

CAPÍTULO 2

Agricultura regenerativa: abordagens, técnicas e práticas conservacionistas de água e solo no Sítio Jaqueira

Agroecologia

Maurício Novaes Souza, Edmilson Leal Domingos, Natália Cassa, Luana Soares Egídio, Márcio Menegussi Menon, Newton Barboza Campos, Roberta Cunha Vieira, Adriana Rezende Bigli, Graciandre Pereira Pinto, Regiane Carla Bolzan Carvalho, Willian Moreira da Costa

<https://doi.org/10.69570/mp.978-65-84548-25-1.c2>

Resumo

A conversão de matas nativas em áreas agropecuárias tem desencadeado processos alarmantes de degradação ambiental. Isso resulta na perda de biodiversidade, fertilidade do solo e capacidade de retenção de água. Para enfrentar esses desafios é fundamental adotar métodos agroecológicos que unem princípios da ecologia com práticas agropecuárias sustentáveis. A diversificação e rotação de culturas, adição de matéria orgânica por intermédio de adubação verde, plantio direto e técnicas de conservação do solo são fundamentais para mitigar a degradação ambiental e melhorar a qualidade do solo e dos recursos hídricos. A construção de estruturas como barraginhas e cochinhos, combinada com práticas de manejo do solo, tem mostrado resultados promissores na preservação da disponibilidade hídrica e na recuperação dos recursos naturais. A integração dessas práticas com sistemas agroflorestais e diversificação das atividades rurais pode não apenas beneficiar o meio ambiente, mas também agregar valor econômico e social às comunidades locais. Uma abordagem holística baseada na agroecologia e na agricultura regenerativa, presentes no Sítio Jaqueira Agroecologia em Alegre, ES, é essencial para promover sistemas agropecuários mais resilientes e sustentáveis em longo prazo.

Palavras-chave: Recuperação de ambientes degradados. Práticas conservacionistas. Manejo do solo. Barraginhas e cochinhos. SAFs. Educação ambiental.

1. Introdução

Os efeitos ambientais da Revolução Verde ainda são observáveis nos dias atuais, evidenciando o papel do ser humano como agente de mudanças nos ecossistemas. Essa modernização na agricultura impulsionou a produção agropecuária, porém também gerou uma série de impactos adversos tanto ambientais quanto sociais.

A exploração ilegal de madeira, a conversão de terras para grandes monocultivos e o aumento das emissões de gases do efeito estufa, estão entre os principais fatores de impacto. Essas práticas não apenas causam danos diretos aos ecossistemas, mas também resultam em poluição do solo e da água, gerando consequências adversas que afetam a biodiversidade, a qualidade do solo e a sustentabilidade dos ecossistemas em escala global (Ferreira; Venticinque; Almeida, 2005; Arraes; Mariano; Simonassi, 2012; Costa; Venzke, 2017; Souza, 2015; 2018; 2021; 2022; 2023; 2024).

Diante deste desafio, a agroecologia emerge como uma abordagem inovadora e sustentável para a recuperação de áreas degradadas, integrando práticas agrícolas harmoniosas com os princípios ecológicos. Gliessman *et al.* (2021) afirmam que a agroecologia é uma resposta fundamental para reverter a degradação ambiental e promover a biodiversidade.

Para esses mesmos autores e Souza (2024), os modelos de produção agroecológica podem ser caracterizados como integrais, endógenos e sustentáveis, pois incorporam o ser humano como parte integrante do sistema rural, sem fragmentar os ecossistemas. Em essência, a Agroecologia busca orientar estratégias para o desenvolvimento rural sustentável e facilitar a transição para práticas agrícolas mais sustentáveis. Isso representa uma contribuição significativa para a qualidade de vida das atuais e futuras gerações em um planeta com recursos finitos.

Portanto, para a reversão desta degradação persistente nos dias atuais, é necessária uma transição agroecológica, saindo dos modelos convencionais para sistemas de produção mais sustentáveis, com uma maior pegada ambiental. Nesse contexto, Gliessman (2002; 2015), Macrae (1990) e Hill (1985; 1995) estabelecem compreensões sobre os processos de transição agroecológica.

A recuperação de áreas degradadas apresenta desafios que vão além do aspecto ecológico, envolvendo também questões socioeconômicas. Nesse contexto, a agroecologia e a agricultura regenerativa surgem como uma oportunidade singular para integrar práticas agrícolas sustentáveis com o fortalecimento dos meios de subsistência locais e a promoção da equidade social. Essa abordagem ressalta a importância da agroecologia como uma ferramenta abrangente de transformação (Guzmán, 2013; Gliessman, 2015; Titonell, 2019).

De acordo com Souza (2024), o emprego de métodos agroecológicos emerge como uma alternativa viável para alcançar tais metas. Cabe considerar que “métodos agroecológicos” são abordagens e técnicas utilizadas na agropecuária que buscam integrar os princípios da ecologia com práticas agropecuárias sustentáveis. Esses métodos têm como objetivo principal promover a produção de alimentos de forma harmoniosa com o meio ambiente, minimizando impactos negativos sobre os ecossistemas, preservando a biodiversidade e promovendo a saúde do solo e dos recursos naturais.

Algumas características dos métodos agroecológicos incluem (Guzmán, 2013; Gliessman, 2015; Titonell, 2019; Souza, 2021; 2022; 2023; 2024):

- ✓ Diversificação de culturas: em vez de monoculturas extensivas, os sistemas agroecológicos promovem a diversificação de cultivos, o que ajuda a aumentar a biodiversidade, a reduzir a incidência de pragas e doenças e a melhorar a resiliência do sistema agrícola;
- ✓ Uso de práticas de manejo do solo: métodos como a rotação de culturas, a adição de matéria orgânica, o uso de cobertura morta e a aplicação de técnicas de conservação do solo são fundamentais para melhorar a fertilidade do solo, a retenção de água e a redução da erosão;
- ✓ Integração de árvores e cultivos: sistemas agroflorestais (SAFs) combinam árvores, arbustos e culturas agrícolas em um mesmo sistema, promovendo a sinergia entre os componentes e oferecendo múltiplos benefícios, como a produção de alimentos, a conservação do solo, a regulação do clima e a diversificação da renda;
- ✓ Conservação da água e manejo sustentável dos recursos hídricos: estratégias como a construção de barragens, sistemas de captação de água da

chuva, irrigação eficiente e o manejo de bacias hidrográficas são adotadas para preservar a disponibilidade hídrica e minimizar o impacto da agricultura sobre os recursos hídricos (Figura 1); e

✓ Redução do uso de insumos externos: os métodos agroecológicos priorizam o uso de insumos locais e orgânicos, reduzindo a dependência de agrotóxicos, fertilizantes químicos e outras substâncias nocivas ao meio ambiente e à saúde humana.



Figura 1. Barraginha/Caixas secas no Sítio Jaqueira Agroecologia, Alegre, ES.

Fonte: Acervo Maurício Novaes, 2024.

No geral, os métodos agroecológicos visam promover sistemas agropecuários mais sustentáveis, resilientes e socialmente justos, levando em consideração os princípios da agroecologia, que incluem a participação ativa das comunidades locais, a valorização do conhecimento tradicional e o respeito aos processos ecológicos naturais.

O propósito deste capítulo é investigar a aplicação de três métodos agroecológicos na recuperação de ambientes degradados utilizados no Sítio Jaqueira Agroecologia, Alegre, ES: uma Unidade Participativa e Experimental em Plantio de Água (UPEPA) (Meira *et al.*, 2015), localizado no perímetro urbano do município de Alegre, Sul do Estado do Espírito Santo território do Caparaó Capixaba, sob as coordenadas geográficas Latitude de 20° 45' 31" S e Longitude 41° 31' 32" W.

Ao analisar os fundamentos teóricos, os princípios essenciais e os estudos de caso representativos, almejam-se obter uma compreensão de como essa abordagem pode desempenhar um papel fundamental na recuperação dos serviços ecossistêmicos e na construção de sistemas agropecuários mais sustentáveis e resilientes.

2. Métodos agroecológicos na recuperação de áreas degradadas

Os métodos e práticas agroecológicos desempenham um papel de extrema importância na recuperação de ambientes degradados, oferecendo uma abordagem holística e sustentável para restaurar a resistência e resiliência dos ecossistemas. Podem-se citar algumas maneiras pelas quais essas práticas são importantes (Gliessman, 2015; Titonell, 2019; Gliessman *et al.*, 2021; Souza, 2021; 2022; 2023; 2024):

- ✓ Recuperação do solo: as práticas agroecológicas priorizam técnicas que promovem a saúde do solo, como rotação de culturas, cultivo intercalar e adubação orgânica. Isso ajuda a restaurar a estrutura do solo, aumentar sua fertilidade e reter a umidade, tornando-o mais resiliente a processos erosivos;

- ✓ Conservação da biodiversidade: ao contrário dos métodos convencionais que muitas vezes dependem de monoculturas e agrotóxicos, as práticas agroecológicas favorecem a diversidade de culturas e a preservação da biodiversidade local. Isso não só promove a saúde dos ecossistemas, mas também ajuda a proteger espécies nativas e a garantir a polinização adequada das plantas;

- ✓ Redução do uso de insumos químicos: as práticas agroecológicas minimizam o uso de insumos químicos sintéticos, como fertilizantes e pesticidas, que podem ser prejudiciais ao meio ambiente e à saúde humana. Em vez disso, enfatizam o uso de métodos naturais de controle de pragas e doenças, como a introdução de plantas repelentes e o manejo integrado de pragas;

- ✓ Recuperação da hidrologia: muitas práticas agroecológicas, como a agrofloresta e a construção de barragens de retenção de água, ajudam a restaurar os ciclos hidrológicos naturais, aumentando a infiltração da água no solo, reduzindo a erosão e contribuindo para a recarga de aquíferos e mananciais;

✓ Resiliência às mudanças climáticas: as práticas agroecológicas promovem sistemas agrícolas mais resilientes às mudanças climáticas, ao diversificar as culturas, melhorar a adaptação ao clima local e aumentar a capacidade de sequestro de carbono no solo;

✓ Inclusão socioeconômica: ao envolver comunidades locais e agricultores familiares em práticas agroecológicas, esses sistemas contribuem para a inclusão social e econômica, fortalecendo as economias locais, preservando saberes tradicionais e promovendo a autonomia dos agricultores.

Ou seja, as práticas agroecológicas são essenciais para a recuperação de áreas degradadas, fornecendo uma abordagem sustentável que visa restaurar a qualidade dos ecossistemas, promover a biodiversidade e garantir a segurança alimentar em longo prazo.

2.1. Agropecuária regenerativa

Por mais de três décadas, a agropecuária regenerativa tem oferecido uma abordagem inovadora, permitindo que as atividades agropecuárias não apenas sejam sustentáveis, mas também promovam a recuperação de áreas degradadas (Toensmeier, 2016). Isso resulta na melhoria dos ambientes produtivos, com foco na regeneração e manutenção de todo o sistema de produção alimentar (Montgomery, 2017). Além disso, essa abordagem engloba as comunidades rurais e os consumidores, visando aumentar sua resiliência diante dos desafios contemporâneos (Altieri; Nicholls, 2020).

Recentemente, com a intensificação dos efeitos das alterações climáticas e a pandemia de COVID-19, o interesse público e científico pela agropecuária regenerativa tem crescido significativamente (Johnson *et al.*, 2021). Esse aumento no interesse reflete a necessidade urgente de abordagens sustentáveis e resilientes na produção de alimentos, bem como o reconhecimento do papel fundamental que a regeneração ambiental desempenha na mitigação dos impactos negativos das mudanças climáticas e na promoção da segurança alimentar global (Gliessman, 2015) (Figura 2).

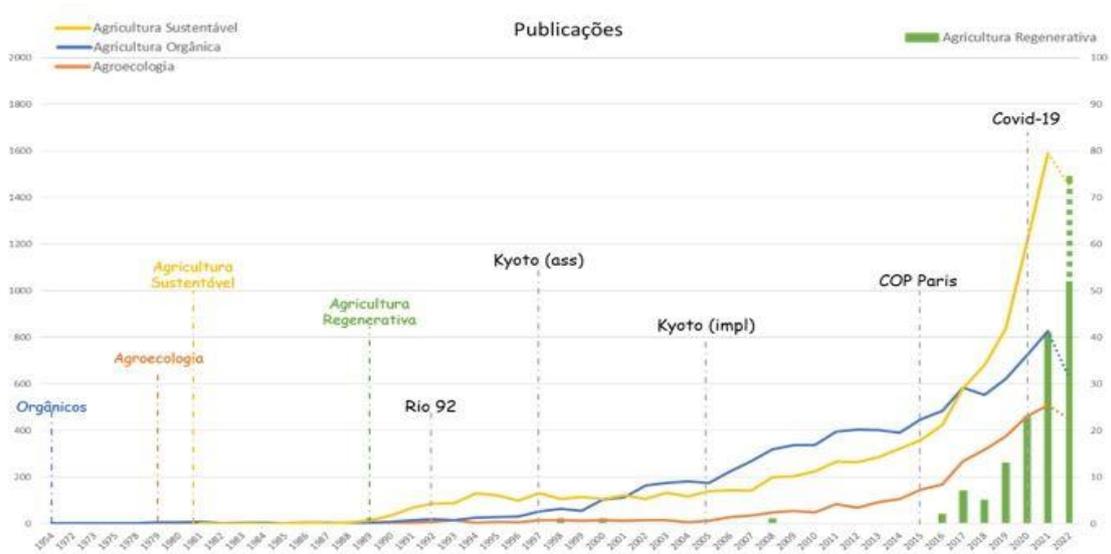


Figura 2. Evolução da ocorrência dos termos agricultura sustentável, agricultura orgânica, agroecologia e agricultura regenerativa. Fonte: <https://www.milkpoint.com.br/artigos/producao-de-leite/agricultura-regenerativa-desafios-e-perspectivas-futuras-231734/#>.

A agropecuária regenerativa é uma abordagem que visa não apenas produzir alimentos, mas também regenerar ecossistemas e melhorar a qualidade do solo. Quando aplicada à recuperação de áreas degradadas, essa abordagem oferece uma série de benefícios significativos (Gliessman, 2015; Altieri; Nicholls, 2020; Johnson *et al.*, 2021; Souza, 2021; 2023):

- ✓ **Restauração do solo:** a agropecuária regenerativa prioriza práticas que promovem a saúde do solo, como rotação de culturas, cultivo mínimo, compostagem e uso de cobertura vegetal. Essas práticas ajudam a reconstruir a estrutura do solo, aumentar sua fertilidade e reter a umidade, contribuindo para a recuperação de áreas degradadas.

- ✓ **Aumento da biodiversidade:** ao contrário dos sistemas agrícolas convencionais, que muitas vezes dependem de monoculturas, a agropecuária regenerativa promove a diversidade de culturas e a integração de árvores e pastagens. Isso cria habitats mais variados para a vida selvagem, favorecendo a recuperação da biodiversidade em áreas degradadas.

- ✓ **Ciclagem de nutrientes:** as práticas regenerativas, como a compostagem e a integração de culturas, promovem a ciclagem eficiente de nutrientes no

sistema agrícola. Isso reduz a dependência de fertilizantes sintéticos e ajuda a restaurar os níveis de nutrientes em solos degradados.

✓ Captura de carbono: a agropecuária regenerativa tem o potencial de sequestrar carbono atmosférico no solo, ajudando a mitigar as mudanças climáticas. Aumentar a matéria orgânica no solo por meio de práticas como a cobertura vegetal e o manejo holístico do pastoreio pode aumentar a capacidade do solo de armazenar carbono.

✓ Gestão da água: as práticas regenerativas também visam melhorar a gestão da água no sistema agrícola, reduzindo a erosão, aumentando a infiltração da água no solo e promovendo a retenção de água. Isso é especialmente importante para a recuperação de áreas degradadas que sofrem com a escassez hídrica e a desertificação.

✓ Resiliência aos impactos climáticos: ao promover a diversidade de culturas e a saúde do solo, a agropecuária regenerativa torna os sistemas agrícolas mais resilientes aos impactos das mudanças climáticas, como secas e inundações. Isso ajuda a garantir a produção sustentável de alimentos em longo prazo, mesmo em condições climáticas adversas.

Ou seja, a agropecuária regenerativa oferece uma abordagem holística e sustentável para a recuperação de áreas degradadas, promovendo a restauração dos ecossistemas, a biodiversidade e a resiliência dos sistemas agropecuários frente aos desafios ambientais e climáticos.

Conforme o Instituto de Agricultura Regenerativa (<https://br.regenerativeagricultureinstitute.org/>, 2022), o termo agricultura regenerativa representa um novo paradigma. A produção de alimentos de qualidade e a melhoria do meio ambiente não são antagônicas; ao contrário, a produção de alimentos saudáveis, ricos em nutrientes e sem resíduos de substâncias tóxicas, pode permitir a restauração de processos e relações naturais, gerando benefícios socioeconômicos e ambientais.

Sua adoção teve origem nos problemas gerados pelo declínio do desempenho do solo, principalmente devido ao seu revolvimento excessivo e ao uso inadequado de agroquímicos. Embora o preparo mínimo do solo e o uso de culturas de cobertura em substituição aos agrotóxicos tenham sido contribuições

efetivas da agricultura orgânica, esta não incorporou uma abordagem holística da produção agrícola.

A agricultura regenerativa representa um passo à frente. Com base em teorias de hierarquia ecológica e práticas conservacionistas, visa à regeneração e manutenção de todo o sistema de produção alimentar, incluindo as comunidades rurais e consumidores, de forma a aumentar sua resiliência. Essa abordagem busca não apenas evitar danos ambientais, mas também restaurar ecossistemas e promover a qualidade do solo, das plantas, dos animais e das pessoas envolvidas no processo de produção e consumo de alimentos (Figura 3). Ao adotar princípios regenerativos, a agricultura pode se tornar uma força positiva na construção de sistemas alimentares mais sustentáveis e resilientes para o futuro (Gliessman, 2015; Altieri; Nicholls, 2020; Johnson *et al.*, 2021; Souza, 2021; 2023).



Figura 3. Princípios da agropecuária regenerativa. Fonte: <https://eos.com/pt/blog/agricultura-regenerativa/>, 2022.

A agricultura regenerativa é vista por especialistas como uma abordagem que pode reduzir significativamente as emissões de carbono geradas pela agricultura. Ao manter uma raiz viva no solo durante todo o tempo, por intermédio de práticas como cultivo de cobertura e pastagem de gado, a agricultura regenerativa promove o ciclo de nutrientes sem perturbar agressivamente o solo, mantendo assim o carbono armazenado no subsolo. Isso contrasta com as práticas agrícolas industriais, que frequentemente perturbam o solo e liberam

carbono na atmosfera, contribuindo para o aquecimento global (Johnson *et al.*, 2021).

Além de reduzir as emissões de carbono, a agricultura regenerativa também promove a qualidade do solo, aumentando sua capacidade de retenção de água e nutrientes. Isso resulta em rendimentos agrícolas similares ou até mesmo superiores aos da agricultura convencional, especialmente em condições climáticas extremas. Além disso, a redução do uso de agroquímicos pode resultar em economias em longo prazo para os agricultores (Gliessman, 2015; Altieri; Nicholls, 2020; Johnson *et al.*, 2021).

Embora ainda haja necessidade de mais pesquisa sobre o impacto final da agricultura regenerativa no meio ambiente, dados preliminares sugerem que ela pode ter benefícios significativos em termos de redução de emissões de carbono e melhoria da qualidade do solo (Figura 4). Exemplos como a agricultura orgânica, que já demonstrou emitir cerca de 40% menos carbono do que as práticas convencionais, mostra o potencial promissor da agricultura regenerativa (Petersen *et al.*, 2019).



Figura 4. Galinheiro trator: o solo, seus processos e as inter-relações entre manejo e a produção de alimentos, Sítio Jaqueira Agroecologia, Alegre, ES. Fonte: Acervo Maurício Novaes, 2024.

O fato é que os agricultores estão cada vez mais adotando práticas agropecuárias regenerativas, como rotação de culturas, cultivo de cobertura e plantio direto (Figura 5). Muitos agricultores tradicionais começaram a estabelecer essas práticas anos atrás, especialmente quando perceberam uma queda na produtividade devido à degradação do solo. Apesar dos desafios iniciais, eles continuaram a usar essas práticas devido aos benefícios observados, como redução da dependência de insumos químicos e aumento do teor de carbono no solo (Altieri, 1995; LaCanne; Lundgren, 2018; Chappell *et al.*, 2019; Souza, 2023).



Figura 5. Caixas cheias - práticas mecânicas e biológicas de conservação do solo no Sítio Jaqueira Agroecologia, Alegre, ES. Fonte: Acervo Sítio Jaqueira Agroecologia, 2003.

Esses agricultores encontraram apoio em diversas fontes, incluindo grandes universidades, agências federais e organizações sem fins lucrativos. O Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA) oferece apoio por meio de iniciativas como a Concessão de Inovação em Conservação (CIG), que incentiva práticas agrícolas sustentáveis (Figura 6). Além disso, o Instituto *Rodale* introduziu a Certificação Orgânica Regenerativa (ROC), que vai além do rótulo orgânico tradicional, incluindo requisitos adicionais para a qualidade do solo, saúde animal e justiça dos trabalhadores agropecuários (Rodale Institute, 2014; LaCanne; Lundgren, 2018; FAO, 2018; Chappell *et al.*, 2019).

Outras organizações, como a “Carbon Underground”, desenvolveram seus próprios padrões de agricultura regenerativa, como a Iniciativa de Carbono do Solo (SCI), que envolve testes para medir a biomassa microbiana, a capacidade de retenção de carbono e a saúde do solo. Grandes empresas, incluindo Danone, Ben & Jerry's e General Mills, também estão se comprometendo com práticas agrícolas regenerativas em suas cadeias de suprimentos (Rodale Institute, 2014; LaCanne; Lundgren, 2018; FAO, 2018).



Figura 6. Benefícios da cobertura vegetal: retenção das águas no Sítio Jaqueira Agroecologia, Alegre, ES. Fonte: Acervo Sítio Jaqueira Agroecologia, 2004.

No espaço do consumidor, tanto criadores de gado quanto vegetarianos, como a Local Roots, e empresas de alimentos, como Tender Greens e Ocean Spray, estão adotando princípios da agricultura regenerativa. Essa tendência indica uma mudança significativa em direção às práticas agropecuárias mais sustentáveis e regenerativas em todo o setor alimentício (Rodale Institute, 2014; FAO, 2018).

✚ Diferenças entre agroecologia e agricultura regenerativa

A agroecologia e a agricultura regenerativa são duas abordagens que compartilham muitos princípios e objetivos semelhantes, mas também têm algumas diferenças distintas. Serão citados como esses dois conceitos se relacionam (Altieri, 1995; Gliessman, 2007; Wezel et al., 2009; Rodale Institute, 2014; Shepard, 2015; FAO, 2018; LaCanne; Lundgren, 2018; Chappell *et al.*, 2019; Souza, 2024):

➤ **Princípios fundamentais compartilhados:**

✓ **Sustentabilidade Ambiental:** ambas as abordagens têm como objetivo principal a sustentabilidade ambiental, buscando práticas agropecuárias que não prejudiquem os recursos naturais, como solo, água e biodiversidade.

✓ **Resiliência:** tanto a agroecologia quanto a agricultura regenerativa buscam sistemas agrícolas resilientes, capazes de se adaptar às mudanças climáticas e outros desafios ambientais.

✓ **Foco no Solo:** ambas reconhecem a importância fundamental do solo para a vigor das plantas, dos animais e do ecossistema como um todo, e buscam práticas que promovam a qualidade do solo.

➤ **Diferenças de Abordagem:**

✓ **Origens e História:** a agroecologia tem raízes mais profundas na ciência e na academia, enquanto a agricultura regenerativa muitas vezes é vista como uma abordagem mais prática e baseada na experiência.

✓ **Escopo de Aplicação:** a agroecologia é frequentemente associada a uma abordagem mais ampla que abrange questões sociais, econômicas e políticas, além das ambientais. A agricultura regenerativa tende a se concentrar principalmente nas práticas agrícolas em si, embora também reconheça a importância de questões mais amplas.

✓ **Ênfase na Regeneração:** enquanto a agroecologia muitas vezes se concentra em práticas agropecuárias que são sustentáveis em longo prazo, a agricultura regenerativa coloca uma ênfase ainda maior na regeneração dos ecossistemas e na reversão dos danos causados pela agropecuária convencional.

 **Complementaridade:**

Apesar das diferenças, a agroecologia e a agricultura regenerativa podem ser vistas como complementares. Juntas, elas podem oferecer uma abordagem abrangente para a transformação dos sistemas agropecuários, combinando a base científica e teórica da agroecologia com a ênfase prática e focada na regeneração da agricultura regenerativa.

No geral, ambas as abordagens compartilham o objetivo comum de promover sistemas agropecuários mais sustentáveis, resilientes e regenerativos, cada uma contribuindo com sua própria perspectiva e conjunto de práticas para alcançar esse objetivo.

2.2. Barraginhas e cochinchos com o plantio de culturas

No município de Alegre, localizado no sul do Estado do Espírito Santo, a construção de barraginhas e cochinchos tem sido uma estratégia em desenvolvimento. Esta prática, coordenada pela Secretaria de Meio Ambiente em parceria com o Governo do Estado, não implica custos para os agricultores e visa aumentar a disponibilidade de recursos hídricos na região, bem como mitigar os efeitos da erosão e da escassez de água nas propriedades rurais, decorrentes da degradação ambiental causada pelas atividades agropecuárias.

Importante ressaltar que, conforme estabelecido pelo Decreto nº. 677/2015, regulamentando a lei municipal nº 1.122/2015, a movimentação de solo durante a construção das barraginhas e cochinchos está isenta de licenciamento ambiental. Em caso de excesso de solo gerado, este é reaproveitado na própria propriedade do agricultor (Machado *et al.*, 2022).

Uma das propriedades contempladas por programas de pagamento por serviços socioambientais em Alegre, ES, com o objetivo de melhorar as condições de vida dos agricultores locais, o sítio Jaqueira Agroecologia planeja e executa consórcio de técnicas de conservação com cultivos de açaí, palmito juçara, banana, olerícolas, entre outros. Até o momento, observa-se um potencial significativo para aproveitar a água acumulada nos barramentos e infiltrada no solo, tornando o sistema sustentável e promovendo o crescimento da agricultura familiar.

As culturas mencionadas podem ser plantadas entre as linhas de cochinchos e ao redor e abaixo das barragens e barraginhas, aproveitando toda a água da chuva captada por essas estruturas, que é infiltrada no solo e disponibilizada para as plantas (Figura 7). Os resultados do consórcio entre as técnicas de cochinchos, barraginhas e as culturas de açaí, palmito juçara, banana e olerícolas têm demonstrado uma série de impactos e externalidades positivos. A

combinação dessas práticas tem facilitado a utilização mais eficiente dos recursos disponíveis, tais como nutrientes e água.



Figura 7. Represa com Sistema Agroflorestal (SAF) no Sítio Jaqueira Agroecologia, Alegre, ES. Fonte: Acervo Maurício Novaes, 2024.

Além disso, as barraginhas e cochinchos desempenham um papel fundamental na conservação do solo, contribuindo significativamente para a redução da erosão e do escoamento superficial: isso se traduz em melhorias na estrutura do solo, aumento da sua capacidade de retenção de água e redução da perda de nutrientes.

Outro aspecto positivo é a melhoria da qualidade física, química e biológica do solo. Os cochinchos, em particular, contribuem para aumentar a umidade do solo devido à sua capacidade de retenção de água, o que por sua vez promove uma melhor estrutura do solo. Além disso, a presença de uma diversidade de plantas no consórcio contribui para o aumento da biodiversidade e para a criação de um ambiente mais equilibrado.

Na Figura 8, é possível observar como o solo apresenta uma textura adequada, com uma boa agregação que favorece o desenvolvimento das plantas. É importante ressaltar que o acúmulo de água nos cochinchos e barraginhas podem servir como um agente lubrificante em solos compactados, auxiliando no desenvolvimento das raízes das culturas.



Figura 8. Consórcio de cochinhos com “travesseiros” e plantação de banana, Sítio Jaqueira Agroecologia, Alegre, ES. Fonte: Acervo Maurício Novaes, 2024.

As barraginhas também podem ajudar no controle da erosão do solo, retendo sedimentos e reduzindo o carreamento de nutrientes para os corpos d'água. Isso contribui para a melhoria da qualidade da água e a manutenção da saúde dos ecossistemas aquáticos.

Outro resultado qualitativo importante foi a resistência e a resiliência do sistema agropecuário. As atividades humanas no Sítio Jaqueira Agroecologia ao longo do tempo resultaram em intervenções que fragilizaram os recursos naturais, levando a um processo de degradação ambiental, especialmente afetando o solo e os recursos hídricos.

A presença das barraginhas também vem tendo impactos positivos na biodiversidade local, criando habitats propícios para atrair a fauna local favorecendo a diversificação de espécies. Isso pode contribuir para o equilíbrio ecológico da área e fornecer serviços ecossistêmicos adicionais (Figura 9).



Figura 9. Consórcio de cochinhos e barraginha de SAFs com açaí e banana, Sítio Jaqueira Agroecologia, Alegre, ES. Fonte: Acervo Maurício Novaes, 2024.

O consórcio destas geotécnicas com cultivares vem demonstrando ser adaptável a condições climáticas variáveis, como períodos de seca ou chuvas intensas, permitindo a recuperação de ambientes degradados, como essa área de pastagem com voçoroca em estágio avançado de recuperação (Figura 10).



Figura 10. Voçoroca em processo de recuperação com a intervenção de cochinhos na parte superior e revegetação dos taludes, Sítio Jaqueira Agroecologia, Alegre, ES. Fonte: Acervo Maurício Novaes, 2024.

No geral, os resultados indicam que o consórcio de "cochinchos" com culturas é uma estratégia promissora para a agricultura sustentável. Ele oferece uma série de vantagens, incluindo maior produtividade, qualidade dos produtos, redução do uso de insumos químicos, melhoria das qualidades do solo e promoção da biodiversidade.

Outro resultado qualitativo importante foi a resistência e a resiliência do sistema agrícola. O consórcio destas geotécnicas com cultivares vem demonstrando ser adaptável a condições climáticas variáveis, como períodos de seca ou chuvas intensas, permitindo uma melhor manutenção da produção agrícola.

No geral, os resultados indicam que o consórcio de "cochinchos" com culturas é uma estratégia promissora para a agricultura sustentável. Ele oferece uma série de vantagens, incluindo maior produtividade, qualidade dos produtos, redução do uso de insumos químicos, melhoria das qualidades do solo e promoção da biodiversidade.

2.3. Sistema Agroflorestal

Os Sistemas Agroflorestais (SAFs) representam uma abordagem holística no manejo sustentável da terra, envolvendo a interação cultivada entre árvores, arbustos, cultivos agrícolas, pastagens e, ou, animais.

Esses sistemas, categorizados de acordo com a natureza e o arranjo de seus componentes, compreendem três principais categorias: os silviagrícolas, caracterizados pelo cultivo de árvores e, ou, arbustos junto com culturas agrícolas; os silvipastoris, que combinam o cultivo de árvores e, ou, arbustos com pastagens e, ou, animais; e os agrossilvipastoris, nos quais árvores e, ou, arbustos são cultivados em conjunto com culturas agrícolas, pastagens e, ou, animais. Esse arranjo busca não apenas aperfeiçoar o uso eficiente da terra, mas também fomentar a ciclagem de nutrientes, promovendo práticas agrícolas sustentáveis e multifuncionais (Ribaski; Montoya Vilcahuaman; Rodigheri, 2001; Silva et al., 2022; Crespo; Souza; Silva, 2023; Gonçalves; Oliveira; Souza, 2024).

O manejo agroflorestal desempenha um papel fundamental ao acelerar o processo regenerativo, permitindo que elementos animais e vegetais

recolonizem o ambiente e contribuam para a restauração ecológica, além do restabelecimento de inúmeros serviços ecossistêmicos. Isso assegura que o ambiente seja capaz de produzir alimentos e outros recursos de forma sustentável (Figura 11).



Figura 11. SAF estabelecido em área degradada, Sítio Jaqueira Agroecologia, Alegre, ES. Fonte: Acervo Maurício Novaes, 2024.

A efetividade na execução de um SAF está intrinsecamente ligada à consideração minuciosa das características específicas da área em questão, abordando demandas sociais e ambientais para não apenas tornar a propriedade lucrativa, mas também restaurá-la em relação ao seu estado de degradação. O sucesso desse processo reside na integração equilibrada de práticas sustentáveis que atendam tanto às necessidades da comunidade quanto do ambiente (Lima Lôbo *et al.*, 2021).

Os SAFs representam alternativas promissoras para recuperar as funções ambientais e aumentar a biodiversidade (Silveira, 2003), além de gerar produtividade agrícola, florestal e pecuária (Franco *et al.*, 2002). O manejo agroflorestal tem como função acelerar o processo regenerativo, permitindo que organismos animais e vegetais ocupem o ambiente e contribuam para a restauração ecológica, enquanto o ecossistema continua a produzir alimentos e outros recursos (Amador, 2003).

Portanto, a eficácia na execução de um SAF depende da adaptação às características da área e dos indicadores que visam alcançar os objetivos sociais e ambientais, com o propósito de tornar a propriedade rural rentável, produtiva e restaurada em relação ao seu estado inicial de degradação (Crespo; Souza; Silva, 2023; Gonçalves; Oliveira; Souza, 2024).

Dessa forma, os SAFs emergem como uma alternativa viável para recuperar áreas degradadas, pois levam em consideração não apenas o solo ou a terra, mas também a água, o ar e os organismos vivos presentes. Na Figura 12, é possível observar uma nascente anteriormente seca que voltou a verter água quando protegida por bananas, capim e espécies arbóreas que tiveram desenvolvimento em condições espontâneas, o que resulta na redução da temperatura do solo e no aumento da retenção de umidade (Figura 13).



Figura 12. Nascente que voltou a verter água sobre a influência de SAF no Sítio Jaqueira Agroecologia, Alegre, ES. Fonte: Acervo Maurício Novaes, 2024.

De acordo com Parrotta (1992) e Souza (2018), áreas degradadas são caracterizadas por solos empobrecidos em nutrientes e erodidos, instabilidade hidrológica, produtividade primária reduzida e diminuição da diversidade biológica. Para a recuperação dessas áreas, é essencial realizar intervenções planejadas para estabelecer um ambiente propício à restauração dos processos naturais do ecossistema.

Os SAFs surgem como uma opção viável para a recuperação de áreas degradadas, contribuindo para o desenvolvimento sustentável ao desempenhar papéis ambientais e socioeconômicos significativos, como a geração de renda e a melhoria da qualidade de vida dos produtores.



Figura 13. Solos com e sem cobertura vegetal no sítio Jaqueira Agroecologia: o da esquerda, com cobertura, apresentando elevado teor de umidade. Fonte: Acervo Maurício Novaes, 2024.

Dentre os SAFs que podem ser utilizados para a recuperação de áreas degradadas, destacam-se os sistemas Silvipastoris, Agrossilvipastoris, ILPF (Integração Lavoura Pecuária e Floresta), Quintais Agroflorestais, Sistemas Agrossilviculturais e Agroflorestas Biodiversas Sucessionais ou Regenerativas (Figura 14).



Figura 14. Quintal Agroflorestal com espécies arbóreas ao fundo. Fonte: Acervo Maurício Novaes, 2023.

Essas abordagens oferecem diferentes formas de integração entre culturas agrícolas, pecuária e elementos florestais, contribuindo para a restauração ecológica e a recuperação da biodiversidade dos ecossistemas.

O processo de elaboração de projetos de recuperação de áreas degradadas começa com um diagnóstico abrangente da área, que envolve a investigação detalhada dos elementos constituintes do espaço, suas características, aspectos culturais, históricos e intervenções passadas. Essa etapa permite recomendar alternativas mais adequadas para a recuperação da área em estudo (Souza, 2028).

Em seguida, ocorre a tomada de decisão, na qual, caso se identifique que os SAFs possam contribuir para resolver os problemas da área em questão, são escolhidos os modelos ou práticas mais apropriados e compatíveis com as características ecológicas, econômicas e sociais da região. Isso envolve listar opções, analisá-las e selecionar as mais adequadas para a situação específica (Lima Lôbo *et al.*, 2021; Crespo; Souza; Silva, 2023; Gonçalves; Oliveira; Souza, 2024).

Por fim, de acordo com esses mesmos autores, ocorrem a elaboração do arranjo ou desenho do SAF, que consiste na distribuição dos componentes propostos no tempo e no espaço, incluindo o número e os tipos de plantas e animais, especificações de plantio, dimensões de aplicação e manejo (Figura 15).



Figura 15. SAF com espécies arbóreas e frutíferas ao lado de “caixas cheias” no Sítio Jaqueira Agroecologia. Fonte: Acervo Maurício Novaes, 2022.

Dessa forma, compreende-se que os SAFs são uma ferramenta valiosa para a recuperação de áreas degradadas, pois combinam a restauração do ecossistema com a produção agropecuária sustentável, promovendo a segurança alimentar dos agricultores, pecuaristas e da sociedade como um todo. Os processos de recuperação devem ser compatíveis com os recursos disponíveis, o conhecimento local e as habilidades dos envolvidos. O tipo de técnica utilizada varia de acordo com o contexto da propriedade, visando alcançar o melhor resultado na recuperação do ambiente degradado (Gomes *et al.*, 2018; Silva, 2020).

✚ Educação ambiental: atividade complementar aos métodos agroecológicos praticados no sítio Jaqueira Agroecologia

A educação ambiental desempenha um papel fundamental na promoção da recuperação ambiental na agroecologia e na agricultura regenerativa, fornecendo os conhecimentos necessários para executar práticas sustentáveis e conscientizar estudantes e agricultores sobre a importância da conservação dos recursos naturais.

Por intermédio da educação ambiental, estudantes e agricultores podem entender os princípios ecológicos subjacentes às práticas agroecológicas, bem como os impactos positivos que essas técnicas podem ter sobre a qualidade do solo e da água, bem como no aumento da biodiversidade (Figura 16).



Figura 16. Visita de alunos da disciplina Agroecologia do mestrado em Agroecologia do Ifes campus de Alegre ao sítio Jaqueira Agroecologia. Fonte: Acervo Maurício Novaes, 2024.

Além disso, a educação ambiental pode capacitar estudantes e agricultores a adotar abordagens mais holísticas e integradas em suas operações, reconhecendo a interconexão entre os sistemas agropecuários e os ecossistemas circundantes. Isso pode incluir a execução de práticas de manejo agroflorestal, rotação de culturas, uso eficiente da água e conservação do solo, entre outras estratégias (Figura 17).

Vários estudos destacam a importância da educação ambiental na agricultura sustentável (Gliessman, 2002; Altieri; Nicholls, 2020; Siqueira *et al.*, 2022 ; Francischetto *et al.*, 2023; Moreira *et al.*, 2023; Possatti *et al.*, 2023). Estes estudos discutem a importância de considerar diferentes perspectivas e valores na tomada de decisões ambientais, enfatizando a necessidade de uma abordagem pluralista e participativa para alcançar a sustentabilidade.

Além disso, a literatura sobre agroecologia e agricultura regenerativa frequentemente destaca a educação ambiental como um componente essencial para promover a adoção dessas práticas, que apontam a importância da educação na promoção de sistemas agrícolas e pecuários mais sustentáveis e regenerativos.



Figura 17. Visita de alunos da disciplina Agroecologia do mestrado em Agroecologia do Ifes campus de Alegre ao sítio Jaqueira Agroecologia: barragem com criação de peixes e SAF. Fonte: Acervo Maurício Novaes, 2024.

3. Considerações

O atual paradigma dos sistemas de produção de alimentos tem gerado impactos adversos generalizados em escala global, resultando em degradação ambiental, contaminação dos recursos hídricos, atmosfera e solo, além do esgotamento dos recursos naturais e contribuição para as recentes mudanças climáticas.

Este modelo, por sua própria natureza discriminatória, tem marginalizado agricultores do modelo de produção familiar, perpetuando desigualdades sociais tanto em áreas rurais quanto urbanas. Os efeitos prejudiciais desse sistema se estendem além do meio ambiente, afetando significativamente a saúde humana e exacerbando problemas sociais, como fome e subnutrição em áreas urbanas periféricas e regiões rurais desfavorecidas.

Frente a esses desafios, a transição para a agroecologia emerge como uma alternativa relevante. A busca por sistemas agroalimentares mais sustentáveis visa garantir segurança alimentar e nutricional, reduzir impactos ambientais negativos e melhorar as condições de vida tanto para agricultores quanto para consumidores, promovendo geração de renda e emprego.

A reorganização de um novo modelo de sistema agroalimentar não apenas tem implicações diretas no ordenamento ambiental, social e econômico das áreas rurais, mas também oferece oportunidades para o desenvolvimento de uma nova ruralidade independente do urbano, capaz de atender às suas peculiaridades.

O fortalecimento da agricultura familiar, orientada por princípios agroecológicos e sistemas agroalimentares sustentáveis, emerge como uma via para enfrentar parcialmente a crise sistêmica decorrente da agricultura industrializada, juntamente com outros fatores, que contribuíram sinergicamente para a crise civilizatória, gerando vulnerabilidades sociais e ambientais.

Os modelos agroecológicos de produção, utilizando práticas conservacionistas de solo, como a construção de barraginhas e cochinchos, o emprego de Sistemas Agroflorestais (SAFs) e a adoção da agricultura regenerativa, representam alternativas alinhadas aos princípios de sustentabilidade, promovendo uma relação mais harmoniosa entre seres

humanos e natureza. Essas práticas visam restaurar a qualidade dos ecossistemas, promover a biodiversidade, conservar o solo e a água, e contribuir para a resiliência das comunidades rurais diante das mudanças climáticas e das pressões socioeconômicas.

A literatura sobre agroecologia e agricultura regenerativa destaca consistentemente a importância da educação ambiental como um componente essencial para promover a adoção dessas práticas. A educação desempenha um papel fundamental na conscientização dos agricultores sobre os benefícios e técnicas desses sistemas sustentáveis.

O exemplo do Sítio Jaqueira Agroecologia ilustra como as práticas de conservação do solo, utilizando métodos agroecológicos e agricultura regenerativa, têm sido executadas com sucesso. O sítio serve como um centro para pesquisa, extensão rural e educação ambiental, acolhendo pesquisadores, alunos e produtores rurais interessados em aprender e executar práticas sustentáveis de agricultura.

4. Referências

ALTIERI, M. A. Agroecology: a science of sustainable agriculture. **Agronomy Journal**, v. 88, n. 5, p. 829-831, 1995.

ALTIERI, M. A.; NICHOLLS, C. I. **Agroecologia**: fundamentos científicos para uma agricultura sustentável. Editora da Unesp. 2020.

AMADOR, D. B. **Restauração de ecossistemas com sistemas agroflorestais**. Restauração de ecossistemas naturais. Fundação de Estudos e Pesquisas Agrícolas e Florestais–FEPAF. São Paulo. Botucatu, 2003.

ARAES, R. de A.; MARIANO, F. Z.; SIMONASSI, A. G. Causas do desmatamento no Brasil e seu ordenamento no contexto mundial. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 50, n. 1, p. 119-140, 2012.

CHAPPELL, M. J. *et al.* Food sovereignty: an alternative paradigm for poverty reduction and biodiversity conservation in Latin America. **F1000 Research**, n. 8, p. 4, 2019.

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

CRESPO, A. M.; SOUZA, M. N.; Silva, M. A. B. da. Ciclo do carbono e sistemas

agroflorestais na sustentabilidade da produção agrícolas: revisão de literatura. **INCAPER EM REVISTA**, v. 13, p. 06-19, 2023. Disponível em: <https://editora.incaper.es.gov.br/incaper-em-revista>. DOI: 10.54682/ier.v.13e14.p0 6.19.

FAO - Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura. **Práticas agrícolas sustentáveis**. Agroecology for Food Security and Nutrition - FAO, 2018.

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

FERREIRA, L. V.; VENTICINQUE, E.; ALMEIDA, S. O desmatamento na Amazônia e a importância das áreas protegidas. **Estudos Avançados**, v. 19, n.53, p. 157-166, 2005.

FRANCISCHETTO, B. de M.; SANTANA, C. I.; OLIVEIRA, P. P. S.; PÁSCHOA, J. C. V. da; MENDONÇA, P. P.; ZACARIAS, A. J.; EGIDIO, L. S.; SOUZA, M. N. Compostagem como prática interdisciplinar da Educação Ambiental e Agroecologia. In: SOUZA, M. N. (Org.) **Tópicos em recuperação de áreas degradadas**. Vol. V. – Canoas, RS: Mérida Publishers, 2023. 348 p. ISBN: 978-65-84548-12-1. DOI: <https://doi.org/10.4322/mp.978-65-84548-12-1.c4>

FRANCO, F. S. *et al.* Quantificação de erosão em sistemas agroflorais e convencionais na Zona da Mata de Minas Gerais. **Revista Árvore**, v. 26, n. 6, p. 751-760, 2002.

GLIESSMAN, S. R. **Agroecologia**: processos ecológicos em agriculturas sustentáveis. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2000. (Estudos rurais).

GLIESSMAN, S. R. **Agroecology**: The Ecology of Sustainable Food Systems. Boca Raton: CRC Press. 2015.

GLIESSMAN, S. R. **Agroecology**: the ecology of sustainable food systems. CRC press. 2007.

GLIESSMAN, S. R. Alcanzando la Sostenibilidad. In: GLIESSMAN, S.R. **Agroecología**: procesos ecológicos en agricultura sostenible. TURRIALBA, C. R.: CATIE, 2002, p. 303-318.

GONÇALVES, J. M.; OLIVEIRA, A. DE F. M. de; SOUZA, M. N. Sistemas agroflorestais como estratégia mitigadora: benefícios na atenuação do estresse térmico em bovinos. In: SOUZA, M. N. (Org.) **Tópicos em gestão ambiental**. Vol. I. Canoas, RS: Mérida Publishers, 2024. p. 249-270. ISBN: 978-65-84548-22-0. DOI: <https://doi.org/10.4322/mp.978-65-84548-22-0.c8>

GUZMÁN, G. I. **Transición agroecológica**: donde confluyen la investigación y la acción. Laboratorio de Historia de los Agroecosistemas, p. 1-12, 2013.

HILL, S. B. Redesigning the food system for sustainability. **Alternatives**, v. 12, p. 32-36, 1985.

HILL, S. B.; MACRAE, R. J. Conceptual framework for the transition from conventional. **Sustain Agric**, v. 7, n. 1, p. 81-87, 1995.

INCAPER. **Programa de assistência técnica e extensão rural 2020-2023**. Atílio Vivácqua, ES. 2020.

JOHNSON, M. F. *et al.* Regenerative agriculture: principles, practices, and implications. **Sustainability**, v. 13, n. 9, p. 4927, 2021.

LACANNE, C. E.; LUNDGREN, J. G. Regenerative agriculture: merging farming and natural resource conservation profitably. **Peer J.**, n. 6, p. e4428, 2018.

LACANNE, C. E.; LUNDGREN, J. G. Regenerative Agriculture: merging farming and natural resource conservation profitably. **Peer J.**, n. 6, p. e4428, 2018.

LIMA LÔBO, R. L. de *et al.* Sistemas agroflorestais na recuperação de áreas degradadas. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 4, p. 38127-38142, 2021.

MACHADO, P. P.; CONTARINI, L. da C.; ROCHA, L. S.; FERREIRA JUNIOR, J. L. L.; MILANEZE, L. A.; SILVA, M. A. P. da; MARTINS, L. D. Métodos teórico-prático de conservação de solo e regulação do escoamento superficial em regiões de transição de altitude/Theoretic-practical methods of soil conservation and the regulation of superficial runoff in regions of altitudinal transition. **Brazilian Journal of Development**, v. 8, p. 21712-21730, 2022.

MACRAE, R. J.; HILL, S. B.; MEHUYS G. R.; HENNING, J. Farm-scale agronomic and economic conversion from conventional to sustainable agriculture. **Advances in agronomy**, v. 41, p. 155-198, 1990.

MEIRA *et al.* (Org.). **Entre Águas**: memórias fotográficas. Cachoeiro de Itapemirim, ES: Editora Gracal, 2015.

MONTGOMERY, D. R. **Growing a revolution**: bringing our soil back to life. WW Norton & Company. 2017.

MOREIRA, M. F.; XAVIER, S. A. B.; MOURA NETO, H.; NOVAES, C. A. de; NOVAES, G. A. de; OLIVEIRA, S. R. dos S. M. de; CALABIANQUI, T. N.; SOUZA, M. N. Importância das unidades de conservação como prática de preservação e educação ambiental no ensino escolar. In: SOUZA, M. N. (Org.) **Tópicos em recuperação de áreas degradadas**. Vol. VII. – Canoas, RS: Mérida Publishers, 2023. p. 183-204. ISBN: 978-65-84548-18-3. DOI: <https://doi.org/10.4322/mp.978-65-84548-18-3.c6>

PARROTTA, J. A. The role of plantation forests in rehabilitating degraded tropical ecosystems. **Agriculture, ecosystems & environment**, v. 41, n. 2, p. 115-133, 1992.

PETERSEN, R. G. *et al.* Regenerative agriculture and carbon sequestration. In:

Soil Carbon Management: Economic, Environmental and Societal Benefits (p. 285-299). Springer, Cham. 2019.

POSSATTI, M. J. A.; COSTA, W. M. da; RODRIGUES, L. P. M.; EGIDIO, L. S.; SOUZA, M. N. Meliponicultura, educação ambiental e recuperação de áreas degradadas: sustentabilidade no município de Muniz Freire, ES. In: SOUZA, M. N. (Org.) **Tópicos em recuperação de áreas degradadas**. Vol. VII. – Canoas, RS: Mérida Publishers, 2023. p. 128-149. ISBN: 978-65-84548-18-3. DOI: <https://doi.org/10.4322/mp.978-65-84548-18-3.c4>

RIBASKI, J.; MONTOYA VILCAHUAMAN, L. J.; RODIGHIERI, H. R. **Sistemas agroflorestais: aspectos ambientais e sócio-econômicos**. 2001.

RODALE INSTITUTE. **Regenerative Organic Agriculture and Climate Change: A Down-to-Earth Solution to Global Warming**. Rodale Institute, 2014.

SHEPARD, M. Regenerative agriculture: merging farming and natural resource conservation profitably. **Small Farm Today**, v. 27, n. 4, p. 20-23, 2015.

SILVA, J. M. V. de O. da; SOUZA, M. N.; RANGEL, O. J. P.; FORNAZIER, M. L.; LOUBACK, G. R.; PIROVANI, G.; CAON, B. L.; MOREIRA, M. F.; SIQUEIRA, C. B.; TRUGILHO, G. A.; KAULZ, M.; CRESPO, A. M.; GOMES, A. L. C.; GALL, M. V. C.; PINHEIRO, A. C. M.; GUERRA, A. C. M.; PERON, I. B. Sistemas agroflorestais e consórcios na cultura do café. In: SOUZA, M. N. (Org.) **Tópicos em recuperação de áreas degradadas**. Vol. IV. – Canoas, RS: Mérida Publishers. p. 172-201. 2022. DOI: <https://doi.org/10.4322/mp.978-65-84548-10-7.c6>

SILVEIRA, N. D. Indicadores de sustentabilidade ambiental em sistemas agroflorestais na Mata Atlântica. 2003.

SIQUEIRA, C. B.; RANGEL, D. S.; RODRIGUES, D. D.; TRUGILHO, G. A.; PERON, I. B.; SOUZA, M. N. A agrofloresta como forma de recuperação e educação ambiental no município de Castelo, Espírito Santo. In: SOUZA, M. N. (Org.) **Tópicos em recuperação de áreas degradadas**. Vol. III. – Canoas, RS: Mérida Publishers. p. 299-324. 2022. <http://doi.org/10.4322/mp.978-65-84548-04-6.c10>

SOUZA, M. N. (Org.) **Tópicos em gestão ambiental**. Vol. I. Canoas, RS: Mérida Publishers, 2024. 325 p. ISBN: 978-65-84548-22-0. DOI: <https://doi.org/10.4322/mp.978-65-84548-22-0>.

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

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

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

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

SOUZA, M. N. **Tópicos em recuperação de áreas degradadas**. Vol. I. CANOAS: Mérida Publishers, 2021. 133 p.

TITONELL, P. Las transiciones agroecológicas: múltiples escalas, niveles y desafíos. **Revista de La Facultad de Ciencias Agrarias UNCuyo**, v. 51, n. 1, p. 231-246, 2019.

TOENSMEIER, E. **The carbon farming solution**: a global toolkit of perennial crops and regenerative agriculture practices for climate change mitigation and food security. Chelsea Green Publishing. 2016.

WEZEL, A.; BELLON, S.; DORÉ, T.; FRANCIS, C.; VALLOD, D.; DAVID, C. Agroecology as a science, a movement, and a practice. A review. **Agronomy for Sustainable Development**, v. 29, n. 4, p. 503-515, 2009.