonchemical, research-based approach to coastal sage scrub restoration in Southern California. **Ecological Restoration**, v. 29, n. 1-2, p. 45-51, 2011.

FABIAN, Y. The importance of Landscape and spatial structure for hymenopteranbased food webs in an agro-ecosystem. **J. of Anim. Ecol**, v. 82, n. 6, p. 1203-1214, 2013.

FERREIRA, C. S. S.; BARROS, I. C.; GAJARDO, I. C. S. M. **Recuperação e manejo sustentável de áreas degradadas**. Londrina: Editora e Distribuidora Educacional S.A., p. 63-98, 2018.

FIGUEIREDO, P. H.; MIRANDA, C. C.; ARAUJO, F. M.; VALCARCEL, R. Germinação ex situ do banco de sementes do solo de capoeira em restauração florestal espontânea a partir do manejo do sombreamento. **Scientia Forestalis**. v. 42, n. 101, p. 69-80, 2014.

FREITAS, B. M.; PEREIRA, J. O. P. Conservation and management of pollinators for sustainable agriculture: The international response. In: **A contribution to the International Workshop on solitary bees and their role in pollination held in Berberibe, Ceara, Brazil**. Solitary bees: Conservation, rearing and management for pollination. Fortaleza: Imprensa Universitária. p. 42-58, 2004.

GIANNINI, T. C. The dependence of crops for pollinators and the economic value of pollination in Brazil. **J. of Econ. Entomol**. v. 108, n. 3, p. 849-857, 2015.

GOMEZ-APARICIO, L.; ZAMORA, R.; GÓMEZ, J. M.; HÓDAR, J. A.; CASTRO, J.; BARAZA, E. Applying plant facilitation to forest restoration: a meta-analysis of the use of shrubs as nurse plants. **Ecological Applications Tempe**, v. 14, n. 4, p. 1128-1138, 2004.

GONZAGA, L. M. **A sucessão ecológica em ambientes florestais em restauração: estrutura e dinâmica da regeneração natural**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Lavras, 2016.

GOULSON, D. Bee declines driven by combined stress from parasites, pesticides, and lack of flowers. **Science**, v. 347, n. 6229, 2015.

HOLL, K. D. Effect of shrubs on tree seedling establishment in an abandoned tropical pasture. **Journal of Ecology**, v. 90, n. 1, p. 179-187, 2002.

JORDANO, P. Fruits and frugivory. In: FENNER, M. (ed.). **Seeds, the ecology of regeneration in plant communities**. Wallingford: CAB International, 1992.

JORDANO, P.; BASCOMPTE, J.; OLESEN, J. M. Invariant properties in coevolutionary networks of plant-animal interactions. **Ecology Letters**, v. 6, p. 69-81, 2003.

KAGEYAMA, P. Y. Reflexos e potenciais da Resolução SMA-21 de 21/11/2001 na conservação da biodiversidade específica e genética. In: Anais do Seminário Temático sobre Recuperação de Áreas Degradadas, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Instituto de Botânica, 2003. p. 7-12, 2003.

KERR, W. E. Aspectos pouco mencionados da biodiversidade amazônica. **Parcerias Estratégicas**, v. 6, n. 12, p. 20-41, 2010.

KERR, W. E; CARVALHO, G. A; NASCIMENTO, V. A. **Abelha urucu: Biologia, Manejo e Conservação**. Belo Horizonte: Líber. (Coleção Manejo da Vida Silvestre da Fundação Ancagau, nº 2). 1996, 157 p.

LEAL FILHO, N. **Caracterização do banco de sementes de três estádios de uma sucessão vegetal na Zona da Mata de Minas Gerais**. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, 1992.

LIMA, M. T; TONELLO, K. C; LEITE, E. C; FRANCO, F. S; CORRÊA, C. J. P. Dinâmica da recuperação ambiental de pilhas de estéril em mineração de calcário por regeneração natural. **Eng Sanit Ambient**, v. 25, n. 1, p. 11-19, 2020.

LORENZI, H. **Árvores Brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. 5. ed. Nova Odessa: Plantarum, p. 384, 2008.

MARTINS, S. V. **Recuperação de Matas Ciliares: no contexto do Novo Código Florestal**. 3. ed. Viçosa, MG: Aprenda Fácil, 2014.

MAURER, K. D. et al. The timing of abscission affects distance in a wind-dispersed tropical tree. **Functional Ecology**, v. 27, n. 1, p. 208-218, 2013.

MCINTIRE, E. J. B.; FAJARDO, A. Facilitation as a ubiquitous driver of biodiversity. *New Phytologist*, **Lancaster**, v. 201, n. 2, p. 403-416, 2014.

MEDEIROS, G. H. et al. Composição e diversidade florística de banco de sementes em solde área de Caatinga. **Holos**, v. 31, n. 8, 2015.

MORELLATO, L. P.; LEITÃO FILHO, H. F. Padrões de frutificação e dispersão na Serra do Japi. In: MORELLATO, L. P. (Coord) **História Natural da Serra do Japi: Ecologia e preservação de uma floresta no Sudeste do Brasil**. São Paulo: Editora da UNICAMP/FAPESP. p.112-141, 1992.

NATHAN, R.; MULLER-LANDAU, H. C. Spatial patterns of seed dispersal, their determinants and consequences for recruitment. **Trends in Ecology & Evolution**, v. 15, p. 278-285, 2000.

ODUM, E. P. **Fundamentos de ecologia**. 7^a. ed. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 2004.

PINHEIRO, M.; BRITO, V. L. G.; SAZIMA, M. Pollination biology of melittophilous legume tree species in the Atlantic Forest in Southeast Brazil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 32, n.3, p. 410-425, 2018.

RAVEN, P. H.; R. F. EVERT; S. E. EICHHORN. **Biologia Vegetal**, 6^a ed. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan, 2001, 906p.

REIS, A.; ZAMBONIN, R. M.; NAKAZONO, E. M. **Recuperação de áreas florestais degradadas utilizando a sucessão e as interações planta-animal**. Conselho Nacional da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica. p. 13-36, 1999.

RODRIGUES, K. M.; CORREIA, M. E. F.; RESENDE, A. S.; CAMILO, F. L.; CAMPELO, E. F. C.; FRANCO, A. A.; DECHEN, S. C. F. Fauna do solo ao longo do processo de sucessão ecológica em voçoroca revegetada no município de Pinheiral – RJ. **Ciência Florestal**, v. 26, n. 2, p. 355-364, 2016.

ROSA, C. T. **Gestão de projetos de recuperação de áreas degradadas: comparação de custos e eficiência de diferentes metodologias**. Trabalho de conclusão de curso (Especialização em Gestão Florestal). Universidade Federal do Paraná, 2014.

SANTOS, N. M.; COSTA, D. F. da S.; CESTARO, L. A. Identificação e mapeamento dos serviços ecossistêmicos de provisão no manguezal do rio Tijupá, ilha do Maranhão (região nordeste do Brasil). **Caminhos de Geografia**, v. 22, n. 79, 2021.

SANTOS, T. A. S.; SANTOS, L. S. A.; MACÊDO, M. E.; MORAS, L. M. Diversidade de abelhas (Hymenoptera, Apoidea) em um fragmento de Mata Atlântica no Sudeste do Brasil. *Revista NBC*, v. 9, n. 18, p. 276-294, 2019. DOI: [https:// doi.org/10.14393/RCG227954259](https://doi.org/10.14393/RCG227954259)

SENAPATHI, D.; GODDARD, M. A.; KUNIN, W. E.; BALDOCK, K. C. R. Landscape impacts on pollinator communities in temperate systems: evidence and knowledge gaps. **Funct. Ecol.** v. 31, n.1, p. 26-37, 2017.

SILVA, W. R. Interação planta-animal na restauração. In: Simpósio sobre restauração ecológica de ecossistemas naturais, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: IPEF, 1999.

SOUZA, I. M.; COUTINHO, K; FUNCH, L. S. Estratégias fenológicas de *Senna cana* (Nees & Mart.) H. S. Irwin & Barneby (Fabaceae: Caesalpinioideae) como mecanismo eficiente para atração de polinizadores. **Acta Botanica Brasilica**, v. 26, n. 2, p. 435-443, 2012.

SOUZA, M. N. Avaliação de impactos ambientais: definições, glossário e conceitos. In: SOUZA, M. N. (Org.) **Tópicos em recuperação de áreas degradadas**. Vol. III. – Canoas, RS: Mérida Publishers. p. 36-71. 2022. <https://doi.org/10.4322/mp.978-65-84548-04-6.c1>.

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

SOUZA, M. N. Métodos para a identificação e avaliação de efeitos e impactos ambientais. In: SOUZA, M. N. (Org.) **Tópicos em recuperação de áreas degradadas**. Vol. II. Canoas: Mérida Publishers Ltda. 2021. p. 37-115. <https://doi.org/10.4322/mp.978-65-994457-2-9.c2>

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, 2021b.133 p.

TABARELLI, M.; PERES, C. A. Abiotic and vertebrate seed dispersal in the Brazilian Atlantic forest: implications for forest regeneration. **Biological Conservation**, v.106, p.165-176, 2002.

TRENTIN, B. L.; ESTEVAN, D. A.; ROSSETTO, E. F. S.; GORENSTEIN, M. R.; BRIZOLA, G. P.; BECHARA, F. C. Restauração florestal na mata atlântica: passiva, nucleação e plantio de alta diversidade. **Ciência Florestal**, v. 28, n. 1, p. 160-174, 2018.

Autores

Willian Moreira da Costa, Maurício Novaes Souza*

Pós-Graduação em Agroecologia do Instituto Federal do Espírito Santo - Campus de Alegre. Caixa Postal 47, CEP: 29500- 000, Alegre-ES, Brasil.

* Autor para correspondência: mauricios.novaes@ifes.edu.br

Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF) e a recuperação de pastagens degradadas

Priscila de Oliveira Nascimento, Maurício Novaes Souza

<https://doi.org/10.4322/mp.978-65-84548-10-7.c5>

Resumo

As áreas degradadas podem causar a perda da capacidade de produção de alimentos, madeira e outros produtos, bem como a perda ou redução da biodiversidade. O Brasil possui um dos maiores rebanhos bovino do mundo: contudo, tem extensas áreas de pastagens degradadas. Dentre outros fatores, a degradação destas áreas se dá devido ao seu manejo incorreto, sem a devida reposição de nutrientes e com a superlotação animal. A recuperação destas áreas evita a abertura de novas fronteiras para a criação animal, além de recuperar a sua fertilidade química, física e biológica, proporcionando aumento na produtividade. Portanto, existe a necessidade de intervenção nos processos de degradação, cabendo considerar, que estão surgindo técnicas de recuperação menos onerosas: uma destas é a recuperação de áreas degradadas por meio do sistema de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF) - uma tecnologia que permite a recuperação de áreas degradadas, que pode ser adotada em diferentes modelos, por meio de consórcio ou sucessão, adequando-se às propriedades de todas as dimensões. A ILPF proporciona diversificação da produção, bem-estar animal, geração de renda para o produtor rural, incrementos na fertilidade do solo, bem com alinhamento à tendência do mercado mundial referentes à certificação e oportunidade de mercado para a intensificação sustentável dos sistemas de produção agropecuários e da bioeconomia.

Palavras-chave: Degradação de pastagens. Manejo e sistemas integrados. Oportunidades de mercado.

1. Introdução

O Brasil possui um dos maiores rebanhos bovino do mundo. Segundo dados do IBGE (2020) houve um acréscimo de 1,5% em relação a 2019, chegando a 218,2 milhões de cabeças de gado em 2020. No mesmo ano houve recorde de exportação da carne bovina, com 1,7 milhão de toneladas de carne *in natura*, com alta de 10,0% em relação ao ano anterior. No primeiro semestre de 2022, de acordo com o Ministério da Economia (2022), a carne bovina ocupou o quinto lugar na pauta de exportações, com um volume de USA\$ 5,2 bilhões.

Em 2020, a produção nacional de leite registrou a marca de 35,4 bilhões de litros, alcançando a maior produção já registrada na pesquisa, com um aumento de 1,5% em relação a 2019, com um efetivo de vacas ordenhadas de 16,2 milhões de animais (IBGE, 2020).

Porém, apesar dos bons resultados na produção, há extensas áreas de pastagens degradadas (Figura 1). A exploração do gado bovino no Brasil é realizada principalmente em pastagens, de forma extrativista e sem práticas de manejo, proporcionando desta maneira a degradação progressiva das mesmas (VILELA et al., 2017; MACEDO; ARAÚJO, 2019). Segundo Vilela et al. (2017), estima-se que no Brasil Central 80% dos 50 a 60 milhões de hectares de pastagens cultivadas encontram-se em algum estágio de degradação.



Figura 1. Pastagem degradada com animais pastejando, Espírito Santo, Brasil.
Fonte: Acervo Priscila Nascimento (2022).

Uma pastagem está em processo de degradação quando a produção de forragem diminui com a redução da sua qualidade e quantidade, mesmo nas épocas favoráveis ao seu crescimento. Além disso, há diminuição na área coberta do solo, com ressemeadura natural insignificante, aparecimento de espécies invasoras de folhas largas competindo por nutrientes e início de processos erosivos pela ação das chuvas (BRANCO, 2000; TOWNSEND et al., 2012; SOUZA, 2018;).

Este processo é consequência de vários fatores que atuam isoladamente ou em conjunto, tais como: preparo incorreto do solo, escolha incorreta da espécie forrageira, uso de sementes de baixa qualidade, má formação inicial, manejo inadequado e, principalmente, em razão da não reposição dos nutrientes perdidos no processo produtivo, erosão, lixiviação e volatilização ao longo dos anos (PERON; EVANGELISTA, 2003; VILELA, et al., 2017).

Para Macedo e Araújo (2019) a degradação das pastagens compromete a sustentabilidade da produção animal, sendo o fator mais importante no processo dinâmico de queda relativa da produtividade. Os sistemas agrícolas tradicionais de lavouras anuais, por sua vez, com excessivo preparo do solo, cultivos contínuos sem rotação de culturas, tem prejudicado a qualidade física e química do solo, assim como aumentado os problemas de pragas, doenças e invasoras (MACEDO; ARAÚJO, 2019).

Nos anos da década de 1970 as pastagens nativas foram intensamente substituídas por pastagens cultivadas, compreendendo principalmente o grupo das *Brachiarias*. A maioria dos solos utilizados para pastagens era de baixa fertilidade e, em muitos casos, impróprios para o cultivo (KICHEL et al., 2012). Assim, a partir de 1980, iniciaram-se várias pesquisas com o objetivo de recuperar as áreas de pastagens que já apresentavam sinais de degradação.

Branco (2000) afirma que a recuperação de áreas degradadas é uma atividade multidisciplinar, factível; porém, exige uma abordagem sistêmica de planejamento e visão em longo prazo, que visa restabelecer as características produtivas da pastagem. As operações a serem adotadas para este fim dependerão das condições da área e da própria pastagem.

2. O manejo sustentável e a recuperação de pastagens degradadas

A recuperação de áreas degradadas de pastagens (RADP) é

imprescindível para a pecuária. Tal como qualquer outra cultura é necessário que se conheça as exigências nutricionais e fisiológicas de cada forrageira; além disso, que seja adotado um manejo sustentável do solo.

Segundo Macedo e Araújo (2019) problemas decorrentes da degradação das pastagens têm sido mitigados pela utilização de tecnologias importantes como o sistema de plantio direto (SPD), que contempla não só o preparo mínimo do solo, mas também a prática de rotação de culturas e os sistemas de integração lavoura-pecuária (ILP) e lavoura-pecuária-floresta (ILPF).

A integração consiste na diversificação do sistema, com a agricultura e a pecuária sendo conduzidas numa mesma área, podendo incluir ou não o componente florestal, visando aumentar a eficiência no uso dos recursos naturais, melhorar a produtividade e proporcionar maior estabilidade financeira ao produtor rural (Figuras 2 e 3).



Figuras 2 e 3. Exemplos de áreas com integração lavoura-floresta (LF) e lavoura-pecuária (LP). Fonte: Acervo Priscila Nascimento (2022).

De acordo com Skorupa e Manzatto (2019), o uso do elemento florestal em propriedades rurais, seja por meio de plantações florestais comerciais, por meio dos sistemas de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF) ou por meio de plantio florestal para adequação ambiental com espécies florestais nativas, proporciona uma série de benefícios econômicos, sociais e ambientais; ou seja, atende aos princípios do desenvolvimento sustentável propostos pela Agenda 2030.

Especificamente, a madeira proveniente de plantios florestais ou em sistemas ILPF em propriedades rurais pode ser utilizada para múltiplos usos, tais

como: serraria, painéis, laminação, aglomerados, papel e celulose e fins energéticos. Ou seja, a presença de árvores adequadamente dispostas no campo influencia nos seguintes aspectos (SKORUPA; MANZATTO, 2019):

- ✓ Intensificação do uso da terra;
- ✓ Modificações das condições relacionadas ao microclima, como a proteção contra geadas, ventos, granizo, altas temperaturas e radiação excessiva que afetam o conforto térmico do gado;
- ✓ Transformações na superfície do terreno proporcionando barreiras que proporcionarão menor escoamento superficial de águas da chuva com efeito sobre o controle da erosão do solo;
- ✓ Facilitação na colheita das árvores;
- ✓ Provedor de serviços ambientais (incremento de matéria orgânica, fixação de carbono e, ou, nitrogênio atmosféricos, ciclagem de nutrientes, biodiversidade);
- ✓ Alinhamento à tendência do mercado mundial (certificação e oportunidade de mercado para a intensificação sustentável dos sistemas de produção agropecuários e da bioeconomia).

Na África Austral (Malawi, Moçambique, Tanzânia, Zâmbia e Zimbábue), quatrocentos mil agricultores familiares estão utilizando arbustos e árvores de crescimento rápido para fertilizar seus campos naturalmente, aumentando as produtividades e rendimento. Cientistas do ICRAF (World Agroforestry Centre – Centro Mundial de Agrofloresta), uma ONG de pesquisa no Quênia, analisou o trabalho de duas décadas voltado à introdução das “árvores adubadoras” nas propriedades rurais africanas. Os resultados foram publicados na revista *International Journal of Agricultural Sustainability* (AJAYI et al., 2011).

De acordo com esses mesmos autores, a pesquisa mostrou que as árvores adubadoras, como a acácia (fabácea), captura nitrogênio atmosférico e o transfere para o solo em um processo conhecido como fixação de nitrogênio. Isso ajuda na assimilação de nutrientes e aumenta a produtividade das lavouras, com potencial para dobrar ou mesmo triplicar as colheitas. As árvores também melhoram a eficiência hídrica das propriedades e ajudam a prevenir a erosão do solo.

Os pesquisadores observaram que a produtividade do milho e o rendimento dos agricultores são significativamente mais altos em áreas onde as

árvores são utilizadas. Na Zâmbia, por exemplo, os rendimentos dos agricultores que usam árvores adubadoras foram, em média, US\$ 230-330 por hectare, enquanto o rendimento daqueles que não usam árvores foi de apenas US\$ 130. Este aumento na renda proporcionou alimentos para até 114 dias extras (*ibidem*).

Para esses mesmos autores, a fertilidade do solo cumpre um papel crítico em assegurar a segurança alimentar para agricultores familiares em muitos países africanos. Para ele, é preciso empreender esforços para tirar vantagem de todas as opções disponíveis – incluindo as árvores adubadoras – ao invés de travar inúteis debates acadêmicos sobre fertilizantes orgânicos *versus* inorgânicos. Sugere a criação de políticas e programas institucionais que possam apoiar o uso das árvores adubadoras e a disseminação de informações sobre seus benefícios.

Observa-se, assim, que a ILPF proporciona benefícios recíprocos para a lavoura e a pecuária, reduzindo as causas de degradação física, química e biológica do solo. Trata-se de uma estratégia de produção agropecuária que integra diferentes sistemas produtivos, agrícolas, pecuários e florestais dentro de um mesmo sistema, que busca otimizar o uso da terra, elevando os patamares de produtividade em uma mesma área, usando melhor os insumos, diversificando a produção e gerando mais renda e emprego (EMBRAPA, 2022).

No intuito de recuperar e renovar as pastagens, a integração lavoura-pecuária mostra-se como uma solução viável, pois a cultura comercial (Figura 4) cobre os custos da renovação, além do melhor aproveitamento dos insumos utilizados, principalmente fertilizantes e corretivos de solo (SILVA et al., 2018).



Figura 4. Exemplos de área com lavoura-pecuária (LP). Fonte: Acervo Priscila Nascimento (2022).

Os sistemas de ILPF, com manejo adequado das culturas e pastagens, são tecnicamente eficientes e podem proporcionar substanciais aumentos na produção, principalmente quando ocorre recuperação de áreas degradadas ou pouco produtivas (KICHEL et al., 2012; BALBINO et al., 2019). A adoção desta tecnologia evita a abertura de novas áreas, com benefícios ambientais, como proteção da vegetação nativa, conservação do solo e recursos hídricos, além de promover o desenvolvimento socioeconômico regional (KICHEL et al., 2012).

Coelho Júnior (2015) e Souza (2022) afirmam que a recuperação da pastagem aperfeiçoa o aproveitamento da área, recupera as propriedades químicas, físicas e biológicas do solo e viabiliza a produção de proteína animal, devido ao aumento da capacidade de suporte; não obstante, impede novos desmatamentos preservando a fauna e a flora.

Dessa forma, tem papel decisivo nesse processo de modernização, tornando possível o aumento da produção, sem a expansão das áreas de pastagem (DIAS-FILHO et. al., 2014).

A ILPF tem como objetivos principais: recuperar ou renovar pastagens degradadas; recuperar lavouras degradadas; obter cobertura morta para o plantio direto; e produzir forragem na época seca (ROCHA et al., 2010) (Figura 5).



Figura 5. Área de pastagem recuperada com o sistema IPF em Mimoso do Sul, ES. Fonte: Acervo Maurício Novaes (2022).

Nas explorações lavoureiras e florestais se espera ainda a quebra do ciclo das pragas, doenças e plantas daninhas, a redução de doenças de plantas cultivadas com origem no solo, seja por efeito físico ou alelopático, melhor conservação de água no solo (Figura 6) e menor variação da temperatura, além da possibilidade de agregar valor ao sistema (ROCHA et al., 2010).



Figura 6. Área de pastagem recuperada com o sistema IPF influenciando na produção de água em Mimoso do Sul, ES. Fonte: Acervo Maurício Novaes.

Rocha et al. (2010) destacam também a melhoria da quantidade e qualidade de forragem disponível nas pastagens em ILPF, seja pela adubação residual das lavouras ou da própria pastagem. Havendo alimentos de melhor qualidade e produtividade, os animais poderão expressar todo seu potencial genético em termos de produção, com possibilidade de incremento de renda.

Para Kichel et al. (2012), a introdução de lavouras nestes sistemas é um componente estratégico de sistemas de produção de carne, leite, grãos, fibras, madeira, energia e serviços ambientais, que interagem e se complementam. Os autores ainda afirmam que a utilização de pastagens em integração com lavouras, proporciona melhoria significativa na cobertura vegetal e na matéria orgânica do solo, viabilizando o plantio direto e, conseqüentemente, ampliando o potencial de retenção de carbono, favorecido pela massa aérea e sistema radicular das forrageiras.

De acordo com Branco (2000), os principais efeitos esperados da presença de árvores nas pastagens cultivadas são: proteção do solo contra erosão e melhoria da fertilidade do solo. A sombra das árvores também proporcionará maior bem-estar aos animais (Figura 7).



Figura 7. Rebanho descansando sob a sombra de árvores em área de ILPF – conforto térmico. Fonte: EMBRAPA (2020).

Com a maior diversificação do sistema proporcionada pela ILPF, há o

aumento da matéria orgânica no solo, proveniente da incorporação de resíduos vegetais, tanto do sistema radicular, quanto da parte aérea da pastagem, alterando as propriedades físicas, químicas e biológicas do solo (OLIVEIRA et al., 2022).

O aumento do teor de matéria orgânica favorece a atividade dos microrganismos, aumentando a disponibilidade de nutrientes. Além destes benefícios, o sistema radicular das plantas forrageiras forma canais e contribuem para a formação de agregados do solo, melhorando a porosidade do mesmo, o que aumenta a infiltração de água e reduz perdas de solo.

De forma geral, as propriedades rurais que vêm adotando o sistema IPF são menores em área, com predomínio de relevo com algum grau de declividade e solos mais arenosos. Uma das razões é a necessidade de aumento de renda por área nesse tipo de propriedade e região. Este sistema de integração tem sido utilizado tanto por pecuaristas de leite como de corte, com foco de atuação nas fases de cria e recria. São propriedades rurais com grau de diversificação da produção mais elevado e predomínio de contratação de mão de obra temporária para as atividades agrícolas pontuais (SKORUPA; MANZATTO, 2019).

Para esses mesmos autores, a diversificação das atividades agropecuárias, bem como das fontes de renda, confere maior flexibilidade para o pequeno produtor lidar com o risco climático inerente à atividade agropecuária e aos riscos de mercado. As limitações encontradas durante o processo de adoção passam pela falta de acesso às informações relacionadas ao mercado e à produção do componente arbóreo em condições de integração com a pastagem, por exemplo, no que se refere à escolha da espécie e espaçamentos adequados, recomendação de adubação e práticas de manejo, como a condução da desrama e desbaste e o manejo da rebrota e replantio.

Muitas dessas informações são conhecidas pela comunidade científica. Recentemente, a busca por capacitação dos técnicos da extensão rural pública e privada é uma forma de contribuir para a redução dessa lacuna. Vale ressaltar que o sistema de integração deve ser adaptado às condições culturais, de mercado e edafoclimáticas da região, bem como ao perfil do produtor rural. Assim, a capacitação do técnico da extensão rural com conhecimento prático da região é uma forma de moldar o conhecimento às necessidades do produtor rural, facilitando a sua difusão (SKORUPA; MANZATTO, 2019).

Segundo esses mesmos autores, observam-se diferentes combinações na rotação lavoura-pastagem. A escolha da atividade agrícola, bem como do manejo da rotação no ano agrícola, está associada às possibilidades do mercado e às condições edafoclimáticas locais. Em regiões em que não há indicação para a segunda safra de grãos, há variações de condução usando soja/pasto, milho/pasto, amendoim/pasto. A pastagem na segunda safra, em rotação ou em consórcio, é uma alternativa para minimizar a sazonalidade de oferta de forragem na propriedade rural.

3. Implantação do sistema ILPF

A integração lavoura-pecuária-floresta compreende diferentes sistemas, que podem contemplar diferentes culturas, podendo ser empregada em qualquer área por produtores com diferentes níveis tecnológicos. Porém, para o sucesso do emprego desta tecnologia, é primordial o bom planejamento do manejo da área a recuperar ou renovar, devendo sempre ser feito com orientação técnica.

Existem quatro modelos possíveis dentro dos sistemas integrados:

- 1) Integração Lavoura-Pecuária: consórcio entre uma cultura de interesse comercial para produção de grãos ou silagem, com espécie forrageira para formação de pastagem.
- 2) Integração Pecuária-Floresta: cultivo de pastagem com a presença de uma espécie florestal, que pode ter fins lucrativos ou não.
- 3) Integração Lavoura-Floresta: cultivo, em plantio direto, de culturas agrícolas, entre linhas de espécies florestais.
- 4) Integração Lavoura-Pecuária-Floresta: cultivo de culturas agrícolas, entrelinhas de espécies florestais, consorciadas com espécie forrageira que servirá de pasto após a colheita.

A escolha de qual modelo utilizar dependerá do objetivo do produtor e dos recursos disponíveis para a sua implantação. As características da área também são de extrema importância, pois determinará a possibilidade ou não de mecanização, bem como a necessidade da adoção de outras técnicas de conservação do solo e da água, por exemplo, o terraceamento e o uso de barraginhas (Figura 8).



Figura 8. Terraceamento nas linhas de plantio da espécie florestal em IPF, em área com declividade acentuada. Fonte: Acervo Priscila Nascimento (2022).

A implantação do sistema poderá ser feita com consórcio de culturas, sucessão ou ainda a rotação de culturas, que podem ser anuais ou perenes, com forrageiras. Desta forma, pode-se escolher um modelo para a implantação; porém, o mesmo poderá mudar com o passar dos anos.

Os arranjos são executados tanto pelo produtor proprietário da terra, como em parceria entre o pecuarista detentor da terra e o agricultor especialista. São propriedades rurais em que a atividade econômica de pecuária é predominante. Outro tipo de arranjo observado é a rotação soja/milho/pasto. Essa combinação ocorre em regiões com baixo risco para a produção de duas safras de grãos consecutivas. A pastagem é usada com gado por um curto período de tempo ou é usada para a produção de biomassa para o plantio direto da safra principal. Nesse caso, a atividade econômica principal é a produção de grãos e a pecuária é a atividade complementar. Outras iniciativas pontuais são observadas, a exemplo da rotação da pastagem com a produção de batata doce e abacaxi (SKORUPA; MANZATTO, 2019).

Uma alternativa de ILPF para pecuária de leite, por exemplo, seria por meio do consórcio de culturas anuais utilizadas para a produção de grãos destinados à obtenção de concentrado ou de silagem - milho, sorgo e milheto

são culturas muito empregadas com esta finalidade. Neste caso, a espécie forrageira pode ser plantada sem prejuízos à cultura de grãos. Os produtos das lavouras de grãos podem ser comercializados ou servir para a produção de concentrado na propriedade (ROCHA et al., 2010).

Para a recomendação de adubos e corretivos, quando da implantação de um consórcio, usa-se como referência a cultura mais exigente, neste caso as produtoras de grãos. Em geral, a produção da cultura de grãos paga praticamente todo o custo da recuperação da pastagem (ROCHA et al., 2010).

Após o corte da lavoura, a espécie forrageira tem melhores condições para se desenvolver, sem competição por nutrientes e também maior luminosidade. Com temperatura e umidade favoráveis, a pastagem poderá ser utilizada cerca de 30 a 40 dias após a colheita, devendo ser manejado adequadamente para maximizar a sua produção (ROCHA et al., 2010).

O componente florestal pode ser incorporado a qualquer momento dentro da ILPF, de acordo com o interesse dos produtores e os benefícios esperados, compondo, assim, os sistemas ILPF (Figura 9).



Figura 9. Árvore nativa mantida na pastagem em IPF. Fonte: Acervo Priscila Nascimento (2022).

A escolha da espécie florestal a ser implantada deverá levar em consideração o interesse na produção, destinada ao pastejo direto, melhoria da fertilidade do solo, comercialização ou uso na propriedade para construção de cercas e galpões. As principais características que devem ser atendidas pelo

componente florestal são: possuir valor agregado, ter crescimento rápido, copa pouco densa para evitar o sombreamento excessivo, copa alta e não ser tóxica aos animais (Figura 10).



Figura 10. Efeito da sombra das árvores de eucalipto consorciado com pastagem (IPF). Fonte: Acervo Priscila Nascimento (2022).

O espaçamento das árvores dependerá das características da espécie, principalmente da densidade da copa e o manejo geral do sistema de ILPF. De forma geral, nos dois primeiros anos após a inserção do componente florestal, as áreas devem ser exploradas com lavouras de grãos consorciadas com culturas forrageiras destinadas à produção de silagem ou feno. Os animais não devem entrar na área; porém, se for feito o pastejo, será necessário o cercamento das linhas de plantio das árvores.

O controle de formigas e cupins na área antes do plantio da espécie florestal é imprescindível, bem como os tratos culturais como coroamento, desrama e desbaste, a fim de se obter uma madeira de qualidade.

4. ILP e ILPF no Mato Grosso do Sul

No Mato Grosso do Sul tem sido bastante utilizada lavouras de soja durante a primavera/verão seguida de milho ou pasto safrinha no outono/inverno, associado à pecuária de corte. Esta forma de produção, a Integração lavoura-pecuária (ILP) é a mais usual e vem sendo adotada por produtores nas áreas

mais tradicionais de cultivos de grãos onde também está presente a pecuária de corte (SKORUPA; MANZATTO, 2019).

Nesses locais, de acordo com esses mesmos autores, como nas microrregiões da Grande Dourados e Sul-Fronteira, a cultura principal é a soja no período de verão seguida do milho safrinha após a colheita da soja. Entretanto, parte destas áreas não se caracteriza como ILP, pois as forrageiras entram no sistema apenas para a produção de palhada para o plantio direto, em cultivo consorciado com milho ou em cultivo solteiro após a colheita da soja.

A inserção da pecuária ocorre em algumas áreas destinadas a pastagens ao longo do ano: estas são complementadas na alimentação de bovinos, com pastagens cultivadas em consórcio com milho safrinha ou após a colheita da soja, resultando em um bom desempenho animal pela abundância e qualidade da forragem. Nestes sistemas, as pastagens de verão, após 18, 30 ou 42 meses, são cultivadas com as culturas de soja e milho, alternando desta forma períodos de cultivos e períodos com pastagens. Muitas vezes são complementados com suplementação proteico-energética a pasto, ou mesmo terminada em confinamento (SKORUPA; MANZATTO, 2019).

Ainda no Mato Grosso do Sul, segundo Gil et al. (2015), existem áreas com predomínio de pecuária e introdução de cultivos anuais, visando à recuperação de pastagens degradadas e à introdução de sistemas ILP e ILPF. As áreas que englobam os municípios das microrregiões Campo Grande, Bolsão e Norte, apresentam como principais atividades econômicas a pecuária de corte e a silvicultura. Nessas regiões há predominância de solos com textura média e arenosa, topografia plana a ondulada, geralmente ácidos e com baixa fertilidade natural.

Nesses municípios predominam a exploração da pecuária com extensas áreas com pastagens, das quais várias em diferentes graus de degradação, com baixa capacidade produtiva e rentabilidade da atividade pecuária. Devido aos elevados custos para a recuperação e manutenção direta das pastagens (sem o uso de sistemas integrados de produção) e baixa rentabilidade da pecuária, estas práticas são realizadas esporadicamente ou não são realizadas, inviabilizando cada vez mais a pecuária com consequências ambientais e sociais acentuadas (*ibidem*).

Esses mesmos autores destacam que nestas áreas com solos mais leves e pastagens degradadas tem havido um crescimento de áreas com cultivo de soja, visando à recuperação de pastagens e produção do grão. Em diversos municípios a área com esta cultura tem crescido anualmente, onde ela era insignificante em anos recentes.

Para as condições de solos mais frágeis, não tradicionais de culturas anuais, foi desenvolvido o Sistema São Mateus: modelo de produção de integração Lavoura-Pecuária (ILP) que tem como base a recuperação prévia da pastagem para que haja melhor reação dos corretivos aplicados, melhoramento da qualidade física do solo e a cobertura de palhada necessária (SALTON et al., 2013).

Segundo esses mesmos autores, o uso de tal sistema proporciona boas possibilidades de sucesso com o cultivo de soja em sequência, cuja receita gerada pela produção amortiza os custos da recuperação da pastagem, além de gerar efeitos positivos no solo na sucessão soja/pastagem. Tal sistema integrado de produção (ILP) possibilita a diversificação das atividades, diluindo os riscos de frustrações na produção e ampliando a rentabilidade e a margem de renda da propriedade rural.

Afirmam, ainda, que a adoção de sistemas silvipastoris (IPF) vem se ampliando nestas regiões. Este crescimento tem incentivado a adoção de sistemas de produção de bovinos em associação com cultivos florestais, onde estes apresentam um bom potencial de mitigar gases efeito estufa. Para isto, vem sendo desenvolvido pela Embrapa o sistema de produção denominado “Carne Carbono Neutro”, no qual o saldo entre a emissão e o sequestro de gases que causam o efeito estufa (GEE) é neutralizado (ALVES; ALMEIDA; LAURA, 2015).

Alguns estudos de referência têm sido realizados, como os de Ferreira et al. (2012) e Ferreira et al. (2015) que avaliaram o potencial para neutralizar os GEE em dois sistemas de ILPF, com 227 e 357 árvores de eucalipto por hectare, aos 36 e aos 72 meses após o plantio. No sistema com 227 árvores/ha, o potencial de neutralização passou de 7,1 UA/ha/ano (aos 36 meses) para 10,8 UA/ha/ano (aos 72 meses), enquanto que no sistema Ferreira com 357 árvores/ha o potencial de neutralização passou, respectivamente, de 12,8 UA/ha/ano para 17,5 UA/ha/ano.

Com relação aos processos de transferência de tecnologia em sistemas ILPF, a capacitação de profissionais da extensão rural e assistência técnica pública e privada tem sido uma prioridade. Desde 2015, segundo Skorupa e Manzatto (2019), a Embrapa Pecuária Sudeste (São Carlos, SP), com apoio de outras Unidades da Embrapa e da Rede ILPF, oferece um Programa de Capacitação Continuada em Sistemas de Integração Lavoura-Pecuária (ILP) e de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF). O programa de capacitação visa promover a transferência de tecnologias e aumentar a adoção desses sistemas na região Sudeste por meio da formação de uma rede de multiplicadores de transferência de tecnologia.

4. Considerações finais

De modo geral, a ILPF nada mais é do que um sistema intensivo de produção que visa aumentar a eficiência de exploração da terra, com maior rentabilidade e estabilidade para os produtores, proporcionando, ainda, a sustentabilidade das atividades agropecuárias.

Os benefícios do sistema são ambientais, sociais e econômicos, melhorando a qualidade do solo, proporcionando conforto térmico aos animais e incrementos na produtividade, além de diversificar a renda com outros produtos agrícolas. Desta forma, a ILPF pode mudar a realidade da propriedade, bem como das famílias que ali vivem.

A busca por tecnologias mais sustentáveis, bem como o incentivo a sua adoção, devem ser permanentes.

5. Referências bibliográficas

AJAYI, O. C.; PLACE, F.; AKINNIFESI, F. K.; SILESHI, G. W. Agricultural success from Africa: the case of fertilizer tree systems in southern Africa (Malawi, Tanzania, Mozambique, Zambia and Zimbabwe). **International Journal of Agricultural Sustainability**, v. 9, n. 1, p. 123-129, 2011. DOI: 10.3763/ijas.2010.0554

ALVES, F. V.; ALMEIDA, R. G. de; LAURA, V. A. (Ed.). **Carne carbono neutro: um novo conceito para carne sustentável produzida nos trópicos**. Brasília, DF: Embrapa Gado de Corte, 2015. 32 p. (Embrapa Gado de Corte. Documentos, 210).

BALBINO, L. C.; KICHEL, A. N.; BUNGENSTAB, D. J.; ALMEIDA, R. G. Sistemas de integração: conceitos, considerações, contribuições e desafios. In:

BUNGENSTAB, D. J. et al. (Ed.). **ILPF: inovação com integração de lavoura, pecuária e floresta**. Brasília, DF: Embrapa; Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, 2019. Cap. 1, p 31-48.

BRANCO, R. H. **Degradação de pastagens**: diminuição da produtividade com o tempo. Conceito de sustentabilidade. 2000. 27 p. Trabalho apresentado como parte das exigências da disciplina de Forragicultura - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2000.

COELHO JÚNIOR, J. M. L. P. **Biomassa e volumetria de híbridos de *Eucalyptus urograndis* em sistema de integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF) na Região Sul de Goiás**. 2015. 63 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia: Produção Vegetal) – Escola de Agronomia, Universidade Federal de Goiás, Goiânia-GO, 2015.

DIAS-FILHO, M. B. **Diagnóstico das pastagens no Brasil**. Belém: Embrapa. 2014. 36 p.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Integração Lavoura-Pecuária-Floresta**. 2020. Disponível em: <https://www.embrapa.br/tema-integracao-lavoura-pecuaria-floresta-ilpf/nota-tecnica>. Acesso em: 09 jul. 2022.

FERREIRA, A. D.; ALMEIDA, R. G.; ARAÚJO, A. R.; MACEDO, M. C. M.; BUNGENSTAB, D. J. Yield and environmental services potential of eucalyptus under ICLF systems. In: WORLD CONGRESS ON INTEGRATED CROP-LIVESTOCK-FOREST SYSTEMS, 2015, Brasília, DF. **Proceedings...** Brasília, DF: Embrapa, 2015. 1 p.

FERREIRA, A. D.; ALMEIDA, R. G.; MACEDO, M. C. M.; LAURA, V. A.; BUNGENSTAB, D. J.; MELOTTO, A. M. Arranjos espaciais sobre a produtividade e o potencial de prestação de serviços ambientais do eucalipto em sistemas integrados. In: CONGRESSO LATINOAMERICANO DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS PARA A PRODUÇÃO PECUÁRIA SUSTENTÁVEL, 7, 2012, Belém, PA. **Anais...** Belém, PA: CATIE: CIPAV, 2012. p. 1-5.

GIL, J.; SIEBOLD, M.; BERGER, T. Adoption and development of integrated crop livestock–forestry systems in Mato Grosso, Brazil. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, v. 199, p. 394-406, 2015.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção Pecuária Municipal**. 2020. Rio de Janeiro. v. 48, p. 1-12. ISSN 0101-4234.

KICHEL, A. N; BUNGENSTAB, D. J.; ZIMMER, H. A.; SOARES, C. O.; ALMEIDA, R. G. Sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta e o progresso do setor agropecuário brasileiro. In: BUNGENSTAB, D. J. (Ed.). **Sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta: a produção sustentável**. 2. ed. Brasília, DF: Embrapa; Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, 2012. Cap. 1, p 1-10.

MACEDO, M. C. M; ARAÚJO, A. R. Sistemas de produção em integração: alternativa para recuperação de pastagens degradadas. In: BUNGENSTAB, D. J. (Ed.). **ILPF: inovação com integração de lavoura, pecuária e floresta**. Brasília,

DF: Embrapa; Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, 2019. Cap. 20, p 296-317.

OLIVEIRA, C.; REPOSSI, B. F.; FERRI, A. G.; SILVA, G. P. DA; VARDIERO, L. G. G.; TRUGILHO, G. A.; RANGEL, D. S.; LOUBACK, G. C.; SILVEIRA, L. F. V.; SOUZA, M. N. Conservação e recuperação de Áreas de Preservação Permanente. In: SOUZA, M. N. (Org.) **Tópicos em recuperação de áreas degradadas**. Vol. III. – Canoas, RS: Mérida Publishers. p. 114-136. 2022. <http://doi.org/10.4322/mp.978-65-84548-04-6.c3>

PERON, A. J; EVANGELISTA, A. R. Degradação de pastagens em regiões de cerrado. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 28, n. 3, p. 655-661, 2004.

ROCHA, W. S. D. et al. Integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF). In: AUAD, A. M. et al. (Ed.). **Manual de bovinocultura de leite**. Brasília: LK Editora; Belo Horizonte: SENAR-AR/MG; Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2010. Cap. 5, p183-202.

SALTON, J. C.; KICHEL, A. N.; ARANTES, M.; KRUKER, J. M.; ZIMMER, A. H.; MERCANTE, F. M.; ALMEIDA, R. G. **Sistema São Mateus**: sistema de integração lavoura-pecuária para a região do Bolsão Sul-Mato-Grossense. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2013. 6 p. (Embrapa Agropecuária Oeste. Comunicado técnico, 186).

SILVA, A.; SANTOS, F. L. S.; BARRETTO, V. C. M.; FREITAS, R. J.; KLUTHCOUSKI, J. Recuperação de pastagem degradada pelo consórcio de milho, *Urochloa brizantha* cv. marandu e guandu. **Revista de Agricultura Neotropical**, Cassilândia-MS, v. 5, n. 2, p. 39-47, abr./jun. 2018. ISSN 2358-6303.

SKORUPA, L. A.; MANZATTO, C. V. (Ed. Técnicos) **Sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta no Brasil**: estratégias regionais de transferência de tecnologia, avaliação da adoção e de impactos. – Brasília, DF: Embrapa, 2019. 471 p.

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>.

TOWNSEND, C. R; COSTA, N. L; PEREIRA, R. G. A. **Recuperação e práticas sustentáveis de manejo de pastagens na Amazônia**. Porto Velho: Embrapa, 2012. 28 p.

VILELA, W. T. C; MINIGHIN, D. C; GONÇALVES, L. C; VILLANOVA, D. F. Q; MAURICIO, R. M; PEREIRA, R. V. G. Pastagens degradadas e técnicas de recuperação: Revisão. **PUBVET: Medicina Veterinária e Zootecnia**, Maringá, v.11, n.10, p. 1036-1045, out., 2017.

Autores

Priscila de Oliveira Nascimento, Maurício Novaes Souza*

Pós-Graduação em Agroecologia do Instituto Federal do Espírito Santo -
Campus de Alegre. Caixa Postal 47, CEP: 29500- 000, Alegre-ES, Brasil.

* Autor para correspondência: mauricios.novaes@ifes.edu.br

CAPÍTULO 6

Sistemas agroflorestais e consórcios na cultura do café

João Marcos Verly de Oliveira da Silva, Maurício Novaes Souza, Otacílio José Passos Rangel, Maurício Lorenção Fornazier, Geisa Correa Louback, Grazielli Pirovani, Bruna Lopes Caon, Mauricio Ferreira Moreira, Camila Barbiero Siqueira, Guilherme Andrião Trugilho, Marciano Kaulz, Aline Marchiori Crespo, Ana Lídia Chaves Gomes, Marcus Vinícius Campos Gall, Andresa Carolina Mendes Pinheiro, Ana Cláudia Moreira Guerra, Igor Borges Peron

<https://doi.org/10.4322/mp.978-65-84548-10-7.c6>

Resumo

Considerando o padrão de produção implantado e que há tempos se vem usando, depara-se com uma realidade que se mostram necessárias mudanças na forma de olhar e conduzir as lavouras, voltadas a modelos de base agroecológica. Este documento apresenta formas de interação entre plantas e animais de maneira simultânea, àqueles que buscam por uma agricultura sustentável, com acréscimo de culturas diferentes no mesmo local, contribuindo para um retorno econômico, financeiro e ambiental. Além disso, evidencia que algumas culturas de interesse econômico, como o cafeeiro, pode ser trabalhado juntamente em sistemas agroflorestais (espécies florestais, culturas agrícolas e criação de animais), proporcionando agregação de valor ao produto. Sendo a cafeicultura um cultivo de extremo interesse ao País e que apresenta um mercado crescente, verificou-se relevância de estudo nessa área, uma vez que o manejo de cultivo pode ser determinante para a qualidade da bebida do café. Como o café conilon concentra grande parte de seu campo produtivo no estado do Espírito Santo, e que estão, em sua maioria, em pequenas propriedades rurais e de base familiar, mostra-se potencial assimilação em aliar conservação e produtividade dentro de manejos que consorciem esse cafeeiro a espécies madeireiras e frutíferas. A arborização se torna interessante opção por proporcionarem um microclima local: podem minimizar efeitos oriundos de alterações climáticas, que aumentaram as temperaturas e o período de seca, com sérios prejuízos econômicos aos produtores. Em suma, destaca-se que os sistemas agroflorestais já vêm sendo implantados e bem sucedidos, como aqui se difunde e vê.

Palavras-chave: Cafeicultura sustentável. Base agroecológica. Consorciação. Diversificação de produção.

1. Introdução

O Brasil representa 37% da produção global, com 63 milhões de sacas, destacando-se como o maior produtor entre os 64 países produtores de café em todo o mundo (ICO, 2021). Em nível global, atua como maior exportador de café e ocupa a segunda posição quando o assunto é o consumo da bebida. O estado do Espírito Santo é o segundo maior produtor de café do Brasil, englobando a produção das espécies conilon e arábica, tendo produzido 837.480 toneladas, sendo 285.900 toneladas apenas de arábica (CONAB, 2020).

Em tempos recentes, tem-se buscado cafés de qualidade superior tanto por países produtores quanto consumidores. Além disso, as condições socioambientais têm ganhado aspecto relevante por grande parte dos países importadores. Daí a importância em buscar métodos alternativos de produção, considerando que a sustentabilidade da cafeicultura de arábica no Espírito Santo tem sido trabalhada nas vertentes econômica, ambiental e social, além de processos de certificações (SOUZA, 2022; VIÇOSI et al., 2022).

Por tais questões, surge a necessidade de que novas técnicas de manejo fitossanitário e ou de sistema produtivos que venham a ser implantadas na cafeicultura capixaba com o uso dos conceitos das boas práticas de produção agrícola (BPA), da produção orgânica e agroecológica, como se apresentam os Sistemas Agroflorestais (SOUZA, 2015; SOUZA et al., 2020; SOUZA, 2022).

O termo “Sistema Agroflorestal” (SAF) corresponde a uma forma de uso da terra e manejo dos recursos naturais, nos quais espécies lenhosas (árvores, arbustos, palmeiras) são utilizadas em associação com cultivos agrícolas ou animais, na mesma área, de maneira simultânea ou em uma sequência temporal (MONTAGNINI, 1992).

Para que modelos agrícolas possam ser assim classificados, esses devem seguir a definição dos SAF, no qual é necessário associar o uso de plantas arbóreas, arbustivas e herbáceas, consorciadas com espécies agrícolas e forrageiras com ou sem a presença animal, mas obrigatoriamente associadas às espécies florestais, conforme afirmam Nair (1989) e Young (1994).

No SAF verifica-se uma melhora da viabilidade, sustentabilidade ecológica, social e econômica da produção agrícola. De acordo com Ribaski, Radomski e Ribaski (2012), os SAF são formas de uso ou manejo da terra, nos quais se combinam espécies arbóreas (frutíferas e, ou, madeireiras) com cultivos

agrícolas e, ou, criação de animais, de forma simultânea ou em sequência temporal e que promovem benefícios econômicos e ecológicos, melhorando as condições física, química e biológica do solo. O resultado é um sistema potencialmente produtivo, sustentável e que acrescenta qualidade aos produtos que serão comercializados e, ou, mesmo consumidos.

Esse modelo de produção se torna interessante para agricultores que buscam obter uma agricultura economicamente viável, pois a interação de plantas no mesmo espaço/tempo contribui para utilização de áreas menores, podendo trazer um retorno financeiro satisfatório, visto que podem utilizar o mesmo local para cultivar espécies diferentes que vão contribuir como fonte de renda.

Diversas culturas de interesse têm sido sucesso na integração do Sistema Agroflorestal com café, por exemplo, espécies perenes que no inverno perdem suas folhas e permitem que maiores concentrações de raios solares cheguem às plantas de café, o que favorece seu florescimento com maior vigor.

O cultivo de lavouras cafeeiras com SAF é uma alternativa viável para minimizar o processo de esgotamento do solo, com reflexos positivos na produtividade e qualidade dos grãos de café, devido a formação de um microclima favorável, que contribui de maneira significativa na agregação de valor ao produto (ROCHA et al., 2016).

Cabe destacar que os SAF funcionam como fragmentos florestais; ou seja, oferecem serviços ecossistêmicos como locais de abrigo e propiciam alimentos alternativos para inimigos naturais aumentando sua população; além disso, esses locais podem funcionar como barreira física contra a disseminação de insetos-praga que atacam a cultura do café. Pesquisas se fazem necessárias para determinar a influência desses fragmentos florestais, posto que dependem do tipo de cultura à qual estão associados, da cobertura do solo não cultivado e práticas de manejo (TSCHARNTKE et al., 2016).

Ao selecionar árvores e proporcionar uma maior diversidade da flora nativa no SAF e ter participação como métodos de controle, são avaliados critérios harmônicos entre os cultivos, produção de biomassa e comodidade no manejo, além da análise de características, anteriormente citadas, que favoreçam o controle biológico das pragas (VENZON et al., 2019).

Além desses fatores, dada a importância da qualidade da bebida no preço do produto final, a arborização do cafeeiro por criar um microclima que proporciona menores temperaturas, pode influenciar a produtividade da lavoura, bem como a qualidade do café. Ainda, de acordo com Fornazier et al. (2017), devido à maior umidade dentro das lavouras proporcionada pela melhor cobertura vegetal, poderá reduzir a incidência de pragas, como o bicho-mineiro.

De acordo com Morais et al. (2009), na fase de floração do café arábica com incidência de 50% de luz, houve maior quantidade de flores e frutos. Para Souza et al. (2020), em trabalho realizado na região do Caparaó, a técnica de associar árvores com o cafeeiro condicionou melhoria na qualidade sensorial da bebida do café, quando comparado ao cultivo a pleno sol.

2. Classificação dos sistemas agroflorestais (SAF)

Pode-se considerar SAF como um sistema que inclui um estrato arbóreo diversificado, um estrato arbustivo, por exemplo, o café, que pode ainda incluir outras espécies (milho, mandioca, feijão, entre outras), um estrato herbáceo, como é o caso de leguminosas introduzidas para adubação verde, vegetação espontânea ou alimentícia (SOUZA et al., 2020).

Os SAF, segundo Souza (2018) e Bernardes (2008), podem ser classificados de acordo com seus componentes em:

- **Silviagrícola ou agrossilviculturas:** Espécies florestais e culturas agrícolas (Figura 1).



Figura 1. Modelo Silviagrícola ou agrossilvicultura. Fonte: Os autores.

De acordo com a disposição das espécies no campo, os modelos podem ter uma grande variação, consistindo desde sistemas mistos adensados como quintais caseiros, mistos de baixa densidade, como os sistemas agrossilvipastoris, em faixas ou contínuos ou ainda ao acaso. De acordo com a disposição das espécies no tempo, os SAF podem ser simultâneos ou sequenciais (SOUZA, 2018).

Segundo Martins e Souza (2013), os SAF sequenciais ocorrem de forma que haja um intervalo de tempo entre a colheita da primeira cultura e a semeadura da cultura subsequente. Já para os simultâneos, pode-se observar que existem várias situações: duas culturas com a mesma época de plantio e colheita (SAF coincidente), culturas de mesma época de semeadura e épocas diferentes de colheita (concomitantes).

- **Silvipastoril:** Espécies florestais e forrageiras para alimentação animal (Figura 2):



Figura 2. Modelo Silvipastoril. Fonte: Os autores.

- **Agrossilvipastoril:** Espécies florestais, culturas agrícolas e forrageiras para alimentação animal (Figura 3):



Figura 3. Modelo Agrossilvipastoril. Fonte: Martins et al. (2019).

Um exemplo interessante de SAF de culturas concomitantes é o plantio de palmeira real e palmito Jussara para obtenção de palmito sob plantio de eucalipto, onde a cultura do palmito é extraída com cinco (5) anos; portanto, antes do término do primeiro ciclo do eucalipto que ocorre com sete (7) anos (Figura 4).



Figura 4. Palmeira real sob plantio de eucalipto. Fonte: Os autores.

Outro modelo de SAF é o sobreposto, quando ocorre a semeadura de uma cultura antes do final do ciclo de uma cultura já instalada no local, e cuja colheita será feita após o término do ciclo da primeira cultura instalada.

Ainda, tem-se o modelo interpolado, no qual durante o ciclo de uma cultura perene, tem-se a implantação de culturas de ciclo menor, como as culturas de ciclo anual sob árvores de seringueira ou eucalipto.

3. Cafeeiros nos SAF

Quando se cultiva café a pleno sol, em monocultura, o espaçamento entre plantas é menor ou igual ao utilizado em café sombreado. Como nesse sistema não possui outras espécies consorciadas, o número de plantas de café é maior, o que eleva sua produção. Já que em sistema sombreado, a disposição de árvores acaba reduzindo a quantidade de plantas de café, o montante final da produção de café será também menor.

Ainda hoje, a cafeicultura nacional é caracterizada por grandes áreas de monocultura a pleno sol, sistema também conhecido como cultivo convencional. Por esses aspectos, o Brasil caminha contrário ao seu cultivo original, em que o café é uma espécie arbustiva originária de florestas caducifólias da Etiópia (RICCI et al., 2006).

Os sistemas de monoculturas, incluindo a de café, são caracterizados por possuir alta taxa de degradação do solo, perda do carbono armazenado, diminuição da fertilidade natural, erosão, compactação do solo, além de elevados custos de produção que, conseqüentemente, diminuem a margem de lucro do produtor (MÜLLER, 2004).

Esses sistemas de monocultivo possuem uma riqueza ecológica inferior aos cultivos consorciados. A presença de árvores favorece a redução da temperatura via bloqueio da radiação solar direta; reduz a amplitude da variação térmica, proporcionando o aumento da umidade e na quantidade de fitomassa no solo; eleva o teor de carbono e da matéria orgânica do solo, conseqüentemente aumentando a capacidade de troca de cátions. Isso proporciona maior disponibilidade de nutrientes para as plantas e redução na perda de nutrientes por lixiviação, além de diminuir os teores de alumínio trocável (VAAST et al., 2006; SOUZA et al. 2020).

Dessa forma, as características fisiológicas do café permitem que sejam

cultivados em sistemas sombreados por árvores (DAMATTA, 2004). Os SAF com café podem contribuir para a conservação da biodiversidade e prestação de serviços ambientais, tanto para as populações locais quanto para a sociedade global (RICE, 2008; MARTINEZ et al., 2009).

A partir dos relatos científicos de que o clima pode ser um aliado da qualidade, existem esforços para tentar demonstrar que áreas mais sombreadas naturalmente produzem cafés de melhor qualidade do que em terrenos com maior exposição ao Sol. Dessa forma, é necessário que as boas práticas de manejo, produção, processamento e industrialização sejam aplicadas para atender à demanda do mercado consumidor, que exige alta qualidade. A indústria cafeeira deve apoiar pesquisas que busquem identificar, rastrear e prever as condições climáticas que afetam a qualidade da bebida (FAGAN et al., 2011).

Estima-se que 40% das características físicas, químicas e sensoriais dos grãos são definidas por fatores de pré-colheita e que os 60% restantes dos índices de qualidade são determinados pelo método de processamento que é empregado no pós-colheita (MUSEBE et al., 2007).

Logo, fica evidente que a qualidade final é resultante de uma série de fatores que interagem no percurso da produção, dependendo assim de uma combinação adequada de fatores climáticos, edáficos, ecológicos e principalmente da forma de manejo a ser empregada; ou seja, o tipo de cultivo que o produtor adota pode ser um determinante da qualidade (PEREIRA *et al*, 2020).

Assim, se a qualidade é afetada pelo sistema produtivo, e pelas condições edafoclimáticas, é primordial que se tenham cuidado de estudar, descrever e caracterizar sistemas de produção eficientes que aliem a produtividade, a qualidade e a sustentabilidade dos recursos naturais em zonas de produção (PEREIRA *et al*, 2020).

Também, há de se considerar, com relação à rentabilidade do produtor, que o café é um produto agrícola cujo preço se baseia em parâmetros qualitativos, e varia significativamente em função da qualidade apresentada.

Sendo assim, cuidados e técnicas adequadas na condução da lavoura, bem como nas fases de colheita e pós-colheita, são fundamentais para a obtenção de um produto de qualidade e com melhor rentabilidade (MALTA et al.,

2008 *apud* SOUZA, 2018).

A adoção de SAF se apresenta como uma boa opção para a cafeicultura, tanto sob os aspectos ambientais (diversidade biológica, controle microclimático), como sob os aspectos econômicos possibilitando renda adicional, fonte de biomassa e redução da aplicação de adubos químicos (ALVARENGA; MARTINS; PAULA, 2002 *apud* LOPES et al., 2014). Segundo Ferrão et al. (2017), o aspecto econômico é um importante fator a ser considerado na escolha das culturas de interesse no sistema consorciado.

Segundo Junior (2017) a oferta de cafés sustentáveis e, ou, especiais com qualidade superior, pode ser direcionada a mercados específicos ou até mesmo para nichos de mercado, proporcionando um aumento do consumo desses cafés, resultando numa rentabilidade maior aos agricultores familiares, a partir de técnicas sustentáveis.

No Brasil, a cultura do café é cultivada em 2,18 milhões de hectares, apresentando um total de 576 ha (0,02%) de área orgânica cultivada. Entretanto, o café orgânico é um comércio em ascensão, sendo certificados 709 mil hectares (ha) (6,7%) de áreas com cultivo de café orgânico no mundo (WILLER et al., 2021).

O fato é que a busca por sustentabilidade e qualidade, sendo estas responsáveis pela abertura de novos mercados consumidores que a cada dia exigem cafés com parâmetros qualitativos superiores, vem se tornando fundamentais para a permanência do homem no campo, garantindo a ele e sua família, melhores condições de vida. Para isto são necessários mais estudos voltados para um desenvolvimento que proporcione um baixo custo de produção e que facilite a obtenção desses cafés (FERRÃO et al., 2007).

3.1. Cafeeiro com espécies frutíferas

A implantação de SAF requer planejamento judicioso e se deve ter sempre em mente o longo prazo. Ainda que as interações ecofisiológicas entre o cafeeiro e as outras espécies perenes se manifestem já no curto prazo (efeitos sobre o solo e o microclima), os resultados econômicos são geralmente observáveis no longo prazo. Por essa razão, o retorno econômico do sistema tem que ser calculado ou estimado para prazos longos (DAMATTA et al., 2007).

Em consórcios com frutíferas, como coqueiro, bananeira, ou espécies

produtoras de palmito, como a pupunha, a análise econômica deve ser feita já a partir do início da colheita das frutas ou do palmito, podendo-se estabelecer índices de equivalência em relação ao monocultivo do café ou ao consórcio (SALES; ARAÚJO, 2005).



Figura 5. Cafeeiro consorciado com Palmito pupunha e bananeira: Incaper, Pacotuba, Cachoeiro do Itapemirim, ES. Fonte: Acervo Maurício Novaes (2022).

Siqueira et al. (2020), avaliando o índice de equivalência de consórcios de café conilon com pupunha e café conilon com banana, analisaram que é preciso 43% mais área com café e pupunha solteiros e 22% mais área com café e banana solteiros, para obter a mesma produção dos respectivos consórcios. Avaliaram a viabilidade econômica via a rentabilidade de diversas culturas consorciadas ao cafeeiro, por meio do cálculo do índice benefício/custo⁸. O maior índice benefício/custo foi obtido no consórcio de café com pupunha, que foi de 1,39. O consórcio do café com a banana obteve índice de 1,11, enquanto do café solteiro foi de 0,49.

Árvores frutíferas ou que possam ser utilizadas para a produção de carvão

⁸ Esse índice é calculado a partir da receita bruta (obtida pela comercialização dos produtos oriundos do consórcio) dividida pelo custo operacional total de produção. Valores superiores a uma unidade indicam que a atividade é viável economicamente.

vegetal também são alternativas viáveis em comparação com algumas árvores leguminosas, habitualmente usadas no sombreamento de lavouras de café.

O cultivo dessas árvores frutíferas e, ou, palmito com café (Figura 6) tem um custo de manutenção baixo e pode gerar uma renda maior que pastagens ou roçado, ou simplesmente uma monocultura de frutíferas.



Figura 6. Cafeeiro, frutífera, palmito e eucalipto. Fonte: Os autores.

Assim, além de ajudar a manter ou a melhorar a capacidade produtiva da terra, melhoram a estrutura física do solo, pois acumula maior quantidade de matéria orgânica (queda de folhas e galhos), proporcionando uma maior proteção do meio ambiente, um microclima mais estável, maior retenção de água e carbono no solo, tudo isso favorecendo a qualidade de vida da cultura do café que está inserido nesse sistema. Com essa produção de frutíferas e café, a renda familiar aumenta e também pode diminuir o efeito da sazonalidade do café, no caso a bienalidade, agregando menos volatilidade de rendas para esses agricultores.

3.2. Café conilon no estado do Espírito Santo

A produção de café no estado do Espírito Santo ocorre em 96% dos municípios capixabas (GODINHO et al., 2018). No Estado são cultivadas as

espécies *Coffea arabica* nas microrregiões do Caparaó, Sudoeste Serrana e Central Sul, ocupando 150.000 hectares de área colhida e *Coffea canephora* nas regiões do Sudoeste, Centro-Oeste, Nordeste, Rio Doce e Noroeste, ocupando 256.000 hectares de área colhida na safra de 2016/2017 (IBGE, 2017). O Espírito Santo é o segundo produtor nacional de café, ficando atrás apenas do estado de Minas Gerais. No Espírito Santo, a safra de 2017 produziu 9,3 milhões de sacas anuais, sendo responsável por 20,1% da produção nacional (GODINHO et al., 2018).

O cafeeiro conilon (*Coffea canephora* Pierre) pertence ao gênero *Coffea* da família Rubiaceae. É uma espécie rústica, com tolerância a pragas e doenças e adaptada a uma ampla faixa de condições edafoclimáticas tropicais, de baixas altitudes e temperaturas elevadas (FERRÃO et al., 2000).

As lavouras de café conilon no estado do Espírito Santo estão localizadas principalmente em propriedades rurais pequenas e de base familiar, com predomínio de lavouras em monocultivo, com uso de adubação mineral, agrotóxicos e alto uso de irrigação no norte do ES, e baixo uso de irrigação na região sul (SENNA et al., 2020).

Segundo Lopes et al. (2014), a ausência de práticas conservacionistas de solo em lavouras cafeeiras possibilita o seu empobrecimento, por meio das perdas por lixiviação, por exemplo, e contribui com a má nutrição das plantas, o que aumenta a susceptibilidade às pragas e doenças, promovendo desequilíbrios ecológicos.

Dentre as práticas agroecológicas com o potencial de aliar conservação e produtividade nas lavouras de café conilon, destacam-se o manejo orgânico e os consórcios agroflorestais com espécies frutíferas e madeireiras, principalmente para os pequenos produtores (VANDERMEER; PERFECTO, 2007) (Figura 7).

No Espírito Santo, o cultivo do café conilon com árvores ainda possui um número pequeno de adeptos; mas há produtores em número crescente que produzem café conilon com árvores. Em levantamento recente, Sales e Araújo (2005) verificaram a existência de 27 lavouras consorciadas, em 10 diferentes municípios, totalizando cerca de 115 ha (Tabela 1).

Na área desses consórcios mostrados no estudo de Damatta et al. (2007), viu-se que a maioria se dá no norte do estado e com espécies como cedro australiano, teca e seringueiras (arbóreas), além de frutíferas como cajueiro,

coqueiro e mamoeiro se destacando (Figura 8).



Figura 7. Café conilon em manejo orgânico, Muqui, sul do ES. Fonte: Acervo Igor Borges Peron (2022).

Tabela 1. Levantamento das áreas de café conilon consorciado com árvores no Estado do Espírito Santo

Nome comum	Nome científico	Espaçamento ¹ (m)	Municípios	Área total (ha) / (nº de propriedades)
Cajueiro	<i>Anacardium occidentale</i>	10x12	Vila Pavão	5,0 - (1)
Coqueiro	<i>Cocos nucifera</i>	9x8	São Gabriel da Palha	4,5 - (1)
Cedro Australiano	<i>Toona ciliate</i>	3 x 3 e 15 x 9m	Jerônimo Monteiro e Sooretama	31,0 - (2)
Grevilha	<i>Grevillea</i>	3x6 m e diversos	Vila Pavão	0,2 - (1)

Ingá	<i>Inga sp.</i>	9x6 e 11x10 m	Iconha, São Domingos do Norte	1,2 - (2)
Nim Indiano	<i>Azadirachta</i>	6x6m	Vila Valério	1,0 - (1)
Peroba	<i>Paratecoma peroba</i>	Diversos	Alegre	1,5 - (1)
Seringueira	<i>Hevea brasiliensis</i>	3x10 a 10x10m (FS) 18x4x3m (FD)	Vila Valério, São Gabriel da Palha	23,4 - (5)
Teca	<i>Tectona grandis</i>	8x8m	Sooretama	30,0 - (1)
Urucum	<i>Bixa orellana</i>	6x3m	São Gabriel da Palha	4,0 - (1)
Frutíferas, Madeiráveis e Seringueira	-	2x2 a 12x10 m, e diversos	São Gabriel da Palha, Nova Venécia, São Domingos do Norte, Rio Bananal	13,8 - (11)
Total	-	-	-	115,6 - (27)

Fonte: Damatta et al. (2007).

Segundo Rodrigues (2009), o sombreamento do cafeeiro deve atingir cerca de 30 a 50% da cobertura da área plantada. O sombreamento não afeta somente a disponibilidade de luz ao longo da copa do cafeeiro, mas também melhora as condições microclimáticas via redução dos extremos de temperatura do ar e do solo, reduz a velocidade dos ventos, mantém a umidade relativa do ar e a disponibilidade hídrica do solo (BEER et al., 1998).



Figura 8. Consórcios de café conilon com algumas espécies florestais ou frutíferas: seringueira em fileira dupla (A); teca com um ano de idade (B); coqueiro (C); cedro australiano (D); mamoeiro e cedro australiano (E); implantação e consórcio formado (F). Fonte: Damatta et al. (2007).

Pavan et al. (2018) observaram aumento da biomassa microbiana do solo com o sombreamento do abacateiro, enquanto houve redução em café cultivado a pleno sol: provavelmente, em função das condições ambientais proporcionadas pelo sombreamento e da qualidade do material orgânico adicionado ao longo do tempo, que favoreceu o desenvolvimento microbiano.

Para implantação de um SAF com o plantio de espécies nativas frutíferas na lavoura de café é interessante optar por árvores com as seguintes características (SOUZA, 2018):

- ✓ Raízes profundas;
- ✓ Família das leguminosas;
- ✓ Plantas resistentes à poda;
- ✓ Boa produção de biomassa; e
- ✓ Reprodução sexuada de fácil controle.

A proposta de cultivos arborizados, por meio do sombreamento moderado, visa atenuar os efeitos de condições climáticas extremas, além de proporcionar maior sustentabilidade aos sistemas (PEZZOPANE et al., 2005). Os cultivos consorciados aumentam a biodiversidade das lavouras. Essa biodiversidade torna o sistema mais vigoroso, reduzindo ou até mesmo dispensando o uso de agrotóxicos e fertilizantes sintéticos (BERTALOT et al., 2004). Esse sistema de cultivo reduz a pressão de pragas e doenças (MOREIRA, 2009) e promove o aumento de inimigos naturais das pragas do cafeeiro (LIMA et al., 2010).

Os SAF podem ser considerados como sistemas de manejo que conservam as características do solo as mais próximas das condições naturais, havendo um melhor aproveitamento dos componentes do agroecossistema, no tempo e no espaço (NAIR, 1993). Segundo o mesmo autor, nos SAF com cafeeiro ocorrem interações ecológicas e econômicas entre as árvores e as outras culturas, que resultam em vantagens em relação aos sistemas em monoculturas.

Nesses sistemas a matéria orgânica apresenta papel preponderante na agregação dos solos. Segundo Senna et al. (2020), os solos sob lavouras de café conilon consorciadas ou em SAF possuem melhor qualidade física e orgânica do que lavouras em monocultivo (pleno sol).

Práticas agroecológicas de conservação do solo, tais como: cultivos consorciados, eliminação da capina, adoção de roçada, adubação orgânica, adubação verde, cobertura do solo, podas e desbastes nas culturas consorciadas, contribuem para o acúmulo de resíduos orgânicos, favorecendo maiores teores de matéria orgânica, sobretudo nas camadas mais superficiais do solo. As espécies utilizadas nos consórcios como cafeeiro conilon influenciam os atributos físicos do solo de forma distinta, sendo que sua escolha deve ser

ajustada às características do local e aos objetivos do produtor.

A implantação dos SAF nas lavouras de café orgânico proporciona vantagens ao produtor. Segundo Dubois (1996), os custos de implantação e manutenção podem ser mantidos entre limites aceitáveis para o produtor. Os SAF podem aumentar a renda familiar, por terem diversas espécies produzindo produtos diferentes em épocas diferentes, diminuindo as oscilações de renda desses produtores.

Outra vantagem que pode ser atribuída a esse sistema sombreado seria uma melhoria na qualidade de bebida desse café conilon, o que poderia elevar seu valor de mercado, entrando também na produção de cafés especiais, assim como o café arábica é altamente difundido.

4. Espécies arbóreas

A utilização do café em sistemas agroflorestais pode significar importante alternativa nas pequenas propriedades rurais. A utilização de espécies arbóreas em consórcios com a cultura do café é comumente adotada em vários países da América Central, Costa Rica, Equador, México, entre outros. No Brasil este cultivo de café em SAF ainda é incipiente, apesar de que o número de pessoas que buscam informações a respeito aumenta a cada dia, sendo que outras já estão fazendo utilização desse sistema em suas propriedades.

O sombreamento conduzido, com a adoção de espécies para consorciamento e espaçamentos apropriados, pode proporcionar resultados satisfatórios quando comparado ao cultivo a pleno sol. Entre as vantagens do sombreamento estão: produção de internódios mais longos; redução do número de folhas, porém folhas com maior tamanho; obtenção de cafés com bebida mais suave (maturação mais lenta); aumento da capacidade produtiva do cafeeiro e redução da bienalidade de produção; menor incidência da seca de ponteiros e da cercosporiose; diminuição da desfolha; baixo ataque de bicho mineiro; atenuação das temperaturas máximas e mínimas do ambiente (menor incidência de escaldadura e geadas); renda adicional pelo aproveitamento da espécie arbórea e redução da infestação de plantas espontâneas na lavoura (FERNANDES, 1986; MATIELLO, 1995).

A arborização com espécies para múltiplos usos que agregue valor à lavoura cafeeira se torna uma opção interessante à medida que pode minimizar

alterações climáticas, funcionar como quebra-ventos, abrigo para inimigos naturais de pragas e ainda representam uma opção de ganho para o produtor (SOUZA et al., 2020).

De acordo com esses mesmos autores, a seleção de espécies florestais mais apropriadas para o consorciamento e as interações entre as culturas são de fundamental importância para o aperfeiçoamento dos benefícios advindos da utilização em sistemas agroflorestais, pois as condições climáticas e edáficas irão definir quais espécies são mais adequadas para aquele ambiente (Figuras 9 e 10).



Figura 9. Lavoura de café sombreado com Teca, Cedro, Acácia e Abacate. Fonte: Assessoria de Comunicação UFLA (2016).

O cultivo de espécies arbóreas pode significar renda adicional ou uma poupança de valores, que em um momento de renovação da lavoura ou de um problema climático como granizo ou seca pode ser utilizado. Também, o mercado consumidor procura e paga ágios por produtos advindos de sistemas de produção mais equilibrados, com menor uso de defensivos e ambientalmente sustentáveis (SOUZA et al., 2020).



Figura 10. Cafeeiro com cedro australiano. Fonte: Caeté Florestal - PROCEDRO (2018).

Portanto, a produção de cafés em SAF se encaixa perfeitamente na realidade dos agricultores familiares, pois além de melhorar a renda dessas famílias, por meio da produção de outros alimentos como frutas, verduras e legumes, no longo prazo é possível obter renda com o corte das espécies madeiráveis. Esse tipo de cultivo auxilia na soberania alimentar, melhora a qualidade de vida desses produtores e possibilita a menor dependência de insumos agrícolas.

Cabem lembrar que cada região possui características intrínsecas, tais como relevo, solo, pluviosidade e biodiversidade, mostrando diferenças até mesmo dentro da mesma cidade, por exemplo. Os arranjos agroflorestais são aliados às necessidades e valores individuais de cada família, onde os SAF podem ser mais simples ou complexos, de acordo com a dinâmica de cada indivíduo, suas capacidades físicas, costumes e valores do mercado local onde esses se encontram estabelecidos.

Os estudos devem conscientizar os pequenos agricultores a exercer um senso crítico sobre os mercados e a comercialização dos produtos gerados pelos SAF, pois de nada adianta plantar banana, café e limão, caso naquela região o

consumo desses produtos não faz parte do cotidiano das pessoas. Tais pesquisas podem tornar os SAF competitivos frente a alternativas de agropecuária e silvicultura convencionais.

Mudanças na economia de subsistência nas regiões tropicais, para uma economia de mercado dos SAF, exigem estudo, desenvolvimento e aperfeiçoamento de tecnologias para esta modalidade de uso da terra. Deseja-se que essas tecnologias sejam capazes de integrar ações antrópicas e ambientais, evitando tanto a degradação das terras como a exploração desordenada da floresta, podendo melhorar a renda dos pequenos produtores, o que pode resultar na diminuição do êxodo rural.

Portanto, a potencialidade deste sistema de aliar aspectos ecológicos de ecossistemas naturais com a exploração agropecuária e florestal estimula a realização de mais estudos sobre os SAF. Mediante a grande aceitação e adotabilidade por parte dos agricultores em diversas regiões, é necessário um trabalho de difusão dos sistemas já definidos, com a participação dos produtores em todo o processo.

5. Considerações finais

No Brasil já existem SAF implantados e bem sucedidos, tanto em instituições de pesquisa como em área de produtor. No entanto, necessita-se avaliar parâmetros quantitativos e qualitativos das variáveis do meio biofísico dos SAF de interesse socioeconômicos já existentes no meio rural.

Ainda que os SAF sejam preconizados como uma alternativa capaz de promover mudanças ambientais e sociais, principalmente em regiões tropicais úmidas, fatores socioeconômicos, culturais e políticos têm impedido a criação de um cenário suficientemente atrativo, para que os diferentes segmentos da sociedade adotem essa modalidade de uso da terra.

Na área tecnológica, esta não adoção pelos pequenos agricultores está centrada, principalmente, na falta de informações de como manejar sistemas tão complexos e específicos para cada região. Todos esses fatores dificultam a generalização das conclusões das pesquisas e das recomendações extensionistas. Existe a necessidade de maior número de estudos sobre a autoecologia das espécies utilizadas.

Como prática agroecológica que busca ser sustentável, os SAF tem

chamado a atenção nos últimos anos por apresentarem uma gama de aspectos vantajosos aos modelos convencionais. Entretanto, conforme se tem verificado, são muitos os fatores, bióticos, abióticos e sociais, que estão envolvidos dentro de um SAF. Muitas das interações possíveis de serem encontradas em um SAF ainda não foram estudadas.

Existe a necessidade de desenvolver estudos sobre: a) os tipos existentes de SAF e quais seus componentes; b) a relação entre a diversidade e a estabilidade dos sistemas incluindo os vários parâmetros indicadores (por exemplo, rendimento líquido e ciclagem de nutrientes); e c) o conhecimento local sobre o estabelecimento, o manejo e o aproveitamento destes sistemas e de seus componentes.

Na cafeicultura, é necessário nortear caminhos alternativos ao modelo convencional de produção. Deve haver um enfoque sistêmico que resgate a importância das árvores no sistema de produção, particularmente pela deposição de serapilheira e matéria orgânica ao solo, fundamentais para procedimentos de recuperação ambiental, bem como de redução dos custos de produção.

É fundamental que se faça uma análise prévia das condições do local de implantação relacionadas ao clima, disponibilidade de água e qualidade do solo para o estabelecimento das culturas de interesse. A introdução de culturas para fins comerciais nas lavouras cafeeiras deve considerar o potencial de mercado da cultura de interesse, de forma a garantir o sucesso na comercialização dos produtos.

Ações de incentivo aos SAF poderiam ajudar na sua divulgação e mesmo expansão da sua introdução em novas propriedades; porém, devem estar acompanhadas de estímulo à agregação de valor, por exemplo, o pagamento por serviços ambientais (PSA), que facilitaria a maior adesão a esse tipo de manejo.

Os SAF favorecem uma agricultura mais sustentável, com retornos financeiros, paisagísticos e ecológicos, que podem trazer benefícios para além daqueles que implantam esse tipo de agricultura, podendo ser uma boa alternativa para quem quer viver do campo de uma forma mais integrada.

6. Referências bibliográficas

ARMANDO, M. S. **Agrofloresta para a agricultura familiar**. Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2002. 11 p.

BARCHI, R. Educação ambiental e (eco) governabilidade. Universidade de Sorocaba, Departamento de Geografia, Sorocaba, SP, Brasil. **Ciências e Educação**, Bauru, v. 22, n. 3, p. 635-650, 2016.

BEER, J.; MUSCHLER, R.; KASS, D.; SOMARRIBA, E. Shade management in coffee and cacao plantations. **Agroforestry Systems**, v. 38, p. 139-164, 1998.

BERNARDES, M. S. **Sistemas agroflorestais**. In: XXXIII SECITAP. Jaboticabal: UNESP, Palestra. 2008.

BERNARDES, T. G.; SILVEIRA, P. M.; MESQUITA, M. A. M.; AGUIAR, R. A.; MESQUITA, G. M. Decomposição da biomassa e liberação de nutrientes dos capins braquiária e mombaça, em condições de cerrado. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 40, n. 3, p. 370-377, 2010.

BERTALOT, M. J. A.; GUERRINI, I. A.; MENDOZA, E.; DUBOC, E.; BARREIROS, R. M.; CORRÊA, F. M. Retorno de nutrientes ao solo via deposição de serapilheira de quatro espécies leguminosas arbóreas na região de Botucatu – São Paulo, Brasil. **Scientia Forestalis**, n. 65, p. 219-277, 2004.

BRASIL. **Instrução Normativa N.007 de 17 de maio de 1999**. Estabelece normas para produção de produtos orgânicos vegetais e animais. Diário Oficial da União, Brasília, n. 94, Seção 1, p. 11, 19 maio 1999.

BRASIL. **Parâmetros curriculares nacionais: terceiro e quarto ciclos do Ensino Fundamental**. Temas transversais. Brasília: MEC/SEF, 1998.

CALDAS, E. D.; SOUZA, L. C. K. R. Avaliação de risco crônico na ingestão de resíduos de pesticidas na dieta brasileira. **Revista de Saúde Pública**, São Paulo, v. 34, n. 5, p. 529-537, 2000.

CANNAVO, P.; SANSOULET, J.; HARMAND, J. M.; SILES, P.; DREYER, E.; VAAST, P. Agroforestry associating coffee and *Inga densiflora* results in complementarity for water uptake and decreases deep drainage in Costa Rica. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 140, n. 1-2, p.1-13, 2011.

CARVALHO, A. M.; COSER, T. R.; REIN, T. A.; DANTAS, R. A.; SILVA, R. R.; SOUZA, K. W. Manejo de plantas de cobertura na floração e na maturação fisiológica e seu efeito na produtividade do milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 50, n. 7, p. 551-561, 2015.

CARVALHO, I. C. M. **A invenção ecológica: narrativas e trajetórias da educação ambiental no Brasil**. 2. ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2002. 232 p.

CARVALHO, V. L. de; CHAULFOUN, S. M. **Doenças do cafeeiro: diagnose e controle**. Belo Horizonte: EPAMIG, 2000. 44p. (Boletim Técnico, 58).

CARVALHO, Y. M. C. de. Agricultura orgânica e o comércio justo. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, Brasília, v. 19, n. 2, p. 205-234, 2002.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. **Compêndio de Estudos Conab**. v. 1 (2020). - Brasília: Conab, 2020.

CORTEZ, F. **Educação ambiental: a formação do sujeito ecológico**. 4. ed. São Paulo: A, 2004b. 256 p.

CRASWELL, E. T.; SAJJAPONGSE, A.; HOWLETT, D. J. B.; DOWLING, A. J. Agroforestry in the management of sloping lands in Asia and the Pacific. **Agroforestry Systems**, v. 38, n. 1-3, p. 121-137. 1998.

DA MATTA, F. M.; ARAÚJO, J.; RONCHI, C.; SALES, E. **O café conilon em sistemas agroflorestais**. Café Conilon. Incaper, Vitória, 2007.

DAMATTA, F. M. Ecophysiological constraints on the production of shaded and unshaded coffee: a review. **Field Crops Research**, v. 86, n. 2-3, p. 99-114, 2004.

DANTAS, G. C. da S. **Educação Ambiental: Brasil Escola**. Disponível em: <<http://brasilecola.uol.com.br/educacao/educacao-ambiental.htm>>. Acesso em: 02 jun. 2020.

DEAN, W. **A ferro e fogo: a história e a devastação da Mata Atlântica brasileira**. 3.ed. São Paulo: Companhia da Letras, 1997.

DUBOIS, J. C. L. **Manual Agroflorestal para a Amazônia**. v.1. Rio de Janeiro: REBRAF. 228 p. 1996.

EIRAS, P. P.; COELHO, F. C. Utilização de leguminosas na adubação verde para a cultura de milho. **Revista científica internacional**, ano 4, n. 17, p. 96-124, 2011.

EMBRAPA. **Adubação verde**. Seropédica. Embrapa Agrobiologia. 2011.

ESTEVES, J.; SILVESTRE, L. **Cafés sustentáveis: Espírito Santo promoveu Lançamento do Currículo de Sustentabilidade do Café em âmbito nacional**. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/>>. Acesso em: 10 jul. 2020.

FAGAN, E. B.; SOUZA, C. H. E. de; PEREIRA, N. M. B.; MACHADO, V. J. Effect of time on coffee bean (*Coffea* sp.) growth in cup quality. **Bioscience Journal**, v. 27, n. 5, p. 729-738, 2011.

FAZUOLI, L. C. Genética e melhoramento do cafeeiro. In: RENA, A. B.; MALAVOLTA, E.; ROCHA, M.; YAMADA, T. (Eds.). **Cultura do Cafeeiro: fatores que afetam a produtividade**. Piracicaba: Potafos, 1986, p. 87-114.

FERNANDES, D. R. Manejo do Cafezal. In: RENA, A. B.; MALAVOLTA, E.; ROCHA, M.; YAMADA, T. (Eds.). **Cultura do Cafeeiro**. Piracicaba: Potafós, 1986. cap. 36, p. 275-301.

FERNANDES, J. M.; SIQUEIRA, L. C.; GARCIA, F. C. P. Agrobiodiversidade em sistemas de produção agroecológica. In: L. C. E. A. Ming (Ed.). **Agrobiodiversidade no Brasil: experiência e caminhos da pesquisa**. Recife: NUPEEA, 2010. Agrobiodiversidade em sistemas de produção agroecológica, p. 75-94.

FERRÃO, R.; VOLPI, P.; COMÉRIO, M.; KAULZ, M.; FERRÃO, M.; FONSECA, A.F.A.; TRAGINO, P. **Marilândia ES-8143**: cultivar clonal de café conilon tolerante a seca para o Espírito Santo. Vitória: Incaper, 2017. 5 p.

FERRÃO, R. G.; FONSECA, A. F. A. da; FERRÃO, M. A. G.; MUNER, L. H. de (Editores técnicos). **Café Conilon**. 2. ed. atual. e ampl. 2ª reimpressão - Vitória, ES: Incaper, 2007. 748 p.

FERRÃO, R. G.; FONSECA, A. F. A.; FERRÃO, M. A. G.; BRAGANÇA, S. M. **Avaliação de clones de café conilon no Estado do Espírito Santo**. In: Anais do Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil, Poços de Caldas, Embrapa Café, 2000.

FERRARI NETO, J.; CRUSCIOL, C. A. C.; SORATTO, R. P.; COSTA, C. H. M. Consórcio de guandu-anão com milheto: persistência e liberação de macronutrientes e silício da fitomassa. **Bragantia**, Campinas, v. 71, n. 2, p. 264-272, 2012.

FORNAZIER, M. J.; MARTINS, D. S.; FANTON, C. J.; BENASSI, V. L. R. M. Manejo de Pragas do Café Conilon. In: FERRÃO, R. G.; FONSECA, A. F. A. DA.; FERRÃO, M. A. G.; DE MUNER, L. H. **Café conilon**, v. 2, p. 407-449, 2017.

FOURNIER, L. A. El cultivo del cafeto (*Coffea arabica* L.) al sol o a la sombra: un enfoque agronómico y ecofisiológico. **Agronomia Costarricense**, v. 12, p. 131-146, 1988.

FRAZER, P.; CHILVERS, C.; BERAL, B.; HILL, M. J. Nitrate and human cancer: a review of the evidence. **International Journal of Epidemiology**, v. 9, p. 3-11, 1980.

GARCIA, E. G. **Agrotóxicos e Prevenção**: manual de treinamento. São Paulo: Fundacentro, 1991.

GARCIA, E. G.; ALMEIDA, W. F. de. Exposição de trabalhadores rurais aos agrotóxicos no Brasil. **Revista Brasileira de Saúde Ocupacional**, v. 19, n. 72, p. 7-11, 1991.

GLIESSMAN, S. R. **Agroecologia**: processos ecológicos em agricultura sustentável. 4. ed. Porto Alegre: Ed. Universidade/ UFRGS, 2009. 654 p.

GODINHO, T. D. O.; ROCHA, J.; FERRÃO, L.; SPERANDIO, F. D. M.; GALEANO, E.; CAETANO, L. **Síntese da produção agropecuária do Espírito Santo 2016/2017**, Vitória: INCAPER, p. 257, 2018.

GOMES, J. M.; SILVA, A. R. da. Os substratos e sua influência na qualidade de mudas. In: BARBOSA, J. G. et al. (Ed.) **Nutrição e adubação de plantas**

cultivadas em substrato. Viçosa: UFV, 2004. p. 190-225.

GONÇALVES, J. L. M.; POGGIANI, F. Substratos para produção de mudas florestais. In: SOLO 96 - SUELO CONGRESSO LATINOAMERICANO DE CIÊNCIA DO SOLO, 13, 1996, Águas de Lindóia. **Resumos expandidos...** Águas de Lindóia: SLCS/SBCS, 1996.

HERZOG, F. Multipurpose shade trees in coffee and cocoa plantations in Côte d'Ivoire. **Agroforestry Systems**, v. 27, p. 259-267, 1994.

ICO - International Coffee Organization. **Historical data on the global coffee trade.** Disponível em: http://www.ico.org/new_historical.asp. Acesso em: 18 ago. 2021

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Levantamento sistemático da produção agrícola.** Pesquisa mensal de previsão e acompanhamento da safra agrícola do Espírito Santo, 2017.

JUNIOR, S. L. **Sustentabilidade em propriedades familiares produtoras de café especial da região nordeste paulista por meio do Método ISA.** Tese de dissertação - UFLA, 2017. 119 p.

LEFF, E. **Saber ambiental:** sustentabilidade, racionalidade, complexidade, poder. Petrópolis, RJ: Vozes, 2001.

Lei, nº **9.795, de 27 de abril de 1999.** Dispõe sobre a educação ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras providências. Brasília, DF, 1999.

LEITE, L. F. C.; FREITAS, R. C. A.; SAGRILO, E.; GALVÃO, S. R. S. Decomposição e liberação de nutrientes de resíduos vegetais depositados sobre Latossolo Amarelo no cerrado maranhense. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 41, n. 1, p. 29-35, 2010.

LIMA, G. F. da C. Crise ambiental, educação e cidadania: os desafios da sustentabilidade emancipatória. In: LOUREIRO, C. F. B.; LAYRARGUES, P.; CASTRO R. S. de (Orgs.). **Educação ambiental:** repensando o espaço da cidadania. 2ª ed. São Paulo: Cortez, 2002.

LIMA, S. S. D.; LEITE, L. F. C.; AQUINO, A. M. D.; OLIVEIRA, F. D. C.; CASTRO, A. A. J. F. Serapilheira e teores de nutrientes em Argissolo sob diferentes manejos no norte do Piauí. **Revista Árvore**, v. 34, n. 1, p.75-84, 2010.

LIN, B. B. Agroforestry management as an adaptive strategy against potential microclimate extremes in coffee agriculture. **Agricultural and Forest Meteorology**, v. 144, n. 1-2, p. 85-94, 2007.

LIN, B. B. Agroforestry management as an adaptive strategy against potential microclimate extremes in coffee agriculture. **Agricultural and Forest Meteorology**, v. 144, n. 1-2, p. 85-94, 2010.

LOPES, A. S. **A survey of the fertility of soils under “Cerrado” vegetation in Brasil** - Tese de Mestrado - North Carolina State Univ. 1975.

LOPES, P. R.; ARAÚJO, K. C. S.; LOPES, I. M.; RANGEL, R. P.; DE FREITAS SANTOS, N. F.; KAGEYAMA, P. Y. Uma análise das consequências da cafeicultura convencional e das opções de modelos sustentáveis de produção: agricultura orgânica e agroflorestal. **Revista Espaço de Diálogo e Desconexão**, v. 8, n. 2, p.1- 38, 2014. Disponível em: <https://periodicos.fclar.unesp.br/redd/article/view/6912>. Acesso em: 18 jun. 2022.

MAIA, J. S. S. **Educação ambiental crítica e formação de professores**. 1. ed. Curitiba: Appris, 2015. 241 p.

MAIA, J. S. S. Educação ambiental sócio-histórica como perspectiva para a reflexão-ação sobre o trabalho pedagógico nos primeiros anos da educação fundamental. In: TOZONI-REIS, M. F. C.; MAIA, J. S. S. (Coord.). **Educação ambiental a várias mãos: educação escolar, currículo e políticas públicas**. Araraquara: Junqueira e Marin, 2014. p. 26-40.

MALTA, M. R.; THEODORO, V. C. A. de; CHAGAS, S. J. R. Características físico-químicas e sensoriais de café beneficiado conduzido sob o sistema orgânico no município de Paraisópolis/MG. In: **SIMPÓSIO DE PESQUISAS DOS CAFÉS DO BRASIL**; SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DOBRASIL, 2003, Porto Seguro. **Anais...** Brasília: EMBRAPA Café, 2003. p. 258-258.

MARTÍNEZ, M. L.; PÉREZ-MAQUEO, O. V.; CASTILLO-CAMPOS, G.; GARCÍA-FRANCO, G.; MEHLTRETER, J.; EQUIHUA, K.; LANDGRAVE, M.; ROSARIO, A. Effects of land use change on biodiversity and ecosystem services in tropical montane cloud forests of Mexico. **Forest Ecology and Management**, v. 258, n. 9, p.1856-1863, 2009.

MARTINS, C. R.; GOMES, V. B.; WOLFF, L. F.; CARDOSO, J. H. **Leguminosas na fruticultura: uso e integração em propriedades familiares do sul do Brasil – Brasília, DF: Embrapa, p. 66, 2019.**

MARTINS, M. C.; SOUZA, M. N. Uma análise das variáveis do desenvolvimento rural sustentável no uso da Integração Lavoura Pecuária e Floresta (ILPF) em municípios da Zona da Mata de Minas Gerais. Multifuncionalidades sustentáveis no campo. **Agricultura, pecuária e florestas**, v. 5, p. 10-15, 2013.

MATIELLO, J. B. **Sistemas de Produção na Cafeicultura Moderna**, Tecnologias de plantio adensado, renque mecanizado, arborização e recuperação de cafezais. Rio de Janeiro: MM Produções Gráficas, 1995. 102 p.

MESQUITA, C. M. D.; MELO, E. M.; REZENDE, J. E.; CARVALHO, J. S.; FABRI JÚNIOR, M. A.; MORAES, N. C.; ARAUJO, W. G. **Manual do café: implantação de cafezais *Coffea arabica* L.** Belo Horizonte: EMATER-MG, 2016. 50 p.

MESQUITA, C. M. D.; REZENDE, J. E.; CARVALHO, J. S.; FABRI JÚNIOR, M. A.; MORAES, N. C.; DIAS, P. T.; ARAÚJO, W. G. **Manual do café: manejo de cafezais em produção.** Belo Horizonte: EMATER-MG, 2016. 72 p.

MIRANDA, S. C.; MATA, C. R.; FONSECA, K. S.; CARVALHO, P. S. Apontamentos sobre mudanças climáticas na agricultura Brasileira. **Revista Enciclopédia Biosfera**, v. 15, n. 27, p. 95-106, 2018.

MONTAGNINI, F. A. **Sistemas Agroflorestales**: principios y aplicaciones en los trópicos. San Jose, Costa Rica: II CA. 1992. 622 p.

MORAIS, H.; CARAMORI, P. H.; KOGUISHI, M. S.; GOMES, J. C.; RIBEIRO, A. M. Sombreamento de cafeeiros durante o desenvolvimento das gemas florais e seus efeitos sobre a frutificação e produção. **Ciência Rural**. v. 39, n. 2, p. 400-406, 2009.

MOREIRA, C. F. **Sustentabilidade de sistemas de produção de café sombreado orgânico e convencional**. Piracicaba, 2009. 145 p. Tese de doutorado (Programa de Pós-Graduação em Ecologia Aplicada) – Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agronomia Luiz de Queiroz, ESALQ-USP 2009.

MÜLLER, J. S. **Sistemas agroflorestais com café (*Coffea arabica* L.) e cedro-australiano (*Toonaciliata M. Roem. var. australis* (F. Muell.) Bahadur) na zona da mata de Minas Gerais**: estudo de caso. Viçosa, 2004. 51 f. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) – UFV.

MUSEBE, R.; AGWANDA, C.; MEKONEN, M. **Primary coffee processing in Ethiopia**: patterns, constrains and determinants, p. 1417-1421, 2007. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/228470404%0APrimary>. Acesso em: 21 jan. 2022.

MYERS, N.; MITTERMEIER, R. A.; MITTERMEIER, C. G.; DA FONSECA, G. A. B.; KENT, J. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, v. 403, n. 6772, p. 853-858. 2000.

NAIR, P. K. R. **Agroforestry systems in the tropics**. Dordrecht: Kluwer Academic, 1989. 664 p. (Forestry Sciences, 31).

NAIR, P. K. R. **An introduction to agroforestry**. Flórida: Kluwer Academic Publishers, p. 505, 1993.

OCAMPO, J. A. O mercado mundial de café e o surgimento da Colômbia como um país cafeicultor. Rio de Janeiro, **Revista Brasileira de Economia**, v. 37, n. 4.

OLIVEIRA, T. K. de. **Caracterização de dois modelos de consórcios agroflorestais, índices técnicos e indicadores de viabilidade financeira/ Rio Branco**, AC: Embrapa Acre, 2010.

PAVAN, B. S.; MELLONI, R.; ALVARENGA, M. I. N.; FERREIRA, G. M. R. Sistema agroflorestal cafeeiro-abacateiro e seus efeitos na qualidade do solo. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 11, n. 05, p. 1917-1925, 2018.

PEDROZA, J. P.; VAN HAANDEL, A. C.; BELTRÃO, N. E. de M.; DIONÍSIO, J. A. Produção e componentes do algodoeiro herbáceo em função da aplicação de biossólidos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e do Ambiente**, v. 7,

n. 3, p. 483-488, 2003.

PEREIRA, L. L.; MORELI, A. P.; SIQUEIRA, E. A.; GUARÇONI, R. C.; SANTOS, A. R. S.; MOREIRA, T. R. **Produção de cafés especiais e sua relação com as condições edafoclimáticas: uma abordagem introdutória ao tema.** Tópicos em Agroecologia, v. 2, Cap. 13, p. 232-248, 2020.

PEZZOPANE, J. R. M.; PEDRO JÚNIOR, M. J.; GALLO, P. B. Balanço de energia em cultivo de café a pleno sol e consorciado com banana "Prata Anã". **Rev. Bras. de Agron.**, v. 15, n. 2, p.169-177. 2007.

PEZZOPANE, J. R. M.; PEDRO JÚNIOR, M. J.; GALLO, P. B. Radiação solar e saldo de radiação em cultivo de café a pleno sol e consorciado com banana 'Prata Anã'. **Bragantia**, v. 64, n. 3, p. 487- 499, 2005.

PRADO J. C. **História econômica do Brasil.** 10. ed. São Paulo: Brasiliense, 1967.

REIS, P. R.; SOUZA, J. C.; VENZON, M. Manejo ecológico de pragas do cafeeiro. **Informe Agropecuário**, v. 23, p. 84-99, 2002.

RENA, A. B.; MALAVOLTA, E.; ROCHA, M.; UAMADA, J. **Cultura do cafeeiro: fatores que afetam a produtividade.** Potafos, 1986, 447p.

REYNOLDS, J. S. **Soil nitrogen dynamics in relation to groundwater contamination in the Valle Central, Costa Rica.** PhD Thesis, University of Michigan, MI, USA, 1991.

RIBASKI, J.; RADOMSKI, M. I.; RIBASKI, S. A. G. **Potencialidade dos sistemas silvipastoris para a produção animal sustentável no Brasil.** In: II CONGRESO COLOMBIANO Y 1er Seminario internacional de silvopastoreo, 2012, Medellin. II Congreso colombiano y 1er seminario internacional de silvopastoreo. Medellin, 2012.

RICCI, M. D. S. F.; ALVES, B. J. R.; MIRANDA, S. C. D.; OLIVEIRA, F. F. D. Growth rate and nutritional status of an organic coffee cropping system. **Sci. Agric.** Piracicaba, v. 62, n. 2, p. 138-144, 2005.

RICCI, M. D. S. F.; ALVES, B. J. R.; AGUIAR, L. A. D.; MANOEL, R. M.; SEGGS, J. H.; OLIVEIRA, F. F. D.; MIRANDA, S. C. D. **Influência da adubação verde sobre o crescimento, estado nutricional e produtividade do café cultivado no sistema orgânico.** Seropédica, RJ: Embrapa Agrobiologia, 2002. 29p. (Documentos, 153).

RICCI, M. S. F.; MENEZES, M. B.; COSTA, J. R. Influência do sombreamento de cafeeiros manejados em sistema orgânico na região serrana do Estado do Rio de Janeiro. **Pesquisa agropecuária brasileira.** Brasília, v. 41, n. 4, p. 569-575, 2006.

ROCHA, M. R.; SOUZA, G. S.; SANTOS, G. A.; PEREIRA, L. L.; SOUZA, T. S.; CASTELÃO, A. L. Produtividade e qualidade de bebida do café conilon consorciado e a pleno sol. In: SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA E

TECNOLÓGICA (SICT) DO INCAPER, 2016. JORNADA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO E INOVAÇÃO DO IFES, 11., 2016, Venda Nova do Imigrante. **Anais...** Venda Nova do Imigrante: Ifes/Incaper, 2016.

RODRIGUES, V. G. S. **Avaliação do desenvolvimento vegetativo de cafeeiros arborizados e a pleno sol**, Embrapa Rondônia, p. 4, 2009 (Circular Técnica, 112).

SALES, E. F.; ARAÚJO, J. B. S. Levantamento de árvores consorciadas com cafeeiros no Estado do Espírito Santo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROECOLOGIA, 3., 2005. Florianópolis, SC. **Anais...** Florianópolis: ABA, 2005. CD-ROOM.

SIDRIM, A. E. G. **Sistema agrossilvipastoril com caprinos pastejando**. 2019. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-imagens/-/midia/4693001/sistema-agrossilvipastoril>. Acesso em: 20 jun. 2022.

SIQUEIRA, H. M.; SENNA, D. S.; ARAUJO, J. B. S.; SILVA, M. W.; TURBAY, E. R. M. G. análise econômica de consórcios do cafeeiro conilon com espécies perenes e florestais no sul do Espírito Santo. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 15, n. 5, p. 222-235, 2020.

SOUZA, I. I. de M.; ARAÚJO, E. da S.; JAEGGI, M. E. P. C.; SIMÃO, J. B. P.; ROUWS, J. R. C.; SOUZA, M. N. Effect of Afforestation of Arabica Coffee on the Physical and Sensorial Quality of the Bean. **Journal of Experimental Agriculture International**, v. 42, n. 7, p. 133-143, 2020.

SOUZA, J. L. **Agroecologia e agricultura orgânica: princípios técnicos, métodos e práticas**. Vitória, ES: Incaper, p. 32, 2015.

SOUZA, M. N. **Degradação Antrópica e Procedimentos de Recuperação Ambiental**. Balti, Moldova, Europe: Novas Edições Acadêmicas, 2018. 376 p.

TSCHARNTKE, T.; KARP, D. S.; CHAPLIN-KRAMER, R.; BATÁRY, P.; DECLERCK, F.; GRATTON, C.; ZHANG, W. When natural habitat fails to enhance biological pest control – Five hypotheses. **Biological Conservation**, v. 204, p. 449-458, 2016.

VAAST, P.; BERTRAND, B.; PERRIOT, J. J.; GUYOT, B.; GENARD, M. Fruitthinning and shade improve bean characteristics and beverage quality of coffee (*Coffea arabica* L.) under optimal conditions. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 86, n. 2, p. 197-204, 2006. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/jsfa.233>. Acesso em: 13 jul. 2016.

VENZON, M.; TOGNI, P. H. B.; CHIGUACHI, J. A. M.; PANTOJA, G. M.; DA SILVA BRITO, E. A.; SUJII, E. R. Agrobiodiversidade como estratégia de manejo de pragas. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 40, n. 305, p. 21-29, 2019.

VIÇOSI, D. B.; ZANDONADI, C. U.; ROSSI, V. S.; SILVA, W. Z.; ALIXANDRE, F. T.; KROLING, C. A.; FERREIRA, C. C.; PAULA, E.; MARTINUZZO, M. B.; SOUZA, D. G.; FORNAZIER, M. L.; DE MUNER, L. H.; ALIXANDRE, R. D.;

MACETTE, H. A.; MARTINS, D. S.; FAVARATO, L. F.; FORNAZIER, M. J.; GUARCONI, R. G. Establishing the initial benchmark for the sustainability of Arabica coffee-growing householders in a highland region, Brazil. **International Journal of Advanced Engineering Research and Science**, v. 9, p. 69-82, 2022. <https://dx.doi.org/10.22161/ijaers.94.7>.

WILLER, H.; TRÁVNÍČEK, J.; MEIER, C.; SCHLATTER, B. **The world of organic agriculture statistics and emerging trends 2021**. Research institute of organic agriculture FiBL, IFOAM - Organic International. Bonn - Germany, p 340, 2021.

YOUNG, A. **Agroforestry for soil conservation**. Wallingford: CAB Internacional, 1994. 276 p.

Autores

João Marcos Verly de Oliveira da Silva, Maurício Novaes Souza*, Otacílio José Passos Rangel, Maurício Lorenção Fornazier, Geisa Correa Louback, Grazielli Pirovani, Bruna Lopes Caon, Mauricio Ferreira Moreira, Camila Barbiero Siqueira, Guilherme Andrião Trugilho, Marciano Kaulz, Aline Marchiori Crespo, Ana Lúcia Chaves Gomes, Marcus Vinícius Campos Gall, Andresa Carolina Mendes Pinheiro, Ana Cláudia Moreira Guerra, Igor Borges Peron

Pós-Graduação em Agroecologia do Instituto Federal do Espírito Santo - Campus de Alegre. Caixa Postal 47, CEP: 29500- 000, Alegre-ES, Brasil.

* Autor para correspondência: mauricios.novaes@ifes.edu.br

Hortas urbanas agroecológicas

Mariana Rodrigues Almeida, Francielle Santana de Oliveira, Maurício Novaes Souza

<https://doi.org/10.4322/mp.978-65-84548-10-7.c7>

Resumo

O estilo de vida e alimentação da sociedade passou por mudanças insustentáveis após a revolução industrial. Com a chegada de máquinas e transporte ferroviário, tornou-se possível o aumento da produção de alimentos e o transporte até outras localidades para serem comercializados. Produzir alimentos passa a ser demanda não só local, mas também direcionada a outros mercados buscando geração de renda. Entretanto, a crescente demanda por produtos levou ao modo de produção com níveis contestáveis do uso de recursos naturais, ocasionando a degradação de solos, do ar e de corpos hídricos. A agroecologia é responsável por atrelar o conjunto de fatores presentes no agronegócio, produzindo alimentos de base familiar e respeitando os ciclos de produção de acordo com a natureza, utilizando o mínimo de insumos externos possíveis e regenerando o ambiente por intermédio de práticas conservacionistas que melhoram a qualidade do solo e do alimento. Pensar na origem do que se consome, torna consciente toda a cadeia produtiva e das responsabilidades que se tem enquanto cidadãos: seja nos impactos causados pelo consumo desenfreado de recursos ou por meio das ações que se produzem no cotidiano - favorecem a saúde do ambiente e da população. As hortas urbanas são ações que se destacam por auxiliarem a reformulação em espaços anteriormente abandonados em espaços urbanos sustentáveis, que por meio da mobilização social, são capazes de impactar em mudanças sociais, ambientais e econômicas de forma positiva. Neste contexto, este trabalho tem como objetivos: explorar a teoria acerca da horta urbana e seu viés agroecológico; avaliar a contribuição da horta para o processo de educação ambiental dos usuários; e identificar se a horta comunitária contribui para a formação de indivíduos com maior participação cidadã e envolvimento com as questões ambientais.

Palavras-chave: Agricultura urbana. Sustentabilidade. Agricultura familiar. Educação ambiental. Segurança alimentar.

1. Introdução

A população brasileira denominada indígena, antes do processo de colonização, costumava consumir alimentos como mandioca e frutos do mar. Com a chegada dos portugueses ao Brasil, o modo de cultivo foi modificado, sendo antes produzidos alimentos no meio da floresta, onde a disponibilidade de matéria orgânica era mais abundante e o ecossistema favorecia o cultivo, passando a ser então cultivado o alimento em forma de monocultivo, com objetivo de aumentar a produção.

A vegetação nativa começou a ser devastada visando o comércio de matéria-prima, onde a paisagem foi sendo modificada pela monocultura, objetivando a produção em larga escala, não necessariamente destinada à alimentação da sociedade, mas também ao abastecimento de indústrias. Juntamente com o modelo de agricultura convencional, a revolução verde ampliou as áreas destinadas à produção agrícola, produção de insumos de forma intensiva, causando grandes impactos negativos ao meio ambiente, como a poluição dos corpos hídricos, do ar e do próprio alimento consumido, fatores que acabam por afetar a própria saúde humana (DO NASCIMENTO; VILLELA, 2020; SOUZA, 2021; 2022).

Ademais, por intermédio da “Revolução Verde” e consequente aumento do setor do agronegócio, as populações rurais enfrentaram muitos desafios referentes à segurança alimentar e degradação do ambiente (FUTEMMA, 2020). Cabe destacar a degradação do solo, que está diretamente associada a intensa atividade agrícola adotada pelo monocultivo e a falta de cobertura vegetal do solo, acarretando na perda da fertilidade, compactação do solo e aumento dos processos erosivos (COSTA et al., 2018a).

Solos compactados demandam de ações que proporcionem o desenvolvimento sadio das raízes. O modelo de cultivo agroecológico tem por base a utilização de resíduos vegetais como adubação e cobertura de solo. Essa técnica permite que seja disponibilizado aos solos nutrientes e matéria orgânica, diretamente na área de cultivo (SEDIYAMA; SANTOS; LIMA, 2014).

Diante desse cenário, as hortas urbanas surgem como alternativa para auxiliar na recuperação de áreas degradadas, além de minimizar os problemas ocasionados pela insegurança alimentar, gerando renda e oportunidade para famílias produzirem alimento de qualidade em espaços de convivência social e

conexão com a natureza (CARMO et al., 2020). Além disso, as hortas urbanas são locais ideais para a promoção e propagação de atividades que ampliam a Educação Ambiental, ferramenta fundamental para a construção da consciência agroecológica (COSTA et al., 2018b).

Neste sentido, objetiva-se discutir neste trabalho acerca das hortas urbanas e como estas auxiliam a minimizar os impactos sociais, econômicos e ambientais causados pelo modelo de agricultura convencional, além de proporcionar a produção de alimentos de acordo com os ciclos naturais de cada ambiente, promovendo a regeneração dos solos e auxiliando na educação ambiental.

2. Produção de alimentos não destrutivos ao ambiente: uma visão agroecológica

O êxodo rural, intensificado pela revolução verde, provocou o adensamento populacional em cidades e nas periferias urbanas, onde a qualidade de vida da população é afetada pela falta de saneamento básico, pela má distribuição da renda e péssimas condições de moradia (AQUINO; ASSIS, 2005; MAZALLA NETO; BERGAMASCO, 2017).

De acordo com dados do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea), a urbanização no Brasil foi acelerada a partir do século XX, apresentando um crescimento populacional expansivo, atingindo no ano de 2010 crescimento de 402% (IPEA, 2016).

Instituído pela Lei Federal nº 10.257 de 2001 (BRASIL, 2001), o Estatuto da Cidade, apresenta um conjunto de instrumentos que deveriam ser executados na construção de uma cidade por meio de Planos Diretores, onde contariam com ferramentas de direitos básicos da sociedade tais como saneamento básico, educação e saúde.

O "Direito à cidade" está descrito no Estatuto como um direito básico do cidadão, de acesso à moradia e recursos básicos. Porém, na construção e desenvolvimento das cidades, é comum observar falhas na gestão pública e, principalmente, na elaboração do Plano Diretor Municipal. Desse modo, o acesso aos direitos básicos descritos por Lei para a sociedade se torna limitado.

No Brasil, o acesso legal e institucional do direito à cidade sofre contraste com a realidade urbana. Grande parcela da população não é reconhecida, sendo

praticamente indivíduos invisíveis diante do planejamento e da produção do espaço urbano. Alguns fatores tais como gênero, cor, idade e renda distribuem de forma desigual os direitos e benefícios produzidos nas cidades (GORSDORF et al., 2016).

A desigualdade social está presente na sociedade: aumenta constantemente e, paralelamente, a fome. A dinâmica de ocupação do território nas cidades desfavorece o cultivo de alimentos, sendo necessário o transporte do meio rural para o urbano, sendo então comercializados em supermercados e hortifrutigranjeiros. Vale ressaltar que, na medida em que as distâncias dos canais de comercialização são reduzidas, ocorrem menores gastos com o deslocamento dos alimentos, diminuindo consideravelmente o custo final para o consumidor, refletindo também da redução na qualidade dos alimentos, a depender do modo de conservação e transporte (CARACCILO, 2016). Além disso, o produtor rural se torna dependente para escoar seus produtos, o que também pode aumentar seus custos de produção.

Com a elevada variação dos preços de combustíveis e insumos, os gastos na produção de alimentos se tornaram flutuantes. Parte significativa dos produtores não possui informações suficientes que auxiliem na tomada de decisões sobre melhores modos de cultivo que favoreçam tanto a produtividade, quanto os lucros na comercialização de seus produtos.

Diante dessa grave situação, é importante o desenvolvimento de ações que descentralizam a produção de alimentos, tornando o acesso mais fácil. Exemplo de ações que tornam o acesso ao alimento de modo mais igualitário e com segurança alimentar são as “Hortas Urbanas” – utiliza-se de espaços urbanos que não estavam cumprindo com sua função social, favorecendo atividades de conexão da sociedade com o alimento que é consumido.

Um caso de sucesso é a Horta Comunitária da Prefeitura Municipal de Sete Lagoas, MG. Criada em 1982, o Projeto constitui um programa social que se tornou referência nacional como ação bem sucedida de política pública. O projeto completa 40 anos de existência (Figura 1).



Figura 1. Horta comunitária nos bairros Interlagos e Barro Vermelho, Sete Lagoas, MG. Fonte: Acervo Maurício Novaes (2008).

De acordo com a Prefeitura de Sete Lagoas, MG, a horta é considerada como um verdadeiro exemplo de projeto sustentável. As hortas comunitárias garantem renda e ocupação para cerca de 320 famílias, sendo aproximadamente 2.500 beneficiários indiretos. As plantações estão nos bairros Nova Cidade, JK, Montreal/Canadá (que estão em áreas de servidão da Cemig, debaixo das linhas de transmissão de energia), Cidade de Deus, Vapabuçú, Bernardo Valadares e Barreiro. Essas áreas, antes ociosas, passaram a produzir variados tipos de verduras e legumes sem o uso de agrotóxicos (PREFEITURA..., 2019) (Figura 2).



Figura 2. Horta comunitária nos bairros Nova Cidade, JK, Montreal/Canadá, Sete Lagoas, MG. Fonte: Acervo Maurício Novaes (2008).

Em visita ao Projeto Hortas Comunitária com alunos do IF Sudeste de MG campus Rio Pomba, em 2008, representantes da prefeitura e da EMBRAPA comentaram que a horta surgiu em função do crescimento populacional na cidade. Atraídas pela oferta de emprego nas indústrias e siderúrgicas, famílias de diversas cidades vizinhas, na maioria oriunda das atividades rurais, deslocaram-se para Sete Lagoas. Porém, não possuíam a qualificação profissional necessária; com isso, houve um aumento no número de desempregados, onerando os serviços assistenciais do município. Além disso, muitos eram aposentados e não tinham atividades saudáveis: em diversos casos, como consequência, brigas e bebidas.

Segundo Prefeitura... (2019), para as famílias que desejam ter um espaço para plantio nas hortas do Projeto, é necessário realizar um cadastro na SEMADETUR, para que as mesmas sejam submetidas a um estudo de vulnerabilidade socioeconômica pela secretaria de assistência social. Após análise e constatado a sua necessidade, a família é aprovada no programa e encaminhada para uma das hortas. Têm um presidente que os representa, no bairro Nova Cidade. Além de ser uma fonte de renda para as famílias, na horta as pessoas se distraem e ocupam seu tempo com o plantio e a colheita de verduras e legumes (Figura 3).



Figura 3. Horta comunitária nos bairros Cidade de Deus e Barreiro, Sete Lagoas, MG. Fonte: Acervo Maurício Novaes (2008).

Observa-se uma “Barraginha” para captação de água de chuva: será aproveitada para a irrigação das hortas. Parceria com a EMBRAPA MILHO E SORGO, de Sete Lagoas, MG.

3. Uso do espaço urbano e a educação ambiental

Políticas Públicas são conjuntos de ações que objetivam a garantia dos direitos previstos na Constituição Federal. Segundo Schmitt (2013), a criação de políticas contribui para a promoção da agroecologia, sendo ferramentas importantes para o fortalecimento da autonomia e garantia dos direitos de produtores e produtoras rurais, para assegurar a base familiar na agricultura, além de favorecer a valorização dos alimentos locais e práticas culturais.

A Política Nacional de Agroecologia e Produção Orgânica (PNAPO), instituída em 2012 e instrumentalizada em 2013 por intermédio do I Plano Nacional de Agroecologia e Produção Orgânica (I PLANAPO), atualizado em 2016 (II PLANAPO), foi construída por movimentos sociais, organizações não governamentais e de agricultores familiares, apresentando-se como um marco na agroecologia no que tange aos diálogos entre sociedade e poder público, assegurando direitos trabalhistas, principalmente para mulheres rurais (BRASIL, 2012). Outro caminho de importante relevância para o meio rural, aberto por intermédio da PNAPO, foi o incentivo à formação de associações e cooperativas de trabalhadores. Deste modo, alcançaram melhores condições de colocar suas demandas em pauta de reuniões governamentais.

A criação de programas com o incentivo à aquisição e distribuição de alimentos cultivados pela agricultura familiar apresenta-se também como uma importante ferramenta: dentre estes, destacam-se o Programa de Aquisição de Alimentos (PAA), instituído em 2003; e o Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE), atualizado em 2009. O PAA utiliza ações simples de aquisição pública para compra de alimentos produzidos por agricultores familiares. Esses alimentos são fornecidos para pessoas em situações de vulnerabilidade social, equipamentos públicos de alimentação e nutrição, instituições socioassistenciais e escolas da rede pública de ensino. O PNAE, por sua vez, objetiva garantir a alimentação de estudantes da rede pública de ensino durante o período letivo (NIEDERLE et al., 2019).

Tais programas viabilizam a chegada dos alimentos ao meio urbano e promovem garantias ao produtor, por meio de incentivos e financiamentos. Além do mais, garantem benefícios ambientais, sociais e econômicos, por intermédio de ações que visam a melhoria na qualidade do ambiente, diversificando a produção alimentar e, conseqüentemente, introduzindo novos produtos no prato do consumidor, fator que acarreta a valorização sociocultural (MONTEIRO, 2021).

A Lei nº 9.795/99 instituiu a Política Nacional de Educação Ambiental, conceituando a Educação Ambiental como “os processos por meio dos quais o indivíduo e a coletividade constroem valores sociais, conhecimentos, habilidades, atitudes e competências voltadas para a conservação do meio ambiente, bem de uso comum do povo, essencial à sadia qualidade de vida e sua sustentabilidade”, sendo componente essencial para as merendas escolares e importante recurso de atuação entre a sociedade e o ambiente, principalmente no meio urbano (BRASIL, 1999).

Com a garantia do direito básico de acesso à educação para a sociedade, é possível utilizá-la como instrumento para desenvolver ações que promovam melhorias na qualidade de vida, social e ambiental. A agroecologia aplicada no meio urbano, atrelada à ferramenta da Educação Ambiental, é capaz de garantir acesso às informações de cultivo e origem dos alimentos e interação entre a sociedade e os produtores (OTHMAN; RAMOS; LOBO, 2022).

Desta forma, os produtores são protagonistas no cenário da produção de alimentos, onde suas histórias são visíveis e o ciclo do alimento se apresenta de modo mais harmônico. O conhecimento da origem do alimento que se consome é capaz de promover conexão com o ambiente e com movimentos sociais importantes para a garantia de acesso saudável a estes.

As Hortas Urbanas Agroecológicas são espaços de fomento à produção de alimentos saudáveis e de qualidade (YAMAMOTO; MOREIRA, 2019). Além de promover troca de saberes entre produtores e sociedade, ações de Educação Ambiental e o cultivo de espécies denominadas Plantas Alimentícias Não Convencionais (PANC), raramente encontradas em supermercados e de importante valor nutricional, tais como: taioba, *ora-pro-nobis*, baiano, capuchinha.

No município de Campos dos Goytacazes, estado do Rio de Janeiro, é possível citar exemplos de hortas urbanas, sendo elas comunitárias ou escolares, onde são implantadas em terrenos que estavam vazios e sem cumprir suas funções sociais. Com incentivo da prefeitura municipal na isenção de impostos, e de instituições de ensino na capacitação de alunos e produtores, as hortas urbanas se apresentam como importante ferramenta de Educação Ambiental, apresentando todos os ciclos de produção de alimentos, bem como o acesso aos produtores para troca de saberes, sementes, mudas e insumos (Figuras 4 a 11).



Figura 4. Horta urbana agroecológica. Fonte: Acervo Mariana R. Almeida (2022).



Figura 5. Canteiro consorciado. Fonte: Acervo Mariana Rodrigues Almeida (2022).



Figura 6. Buquê de hortaliças produzido por alunos da rede municipal de ensino. Fonte: Acervo Mariana Rodrigues Almeida (2022).



Figura 7. Canteiros com cobertura vegetal. Fonte: Acervo Mariana Rodrigues Almeida.



Figura 8. Educação Ambiental com alunos em escola de Campos, RJ. Fonte: Acervo Mariana Rodrigues Almeida (2022).



Figura 9. Alunos montando canteiro consorciado. Fonte: Acervo Mariana Rodrigues Almeida (2022).



Figura 10. Croqui do canteiro. Fonte: Acervo Mariana Rodrigues Almeida (2022).

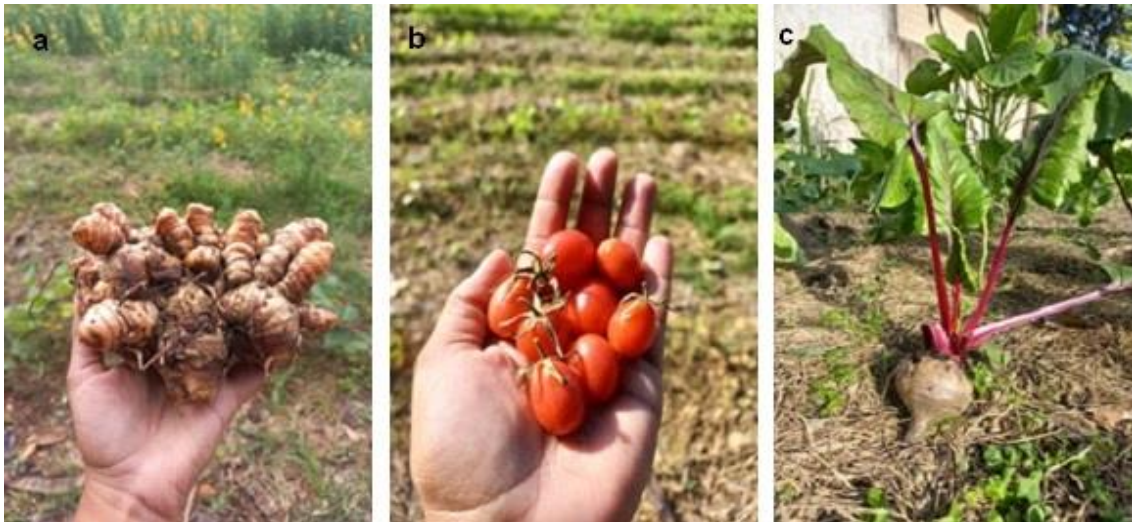


Figura 11. (a) Cúrcuma; b) Tomate cereja; e (c) Beterraba produzidos na horta.
Fonte: Acervo Mariana Rodrigues Almeida (2022).

4. Comunidade que Sustenta a Agricultura (CSA)

Considerada uma tecnologia social, a Comunidade que Sustenta a Agricultura (CSA) é um sistema que promove a produção, comercialização e consumo de alimentos saudáveis, favorecendo relações interpessoais. A tecnologia surgiu no Japão, nos anos da década de 1960, e chegou ao Brasil no ano de 2011, tendo crescido consideravelmente nos centros urbanos (MELO et al., 2020).

A CSA garante a rastreabilidade dos produtos, cria um novo modo de comercialização dos alimentos e permite que os membros associados, denominados co-agricultores⁹, sejam responsáveis e participantes do sistema de produção dos alimentos que consomem diariamente. A atuação dos co-agricultores não se limita apenas à compra e consumo dos produtos: também são responsáveis por garantir o capital necessário para a manutenção dos plantios, com pagamento mensal antecipado para os agricultores. Desse modo, o agricultor não precisa recorrer a linhas de crédito para subsidiar seu negócio.

Este sistema se apresenta como uma vertente contrária ao modelo agroindustrial tradicional. Tem a proposta de desenvolver e fomentar veículos de comercialização valorizando os alimentos locais, promovendo o

⁹ Antigos consumidores.

desenvolvimento regional, preservando e regenerando o ambiente, garantindo relações de fidelidade entre consumidores e agricultores. O objetivo principal é a construção do trabalho coletivo, com confiança e pertencimento, onde o agricultor e os co-agricultores desenvolvem funções específicas para a manutenção do sistema, garantindo a soberania alimentar.

No município de Campos dos Goytacazes existe uma CSA funcionando em uma horta urbana de base ecológica, que segue os princípios da agroecologia e promove a educação ambiental em conjunto com a produção de alimentos sustentáveis.

A CSA de Campos atualmente possui 10 co-agricultores e 1 agricultor responsável, onde semanalmente os membros partilham dos alimentos produzidos. A partilha é realizada toda sexta-feira, no próprio ambiente da horta, os co-agricultores se encontram e montam suas cestas de produtos tais como *ora-pro-nobis*, tomates, milho, taioba, alface, rúcula, baiano, almeirão, temperos e pimentas. Os alimentos plantados são escolhidos entre os membros e de acordo com a região, respeitando a safra e a disponibilidade de sementes e mudas locais (Figura 12).



Figura 12. Partilha dos alimentos da CSA. Fonte: Acervo Mariana R. Almeida (2022).

5. Considerações finais

Considerando o contexto social e a alta degradação dos solos brasileiros decorrente da monocultura, é importante promover ações de incentivo ao cultivo agroecológico, com o objetivo de agregar melhorias na qualidade do solo e dos alimentos e garantir a segurança alimentar.

As políticas públicas são capazes de promover o desenvolvimento sustentável à medida que ações são desenvolvidas, a exemplo das hortas urbanas agroecológicas, que atrelam conhecimentos populares, educação ambiental e alianças entre poder público e sociedade civil em prol da garantia dos direitos ao alimento seguro, educação e bem-estar.

6. Referências

AQUINO, A. M.; ASSIS, R. L., **Agroecologia: princípios e técnicas para uma agricultura orgânica sustentável**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2005.

BRASIL. **Decreto nº 7.794, de 20 de agosto de 2012**. Institui a Política Nacional de Agroecologia e Produção Orgânica. Diário Oficial da União - Seção 1 – 21 de agosto de 2012, Página 4. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/decreto/d7794>. Acesso em: 06 set. 2022.

BRASIL. **Lei Federal nº 10.257 de 10 de julho de 2001**. Estabelece diretrizes gerais da política urbana e estabelece outras diretrizes. Brasília, 2001. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/leis_2001>. Acesso em: 20 jul. 2022.

CARACCILO, M. **Soberanía alimentaria y mercados alternativos**. Dissertação (Mestrado em Economía Solidaria) - Universidad Nacional de Gral San Martín, Centro de Estudios y Formación en Economía Social y Solidaria La Yumba, Cooperativa de Consumo Ltda., Buenos Aires. 2016.

CARMO, D. F.; ARAÚJO, L. C. S.; HAMACHER, L. S.; PAIVA, P. F.; CECCHIN, D. Rede de hortas urbanas e quintais produtivos: experiência no Estado do Rio de Janeiro. **Cadernos de Agroecologia**, v. 15, n. 2, 2020.

COSTA, R.; ANJOS, M. P.; BARBOSA, A. D. R.; OLIVEIRA, C. G. G. A utilização de uma horta orgânica urbana para promoção da Educação Ambiental e propagação do conhecimento agroecológico. **Cadernos de Agroecologia**, v. 13, n. 1, 2018b.

COSTA, T. G. A.; IWATA, B. de F.; TOLEDO, C. E. de; COELHO, J. V.; CUNHA, L. M.; CLEMENTINO, G. E. dos S.; LEOPOLDO, N. C. M. Dinâmica de Carbono do Solo em Unidade de Conservação do Cerrado Brasileiro sob diferentes

fitofisionomias. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, v. 7, n. 4, p. 306-323, 2018a.

FUTEMMA, C. Organic agriculture, agroecology, and agroforestry: small farmers in Brazil. In: **Socio-Environmental Regimes and Local Visions**. Springer, Cham, 2020. p. 409-433.

GORSDORF, L. F.; COELHO, L. X. P.; TROMBINI, M. A.; HOSHINO, T. A. P. **Os silêncios da Nova Agenda Urbana da ONU**. *Jornal Gazeta do Povo*, 6 jul. 2016. Disponível em: <https://www.gazetadopovo.com.br/vida-e-cidadania/futuro-das-cidades/os-silencios-da-nova-agenda-urbana-da-onu-7>. Acesso em: 20 jul. 2022.

IPEA – INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA. **Relatório brasileiro para o Habitat III**. Brasília: ConCidades; Ipea, 2016. Acesso em: 21 jul. 2022.

MAZALLA NETO, W.; BERGAMASCO, S. M. P. A experiência agroecológica e o fortalecimento da racionalidade camponesa na relação com a natureza. In: DELGADO, G. M.; BERGAMASCO, S. P. (Org.). **Agricultura familiar brasileira: desafios e perspectivas de futuro**. Brasília: Ministério do Desenvolvimento Agrário, 2017.

MELO, A. M.; FREITAS, A. F.; CALBINO, D. Comunidade que Sustenta a Agricultura (CSA): panorama das pesquisas brasileiras. *COLÓQUIO - Revista do Desenvolvimento Regional*, Taquara/RS, v. 17, n. 2, 2020. DOI: <https://doi.org/10.26767/1663>. Acesso em: 01 out. 2022.

MONTEIRO, D. Agroecossistemas In: DIAS, A. P.; STAUFFER, A. B.; MOURA, L. H. G.; VARGAS, M. C. (Org.). **Dicionário de agroecologia e educação**. São Paulo: Expressão Popular, p. 78-83, 2021.

NASCIMENTO, A. C. D. L. do; VILLELA, L. E. O ensino da agroecologia através da prática de hortas escolares. **Cadernos de Agroecologia**, v. 15, n. 2, 2020.

NIEDERLE, P. A.; SABOURIN, E. J.; JOB SCHMITT, C.; AVILA, M. L. de; PETERSEN, P.; SANTOS, A. W. de. A trajetória brasileira de construção de políticas públicas para a agroecologia. **Redes** (Santa Cruz do Sul. Online), v. 24, n. 1, p. 270-291, 2019.

OTHMAN, S.; RAMOS, R.; LOBO, W. Hortas cidadinas como laboratório de Educação Ambiental. **EduSer**, v. 14, n. 1, 2022.

PREFEITURA DE SETE LAGOAS. **Hortas Comunitárias Urbanas de Sete Lagoas**: uma experiência bem sucedida de política pública. Disponível em: <https://setelagoas.com.br/noticias/cidade/58435-hortas-comunitarias-urbanas-de-sete-lagoas-uma-experiencia-bem-sucedida-de-politica-publica>. Acesso em: 03 out. 2022.

SCHMITT, C. Transição agroecológica e desenvolvimento rural: um olhar a partir da experiência brasileira. In: SAUER, S.; BALESTRO, M. (Org.). **Agroecologia**

e os desafios da transição agroecológica. São Paulo: Expressão Popular, p. 177-203, 2013.

SEDIYAMA M. A. N.; SANTOS I. C.; LIMA P. C. Cultivo de hortaliças no sistema orgânico. **Revista Ceres**, Viçosa, n. 61, p. 829-837, 2014.

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. Avaliação de impactos ambientais: definições, glossário e conceitos. In: **SOUZA, M. N. (Org.) Tópicos em recuperação de áreas degradadas. Vol. III. – Canoas, RS: Mérida Publishers. p. 36-71. 2022.** <https://doi.org/10.4322/mp.978-65-84548-04-6.c1>.

YAMAMOTO, T.; MOREIRA, C. Hortas urbanas como intervenções temporárias: uma breve reflexão. **Mosaico**, v. 10, n. 16, p. 73-86, 2019.

Autores

Mariana Rodrigues Almeida, Francielle Santana de Oliveira, Maurício Novaes Souza*

Pós-Graduação em Agroecologia do Instituto Federal do Espírito Santo - Campus de Alegre. Caixa Postal 47, CEP: 29500- 000, Alegre-ES, Brasil.

* Autor para correspondência: mauricios.novaes@ifes.edu.br

CAPÍTULO 8

Recursos genéticos do feijão (*Phaseolus spp.*)

Evaldo de Paula, João Carlos Cansian Junior, Vinicius Alves Porto Rodrigues, Bárbara Caetano Ferreira, Lorena Souza Rittberg Mauricio, Amanda Fagundes Zambom, Ueldiane Quintiliano Lins, Monique Moreira Moulin, Maurício Novaes Souza

<https://doi.org/10.4322/mp.978-65-84548-10-7.c8>

Resumo

O cultivo de feijão-comum desempenha função social, contribuindo para manter o homem no campo, sendo uma cultura que possibilita ao produtor rural ter uma maior autonomia em sua propriedade. Merece ser destacada a importância da conservação e preservação dos recursos genéticos de feijão-comum, frente às demandas crescentes por alimentos em todo o globo, sendo um alimento base para alimentação da população brasileira. A redução da variabilidade genética, processo conhecido como erosão genética, ameaça a agricultura por afetar as condições de segurança alimentar e nutricional de toda a humanidade. A capacidade da cultura de se adaptar a diferentes sistemas de produções, inserção em diferentes biomas e contextos socioculturais resultou em uma grande diversidade de variedades tradicionais. Entretanto, o processo de erosão genética no gênero *Phaseolus* tem sido bastante acentuado. Nos últimos anos, a cultura vem despertando o interesse dos produtores que praticam a agricultura empresarial, em razão do desenvolvimento de cultivares em características que favorecem o cultivo mecanizado, como qualquer outra espécie agrícola, essa espécie é afetada por atividades ecológicas que podem prejudicar o seu rendimento de forma direta ou indireta.

Palavras-chave: *Phaseolus vulgaris*. Segurança Alimentar. Recursos Genéticos Vegetais. Conservação de Germoplasma. Agricultura Familiar.

1. Introdução

A cultura do feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.) ocupa lugar de destaque na alimentação da população brasileira, por ser fonte de proteína essencial. Embora exista grande variabilidade genética nesta espécie, os maiores volumes de feijão disponibilizados à população para consumo são variedades tipo carioca e tipo preto, ainda que seja possível encontrar variedades de formas e cores diferentes; contudo, a preços inacessíveis para a maior parte da população (HEBERLE et al., 2019).

Phaseolus lunatus L., popularmente conhecido como feijão-fava, feijão de lima ou fava, é a segunda *Fabaceae* mais importante entre as quatro do gênero *Phaseolus* mais cultivadas no mundo, sendo usada como fonte de alimento e geração de renda (GAMA, 2020).

A diversidade genética é o nível de heterogeneidade ou nível de variação genética de uma população ou de indivíduos de uma determinada espécie. Por muito tempo a sua avaliação foi realizada por meio de informações fenotípicas, como caracteres morfológicos e de desempenho agrônômico (BRAGA et al., 2017).

A atividade agrícola tem experimentado declínio gradual em termos de importância relativa para a sua economia. A população apresentou elevado índice de migração rural, acompanhando o fenômeno generalizado de urbanização do País. Porém, o Estado do Ceará se mantém com o maior produtor brasileiro de feijão-de-corda, com um volume de 20% da produção total do País, representando 95% da produção estadual de outros feijões (BARRETO, 1999).

O feijão-caupi (*Vigna unguiculata* L. Walp) é uma espécie leguminosa cultivada no semiárido nordestino, em pequenas áreas na Amazônia e, ultimamente, no Cerrado, onde é cultivada em áreas de grandes produtores agrícolas dos estados do Piauí e do Maranhão. Além disso, no Nordeste onde o feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.) comumente não se desenvolve de forma adequada em razão de características edafoclimáticas, o cultivo do feijão-caupi é essencial, por se tratar de espécie capaz de suportar as elevadas temperaturas e as secas comuns na Região (SILVA et al., 2012).

Diversas culturas têm sido pesquisadas utilizando a diversidade genética. Visam à seleção de genitores para a formação de híbridos ou mesmo para a

formação de novas populações segregantes, provenientes do inter cruzamento de genótipos divergentes com características agronômicas complementares. Portanto, na literatura, podem-se encontrar variados trabalhos avaliando a diversidade genética em germoplasma de feijão-caupi no qual utilizaram caracteres morfoagronômicos (CARVALHO et al., 2017).

De acordo com esses mesmos autores, o feijão preto é o segundo tipo comercial consumido no Brasil. No estado do Espírito Santo o cultivo de feijão é predominantemente realizado por pequenos agricultores em uma agricultura de subsistência. Os estoques locais de sementes existentes nas propriedades familiares representam um valor genético precioso para a manutenção da biodiversidade e segurança alimentar.

Os feijões são a base da alimentação em diversos estados, especialmente aqueles que residem nas áreas rurais, pois é ali que são produzidos em maior escala, não necessitando, via de regra, gastar seus recursos em sua aquisição (COSTA; LOPES, 1999) (Figura 1).



Figura 1. Feijão em sistema de plantio direto. Fonte: Jornal Dia de Campo (2020).

Em condições tropicais, a produtividade agrícola pode ser negativamente afetada por uma série de estresses bióticos e abióticos que alteram o crescimento e o desenvolvimento vegetal (SILVA et al., 2013; SOUZA, 2022).

O cultivo desses genótipos proporciona a conservação dos recursos genéticos do feijão, o conhecimento da diversidade genética permite a escolha do genótipo e do método de seleção adequado, em função dos recursos disponíveis (CARVALHO et al., 2017).

Apesar de sua enorme rusticidade e do seu valor nutritivo, o cultivo do feijão-fava tem sido relativamente limitado. Dentre as razões para esse cultivo limitado, estão a maior tradição de consumo dos feijões comuns (*Phaseolus vulgaris* L.) e caupi (*Vigna unguiculata* L. Walp.) e o sabor amargo do feijão-fava, conferido pela presença de toxinas (HCN). Além disso, o feijão-fava também é pouco cultivado no país em decorrência da falta de cultivares recomendadas para as regiões produtoras (SILVA, 2011).

Dessa forma, é de extrema importância a realização de pesquisas com feijão-fava no Brasil, o potencial econômico da cultura e a falta de informações que subsidiem e sua exploração tornam evidente a necessidade do desenvolvimento de pesquisa em genética, recursos genéticos, pré-melhoramento e melhoramento genético dessa espécie (SILVA, 2011).

A principal deficiência nutricional na população mundial é o ferro. Dessa forma, o teor de ferro e sua disponibilidade merecem importância quando se trata de qualidade de alimento. Tanto a composição dietética, quanto a forma na qual o ferro está presente no intestino, exercem influência na eficiência da absorção dietética desse alimento (MECHI et al., 2005).

O comércio mundial do feijão é muito limitado devido o consumo ser relativamente pequeno, por se tratar de um produto eminentemente de consumo interno, porque poucos países produzem visando o comércio externo. Contudo, o Brasil para suprir suas necessidades internas importa em torno de 150 mil t ano⁻¹, sendo a maioria o feijão preto da Argentina (BRAGA e SILVA, 2020).

O feijão, por não possuir uma importância comercial no âmbito mundial, aliada à falta de um real conhecimento do seu mercado e ao pequeno consumo entre os países do primeiro mundo, limita a expansão do comércio para outro país. Outro fator decisivo do pequeno fluxo internacional é o fato dos grandes produtores também serem os maiores consumidores do produto, o que acaba por tornar pequeno o excedente para exportação (*ibidem*).

Coelho et al. (2010) afirmam que é muito importante citar que um genótipo que apresente maior capacidade em translocar e armazenar nutrientes na

semente, tenha alto potencial em produzir sementes com elevado poder germinativo e vigor de plântulas sob condições adversas de estresse biótico e abiótico. No entanto, pouco se conhece a respeito da diversidade genética para estas características, e menos ainda para as sementes de genótipos crioulos de feijão.

2. Recursos genéticos

Os recursos genéticos devem ser caracterizados para permitir ganhos genéticos mais promissores no melhoramento e também para potencializar o uso destes recursos pelo próprio agricultor. No caso do feijão, esse aspecto é particularmente essencial por se caracterizar como uma cultura de pequena a média propriedade, na qual o percentual de uso de sementes melhoradas não ultrapassa os 20%, sendo que os demais 80% são sementes oriundas de cultivares locais, as quais foram selecionadas pelos agricultores de acordo com as condições de ambiente e socioeconômicas de cada microrregião (COELHO et al., 2007) (Figura 2).



Figura 2. Diversidade de feijões selecionados por produtores. Fonte: Unsplash/beans (2020).

Os estudos com recursos genéticos vegetais envolvem uma série de fatores importantes, as quais necessitam de um suporte financeiro e, principalmente, exigem continuidade. Essas atividades podem ser desenvolvidas

por Bancos de Germoplasma, que se responsabilizam por atividades como aquisição de germoplasma, caracterização, avaliação, documentação e, finalmente, a distribuição dos acessos existentes no banco (SILVA, 2011).

Os recursos genéticos são matéria-prima para criação de novas variedades; portanto, imprescindíveis para o desenvolvimento sustentável da agricultura e da agroindústria, representando a principal forma de armazenar a variabilidade e, ou, adaptação genética. Por apresentarem uma ampla diversidade genética, grande parte dos recursos genéticos são conservados em Bancos Ativos de Germoplasma (COSTA et al., 2022).

Nos programas de melhoramento de plantas, as informações quanto à diversidade e à divergência genética dentro de uma espécie é importante para o uso racional dos recursos genéticos. As pesquisas sobre a diversidade genética nas coleções de germoplasma podem ser realizadas a partir de caracteres morfológicos de natureza qualitativa ou quantitativa (RODRIGUES et al., 2002).

Ao longo do tempo, têm-se conseguido aumentar a capacidade produtiva das cultivares de feijão, chegando-se a atingir mais de 3.000 kg ha⁻¹ quando se aplica um bom manejo, inclusive irrigação. Ao nível da pequena propriedade, aplicando-se um pouco de matéria orgânica, tem-se conseguido em torno de 1.500 kg ha⁻¹; porém, há que se melhorarem os diversos fatores que interferem com o rendimento, como as doenças e pragas e fatores de ordem abiótica (COSTA; LOPES, 1999).

A EMBRAPA lançou em 2020 uma nova cultivar de feijão-carioca, com material genético proveniente da Colômbia. A cultivar se destaca na safra das águas da região central do Brasil pela produtividade, até 20% superior às demandas do mercado, além do potencial produtivo de 4.000 Kg ha⁻¹, e resistência a doenças como antracnose e a mancha-angular. Segundo a empresa, a cultivar também apresenta características interessantes para a indústria, como uniformidade de tamanho e coloração de grãos (CANALRURAL, 2020).

Coelho et al. (2007) afirmam que a produtividade dos grãos é o caráter de maior importância nos programas de melhoramento. Entretanto, a herança genética é muito complexa, pois atuam vários genes de pequeno efeito sobre fenótipo. Estes genes atuam sobre processos fisiológicos que podem ter influência direta e indireta sobre o rendimento de grãos.

De acordo com Couto et al. (2022) a diversidade biológica deve ser conservada: acredita-se que seja uma das propriedades essenciais da natureza, responsável pelo equilíbrio e estabilidade dos ecossistemas, representando um enorme potencial de uso econômico e social. Desde que a FAO foi fundada, no final dos anos da década de 1940, suas maiores preocupações estavam relacionadas à fome mundial e à conservação dos recursos genéticos vegetais, aspectos fundamentais para os programas de melhoramento genético que emergiram no contexto da Revolução Verde.

Para Costa et al. (2022) a utilização de recursos genéticos pode ser enxergada tanto na pesquisa básica quanto na aplicada. Reforçam que os recursos são essenciais para encontrar alelos benéficos presentes em coleções de germoplasma e para a utilização em programas de melhoramento, principalmente em relação de melhoria do rendimento dos frutos, qualidade e resistência/tolerância ao estresse biótico e abiótico. Telles (2018) aborda que a forma como se manipulam e se manejam os recursos genéticos requer uma alteração importante e a diversidade genética é o ponto prioritário.

A caracterização da variabilidade genética do feijão encontrada em banco de germoplasma e comunidades de agricultura familiar são essenciais para o uso do germoplasma no melhoramento genético. Também é uma forma de aperfeiçoar condições de cultivo dos agricultores, permitindo o uso racional dos recursos genéticos na agricultura familiar (PAULUCI, 2016).

3. Classificação botânica, centro de origem e domesticação

O feijão é uma leguminosa Dicotiledônea pertencente ao filo *Magnoliophyta*, classe *Magnoliopsida*, ordem *Fabales*, família *Fabaceae*, subfamília *Faboideae*, tribo *Phaseoleae*, subtribo *Phaseolineae*, gênero *Vigna*, subgênero *Vigna*, secção *Catyang*, espécie *Vigna unguiculata* (L.) Walp. e subespécie *unguiculata*. O centro de origem e diversidade do feijão-caupi remete ao continente africano e foi introduzido no continente americano a partir do Oeste da África (Nigéria). Entretanto, refere-se à Transvaal, África do Sul, como a região de especiação de *V. unguiculata* (OLIVEIRA, 2014). Para Pauluci (2018) existem relatos de que o feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) possui origem nas Américas e foi domesticado pelos novos indígenas durante a época-colombiana

e a partir daí surgiram dois centros de origem: um Mesoamericano, e o outro Andino.

Nos últimos anos, a cultura vem despertando o interesse dos produtores que praticam a agricultura empresarial, em razão do desenvolvimento de cultivares em características que favorecem o cultivo mecanizado (Figura 3). Como qualquer outra espécie agrícola, essa espécie é afetada por atividades ecológicas que podem prejudicar o seu rendimento de forma direta ou indireta (BANDEIRA et al., 2018).



Figura 3. Cultivar de feijão favorável à mecanização. Fonte: Unsplash/beans (2020).

Sua introdução no Brasil ocorreu no século XVI, pelos colonizadores portugueses e espanhóis. Iniciou-se pelo estado da Bahia e, posteriormente, para outras áreas da região nordeste e demais regiões do país. Seu cultivo se concentra nas regiões Nordeste e Norte. Nos últimos anos vêm ocorrendo uma expansão da cultura para as regiões Centro-Oeste e Sudeste do Brasil. Também é cultivado em regiões tropicais e subtropicais da África, Ásia, América, Europa e Oceania, abrangendo 97 países (OLIVEIRA, 2014).

É extrema importância mencionar que o feijão-caupi possui variados nomes populares, sendo conhecido como feijão de corda, feijão macassar (Brasil), feijão fradinho (Portugal), frijol de castilla (Peru), frijol caupi (Colômbia),

camba (Bolívia), porotro (Paraguai), cowpea (Estados Unidos), xpelon (México), wake (Nigéria), nhemba (Moçambique), feijão macúndi (Angola), entre outros nomes (ROCHA et al., 2013).

A falta de pesquisas no Brasil torna difícil a reconstituição de como o feijão foi introduzido, restando dúvida quanto à espécie, os tipos de feijão que foram introduzidos, quando, por onde, por quais grupos humanos, e vários outros questionamentos. Os resultados da coleta de uma amostra arqueológica encontrada em uma caverna no Norte de Minas evidenciaram que esta amostra se relaciona mais com as variedades de feijão encontrados no Norte da América do Sul e México, o que evidencia influências culturais entre aquelas regiões e Minas Gerais. Além disso, deve ter havido um único evento de domesticação, provavelmente entre o Norte da América do Sul e o México (BRAGA E SILVA, 2020).

O gênero *Phaseolus* pertence à subclasse Rosidae, ordem Fabales e família Fabaceae, subfamília *Papilionoideae* e à tribo *Phaseoleae*. Economicamente, essa é uma das tribos mais fundamentais, pois além de incluir o gênero *Phaseolus*, inclui também as espécies *Glycine max* L. (soja) e *Vigna unguiculata* (L.) Walp. (feijão-caupi). Com relação à família Fabaceae, essa família é uma das maiores entre as dicotiledôneas com 643 gênero e 18.000 espécies distribuídas por todo o mundo, especialmente nas regiões tropicais e subtropicais (SILVA, 2011).

Há 60 anos, estudos propôs uma teoria para evolução e dispersão do *P. lunatus* L., indicando a Guatemala como único centro de origem para a espécie na América Central, Guatemala, e com três principais rotas de dispersão possivelmente seguindo a rota do comércio (SILVA, 2011).

De acordo com Pereira (1990) evidências botânicas, arqueológicas e bioquímicas recentes sobre a domesticação e disseminação da espécie vislumbram novas perspectivas para o melhoramento genético.

Nas formas cultivadas de caupi, como na maioria das espécies domesticadas, para Freire Filho (1988) a evolução praticamente se confunde com a domesticação. Contudo, a evolução do caupi, pode ser dividida em três fases: uma pré, uma durante e outra pós-domesticação, estando as duas últimas relacionadas à dispersão da espécie no mundo.

Devido à oscilação nacional na produção agrícola de feijão-comum e por ser cultivado por diversas categorias de agricultores, desde a agricultura familiar, com escasso ou nenhuma utilização de tecnologia, até o grande empresário agrícola, com uso das mais modernas tecnologias de produção, é fundamental que alterações sejam feitas, no sentido de valorizar este recurso genético. O entendimento de aspectos do processo de domesticação, por exemplo, a redução ou não na variabilidade e a mobilização de características agronômicas, pode proporcionar uma melhoria no desenvolvimento de novas cultivares, no sentido de direcionamento do programa de melhoramento (BERTOLDO et al., 2012).

No nordeste brasileiro, diversas cultivares de feijão-caupi têm sido desenvolvidos por meio de melhoramento genético clássico, visando predominantemente à incorporação de caracteres agronômicos desejáveis, tais como o aumento da produtividade, plantas apresentaram arquitetura com porte semi-enramador e resistência às principais pragas (*Aphis* spp., *Chalcodermus bimaculata*, *Callosobruchus maculatus* e outras). As informações obtidas a partir da caracterização e avaliação dos materiais provenientes de banco de germoplasma constituem ferramentas fundamentais para estudos (BERTINI et al., 2009).

Para Freire Filho (1988) a introdução do caupi no continente americano, a partir da Europa e do oeste da África, tem sido geralmente relacionada a colonizadores espanhóis e ao tráfico de escravos no século XVII. Entretanto, admitem que a introdução, a partir do oeste da África, pode ter ocorrido no século XVI.

4. Importância alimentar

O feijão-caupi é muito utilizado na alimentação humana, na forma de grãos secos ou verdes e consumo *in natura*. Também é usado na alimentação animal, na fabricação de produtos industrializados e na rotação de culturas, como adubos verdes. É uma cultura geradora de emprego e renda para as populações mais carentes das regiões Norte e Nordeste, e para os agricultores empresariais dos cerrados do Meio-Oeste e Centro-Oeste do Brasil (OLIVEIRA, 2014).

O *Phaseolus vulgaris* L. é muito cultivada no Brasil e tem um papel importante na dieta alimentar da população e na geração de renda dos pequenos produtores que utilizam da mão de obra familiar. A produção de feijão é bastante difundida em todo o território nacional e distribuída em três safras durante o ano, sendo o Brasil o terceiro maior produtor mundial (BRAGA e SILVA, 2020).

Lollato et al. (2001) relatam que o cultivo no país é realizado em três safras, sendo a primeira denominada “safra das águas”, a segunda “safra de seca” e a terceira “safra de outono/inverno”.

O feijão é um excelente alimento, fornecendo nutrientes importantíssimos ao ser humano, como proteínas, ferro, cálcio, nitrogênio, zinco, vitaminas (complexo B), carboidratos e fibras. Representa a principal fonte de proteínas das populações de baixa renda e constitui um produto de importância nutricional, econômica e social. Além de ser um dos alimentos mais tradicionais na dieta alimentar da população brasileira. Portanto, a sua contribuição como fonte de proteína e caloria é muito significativa (MESQUITA et al., 2007).

O feijão-caupi, feijão-de-corda ou feijão-fradinho (*Vigna unguiculata* L. Walp.) é uma leguminosa de grande importância para as regiões Norte e Nordeste por constituir a base alimentar para as populações, principalmente as mais carentes. Possui um grande valor nutricional sendo, portanto, um dos principais componentes de dieta alimentar, além de garantir a geração de emprego e renda, tanto na zona rural, quanto na zona urbana (BANDEIRA et al., 2018).

Mesquita et al. (2007) afirmam que a importância alimentar do feijão se deve ao menor custo de sua proteína em relação aos produtos de origem animal. Por isso, apesar de já existirem diversos trabalhos com o feijão, ele continua sendo prioridade nas pesquisas.

A deficiência alimentar pode interferir no desenvolvimento do indivíduo, como consequências físicas, sociais e econômicas, pois estes atuam em atividades essenciais no organismo humano. A alimentação da maioria das pessoas desnutridas é dependente de alimentos básicos para o seu sustento. E uma solução sustentável é o enriquecimento nutricional de culturas por meio da biofortificação via melhoramento genético (OLIVEIRA, 2014).

O consumo do feijão no Brasil, no período de 2004 a 2014, passou de 3,15 milhões para 3,45 milhões de toneladas, um aumento apresentado de

9,52%. O consumo por pessoa também cresceu, atingiu maior valor em 2006/07 com aproximadamente 19 kg hab.⁻¹ ano⁻¹, menor valor é de 17,72 kg obtido em 2003/04. Em 15 anos, o consumo médio por pessoa anual de feijão caiu 52%, variando de 12,394 kg hab.⁻¹ ano⁻¹, em 2002/03 para 5,908 kg hab.⁻¹ ano⁻¹ em 2017/18 (BRAGA e SILVA, 2020).

Telles (2018) aborda que dentre as culturas agrícolas de grande importância para a segurança alimentar e nutrição humana, cita-se o feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.). O grão representa uma rica fonte proteica, pois possui alta concentração de aminoácidos essenciais, como a lisina. Além disso, apresenta propriedades nutritivas e terapêuticas, sendo altamente desejável como componente em dietas de combate à fome e a desnutrição.

Mesquita et al. (2007) suscitam que o valor nutritivo da proteína do feijão é baixo quando usado como única fonte proteica; entretanto, quando combinado com arroz, por exemplo, forma uma mistura de proteínas mais nutritiva. Isto porque o feijão é pobre em aminoácidos sulfurados e rico em lisina; e o arroz é pobre em lisina e relativamente rico em aminoácidos sulfurados.

Estudos feitos por Oliveira (2014) sucinta que o aumento crescente da deficiência alimentar incentivou pesquisas sobre biofortificação dos alimentos, com o intuito de melhorar a qualidade dos produtos agrícolas por meio de melhoramento convencional de plantas e, ou, biotecnologia, evidenciando ser promissor na melhoria da concentração de nutrientes nos alimentos vegetais.

Braga e Silva (2020) aborda que até o final dos anos da década de 1970, o feijão era produzido apenas em duas safras bem diferentes: a 1ª safra, ou safra das águas, e a 2ª safra, ou safra da seca, sendo definida como cultura anual. No entanto, o plantio passou a ser profissional e empresarial, sendo utilizada alta tecnologia, irrigação, com pivôs centrais, sementes melhoradas e utilização intensa de insumos, a 3ª safra, denominada também de safra de inverno, com alta produtividade, alcançando em algumas regiões acima de 3.500 kg ha⁻¹, considerando a média nacional pouco acima de 1.000 kg ha⁻¹, essa terceira safra passou a ter um papel de muita importância para o equilíbrio da oferta de feijão no segundo semestre do ano.

Como o Brasil se encontra entre os mais importantes produtores mundiais, pelas diversas opções de cultivo, pela sua importância alimentar, todo

assunto sobre a cultura do feijão é de enorme relevância para o Brasil (BRAGA e SILVA, 2020).

Pio (2016) e Mesquita et al. (2007) abordam que na alimentação da população brasileira o feijão é um alimento que possui uma principal fonte de proteína, seguido pela carne bovina e pelo arroz. Estes alimentos contribuem com 70% da ingestão proteica, sendo uma cultura de enorme expressão socioeconômica para o país. Essa importância alimentar se deve ao menor custo da proteína em comparação com os produtos derivados de animais.

Segundo Chagas et al. (2018), o feijão-caupi tende a ser incrementado cada vez mais para produção de alto valor nutricional com rentabilidade, além de fornecer a segurança alimentar e nutricional, um dos principais obstáculos da humanidade para atingir o seu desenvolvimento.

Gama (2020) afirma que as sementes crioulas estão intimamente associadas à segurança alimentar, à manutenção das culturas locais e à conservação da natureza, para manter vivo o valioso patrimônio genético, do qual os agricultores familiares são detentores. Essas variedades possuem maior estabilidade dentre as plantas cultivadas, sendo mantidas em grande parte por bancos de sementes de agricultores espalhados pelo mundo, especialmente nos países em desenvolvimento.

5. Conservação de sementes crioulas

A conservação de germoplasma local foi proposta nos anos da década de 1970 como medida de prevenção da erosão genética das principais culturas, a exemplo do feijão e do milho (VOGT; BALBINOT JUNIOR, 2011).

Gama (2020) afirma que as sementes crioulas são as que mais se adaptam nas regiões onde ocorrem, pois se aperfeiçoam pela seleção natural, em que os indivíduos mais vigorosos permanecem. Além disso, o agricultor pode armazenar sementes comerciais, as quais geralmente são perecíveis de um ano para o outro (Figura 4).

O feijão crioulo tem uma melhor adaptação às condições ambientais e socioeconômicas dos agricultores. Apresentam um grande teor de nutrientes nos grãos, por exemplo, o ferro, que de acordo com pesquisas, tem correlação positiva com outros nutrientes, como o zinco, fósforo e enxofre, aumentando a qualidade do mineral nos grãos (PAULUCI, 2016).

Telles (2018) afirma que a distinção de sementes para grãos está associada quanto a sua finalidade, pois o grão é aquele destinado à transformação industrial ou ao consumo, seja humano ou animal. Já a semente, deve se prestar a apresentar poder germinativo e capacidade de formar uma nova planta, além desta se caracterizar por ser a base da agrobiodiversidade.



Figura 4. Diversidade de feijões-crioulos. Fonte: ORGANIC-FARMING (2021).

As sementes crioulas são definidas como sementes de variedade local ou tradicional, conservadas, selecionadas e manejadas por agricultores familiares, quilombolas e indígenas e outros povos tradicionais. São consideradas nativas ou tradicionais porque seu manejo é feito pelos agricultores familiares ao longo dos anos (BRASIL, 2003).

A importância das sementes crioulas do ponto de vista genético se dá pela adaptabilidade às condições de clima e solo desenvolvidas ao longo de gerações, pela autonomia dos agricultores de não utilizar insumos e sementes comerciais de grandes empresas do agronegócio, impactando diretamente na renda dos agricultores familiares (Figura 5).



Figura 5. Diversidade fenotípica das sementes dos acessos de feijões (*Phaseolus vulgaris*) disponíveis no Banco Ativo de Germoplasma (BAG) do IFES Campus de Alegre. Fonte: Acervo do próprio autor (2022).

Essa dependência pode levar ao aumento da vulnerabilidade social de agricultores envolvidos no processo e na insegurança alimentar e nutricional. Dessa forma, fica evidente que a valorização dessas variedades crioulas ou tradicionais que favorecem a biodiversidade local, levando a uma maior capacidade de adaptação às condições ambientais locais e que podem ser mais adaptadas que as sementes comerciais (PINTO et al., 2021).

Pereira (1990) aborda que as amostras de feijão encontradas em descobertas arqueológicas são completamente domesticadas. A característica das sementes não pressupõe qualquer transição do ancestral selvagem, pois o tamanho e a cor das sementes dessas amostras são similares aos de raças “crioulas”, as quais são cultivadas atualmente por pequenos agricultores. Sendo assim, é muito importante a utilização de tecnologias para tornar o processo de domesticação do feijoeiro comum.

No Estado de Santa Catarina o cultivo do feijão é feito por pequenos produtores rurais e são responsáveis por cerca de 67% da produção do Estado. Nas propriedades desses agricultores, de modo geral, são cultivadas populações

com adaptações específicas às suas condições econômicas, ambientais e sociais, o que proporciona maior estabilidade produtiva - muitos agricultores preferem executar seus cultivos a partir de sementes próprias (HEBERLE et al., 2019).

As populações de feijão que são bastante cultivadas ao longo do tempo por diversos agricultores em seus ambientes particulares de cultivo, influenciados pelo ambiente local, são classificados como variedades crioulas. As variedades crioulas de feijão comum são amplamente usadas pela agricultura familiar, dadas a sua rusticidade, por apresentarem certo grau de resistência a pragas e doenças, pela baixa necessidade de manejo, além da possibilidade de uso das sementes no plantio posterior. Apesar de ser uma planta autógama, ocorre a taxa de fecundação cruzada em torno de 5%, a qual é responsável pelo surgimento de suas novas formas, cores, constituintes químicos e novas combinações gênicas (HEBERLE et al., 2019).

Um número bem reduzido de cultivares que são usadas comercialmente e extensas áreas ocupadas por uma única cultivar, tornam tais sistemas agrícolas altamente instáveis (Figura 6). As consequências, além da perda acelerada da biodiversidade e do germoplasma crioulo, a perda do conhecimento tradicional e da prática associada para selecionar plantas e sementes de diferentes culturas (BEVILAQUA et al., 2014).



Figura 6. Cultivar de feijão carioca de alta produtividade. Fonte: Instituto Agro (2022).

Durão (2018) aborda que a obtenção das sementes crioulas ocorre por intermédio da interação social entre os produtores, realizando troca de sementes como doações. Outra fonte de obtenção de sementes crioulas se dá através da doação de instituições.

Para Vogt e Balboinot Junior (2011), a conservação *ex situ* envolve a manutenção da variabilidade genética de interesse em câmaras de conservação de sementes: em curto e médio prazo (temperatura $\pm 10^{\circ}\text{C}$, umidade relativa do ar a $\pm 20^{\circ}\text{C}$); em longo prazo (-20°C e conteúdo de umidade entre 5% e 7%, armazenadas em embalagens impermeáveis, hermeticamente fechadas); em cultura *in vitro* (conservadas a -196°C); ou no campo (conservação *in vivo*).

No que se refere à conservação dos recursos, apenas duas estratégias são possíveis: a conservação *in situ* e *ex situ*. A conservação *in situ* é caracterizada pela conservação no ecossistema e habitat natural; ou seja, a conservação de ecossistemas e habitats e a manutenção e recuperação de populações de espécies em seus meios naturais; ao passo que a conservação *ex situ* refere-se à conservação fora do habitat natural da espécie (GAMA, 2020).

No que se refere os estudos de Brown et al. (1999), a conservação das sementes de variedades crioulas tornou-se um aspecto importante na preservação da biodiversidade, no que concerne aquela de clima temperado no Brasil, visto que tem sido pouco visada pelas instituições de pesquisa e desenvolvimento. Um número expressivo de espécies se encontra em risco de perda da biodiversidade. No caso dos feijões, apenas 50% da variabilidade genética encontra-se conservada em bancos de germoplasma. Como exemplos de culturas com grande variabilidade genética e número de cultivares crioulas, podem-se citar, principalmente, feijão, milho e cucurbitáceas.

Cada uma das estratégias, *on farm* e *ex situ* possui suas vantagens e desvantagens. A conservação *on farm* oferece apoio à conservação *ex situ*, especialmente quando esta falha por razões técnicas, financeiras ou administrativas, pois pode oferecer germoplasma de reposição e atualização das coleções *ex situ*. Também é um fator de segurança à conservação *on farm*, em casos de perda de material genético ocorrido por desastres ecológicos ou mudanças socioeconômicas e culturais. Portanto, a utilização de estratégias complementares fornece uma condição adequada para a conservação. Por isso,

o sistema mais eficaz incorpora os elementos de ambas as estratégias (VOGT; BALBINOT JUNIOR, 2011).

Para Telles (2018), a conservação de sementes crioulas apresenta-se como uma ótima alternativa para preservação da biodiversidade do nosso planeta, onde a agricultura familiar e suas entidades representativas são responsáveis pela manutenção desse patrimônio.

Os agricultores familiares e suas entidades representativas são responsáveis pela manutenção de um patrimônio genético importantíssimo para a humanidade, por meio da agricultura moderna. Além dos agricultores familiares tradicionais, os quilombolas e indígenas também são sujeitos fundamentais na conservação das sementes de cultivares crioulas (BEVILAQUA et al., 2014).

Conforme estudos realizados por Telles (2018), a valorização das cultivares crioulas de feijão por parte dos guardiões de sementes torna-se essencial, tanto para assegurar a variabilidade genética da cultura, quanto para uma possível fonte de renda e estes agricultores familiares ou outros mantenedores.

Durão (2018) afirma que o uso das variedades crioulas, por ser de baixo custo, são as melhores alternativas para a sustentabilidade dos agricultores e, o seu melhoramento, pode ser feito pelos próprios agricultores. A importância das sementes crioulas, que são geradas por grupos de agricultores familiares, são chamados de guardiões de sementes - estes são responsáveis pela manutenção, por meio da conservação e o livre intercâmbio dessas sementes crioulas, representando uma estratégia essencial de conservação e manutenção da fonte de variabilidade genética. Desta maneira, um importante papel no desenvolvimento de cultivares mais produtivas e resistentes aos diferentes tipos de estresses.

Vogt e Balboinot Junior (2011) reiteram que a conservação *on farm* é realizada pelo cultivo contínuo de uma variedade local pelo próprio agricultor, que produz sua própria semente e armazena em sua propriedade de uma safra para outra.

Estudos realizados por Teixeira et al. (2022) suscitam que por intermédio de um movimento feito um grupo de camponesas de uma comunidade são organizados encontros que promovem a troca de sementes crioulas e de conhecimento, geracionais, preservando a cultura, o conhecimento tradicional e

as sementes, proporcionando a continuidade ao longo dos anos, para que toda a comunidade tenha diversidade de alimentos produzidos e autossuficiência alimentar.

Os programas de melhoramento genético do feijoeiro visam obter variedades que apresentam alta produção de sementes possuindo forma, tamanho, cor e brilho aceitáveis no mercado. Além disso, os grãos de feijão devem possuir características culinárias e nutricionais desejáveis, como facilidade de cocção, boa palatabilidade, textura macia do tegumento, capacidade de produzir caldo claro e denso após o cozimento, maior teor de proteínas e minerais (MESQUITA et al., 2007).

Durão (2018) informa que, de modo geral, os agricultores utilizam o vento, a sombra ou o sol para realizar a secagem de suas sementes. Alguns agricultores possuem o hábito de pendurar as sementes em sacos de pano ou telas, muitas vezes dispostos próximos ao fogão à lenha, para facilitar a secagem, evidenciando a existência de um método tradicional de secagem ainda mantido. No entanto, devido à falta de controle sobre o nível de umidade das sementes e na classificação, os métodos tradicionais podem resultar em uma conservação inadequada das sementes.

Com a recuperação e manutenção das sementes crioulas, cria-se um enorme banco de sementes, por meio do qual pretende incentivar novos agricultores a plantarem sementes crioulas e mostrar a importância de manter o controle das sementes pelos próprios agricultores, assegurando a soberania alimentar. Além da manutenção do germoplasma das espécies ou da variedade, disponibilizam material de multiplicação de espécies de interesse comum e a gestão do conhecimento vindo da prática e da troca empírica sobre sua aplicabilidade e manejo (DURÃO, 2018).

Para Pauluci (2016), a partir da avaliação do potencial de utilização agrícola e nutricional de distintas variedades crioulas de feijão, apresentam ciclo precoce, muito igual às cultivares de hábito determinado, além do altíssimo teor de fibra alimentar.

As sementes crioulas usadas na agricultura familiar nordestina advêm de muitas variedades e são fundamentais para os pequenos agricultores, pois representam a sua base alimentar e cultural, o que torna essencial a manutenção

da qualidade fisiologia das sementes durante o armazenamento nas casas de sementes (CHAGAS et al., 2018).

Durão (2018) conclui em estudo que o processo de armazenamento não melhora a qualidade das sementes, mas pode preservá-las quando as condições de conservação são favoráveis. Por outro lado, quando o processo de armazenamento ocorre de forma inadequada, pode gerar na ocorrência de fungos de armazenamento e a variação do teor de umidade das sementes, ocasionando a diminuição do potencial fisiológico.

Em estudos feitos com agricultores, os resultados mostram que cerca de 60% dos entrevistados possui o hábito de guardar suas próprias sementes a mais de 20 anos, sendo uma tradição de família guardá-las para o próprio consumo (Figura 7). Destacam-se também os agricultores que adquiriram o hábito de guardar suas sementes a menos de 5 anos, cerca de 32%, tendo como motivo o incentivo do grupo do projeto guardiões de sementes, bem como outros grupos e entidades que fazem parte (DURÃO, 2018).



Figura 7. Sementes guardadas por pequenos produtores para plantio em anos subsequentes. Fonte: Unsplash/beans (2020).

Para o uso adequado dos recursos genéticos de um banco de germoplasma, é muito importante conhecer a diversidade genética entre os

acessos disponíveis, pois quanto maior a diversidade genética entre os acessos disponíveis, maior será a probabilidade de se encontrar alelos de interesse (CARVALHO et al., 2008).

Pauluci (2016) aborda que ao estudar o desempenho agrônômico de variedades de feijão crioulo no sudeste do Paraná, durante a safra do período de 2013 e 2014, foi observado que a média de produtividade de variedades crioulas foi de 366,11 kg ha⁻¹, demonstrando que durante a safrinha (época em que foi implantado esse estudo), apresentou melhores resultados para o caractere de produtividade, com média de 1.081,79 kg ha⁻¹.

Morais (2013) observou em pesquisa em Alegrete, RS, que as variedades crioulas Cavalo e Cavalo Rio Pardo, obtiveram as maiores notas para peso de 1.000 sementes (375,5 e 351,1 gramas); da mesma forma obtiveram produtividades baixas (inferiores a 1.900 kg ha⁻¹) em comparação às demais variedades de tamanhos de grão pequeno.

Maziero (2011) verificou resultados semelhantes analisando diferentes tipos de feijão de grupos comerciais preto e carioca e também do grupo Manteigão (cavalo), onde a variedade Iraí apresentou a menor média para produtividade (1.600 kg ha⁻¹) enquanto a maior produtividade se deu para a variedade Minuano do grupo comercial preto (2.053 kg ha⁻¹).

6. Considerações finais

O cultivo de feijão comum contribui para a melhor condição de vida dos trabalhadores na área rural e para o aumento da renda nas pequenas propriedades. Em geral, trata-se de uma renda complementar, sendo um exemplo de agricultura familiar e de integração pequeno agricultor-agroindústria.

O aumento de produtividade pode estar associado às características agrônômicas. Desta forma, a caracterização do potencial do genótipo contribui para a geração de renda nas propriedades rurais e para os setores alimentícios. Destaca-se também o emprego de grande quantidade de mão de obra.

Acessos com características desejáveis ao melhoramento de plantas poderão ser identificados e recomendados para futuros programas de melhoramento e utilização pelos agricultores. Poderá gerar ganhos do ponto de vista financeiro e social, atendendo vários nichos de mercado, além de sua

importância na agroecologia como uso da palha para compostagem, fixação de Nitrogênio, rotação e consórcio com outras culturas.

As características das variedades crioulas permitem o seu uso potencial para a produção sustentável de elementos essenciais para a humanidade, tais como alimentos, fibras e medicamentos. Essa agrobiodiversidade tem sido obtida e mantida por populações tradicionais.

7. Referências bibliográficas

BANDEIRA, A. S.; LIMA, R. S.; TEIXEIRA, E. C.; NUNES, T. C.; NOVAES, V. R.; SOUZA, U. O.; PÚBLIO JÚNIOR, E. Levantamento fitossociológico de plantas daninhas na cultura do feijão-caupi. **Cultura Agrônômica**, Ilha Solteira, v. 27, n. 2, p. 327-340, 2018.

BARRETO, P. D. Recursos genéticos e programa de melhoramento de feijão-de-corda no Ceará: avanços e perspectivas. **Recursos Genéticos e Melhoramento de Plantas para o Nordeste Brasileiro**. Petrolina-PE; Embrapa Semiárido. Brasília-DF: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. 1999.

BERTOLDO, J. G.; SILVA, R. P.; FAVRETO, R. Consequências da domesticação em feijão-comum para o melhoramento de plantas. **Pesq. Agropec. Gaúcha**, Porto Alegre, v. 18, n. 1, p.17-23, 2012.

BERTTINI, C. H. C. M.; TEÓFILO, E. M.; DIAS, F. T. C. Divergência genética entre acessos de feijão-caupi do banco de germoplasma da UFC. **Ver. Cienc. Agron.**, v. 40, n. 1, p.99-105, jan./mar., 2009.

BEVILAQUA, G. A. P.; ANTUNES, I. F.; BARBIERI, R. L.; SCHWENGBER, J. E.; ANJOS E SILVA, S. D.; LEITE, D. L.; CARDOSO, J. H. Agricultores guardiões de sementes e ampliação da agrobiodiversidade. **Caderno de Ciência & Tecnologia**, Brasília, v. 31, n. 1, p. 99-118, jan./abr., 2014.

BRAGA E SILVA, M. P. **Importância do potássio na cultura do feijão** (Monografia de Graduação) Centro Universitário de Anápolis – UniEvangélica. Curso de Agronomia. Anápolis-GO, 2020, 23p.

BRASIL. **Lei nº 10711 de 05 de agosto de 2003**. Lei de Sementes. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/2003/L.10.711.htm. Acesso em: 23 jun. 2020.

BROWN, L. R.; FLAVIN, C.; FRENCH, H.; STARKE, L. **Estado do mundo 1999**: relatório do Worldwatch Institute sobre o avanço em direção a uma sociedade sustentável. Salvador: UMA, 1999. 260 p.

CAMIL GRÃOS. **Feijão Preto Camil**. Disponível em: <https://www.camil.com.br>. Acesso em: 13 jun. 2022.

CANAL RURAL. **Nova cultivar de feijão-carioca é 20% mais produtiva e resistente a doenças.** Disponível em: <https://www.canalrural.com.br/programas/informacao/rural-noticias/nova-cultivar-feijao-carioca-produtividade-resistencia/>. Acesso em: 02 out. 2022.

CARVALHO, M. F.; CRESTANI, M.; FARIAS, F. L.; COIMBRA, J. L. M.; BOGO, A.; GUIDOLIN, A. F. Caracterização da diversidade genética entre acessos crioulos de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) coletados em Santa Catarina por marcadores RAPD. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, n. 6, p.1522-1528, set., 2008.

CARVALHO, M. S.; SILVA, M. A.; OLIVEIRA, C. M. O. M. C.; BRAGA, E. F. B.; POSSE, S. C. P.; FERREIRA, M. F. S.; FERREIRA, A. Diversidade de feijão preto cultivados no Espírito Santo. **Congresso Brasileiro de Melhoramento de Plantas**. Melhoramento de Plantas: Projetando o futuro, n. 9, Foz do Iguaçu, 2017.

CHAGAS, J. T. B.; FARIAS, J. E. C.; SOUZA, R. F.; FREITAS JÚNIOR, S. P.; COSTA, M. G. S. Germinação e vigor de sementes crioulas de feijão-caupi. **Agrarian Academy**, Cento Científico Conhecer – Goiânia, v. 5, n. 9, p.487-498, 2018.

COELHO, C. M. M.; COIMBRA, J. L. M.; SOUZA, C. A.; BOGO, A.; GUIDOLIN, A. F. Diversidade gênica em acessos de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 37, n. 5, p. 1241-1247, 2007.

COELHO, C. M. M.; MOTA, M. R.; SOUZA, C. A.; MIQUELLUTI, D. J. Potencial fisiológico em sementes de cultivares de feijão crioulo (*Phaseolus vulgaris* L.). **Revista Brasileira de Sementes**, v. 32 n. 3, p. 97-105, 2010.

COSTA, A. F.; LOPES, L. H. O. Recursos genéticos e melhoramento do feijoeiro comum em Pernambuco. **Recursos Genéticos e Melhoramento de Plantas para o Nordeste Brasileiro**. Petrolina-PE; Embrapa Semiárido. Brasília-DF: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. 1999.

COSTA, T. L. M.; AGUIAR, G. S.; BARBOSA, P. O.; BARRETO, R. L. G.; SILVA JUNIOR, G. T.; SILVA, M. A.; SANTILIANO, F. C.; ZAMPIERI, F. G.; MOULIN, M. M. Gênero *Capsicum*: diversidade genética e conservação dos recursos genéticos vegetais. **Tópicos em Agroecologia**, v. 3, p.128-143, 2022.

COUTO, D. P.; RIBEIRO, I. C.; LAMBERT, J. C.; VASCONCELOS, L. C.; SANTOS, S. C.; SANTOS, T. O.; MOULIN, M. M. Origem, caracterização de germoplasma de milho e sua importância para a manutenção da agrobiodiversidade. **Tópicos em Agroecologia**, v. 3, p. 87-106, 2022.

DURÃO, A. **Tecnologias de conservação de sementes crioulas**. (Monografia de Graduação) Universidade Federal da Fronteira Sul, Campus Cerrado Largo, Curso de Agronomia, Cerrado Largo, 2018, 32p.

FREIRE FILHO, F. R. Origem, evolução e domesticação do caupi. **Embrapa Meio-Norte-Capítulo em Livro Científico (ALICE)**, 1988.

GAMA, A. T. **Desempenho agrônômico, divergência genética, fenotipagem de alta eficiência e qualidade de sementes de variedades crioulas de feijão-fava cultivadas no Semiárido Norte Mineiro**. 87f. (Tese de Doutorado) Universidade Federal de Minas Gerais, Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, Montes Claros, 2020.

HEBERLE, R. A.; KREUTZBERG, L.; SIEGA, Y. P.; SPEZZATTO, J.; ROMANI, G. K. K.; CONTE, J. A.; KIST, V. Conservação on farm de populações locais de feijão comum. **Anais...** Mostra Nacional de Iniciação Científica e Tecnológica Interdisciplinar (MICTI)-e-ISSN 2316-7165, v. 1, n. 12, 2019.

INSTITUTOAGRO. **Tecnologia de produção de feijão carioca para altas produtividades**. 2022. Disponível em: <https://institutoagro.com.br/feijao-carioca/>. Acesso em: 13 jun. 2022.

JORNAL DIA DE CAMPO. **Manejo pode evitar perdas de até 100% no feijão safrinha**. 2020. Disponível em: <https://revistacampoenegocios.com.br/doencas-manejo-pode-evitar-perdas-de-ate-100-no-feijao-safrinha/>. Acesso em: 13 jul. 2022.

LOLLATO, M. A.; SEPULCRI, O.; DEMARCHI, M. Cadeia produtiva do feijão: diagnóstico e demandas atuais. Londrina: IAPAR, 2001. 48 p.

MAZIERO, S. M. **Associação entre métodos de adaptabilidade e estabilidade em Feijão**. 70 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal – Agronomia) – Departamento de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2011.

MECHI, R.; CANATTI-BRAZACA, S. G.; ARTHUR, V. Avaliação química, nutricional e fatores antinutricionais do feijão preto (*Phaseolus vulgaris* L.) irradiado. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, v. 25, n. 1, p. 109-114, jan./mar., 2005.

MESQUITA, F. R.; CORRÊA, A. D.; ABREU, C. M. P.; LIMA, R. A. Z.; ABREU, A. F. B. Linhagem de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.): composição química e digestibilidade protéica. **Ciênc. Agrotec.**, Lavras, v. 31, n. 4, p.1114-1121, 2007.

MORAIS, N. M. **Potencial de uso agrícola e qualidade de cozimento de cultivares crioulas de feijão**. 38f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2013.

OLIVEIRA, D. G. **Seleção simultânea para produção, biofortificação e culinária em populações segregantes de feijão-caupi**. (Dissertação de Mestrado) Universidade Federal do Piauí. Programa de Pós-Graduação em Genética e Melhoramento, Teresina-PI, 2014.

ORGANIC-FARMING. **Diversidade de feijões-crioulos**. 2021. Disponível em: <https://organicfarmermag.com/2020/04/uc-davis-students-breed-new-bean-varieties-for-organic-farming>. Acesso em: 13 jul. 2022.

PAULUCI, T. R. C. **Qualidade de sementes crioulas de feijão**. (Trabalho de Conclusão de Curso) Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) – Campus Dois Vizinhos, Coordenação de Agronomia, Dois vizinhos, 2016, 58p.

PEREIRA, P. A. A. Evidências de domesticação e disseminação do feijoeiro comum e consequências para o melhoramento genético da espécie. **Pesq. Agropec. Bras.**, Brasília, v. 25, n. 1, p.19-23, jan., 1990.

ROCHA, M. M.; DAMASCENO-SILVA, K. J.; FREIRE-FILHO, F. R.; MENEZES-JÚNIOR, J. A. N.; QUEIROZ-RIBEIRO, V. Melhoramento genético do feijão-caupi no Brasil. **Embrapa Meio-Norte-Artigo em Anais de Congresso**. Jornada Tecnológica Internacional sobre El Frijol Caupi, v. 1, 2013.

RODRIGUES, L. S.; ANTUNES, I. F.; TEIXEIRA, M. G.; SILVA, J. B. Divergência genética entre cultivares locais e cultivares melhoradas de feijão. **Pesq. Agropec. Bras.**, Brasília, v. 37, n. 9, p. 1275-1284, 2002.

SILVA, E. F. B.; CARIAS, C. M. O. M.; GULHEN, J. H. S.; ALTOE, S. C.; CARVALHO, M. S.; FERREIRA, A.; FERREIRA, M. F. S. Diversidade genética de dados bromatológicos em feijão coletados no estado do Espírito Santo. XXI Encontro Latino Americano de Iniciação Científica, XVII Encontro Latino Americano de Pós-Graduação e VII Encontro de Iniciação à Docência – Universidade do Vale do Paraíba. **Anais...** Ciência que Aproxima, Ciência que Liberta, Dias 25 e 27 de outubro de 2017.

SILVA, H. A. P.; GALISA, P. S.; OLIVEIRA, R. S. S.; VIDAL, M. S.; SIMÕES-ARAÚJO, J. L. Expressão gênica induzida por estresses abióticos em nódulos de feijão-caupi. **Pesq. Agropec. Bras.**, Brasília, v. 47, n. 6, p. 797-807, 2012.

SILVA, R. N. O. **Diversidade genética em feijão-fava (*Phaseolus lunatus* L.) por marcadores morfoagronômico e moleculares**. (Dissertação de Mestrado) Universidade Federal do Piauí. Programa de Pós-Graduação em Genética e Melhoramento, Teresina, 2011, 176p.

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>.

TEIXEIRA, I. C.; PÁSCHOA, J. C. V.; DESTEFANI, J. D.; FIGUEIREDO, J. S. M.; TRUGILHO, G. A.; NOVAES, C. A.; SILVA SOUZA, M. A. A.; SOUZA, M. N. A 5ª revolução agrícola e a agropecuária: equidade, justiça social e sustentabilidade ambiental. **Tópicos em Agroecologia**, v. 3, p.128-143, 2022.

TELLES C. S. **Guardiões de sementes crioulas de feijão como agentes da conservação da agrobiodiversidade – um estudo de caso no sudeste do Paraná**. (Dissertação de Mestrado) Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Regional. Mestrado em Desenvolvimento Regional, Pato Branco, 2018, 72p.

UNSPLASH. **Diversidade de cultivares de feijão no Brasil**. Disponível em: <https://unsplash.com/s/photos/beans>. 2020. Acesso em: 13 jun. 2022.

VOGT, G. A.; BALBINOT JUNIOR, A. A. Estratégias de conservação de sementes de variedades locais (“crioulas”) de milho e feijão em Santa Catarina. **Revista Agropecuária Catarinense**, v. 24, n. 3, nov., 2011.

Autores

Evaldo de Paula, João Carlos Cansian Junior, Vinicius Alves Porto Rodrigues, Bárbara Caetano Ferreira, Lorena Souza Rittberg Mauricio, Amanda Fagundes Zambom, Ueldiane Quintiliano Lins, Monique Moreira Moulin, Maurício Novaes Souza*

Pós-Graduação em Agroecologia do Instituto Federal do Espírito Santo - Campus de Alegre. Caixa Postal 47, CEP: 29500- 000, Alegre-ES, Brasil.

* Autor para correspondência: mauricios.novaes@ifes.edu.br

Desenvolvimento de mudas de couve da Geórgia (*Brassica oleracea* var. *Acephala*) sob diferentes concentrações de biofertilizante

Euliene Pereira Henrique, Maykon de Castro Mendel, Ediane Lima da Silva, José Antônio Renan Bernardi, Francielle Santana de Oliveira, João Paulo Andrade Gomes, Maurício Novaes Souza

<https://doi.org/10.4322/mp.978-65-84548-10-7.c9>

Resumo

A utilização de biofertilizante é interessante para a agricultura: além de ser uma alternativa econômica e ambiental favorável, aproveita resíduos orgânicos e reduz a aplicação de fertilizantes minerais. O biofertilizante, que é um efluente líquido resultante da fermentação anaeróbia de produtos orgânicos, pode ser usado na agricultura para vários fins, beneficiando o sistema solo, planta e meio ambiente. Objetivou-se no presente trabalho avaliar o efeito de doses de biofertilizante de origem bovina e enriquecido com mamona e nim indiano, que são ricos em nitrogênio (N); tronco de bananeira, rico em potássio (K); restos de fruta, para fonte de amido; caldo de cana, como fonte de energia para os microrganismos; aplicadas em mudas em couve da Geórgia (*Brassica oleracea* var. *acephala*). O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado, em cinco blocos e seis tratamentos (doses), sendo à testemunha (0%) e o substrato comercial (SC) nas concentrações de 25%, 50%, 75%, 100% de biofertilizante. Foram semeadas duas sementes de couve da Geórgia por célula e, posteriormente, realizou-se o desbaste, deixando apenas uma muda por célula. As mudas foram pulverizadas com o biofertilizante diariamente duas vezes por dia até o fim dos experimentos. Os parâmetros avaliados foram germinação, comprimento da parte aérea, peso fresco e seco da parte aérea, peso fresco e seco de raiz, peso fresco e peso seco total e número de folhas. Os dados foram submetidos à análise de variância. Para as doses de biofertilizante foi utilizado o método de médias das variedades de couve e adubação comercial; foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. A utilização do biofertilizante apresentou bons resultados em apenas uma das doses: 25% quando comparado com o substrato comercial (SC) no desenvolvimento inicial de mudas de couve - proporcionou maior crescimento da biomassa fresca nas mudas. A biomassa seca apresentou melhores resultados na concentração no SC. Assim, os resultados são relevantes, posto que o valor comercial está nas folhas e não na raiz. Dessa forma, o biofertilizante por ser um produto acessível, pode ser recomendado para sua produção e aplicação na agricultura.

Palavras-Chave: Biofertilizante. Couve da Geórgia. Adubação orgânica.

1. Introdução

A produção de alimentos atualmente é baseada em um pacote tecnológico com utilização maciça de agroquímicos. A adoção deste modelo gera elevados custos de produção, podendo, muitas vezes, inviabilizar financeiramente a produção de determinadas culturas agrícolas; quando utilizado de maneira incorreta, podem gerar consequências negativas para o meio ambiente. Uma alternativa para minimizar esse problema é o emprego de biofertilizante, principalmente pelo fato da crescente procura por novas tecnologias de produção que apresentem redução de custos e a preocupação com a segurança alimentar (BERTOLLO, 2015).

Um dos maiores desafios para a agricultura é o estabelecimento de sistemas agrícolas sustentáveis, evidenciando-se o sistema orgânico como importante alternativa. Por essas razões, há a necessidade da utilização de produtos que estejam em conformidade com a legislação da produção orgânica, como os biofertilizantes, os quais estimulam o crescimento das raízes e o desenvolvimento das plantas, uma vez que são considerados ativadores metabólicos (BEZERRA et al., 2007; SARDINHA, SOUZA; BERILLI, 2021).

Os biofertilizantes são definidos na Instrução Normativa nº 46 de 06 de outubro de 2011, “como produtos que contêm componentes ativos ou agentes biológicos capazes de atuar, direta ou indiretamente, sobre o todo ou sobre partes das plantas cultivadas, melhorando o desempenho do sistema de produção, e que sejam isentos de substâncias proibidas pela regulamentação de orgânicos” (MAPA, 2012).

No Brasil, o uso de fertilizantes orgânicos (biofertilizante) vem crescendo muito nos últimos anos. Desta forma, pesquisas sobre sua aplicação na nutrição das plantas devem ser executadas. Tem-se observado que o biofertilizante de esterco bovino de fermentação anaeróbica ou aeróbica, apresenta também ação fungicida, repelente de insetos e bacteriostática (SANTOS, 1992).

A agricultura ecológica consiste em um conjunto de práticas que visa um trabalho harmônico e de acordo com as leis da natureza. A base de toda a produção agrícola é o solo, que por sua vez, é um organismo vivo: portanto, devem ser dadas todas as condições para que as plantas nele manejadas possam se desenvolver com saúde (MEDEIROS; SILVA LOPES, 2006; SOUZA, 2022).

A produção de biofertilizantes tem contribuído para a maximização do aproveitamento de resíduos orgânicos gerados em propriedades de base familiar. No entanto, torna-se necessário que este processo seja utilizado com eficiência. Assim, a qualidade do insumo obtido poderá proporcionar ao sistema aportes adequados de nutrientes e de agentes biológicos para o desenvolvimento equilibrado das plantas, uma das alternativas para a suplementação de nutrientes (TIMM; GOMES; MORSELLI, 2004).

Os biofertilizantes são produto do processo de fermentação; ou seja, da atividade dos microrganismos na decomposição da matéria orgânica e complexação de nutrientes, o que pode ser obtido com a simples mistura de dejetos animais e vegetais (SANTOS, 1992; HOFFMANN et al., 2010).

Em hortaliças, uma das principais alternativas para a suplementação de nutrientes na produção orgânica é a utilização de fertilizantes orgânicos líquidos, aplicados via solo, via sistemas de irrigação ou em pulverização sobre as plantas (SOUZA; RESENDE, 2006).

A produção de mudas de alta qualidade constitui uma das etapas mais importantes do sistema produtivo (SILVEIRA et al., 2002), influenciando diretamente o desempenho final das plantas, tanto do ponto de vista nutricional quanto do ciclo do cultivo. Mudas mal formadas comprometem o desenvolvimento das plantas e prolongam seu ciclo, levando a perdas de produção (GUIMARÃES; ECHER; MINAMI, 2002).

Mesmo com o grande progresso alcançado por meio dos avanços tecnológicos e científicos, o desenvolvimento da atividade agrícola pela própria natureza traz alguns distúrbios ao meio ambiente em relação a sua situação natural (BENÍCIO; SILVA; LIMA, 2011).

Diante desta problemática, devem-se buscar estilos alternativos de agricultura, ou utilização de técnicas dentro dos sistemas já existentes, visando garantir a viabilidade agrícola, diminuindo os impactos ambientais e contribuindo com a segurança alimentar.

Portanto, neste trabalho, buscou-se determinar o efeito do biofertilizante de forma anaeróbica, para testar sua eficiência no crescimento das mudas de couve da Geórgia (*Brassica oleracea* var. *acephala*) em diferentes doses, com relação a substratos comerciais; ou seja, de criar uma forma alternativa de adubação natural que não acometa tanto o meio ambiente.

2. Agroecologia

Apesar das diversas interpretações conceituais dos anos recentes, a Agroecologia corresponde fundamentalmente a um campo de conhecimentos de natureza multidisciplinar que pretende contribuir na construção de estilos de agricultura de base ecológica e na elaboração de estratégias de desenvolvimento rural, tendo-se como referência os ideais da sustentabilidade numa perspectiva multidimensional de longo prazo (CAPORAL; COSTABEBER, 2002).

No Brasil, esta forma de produção contribui acentuadamente na economia nacional. Por intermédio da agricultura de base agroecológica é viável a produção de alimentos de qualidade e que contribuem com a preservação do meio ambiente: a mesma reduz o uso de agrotóxicos e ainda melhora a qualidade de vida dos indivíduos envolvidos nesses processos de produção (SANTOS et al., 2013).

A produção agroecológica sustentável, deriva do equilíbrio entre plantas, solos, nutrientes, luz solar, unidade e outros organismos coexistente, que compõe o agroecossistema de produção (Figura 1). Neste aspecto, encontra-se um dos importantes pilares da estratégia agroecológica, produzir preservando e ampliando a biodiversidade (ALTIERI, 1998).



Figura 1. Recuperação de área degradada por meio de manejo ecológico com a implantação de um Sistema Agroflorestal. Fonte: Dário Rodrigues (2022).

Agroecologia, mais do que simplesmente tratar sobre o manejo ecologicamente responsável dos recursos naturais, constitui-se em um campo do conhecimento científico. Parte de um enfoque holístico e de uma abordagem sistêmica: pretende contribuir para que as sociedades possam redirecionar nas suas mais diferentes inter-relações e mútua influência, para o manejo e desenho de agroecossistemas sustentáveis (ALMEIDA; NAVARRO, 1998; CRESPO et al., 2022).

Destaca-se como prioridade inadiável para a pesquisa, ensino e extensão rural, reinventar seus enfoques tradicionais à luz do imperativo socioambiental da nossa época. Para isso, urge pensar-se em um processo de transição agroecológica baseado nos princípios da Agroecologia (RURAL, 2000; CRESPO et al., 2022).

Defende-se, a partir dos princípios da Agroecologia, que existe um potencial técnico-científico já conhecido, que é capaz de impulsionar uma mudança substancial no meio rural e na agricultura. Portanto, pode servir como base para reorientar ações de ensino, de pesquisa e de assessoria ou assistência técnica e extensão rural, numa perspectiva que assegure uma maior sustentabilidade socioambiental e econômica para os diferentes agroecossistemas (GLIESSMAN, 2001; SARDINHA, SOUZA; BERILLI, 2021).

De qualquer forma, a Agroecologia não se propõe como um remédio para resolver todos os problemas gerados pelas ações antrópicas de nossos modelos de produção e de consumo, nem espera ser a solução para as mazelas causadas pelas estruturas econômicas globalizadas. Busca orientar estratégias de desenvolvimento rural mais sustentável e de transição para modelos de produção agropecuários menos impactantes, como uma contribuição para a vida das atuais e das futuras gerações neste planeta de recursos limitados (CANUTO, 2017; SOUZA, 2022).

A interação dos elementos formadores do agroecossistema resulta em efeitos benéficos, tais como: cria uma cobertura vegetal contínua para a proteção do solo; assegura constante produção de alimentos; fecha os ciclos de nutrientes e garante o uso eficaz dos recursos locais; contribui para a conservação do solo e dos recursos hídricos; intensifica o controle biológico de pragas fornecendo habitat para os inimigos naturais (ALTIERI, 1998; CRESPO et al., 2022; SOUZA, 2022).

A agroecologia parte dos princípios ecológicos básicos sobre como estudar e projetar agroecossistemas para que sejam produtivos e, ao mesmo tempo, conservem os recursos naturais. Também, sejam culturalmente adaptados, social e economicamente viáveis: nem sempre é coerente em todos os seus detalhes, mas contém uma variedade de percepções positivas, em um momento de evolução em que a riqueza de abordagens só pode fortalecê-la (ALTIERI, 2012).

3. Biofertilizante

Na busca por insumos menos agressivos ao ambiente e que possibilitem o desenvolvimento de uma agricultura menos dependente de produtos industrializados, vários produtos têm sido utilizados: um exemplo prático e viavelmente econômico é o uso de biofertilizantes (BERNARDO; BETTIOL, 2010).

Os biofertilizantes se destacam por apresentarem alta atividade microbiana e bioativos capaz de induzir maior resistência às plantas contra o ataque de agentes externos (pragas e doenças). Além disso, esses compostos também atuam nutricionalmente sobre o metabolismo vegetal e na ciclagem de nutrientes no solo (MEDEIROS, 2013).

O uso atual de algumas novas tecnologias de produção pode acarretar riscos cada vez maiores do impacto negativo de desastres causados ou influenciados pela atividade humana. No entanto, uma redução na aplicação de adubos minerais pode prevenir contra a ação de problemas ambientais causados pela aplicação excessiva desses insumos ao solo (CAVALCANTE et al., 2012).

A fabricação de biofertilizantes é decorrente do processo de fermentação; ou seja, da atividade dos microrganismos na decomposição da matéria orgânica, o que pode ser obtido com a simples mistura de água e esterco fresco (MARROCOS, 2011). Geralmente os microrganismos são de origem do esterco fresco de gado ruminante, de preferência leiteiro, por possuir uma alimentação mais balanceada e rica em microrganismos, aumentando a qualidade do biofertilizante (MOURA; LIMA, 2007).

A fermentação pode ser realizada de maneira aeróbica e anaeróbica - o resultado desse processo é um composto de duas fases: uma sólida, usada

como adubo organomineral; e outra líquida, utilizada como adubo foliar (SILVA, 2018).

Estudos têm mostrado os efeitos positivos dos biofertilizantes líquidos sobre produtividade de culturas, assim como aspectos relacionados à fertilidade do solo e nutrição das plantas (SANTOS et al., 2012).

O biofertilizante líquido é um adubo vivo orgânico obtido a partir de microrganismos (leveduras, bactérias e fungos) somado a um alimento para estes microrganismos se desenvolverem na água promovendo uma fermentação, em sistema fechado ou aberto (OLIVEIRA MESQUITA et al., 2010).

O estudo da utilização de biofertilizantes aplicado ao solo visando à nutrição de plantas tem indicado bons resultados (FERREIRA CAVALCANTE et al., 2010). Seu emprego na forma líquida proporciona maior absorção dos nutrientes necessários para as plantas: pode contribuir para elevar a produtividade das culturas (SOUZA; RESENDE, 2006).

O uso de fertilizantes orgânicos vem sendo estudado nas hortaliças, sobretudo por proporcionar melhorias nas características produtivas das plantas (SEDIYAMA et al., 2014).

Diante da necessidade para o atendimento da demanda alimentar da população brasileira, seja pela oferta de alimentos de origem animal ou vegetal, tem-se buscado meios para uma produção o mais sustentável possível destes suprimentos.

Os alimentos provem do trabalho agrícola realizado pela maioria da população camponesa. No entanto, há um número considerável destes que desconhece técnicas de manejo sustentável de microrganismos fitopatogênicos que destroem as células de defesa da planta diminuindo sua imunidade, impossibilitando o seu desenvolvimento; por desconhecimento, acabam por empregar elementos nocivos às culturas e ao solo (LEITE et al., 2003).

Esses fatos têm encorajado pesquisadores e produtores rurais a experimentarem biofertilizantes preparados a partir da digestão aeróbica ou anaeróbica de materiais orgânicos, como adubo foliar em substituição aos fertilizantes minerais (SILVA et al., 2012).

Nesse sentido, as vantagens da sua utilização estão principalmente no custo e na disponibilidade do produto. Assim, o agricultor não depende da

compra de insumos, pois pode ser produzido a partir de diversas fontes de matéria orgânica, possibilitando o aproveitamento do material disponível na propriedade, diminuindo o aporte de recursos externos (MACHADO, 2010; SOUZA, 2022).

Não existe fórmula padrão para a produção de biofertilizantes: receitas variadas vêm sendo testadas e adaptadas por agricultores para diversas finalidades, sendo de fácil preparação e o agricultor pode fazer na própria residência, tornando-se um produto de baixo custo para o produtor rural (MAGRINI et al., 2011) (Figura 2).

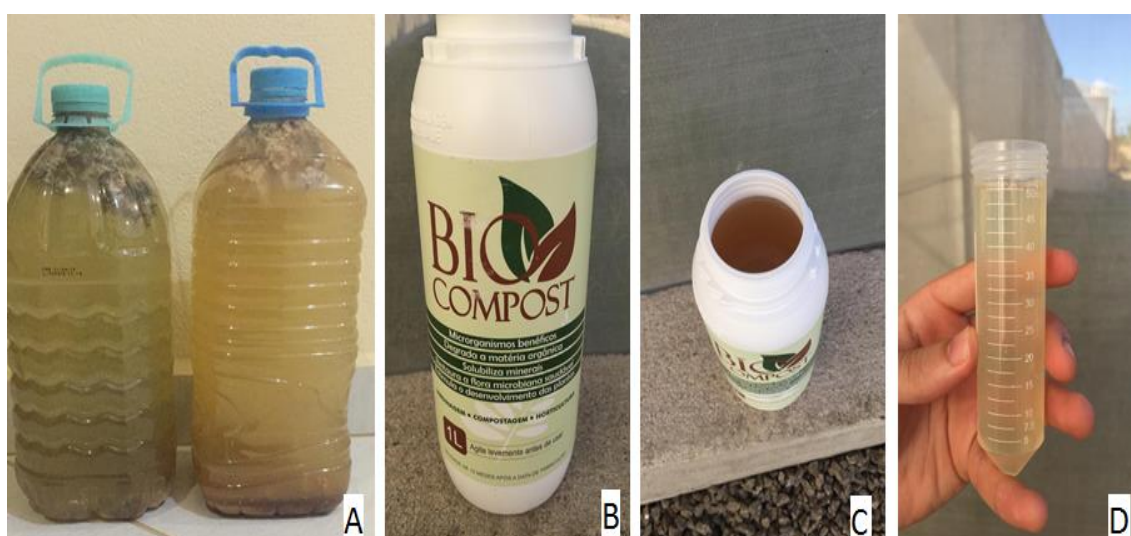


Figura 2. A: Microrganismos eficientes coletados em Alegre e em Barra de São Francisco. B e C: Microrganismo eficiente comercial Bio Compost®. D: Diluição 5 ml de EM para 45 de água. Fonte: Gomes et al. (2021).

Utilizam-se materiais disponíveis na propriedade que trarão facilidade para a produção do insumo orgânico. Assim, pode ser usado esterco de animais (boi, porco, carneiro, galinha, entre outros), matérias vegetais para ajudar na inoculação, adição de diversidade de microrganismos, e fornecer energia na forma de melado, garapa ou açúcar mascavo (PAES, 2015).

Alguns biofertilizantes vêm sendo testados com o intuito de se chegar a uma formulação e a uma elaboração ideal, objetivando-se disponibilizar o máximo de nutrientes para as plantas. Entretanto, há carência de maiores informações no país sobre as dosagens adequadas de biofertilizantes a serem

utilizadas, bem como a variação dessas dosagens em função dos constituintes desses biofertilizantes (SANTOS et al., 2012).

Os biofertilizantes são provenientes de um processo de decomposição da matéria orgânica. Pela possibilidade de ser produzido nas pequenas propriedades, com materiais locais e econômicos, o colocam em lugar de destaque dentre as ferramentas tecnológicas ecologicamente corretas nos sistemas de produção sustentáveis (LIMA et al., 2012; GOMES et al., 2021).

O emprego de biofertilizantes em hortaliças é uma prática agrícola que traz resultados satisfatórios, porém deve-se levar em consideração a qualidade do produto: sabe-se que o uso desordenado pode vir a prejudicar a saúde dos consumidores, podendo, inclusive, onerar o custo de produção (COSTA, 1994).

Portanto, a concentração da solução, o pH, a mistura da matéria-prima e dos minerais deverão estar compatibilizados, para que quimicamente o produto final seja benéfico à planta e não cause injúrias (NETO, 2014).

Como principais vantagens no uso de biofertilizante:

- Permite a produção de alimentos mais saudáveis, com menor impacto ao meio ambiente;
- Fortalece as plantas e garante maior resistência ao ataque de pragas e doenças;
- Melhora a produtividade das culturas;
- Apresenta menor custo quando comparado aos fertilizantes químicos.

Algumas possíveis desvantagens no uso de biofertilizantes:

- Mau cheiro, pois são de origem de materiais que passaram por um processo de decomposição;
- Processo de liberação de nutriente mais lento;
- Riscos de contaminação do solo, em casos de fezes contaminadas;
- Resíduos industriais ao lado de esgoto podem trazer metais pesados e microrganismos patogênicos ao homem.

4. Estudo de caso: Cultura da couve da Geórgia (*Brassica oleracea* var. *acephala*)

A couve da Geórgia (*Brassica oleracea* var. *acephala*) possui um acentuado valor econômico por ser uma das mais consumidas e apresentar

folhas macias. A couve é uma oleracea arbustiva anual ou bienal, produzida por sementes (Figura 3). É uma cultura que apresenta porte alto, variando de 60 a 90 cm na fase de colheita, apresentando folhas distribuídas em volta do caule: possuem o limbo bem desenvolvido, arredondado com pecíolo longo e nervuras bem definidas (REIS FILGUEIRA, 2008).



Figura 3. *Brassica oleracea* var. *acephala* (Couve da Geórgia). Fonte: Adaptada de Lemos (2010).

A couve da Geórgia destaca-se entre as plantas hortícolas como um dos alimentos importantes na nutrição humana, sendo rica em minerais e vitaminas (FRANCO, 1992).

Por ser uma cultura rústica, que se adapta a diferentes condições ambientais, a couve não necessita de alto nível tecnológico para o seu cultivo (AZEVEDO et al., 2014). No entanto, no Brasil são raros os trabalhos que visam caracterizar a divergência da couve.

O sistema radicular é muito ramificado e superficial, explorando apenas os primeiros 25 cm de solo, quando a cultura é transplantada. Em semeadura direta, a raiz pivotante pode atingir 60 cm de profundidade; é de produção anual. Dias curtos e temperaturas amenas favorecem a etapa vegetativa do ciclo, constatando-se que todas as cultivares produzem melhor sob tais condições (MARQUES et al., 2003).

A couve é uma das hortaliças mais cultivadas na agricultura familiar, pois é uma cultura que se adapta à produção em pequenas áreas e em sistema de consorciação com outras lavouras. Possui ciclo curto, possibilitando retorno

alimentar e econômico rápido; além disso, é de fundamental importância na nutrição humana, destacando-se como importante fonte de vitaminas e sais minerais. As plantas dessa espécie apresentam com frequência resíduos químicos sintéticos, prejudiciais ao ambiente e à saúde, quando cultivadas dentro do modelo convencional (LOVATTO, 2012).

A couve é extremamente exigente em nutrientes, principalmente nitrogênio, fósforo, potássio, ferro e cálcio, não se podendo desprezar, entretanto, a importância dos demais. É uma cultura que apresenta lento crescimento inicial, até os 45 dias. Apesar de absorver quantidades relativamente pequenas de nutrientes, quando comparadas com outras culturas, seu ciclo de 90 dias, em função de cultivares, épocas e locais de cultivo, a torna mais exigente em nutrientes, principalmente no final do ciclo (ABREU, 2008).

O objetivo geral do presente trabalho foi avaliar o efeito da ação do biofertilizante líquido anaeróbico no desenvolvimento vegetativo de mudas de couve da Geórgia (*Brassica oleracea* var. *acephala*) cultivadas em diferentes concentrações de biofertilizante em comparação ao substrato comercial.

Como objetivos específicos:

- Avaliar a ação do biofertilizante em diferentes concentrações: 25; 50; 75; 100%, em mudas de couve (*Brassica oleracea* var. *acephala*), comparada com substrato comercial;
- Identificar os efeitos produtivos das mudas de couve após aplicação do biofertilizante no solo em doses crescentes; e
- Quantificar a massa verde e seca das mudas da couve com relação da aplicação de biofertilizante e do substrato comercial.

4.1. Localização do experimento

O experimento foi conduzido no Instituto Federal do Pará (IFPA) - Campus Bragança, localizado na Rua da Escola Agrícola, s/n Vila Sinhá, no município de Bragança no nordeste do estado do Pará. Possui coordenadas geográficas de - latitude: 01° 03' 13" S; Longitude: 46° 45' 56" W; Altitude: 19 m; Área: 2.344,1 Km²; sendo caracterizado pela forte incidência da agricultura, pecuária e extrativismo que movimentam a economia do município (Figura 4).

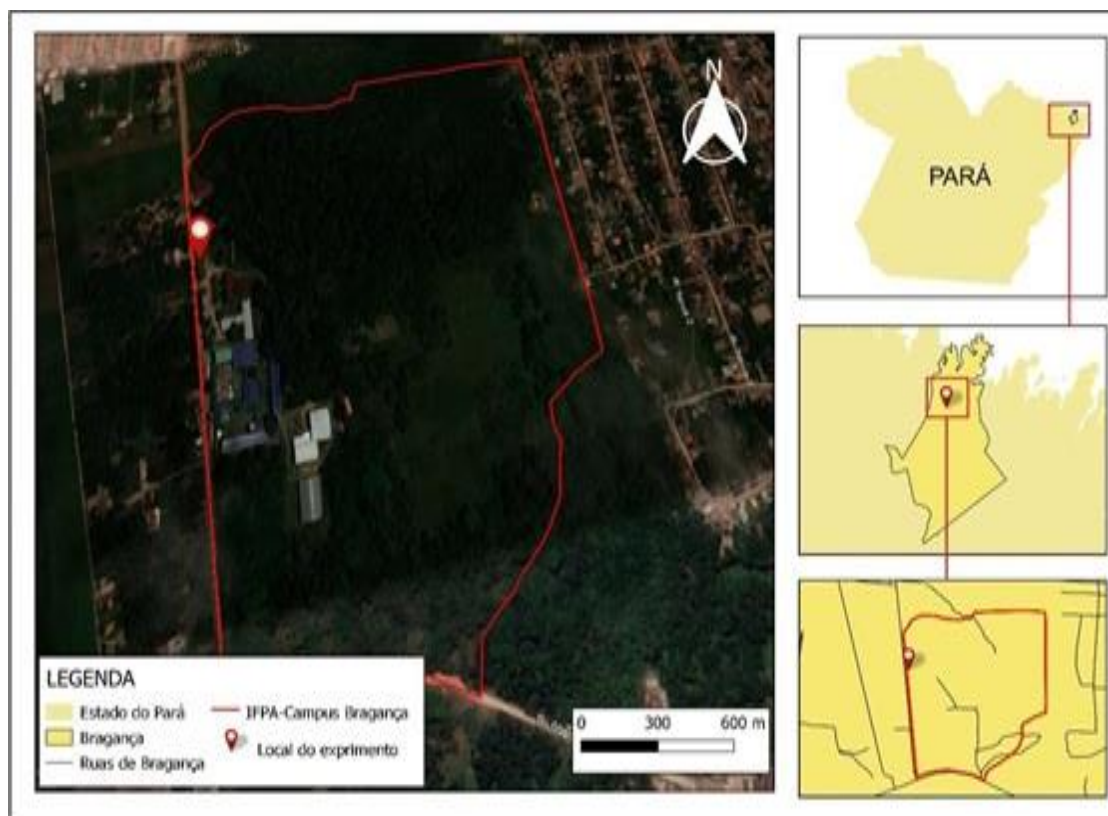


Figura 4. Mapa de localização das estufas. Fonte: Acervo dos autores.

O município dispõe de clima tropical, o qual é caracterizado por ter somente duas estações definidas durante o ano, inverno e verão. O clima da região é úmido e quente, com média de precipitação anual de 2.508,4 mm, temperatura média do ar de 25,6°C, constatando-se um período seco entre setembro e novembro (ABREU et al., 2006).

A vegetação caracteriza-se pela presença de grande área de floresta secundária resultante do intenso processo de urbanização e produção agrícola, onde a mata primária foi derrubada ou queimada (SILVA; BORDALO; DA SILVA, 2016).

4.2. Metodologia da pesquisa

4.2.1. Produção do biofertilizante

Na produção do biofertilizante com fermentação anaeróbica (Figura 5), utilizou-se uma bombona de plástico de 50 l, 5 kg de esterco bovino fresco, 5 kg de resto de frutas, 5 kg de pseudocaule da bananeira, 5 kg de nim indiano (*Azadirachta indica*), 4,5 kg de folhas de mamona (*Ricinus communis*), todos

triturados em uma máquina forrageira; 2,5 l de caldo de cana, 30 l de água potável, uma garrafa *pet* de 2 l e uma mangueira.



Figura 5. Esquema de produção do biofertilizante anaeróbico. Fonte: Adaptada de Medeiros e Silva Lopes (2006).

A produção do fertilizante teve início no dia 05 de setembro de 2017, não havendo a necessidade de homogeneização - uma das vantagens do sistema anaeróbico: precisam-se desse sistema fechado para que as bactérias se proliferem no composto. Após 30 dias o biofertilizante já estava pronto (Figura 6).



Figura 6. Processo de fermentação anaeróbica do biofertilizante. Fonte: Autores (2018).

4.3. Delineamento experimental

Os tratamentos foram distribuídos em blocos casualizados no arranjo fatorial $1 \times 4 + (2)$ (Figura 7), referentes a 1 tipo de biofertilizante líquido de

fermentação anaeróbica. O biofertilizante foi diluído em 4 doses: 25, 50, 75, 100%; e dois tratamentos adicionais - 1 controle 0%, irrigado apenas com água; e 1 também irrigado com apenas água (SC) substrato comercial, onde o que o diferenciava dos demais era o substrato de cultivo de nome TROPSTARTO, e os demais cultivados com vermiculita expandida. Para o processo de semeadura da couve foram utilizadas 5 sementeiras de polietileno nas dimensões de 54 cm de comprimento por 28 cm de largura, 0,4 cm de altura e 98 células.

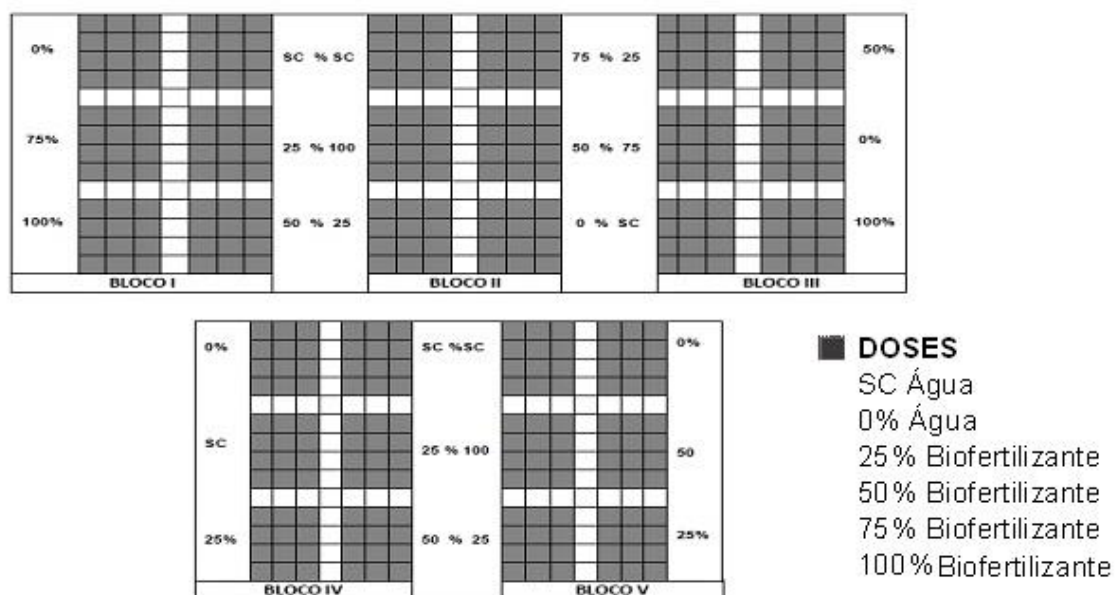


Figura 7. Esquema de produção do biofertilizante anaeróbico. Fonte: Autores (2018).

O total foi de cinco bandejas usadas referentes aos blocos; cada bloco continha as quatro doses do biofertilizante (25; 50; 75; 100%) e mais 2 controles (irrigadas apenas com água e um substrato comercial), totalizando 6 tratamentos por bloco e cada tratamento contendo 6 parcelas, com 12 células. Em cada célula foram semeadas 2 sementes de couve, totalizando 24 plantas por parcela e 72 por bloco (Figura 8). No decorrer do experimento, com a germinação das sementes, foi feita a repicagem das plantas, deixando apenas uma por célula.

O biofertilizante foi utilizado na forma líquida e aplicada diretamente no solo sobre as sementes de couve (*Brassica oleracea* var. *acephala*), nas doses de 25, 50, 75, 100% de biofertilizante e 2 irrigados apenas com água 0% e o substrato comercial (SC) (Figura 8). As aplicações das doses de biofertilizante

começaram a ser feitas no dia 28 de novembro de 2018 - um dia após o plantio das sementes de couve.

Assim, seguiu-se um cronograma após o plantio e o uso dos fatores de avaliação comparativa: foram até o dia 18 de dezembro de 2018, dando fim ao experimento.



Figura 8. Mudas de couve da Geórgia (*Brassica oleracea* var. *acephala*) em processo germinativo. Fonte: Autores (2018).

A irrigação com biofertilizante nas mudas era feita duas vezes ao dia, pela manhã e à tarde; dependendo das condições climáticas, não se tinha a necessidade de irrigar duas vezes (Figura 9).



Figura 9. Doses das aplicações de biofertilizante. Fonte: Autores (2018).

4.4. Dados estatísticos

Para as análises estatísticas foram utilizadas apenas 60 mudas de couve da Geórgia de 72 de cada bloco, sendo 10 plantas de cada tratamento irrigadas com biofertilizante das doses de 25; 50; 75; 100%; 0% e SC com águas (Figura 10).



Figura 10. Mudanças de couve devidamente irrigadas com biofertilizante. Fonte: Autores (2018).

No final do experimento (22 dias de duração), as mudas foram retiradas de cada tratamento para coleta dos dados da massa fresca, a fim de avaliar as seguintes características: comprimento da parte aérea; comprimento das raízes; peso da parte aérea e da raiz das mudas (Figura 11). Para a coleta da massa seca as mudas foram colocadas em uma estufa a 60°C, por três dias e depois pesadas.



Figura 11. Comprimento da parte aérea da massa fresca da couve (*Brassica oleracea* var. *acephala*). Fonte: Autores (2018).

Os dados foram tabelados no Excel 2016 e rodados no programa estatístico SISVAR 5.1, onde foram submetidos às análises de homogeneidade pelo teste de Anova. Os resultados, cujas variáveis revelaram existir diferenças estatísticas quando comparados em doses, também foram submetidos ao teste de Tuckey, ao nível de 0,05% de probabilidade.

5. Resultados e discussão

Em relação ao teste de germinação da couve (*Brassica oleracea* var. *acephala*), observou-se que as plantas germinaram na primeira semana de experimento, sendo: o tratamento zero (0), irrigados apenas com água, foram as primeiras a germinarem, no terceiro dia após o plantio. Os tratamentos com substrato comercial (SC), também irrigado somente com água, e o tratamento com a dose de 25% de biofertilizante, germinaram no terceiro dia após o plantio, não tendo diferença significativa. Já os tratamentos com porcentagens de 50%, 75% e 100% germinaram no quinto dia de experimentação, apresentando taxa de germinação inferior aos tratamentos anteriores (Tabela 1).

Tabela 1. Germinação analisada de mudas de couve (*Brassica oleracea* var. *acephala*) produzido em substrato sob cinco doses de biofertilizante e em substrato comercial

Doses de biofertilizantes							
Índice germinativo	0	25	50	75	100	SC	CV%
01/12/18	10.00 a	10.00 a	4.80 b	3.20 b	1.00 c	11.20 a	15.69
05/12/18	10.00 a	9.60 a	2.80 b	0.80 c	0.00 c	10.60 a	17.09
08/12/18	10.40 a	9.60 a	2.60 b	0.60 bc	0.00 c	10.60 a	17.99
18/12/18	10.00 a	9.60 a	0.00 b	0.00 b	0.00 b	9.40 a	17.35

Médias seguidas da mesma letra minúscula, na linha, não diferem estaticamente pelo teste de Tukey a 0,05%.

A partir da germinação das plantas de todos os tratamentos, constatou-se que nos tratamentos com dosagens de biofertilizante de 75% e 100%, apresentaram índices altos de mortalidade das plantas, seguindo da dosagem de 50%, que também apresentou índice de mortalidade em níveis considerados menores. Essa mortalidade pode ser devida ao fato da alta concentração de sais do biofertilizante. Nos tratamentos zero (0), substrato comercial (SC) e 25%, o desenvolvimento das plantas manteve-se estável (Tabela 1).

Cabe enfatizar: cada artigo que será discutido nos resultados e discussão trabalha com uma receita de biofertilizante diferente; contudo, pouco diferem entre si, o que valida a discussão.

Em trabalhos similares, Galbiatti e Castellane (1990) demonstraram que os efeitos da associação de níveis de irrigação com biofertilizante líquido anaeróbico e adubações comerciais não tiveram efeito significativo para interação entre tratamentos no desenvolvimento germinativo de mudas da cultura de cebola Piralopes (*Allium cepa* L.).

A diferenciação na percentagem de emergência e no índice de velocidade de emergência entre os tratamentos quando irrigados com biofertilizante, pode estar relacionada à ocorrência de mecanismos de absorção da água das plantas: haja vista que as doses de 50, 75, 100% reduzem o potencial hídrico da planta, reduzindo assim a sua absorção, pelo fato das doses serem mais concentradas.

Com relação ao índice de emergência (IE), a interação dos biofertilizantes exerceu efeitos sobre todos os tratamentos analisados: condições em que o estresse afetou negativamente a germinação das mudas em alguns tratamentos (FERNANDES et al., 2011).

Para a variável número de folhas, constatou-se que o tratamento com substrato comercial (SC) apresentou melhores resultados quando comparado aos demais; não ocorreu diferenças significativas em relação aos tratamentos zero (0) e 25% de dosagem de biofertilizante. Os tratamentos com doses de 50%, 75% e 100%, não apresentaram diferenças significativas entre si (Tabela 2).

Tabela 2. Número de folhas de mudas de couve (*Brassica oleracea* var. *acephala*) produzido sob cinco doses de adubação com biofertilizante e em substrato comercial

	0	25	50	75	100	SC	CV%
Número de folhas	2.80 b	2.60 b	0.20 c	0.16 c	0.00 c	3.33 a	49.57

Médias seguidas da mesma letra minúscula, na linha, não diferem estaticamente pelo teste de Tukey a 0,05.

Os índices de comprimento da massa fresca das plantas apresentaram melhores resultados no tratamento com substrato comercial (SC), obtendo diferenças significativas entre os tratamentos utilizados para a experimentação. O tratamento com dosagem de 25% de biofertilizante apresentou resultados interessantes quando comparado aos tratamentos 0% e SC, pois ficou em uma faixa intermediária entre as doses controle. Há de se levar em consideração que foi a única dose de biofertilizante que mostrou resultado positivo. Neste contexto, tanto o tratamento SC quanto o 25% de dosagem de biofertilizante, mostraram-se eficientes para o cultivo deste vegetal em relação ao comprimento (Tabela 3).

Tabela 3. Comprimento da parte aérea cultivada em diferentes doses de biofertilizante anaeróbico

	0	25	50	75	100	SC	CV%
Comprimento da parte aérea	5.28 c	6.45 b	0,00 d	0,00 d	0,00 d	7.68 a	27.13

Médias seguidas da mesma letra minúscula, na linha, não diferem estaticamente pelo teste de Tukey a 0,05.

Os dados encontrados para essas variáveis demonstram que a utilização do biofertilizante em doses baixas; ou seja, 25%, favoreceu o desenvolvimento das plantas, ou até mesmo se igualou ou superou ao substrato comercial (SC). Porém, em doses mais elevadas, 50, 75 e 100%, tiveram um índice altíssimo de mortalidade. Apesar das doses de biofertilizante utilizadas para esse experimento não terem correspondência exata de nutrientes com a recomendação da adubação química, o desenvolvimento das plantas pode ser explicado pelo fato de que a adubação orgânica, por liberar de forma gradual os nutrientes, supriu, pelo menos em parte, as exigências das plantas.

A matéria fresca da parte aérea das plantas foi mais bem constatada nos tratamentos das doses de 25% de biofertilizante, seguida do substrato comercial (SC) e do 0%. Os tratamentos 50, 75 e 100% não apresentaram resultados, posto que todas as mudas morreram na terceira semana de cultivo. Na massa da raiz, o tratamento que apresentou o melhor resultado foi o de 25%, seguido do 0% e do SC (Tabela 4).

Tabela 4. Massa da parte aérea de mudas de couve (*Brassica oleracea* var. *acephala*) cultivadas sob cinco doses de biofertilizante e em substrato comercial

	0	25	50	75	100	SC	CV%
Parte aérea (g)	1.07 a	1.44 a	0.00 b	0.00 b	0.00 b	1.35 a	55.78
Massa de raízes (g)	3.88 ab	4.21 a	0.00 c	0.00 c	0.00 c	3.35 b	18.39

Médias seguidas da mesma letra minúscula, na linha, não diferem estaticamente pelo teste de Tukey a 0,05.

Com esse resultado, tanto a parte aérea como a raiz, observou-se que a dose de 25% de biofertilizante apresentou resultados superiores referentes aos demais. Esse fato pode ter ocorrido pelo valor nutricional da composição do biofertilizante: possui grande aporte de nitrogênio que está presente na folha do nim indiano e da mamona, bem como pela concentração de potássio encontrado na bananeira.

Comparando-se a utilização de biofertilizante em outras culturas, pode-se chegar a resultados semelhantes. Dias et al. (2003), em experimento com plantas de alfafa, obtiveram resultados em que os biofertilizantes melhoraram o crescimento das plantas de alfafa em relação à testemunha.

Blank et al. (2007) em experimento com capim-limão, observaram que a maior dose de biofertilizante proporcionou mortalidade nas mudas do capim-limão; as maiores médias em todas as variáveis avaliadas, houve diferenças significativas entre os tratamentos.

Para a cultura do melão, a substituição de adubos minerais por biofertilizante bovino não alterou o crescimento vegetativo do meloeiro (VILLELA JR et al., 2007).

Dias et al. (2003) demonstraram que não houve efeito significativo na utilização do biofertilizante líquido na produção e qualidade da alfafa (*Medicago sativa* L.). Contudo, observou-se que os resultados diferiram nos tratamentos com e sem adubação do biofertilizante.

Já para Galbiatti et al. (2007), o uso do biofertilizante e da adubação com substrato comercial influenciaram no crescimento das plantas, na massa seca das folhas e na parte aérea.

Em outros experimentos com biofertilizante, observou-se que, em relação à massa fresca da parte aérea, houve um decréscimo da sua massa fresca quando se aumentou a dose de biofertilizante em alface “Vera” (DAMATTO JR et al., 2006).

Os resultados encontrados na massa seca da parte aérea e raiz não tiveram diferenças significativas. Contudo, quando comparados a parte aérea do tratamento da dose 25% à do substrato comercial SC, podem-se perceber que o tratamento de 25% se sobressai: com massa de raiz menor que SC e massa da parte aérea maior. É relevante porque é a parte aérea que possui valor econômico, tornando-a viável; ou seja, torna-se melhor em relação às demais e a que vem apresentando melhor resultado entre as doses de biofertilizante (Tabela 5).

Tabela 5. Massa da parte aérea e de raízes na matéria seca de mudas de couve (*Brassica oleracea* var. *acephala*) cultivadas sob cinco doses de adubação com biofertilizante e em substrato comercial

	0	25	50	75	100	SC	CV%
Parte Aérea Massa Seca (g)	0,12 b	0.18 a	0.00 c	0.00 c	0.00 c	0.16 a	23.42
Raiz Massa Seca (g)	0. 25 c	0. 41 b	0.00 d	0.00 d	0.00 d	0.50 a	16.30

Médias seguidas da mesma letra minúscula, na linha, não diferem estaticamente pelo teste de Tukey a 0,05.

Em trabalhos semelhantes, a massa seca em alface “Vera”, os resultados foram positivos ao incremento de biofertilizante, mostrando um crescimento linear em função do aumento das doses de biofertilizante (CHICONATO et al., 2013).

Trabalhos desenvolvidos por Theodoro et al. (2003), mostraram que o comprimento radicular foi estimulado pelo teor de matéria orgânica presente na constituição do biofertilizante, que é um fertilizante orgânico rico em substâncias húmicas.

Esta característica promoveu uma melhor distribuição do sistema radicular, permitindo maior exploração do substrato, resultando em maior eficiência na absorção de água e nutrientes pelas mudas, promovendo melhores condições na regulação osmótica para o crescimento radicular, sob condições de estresse salino (BAALOUSHA, 2009).

6. Considerações finais

De maneira geral, dos aspectos analisados, pode-se concluir que a adubação com uso do biofertilizante anaeróbico de forma líquida, influenciou positivamente os parâmetros analisados na produção de mudas da couve da Geórgia (*Brassica oleracea* var. *acephala*) na sua fase de muda. A dose que apresentou o melhor resultado quando comparado com o (SC) substrato orgânico, foi a dose de 25% de biofertilizante aplicado na planta. As outras doses, 50, 75, 100%, não apresentaram resultado: morreram todas as mudas – pode-se concluir que havia alta concentração de biofertilizante.

Deste modo, promover o desenvolvimento da couve, o biofertilizante apresenta-se como alternativa econômica para essas populações que em geral são de baixo poder aquisitivo e não fazem uso de agroquímicos. Deste modo, o fertilizante natural torna-se uma alternativa viável e ecológica para agricultura, melhorando a qualidade vegetativa e dando mais segurança alimentar.

Esse trabalho deteve-se somente no aspecto nutricional e de desenvolvimento das mudas; contudo, o biofertilizante é apresentado com outras finalidades, já discutido em outros trabalhos.

7. Referências bibliográficas

ABREU, I. M. D. O. **Produtividade e qualidade microbiológica de alface sob diferentes fontes de adubos orgânicos.** 2008.

ALMEIDA, J.; NAVARRO, Z. **Reconstruindo a agricultura:** ideias e ideais na perspectiva do desenvolvimento rural sustentável. Porto Alegre: UFRGS, 1998.

ALTIERI, M. A. **Agroecologia: a dinâmica produtiva da agricultura sustentável**. 1998. ISBN 8570254679.

ALTIERI, M. A. Agroecologia, agricultura camponesa e soberania alimentar. **Revista Nera**, n. 16, p. 22-32, 2012. ISSN 1806-6755.

AZEVEDO, A. M. et al. Divergência genética e importância de caracteres em genótipos de couve. **Horticultura Brasileira**, v. 32, n. 01, 2014.

BAALOUSHA, M. Aggregation and disaggregation of iron oxide nanoparticles: influence of particle concentration, pH and natural organic matter. **Science of the total Environment**, v. 407, n. 6, p. 2093-2101, 2009. ISSN 0048-9697.

BENÍCIO, L.; SILVA, L. D.; LIMA, S. D. O. Produção de mudas de couve sob efeito de diferentes concentrações de biofertilizante. **Revista ACTA Tecnológica**, v. 6, n. 2, p. 1-6, 2011.

BERNARDO, E. R. A.; BETTIOL, W. Controle da pinta preta dos frutos cítricos em cultivo orgânico com agentes de biocontrole e produtos alternativos. **Tropical Plant Pathology**, p. 037-042, 2010. ISSN 1982-5676.

BERTOLLO, G. M. **Atributos biológicos e físicos do solo com o uso de biofertilizante**. 2015. Dissertação de mestrado (Universidade Federal de Santa Catarina). 2015.

BEZERRA, P. S. G. et al. Utilização de bioestimulante na produção de mudas de alface. **Científica**, v. 35, n. 1, p. 46-50, 2007. ISSN 1984-5529.

BLANK, A. F. et al. **Densidades de plantio e doses de biofertilizante na produção de capim limão**. 2007. ISSN 1806-9991.

CANUTO, J. C. Agroecologia, princípios e estratégias para o desenho de agroecossistemas sustentáveis. **REDES: Revista do Desenvolvimento Regional**, v. 22, n. 2, p. 137-151, 2017. ISSN 1982-6745.

CAPORAL, F. R.; COSTABEBER, J. A. Agroecologia: enfoque científico e estratégico. **Agroecologia e desenvolvimento rural sustentável**, v. 3, n. 2, p. 13-16, 2002.

CAVALCANTE, L. F. et al. Estado nutricional de pinheira sob adubação orgânica do solo. **Revista Ciência Agronômica**, v. 43, n. 3, p. 579-588, 2012. ISSN 1806-6690.

CHICONATO, D. A. et al. Resposta da alface à aplicação de biofertilizante sob dois níveis de irrigação. **Bioscience Journal**, p. 392-399, 2013. ISSN 1516-3725.

COSTA, C. **Crescimento e teores de sódio e de metais pesados da alface e da cenoura adubadas com composto orgânico de lixo urbano**. UFV, 1994.

CRESPO, A. M.; SOUZA, M. N.; FAVARATO, L. F.; GUARÇONI, R. C.; ARAÚJO, J. B. S.; RANGEL, O. J. P.; SOUZA, J. L. de; GONÇALVES, D. da C.

The green corn development and yield on different summer soil covering plants in the organic no-tillage system. **International Journal of Advanced Engineering Research and Science (IJAERS) Peer-Reviewed Journal**. ISSN: 2349-6495 (P) | 2456-1908 (O). v. 9, n. 3, p. 217-225, 2022. DOI: <https://dx.doi.org/10.22161/ijaers.93.27>.

DIAS, P. F. et al. **Efeito do biofertilizante líquido na produtividade e qualidade da Alfafa (*Medicago sativa* L.), no município de Seropédica-RJ**. *Agronomia, Seropédica*, v. 37, n. 1, p. 16-22, 2003.

FERNANDES, P. D. et al. Crescimento de híbridos e variedades porta-enxerto de citros sob salinidade. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 33, n. 2, 2011. ISSN 1679-9275.

FERREIRA CAVALCANTE, L. et al. Teores foliares de macronutrientes em quiabeiro cultivado sob diferentes fontes e níveis de matéria orgânica. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 31, n. 1, 2010. ISSN 1676-546X.

FRANCO, G. **Tabela de composição química dos alimentos**. Atheneu São Paulo, 1992.

GALBIATTI, J.; CASTELLANE, P. Efeito da irrigação e das adubações mineral e orgânica na cultivar de cebola Piralopes, 1987. **Horticultura Brasileira**, v. 8, n. 1, p. 24, 1990.

GALBIATTI, J. A. et al. Fertilização e qualidade da água de irrigação no crescimento e desenvolvimento da alface. **Scientia agraria**, v. 8, n. 2, p. 185-192, 007. ISSN 1983-2443.

GLIESSMAN, S. R. **Agroecologia: processos ecológicos em agricultura sustentável**. Ed. da Univ. Federal do Rio Grande do Sul, UFRGS, 2001. ISBN 8570256035.

GOMES, J. P. A.; SOUZA, M. N.; SANTOS JÚNIOR, A. C.; MOULIN, M. M. Uso de microrganismos eficientes como alternativa para agricultura sustentável: um referencial teórico, p. 340-355, 2021. In: SOUSA, C da S.; LIMA, F. de S.; SABIONI, S. C. **Agroecologia** [livro eletrônico]. Métodos e técnicas para uma agricultura sustentável: volume 5 /Guarujá, SP: Científica Digital, 2021. 372 p.

GUIMARÃES, V. F.; ECHER, M. M.; MINAMI, K. Métodos de produção de mudas, distribuição de matéria seca e produtividade de plantas beterraba. **Horticultura Brasileira**, p. 505-509, 2002. ISSN 0102-0536.

HOFFMANN, M. et al. The impact of conservation on the status of the world's vertebrates. *Science*, v. 330, n. 6010, p. 1503-1509, 2010. ISSN 0036-8075.

LEITE, L. et al. Estoques totais de carbono orgânico e seus compartimentos em Argissolo sob floresta e sob milho cultivado com adubação mineral e orgânica. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 27, n. 5, p. 821-832, 2003. ISSN 0100-0683.

LEMOS, M. **Estudo do perfil fitoquímico e avaliação da atividade gastroprotetora do extrato hidroalcoólico, frações e subfrações das folhas de couve:** *Brassica oleracea* L. var. *acephala* DC. 2010.

LIMA, J. G. A. et al. Crescimento inicial do milho fertirrigado com biofertilizante. **Agropecuária Científica no Semiárido**, v. 8, n. 1, p. 39-44, 2012. ISSN 1808-6845.

LOVATTO, P. B. **As plantas bioativas como estratégia à transição agroecológica na agricultura familiar:** análise sobre a utilização empírica e experimental de extratos botânicos no manejo de afídeos em hortaliças. 2012.

MACHADO, M. A. D. C. F. **Biofertilizante como ferramenta para incrementar a diversidade microbiana visando o manejo de doenças de plantas.** 2010.

MAGRINI, F. E. et al. Características químicas e avaliação microbiológica de diferentes fases de maturação do biofertilizante bokashi. **Agrarian**, v. 4, n. 12, p. 146-151, 2011. ISSN 1984-2538.

MARQUES, P. A. A. et al. Qualidade de mudas de alface formadas em bandejas de isopor com diferentes números de células. **Horticultura Brasileira**, v. 21, n. 4, p. 649-651, 2003.

MARROCOS, S. D. T. P. **Composição de biofertilizante e sua utilização via fertirrigação em meloeiro.** 2011.

MEDEIROS, A. D. S. **Produção da bananeira nanica (1º ciclo) em função da aplicação de doses de biofertilizantes líquidos.** 2013.

MEDEIROS, M. B.; SILVA LOPES, J. **Biofertilizantes líquidos e sustentabilidade agrícola.** 2006.

MOURA, M.; LIMA, M. D. S. **Fermentado biológico:** adubo da natureza para as plantas que alimentam. 2007.

NETO, J. R. D. C. **Avaliação do comportamento de chalotas (*Allium ascalonicum*) sob aplicação de biofertilizante.** 2014.

OLIVEIRA MESQUITA, F. et al. Produção de mudas de maracujazeiro amarelo em substrato com biofertilizante bovino irrigado com águas salinas. **Agropecuária Técnica**, v. 31, n. 2, p. 134-142, 2010. ISSN 2525-8990.

PAES, L. **Biofertilizantes e defensivos naturais na agricultura orgânica.** Receitas e recomendações. Antonina, 2015.

REIS FILGUEIRA, F. A. **Novo manual de olericultura:** agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. Viçosa, MG: Editora UFV, 2008.

RURAL, E. Agroecologia e biofertilizantes. **Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável.** Porto Alegre, v. 1, n. 1, p. 16-37, 2000.

SANTOS, A. C. D. **Biofertilizantes líquidos**: o defensivo agrícola da natureza. Niterói: EMATER–Rio, p. 162, 1992.

SANTOS, J. O. et al. A evolução da agricultura orgânica. **Revista Brasileira de Gestão Ambiental**, v. 6, n. 1, p. 35-41, 2013. ISSN 2317-3122.

SARDINHA, M. P. R.; SOUZA, M. N.; BERILLI, A. P. C. G. Certificação de produtos orgânicos no município de Nova Venécia-ES e suas externalidades positivas. In: GARCIA, L. M. H. **Agroecologia**: princípios e fundamentos ecológicos aplicados na busca de uma produção sustentável. 2021. p. 95-117.

SEDIYAMA, M. A. et al. Nutrição e produtividade de plantas de pimentão colorido, adubadas com biofertilizante de suíno. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental-Agriambi**, v. 18, n. 6, 2014. ISSN 1415-4366.

SILVA, C. N.; BORDALO, C. A. L.; DA SILVA, E. V. **Planejamento, Conflitos e Desenvolvimento Sustentável em Bacias Hidrográficas**: experiências e ações. 2016. ISSN 8563117300.

SILVA, E. B. et al. Perfil sócio econômicos de consumidores de produtos orgânicos. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 8, n. 2, p. 83-89, 2013. ISSN 19818203.

SILVA, J. A. et al. Rendimento do inhame adubado com esterco bovino e biofertilizante no solo e na folha. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 16, n. 3, p. 253-258, 2012. ISSN 1415-4366.

SILVA, J. D. C. B. **Utilização de biofertilizante bovino líquido em cultivo de alface crespa (vc. Vanda)**: concentrações de doses de biofertilizante em cultivo de alface. 2018.

SILVEIRA, E. B. et al. Pó de coco como substrato para produção de mudas de tomateiro. **Horticultura Brasileira**, v. 20, n. 2, p. 211-216, 2002.

SOUZA, J. D.; RESENDE, P. **Manual de horticultura orgânica**. Viçosa: Aprenda Fácil, 2006.

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>.

THEODORO, V. D. et al. Alterações químicas em solo submetido a diferentes formas de manejo do cafeeiro. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 27, n. 6, 2003. ISSN 0100-0683.

TIMM, P.; GOMES, J.; MORSELLI, T. Insumos para agroecologia: Pesquisa em vermicompostagem e produção de biofertilizantes líquidos. **Revista Ciência & Ambiente**, n. 29, 2004.

VILLELA JR, L. V. et al. Substrato e solução nutritiva desenvolvidos a partir de efluente de biodigestor para cultivo do meloeiro. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, p. 152-158, 2007. ISSN 1415-4366.

Autores

Euliene Pereira Henrique, Maykon de Castro Mendel, Ediane Lima da Silva, José Antônio Renan Bernardi, Francielle Santana de Oliveira, João Paulo Andrade Gomes, Maurício Novaes Souza*

Pós-Graduação em Agroecologia do Instituto Federal do Espírito Santo - Campus de Alegre. Caixa Postal 47, CEP: 29500- 000, Alegre-ES, Brasil.

* Autor para correspondência: mauricios.novaes@ifes.edu.br

CAPÍTULO 10

Plantas alimentícias não convencionais: sustentabilidade e diversidade no sistema de produção de base agroecológica

Francielle Santana de Oliveira, João Paulo Bestete, Cintia dos Santos Bento, Karla Maria Pedra de Almeida, Maurício Novaes Souza

<https://doi.org/10.4322/mp.978-65-84548-10-7.c10>

Resumo

As plantas alimentícias não convencionais (PANC) se destacam por sua funcionalidade e grande potencial para suplementação alimentar: são fontes de nutrientes, açúcares e fotoquímicos que geram benefícios à saúde. Apesar do vasto número de espécies de PANC, a maioria ainda é desconhecida, levando à diminuição do uso e conhecimento relacionado às essas plantas. Desta forma, essa pesquisa teve por objetivo relatar e difundir o conhecimento sobre as PANC no cenário social, agrícola, agroecológico e gastronômico brasileiro, visando discutir a participação delas como uma alternativa na segurança alimentar e econômica brasileira. Para tanto, realizou-se pesquisas em plataformas digitais nas bases de dados: “Google Acadêmico”, “SciELO”, “Elsevier” e “Springer”. Utilizando os descritores para busca: PANC; Soberania alimentar; Segurança alimentar; Alimento funcional; Benefícios; buscando artigos científicos postos em circulação no país, entre os anos de 2017 e 2021. O levantamento demonstrou que ocorreram, ao longo dos anos, alterações no uso das PANC, o que possibilitou o conhecimento de outras espécies que podem ser utilizadas como PANC, por possuírem teores de proteínas, compostos fenólicos, vitaminas e nutrientes, fatores que potencializam o uso dessas espécies. Foi observado que nos últimos anos houve aumento na busca por uma alimentação mais saudável e nutritiva, o que dá relevância às PANC na atualidade. Ademais, o conhecimento acerca das PANC pode contribuir para a conservação do meio ambiente e produção sustentável de alimentos, favorecendo a gestão da biodiversidade.

Palavras-chave: Degradação ambiental. Sistemas agroecológicos. Desenvolvimento sustentável.

1. Introdução

No Brasil, grande parte dos cidadãos está sujeita ao quadro de insegurança alimentar, fator este que demanda medidas que viabilizem o acesso à alimentação saudável e justa, respeitando a sociobiodiversidade, a diversidade biológica, sistemas agrícolas, cultura e economia (VASCONCELLOS; MOURA, 2018). Ao contrário, a insegurança alimentar está vinculada à falta de conhecimento sobre os alimentos e variedades de espécies que possam compor a alimentação diária, sendo fundamental para mitigar as carências alimentares (DUARTE, 2017).

Frente à imensa biodiversidade mundial de espécies vegetais, o homem consome poucas em sua alimentação: das sete (7) mil espécies comestíveis conhecidas, mil (1) é explorada e apenas 30 culturas suprem 95% das necessidades básicas alimentares humanas (FAO, 2018). Esse fato ocorre em função do atual sistema agrícola de produção alimentar, que segue o padrão de cultivo de espécies convencionais. Apesar da grande variedade de espécies alimentícias no país, o mercado vegetal ainda é limitado com espécies não nativas, o que acaba por fortalecer a homogeneidade dos alimentos (CASEMIRO; VENDRAMINI, 2020), ampliando o uso de produtos industrializados.

Nesse contexto, na busca pelo conhecimento e valorização do potencial da biodiversidade na cultura alimentar, as plantas alimentícias não convencionais (PANC) se destacam por serem espécies resistentes e de fácil adaptabilidade em diferentes ambientes. Além de possuírem importância no contexto de diversificação alimentar, surgem como fonte de nutrientes e substâncias que auxiliam a saúde. Tais fatores vêm gerando destaque e importância às espécies PANC, principalmente nas áreas rurais e suburbanas (PINELA; CARVALHO; FERREIRA, 2017). Por se distribuírem de forma regional e limitada, essas espécies de plantas alimentícias, favorecem o enraizamento cultural alimentar das comunidades, o que beneficia o complemento alimentar e fortalece a renda do pequeno agricultor (BIONDO et al., 2018).

O termo PANC foi criado para relacionar diferentes espécies vegetais que não são comumente cultivadas na agricultura convencional, mas que apresentam grande potencialidade para atuar na alimentação humana (OLIVEIRA; RANIERI, 2018). O conhecimento acerca dessa diversidade de

espécies permite a manutenção nos agroecossistemas e a soberania alimentar, tendo em vista o resgate das culturas, a conservação e valorização das tradições sobre os hábitos alimentares (MAGALHÃES, 2019).

A produção de base agroecológica representa as iniciativas para construção do conhecimento científico, com articulações locais voltadas às práticas produtoras de alimento, com base no sistema alimentar alternativo e disponível a todos (ANDERSON; MAUGHAN; PIMBERT, 2019). Considerando o cenário atual mundial frente a uma crise pandêmica, vinculada ao sistema de produção alimentar, vê-se a necessidade do debate a respeito da sociobiodiversidade como caminho para a soberania alimentar.

Em face disso, objetiva-se nesta revisão abordar sobre as bases conceituais que definem as espécies de PANC conhecidas e difundidas no país, bem como os principais escoamentos comerciais atuais para essas espécies, tendo em vista a importância nos nichos de mercado e renda, tradição cultural, funções sociais, bem como, a importância do viés ambiental e agroecológico nos procedimentos de produção.

Os parâmetros utilizados para construção do arcabouço teórico e da pesquisa, seguiu a metodologia proposta por Snyder (2019) (Figura 1).

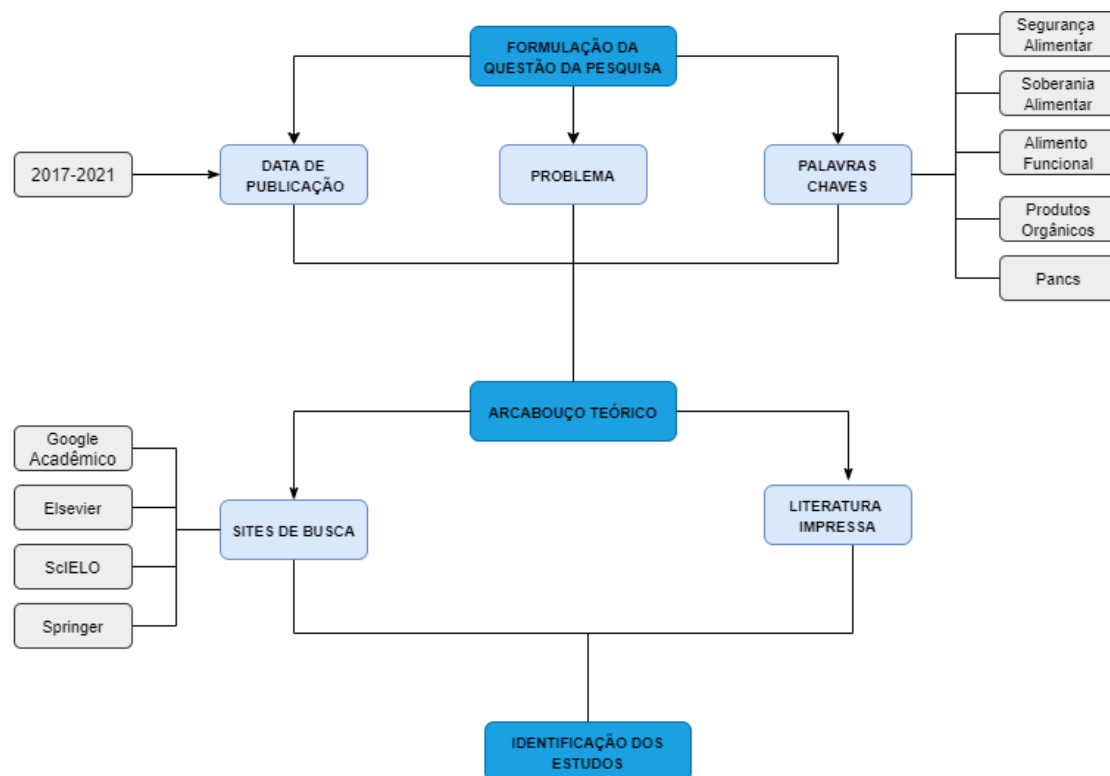


Figura 1. Fluxograma do processo da revisão sistêmica. Fonte: Os autores.

Uma vez definida a problemática da pesquisa, foi criado um banco de dados constituídos dos artigos mais relevantes encontrados e que auxiliaram a descrever o propósito da pesquisa de forma clara. Foi realizada uma busca sistemática das bibliografias publicadas nas bases de dados: “Google Acadêmico”, “Scielo”, “Elsevier” e “Springer”. Utilizando os descritores para busca: PANC; Soberania alimentar; Segurança alimentar; Alimento funcional; Benefícios. Selecionaram-se materiais constituídos por matérias publicadas em jornais diários e revistas de grande circulação que tinham como foco editorial assuntos ligados à alimentação, plantas alimentícias não convencionais, gastronomia e qualidade nutricional.

Posteriormente, sobre os critérios de inclusão e exclusão, foram selecionados os artigos que abrangiam o período de 2017 a 2021. Por fim, foi realizada a análise dos dados selecionados sendo considerados livros, livretos, cartilhas, guias e manuais instrucionais nos idiomas português, inglês e espanhol.

2. PANC: Contexto na sociobiodiversidade brasileira e conceito

O Brasil detém grande biodiversidade de espécies vegetais, de 15 a 20% da biodiversidade mundial (Organização das Nações Unidas - ONU, 2019), constituído por seis biomas terrestres (Mata Atlântica, Cerrado, Amazônia, Pantanal, Caatinga e Pampa), além de possuir vasto bioma aquático, compreendendo também grande variedade sociocultural, configurada por comunidades rurais, quilombolas e povos indígenas (BRITO et al, 2020). Contudo, grande parte das espécies vegetais não é consumida devido à perda de informação ao longo dos anos (VALENTE et al., 2020) gerada pelo modelo atual de produção agrária do país.

De acordo com a Organização para a Alimentação e Agricultura (FAO, 2018), das sete mil espécies comestíveis ao longo da história da alimentação humana, atualmente apenas 30 culturas são as mais consumidas, representando 95% do nosso cardápio alimentar - a maioria não originária do local de consumo. Essa situação aumentou após a segunda guerra mundial devido às mudanças do contexto geopolítico e início da “Revolução Verde”, onde ocorreram mudanças no modelo de produção, a adoção de “pacote tecnológico”, o uso intensivo de agrotóxicos e o melhoramento genético os quais, em longo

prazo, promoveram a padronização dos produtos alimentícios: apesar da aparente evolução, tais mudanças não abrandaram o fim da fome (THEIS et al., 2020).

Esse modelo neoextrativista cresceu em todo o país e significou uma considerável dependência da produção agrícola nas indústrias, gerando também a homogeneização das produções e mudanças no meio ambiente: em sentido contrário à promoção da soberania alimentar, efeito este causador da remoção dos territórios promotores da sociobiodiversidade e do conhecimento das populações rurais (DURIGON et al., 2020).

Vale ressaltar que esse modelo leva em consideração o agronegócio como principal atividade agrária e econômica do país, o que resultou em uma transformação no meio rural nas últimas décadas, desencadeando o êxodo rural e, conseqüentemente, a busca pelas preferências de novas oportunidades de emprego na cidade (PESSOA; ALMEIDA; CARNEIRO, 2018).

Santos e Quinteiro (2018) também trazem seu parecer descrevendo que os produtores rurais possuem o conhecimento sobre a heterogeneidade agrícola, que são fundamentadas na agricultura de subsistência e que, devido à modernização no setor agrário, tais saberes vêm se perdendo.

A título de exemplo de ações que auxiliam o processo de remoção da diversidade cultural, social e de espécies da flora e fauna, têm-se também ações de mineração que atemorizam assentamentos da reforma agrária e colocam em risco de contaminação os corpos d'água (DURIGON et al., 2020). A produção de grãos em larga escala, como exemplo a soja, vêm ocupando territórios conservados ambientalmente para plantio de *commodities* para exportação (SEIFERT; DURIGON, 2021). O modelo alimentar baseado na monocultura também amplia os impactos ambientais, como a liberação de carbono na atmosfera, contaminação da água e do solo mediante uso dos agrotóxicos e fertilizantes (PASCHOAL, 2019; SOUZA, 2022).

Em contrapartida, surgem programas que fortalecem o produtor rural a se manterem no campo e fortalecem a agroecologia, apontada como o caminho para a sociobiodiversidade e favorecimento da conservação cultural e social dos pequenos produtores e comunidades (RBG KEW, 2020).

Nos anos 2000, a problemática sobre a sociobiodiversidade ganhou força devido aos problemas ambientais mundiais que vem crescendo nas últimas

décadas, sendo esse tema discutido pelos governos de cada país (SILVA et al., 2018). Por sua vez, a institucionalização da agroecologia ganhava força significativa, fator este que tornou o país como pioneiro na temática agroecológica em nível internacional (NIEDERLE et al., 2019).

Em 2012 é instituída no Brasil a Política Nacional de Agroecologia e Produção Orgânica (PNAPO), de acordo com o Decreto Presidencial nº 7.794, de 20 de agosto de 2012. Tem o objetivo de incentivar a produção agroecológica e orgânica, permitindo a participação dos produtores rurais, além de ampliar a oferta de produtos saudáveis, ampliar os instrumentos de crédito, seguro, compras, assistência técnica e educação, em vista que um dos principais instrumentos dessa política é o Plano Nacional de Agroecologia e Produção Orgânica (Planapo), conhecido como Brasil Agroecológico - incentiva a articulação entre agentes públicos e privados em volta a agroecologia. Em 2019, a vigência do segundo plano inseriu em seu quadro mais núcleos para promoção do desenvolvimento dos povos (TROVATTO, 2017).

Com relevante efeito, o PNAPO foi reconhecido no ano de 2018 pela FAO como uma das melhores ações de incentivo e impulsão da agroecologia no mundo e criou condições favoráveis para gerações atuais e futuras, recebendo o prêmio "*Future Policy Award*" (Em tradução literal, prêmio política do futuro).

Em 2013, o Governo Federal comunicou a criação do Programa Ecoforte no âmbito da PNAPO, tendo como objetivo o fortalecimento das redes agroecológicas do país, sendo orientado como referenciais a segurança alimentar, nutricional e de sustentabilidade, tratando-se de um acordo entre a ANA (Articulação Nacional de Agroecologia) e a Secretaria geral da Presidência da República com a Fundação Banco do Brasil (FBB) e o Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) (SCHMITT, 2020). Segundo esse mesmo autor, as principais execuções dessa política pública foram dois (2) editais (Edital 2014/005 e Edital 2017/030) em apoio ao fortalecimento das redes de agroecologia nos territórios e na produção orgânica.

No ano de 2018, os Ministérios do Meio Ambiente e de Desenvolvimento Social publicaram a portaria interministerial nº 284, de 30 de maio de 2018, que teve por objetivo listar as espécies nativas da sociobiodiversidade brasileira de valor alimentício, incentivando seu consumo. A lista contou com diferentes espécies encontradas em diversas regiões do país que podem ser

comercializadas e incluídas na alimentação, tais como: açai, aroeira-pimenteira, caju-do-cerrado, jaracatiá/ mamãozinho, jaracatiá/mamão do mato, jenipapo, juçara, jurubeba, *ora-pro-nóbis*, pequi, taioba e taioba-roxa (BRASIL, 2018).

Neste sentido Tuler, Peixoto e Silva (2019) sugerem que as PANC são essenciais para fundamentar as práticas de soberania alimentar e mudança dos hábitos consolidados pela globalização dos modelos alimentares. As PANC correspondem a plantas, ou parte das mesmas, produzidas e consumidas fora do padrão tradicional de produção de alimentos. No Brasil esse conceito foi fortemente reconhecido em 2014, com o lançamento do livro “Plantas Alimentícias não convencionais no Brasil”, tendo como autor o biólogo Valdely Kinupp, o qual destacou em seu livro informações botânicas das espécies vegetais (RANIERI et al., 2017).

O conceito de PANC teve como propósito englobar a diversidade de espécies vegetais que possuem potencial alimentício, mas que não são comumente consumidas (OLIVEIRA; RANIERI, 2018). Nessa capacidade de autodeterminação que se encontram na agroecologia, a orientação para superar as formas de depredação da natureza e múltiplas formas de cooperação cria um vínculo de pertencimento à natureza e produção para população.

Muitos alimentos nativos estão sendo reconhecidos pelo alto potencial nutricional e geração de renda, bem como o fortalecimento da biodiversidade vegetal quando comparados às *commodities* ou às outras atividades provenientes da exploração da terra (SEIFERT; DURIGON, 2021).

É importante destacar que as PANC possuem resiliência às condições edafoclimáticas e se adaptam com maior facilidade em diferentes locais e regiões, fator contribuinte para a maior biodiversidade vegetal, servindo de recursos para outras espécies, tais como os insetos (ULIAN et al., 2020). De acordo com Toensmeier, Ferguson e Mehra (2020), favorecem o enriquecimento sem a necessidade de fertilizantes químicos comerciais, o que oferece vantagens econômicas e ambientais para a agricultura sustentável.

Primavesi (2017) traz considerações mostrando que as PANC também favorecem a interação entre microrganismos e, conseqüentemente, proporciona maior fertilidade dos solos, tornando-o mais produtivo, além de algumas dessas plantas serem indicadoras da qualidade do solo. Segundo Ranieri et al. (2017),

podem-se citar o caruru (*Amaranthus* spp.), planta não convencional comestível, indicadora de solos com elevado teor de matéria orgânica (Figura 2).



Figura 2. Espécies de Caruru (*Amaranthus* spp.). Fonte: SENAR (2021). Foto: @cultivecerto.

O consumo de produtos agroecológicos possibilita a conservação e, ou, a preservação dos agroecossistemas, de espécies tradicionais, bem como a valorização, democratização dos alimentos, diversidade alimentar e produção mais justa de alimentos. Beneficia os processos históricos de identidade cultural das comunidades e de pequenos produtores rurais, processo que favorece a ciclagem da memória alimentar.

A produção de plantas nativas beneficia o fortalecimento econômico regional e interação social, além de diminuir as cadeias de transporte dos alimentos (GINDRI et al., 2020). Segundo a FAO (2018), a biodiversidade alimentar tende a diminuir ao longo do século, visto que 75% das culturas têm sido esquecidas, assim como os métodos de cultivo e manejo devido ao modelo de uso de variedades produtivas, o que vem favorecendo o aumento da fome no mundo.

Nesta abordagem, Seifert e Durigon (2021) afirmam que a COVID-19 não será a última pandemia que se irão enfrentar; por isso, precisam-se estar

capacitados para enfrentar situações similares, garantindo a autonomia de produção alimentar para favorecer o acesso de alimento à população. Ademais, o uso das PANC democratiza o acesso às tecnologias de produção limpas e valoriza a participação da comunidade, promovendo uma agricultura socialmente justa.

3. As PANC na perspectiva sobre a soberania alimentar e nutricional

Segundo o Decreto nº 7.272, de 25 de agosto de 2010, a segurança alimentar e nutricional é tida como o direito dos povos ao acesso regular e permanente a alimentos de qualidade. Por sua vez, a insegurança alimentar e nutricional (ISAN) é vista como um indicador da desigualdade ao acesso alimentar, seja em qualidade ou em quantidade, implicando na obtenção do alimento, necessidade fundamental do ser humano, afetando a sociedade de forma desigual (OLIVEIRA; ABRANCHES; LANA, 2020).

Ademais, a ISAN demonstra a ineficiência das políticas públicas ao erradicar a fome no país nos últimos anos: como exemplo, tem-se a extinção do Conselho Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional (CONSEA), no início de 2019, que tinha como atribuição apresentar propostas sobre o controle social e monitorar as políticas de segurança alimentar e nutricional (CASTRO, 2019).

Na conjuntura pandêmica mundial da COVID-19, o Brasil passou por uma crise sanitária e de incertezas mediante às necessidades alimentares que já assolavam milhares de brasileiros e, juntamente com esse cenário, ocorreu o aumento da insegurança alimentar (SILVA; GOMES JÚNIOR, 2020). O Brasil é um dos países, em meio a centenas, que reconhece a alimentação como direito humano, sendo efetivado por meio de políticas públicas e ações sociais que configurem dignidade alimentar para todas as pessoas (JAIME, 2020).

Estudos publicados pelo IBGE (2017) demonstram que 25,3% da população do país se encontravam em condições de pobreza ou de extrema pobreza. Com as dificuldades geradas pela pandemia, as famílias que já eram afetadas pela insegurança alimentar, estarão expostas a condições de miséria (ALPINO et al., 2020), indicando o descaso nas políticas públicas do país para mitigar os efeitos da insegurança alimentar e econômica.

Atualmente, estudos realizados pela FAO (2020) apontam que o país não alcançará os objetivos referentes à fome zero estipulados na Agenda 2030.

Outros estudos semelhantes realizados em 2020 em parceria com a FAO, pelo Fundo Internacional de Desenvolvimento Agrícola (FIDA), Organização Mundial da Saúde (OMS), Programa Mundial de Alimentos (WFP) e o Fundo das Nações Unidas para a Infância (UNICEF), demonstram que o número de indivíduos que vivem com baixas calorias na América Latina e Caribe, será de cerca de 67 milhões de pessoas, sendo cerca de 20 milhões a mais do que no ano de 2019. No Brasil, no último trimestre de 2020, segundo dados publicados pela OXFAM Brasil-Comitê de Oxford para Alívio da Fome (2021), 19 milhões de brasileiros se encontravam em um cenário de insegurança alimentar.

O desmonte e, conseqüentemente, o enfraquecimento dessas políticas públicas apontam para um futuro incerto que se percorrerá, principalmente frente ao estado pandêmico que se estão passando: muito provavelmente, irá acelerar a situação de insegurança alimentar e nutricional. Sobre este aspecto, Oliveira, Abranches e Lana (2020) salientam que é preciso repensar as medidas de crédito e financiamento para a produção agrícola, que vem sendo focada na produção de *commodities*. Há de se assegurar aos produtores familiares em situação de pobreza, renda básica de subsistência e ampliação ao acesso aos programas de assistência familiar, visto que 80% desses produtores são responsáveis pelas práticas mais sustentáveis de produção alimentar.

De acordo com a ONU (2019) um dos fatores causadores da fome é justamente a falta de investimentos na agricultura familiar, bem como a instabilidade do mercado e desperdício de alimentos. Um terço dos alimentos produzidos globalmente é desperdiçado, chegando a 1,3 bilhões de toneladas por ano – tal desperdício ocorre desde a produção inicial até a chegada aos consumidores (FAO, 2017).

Vale ressaltar que o desperdício é gerado pelos padrões impostos pelo comércio, como mercados e atacados que exigem uma padronização dos alimentos, descartando aqueles que destoam do padrão de aceitação comercial. Ou seja, alimentos possuem formatos, cores e tamanhos diferentes dos ditos convencionais para venda. Esse fator vai contra as necessidades futuras mundiais, já que segundo a ONU (2019), o número de pessoas no mundo deve chegar a 9,7 bilhões em 2050 - tal situação forçará o aumento na produção de alimento.

A autonomia alimentar é fundamental para os povos, em vista que diminui a dependência de importações e mudanças de preços impostos pelo mercado externo. Valoriza o patrimônio cultural e genético, oferecendo comida saudável de produção sustentável (SILVA, 2020).

Em busca de alternativas aos problemas supracitados, há um consenso entre vários autores (MENENDEZ-BACETA et al., 2017; TULER; PEIXOTO; SILVA, 2019; LEMES; FERRAZ, 2020; MAJOLO; LIMA; SANTOS, 2020; CUNHA et al., 2021) de que para fortalecer a fonte de nutrientes, essa reforma envolve a promoção de dietas sustentáveis que conectam os desafios da segurança alimentar e nutricional (SAN). Faz-se necessária a diversificação das espécies alimentares, fornecendo uma rede de segurança durante os períodos de escassez; contudo, a falta de conhecimento ainda é fator limitante para entender o potencial de muitas plantas.

Para aprofundar as discussões acerca da alimentação e da insegurança alimentar é necessário destacar o conceito de soberania alimentar. De acordo com a Organização Internacional de Camponeses, a La via Campesina (2021), a soberania alimentar é o direito dos povos em ter autonomia sobre as escolhas acerca das políticas agrícolas e alimentares para garantir a subsistência. Deve estar pautado em produtos com qualidade e que respeitem culturas e tradições alimentares produzidos por sistema socioambientalmente sustentável, enfatizando a democratização da agricultura e a alimentação como direito de todos.

Esse conceito tem origem dos movimentos camponeses da América do Sul e Central, os quais tornaram esse termo e movimento global baseado nos direitos humanos. Enfatiza a retomada de terras, a exemplo da reforma agrária, como uma condição urgente e necessária à soberania e aos meios de subsistência com a participação dos povos na implantação dos sistemas alimentares (ANDERSON; MAUGHAN; PIMBERT, 2019).

Assim, diversificar a alimentação por meio das PANC destaca a biodiversidade, bem como a entrega de alimentos com baixo custo elevado potencial nutricional, os quais podem substituir os vegetais comumente consumidos, além de viabilizar seu cultivo devido à rusticidade e à resiliência das plantas em meio às diversidades edafoclimáticas (BORGES, 2017).

O peixinho da horta (*Stachys byzantina*), por exemplo, é muito conhecido entre as PANC. Popularmente também atende ao nome de pulmonária: está associado a seus benefícios para a saúde dos pulmões. As folhas do peixinho são consumidas empanadas: fritas ou assadas, a textura e o sabor lembram bastante o peixe (Figuras 3 e 4).



Figuras 3 e 4. Peixinho da horta (*Stachys byzantina*) cultivado em horta urbana, Guarapari, ES. Fonte: Acervo Maurício Novaes (2022).

O *ora-pro-nóbis*, outra PANC de fácil cultivo, em algumas regiões do Brasil faz parte da alimentação tradicional. Em Minas Gerais marca presença em diversas receitas da gastronomia local, como na cidade de Tiradentes, onde os restaurantes a tem como um de seus principais pratos. Podem ser consumidas as folhas, flores e frutos, cozidos ou crus, contando com 25% da sua composição de proteínas vegetais (Figuras 5 e 6).



Figuras 4 e 5. *Ora-pró-nobis* (*Pereskia aculeata* Mill.) cultivado em horta urbana, Guarapari, ES. Fonte: Acervo Maurício Novaes (2022).

4. Aspectos nutricionais das PANC

As plantas possuem diversos compostos bioativos; ou seja, apresentam nutrientes essenciais à nutrição dos seres humanos. Biondo (2018) aponta que a biodiversidade vegetal constitui dietas ricas de micronutrientes e macronutrientes que beneficiam o fortalecimento da imunidade, bem como a segurança alimentar e nutricional. O autor ainda ressalta que muito desses compostos possuem fatores agregados como medicinais, cosméticos e pigmentos.

Estudos evidenciam que as PANC contêm fibra alimentar, fitoquímicos, como flavonoides, esteróis, compostos fenólicos, entre outros compostos que favorece de forma benéfica a flora intestinal, como a taioba (Figuras 6 e 7) e a araruta, além de benefícios na redução do colesterol e problemas cardiovasculares (JACKIX, 2018; DONNO; TUNINI, 2020).



Figuras 6 e 7. Taioba (*Colocasia esculenta* (L.) Schott) cultivada em horta urbana, Guarapari, ES. Fonte: Acervo Maurício Novaes (2022).

Destacam-se no presente trabalho a relação das principais PANC citadas nos artigos científicos pesquisados, as quais são conhecidas pelo fornecimento de compostos bioativos, proteínas, vitaminas e outros benefícios à saúde humana (Tabela 1).

Tabela 1. Plantas alimentícias não convencionais, família botânica, partes comestíveis, alternativas de consumo e valor nutricional.

Espécie/ Nome comum	Família botânica	Partes da planta Consumida	Valor nutricional	Autores
<i>Pereskia aculeata</i> Mill. (<i>Ora-pro- nóbis</i>)	Cactaceae	Folhas, frutos flores e mucilagem (pode substituir o ovo)	Fonte de fibra, cálcio, ferro, zinco, substâncias anti- inflamatórias. As folhas apresentam proteína, bem como vitamina A, vitamina B9, triptofano.	MAZON et al., 2019; MATOS FILHO; CALLEGARI, 2017
<i>Stachys byzantina</i> K.Koch (<i>Peixinho da Horta</i>)	Lamiaceae	Folhas fritas, assadas ou cozidas.	Altos teores de fibras, proteínas, carboidratos, potássio e ferro. Possui de fenólicos bioativos e têm efeitos antioxidantes.	RANIERI et al., 2017 BAHADORI et al., 2020
<i>Tropaeolum majus</i> L. (<i>Capuchinha</i>)	Tropaeolaceae	Flores, folhas, talos, frutos e as sementes. Seu sabor é extremamente picante, similar ao da rúcula e do agrião.	Rica em carotenoides, especialmente luteína, substância importante para a prevenção de doenças como o glaucoma. São fonte de antocianinas e flavonoides e apresentam potencial antioxidante, anti-inflamatório.	BIONDO et al., 2018 POLESI et al., 2017 RANIERI et al., 2017 CALLEGARI.; MATOS FILHO, 2017
<i>Artocarpus altilis</i> (Parkinson) Fosberg (<i>Fruta-pão</i>)	Moraceae	Fruto, casca, folhas, flores, raiz cozidos, fritos ou assado.	Propriedades anti- inflamatórias, antifúngicas, antibacterianas, antidiabéticas, anti- hipertensivas, antioxidantes, anticâncer, reguladoras de estrogênio.	GONÇALVES, 2019; TAMÉGNON et al., 2017
<i>Colocasia esculenta</i> (L.) Schott (<i>Taioba</i>)	Araceae	Folhas frescas, talos e rizomas frescos cozidos.	Proteína, fibras, vitamina C, cálcio e ferro.	RANIERI et al., 2017; GALEANO; RIBEIRO; COSTA, 2019; SARTORI et al., 2020

<i>Vasconcellea quercifolia</i> A. St. – Hil. (Mamãozinho-do-mato)	Caricaceae	Frutos e caule comestíveis	Alto teor de ferro e cálcio, fibra e proteínas.	BIONDO et al., 2018 BISPO, 2020.
<i>Glinus radiatus</i> (Ruiz & Pav.) Rohrb. (Beldroega)	Molluginaceae	Folhas e ramos jovens	Fonte de ômega 3 e ômega 6 (superior à todas as hortaliças convencionais) Rica em vitaminas B e C, teores de Mg e zinco, e elevado potencial antioxidante.	BIONDO et al., 2018; SARTORI et al., 2020
<i>Cucumis anguria</i> L. (Maxixe)	Cucurbitaceae	Frutos	Fontes de carboidratos, Vitamina C.	GALEANO; RIBEIRO; COSTA, 2019; GUERRA et al., 2020
<i>Emilia fosbergii</i> Nicolson (Serralhinha)	Asteraceae	Flores	Atividades anti-inflamatória e antioxidante.	PEISINO, 2018; AOYAMA et al., 2020
<i>Rumex obtusifolius</i> L. (Língua-de-vaca)	Polygonaceae	Folhas	Rica em flavonoides, com destaque à presença dos compostos bioativos em suas raízes, antraquinonas como flavonol, saponinas e alcaloides.	POLESI et al., 2017 ČEBOVIĆ et al., 2020;
<i>Dioscorea</i> L. (Inhame)	Dioscoreaceae	Raiz	Rico em fibras, carboidratos, vitaminas, apresentam altos teores de magnésio, potássio, ferro, fósforo, cobre e zinco em sua constituição vegetal.	CHEN et al., 2017

Fonte: Os Autores.

As PANC são reconhecidas por sua rusticidade e por lidar com estresse hídrico, conseqüentemente, têm-se efeitos positivos quanto à economia de água, bem como o aumento ao fornecimento local de alimentos às comunidades, propiciando a resiliência econômica dos agricultores familiares (SHELEF; WEISBERG; PROVENZA, 2020).

O consumo de raízes, por exemplo, como as mandiocas e batatas, é interessante para os cenários com escassez de água, uma vez que essas plantas podem permanecer intactas no solo por muito tempo, mesmo em

períodos de seca. Logo, o uso dessas plantas, além de beneficiar o perfil socioeconômico local, contém importantes bioativos fenólicos com efeitos antioxidantes promissores e benefícios para a saúde humana. Assim, essas plantas podem ser consideradas ingredientes úteis em alimentos, bem como considerar seu uso medicinal (BAHADORI et al., 2020).

Vale ressaltar que, apesar de algumas frutas serem reconhecidas mundialmente, muitas partes das mesmas são descartadas devido ao não conhecimento, caracterizando o típico desperdício alimentar. Segundo a FAO, em 2017 a banana (*Musa spp.*) foi produzida em 128 países sendo uma das frutas mais consumidas no mundo, sendo o Brasil o quarto maior produtor.

Apesar disso, pouco se fala sobre a inflorescência, também conhecida como “coração da bananeira” ou “mangará”, que muitas vezes é descartada. Entretanto, é rica em proteínas e carboidratos, possui alto teor de fibras, vitamina E e flavonoides. Esse conhecimento pode ser explorado pelos pequenos agricultores na produção de subprodutos, assim como o fortalecimento da segurança alimentar, aumentando a variedade de alimentos. Por isso é de grande importância disseminar informações sobre as PANC e o consumo desses alimentos.

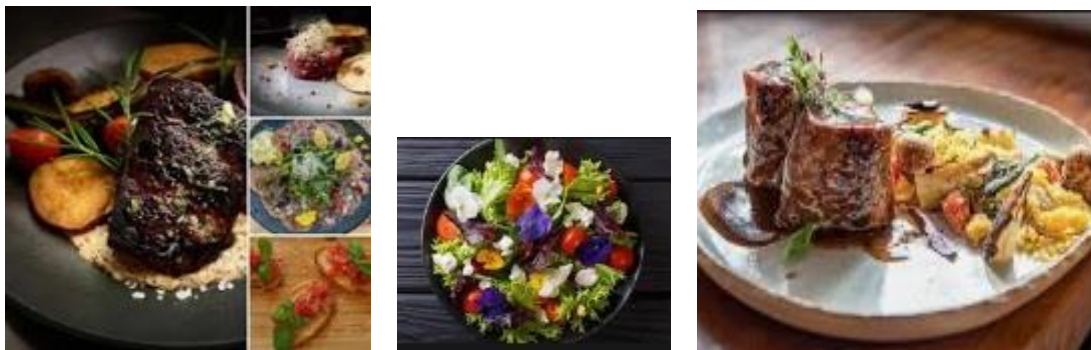
5. Popularização das PANC: de “mato” a produto *gourmet*

A compreensão acerca das mudanças alimentares cria na sociedade o fortalecimento dos alimentos naturais e dos produtores familiares, sendo considerado um ato político e social (RIBEIRO; JAIME; VENTURA, 2017). Barcelos (2017) diz que “a comida é uma prática social que possui ligações afetivas e antepassadas, transmitindo nossas culturas e tradições, além de aproximar povos”. Dessa forma, conhecer o que se come, a oferta e a diversificação dos alimentos torna o consumidor mais aberto a uma diversidade de ofertas disponíveis, preparo e conservação (JUNQUEIRA; PERLINE, 2019).

A crescente procura pelo uso de produtos locais e orgânicos vem crescendo nas últimas décadas, não apenas no país, mas em todo o mundo, sendo adaptados em receitas por chefs de cozinha e por profissionais da área alimentar (MEYERDING; TRAJER; LEHBERGER, 2019). Isso se deve ao fato do grande potencial nutricional que agrega qualidade e sustentabilidade alimentar às receitas (OLIVEIRA; LUDWIG, 2021).

Nativas de muitas regiões do país, as PANC têm sido as novas apostas para uso na gastronomia, com utilização das suas diversas partes (raiz, caule, folha, flores, frutos, sementes, cascas), bem como de uso para fabricação de óleos e farinhas (ALVES, 2019). Assim as PANC passam a ter mais visibilidade no espaço social, atingindo comércios e restaurantes, o que antes era visto apenas como mato atualmente chegam à cozinha de estabelecimentos e se tornam destaque em hortas comunitárias (JUNQUEIRA; PERLINE, 2019).

Os profissionais da gastronomia passaram a dar mais atenção e incrementar seus pratos por meio dos produtos locais, aumentando o vínculo dos pequenos produtores familiares regionais, divulgando amplamente esses produtos. No que diz Dorigon (2019), essas redes promovem a relação do meio urbano e rural, favorecendo a integração social e a visibilidade sobre a sustentabilidade alimentar e permitir a criação de mercados agroalimentares que geram renda aos pequenos produtores. Segundo esse mesmo autor, seu estudo relata que os produtores se sentem representados pelos chefs de cozinha, associando a eles o papel de educadores alimentares capazes de ampliar o consumo de produtos orgânicos (Figuras 8, 9 e 10).



Figuras 8, 9 e 10. Pratos gourmets com PANC. Fonte: Minas Bioconsultoria (2021).

Juntamente com essa ideia, percebe-se o aumento do movimento econômico social denominado *Slow Food*, que teve início na Itália em 1989 como crítica à padronização alimentar ocasionada pelas redes de *Fast Food*, tendo

como conceito a *ecogastronomia*¹⁰ que evidenciam principalmente alimentos da biodiversidade local.

A ecogastronomia enaltece a alimentação saudável e sustentável, baseada em produtos orgânicos e fora do padrão comercial, permitindo o retorno de receitas tradicionais, como as utilizadas com sementes de plantas e variedades crioulas, aliados as técnicas gastronômicas (TONIN et al., 2019).

Esse movimento traz a abordagem dos alimentos baseada em três princípios: “bons, limpos e justos”, que de acordo com Birochi, Rover e Schultz (2018), podem-se traduzir como:

- ✓ “Bom”, os alimentos associados à preservação e sustentabilidade ambiental, seguindo os princípios da agroecologia que promovem disponibilidade de alimentos saudáveis e de qualidade;
- ✓ “Limpo” direciona aos alimentos livres de agrotóxicos e produtos químicos e sintéticos utilizados na produção agrícola convencional; além do mais, está vinculado a locais que preservem a água e a fertilidade do solo;
- ✓ “Justo” diz respeito à venda dos produtos de forma democrática, considerando valores justos e que considere também o trabalho desenvolvido pelo produtor rural.

No Brasil, esse movimento ganhou destaque em 2003, com a premiação do “*Slow Food para a Biodiversidade*”, trabalho realizado pelo povo *Krahôs*¹¹ com o milho *pôhypey*. No mesmo ano, uma comitiva e representantes de organizações não governamentais e de projetos do governo da Itália visitaram o nosso país oferecendo apoio ao Programa Fome Zero. À época chamou atenção mundial por ter como objetivo proporcionar alimentação três vezes ao dia aos brasileiros, retirando o país do problema de insegurança alimentar. Tal programa deu força para a criação da própria associação nacional de *Slow food*, dando

¹⁰ Filosofia de vida que defende alguns pilares básicos, como a preservação da biodiversidade, o respeito ao alimento e ao agricultor, o uso consciente dos recursos naturais e a escolha de ingredientes de qualidade.

¹¹ Os Krahô vivem na Terra Indígena Kraolândia, Tocantins. É um grupo de aproximadamente 3000 pessoas falantes de uma língua da família Jê. Vivem em aldeias de formato circular e são muito conhecidos pelas corridas de toras que fazem todos os dias, logo depois de caçar, pescar ou trabalhar na roça.

autonomia em termos de estratégia e independência econômica (RIBEIRO, 2019).

A associação nacional foi realizada em conjunto com a Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) e apoio de outras redes universitárias do país, tendo financiamento da Secretaria Especial de Agricultura Familiar e Desenvolvimento Agrário (SEAD) e do governo Federal (SLOW FOOD, 2017). No país, o projeto teve fim no ano de 2018 após percalços relacionados à política nacional (RIBEIRO, 2019).

Vale ressaltar que, no contexto do movimento foram desenvolvidos projetos liderados pelo *Slow food*, como Arca do Gosto e Fortalezas, que auxiliam na divulgação e preservação da biodiversidade local e de produtos ameaçados de extinção em diversas comunidades do mundo (FONSECA; TROITIÑO, 2020). Essa ligação global permite que ocorram processos de articulação que valorizam a agricultura familiar, as práticas agrícolas tradicionais e a cultura alimentar local (MAKUTA, 2018) por meio da aproximação dos comércios regionais como os restaurantes, gerando renda e desenvolvimento local, além de permitir a qualidade da alimentação (TONIN et al., 2019).

Conforme Ranieri (2017), a valorização das PANC retrata o reconhecimento sob as espécies nativas que estão desaparecendo ao longo dos anos devido ao fato de serem subutilizadas na alimentação (há de se considerar que nem todas as PANC são nativas). A agricultura familiar representa a continuidade da atuação do movimento *Slow food*, procurando o equilíbrio entre produtos de qualidade e sustentabilidade (BIROCHI; ROVER; SCHULTZ, 2018).

Como exemplo de restaurantes que se fundamentam na valorização de alimentos locais e na cozinha sustentável, pode-se citar o restaurante Vale dos Vinhedos, em Santa Catarina - segundo o chef Alex Floyd, os produtos servidos seguem as condições de oferta sazonal, além de compra de produtos que não seriam comercializados por não atenderem ao padrão do mercado, destacando a luta contra o desperdício alimentar (DORINGON, 2019).

Outro exemplo é o restaurante “Nahiah Jardim Botânico”, comandado pelo chef Henrique Nunes, também autor do livro “PANC Gourmet: Ensaios Culinários” que apresenta uma série de mais de 50 receitas compostas por PANC e que são servidas na forma de entradas, pratos principais e sobremesas (ABRAS, 2018).

Podem-se verificar a notoriedade do movimento em introduzir e justificar o uso de alimentos biodiversos e de elevar a importância do pequeno produtor nesse processo de valorização cultural juntamente com *chefs* da gastronomia e consumidores que também auxiliam a difundir o movimento e seus objetivos.

6. Conclusões

As PANC possuem ampla disseminação no território brasileiro e apresentam uma alta variedade de espécies que, por meio de seu cultivo, favorece a biodiversidade regional e local, além de possibilitar uma fonte de renda extra com a venda direta dos produtos, permitindo que as famílias exerçam sua autonomia alimentar.

Inúmeras dessas plantas apresentam grande potencial para alimentação: são essenciais para a saúde e uso como prevenção e tratamento de doenças. Apresentam em sua composição altos valores nutricionais, que podem ser empregados na alimentação, complementando diversos cardápios, seja na alimentação familiar ou gastronômica. Esses fatores apresentam-se como aliados da segurança alimentar e nutricional, principalmente na atual situação do país, onde vários indivíduos se encontram em condição de vulnerabilidade social.

No entanto, ainda são necessários mais estudos acerca das PANC, ampliando o conhecimento acerca da variedade de espécies. Também, auxiliar o fortalecimento dos programas de pesquisa que visam incentivar o uso das mesmas.

7. Referências

ABRAS, M. F. **Panc's**: a cultura alimentar de hortaliças tradicionais na modernidade. 2018. Dissertação (Mestrado em Estudos Culturais Contemporâneas). Universidade FUMEC, Belo Horizonte, MG. 151 p.

ALPINO, T. M. A.; SANTOS, C. R. B.; BARROS, D. C.; FREITAS, C. M. COVID-19 e (in)segurança alimentar e nutricional: ações do Governo Federal brasileiro na pandemia frente aos desmontes orçamentários e institucionais. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 36, p. e00161320, 2020. Disponível: <https://doi.org/10.1590/0102-311X00161320>

ALVES, L. S. O uso de PANC na gastronomia: produção de linguiça de *ora-pró-nobis*. **Revista de gastronomia**, v. 1, n. 2, 2019.

ANDERSON, C. R.; MAUGHAN, C.; PIMBERT, M. P. Transformative agroecology learning in Europe: building consciousness, skills and collective capacity for food sovereignty. **Agriculture and Human Values**, v. 36, n. 3, p. 531-547, 2019.

AOYAMA, E. M.; RIBEIRO, F. F.; DA CONCEIÇÃO, L. D. O.; INDRIUNAS, A.; FURLAN, M. R.; RINNERT, C. H. Estudo farmacobotânico das espécies de Emilia (Cass.) Cass. (Asteraceae). **Estudo farmacobotânico das espécies de Emilia (Cass.) Cass. (asteraceae)**, p. 45.2020.

BAHADORI, M. B.; ZENGİN, G.; DINPARAST, L.; ESKANDANI, M. The health benefits of three Hedgenettle herbal teas (Stachys byzantina, Stachys inflata, and Stachys lavandulifolia)-profiling phenolic and antioxidant activities. **European Journal of Integrative Medicine**, v. 36, p. 101-134, 2020.

BIONDO, E.; ZANETTI, C.; CHEROBINI, L.; KAMPHORST, R. C. M. Plantas Alimentícias não Convencionais (PANC): Agrobiodiversidade alimentar para a Segurança Alimentar e Nutricional no Vale do Taquari, RS. **Revista Eletrônica Científica da UERGS**, p. 177, 2018.

BISPO, G. L. **Fenologia e desempenho ecofisiológico de Vasconcellea quercifolia A. St.-Hill**. TESE (Doutorado em Agronomia) - Universidade Estadual Paulista- UNESP, São Paulo, 2020.

BIROCHI, R.; ROVER, O. J.; SCHULTZ, G. O movimento *Slow Food* e os sistemas agroalimentares brasileiros. Alimentos bons, limpos e justos da agricultura familiar brasileira. **Letras Contemporâneas**, Florianópolis, p. 11-24, 2018.

BORGES, C. K. D. **Plantas alimentícias não convencionais (PANC): a divulgação científica das espécies na cidade de Manaus**. Dissertação de pós-graduação em educação e ensino de ciências na Amazônia da universidade do Estado do Amazonas, f. 143, 2017.

BRASIL. **Portaria Interministerial nº 284**. Institui a lista de espécies da sociobiodiversidade, para fins de comercialização in natura ou de seus produtos derivados, no âmbito das operações realizadas pelo Programa de Aquisição de Alimentos-PAA. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 10 jul. 2018. Seção 1, p. 92. 2018. Disponível em: <https://www.in.gov.br/materia/-/asset_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/29306868/do1-2018-07-10-portaria-interministerial-n-284-de-30-de-maio-de-2018-29306860> Acesso em: 07 set. 2022.

CALLEGARI, C. R.; MATOS FILHO, A. M. **Plantas Alimentícias Não Convencionais - PANCs**. Florianópolis: Epagri. Boletim Didático, p. 53, 2017.

CASEMIRO, I. P.; VENDRAMINI, A. L. A. Plantas alimentícias não convencionais no Brasil: o que a Nutrição sabe sobre este tema. **DEMETRA: Alimentação, Nutrição & Saúde**, v. 15, p. 1-17, 2020.

CASTRO, I. R. R. A extinção do Conselho Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional e a agenda de alimentação e nutrição. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 35, 2019.

ĆEBOVIĆ, T.; JAKOVLJEVIĆ, D.; MAKSIMOVIĆ, Z.; ĐORĐEVIĆ, S.; JAKOVLJEVIĆ, S.; ČETOJEVIĆ-SIMIN, D. Antioxidant and cytotoxic activities of curly dock (*Rumex crispus* L., Polygonaceae) fruit extract. **Vojnosanitetski preglad**, v. 77, n. 3, 2020.

CHEN, X.; LI, X.; MAO, X.; HUANG, H.; WANG, T.; QU, Z.; GAO, W. Effects of drying processes on starch related physicochemical properties, bioactive components and antioxidant properties of yam flours. **Food Chemistry**, China, v. 224, p. 224-232, 2017.

COSTA, C. D. S.; FLORES, T. R.; WENDT, A.; NEVES, R. G.; ASSUNÇÃO, M. C. F.; SANTOS, I. S. Comportamento sedentário e consumo de alimentos ultraprocessados entre adolescentes brasileiros: Pesquisa Nacional de Saúde do Escolar (PENSE), 2015. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 34, 2018.

CUNHA, M. A.; PINTO, L. C.; SANTOS, I. R. P. dos; NEVES, B. M.; CARDOSO, R. D. C. V. Plantas Alimentícias Não Convencionais na perspectiva da promoção da Segurança Alimentar e Nutricional no Brasil. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 3, 2021.

DONNO, D.; TURRINI, F. Plant food and underutilized fruits as source of functional food ingredients: chemical composition, quality traits and biological properties. **Foods**, v. 9, n. 10, 2020. Doi:10.3390/foods91014742020

DORIGON, C. B. **Da roça ao restaurante: um estudo sobre redes alimentares de qualidade diferenciada na Serra Gaúcha**. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Rural), UFRGS, 2019.

DUARTE, G. R. **Levantamento e caracterização das plantas alimentícias não convencionais do Parque Florestal de Monsanto-Lisboa**. 2017. Dissertação, Faculdade de Ciências Sociais e Humanas, Universidade Nova de Lisboa, Lisboa, 95 p., 2017.

DURIGON, J.; FORNECK, E. D.; WALTER, T. **Impactos dos Projetos de Mineração: O que sabemos? O que queremos? Para onde vamos?** Rio Grande: Ed. do Autor, p 291, 2020.

ESTEVE, E. V. O Negócio da Comida: quem controla nossa alimentação? – 1ª edição – São Paulo: **Expressão Popular**, p. 269, 2017.

FAO; IFAD; UNICEF; WFP; WHO. The State of Food Security and Nutrition in the World 2020. **Transforming food systems for affordable healthy diets**, 2020. Disponível em: <http://www.fao.org/3/ca9692en/ca9692en.pdf>. Acesso em: 12 jul. 2022.

FAO - Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura. Corporate document repository. **Crop prospects and food situation**, 2018.

Disponível em: <<http://www.fao.org/giews/reports/crop-prospects/en/>>. Acesso em: 12 abr. 2021.

FAO. SAVE FOOD: Global Initiative on Food Loss and Waste Reduction. **Retrieved from Food and Agriculture Organization of the United Nations**, 2017. Disponível em: <<http://www.fao.org/save-food/resources/keyfindings/en/>> Acesso em: 12 abr. 2021.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. (2020). **State of food insecurity in the world. Food and Agriculture Organization of the United Nations**. Disponível em: <http://www.fao.org/brasil/noticias/detail-events/pt/c/1297922/>. Acesso em: 12 abr. 2021.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **FAOSTAT**. Roma: FAO, 2017. Disponível em: <<http://faostat.fao.org/site/567/default.aspx#ancor>> Acesso em: 12 abr. 2021.

FONSECA, G. A.; TROITIÑO, S. Catálogo arca do gosto: contribuições da gestão da informação para a preservação da cultura. In: **Anais... II Seminário Nacional de Gestão da Informação e do Conhecimento**. 2020.

GALEANO, E. A. V.; RIBEIRO, M. D. F.; COSTA, E. B. **Consolidação das estatísticas da agropecuária referente ao ano de 2019**. Boletim da conjuntura agropecuária capixaba, Vitória, v. 5, n. 18, p. 3-8, 2019.

GUERRA, A. M. N. M.; SILVA, D. S.; EVANGELISTA, R. S.; SILVA, M. G. M. Conservação pós-colheita de maxixe (*cucumis anguria*) sob diferentes condições de armazenamento. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, v. 10, n. 1, p. 145-154, 2020.

GONÇALVES, N. G. G. **Fração Proteica da polpa de fruta-pão de massa (*Artocarpus altilis*): caracterização bioquímica e farmacológica**. TESE (Doutorado em Bioquímica) - Universidade Federal do Ceará, 2019.

GINDRI, D. M.; MOREIRA, P. A. B.; VERISSIMO, M. A. A. **Sanidade vegetal: uma estratégia global para eliminar a fome, reduzir a pobreza, proteger o meio ambiente e estimular o desenvolvimento econômico sustentável**. Florianópolis: CIDASC, 2020.

GUERRA, L. S.; BEZERRA, A. C. D.; CARNUT, L. Da fome à palatabilidade estéril: 'espassando'ou 'diluindo' o Direito Humano à Alimentação Adequada no Brasil? **Saúde em Debate**, v. 44, p. 1231-1245, 2021.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa de Orçamentos Familiares 2017 – 2018 - Manual do Agente de Pesquisa**. Rio de Janeiro, 2020.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Diretoria de Pesquisas. Coordenação de população e indicadores sociais. **Estimativas da população residente com data de referência 1º de julho de, 2017**.

JACKIX, E. A. de Plantas Alimentícias não Convencionais: introdução. In: PASCHOAL, V.; BAPTISTELLA, A. B.; SANTOS, N. **Nutrição Funcional, Sustentabilidade & agroecologia: alimentando um mundo saudável**. 2. ed. São Paulo: Valéria Paschoal Editora Ltda., p. 202-204, 2018.

JAIME, P. C. Pandemia de COVID19: implicações para (in) segurança alimentar e nutricional. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 25, p. 2504-2524, 2020.

JUNQUEIRA, A. H.; PERLINE, E. A. Gosto, ideologia e consumo alimentar: práticas e mudanças discursivas sobre plantas alimentícias não convencionais-PANC. **Cadernos de Linguagem e Sociedade**, v. 20, p. 2, 2019.

LA VIA CAMPESINA. **Captura em internet (Key Documents (Food Sovereignty))**. Disponível em: <<https://viacampesina.org/en/nyeleni-newsletter-communicating-for-food-sovereignty/>> Acesso em: 21 abr. 2021.

LEMES, M. A; FERRAZ, J. M. G. Cultivo e coleta de PANC em quintais urbanos e periurbanos: mudança de paradigmas rumo à agroecologia urbana e segurança alimentar e nutricional. **Cadernos de Agroecologia**, v. 15, n. 2, 2020.

MAGALHÃES, R. S. C. **Plantas Alimentícias Não Convencionais (PANC): estudo etnobotânico no contexto da Associação Regional de Produtores Agroecológicos da Região Sul-ARPASUL**. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Pelotas, 2019.

MAJOLO, L.; LIMA, D. M. F.; SANTOS, S. A. dos. Plantas alimentícias não convencionais (PANC) como promotoras de segurança alimentar e nutricional. **Cadernos de Agroecologia**, v. 15, n. 2, 2020.

MAKUTA, G. **Biodiversidade, Arca do Gosto e Fortalezas Slow Food: um guia para entender o que são, como se relacionam com o que comemos e como podemos apoiá-las**. São Paulo: Associação Slow Food do Brasil, 2018. Disponível em: <http://slowfoodbrasil.com/documentos/slowfood-publicacao.pdf> >. Acesso em: 13 jan. 2021.

MATOS FILHO, A. M.; CALLEGARI, C. R. **Plantas Alimentícias Não Convencionais-PANCs**. Boletim Didático, p. 53-53, 2017.

MAZON, S.; MENIN, D.; CELLA, B. M.; LISE, C. C.; VARGAS, T. D. O.; DALTOÉ, M. L. M. Exploring consumers' knowledge and perceptions of unconventional food plants: case study of addition of *Pereskia aculeata* Miller to ice cream. **Food Science and Technology**, v. 40, p. 215-221, 2019.

MENENDEZ-BACETA, G.; PARDO-DE-SANTAYANA, M.; ACEITUNO-MATA, L.; TARDÍO, J.; REYES-GARCÍA, V. Trends in wild food plants uses in Gorbeialdea (Basque Country). **Appetite**, 112, p. 9-16, 2017.

MEYERDING, S. G. H.; TRAJER, N.; LEHBERGER, M. What is local food? The case of consumer preferences for local food labeling of tomatoes in Germany. **Journal of Cleaner Production**, Amsterdam, v. 207, p. 30-43, 2019.

MINAS BIO CONSULTORIA. **Somando forças e reduzindo impactos**. 2021. Disponível em: <https://www.minasbioconsultoria.com>. Acesso em: 12 out. 2022.

NIEDERLE, P. A.; SABOURIN, E.; JOB SCHMITT, C.; DE AVILA, M. L.; PETERSEN, P.; SANTOS DE ASSIS, W. A trajetória brasileira de construção de políticas públicas para a agroecologia. **Redes**, v. 24, n. 1, p. 270-291, 2019.

OLIVEIRA, R. F.; LUDWIG, F. Promoção do consumo de Plantas Alimentícias não Convencionais (PANC) com crianças em situação de vulnerabilidade social em Santa Cruz do Sul (RS). **Revista Brasileira de Educação Ambiental (RevBEA)**, v. 16, n. 3, p. 256-271, 2021.

OLIVEIRA, T. C.; ABRANCHES, M. V.; LANA, R. M. In: Segurança alimentar no contexto da pandemia por SARS-CoV-2. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 36, p. 552-562, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1590/0102-311X00055220>.

OLIVEIRA, B. P. T.; RANIERI, G. R. Narrativa midiática e difusão sobre Plantas Alimentícias Não Convencionais (PANC): contribuições para avançar no debate. **Cadernos de Agroecologia**, Anais do VI CLAA, X CBA e V SEMDF, v. 13, n. 1, jul. 2018.

ONU - Organização das Nações Unidas. **Agricultura familiar desempenha papel central na conquista de objetivos globais**. Disponível em: <https://nacoesunidas.org>. Acesso em: 12 out. 2021.

ONU - Organização das Nações Unidas. **World Population Prospects**, 2019. Disponível em: <https://population.un.org/wpp/Publications/>. Acesso em: 12 out. 2021.

ONU. Organização das Nações Unidas. **ONU News. Pnuma: Brasil possui entre 15% e 20% da diversidade biológica mundial**. 2019. Disponível em: <https://news.un.org/pt/story/2019/03/1662482>. Acesso em: 17 abr. 2021.

OXFAM BRASIL. **Olhe para a fome**. Disponível em: <https://www.oxfam.org.br/especiais/olhepara-a-fome/>. Acesso em: 17 abr. 2021.

PASCHOAL, A. D. **Pragas, Agrotóxicos e a Crise Ambiente: Problemas e soluções**. São Paulo: Expressão Popular, p.181, 2019.

PEISINO, M. C. O. **Atividade antioxidante e anti-inflamatória in vitro de plantas alimentícias não convencionais**. Dissertação (Mestrado em Ciências Farmacêuticas). 2018.

PESSOA, V. M; ALMEIDA, M. M; CARNEIRO, F. F. Como garantir o direito à saúde para as populações do campo, da floresta e das águas no Brasil? **Saúde em Debate**, v. 42, p. 302-314, 2018.

PINELA, J; CARVALHO, A. M; FERREIRA, I. C. F. R. Wild edible plants: Nutritional and toxicological characteristics, retrieval strategies and importance for today's society. **Food and Chemical Toxicology**, v. 110, p. 165-188, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.fct.2017.10.020>.

PRIMAVESI, A. **Algumas plantas indicadoras: como conhecer os problemas de um solo.** São Paulo: Expressão Popular, 48. p, 2017.

RBG Kew (Royal Botanic Gardens, Kew). **The State of the World's Plants and Fungi.** Kew, Reino Unido, 2020.

RIBEIRO, M. J. A. **Um alimento político e uma política que alimenta: o ativismo do slow food no Brasil.** Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Social) - Universidade Estadual de Montes Claros, Montes Claros, 2019.

RIBEIRO, H.; JAIME, P. C.; VENTURA, D. Alimentação e sustentabilidade. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 31, n. 89, 2017.

RANIERI, G. R.; BORGES, F.; NASCIMENTO, V.; GONÇALVES, J. R. **Guia prático sobre PANCs: plantas alimentícias não convencionais.** São Paulo: Instituto Kairós, 2017.

SANTOS, M. G.; QUINTEIRO, M. Saberes tradicionais e locais: reflexões etnobiológicas Rio de Janeiro: **EdUERJ**, p. 58-60, 2018.

SARTORI, V. C.; THEODORO, H.; MINELLO, L.; PANSERA, M.; BASSO, A.; SCUR, L. **Plantas Alimentícias Não Convencionais–PANC: resgatando a soberania alimentar e nutricional.** Caxias do Sul, RS, Educs, 2020.

SCHMITT, C. J. **Redes de agroecologia para o desenvolvimento dos territórios: aprendizados do Programa Ecoforte.** Rio de Janeiro: Articulação Nacional de Agroecologia, 2020.

SEIFERT J. C. A.; DURIGON. J. Sociobiodiversidade como o caminho à Soberania Alimentar em Sucessivas Crises Globais. **Democracia e direitos fundamentais.** Marc. 2021. Disponível em: <https://direitosfundamentais.org.br/sociobiodiversidade-como-o-caminho-a-soberania-alimentar-em-sucessivas-criSES-globais/>. Acesso: 10 abr. 2021.

SENAR - **Serviço Nacional de Aprendizagem Rural. Caruru (*Amaranthus hybridus*): características e complexidade de manejo.** 2021. Disponível em: www2.senar.com.br/Noticias/Detalhe/13157. Acesso em: 11 out. 2022.

SIQUEIRA, L. J.; OLIVEIRA RAMOS, R. de; MELO, C. M. T.; ANJOS QUEIROZ, C. R. A. dos. As hortaliças não convencionais já fazem parte do comércio urbano de Uberlândia, MG. **Extensão Rural Práticas e Pesquisas Para o Fortalecimento da Agricultura Familiar**, v. 1, p. 69, 2021.

SHELEF, O.; WEISBERG, P. J.; PROVENZA, F. D. The value of native plants and local production in an era of global agriculture. **Frontiers in plant science**, v. 8, p. 2069, 2017.

SLOW FOOD BRASIL- **Captura em internet (SLOW FOOD BRASIL),** 2017. Disponível em: <https://slowfoodbrasil.org/2017/06/projeto/>. Acesso em: 12 out. 2020.

SNYDER, H. Literature review as a research methodology: An overview and guidelines. **Journal of business research**, v. 104, p. 333-339, 2019.

SILVA, O. J. F.; GOMES JÚNIOR, N. N. O amanhã vai à mesa: abastecimento alimentar e COVID-19. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 36, p. 345-367, 2020. Disponível: <https://doi.org/10.1590/0102-311X00095220>.

SILVA, I. C. L.; BUZZATTI, M.; VILLWOCK, A. P. S.; MOREIRA, D. C. A conservação da sociobiodiversidade no contexto dos assentamentos rurais do Rio Grande do Sul: a caminho das estratégias e ações desejáveis. **Cadernos de Agroecologia**, v. 13, n. 1, 2018.

SILVA, M. Z. T. A segurança e a soberania alimentares: conceitos e possibilidades de combate à fome no Brasil. Configurações. **Revista de sociologia**, n. 25, p. 97-111, 2020.

TAMÈGNON, A. K.; INNOCENT, Y. B.; CÉLESTIN, T. C.; ROSELINE, B.; PIVOT, S. S.; ANAYCE, D. A.; PAULIN, A. Uses of the fruit of Breadfruit tree (*Artocarpus altilis*) in the Republic of Benin: Bibliographic Synthesis. **International Journal of Agronomy and Agricultural Research**, v. 11, n. 5, p. 69-81, 2017.

THEIS, J.; DURIGON, J.; HEIDEN, G.; MAUCH, C. Cultura alimentar associada às plantas alimentícias não convencionais (PANC): uso e preparo por agricultores familiares agroecológicos ou em transição agroambiental. In: Embrapa Clima Temperado-Artigo em anais de congresso (ALICE). **Cadernos de Agroecologia**, v. 15, n. 2, 2020.

TOENSMEIER, E.; FERGUSON, R.; MEHRA, M. Perennial vegetables: A neglected resource for biodiversity, carbon sequestration, and nutrition. **PlusOne**, v. 15, n. 7, jul. 2020.

TONIN, J.; MACHADO, J. T. M.; DE VASCONCELLOS, F. C. F.; DORIGON, C. B.; DA FONSECA, M. A. P.; MALTEZ, D. G. W.; SCHULTZ, G. A cadeia solidária das frutas nativas e o movimento Slow Food: estabelecendo interfaces conceituais. **Alimentos bons, limpos e justos da Agricultura Familiar Brasileira**, p. 75, 2019.

TULER, A. C.; PEIXOTO, A. L.; SILVA, N. C. B. Plantas alimentícias não convencionais (PANC) na comunidade rural de São José da Figueira, Durandé, Minas Gerais, Brasil. **Rodriguésia**, v. 70, 2019.

ULIAN, T.; DIAZGRANADOS, M.; PIRONON, S.; PADULOSI, S.; LIU, U.; DAVIES, L.; MATTANA, E. Unlocking plant resources to support food security and promote sustainable agriculture. **Plants, People, Planet**, v. 2, n. 5, p. 421-445, 2020.

VALENTE, C. O.; DORES, G. H. S.; SEIFERT JR, C. A.; DURIGON, J. Popularizando as plantas alimentícias não convencionais (PANC) no sul do Brasil. **Cadernos de Agroecologia**, v. 15, n. 2, 2020.

VASCONCELLOS, A. B. P A.; MOURA, L. B. A. de. Segurança alimentar e nutricional: uma análise da situação da descentralização de sua política pública nacional. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 34, 2018.

Autores

Francielle Santana de Oliveira, João Paulo Bestete, Cintia dos Santos Bento, Karla Maria Pedra de Almeida, Maurício Novaes Souza*

Pós-Graduação em Agroecologia do Instituto Federal do Espírito Santo - Campus de Alegre. Caixa Postal 47, CEP: 29500- 000, Alegre-ES, Brasil.

* Autor para correspondência: mauricios.novaes@ifes.edu.br

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O “Antropoceno” é considerado a era geológica marcada pelo aparecimento do ser humano. Apesar de recente, mudanças de escala geológicas foram efetuadas pelo homem, tais como as mudanças de uso do solo que transformaram quase metade da superfície terrestre do planeta; a maior parte dos principais rios foi represada (para produção de energia, como no Brasil), desviada ou se encontra poluída; as fábricas de fertilizantes produzem mais nitrogênio do que é gerado naturalmente por todos os ecossistemas terrestres; a atividade pesqueira retira mais de um terço da produção primária das águas litorâneas dos oceanos; e os seres humanos utilizam mais da metade do escoamento de água doce de fácil acesso, principalmente utilizada em práticas de irrigação.

Ou seja, os seres humanos alteraram os ecossistemas naturais e a composição da atmosfera. A combinação de queima de combustível fóssil e desmatamento, fez com que a concentração de dióxido de carbono no ar aumentasse em torno de 50% nos últimos séculos, ao passo que a concentração de metano, um gás indutor do efeito estufa ainda mais potente, duplicasse. Dessa forma, o clima global deve se afastar significativamente do comportamento natural durante vários milênios no futuro. A partir dessa citação, o termo “Antropoceno” passou a ser utilizado em diversas publicações científicas: a situação é tão dramática, que vários cientistas já denominam os biomas de “ANTROMAS”.

Pode-se afirmar, por essas questões, que o modelo de crescimento que origina a degradação socioambiental precisa ser alterado, posto que os recursos, como também, o tempo, são escassos. A obtenção de soluções deve ser ágil: porém, baseadas em gerenciamento responsável e com pensamento na segurança e no bem-estar das gerações futuras. Foi o que apresentou o Capítulo I, “Ação da poluição nos sistemas ambientais”.

A partir do momento em que os problemas ambientais sejam reconhecidos como fruto de processos produtivos que visam exclusivamente a maximização econômica e lucros, ficará evidente que os processos de exploração e acumulação precisam ser alterados, posto existir uma forte contradição entre os princípios básicos de funcionamento desse tipo de capitalismo e a conservação do equilíbrio ambiental: foi o que o Capítulo 2

demonstrou: “A trajetória da educação ambiental no Brasil e a reciclagem no município de Alegre – ES”.

Na promoção da diversidade, devem-se modernizar as metodologias praticadas. A complexidade do mundo atual impede o seu funcionamento sem que haja o livre acesso à informação, baseado em tecnologias facilmente compreensíveis e disponíveis a todos, principalmente aos produtores do modelo de produção familiar. Soluções duradouras para problemas complexos podem ser aquelas extremamente fáceis: precisam apenas ser reinventadas e postas em prática: foi sugerido pelo Capítulo 3 – “Agroecologia como meio para a sustentabilidade da agricultura familiar”.

O ensino precisa tomar um novo rumo, com orientação sobre qual é a melhor maneira de aprender e sobre como ser estimulado para tal, particularmente a educação básica. Deverá conter como condição prioritária orientações ético-morais.

A pesquisa científica deverá ser ampliada para que sejam conhecidos os principais processos e mecanismos, com a devida fundamentação, necessária para a recuperação dos ecossistemas e a proteção àqueles ainda não ameaçados pela deterioração de sua quantidade e qualidade. As questões relacionadas ao desenvolvimento científico e tecnológico surgidos recentemente evidenciam que se deve evitar a compartimentação – explícito no Capítulo 4 - “Fatores bióticos na recuperação de áreas degradadas: ação da flora e da fauna”.

A interdisciplinaridade dos diferentes enfoques é essencial, pois permite entender os processos ambientais e conhecer as ferramentas disponíveis para manejá-los, facilitando o seu monitoramento. Dessa forma, fica promovido o desenvolvimento de novos modelos de produção e de consumo que poupem matéria-prima e gere um menor volume de resíduos, conservando os recursos naturais.

Essa situação, caso estabelecida, permitirá no futuro que haja mudanças nas relações sociedade/natureza, reduzindo a sua importância econômica. Para isso é necessário que ocorram transformações entre os homens, de forma consciente, resultante de uma inteligência crítica que descubra as reais formas de organização política da vida, formulada em termos de finalidades.

Nesse sentido, não podem conter senão opções éticas. Essa nova sociedade deverá adotar um novo modelo de produção e desenvolvimento, baseados na equidade e justiça social, na organização do trabalho e na geração de renda, ficando definitivamente estabelecidas as bases de cooperação. Deve haver, acima de tudo, liberdade de decisões: mas é imprescindível que haja solidariedade entre todos os seus membros, originando uma realidade existencial, fundamentando, dessa forma, uma sociedade complexa - ficou bem evidenciado no Capítulo 7: “Hortas urbanas agroecológicas”.

A História mostra que os processos de degradação são sistêmicos e cíclicos. Logo, é necessária vigilância contínua e muita pesquisa, para que os processos que geram degradação sejam contidos em sua fase inicial. A educação, a ética, a política, a cultura, devem sempre caminhar juntas, transcendendo aos apelos capitalistas atuais, lembrando sempre que a qualidade do meio ambiente é fundamental para um bom nível da qualidade de vida, da atual e das futuras gerações.

É necessária a alteração dos modelos de produção e de desenvolvimento atualmente praticados no Brasil. A escassez dos recursos, associada aos danos causados pela poluição e a miséria crescente nos meios urbano e rural, evidenciam que esse modelo gera degradação. Porém, para que sejam alcançadas as transformações necessárias, é preciso a definição de políticas públicas voltadas para o desenvolvimento sustentável, exigindo um grande esforço do conjunto de atores sociais, econômicos e políticos – sugerido no Capítulo 5: “Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF) e a recuperação de pastagens degradadas”.

Isso envolve as esferas governamentais, o setor produtivo, as organizações da sociedade e, inclusive, cada membro da comunidade: ou seja, são necessárias mudanças individuais. Devem ser priorizadas políticas públicas para o setor agropecuário que estimulem a execução de um novo modelo de produção e de desenvolvimento, cujas características:

a) contemple melhor distribuição da população rural no país, favorecendo a reforma agrária, os produtores da agricultura familiar e estímulos à sucessão para jovializar a população do campo e reduzir o êxodo rural;

b) priorizem a produção de alimentos básicos voltados para as populações mais carentes;

c) estimulem o manejo adequado dos solos, necessitando para isso de investimento em assistência técnica para a capacitação dos produtores;

d) fiscalizem a alocação correta dos recursos hídricos, estimulando a irrigação, mas respeitando a legislação ambiental e incluindo o licenciamento ou o autolicensing como necessidade básica; e

e) pressuponha o uso de tecnologias adequadas para cada região, estimulando a implantação de sistemas agroflorestais que favoreçam o uso múltiplo das florestas, associados às agroindústrias e baseados no princípio de Emissões Zero e da Economia Circular, como foi mostrado no Capítulo 6: “Sistemas agroflorestais e consórcios na cultura do café”.

Para isso, o direcionamento das pesquisas científicas e tecnológicas com vistas aos avanços que sejam incorporados pelo setor produtivo. Apesar de a agricultura familiar representar a maior categoria de produtores rurais no Brasil, ela é composta por um grupo não homogêneo e que está vulnerável às transformações do campo. Dessa forma, devem proporcionar vantagens para estes e para o meio ambiente, abordando as seguintes vertentes:

a) desenvolvimento industrial de alta tecnologia associado a um sistema de gestão que favoreça o manejo sustentável;

b) utilização do conhecimento pela estrutura produtiva existente visando produção sustentável;

c) gerar empregos e, inclusive, atrair pessoas no meio urbano em condição de degradação, para esse novo mercado;

d) desenvolver modelos que agreguem valor à produção das famílias do modelo de produção familiar; e

e) estímulo aos empreendimentos voltados para conservação e a recuperação socioambiental.

Entretanto, há que se considerar da impossibilidade de dissociação das relações homem/natureza e da importância do capital na promoção do desenvolvimento sustentável. São relações que permanecerão intimamente interligadas, devendo, portanto, todas as soluções propostas estarem assentadas nessa realidade: na evidência da interdependência entre economia e meio ambiente.

Há que se fortalecer a base legal necessária ao manejo e aproveitamento dos recursos naturais, em especial ao uso do solo e das águas e a conservação dos mananciais. Tais medidas deverão ser mantidas por prazo indeterminado, cabendo considerar que deverão ser constantemente revistas e atualizadas, fundamentadas na ética e na justiça social – pode ser facilmente observado no Capítulo 8: “Recursos genéticos do feijão (*Phaseolus* spp.)”.

As propriedades agroecológicas, que sugerem um novo conceito de gestão, abrangem uma área total significativa em todo o Brasil. É preciso alcançar novas regiões com o Programa de Fortalecimento da Agricultura Orgânica a fim de abrir novos canais de comercialização e fomentar a agricultura alternativa brasileira. É indiscutível a importância de estudos mais aprofundados e novas pesquisas acerca da agricultura agroecológica com a finalidade de tornar os agricultores familiares competitivos no mercado – também, pode ser facilmente observado no Capítulo 9: “Desenvolvimento de mudas de couve da geórgia (*Brassica oleracea* var. *Acephala*) sob diferentes concentrações de biofertilizante”; e no Capítulo 10: “Plantas alimentícias não convencionais: sustentabilidade e diversidade no sistema de produção de base agroecológica”.

A sustentabilidade proposta pela agricultura familiar apresenta benefícios, evidenciados pela tendência de diversificação de culturas e conservação ambiental. Devem-se utilizar instrumentos adequados de monitoramento dos procedimentos de todo o processo, para que ocorra a viabilidade econômica e a conservação ambiental, com redução da pobreza e maior equidade social.

Professor Maurício Novaes Souza
Guarapari, outubro de 2022.



MÉRIDA
PUBLISHERS

www.meridapublishers.com