

CAPÍTULO 7

Barraginhas e cochinchos em curva de nível: estratégias de conservação do solo e da água em Atílio Vivácqua–ES

Márcio Menegussi Menon, Wagner Gonçalves de Sá, Roberta Cunha Vieira, Maurício Novaes Souza

<https://doi.org/10.69570/mp.978-65-84548-36-7.c7>

Resumo

A degradação dos solos e a escassez de água doce figuram entre os maiores desafios ambientais do século XXI. Estimativas da FAO indicam que cerca de 33% dos solos do planeta encontram-se degradados devido à erosão, compactação e perda de matéria orgânica. As mudanças climáticas intensificam eventos extremos, como secas e chuvas intensas, reforçando a necessidade de práticas conservacionistas que promovam a sustentabilidade agrícola. Nesse contexto, técnicas de baixo custo, como as barraginhas e os cochinchos em curvas de nível, configuram soluções eficazes para o controle da erosão, aumento da infiltração de água e conservação hídrica. No município de Atílio Vivácqua, ES, onde solos frágeis e o manejo inadequado da terra aceleram processos erosivos, a adoção dessas práticas representa uma alternativa técnica e socialmente viável, fortalecendo a resiliência das comunidades rurais, melhorando a produtividade agrícola e contribuindo para a recuperação ambiental. Iniciativas recentes, como o Programa Reflorestar, têm apoiado a implantação e manutenção dessas estruturas, ampliando seu alcance e os impactos positivos no território, integrando princípios agroecológicos e promovendo a sustentabilidade da agricultura familiar.

Palavras-chave: Conservação do solo. Recursos hídricos. Barraginhas. Cochinchos em nível. Agricultura sustentável. Atílio Vivácqua.

1. Introdução

A conservação do solo e da água constitui uma preocupação global crescente, especialmente diante dos desafios impostos pelas mudanças climáticas e pela intensificação do uso agrícola das terras. Estima-se que mais de um terço dos solos do planeta já esteja degradado, principalmente em função da erosão, salinização, compactação e perdas de matéria orgânica (FAO, 2021). Esse processo compromete não apenas a produção agrícola, mas também a segurança alimentar, os recursos hídricos e a biodiversidade, colocando em risco a sustentabilidade dos ecossistemas e das comunidades humanas.

No Brasil, esse cenário é igualmente preocupante. A expansão da agricultura convencional, muitas vezes conduzida sem planejamento técnico adequado, tem acelerado a degradação do solo, sobretudo em regiões com relevo acidentado e elevada pluviosidade, como ocorre no Espírito Santo. Segundo Lepsch (2011), a erosão hídrica é a principal forma de degradação dos solos no país, resultando em perda de nutrientes, assoreamento dos corpos d'água e queda da produtividade agrícola. O município de Atílio Vivácqua, situado no sul capixaba, exemplifica esse quadro: solos argilosos e frágeis sofrem constante ameaça da erosão causada por chuvas intensas associadas ao manejo inadequado da terra.

A Mata Atlântica, bioma onde o município está inserido, ocupa atualmente cerca de 15% do território brasileiro, abrangendo 17 estados. Esse ecossistema abriga aproximadamente 72% da população nacional e concentra cerca de 80% do Produto Interno Bruto (PIB) brasileiro, fornecendo serviços ambientais essenciais como abastecimento de água, regulação climática, suporte à agricultura, geração de energia e turismo. Entretanto, restam apenas 12,4% de sua cobertura original, o que reforça sua vulnerabilidade e a urgência de ações voltadas à conservação e restauração (INPE, 2019).

Diversas iniciativas têm buscado reverter esse processo, a exemplo de experiências de recuperação ecológica e agroflorestal no Espírito Santo, que demonstram a viabilidade técnica e social de práticas conservacionistas de uso e manejo do solo (Zacarias; Souza, 2019; Crespo; Souza; Silva, 2023; Silva *et al.*, 2023; Egidio; Souza, 2025).

Nesse contexto, a adoção de técnicas de baixo custo e fácil aplicação torna-se estratégica para conter a degradação ambiental. Entre as mais relevantes destacam-se as barraginhas e os cochinchos em curva de nível (Figuras 1). As barraginhas são pequenas bacias escavadas no solo com a finalidade de reter a enxurrada e favorecer a infiltração de água, reduzindo o escoamento superficial e a erosão (EMBRAPA, 2009). Já os cochinchos em nível consistem em sulcos ou pequenos terraços construídos de acordo com o relevo do terreno, funcionando como barreiras físicas que diminuem a velocidade da água da chuva e aumentam sua infiltração (Oliveira *et al.*, 2019).



Figuras 1. Barraginha e cochincho em curva de nível no município de Atílio Vivácqua, ES. Fonte: Acervo Márcio Menon, 2024.

Estudos destacam que essas técnicas não apenas contribuem para a redução da erosão, mas também aumentam a disponibilidade hídrica no solo, promovem a recarga de aquíferos e podem auxiliar na recuperação de nascentes (EMBRAPA, 2007; Oliveira; Souza; Trivellato, 2015). Além disso, seu caráter acessível as tornam particularmente importantes para a agricultura familiar, em que a limitação de recursos financeiros impede o acesso a tecnologias de maior custo (Gonçalves *et al.*, 2019; Souza *et al.*, 2022).

Nos últimos anos, políticas públicas também vêm incorporando tais práticas em seus programas de fomento. O Programa Reflorestar, por exemplo, passou a apoiar a construção e manutenção de barraginhas, cochinchos, caixas secas e fossas sépticas em propriedades rurais participantes, ampliando a retenção de

águas pluviais, mitigando os impactos das cheias e das secas prolongadas, e promovendo melhorias socioambientais (Sossai; Pedroza; Lovatti, 2024).

No município de Atílio Vivácqua, experiências com a adoção dessas práticas têm sido implantadas em parceria com órgãos de extensão rural, associações e sindicatos locais. Souza *et al.* (2022) apontam que a conjugação de barraginhas com cochinchos em curva de nível potencializa os efeitos dessas estruturas, favorecendo a captação de água em pontos estratégicos do terreno e aumentando a resiliência hídrica das propriedades (Figura 2).



Figura 2. Barraginhas associadas a cochinchos em curva de nível: ampliam a captação de água e fortalecem a resiliência hídrica das propriedades. Fonte: Acervo Márcio Menon, 2024.

Portanto, ao investigar os princípios, benefícios, resultados e processos construtivos dessas tecnologias no contexto de Atílio Vivácqua, este capítulo busca valorizar o conhecimento técnico e prático em conservação do solo e da água. A partir da análise de dados técnicos, referências bibliográficas e experiências locais, pretende-se demonstrar que práticas simples e acessíveis podem gerar impactos significativos para a sustentabilidade ambiental, produtiva e social das comunidades rurais da região. Além disso, reforça-se a importância do engajamento comunitário e das políticas públicas como vetores de difusão dessas práticas. Assim, contribui-se para a construção de um modelo agrícola mais resiliente, inclusivo e adaptado às condições locais.

2. Fundamentos das práticas conservacionistas

A conservação do solo compreende um conjunto de estratégias voltadas para preservar sua capacidade produtiva, controlar processos erosivos e promover o uso sustentável dos recursos naturais. Lepsch (2011) e Souza (2018) ressaltam que a manutenção da estrutura física, química e biológica do solo é essencial para assegurar sua fertilidade e a estabilidade dos ecossistemas. Além disso, práticas conservacionistas contribuem para a melhoria da infiltração da água, redução do assoreamento dos cursos d'água e aumento da biodiversidade edáfica. Tais medidas são fundamentais para garantir a resiliência dos sistemas agrícolas frente às mudanças climáticas.

Sendo um recurso não renovável em escalas humanas, o solo exige práticas que considerem suas limitações naturais, como declividade, textura e capacidade de retenção de água. Nesse sentido, as técnicas mecânicas — entre elas, as curvas de nível e as barraginhas — assumem papel fundamental em regiões com relevo acidentado e uso agrícola intenso, como ocorre no sul do Espírito Santo (Pinheiro; Nascimento; Souza, 2022; Pinheiro *et al.*, 2022) (Figura 3).



Figura 3. Barraginhas e cochinchos em curva de nível com água de chuva armazenada: recarga de aquíferos favorecida. Fonte: Acervo Márcio Menon, 2024.

As barraginhas, segundo a EMBRAPA (2009), consistem em pequenas bacias escavadas manualmente ou com auxílio de máquinas em pontos estratégicos das propriedades rurais. Seu objetivo principal é captar a enxurrada das chuvas, diminuindo a velocidade do escoamento superficial e favorecendo a infiltração da água no solo. Essa prática contribui para a recarga dos lençóis freáticos, podendo inclusive alimentar nascentes próximas (Figura 4).

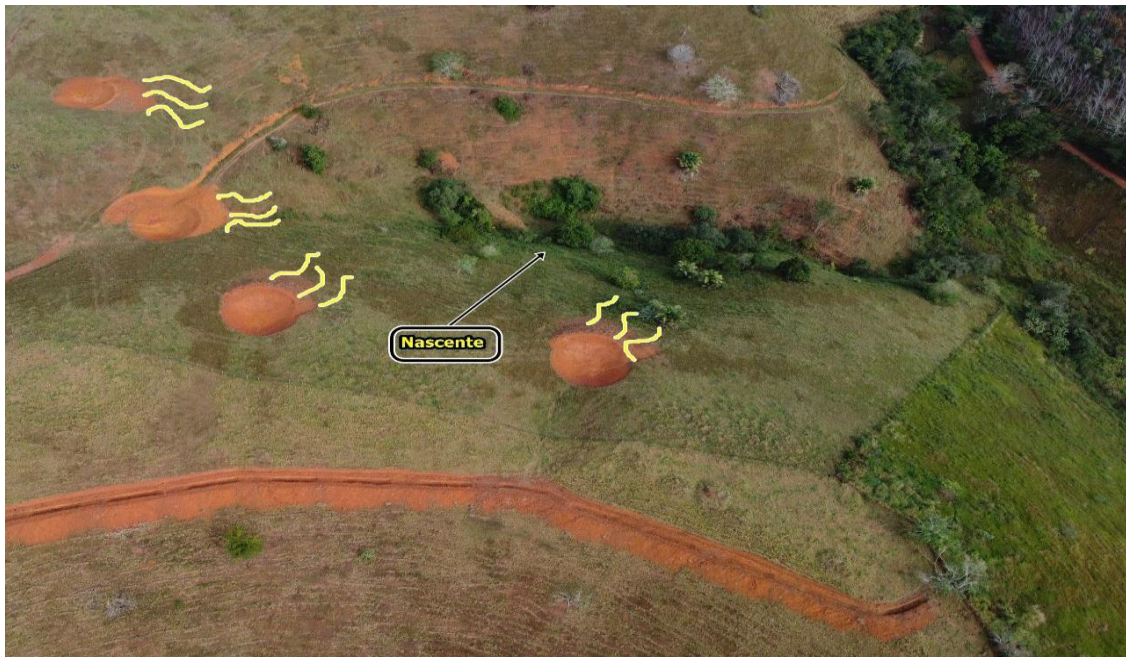


Figura 4. Favorecimento da infiltração de água no solo: recarga dos lençóis freáticos e alimentação de nascentes próximas. Fonte: Acervo Márcio Menon, 2024.

Além disso, ao reter sedimentos, as barraginhas reduzem o assoreamento de cursos d'água e protegem áreas de cultivo contra a perda de nutrientes. Estudos como o de Pereira *et al.* (2014) demonstram que áreas com barraginhas apresentaram aumento significativo na taxa de infiltração, reduzindo a erosão e ampliando a disponibilidade hídrica.

Já as curvas de nível com cochinchos são estruturas lineares escavadas ao longo das cotas altimétricas, acompanhando o relevo natural do terreno. Funcionam como barreiras físicas que desaceleram o escoamento superficial, favorecem a infiltração de água e minimizam o transporte de sedimentos. Oliveira *et al.* (2019) destacam que essa prática não apenas reduz a erosão laminar e em sulcos, mas também aumenta a retenção de umidade nas áreas cultivadas.

A marcação das curvas pode ser realizada com ferramentas simples, como o nível A, o que reforça seu caráter acessível ao produtor. Além disso, a técnica possibilita o cultivo em faixas alternadas, otimizando o uso da terra e reduzindo os impactos ambientais (Figura 5).



Figura 5. Cultivo em faixas alternadas: aperfeiçoamento do uso da terra – ganho em produtividade e redução dos impactos ambientais. Fonte: Acervo Márcio Menon, 2024.

A adoção dessas práticas vai além da conservação física do solo, pois se conecta a princípios mais amplos da agroecologia e da sustentabilidade (Odum; Barrett, 2007; Ricklefs; Relyea, 2018; Altieri, 2020). Experiências de restauração ecológica na Mata Atlântica, por exemplo, evidenciam que intervenções de manejo adequado da água e do solo favorecem não apenas a regeneração florestal, mas também a recuperação da biodiversidade e dos serviços ecossistêmicos (Oliveira; Souza; Trivellato, 2015; Zacarias; Souza, 2019; Egidio; Souza, 2025). A integração dessas práticas com sistemas agroflorestais também se mostra estratégica para a sustentabilidade da produção agrícola, por equilibrar a conservação ambiental com a geração de renda (Crespo; Souza; Silva, 2023; Silva *et al.*, 2023).

No contexto da agricultura familiar em Atílio Vivácqua, essas práticas conservacionistas se destacam por sua viabilidade econômica e por sua compatibilidade com as condições locais. Souza (2015; 2018) enfatiza que a

degradação antrópica e as mudanças no uso do solo exigem procedimentos de recuperação adaptados às realidades socioprodutivas regionais. Assim, barraginhas e curvas de nível com cochinchos tornam-se soluções práticas, de baixo custo e tecnicamente viáveis, sobretudo diante dos desafios enfrentados pelos agricultores familiares, como o acesso limitado a assistência técnica e recursos financeiros (Gonçalves *et al.*, 2019; Souza *et al.*, 2022) (Figura 6).



Figura 6. Cultivo de milho em faixas alternadas à cultura do café: procedimento de recuperação e geração de renda adaptado às realidades socioprodutivas regionais. Fonte: Acervo Márcio Menon, 2024.

Portanto, além de conservarem os recursos naturais, essas práticas fortalecem a resiliência produtiva e social das comunidades rurais, promovendo um modelo de desenvolvimento mais sustentável e inclusivo para o sul do Espírito Santo.

3. Barraginhas: princípios, técnicas e aplicações

As barraginhas constituem uma tecnologia social e ambiental desenvolvida no Brasil como resposta aos desafios da erosão, da escassez hídrica e da degradação do solo. Trata-se de pequenas bacias escavadas no solo, em formato circular ou semicircular, destinadas à captação de enxurradas provenientes das chuvas. O desenvolvimento sistematizado da técnica ocorreu

a partir da década de 1990, por meio da EMBRAPA Milho e Sorgo, em Sete Lagoas (MG), no contexto de ações voltadas à agricultura familiar e ao combate à desertificação (EMBRAPA, 2007). Desde então, sua adoção se expandiu para diferentes estados brasileiros, entre eles o Espírito Santo, onde o relevo e os padrões pluviométricos favorecem sua aplicação (EMBRAPA, 2009).

Do ponto de vista técnico, as barraginhas operam a partir de princípios hidráulicos simples e eficazes: interceptam o escoamento superficial das chuvas, sobretudo em áreas de declive, e promovem sua infiltração gradual no solo. Esse processo garante tanto o armazenamento temporário da água quanto sua absorção pelas camadas mais profundas, contribuindo para a recarga dos lençóis freáticos (Pereira *et al.*, 2014). Além disso, exercem um papel ecológico relevante ao reter sedimentos e nutrientes que, de outro modo, seriam carregados, diminuindo o assoreamento de córregos e reservatórios e protegendo a fertilidade das áreas produtivas (Figura 7).



Figura 7. Barraginha consolidada e incorporada à paisagem. Fonte: Acervo Márcio Menon, 2024.

A construção de uma barraginha envolve etapas específicas. Primeiramente, realiza-se o dimensionamento, considerando a área de contribuição (bacia de captação), a intensidade pluviométrica local e a capacidade de infiltração do solo. Em seguida, seleciona-se o local de instalação, priorizando pontos estratégicos onde a enxurrada se concentra —

frequentemente associados aos chamados *cochinchos*, pequenos canais escavados nas curvas de nível (EMBRAPA, 2007; Oliveira *et al.*, 2019).

De acordo com esses mesmos autores, a escavação pode ser feita manualmente ou com maquinário (retroescavadeiras, escavadeiras ou pás carregadeiras), adequando-se ao tipo de solo e à declividade do terreno. O formato recomendado varia, em geral, entre 16 e 30 metros de diâmetro e 1,2 a 2,0 metros de profundidade. A manutenção periódica é fundamental: exige a retirada do excesso de sedimentos acumulados, a reparação de eventuais erosões nas bordas e a preservação de vegetação no entorno, que auxilia na estabilização das margens (Figura 8).



Figura 8. Escolha do local e início da demarcação para a construção de uma barraginha. Fonte: Acervo Márcio Menon, 2024.

Os solos e relevos mais indicados para a implantação de barraginhas são aqueles de declividade suave à moderada, com textura argilosa ou franco-argilosa, que permitem infiltração adequada sem escoamento excessivo. Em contrapartida, solos arenosos ou pedregosos apresentam menor eficiência, pois a infiltração ocorre de maneira muito rápida, dificultando a retenção de água e sedimentos (Lepsch, 2011).

Entre os principais benefícios dessa técnica destacam-se a redução da erosão, o controle das enxurradas, a recarga do lençol freático e o aumento da

disponibilidade hídrica para lavouras e pastagens (Figura 9). No município de Atílio Vivácqua, onde predomina a agricultura familiar em áreas de relevo acidentado, as barraginhas configuram uma alternativa acessível e de elevada eficácia. Além dos ganhos ambientais, a prática fortalece a resiliência produtiva das comunidades rurais, reduzindo a dependência de irrigação artificial e ampliando a sustentabilidade das atividades agrícolas ao longo do ano (Souza *et al.*, 2022).



Figura 9. Barraginha recém-construída: primeira carga e recarga de água de chuva em área de pastagem. Fonte: Acervo Márcio Menon, 2024.

4. Curvas de nível com cochinchos: fundamentos e implantação

As curvas de nível com cochinchos são práticas conservacionistas fundamentais no manejo sustentável do solo, especialmente em áreas de relevo ondulado ou montanhoso, como ocorre no município de Atílio Vivácqua. Essas estruturas consistem em linhas traçadas ao longo das cotas altimétricas do terreno, ou seja, contornos de mesma elevação. Os sulcos escavados no seu interior, com profundidade entre 0,60 e 0,80 m, largura média de 1,20 m e separados por travesseiros de 4 a 5 m, têm como principal objetivo hidrológico interromper e desacelerar o fluxo superficial da água da chuva, favorecendo sua infiltração e evitando a formação de sulcos erosivos (Bremenkamp *et al.*, 2021; Oliveira *et al.*, 2019) (Figura 10).



Figura 10. Cochinho com travesseiros em construção em área de pastagem degradada. Fonte: Acervo Márcio Menon, 2024.

Integrado ao traçado das curvas, o uso dos chamados cochinchos representa um avanço importante. Esses pequenos reservatórios escavados sequencialmente ao longo da curva de nível aumentam o tempo de permanência da água no solo, promovendo recarga hídrica e reduzindo a erosão (Francisquetti *et al.*, 2023; EMBRAPA MILHO e SORGO, 2024). Essa técnica é especialmente útil em terrenos com declividade acentuada, pois reduz a erosão laminar e em sulcos, além de favorecer a absorção de água pelas raízes das plantas — aspecto crucial para culturas perenes e pastagens.

A implantação correta exige precisão no traçado, que pode ser realizada por meio do nível de mangueira, do nível tipo A (A-frame) ou, mais recentemente, por GPS agrícola. Métodos simples, como o A-frame, são amplamente utilizados por agricultores familiares devido à praticidade, enquanto o GPS oferece maior exatidão, sobretudo em áreas extensas (Peixoto *et al.*, 2022).

Quando bem manejadas, as curvas de nível com cochinchos se integram a sistemas produtivos sustentáveis, convivendo com culturas como café, banana e pastagens, comuns em Atílio Vivácqua. A técnica contribui para a regeneração de áreas degradadas, reduz a necessidade de irrigação e fortalece a resiliência climática, especialmente diante de secas prolongadas ou chuvas intensas (Silva *et al.*, 2024; Sousa *et al.*, 2023) (Figura 11).



Figura 11. Cochinho com travesseiros: água de chuva armazenada. Fonte: Acervo Márcio Menon, 2024.

5. Integração entre barraginhas e curvas de nível

A integração entre barraginhas e curvas de nível constitui uma estratégia eficaz no enfrentamento dos desafios ambientais e produtivos em áreas de relevo acidentado, como ocorre no município de Atilio Vivácqua, ES. Quando aplicadas de forma articulada, essas técnicas atuam de maneira sinérgica no controle da erosão, na retenção da água da chuva e na promoção da infiltração no solo, contribuindo tanto para a sustentabilidade da agricultura familiar quanto para a resiliência ambiental das microbacias hidrográficas (EMBRAPA, 2009; Oliveira *et al.*, 2019; Bremenkamp *et al.*, 2021).

Enquanto as curvas de nível ordenam e distribuem o escoamento superficial, reduzindo sua velocidade e evitando a formação de sulcos erosivos, as barraginhas, instaladas em pontos estratégicos de concentração da enxurrada, funcionam como reservatórios temporários. Essa complementaridade garante maior eficiência na infiltração, amplia a recarga dos lençóis freáticos e reduz significativamente o transporte de sedimentos e nutrientes (Pereira *et al.*, 2014; Peixoto *et al.*, 2022).

Estudos demonstram que a adoção conjunta dessas práticas pode reduzir em até 90% o escoamento superficial e aumentar em mais de 40% a retenção de água no solo, evidenciando sua relevância em sistemas produtivos de base

familiar (Pereira *et al.*, 2014; Silva *et al.*, 2024). Além disso, modelos de arranjos agroecológicos baseados nessa integração têm sido amplamente difundidos por instituições como a EMBRAPA, o INCAPER, prefeituras e cooperativas rurais no Espírito Santo, consolidando-se como práticas de baixo custo e de alta eficiência (Figura 12).



Figura 12. Curvas de nível reduzem a velocidade do escoamento e evitam sulcos erosivos, enquanto barraginhas em pontos estratégicos atuam como reservatórios temporários. Fonte: Acervo Márcio Menon, 2024.

Nas propriedades agrícolas, as barraginhas são construídas em pontos de maior acúmulo de enxurrada, enquanto os cochinchos, associados às curvas de nível, são escavados nas áreas mais declivosas, potencializando a retenção de água. Em cultivos perenes, como café e frutíferas, e em pastagens rotacionadas, essa integração proporciona maior estabilidade do solo, prolonga a umidade durante os períodos secos e reduz a necessidade de irrigação artificial (Souza *et al.*, 2022).

Em Atílio Vivácqua, experiências recentes conduzidas junto a comunidades rurais demonstram o potencial dessas técnicas para a recuperação de áreas degradadas, a conservação de nascentes e a estabilização da produção agrícola, mesmo diante de eventos climáticos extremos. Assim, a combinação de barraginhas e curvas de nível, quando aliada ao conhecimento tradicional e

ao suporte técnico, configuram-se como um modelo adaptável e eficiente de manejo sustentável da terra (Figuras 13).



Figuras 13. Cochinho em curva de nível: reduz a velocidade do escoamento e atua como reservatório de água, mantendo umidade mesmo no período seco. Fonte: Acervo Maurício Novaes, 2023.

6. Estudos de caso: iniciativas conservacionistas em Atílio Vivácqua e região

O município de Atílio Vivácqua, localizado no sul do Espírito Santo, tem se destacado na implantação de práticas conservacionistas voltadas à retenção de água e ao controle da erosão, especialmente por meio da integração de barraginhas, curvas de nível e cochinchos. Essas iniciativas têm sido coordenadas pela Secretaria Municipal de Meio Ambiente, em parceria com instituições como a Embrapa e o Incaper, reforçando a importância da cooperação entre órgãos públicos e instituições de pesquisa para promover o desenvolvimento sustentável (EMBRAPA, 2007; Oliveira *et al.*, 2019).

Um caso relevante é o da propriedade do Sr. Antônio Moreira, em Atílio Vivácqua. Seu filho, Tiago Moreira, ao retornar para a gestão da propriedade familiar, buscou alternativas para recuperar áreas de pastagens degradadas. Com o apoio do Projeto Barraginhas, da Secretaria Municipal de Meio Ambiente, foram implantadas curvas de nível associadas a cochinchos nas encostas da propriedade (Figura 14). A adoção dessas práticas resultou na recuperação das pastagens, no aumento da produtividade leiteira e na diversificação das

atividades com a introdução da apicultura, demonstrando a multifuncionalidade dessas estratégias conservacionistas (Souza *et al.*, 2022).



Figura 14. Curvas de nível associadas a cochinchos nas encostas da propriedade do Sr. Antônio Moreira e seu filho Tiago Moreira em Atílio Vivácqua, ES. Fonte: Acervo Maurício Novaes, 2023.

Esses estudos de caso demonstram a efetividade das técnicas conservacionistas na região, promovendo não apenas benefícios ambientais, como a redução da erosão e o aumento da umidade do solo, mas também melhorias socioeconômicas para os produtores rurais locais. A replicação dessas práticas em outras propriedades do município e da região tem potencial para fortalecer a sustentabilidade da agricultura familiar e a resiliência dos sistemas produtivos frente às mudanças climáticas (Lepsch, 2011; Pereira *et al.*, 2014).

7. Limitações, desafios e oportunidades

Apesar dos comprovados benefícios ambientais, hídricos e produtivos proporcionados pelas barraginhas e curvas de nível com cochinchos, a adoção dessas práticas conservacionistas ainda enfrenta diversos desafios estruturais, técnicos, econômicos e socioculturais. No município de Atílio Vivácqua, por

exemplo, grande parte dos agricultores familiares possui recursos financeiros limitados, o que dificulta a contratação de mão de obra especializada ou o uso de equipamentos adequados para a escavação das estruturas. A ausência de políticas públicas mais robustas voltadas à conservação do solo também contribui para a descontinuidade de ações bem-sucedidas.

No aspecto técnico, ainda são frequentes as dificuldades na escolha correta dos locais para implantação, no dimensionamento das estruturas e na manutenção periódica, especialmente quando não há suporte técnico contínuo. A topografia acidentada, comum em muitas propriedades da região, exige adaptações específicas que muitas vezes não são compreendidas pelos agricultores sem orientação adequada (EMBRAPA, 2007; Lepsch, 2011). Além disso, algumas comunidades rurais apresentam resistência cultural à adoção de novas práticas, preferindo manter métodos tradicionais, mesmo que menos eficientes, o que reforça a importância de processos formativos contínuos. A superação desses entraves exige investimentos em capacitação técnica, tanto para os produtores quanto para os técnicos de campo (Figura 15).



Figura 15. Programa de extensão e qualificação executado pela Secretaria de Meio Ambiente de Atílio Vivácqua, ES. Fonte: Acervo Márcio Menon, 2024.

Programas de extensão rural promovidos por instituições como o Incaper e as Prefeituras Municipais são fundamentais para a difusão do conhecimento, assim como o fortalecimento de políticas públicas que ofereçam subsídios,

crédito rural acessível e estímulo à adoção de práticas sustentáveis. Incentivos fiscais e premiações para propriedades que adotam práticas conservacionistas podem ser ferramentas estratégicas para ampliar o alcance dessas tecnologias.

Por outro lado, as oportunidades são promissoras. As experiências bem-sucedidas já implantadas em Atílio Vivácqua e municípios vizinhos indicam um alto potencial de replicação e escalonamento, principalmente quando há envolvimento comunitário e articulação com associações de produtores e órgãos ambientais. As barraginhas e curvas de nível com cochinchos não apenas melhoram a produtividade e a segurança hídrica, mas também contribuem para a adaptação às mudanças climáticas, tornando-se instrumentos estratégicos para o desenvolvimento rural sustentável (Pereira *et al.*, 2014; Souza *et al.*, 2022).

Nesse contexto, a valorização da agricultura familiar por meio de práticas conservacionistas integradas pode transformar os desafios atuais em oportunidades para consolidar um modelo de produção mais resiliente, inclusivo e equilibrado com o meio ambiente (Figura 16).



Figura 16. Barrinha instalada em propriedade do modelo de produção familiar: ganho de produtividade e diversificação de culturas - Secretaria de Meio Ambiente de Atílio Vivácqua, ES. Fonte: Acervo Márcio Menon, 2024.

8. Agroecologia e as práticas conservacionistas do solo

A agroecologia se apresenta como uma resposta crítica ao modelo agrícola difundido pela Revolução Verde, consolidado por meio do uso intensivo de insumos químicos, mecanização e monocultivos. Embora esse modelo tenha gerado ganhos expressivos de produtividade, seus impactos e externalidades negativos foram significativos, especialmente no âmbito social e ambiental. Entre os principais efeitos destacam-se a marginalização de pequenos agricultores — que muitas vezes não tiveram acesso aos recursos demandados —, a degradação dos ecossistemas, a erosão e a compactação do solo, a contaminação hídrica e a perda da biodiversidade (Altieri, 2008; Machado; Filho, 2014; Massariol *et al.*, 2025).

O termo agroecologia surgiu nos anos da década de 1920, inicialmente vinculado ao campo da Ecologia. No entanto, foi apenas a partir das iniciativas de agricultura alternativa nos anos 1970 que o conceito se consolidou, sobretudo no Brasil. Esse período coincidiu com o fortalecimento de movimentos ecológicos, que tiveram papel fundamental na construção da agroecologia como proposta de produção agrícola fundamentada na sustentabilidade ambiental, na valorização dos saberes locais e na justiça social (Vailate; Carvalho, 2021).

No contexto brasileiro, a agroecologia consolidou-se como um movimento que articula práticas ecológicas e ativismo social, em contraposição à crise agrária marcada pela concentração fundiária, difícil acesso à terra e ausência de políticas públicas específicas. Ao expor as limitações do modelo agroindustrial, a agroecologia emergiu como alternativa para integrar conservação ambiental, inclusão social e justiça econômica. Entre suas práticas, destacam-se o manejo agroflorestal, a rotação de culturas, o uso de adubação verde e a valorização da biodiversidade (Gliessman, 2015).

Diante dos impactos negativos do modelo agrícola convencional, como erosão, compactação e empobrecimento do solo, a agroecologia propõe uma abordagem que integra práticas agrícolas aos processos ecológicos naturais, mitigando os efeitos deletérios da agricultura convencional (Paterniani, 2001; Teixeira *et al.*, 2023).

Assim, a agroecologia assume papel estratégico na construção de sistemas agroalimentares sustentáveis, integrando dimensões ecológicas, sociais e econômicas. Essa abordagem fortalece comunidades rurais, promove a justiça social, reduz a dependência de insumos químicos e contribui para a produção de alimentos saudáveis. Conforme Pinto *et al.* (2020), trata-se de um paradigma alternativo de desenvolvimento rural, que ultrapassa a técnica agrícola ao propor a transformação dos sistemas de produção em bases sustentáveis (Figura 17).



Figura 17. Produção agroecológica com diversas culturas em Sistema Agroflorestal (SAF), Atílio Vivácqua, ES. Fonte: Acervo Maurício Novaes, 2023.

No Brasil, a agroecologia é também um caminho para a valorização da agricultura familiar, promovendo manejos adaptados às condições climáticas e às demandas contemporâneas do mercado, sem desconsiderar os saberes tradicionais (Camargo *et al.*, 2018; Xavier *et al.*, 2023). Entretanto, a expansão agroecológica enfrenta desafios, como a limitação de infraestrutura, a carência de assistência técnica e a resistência de produtores ao investimento inicial em práticas de retorno a médio e longo prazo (IBGE, 2024; MAPA, 2024).

Nesse sentido, a consolidação da agroecologia depende do fortalecimento de políticas públicas que ampliem o suporte técnico e financeiro aos agricultores. Programas como o Reflorestar, no Espírito Santo, são exemplos de como a integração da agroecologia pode promover resultados positivos, unindo conservação do ciclo hidrológico, recuperação florestal e geração de renda. A adesão crescente aos Sistemas Agroflorestais (SAFs) comprova seus múltiplos benefícios, como diversificação da produção, manutenção da biodiversidade e sustentabilidade econômica (Almeida *et al.*, 2023) (Figura 18).



Figura 18. Visita técnica de estudantes do Mestrado em Agroecologia do Ifes – Campus de Alegre a propriedade com produção agroecológica em SAFs, Atílio Vivácqua, ES. Fonte: Acervo Maurício Novaes, 2023.

Portanto, a agroecologia, aliada às práticas conservacionistas como barraginhas e curvas de nível, constitui um caminho viável para a transição a um modelo agrícola mais resiliente, justo e ambientalmente equilibrado.

9. Integração da agroecologia às práticas conservacionistas do solo

As práticas conservacionistas do solo, como barraginhas e curvas de nível com cochinchos, constituem elementos fundamentais para a implantação de sistemas agroecológicos, sobretudo em áreas de relevo acidentado, como ocorre no município de Atílio Vivácqua, Espírito Santo (Figura 19). A

agroecologia, ao valorizar os processos ecológicos naturais, os saberes tradicionais e a diversidade biológica, encontra nessas técnicas uma expressão prática de seus princípios, promovendo simultaneamente a conservação ambiental, a produtividade e a resiliência das comunidades rurais (Altieri, 2008; Gliessman, 2015).



Figura 19. Barraginhas e curvas de nível com cochinheiros: fundamentais para a implantação de sistemas agroecológicos. Fonte: Acervo Márcio Menon, 2024.

Do ponto de vista ecológico, as barraginhas interceptam o escoamento superficial da água das chuvas, favorecendo a infiltração e a recarga dos lençóis freáticos, além de reter sedimentos e nutrientes essenciais para a fertilidade do solo (Pereira *et al.*, 2014; Oliveira *et al.*, 2019). Esse manejo da água e dos sedimentos reduz impactos negativos sobre os ecossistemas aquáticos e aumenta a capacidade produtiva da terra, ao mesmo tempo em que promove a regeneração de áreas degradadas (Zacarias; Souza, 2019; Egidio; Souza, 2025).

As curvas de nível com cochinheiros, por sua vez, desaceleram o escoamento da água e favorecem sua distribuição homogênea pelo terreno, permitindo que o solo retenha mais umidade e nutrientes (Bremenkamp *et al.*, 2021; Francisquetti *et al.*, 2023). Esse processo beneficia o desenvolvimento de

culturas perenes, pastagens e sistemas agroflorestais, além de contribuir para a prevenção da erosão, reduzindo a perda de solo fértil durante períodos de chuvas intensas e evitando o assoreamento de corpos d'água próximos. Ao promover uma infiltração mais eficiente, essas práticas favorecem também a recarga dos lençóis freáticos e fortalecem a resiliência hídrica da propriedade. Dessa forma, essa técnica não apenas melhora a produtividade das culturas, mas reforça a sustentabilidade e a conservação ambiental, evidenciando uma abordagem integrada e sistêmica de manejo da paisagem agrícola.



Figura 20. Construção de cochinchos em curva de nível em plantio de seringueira.
Fonte: Acervo Márcio Menon, 2024.

Quando essas práticas são combinadas, observa-se uma sinergia operacional e ambiental: as curvas de nível controlam o fluxo superficial da água, enquanto as barraginhas captam o excesso, promovendo maior infiltração e redução da erosão (Souza *et al.*, 2022; Peixoto *et al.*, 2022) (Figura 21).

Além do aspecto técnico, a integração com a agroecologia envolve também a dimensão social: o engajamento das comunidades rurais na implantação e manutenção dessas práticas reforça o compartilhamento de saberes tradicionais, a autonomia dos produtores e a valorização da agricultura familiar. Por meio dessa abordagem, as técnicas conservacionistas deixam de ser apenas medidas de manejo do solo e passam a constituir instrumentos de

Prática Conservacionista	Princípio Agroecológico	Benefícios Ecosistêmicos e Sociais
Barraginhas	Manejo sustentável da água	Captam enxurradas, favorecem infiltração, recarga de lençóis freáticos, reduzem erosão e assoreamento
	Conservação e fertilidade do solo	Retêm sedimentos e nutrientes, protegem áreas de cultivo, aumentam produtividade
	Resiliência ambiental	Reduzem impacto de chuvas intensas e períodos de seca, fortalecem microbacias hidrográficas
	Participação comunitária	Envolvem produtores no planejamento e manutenção, fortalecendo saberes locais
Curvas de nível com cochinhas	Manejo do relevo e água	Reduzem velocidade do escoamento, distribuem água no solo, evitam sulcos erosivos
	Diversidade e integração	Facilitam cultivo de culturas perenes, pastagens e SAFs integrados
	Resiliência ambiental	Melhoram retenção de umidade e fertilidade do solo, adaptando-se a mudanças climáticas
	Valorização de saberes tradicionais	Uso de métodos simples (nível A, mangueira) envolvendo conhecimento local
Integração Barraginhas + Curvas de Nível	Sinergia ecológica	Maximiza infiltração e retenção hídrica, reduz transporte de sedimentos e nutrientes
	Produção sustentável	Aumenta produtividade agrícola com menor dependência de irrigação artificial
	Desenvolvimento rural	Promove agricultura familiar, inclusão social e resiliência climática

Fonte: Dados da pesquisa.

10. Análise estrutural e fundamentação científica de técnicas conservacionistas: barraginhas e curva de nível com cochinhas (CNC) para o contexto do Espírito Santo

A degradação dos solos e a escassez de água constituem desafios centrais para a sustentabilidade agrícola e ambiental em regiões de relevo acidentado,

como ocorre em diversos municípios capixabas. Nesse contexto, práticas conservacionistas que aliem eficiência técnica e viabilidade local são fundamentais para restaurar a capacidade produtiva e garantir a recarga hídrica. A análise dos documentos técnicos e científicos disponíveis permitiu reunir evidências consistentes sobre os métodos de conservação de solo e água mais adequados ao Espírito Santo, destacando tanto a eficácia de técnicas já aplicadas com sucesso quanto as recomendações institucionais de órgãos de pesquisa e extensão. As referências utilizadas para embasar esta revisão serão devidamente apresentadas no desenvolvimento desse subcapítulo, merecendo destaque: INCAPER (2021); Peixoto *et al.* (2022); Francisquetti *et al.* (2023); Sousa *et al.* (2023); EMBRAPA (2024); e Silva *et al.* (2024).

10.1. Introdução estratégica: o imperativo da conservação hídrica e pedológica

A gestão sustentável dos recursos naturais em ambientes agrícolas requer a adoção de Melhores Práticas de Manejo (BMPs) que mitiguem a erosão do solo e otimizam o balanço hídrico. Em paisagens com alta fragilidade pedológica e topografia acidentada, como aquelas encontradas em diversas regiões do Brasil, a vulnerabilidade dos ecossistemas à variabilidade climática e ao escoamento superficial (enxurrada) exige soluções estruturais robustas e adaptáveis (Silva *et al.*, 2024).

✓ O cenário de degradação hídrica e pedológica no Brasil

A erosão hídrica, responsável pela perda de solo fértil e assoreamento de cursos d'água, representa um dos problemas ambientais e produtivos mais sérios globalmente. A intensificação agrícola, notadamente em culturas como a cana-de-açúcar e sistemas de grãos e pecuária, frequentemente altera as propriedades físicas do solo, comprometendo sua capacidade de infiltração e aumentando o risco de escoamento e degradação. Esse quadro gera impactos negativos não apenas sobre a produção agrícola, mas também sobre a qualidade da água, a biodiversidade e a estabilidade dos ecossistemas terrestres (INCAPER, 2021).

De acordo com esse mesmo autor, a implementação de técnicas estruturais de baixo custo, como as barraginhas, surge como uma resposta direta a este desafio, visando a interceptação da lâmina de água no local da precipitação, favorecendo sua infiltração no perfil do solo e, conseqüentemente, a recarga de aquíferos superficiais e o controle do processo erosivo. Além de mitigarem os efeitos da erosão, tais práticas contribuem para o aumento da disponibilidade hídrica em períodos de estiagem e para a sustentabilidade das atividades agropecuárias. Nesse sentido, representam uma alternativa estratégica para a adaptação das paisagens agrícolas frente às mudanças climáticas e à crescente demanda por recursos naturais.

✓ **Contextualização das estruturas de infiltração**

O presente subcapítulo confirma a existência e a relevância técnico-científica dos seis documentos citados para fundamentar um projeto de conservação de solo e água no Espírito Santo (ES), com foco comparativo em municípios como Atílio Vivácqua. Duas tecnologias estruturais são analisadas: as Barraginhas, definidas como bacias de infiltração para áreas de pouca inclinação (INCAPER, 2021; Peixoto *et al.*, 2022), e a Curva de Nível com Cochinhos (CNC), solução adaptada para encostas íngremes (EMBRAPA, 2024).

Os documentos citados fornecem a tripla validação necessária para o planejamento de um projeto bem-sucedido: 1) Fundamentação teórica em atributos físicos do solo (Sousa *et al.*, 2023) ; 2) Modelagem hidrológica da eficácia das BMPs (Silva *et al.*, 2024) ; e 3) Orientações técnicas específicas, tanto regionais (INCAPER, 2021) quanto para nichos topográficos específicos (EMBRAPA CNC, 2024).

10.2. Fundamentação científica: o impacto profundo do manejo estrutural

A eficácia das barraginhas e da CNC não se limita à retenção superficial de água; ela reside na sua capacidade de modificar o balanço hídrico da microbacia e, indiretamente, influenciar positivamente os atributos físicos do solo que governam a infiltração (Sousa *et al.*, 2023).

✓ **Variabilidade espacial dos atributos físicos do solo** (Sousa *et al.*, 2023)

O estudo de Sousa *et al.* (2023), intitulado "Spatial variability of soil physical attributes under conservation management systems for sugarcane cultivation," é fundamental para compreender a ciência por trás da infiltração. Este trabalho avaliou a dependência e variabilidade espacial de atributos físicos de um Oxisol (Latosolo Vermelho Distroférrico) sob Plantio Direto (PD) e Preparo Reduzido (PR) no cultivo de cana-de-açúcar.

A metodologia empregou a coleta de amostras em malha regular (32 pontos a cada 7,5m) e a determinação de atributos fundamentais, como densidade do solo (SD), resistência à penetração (SRP), macroporosidade (Ma) e porosidade total (TP), em duas profundidades (0–0,10m e 0,10–0,20m).

A análise geoestatística confirmou a dependência espacial dos atributos físicos em ambas as profundidades e sistemas, o que significa que o desempenho do solo em termos de infiltração não é uniforme. Na camada superficial (0,00–0,10m), o Plantio Direto demonstrou uma forte dependência espacial com ajuste pelo modelo esférico, enquanto o Preparo Reduzido exibiu dependência moderada com modelo exponencial.

A implicação hidrológica desta descoberta é profunda. Se a qualidade da infiltração é altamente heterogênea sob PD, isso significa que a capacidade de absorção de água varia significativamente em curtas distâncias. Portanto, a eficiência da Barraginha ou da CNC depende criticamente do seu posicionamento. É insuficiente apenas instalar a estrutura seguindo o eixo da curva de nível; é necessário garantir que a estrutura esteja localizada em microáreas com alta macroporosidade superficial (Ma) e baixa densidade do solo (SD) para maximizar a taxa de absorção de água, evitando o represamento prolongado e falhas devido à compactação.

Na Tabela 2, sumariza-se a complexidade da dependência espacial que deve ser considerada no planejamento:

Tabela 2. Síntese da dependência espacial dos atributos físicos do solo

Sistema de Manejo	Profundidade (m)	Dependência Espacial	Modelo Ajustado	Implicações para Infiltração
Plantio Direto (PD)	0,00–0,10	Forte	Esférico	Alta sensibilidade a variações de manejo superficial.
Preparo Reduzido (PR)	0,00–0,10	Moderada	Exponencial	Maior uniformidade dos atributos físicos.
Plantio Direto (PD)	0,10–0,20	Moderada	Exponencial	Maior estabilidade em profundidade.
Preparo Reduzido (PR)	0,10–0,20	Forte	Esférico	Variação acentuada na compactação subsuperficial.

Fonte: Sousa *et al.*, 2023.

Na Figura 22, observa-se a variação nos tipos de solo em áreas relativamente próximas, mas situadas em diferentes posições da paisagem, no município de Atílio Vivácqua, ES. A coloração distinta dos perfis evidencia diferenças na composição física e química do solo, podendo indicar maior ou menor teor de matéria orgânica, presença de óxidos de ferro ou variações na drenagem. Assim, a cor do solo atua como um importante indicativo de suas características e de sua qualidade agronômica.

✓ **Modelagem e quantificação da eficácia das BMPs (UFPEL Group, Silva *et al.*, 2024)**

O estudo de campo conduzido por Silva *et al.* (2024), "Best management practices to reduce soil erosion and change water balance components in watersheds under grain and dairy production," fornece a validação quantitativa da necessidade de intervenções estruturais. O trabalho avaliou o impacto de três abordagens de conservação de solo e água (manejo do solo, medidas vegetativas e práticas estruturais) em bacias hidrográficas agrícolas pareadas no Sul do Brasil.



Figura 22. Variação da coloração e tipos de solo em diferentes posições da paisagem no município de Atílio Vivácqua, ES. Fonte: Márcio Menon, 2024.

O objetivo deste tipo de pesquisa é simular cenários (nove com técnicas individuais e quatro combinadas) para determinar quais intervenções são mais eficazes na redução da erosão e na otimização dos componentes do balanço hídrico. A relevância deste achado para o planejamento no Espírito Santo é que ele estabelece o princípio da sinergia.

De acordo com Sousa *et al.* (2023), as estruturas, como as Barraginhas e a CNC, atuam como um "tratamento agudo" para interromper o fluxo destrutivo de enxurrada e sedimentos. Contudo, para garantir a sustentabilidade em longo prazo e a regeneração da qualidade do solo, as práticas estruturais devem ser combinadas com medidas vegetativas e de manejo do solo de baixo impacto (Figura 23).

Por exemplo, a área de infiltração e a subsequente "Franja Úmida" abaixo da estrutura devem ser protegidas e densamente revegetadas, mantendo as condições favoráveis de macroporosidade na superfície (como sugerido pela análise de Sousa *et al.*, 2023). O sucesso da conservação é, portanto, alcançado

10.3. Barraginhas: caracterização geoespacial e mecanismos hídricos

O valor central do estudo de Peixoto *et al.* (2022) reside na caracterização geoespacial das áreas de contribuição, essencial para a eficácia das barraginhas. Já Francisquetti *et al.* (2023) reforçam a aplicação dessa técnica em programas de recuperação de nascentes, enquanto o INCAPER (2021) detalha os parâmetros técnicos e operacionais da sua implantação no Espírito Santo.

✓ Caracterização da Área de Contribuição (Peixoto *et al.*, 2022)

O estudo de Peixoto *et al.* (2022), "Técnicas conservacionistas de solo e água na agropecuária: Caracterização da área de contribuição de barraginhas," valida a abordagem metodológica essencial para o sucesso de programas de intervenção. O trabalho, realizado em propriedades rurais nos municípios goianos de Corumbá de Goiás, Abadiânia, Alexânia e Silvânia, concentrou-se na caracterização espacial das áreas que receberam a implantação de barraginhas.

O valor central deste estudo reside em sua abordagem geoespacial, que correlaciona variáveis físicas da microbacia (uso do solo, declividade, tipologia de solos) com a eficácia percebida da técnica, incluindo a percepção dos produtores rurais sobre o aumento da oferta hídrica.

Para a implementação de um projeto em Atílio Vivacqua, o relatório metodológico de Peixoto *et al.* (2022) sugere uma etapa prévia obrigatória: a caracterização geoespacial detalhada da bacia de contribuição. Esta etapa de geoprocessamento é crucial não apenas para justificar a escolha da técnica mais adequada, mas também para prever o desempenho hidrológico e, posteriormente, para avaliar o sucesso da intervenção comparando o cenário pós-implantação com dados de linha de base. A replicação da metodologia empregada em Goiás permite estabelecer um parâmetro de sucesso sociohidrológico e aperfeiçoar a distribuição das estruturas em função do relevo e do tipo de solo.

✓ **Estratégias de recuperação hídrica** (Francisquetti *et al.*, 2023; INCAPER, 2021)

O papel das barraginhas na hidrologia de bacias é bem definido. O trabalho de Francisquetti *et al.* (2023) reforça explicitamente a aplicação do "sistema de barraginhas" no contexto de Programas de Recuperação de Nascentes, validando a sua importância como ferramenta direta de recarga de aquíferos superficiais e de restauração de fluxos de base.

Para o Espírito Santo, a principal referência técnica é o documento "Barraginhas" (Documento n. 279, 2021) do Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (INCAPER). Este guia técnico fornece as diretrizes para a aplicação local da tecnologia.

O INCAPER define as barraginhas como pequenas bacias de infiltração escavadas em terrenos com pouca inclinação (geralmente sob o limite de 12% de declividade). Elas podem ter formatos circular, semicircular ou retangular e são construídas de forma dispersa em pastagens, lavouras ou beiras de estrada, seguindo a topografia (Figura 25).



Figura 25. Barraginhas e cochinhos construídos de forma dispersa em pastagens, lavouras ou beiras de estrada, seguindo a topografia. Fonte: Márcio Menon, 2024.

O mecanismo hidrológico essencial detalhado pelo INCAPER é a captura da água do escoamento superficial (enxurrada) para forçar sua infiltração. Essa infiltração massiva e gradual reduz a erosão, eleva o lençol freático e,

criticamente, cria a "Franja Úmida". A Franja Úmida, uma zona de alta umidade localizada imediatamente abaixo da estrutura, é o principal indicador ecológico e produtivo do sucesso da barraginha. Ela sustenta o crescimento vegetal mesmo durante períodos de estiagem, acelerando a recuperação da cobertura do solo na área de influência e contribuindo significativamente para o ciclo hidrológico local.

10.4. Curva de Nível com Cochinhos (CNC): adaptação técnica para encostas íngremes

A CNC, descrita pela Embrapa Milho e Sorgo (2024), é uma tecnologia social adaptada para encostas com declividade entre 12% e 25%, como no município de Atílio Vivácqua, ES. Seu sucesso é relatado empiricamente por agricultores locais, que confirmam ganhos produtivos e recuperação da cobertura vegetal.

✓ Descrição e nicho de aplicação (Embrapa Milho e Sorgo)

A tecnologia CNC é descrita como uma prática social da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa). O diferencial da CNC reside no seu nicho topográfico: ela consiste em curvas de nível dotadas de estruturas rasas intermitentes ("cochinhos") com o objetivo de aumentar a capacidade de retenção e infiltração de água da enxurrada em encostas.

A CNC foi especificamente desenvolvida para atuar em áreas com declividade superior a 12% e até 25%, onde a Barraginha tradicional não é recomendada devido ao risco de colapso estrutural ou escoamento excessivo. O mecanismo visa o controle mais agressivo do fluxo rápido da enxurrada, essencial para a estabilização de taludes degradados (Figura 26).

✓ Especificações e parâmetros construtivos (Projeto Executivo)

O documento da Embrapa detalha os parâmetros técnicos para a construção da CNC, essenciais para o planejamento de engenharia do projeto.

A máquina indicada para a construção é a retroescavadeira, amplamente disponível em prefeituras (Figura 27).



Figura 26. Aplicação da CNC em áreas com declividade acentuada como estratégia de estabilização de taludes e controle da enxurrada. Fonte: Márcio Menon, 2024.



Figura 27. Retroescavadeira na construção do CNC. Fonte: Acervo Márcio Menon, 2024.

Os cochinhos são escavações lineares feitas dentro das curvas de nível, seguindo as seguintes dimensões recomendadas:

- Profundidade: Máxima de 70cm.
- Largura: Máxima de 80cm.
- Comprimento: Máximo de 8m (com formato final usualmente de 6m).

O dimensionamento da retenção e do escoamento controlado é fundamental. Os cochinchos são separados por intervalos maciços de 3m. A crista desses maciços deve ser rebaixada em até 20cm para permitir o sangramento e a transferência controlada do excedente de água para os cochinchos vizinhos. Este rebaixamento garante que o excesso de água não ultrapasse a curva de nível descontroladamente, mas sim se distribua ao longo da linha, maximizando o tempo de residência e infiltração (Figura 28).



Figura 28. Controle das dimensões do CNC. Fonte: Acervo Maurício Novaes, 2023.

Do ponto de vista logístico, o rendimento da construção varia conforme a declividade. Em encostas mais íngremes (12% a 25%), o rendimento da retroescavadeira cai para cerca de 30m de CNC por hora, um fator fundamental para a estimativa de custos e cronograma do projeto (Tabela 3).

✓ **Validação Empírica e o Estudo de Caso de Atílio Vivácqua, ES**

O documento da Embrapa fornece uma comprovação empírica direta da eficácia da CNC na região de interesse, por meio do testemunho de um agricultor familiar de Atílio Vivácqua, ES.

O agricultor relata que a técnica foi implantada em um "morro" com solo altamente degradado ("solo já lavado, já muito ruim"). A intervenção resultou na

"salvação da lavoura," pondo fim ao problema da erosão. O aspecto mais relevante desta observação reside na recuperação da produtividade. O relato destaca a "exuberância do capim" na faixa umedecida abaixo dos cochinhos, contrastando com o lado amarelecido (seco e improdutivo) do terreno (Figura 29).

Tabela 3. Parâmetros técnicos e rendimento da curva de nível com cochinhos (CNC)

Componente	Parâmetro Técnico	Especificação	Relevância
Declividade	Faixa de uso	Até 25%	Solução para relevo acidentado
Cochinhos	Profundidade	Até 70cm	Capacidade de armazenamento e infiltração
Cochinhos	Comprimento	Até 8m (Padrão 6m)	Dimensionamento da retenção
Intervalos Maciços	Espaçamento / Rebaixamento	3m / Rebaixado 20cm	Conexão de escoamento controlado
Logística	Rendimento (12%-25%)	~30m/hora	Estimativa de custos e cronograma

Fonte: Embrapa Milho e Sorgo.



Figura 29. Pastagem com CNC e ao fundo pastagem degradada sem intervenção: seca e pouca cobertura vegetal. Fonte: Acervo Maurício Novaes, 2023.

Esta evidência sugere que a CNC, ao reter a água e permitir sua infiltração gradual, transforma as áreas abaixo da estrutura em microssistemas de irrigação natural por capilaridade. Em solos cronicamente lavados e com baixa retenção de nutrientes, a retenção prolongada da umidade é o fator limitante para a vida vegetal. A CNC supera este limite, restaurando as condições ecológicas necessárias para a recuperação da cobertura vegetal, o que, por sua vez, aumenta a matéria orgânica e a estabilidade do solo, realimentando o ciclo hidrológico local. A tecnologia, portanto, alcança um sucesso socioeconômico além do controle da erosão.

10.5. Síntese comparativa e aplicação regional estratégica

A escolha entre Barraginhas e CNC deve ser guiada pela topografia, uma vez que esta é a variável de maior impacto na dinâmica do escoamento superficial. O planejamento em microbacias do Espírito Santo deve adotar um modelo híbrido para maximizar os benefícios.

✓ Matriz de decisão estrutural para o ES

A distinção fundamental entre as duas tecnologias reside na tolerância à declividade. As Barraginhas são otimizadas para a recarga hídrica em áreas planas ou de baixa inclinação (<12%), onde o escoamento é lento. Já a CNC é uma intervenção de engenharia adaptada para o controle da velocidade do escoamento em encostas (12% a 25%), priorizando a estabilização pedológica e a retenção imediata de sedimentos e água (Tabela 4).

✓ O modelo híbrido: diretrizes para microbacias prioritárias

A abordagem mais estratégica para a recuperação de bacias hidrográficas no Espírito Santo é o Sistema Híbrido de BMPs. Este modelo deve aplicar a CNC nas áreas de cabeceira de drenagem e encostas com alta declividade para interromper a enxurrada e estabilizar o talude, minimizando a carga de sedimentos. Posteriormente, as Barraginhas devem ser utilizadas nas áreas de menor declividade e nas planícies de inundação para maximizar a recarga

regional do lençol freático, garantindo a sustentabilidade da oferta hídrica em longo prazo.

Tabela 4. Tolerância à declividade

Parâmetro	Barraginhas (Doc. Incaper/PEIXOTO)	Curva de Nível com Cochinhos (CNC) (Embrapa)	Relevância para Atílio Vivácqua (ES)
Declividade Ideal	Baixa inclinação (Geralmente <12%)	Encostas íngremes (Até 25%)	Define a tecnologia viável no relevo acidentado do município.
Foco Institucional	Incaper (ES), Documento 279	Embrapa Milho e Sorgo (Tecnologia Social)	Apoio institucional e validação técnica local.
Mecanismo Hídrico	Infiltração profunda e elevação do Lençol Freático	Retenção superficial imediata e infiltração na crista	Ambas visam a recuperação hídrica.
Objetivo Primário em Solos Lavados	Recarga Hídrica	Controle de erosão em morros e recuperação de solo degradado	CNC é a solução preferencial para intervenção inicial em áreas críticas.

Fonte: Embrapa Milho e Sorgo.

As diretrizes para o planejamento de projetos de conservação devem seguir as seguintes etapas:

- Mapeamento Geoespacial de Risco: Realizar a caracterização espacial da microbacia (conforme metodologia de Peixoto *et al.*, 2022), mapeando declividade, uso do solo e atributos físicos relevantes (densidade, macroporosidade).
- Seleção da Tecnologia: Utilizar o limiar de 12% de declividade como critério decisório. CNC será a opção para áreas críticas de 12% a 25%, enquanto Barraginhas serão aplicadas em áreas abaixo de 12%.
- Adoção de Padrões Institucionais: O projeto executivo deve adotar estritamente os parâmetros de engenharia da Embrapa para a CNC e as orientações conceituais e operacionais do Incaper para as Barraginhas.

- Integração de Práticas: As estruturas devem ser complementadas por medidas vegetativas (reflorestamento das Franjas Úmidas) e manejos do solo que promovam a estabilidade dos atributos físicos, conforme validado pelos estudos de modelagem de BMPs.

10.5. Conclusão e recomendações técnicas

Os seis (6) documentos examinados não apenas comprovam a validade das técnicas de conservação de solo e água citados, mas também fornecem a profundidade científica e técnica necessária para o planejamento de intervenções altamente eficazes.

O projeto de recuperação hídrica e pedológica em municípios com relevo acidentado, como Atílio Vivácqua, deve reconhecer que a topografia é o principal modulador da escolha da técnica. O sucesso demonstrado da Curva de Nível com Cochinhos (CNC) em terrenos íngremes e degradados no próprio Atílio Vivácqua a posiciona como a intervenção estrutural primária para a estabilização de encostas e a recuperação da produtividade em solo "lavado".

Recomenda-se enfaticamente que qualquer intervenção seja precedida por uma análise geoestatística dos atributos físicos do solo (baseada em Sousa *et al.*, 2023) para otimizar o posicionamento das estruturas, garantindo que elas sejam instaladas em zonas de maior capacidade de infiltração.

O modelo final de intervenção no Espírito Santo deve ser um Sistema Híbrido Integrado, aplicando as diretrizes regionais do Incaper para a recarga de aquíferos em áreas de baixa inclinação, e as especificações de engenharia da Embrapa para o controle de enxurradas nas encostas. Essa abordagem em camadas, combinando controle estrutural com manejo vegetal e pedológico, assegura a máxima sustentabilidade na gestão dos recursos hídricos e pedológicos da microbacia.

Dessa forma, recomenda-se enfaticamente que qualquer intervenção seja precedida por uma análise geoestatística dos atributos físicos do solo (Sousa *et al.*, 2023), garantindo maior eficiência. O modelo híbrido final deve adotar simultaneamente as orientações do INCAPER (2021) e as especificações de engenharia da EMBRAPA (2024), assegurando sustentabilidade e eficácia.

11. Considerações

O presente capítulo evidenciou a relevância das práticas conservacionistas de barraginhas e curvas de nível com cochinchos como estratégias eficazes de retenção de água, controle da erosão e promoção da sustentabilidade agrícola, especialmente em regiões de relevo acidentado, como o município de Atílio Vivácqua – ES. Fundamentadas em princípios hidrológicos, ecológicos e agroecológicos, essas técnicas apresentam alto potencial de aplicação em propriedades da agricultura familiar, dada sua simplicidade, baixo custo, adaptabilidade e comprovada eficácia na manutenção da fertilidade do solo e na conservação hídrica.

Os estudos de caso realizados em Atílio Vivácqua demonstraram impactos concretos, como a recuperação de pastagens degradadas, a redução da erosão superficial, o aumento da umidade do solo e a melhoria na produtividade agrícola, inclusive com a diversificação das atividades, como a apicultura. A integração das barraginhas com as curvas de nível em cochinchos revelou-se uma solução sinérgica, capaz de otimizar a infiltração da água, reduzir o transporte de sedimentos e nutrientes e fortalecer a resiliência ambiental das microbacias hidrográficas.

Além dos benefícios ambientais, essas práticas promovem ganhos sociais e econômicos, fortalecendo a autonomia da agricultura familiar e ampliando a capacidade de adaptação a eventos climáticos extremos. A implantação bem-sucedida dessas tecnologias depende do suporte técnico continuado, da capacitação dos produtores e do engajamento de associações e instituições públicas, como INCAPER, Embrapa e secretarias municipais. Essa articulação institucional, aliada ao conhecimento local, reforça o caráter participativo e comunitário das práticas conservacionistas, alinhando-se aos princípios da agroecologia, que valorizam saberes tradicionais, diversidade produtiva e justiça social.

Os documentos examinados não apenas comprovam a validade dessas técnicas, mas também fornecem a profundidade científica e técnica necessária para o planejamento de intervenções altamente eficazes. O projeto de recuperação hídrica e pedológica em municípios com relevo acidentado deve reconhecer que a topografia é o principal modulador da escolha da técnica,

sendo a Curva de Nível com Cochinhos (CNC), já validada em terrenos íngremes e degradados de Atílio Vivácqua, a intervenção estrutural primária para estabilização de encostas e recuperação da produtividade em solos “lavados”. Recomenda-se ainda que qualquer intervenção seja precedida por análise geoestatística dos atributos físicos do solo, a fim de otimizar o posicionamento das estruturas em zonas de maior capacidade de infiltração.

Diante desse contexto, o modelo final de intervenção no Espírito Santo deve ser concebido como um Sistema Híbrido Integrado, que combine as diretrizes regionais do Incaper para a recarga de aquíferos em áreas de baixa inclinação com as especificações de engenharia da Embrapa para o controle de enxurradas em encostas. Essa abordagem em camadas, integrando controle estrutural, manejo vegetal e conservação pedológica, assegura maior sustentabilidade na gestão dos recursos hídricos e do solo em microbacias.

Conclui-se, portanto, que barraginhas e curvas de nível com cochinhos não são apenas técnicas isoladas de conservação, mas sim ferramentas estratégicas para a transição agroecológica e para o fortalecimento da agricultura familiar no sul do Espírito Santo. Quando planejadas e executadas de forma integrada, apoiadas por políticas públicas, assistência técnica e planejamento científico, transformam desafios em oportunidades, promovendo segurança hídrica, conservação ambiental e valorização dos saberes locais, ao mesmo tempo em que apontam caminhos para novas pesquisas e aprimoramentos futuros.

12. Referências

- ALMEIDA, R. M.; SILVA, A. C.; BARBOSA, L. F. Sistemas agroflorestais e sustentabilidade da agricultura familiar no Brasil. **Cadernos de Agroecologia**, v. 18, n. 1, p. 1-12, 2023.
- ALTIERI, M. A. **Agroecologia**: bases científicas para uma agricultura sustentável. 3. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2020.
- ALTIERI, M. A. **Agroecologia**: princípios e estratégias para o desenvolvimento agrícola sustentável. 3. ed. Porto Alegre: UFRGS, 2008.
- ARMANDO, M. E. Sistemas agroflorestais e a sustentabilidade ambiental. **Revista Árvore**, v. 26, n. 3, p. 321-330, 2002.

BERBET, M. L. C.; FREITAS, M. A. S. Práticas agrícolas conservacionistas. In: **Curso de manejo e conservação do solo e da água**. Viçosa: UFV, 2010. p. 35–56.

BREMENKAMP, C. A. *et al.* **Barraginhas**: conservação do solo e recuperação hídrica em propriedades rurais. Vitória, ES: Incaper, 2021. 24 p. (Incaper, Documentos, 279). ISSN 1519-2059. Disponível em: <https://biblioteca.incaper.es.gov.br/digital/bitstream/123456789/4184/1/Doc279-barraginha-Incaper.pdf>. Acesso em: 30 set. 2025.

BREMENKAMP, C. A. *et al.* **Barraginhas**: conservação do solo e recuperação hídrica em propriedades rurais. Vitória, ES: Incaper, 2021. 24 p. (Incaper, Documentos, 279). ISSN 1519-2059.

CAMARGO, L. S. A.; OLIVEIRA, A. C.; SOUZA, D. A. Agroecologia e agricultura familiar: perspectivas e desafios. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 13, n. 2, p. 45-58, 2018.

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. Home page: <https://editora.incaper.es.gov.br/incaper-em-revista>. DOI:10.54682/ier.v.13e14.p06.19.

EGIDIO, L. S.; SOUZA, M. N. Recuperação de áreas degradadas na Mata Atlântica: 23 anos de restauração ecológica e agrofloresta na Estância São Lucas, Guaçuí – ES. Restoration of degraded areas in the Atlantic Forest: 23 years of ecological restoration and agroforestry in the Estância São Lucas, Guaçuí - ES. **Fronteiras: Journal of Social, Technological and Environmental Science**, v. 14, p. 230-241, 2025. Home page: <https://periodicos.unievangelica.edu.br/index.php/fronteiras/article/view/7988>. DOI: 10.21664/2238-8869.2025v14i3.7988.

EMBRAPA MILHO E SORGO. **Curva de Nível com Cochinhos**. 2024. Disponível em: <https://transforma.fbb.org.br/tecnologia-social/curva-de-nivel-com-cochinhos>. Acesso em: 30 set. 2025.

EMBRAPA MILHO E SORGO. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária-Embrapa. **Curva de Nível com Cochinhos**. – Embrapa Milho e Sorgo. 2024.. Disponível em: <https://transforma.fbb.org.br/tecnologia-social/curva-de-nivel-com-cochinhos>.

EMBRAPA MILHO E SORGO. **Tecnologia de barraginhas**: manual de instalação e manejo. Sete Lagoas: Embrapa, 2007.

EMBRAPA. **Barraginhas**: tecnologia simples e de baixo custo para conservação de água e solo. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2009.

FRANCISQUETTI, K. V. C.; ROCHA, J. P.; SMERMAN, W.; RODRIGUES, A. B. M.; CHEMAPI, A. J. G. Sistema de barraginhas: uma técnica de uso e conservação do solo do Programa de Recuperação de Nascentes do Córrego Passo-Preto. In: WORKIF – WORKSHOP DE ENSINO, PESQUISA, EXTENSÃO E INOVAÇÃO DO IFMT, 8., 2023, Cuiabá, MT. **Anais eletrônicos...** Cuiabá, MT:

Even3, 2023. Disponível em: https://www.even3.com.br/anais/viii-workif-371278/714814-sistema-de-barraginhas--uma-tecnica-de-uso-e-conservacao-do-solo-do-programa-de-recuperacao-de-nascentes-do-corre/?utm_source. Acesso em: 30 set. 2025.

GLIESSMAN, S. R. **Agroecology**: the ecology of sustainable food systems. 3. ed. Boca Raton: CRC Press, 2015.

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.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Agropecuário 2024**: resultados preliminares. Rio de Janeiro: IBGE, 2024.

INCAPER. Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural. **Conservação do solo e recuperação hídrica em propriedades rurais: Barraginhas**. Vitória-ES: Incaper, 2021. Documento nº 279. ISSN 1519-2059. Disponível em: <https://incaper.es.gov.br/biblioteca>.

LEPSCH, I. F. **Formação e conservação dos solos**. 2. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2011.

MACHADO, A. T.; FILHO, J. L. Agroecologia e movimentos sociais no Brasil. **Estudos Sociedade e Agricultura**, v. 22, n. 1, p. 55-78, 2014.

MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Políticas públicas e incentivo à agroecologia no Brasil**. Brasília: MAPA, 2024.

MASSARIOL, B. P.; PERON, I. B.; NOVELLO, J. S.; LIMA, M. da S. P.; SOUZA, D. S. M. de; ADÃO, J. E. A.; COSTA, W. M. da; AZEVEDO, P. P. M.; MENON, M. M.; SOUZA, M. N. Três faces da sustentabilidade rural: agroecologia, agricultura orgânica e transição agroecológica. In: SOUZA, M. N. (Org.) **Tópicos em Cafeicultura Vol. V – Cafeicultura Agroecológica**. Canoas: Mérida Publishers, 2025, p. 52-92. DOI: <https://doi.org/10.69570/mp.978-65-84548-35-0.c2>

ODUM, E. P.; BARRETT, G. W. **Fundamentos de ecologia**. 5. ed. Rio de Janeiro: Thomson Learning, 2007.

OLIVEIRA, A. S.; SILVA, M. A.; SANTOS, R. L. Práticas conservacionistas em microbacias hidrográficas: curvas de nível e barraginhas. **Revista Brasileira de Agricultura Sustentável**, v. 9, n. 2, p. 25-35, 2019. Disponível em: <https://revistas.uneb.br/index.php/agriculturasustentavel/article/view/6879>. Acesso em: 3 jun. 2025.

OLIVEIRA, R. F.; SOUZA, M. N.; TRIVELLATO, M. D. Revegetação de taludes e áreas ciliares da represa do horto e da nascente do IF Sudeste MG – CAMPUS RIO POMBA. **Revista Eletrônica do IBEAS**, v.1, p.58 - 64, 2015.

OLIVEIRA, R. F.; SOUZA, M. N.; TRIVELLATO, M. D. Revegetação de taludes e áreas ciliares da represa do horto e da nascente do IF Sudeste MG – CAMPUS RIO POMBA. **Revista Eletrônica do IBEAS**, v.1, p.58 - 64, 2015.

PATERNIANI, E. A contribuição da agroecologia para a agricultura sustentável. **Estudos Avançados**, v. 15, n. 43, p. 255-268, 2001.

PEIXOTO, R. M.; GIONGO, P. R.; BACKES, C.; SILVA, P. C. Técnicas conservacionistas de solo e água na agropecuária: caracterização da área de contribuição de barraginhas. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 5, p. e15411526694, 2022. DOI: 10.33448/rsd-v11i5.26694. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/26694>. Acesso em: 30 set. 2025.

PEIXOTO, R. M.; GIONGO, P. R.; BACKES, C.; SILVA, P. C. Técnicas conservacionistas de solo e água na agropecuária: caracterização da área de contribuição de barraginhas. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 5, p. e15411526694, 2022. DOI: 10.33448/rsd-v11i5.26694.

PEREIRA, H. S. *et al.* Impacto das barraginhas na infiltração da água no solo em áreas agrícolas do Cerrado. **Engenharia Agrícola**, v. 34, n. 1, p. 144-152, 2014. <https://doi.org/10.1590/S0100-69162014000100015>

PINHEIRO, A. C. M.; NASCIMENTO, P. de O.; SOUZA, M. N. Barraginhas (caixas secas e, ou, bacia de contenção). In: PINHEIRO, A. C. M.; SOUZA, M. N. **Cafeicultura em região de topografia acidentada e práticas de conservação e recuperação do solo**. Canoas, RS: Mérida Publishers, p. 51-64. 2022.

PINHEIRO, A. C. M.; SOUZA, M. N.; FERRARI, J. L.; PELUZIO, J. B. E. Estudo de caso: barraginhas e a produtividade do cafeeiro conilon no Ifes campus de Alegre. In: PINHEIRO, A. C. M.; SOUZA, M. N. **Cafeicultura em região de topografia acidentada e práticas de conservação e recuperação do solo**. Canoas, RS: Mérida Publishers, p. 65-87. 2022.

PINTO, C. C.; SANTOS, F. A.; BARCELOS, J. A. Agroecologia e sustentabilidade: uma proposta de integração entre dimensões ecológicas, sociais e econômicas. **Revista de Desenvolvimento Rural Sustentável**, v. 6, n. 2, p. 77-94, 2020.

RICKLEFS, R. E.; RELYEA, R. **A Economia da Natureza**. 7. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2018.

RSSING. **Barraginhas - Experiência no Espírito Santo**. Disponível em: https://barraginhas2.rssing.com/chan-51331342/all_p27.html. Acesso em: 3 jun. 2025.

SILVA, M. M. da; SILVA, M. M. da; LOUBACK, G. C.; SOUZA, M. N.; RANGEL, O. J. P.; FERRARI, J. L.; CARDOZO, L. G. C.; PRETO, B. de L.; OLIVEIRA, A. F. M. de; CALABIANQUI, T. N.; BERILLI, A. P. C. G.; BERILLI, S. da S. Uso e cobertura da terra na fazenda São José, município de Muniz Freire, ES. **OBSERVATORIO DE LA ECONOMÍA LATINOAMERICANA**, v. 21, p. 20818-20833, 2023. Disponível em:

<https://ojs.observatoriolatinoamericano.com/ojs/index.php/olel/article/view/1386/1461>. DOI: 10.55905/oelv21n11-121.

SILVA, T. P. *et al.* Best management practices to reduce soil erosion and change water balance components in watersheds under grain and dairy production. **International Soil and Water Conservation Research**, v. 12, n. 1, p. 121-136, 2024. DOI: 10.1016/j.iswcr.2023.06.003. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.iswcr.2023.06.003>. Acesso em: 30 set. 2025.

SILVA, T. P. *et al.* Best management practices to reduce soil erosion and change water balance components in watersheds under grain and dairy production. **International Soil and Water Conservation Research**, v. 12, n. 1, p. 121-136, 2024. DOI: 10.1016/j.iswcr.2023.06.003.

SOSSAI, M. F.; PEDROZA, D.; LOVATTI, L. **Manual Operacional MOP Reflorestar**. 2024. Disponível em: [https://seama.es.gov.br/Media/Seama/Documentos/Manual%20Operacional%20do%20Programa%20\(MOP\)REFLORESTAR%2017%20DE%20JUNHO%202024.pdf](https://seama.es.gov.br/Media/Seama/Documentos/Manual%20Operacional%20do%20Programa%20(MOP)REFLORESTAR%2017%20DE%20JUNHO%202024.pdf). Acesso em: 24 fev.2025.

SOUSA, S. N. S. *et al.* Spatial variability of soil physical attributes under conservation management systems for sugarcane cultivation. **Revista Engenharia na Agricultura – REVENG**, v. 31, contínua, p. 127-139, ago. 2023. DOI: 10.13083/reveng.v30i1.15695. Disponível em: <https://periodicos.ufv.br/reveng/article/view/15695>. Acesso em: 30 set. 2025.

SOUSA, S. N. S.; SOUZA, C. M. A. de; NAGAHAMA, H. de J.; CORTEZ, J. W.; NASCIMENTO, J. M. Spatial variability of soil physical attributes under conservation management systems for sugarcane cultivation. **Revista Engenharia na Agricultura – REVENG**, v. 31, contínua, p. 127-139, ago. 2023. DOI: 10.13083/reveng.v30i1.15695. Disponível em: https://periodicos.ufv.br/reveng/article/view/15695?utm_source=chatgpt. Com.

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.; OLIVEIRA, T. M.; SANTOS, J. B.; FRAGA, T. A. C.; CARVALHO, E. A. Agricultura familiar e conservação do solo: desafios e caminhos no Sul do Espírito Santo. **Revista de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 3, n. 1, p. 87–101, 2022.

TEIXEIRA, L. R. *et al.* Práticas agroecológicas e conservação do solo: contribuições para sistemas agrícolas sustentáveis. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 27, n. 4, p. 267-276, 2023.

UFPEL / Grupo de Pesquisa em Hidrologia – Best management practices to reduce soil erosion and change water balance components in watersheds under grain and dairy production. **International Soil and Water Conservation Research**, 2023. Disponível em:

https://wp.ufpel.edu.br/hidrologiaemodelagemhidrologica/2023/10/17/artigo-publicado-no-periodico-international-soil-and-water-conservation-research/?utm_source=chatgpt.com.

VAILATE, A.; CARVALHO, S. Agroecologia e movimentos ecológicos no Brasil: uma análise histórica. **Revista NERA**, v. 24, n. 58, p. 145-164, 2021.

VARDIERO, L. G. G.; GOMES, A. L. C.; GALL, M. V. C.; SILVA, I. B. da; SILVA, M. A. P. da; MENON, M. M.; EGIDIO, L. S.; SOUZA, M. N. Abordagens conservacionistas para prevenção e recuperação da degradação do solo e da água por erosão hídrica. In: SOUZA, M. N. (Org.) **Tópicos em recuperação de áreas degradadas**. Vol. V. – Canoas, RS: Mérida Publishers, 2023. p. 187-209. ISBN: 978-65-84548-12-1. DOI: <https://doi.org/10.4322/mp.978-65-84548-12-1.c5>

XAVIER, J. P.; MOREIRA, D. F.; SANTOS, R. M. Agricultura familiar, agroecologia e sustentabilidade: desafios contemporâneos. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 18, n. 2, p. 33-47, 2023.

ZACARIAS, A. J.; SOUZA, M. N. Recuperação de área degradada de monocultura intensiva no estado do Espírito Santo. **REVISTA DA UNIVAP**, v.1, n. 87, p. 234-242, 2019. Disponível em: http://www.inicepg.univap.br/cd/INIC_2018/index.html.