
Abordagens conservacionistas para prevenção e recuperação da degradação do solo e da água por erosão hídrica

Loruama Geovanna Guedes Vardiero, Ana Lídia Chaves Gomes, Marcus Vinícius Campos Gall, Iesa Brasil da Silva, Marlon Alves Peçanha da Silva, Márcio Menegussi Menon, Luana Soares Egidio, Maurício Novaes Souza

<https://doi.org/10.4322/mp.978-65-84548-12-1.c5>

Resumo

O processo de desprendimento e arraste acelerado das partículas do solo, causado pela água ou pelo vento, é denominado erosão. Esse desprendimento pode acontecer de forma natural ou ser resultado de ações antrópicas, tais como o desmatamento, a retirada da cobertura vegetal da área, gerando assim, processos erosivos acelerados que provocam o desequilíbrio dos ecossistemas. O tipo de erosão mais comum registrado no Brasil é a erosão hídrica, causada pelo escoamento superficial da água, proveniente do uso incorreto e da falta de conservação dos solos. A degradação dos solos brasileiros em curto, médio e longo prazo apresenta prejuízos à sociedade nos âmbitos ambientais e financeiros. As voçorocas são avançados casos de degradação, causadas pelas erosões hídricas que acarretam em assoreamento (acúmulos de sedimentos no fundo de um corpo hídrico) e contaminação dos cursos d'água. Diante desse cenário, técnicas quando aplicadas de forma integrada podem conter o processo degradativo e auxiliar nos procedimentos de recuperação. Contudo, é fundamental que ocorra a sistematização e a aplicação de práticas de conservação do solo e da água. Como exemplo, a proteção da área, o aumento da rugosidade no solo e a estruturação do escoamento superficial, condicionando a corrente das enxurradas para técnicas de recebimento desse fluxo que permitirão a infiltração. Sendo assim, este trabalho tem como objetivo discutir práticas conservacionistas, medidas preventivas e corretivas para conter o desenvolvimento de voçorocas que têm sido executadas pelo poder público e por organizações da sociedade civil no sul do estado de Espírito Santo.

Palavras-chave: Voçoroca. Plantio de água. Perda de solo. Conservação do solo. Barraginhas e Cochinhos.

1. Introdução

O solo é um sistema vivo, complexo e dinâmico, por onde ocorrem interações entre plantas, animais e microrganismos com o meio físico. Essas interações afetam a qualidade do solo: assunto cada vez mais estudado, principalmente, no que se refere à sua definição e mensuração (SILVA et al., 2021).

Baretta et al. (2010) descrevem a qualidade do solo como a capacidade do mesmo em funcionar dentro de qualquer ecossistema, garantindo a produtividade biológica, qualidade ambiental e desenvolvimento saudável de plantas e animais.

Primavesi (2019) também cita que a qualidade do solo está relacionada a boa estrutura física, elevada porcentagem de nutrientes, diversidade de microrganismos e considerável teor de matéria orgânica do solo (MOS), que exerce importantes funções no sistema edáfico. Nesse âmbito, a qualidade do solo é observada pela interação de seus atributos físicos, químicos e biológicos, sendo a MOS um componente de grande importância na dinâmica dos ecossistemas.

Sabe-se que o equilíbrio dinâmico de transformação do sistema ambiental da superfície terrestre, naturalmente, ocorre com auxílio dos processos erosivos, sendo a erosão geológica um processo natural. Entretanto, a exploração antrópica, o uso e a ocupação inadequados do solo, ocasionam a aceleração dos processos erosivos naturais (SOUZA, 2015; PEREIRA et al., 2020).

Um exemplo desse uso inadequado é o caso de pastagens degradadas: têm o processo de degradação do solo iniciado devido ao superpastejo, caracterizado pelo excesso de animais pastejando em uma determinada área (Figura 1).

Segundo relatório da FAO e ITPS (2015), cerca de 33% dos solos do mundo estão degradados, com perda de fertilidade e, conseqüentemente, produtividade. No caso dos solos brasileiros, os principais problemas são a erosão, perda de carbono orgânico, e o desequilíbrio de nutrientes.

De acordo com o IGAM (2014), nos dias atuais, no Brasil, sofrem-se a escassez de água no campo e nas cidades, sendo os fatores determinantes o desmatamento e o manejo inadequado do solo, que removem a cobertura vegetal das zonas de recarga do lençol freático. Com o solo compactado, o

mesmo atua como se fosse um telhado: a superfície do solo recebe a água das chuvas, concentrando-a em enxurrada que, na medida em que se perde por escoamento superficial, avoluma-se até formar processos erosivos, causando sérios impactos socioeconômicos e ambientais.



Figura 1. Área degradada de pastagem com pouca cobertura vegetal que irá estimular o *splash*. Fonte: Acervo Maurício Novaes, 2008.

Para esse mesmo autor, a ação antrópica que vêm promovendo o desmatamento desordenado para a implantação de áreas agricultáveis associada à falta de uso de tecnologias adequadas à conservação do solo, ocasiona sua compactação: diminui as taxas de infiltração de água, aceleram o escoamento superficial, ocasionam problemas como a erosão, assoreamentos, enchentes, diminuição da disponibilidade das águas superficiais e o rebaixamento do nível do lençol freático.

Dessa forma, de acordo com Wang et al. (2016), por proporcionar perdas de solo e nutrientes, estar associada ao assoreamento, a poluição de corpos hídricos e as inundações, atualmente, a erosão do solo é considerada um dos maiores problemas ambientais em escala global.

A erosão do solo se inicia e se torna problema ambiental a partir do desmatamento executado para possibilitar a produção agropecuária. Os solos perdem a sua cobertura vegetal que os protegem da ação erosiva das gotas das chuvas. Desprotegidos, ficam expostos à degradação e toneladas de partículas

são perdidas por erosão. Essa perda de solo também acarreta na redução: de nutrientes, da qualidade da cultura, da capacidade de infiltração e da capacidade de retenção de umidade no solo (SOUZA, 2015; BERTONI; LOMBARDI NETO, 2017).

A perda de solo ocasionada pela erosão hídrica é influenciada por diversos fatores, tais como: topografia, intensidade pluviométrica, pedologia, assim como a existência e intensidade da cobertura vegetal na área. A ação da água da chuva e, mais especificamente, do impacto das gotas sobre o solo, chamado de efeito *splash*, dá origem à dispersão das partículas do solo que são carregadas pela água da chuva (VERDUM et al., 2016).

Segundo esses mesmos autores, agrava-se quando não há proteção do solo, caracterizando a desagregação, transporte e deposição das partículas minerais e demais componentes aderidos, tais como defensivos e fertilizantes agrícolas, matéria orgânica, biota do solo e sementes (Figura 2).

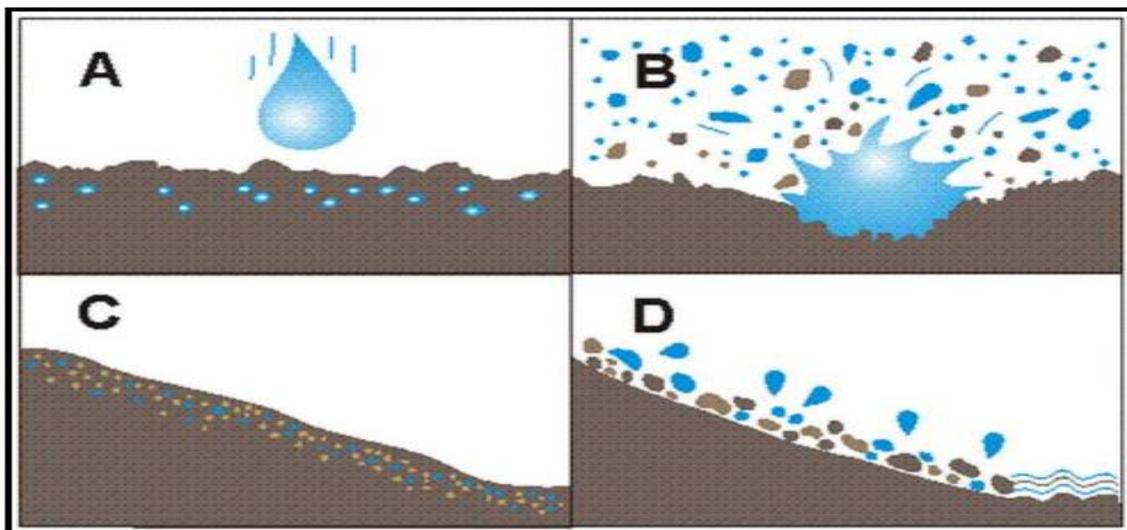


Figura 2. Efeito “splash”. Fonte: Adaptado da Universidade Estadual “Júlio de Mesquita Filho” – UNESP, 2019.

Ainda, o impacto do efeito *splash*, provoca a liberação de partículas que obstruem os poros do solo por partículas muito finas, adensando-o. Esse processo de adensamento ocasiona redução da macroporosidade do solo e, conseqüentemente, reduz também a taxa de infiltração de água, favorecendo o aumento dos processos erosivos.

Esse é o procedimento em que a estrutura do solo é quebrada pelo impacto da água da chuva que atinge a superfície do terreno. Em seguida, o material solto é removido do local e depositado nas depressões no interior das vertentes e no fundo dos vales, tendo como resultado o assoreamento dos leitos dos rios (Figura 3) (BERTONI; LOMBARDI NETO, 1999).



Figura 3. Trecho do rio Castelo apresentando elevado grau de assoreamento. Fonte: Acervo Maurício Novaes, 2018.

De acordo com a forma como ocorre o escoamento das águas superficiais, diferentes processos erosivos podem ocorrer: a erosão laminar, caracterizada pelo escoamento uniforme na superfície do terreno e por não formar canais definidos; e a erosão linear, causada pela concentração do escoamento superficial em forma de filetes que pode evoluir para sulcos, ravinas e voçorocas (Figura 4) (SANTORO, 2009).

As ravinas são sulcos provocados por escavamento produzido pelo lençol de escoamento superficial ao sofrer certas concentrações de água: formam incisões na superfície de até 0,5 m de profundidade e largura, sendo perpendiculares às curvas de nível (Figura 5) (SOUZA, 2015; BERTONI; LOMBARDI NETO, 2017).



Figura 4. Pastagem degradada apresentando erosão laminar. Fonte: Acervo Maurício Novaes (2008).



Figura 5. Ravinas em pastagem degradada, Jerônimo Monteiro, ES. Fonte: Loruama Vardiero (2022).

As voçorocas são formas erosivas lineares (podendo ter forma retilínea, alongada e estreita), com profundidade maior que 0,5 m e com escavamento do solo até seus horizontes inferiores. Ocorrem quando as ravinas chegam ao lençol freático, aliado a uma erosão subsuperficial (escoamento subsuperficial) abrindo enormes buracos no solo (Figura 6). É a forma mais complexa de erosão linear,

devido ao alcance do nível freático que aflora no fundo do canal (SANTORO, 2009).



Figura 6. Voçoroca com aproximadamente 25 m de profundidade no município de Rio Pomba, MG. Fonte: Acervo Maurício Novaes, 2009.

Assim, ocorre uma ação combinada das águas do escoamento superficial e subterrâneo, condicionando uma evolução da erosão lateral e longitudinal. Conforme a ocorrência dessa evolução, uma voçoroca pode ser classificada morfológicamente como: linear, bulbosa, treliça, paralela, dendrítica ou composta (Figura 7) (IRELAND; EARGLE; SHARPE, 1939; SANTORO, 2009).

As voçorocas podem ainda apresentar uma profundidade que exponha os horizontes B e C, podendo chegar até a rocha mãe se não houver interferência. Geram grande perda de área, assoreamentos dos cursos de água, inviabilidade de estradas e prejuízos socioeconômicos. São áreas passíveis de recuperação através de práticas conservacionistas, que podem ser aplicadas não somente quando o problema já está ocorrendo, mas sim trabalhadas de forma preventiva em um local que tenha maior susceptibilidade à erosão.

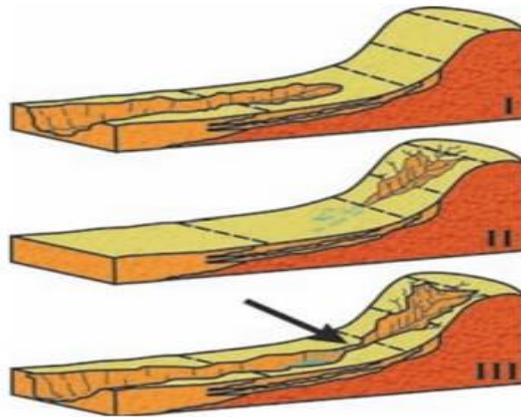


Figura 7. Modelo de evolução de voçorocas: (I) voçoroca conectada à rede hidrográfica; (II) voçoroca desconectada da rede hidrográfica; (III) integração entre os dois tipos anteriores. A seta na Figura III aponta para o degrau formado no momento da integração. Fonte: Santoro, 2009, modificado de Oliveira, 1989.

A Figura 8 apresenta duas voçorocas de grande porte no declive da BR-482. Apesar de se tratar de uma rodovia federal, a ausência de práticas conservacionistas às margens e o mau uso e ocupação do solo no local: corrobora o escoamento superficial na estrada que se direciona lateralmente modelando tal processo erosivo. Diante disso, há necessidade da aplicação de práticas para diminuição e correção dos impactos causados.



Figura 8. Voçorocas de grande porte na Rodovia BR-482, Alegre/Guaçuí, ES. Fonte: *Google Earth* (2022).

A visualização e a constatação das voçorocas de grande porte só se tornou possível por meio de técnicas de Sistemas de Informações Geográficas (SIG), levantamento planialtimétrico e leitura do ambiente *in loco*. Em outros estudos de casos, inclui-se também o conhecimento sobre: o tipo de solo característico do local, pois cada solo possui um comportamento diante do processo erosivo; e das formas de relevo predominantes, pois o formato da vertente (côncavo ou convexo) e a declividade das encostas interferem na instalação e no avanço do processo erosivo.

Contudo, antes da aplicação dessas práticas, é de fundamental importância a realização da leitura de ambiente com avaliação dos processos erosivos e das voçorocas com auxílio de imagens aéreas e em campo. Nesse momento, sugere-se utilizar como referência para classificação o trabalho de Capeche et al. (2008), onde as voçorocas são classificadas quanto à profundidade e à extensão da bacia de contribuição:

➤ **Profundidade:**

- Voçoroca pequena – menor que 2,5 m de profundidade;
- Voçoroca média – de 2,5 a 4,5 m de profundidade;
- Voçoroca grande – maior que 4,5 m de profundidade.

➤ **Bacia de contribuição:**

- Voçoroca pequena – quando a bacia de contribuição for menor que 10 ha;
- Voçoroca média – bacia de contribuição entre 10 a 50 ha;
- Voçoroca grande – quando maior que 50 ha.

Realizados a leitura de ambiente e o diagnóstico da área com classificação e descrição dos processos erosivos, será possível recomendar práticas ambientais a fim de resgatar tais áreas degradadas por processos erosivos.

Segundo o capítulo I, artigo 2º, inciso IV da Instrução Normativa nº 11 de 11 de dezembro de 2014 do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – IBAMA, a definição de área degradada é: “*aquela impossibilitada de retornar por uma trajetória natural a um ecossistema que se*

assemelhe ao estado inicial, dificilmente sendo restaurada, apenas recuperada”; ou seja, retornada a alguma forma de utilização de acordo com um plano pré-estabelecido, oferecendo condições estáveis para utilização da área.

Para tal, a sistematização e aplicação de práticas de conservação do solo e da água são fundamentais. Como exemplo, a proteção da área, o aumento da rugosidade no solo e a estruturação do escoamento superficial, condicionando o fluxo das enxurradas para técnicas de recebimento desse fluxo que permitirão a infiltração.

Este trabalho tem como objetivo apresentar e discutir as principais medidas preventivas e corretivas para conter o desenvolvimento de processos erosivos.

2. Práticas preventivas e corretivas para a erosão no meio rural

Os sulcos e ravinas, que podem evoluir para voçorocas, são considerados problemáticos em regiões montanhosas, uma vez que acarretam no empobrecimento acelerado dos solos durante sua formação. Mesmo sabendo que os mesmos passam por processos evolutivos e tornam-se senis, essas estruturas erosivas merecem a devida atenção.

Para evitar perdas de solo, de água e até mesmo perdas na produção agropecuária e no valor da propriedade, são necessárias ações humanas para intervir de forma positiva nos processos erosivos e pedológicos. Visa evitar que um processo juvenil de erosão, principalmente se for oriundo de ações antrópicas, se torne uma voçoroca de grande porte (Figura 9) (SOUZA, 2015).

As práticas preventivas para erosão visam medidas neutralizadoras dos aspectos condicionantes do processo erosivo, antes da sua instalação. Já as práticas de controle, por sua vez, buscam amenizar ou retardar o avanço do processo erosivo: ambas consideram técnicas destinadas à conservação do solo, sendo essas de caráter vegetativo, mecânico-vegetativo, mecânico (ou físico-mecânico) e edáficas (Figura 10).



Figura 9. Exemplo de área de pastagem com voçoroca de grande porte no município de Rio Pomba, MG. Fonte: Acervo Maurício Novaes, 2008.

Vale ressaltar que, a aplicação de práticas conservacionistas com o objetivo de conter o desenvolvimento de processos erosivos, como no caso das voçorocas, não deve ser aplicada como práticas isoladas. Precisam ser executadas como um conjunto de práticas que aplicadas em consonância, visam estabilizar toda a área de interesse.



Figura 10. Diagrama de técnicas de conservação do solo. Fonte: Os autores, 2022.

Segundo Bertoni e Lombardi Neto (2017), o controle do voçorocamento é realizado com os seguintes objetivos: a) interceptação da enxurrada acima da área de voçorocas, com terraços de diversão; b) retenção da enxurrada na área de drenagem, por meio de práticas de cultivo, de vegetação e estruturas específicas; c) eliminação das grotas e voçorocas, com acertos do terreno executados com grandes equipamentos de movimentação de terra; d) revegetação da área; e) construção de estruturas para deter a velocidade da água ou até mesmo armazená-las; f) completa exclusão do gado; g) controle da sedimentação das grotas e voçorocas ativas.

No sul do estado do Espírito Santo, têm sido realizadas algumas iniciativas práticas para controle de erosão e do voçorocamento, visando não só a redução do escoamento superficial, mas também o aumento da infiltração de água no solo. No setor público, um exemplo vem sendo os projetos realizados pela Secretaria Municipal de Meio Ambiente de Atílio Vivácqua. Dentre as organizações da sociedade civil, destaca-se a atuação da Associação de Plantadores de Água (PLANT'ÁGUA).

3. Estudo de Caso: ações conservacionistas realizadas pela gestão pública do município de Atílio Vivácqua, ES

Segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2010), o município de Atílio Vivácqua, ES, tem em sua maioria uma economia voltada aos pequenos produtores, que hoje se veem com um grande problema de escassez de água: por irregularidade ou falta de informação sobre manejo do solo.

Márcio Menegussi Menon, Secretário Municipal de Meio Ambiente, participou de um treinamento com a Embrapa e teve acesso às tecnologias do projeto Barraginhas e Cochinhos em curvas de nível (Figura 11).

Como Secretário de Meio Ambiente no município de Atílio Vivácqua - ES, Márcio decidiu aplicar as técnicas aprendidas com o agricultor e técnico da Embrapa, Luciano Cordoval Barros. Assim, o projeto "Barraginhas e Cochinhos em curvas de nível" tornou-se um programa da gestão municipal em Atílio Vivácqua, disseminando e executando essa tecnologia para os agricultores do município (Figura 12).



Figura 11. Projeto técnico de produtor de água do município de Atílio Vivácqua, ES. Fonte: Machado et al. (2022).

O trabalho da secretaria foi então premiado em 2020 no Prêmio Biguá de Sustentabilidade e no Prêmio Desafio de Inovação – Campanha Nacional de Combate à Erosão. Nos dias atuais, além de gerir e atuar ativamente no programa, o secretário recebe visitas e capacita outros municípios para a replicação do mesmo, como o ocorrido nos dias 15 e 16 de março de 2023 quando recebeu uma comitiva do município mineiro de Canaã.



Figura 12. Intervenções em áreas de pastagens degradadas em Atílio Vivácqua, ES – cochinhos e barraginhas. Fonte: Acervo Maurício Novaes, 2022.

A equipe de campo é composta pelo secretário e seu operador de máquinas. Juntos passam a disseminar e executar a tecnologia por todas as comunidades do referido município. Abrange, principalmente, pastagens degradadas, com a instalação das barraginhas e dos cochinhos, visando a redução do escoamento superficial, reduzindo o avanço do processo erosivo nessas áreas. Além disso, as técnicas também promovem uma maior infiltração lenta da água das chuvas no solo, visando a recarga do lençol freático e a redução das perdas de solo e água (Figura 13).



Figura 13. Área de pastagem degradada em Atílio Vivácqua recebendo intervenção e construção de barraginha. Fonte: Acervo Maurício Novaes, 2022.

Em visita recente ao município com um grupo de alunos de mestrado do IFES - campus de Alegre, ES, foi possível observar a vasta quantidade de pastagens degradadas no município (Figura 14).

Por outro lado, também houve a possibilidade de acompanhar a construção das técnicas numa propriedade rural e a satisfação de produtores que receberam as técnicas em anos recentes. Os relatos dos produtores demonstraram esperança para melhorias no acesso à água nas propriedades, mesmo no período de seca: satisfação de quem não tem tido perdas de solo e passado por situações de falta de água nos últimos anos, após receber as práticas do programa.



Figura 14. Cochinho sendo construído em área de pastagem degradada em Atílio Vivácqua. Fonte: Acervo Maurício Novaes, 2022.

Além desse avanço nas propriedades, o secretário tem recebido muitas visitas de pessoas interessadas pelo Programa, ministra treinamentos, tendo aparecido com frequência nas mídias sociais divulgando os benefícios de tais intervenções. Após as primeiras chuvas ocorridas em outubro de 2022, observam-se cochinhos e barraginhas com água retida promovendo sua retenção e posterior infiltração (Figuras 15, 16 e 17).



Figura 15. Cochinho após a primeira chuva em outubro/2022 em Atílio Vivácqua. Fonte: Márcio Menegussi Menon, 2022.

Segundo Barros e Ribeiro (2009), a barraginha não deve ser construída em cursos de águas perenes, nas áreas de proteção permanente (APPs), no interior das voçorocas, nas grotas em “V” (aquelas com barrancos profundos) e nem em terrenos com inclinação acima de 12%, sendo de extrema importância a adoção dessas “normas” de segurança.



Figura 16. Barraginha após a primeira chuva em outubro/2022 em Atílio Vivácqua.

Fonte: Márcio Menegussi Menon, 2022.



Figura 17. Barraginha recebendo água da chuva proveniente de um cochinho à montante: outubro/2022, Atílio Vivácqua, ES. Fonte: Márcio Menegussi Menon (2022).

Todo esse trabalho possui um objetivo: a implantação desse sistema é carregar e descarregar o “lago”, proporcionando a infiltração num espaço de tempo rápido entre eventos de chuva durante a estação chuvosa, proporcionando que ocorram de 12 a 15 recargas completas do volume, bem como do espaço poroso do solo, funcionando como uma espécie de caixa d’água natural (BARROS, 2000).

De acordo com Tiecher (2016), a formação de macroagregados é influenciada pelas interações existentes entre a biota do solo, raízes e agentes inorgânicos e orgânicos, que afetam a quantidade e a dinâmica da matéria orgânica no solo. Assim, práticas conservacionistas, que propiciem maior enraizamento e acúmulo de resíduos vegetais na cobertura do solo, favorecem os processos de agregação e, conseqüentemente, melhoram as propriedades físicas do solo.

O maior aporte de diferentes resíduos vegetais na cobertura do solo também contribui positivamente com os processos de humificação e fixação de carbono no solo, sendo fundamental para aumentar o teor de carbono orgânico no solo e a absorção e manutenção (PORTUGAL et al., 2008; FONTANA et al., 2011). Para Rangel et al. (2007), o não revolvimento do solo, o cultivo de culturas perenes e o manejo orgânico, são de grande importância na preservação da integridade da estrutura do solo e, conseqüentemente, na manutenção nos estoques de carbono e nitrogênio do solo.

4. Estudo de Caso: conservação do solo e da água por meio da tecnologia social de Plantio de Água

O movimento do “Plantio de água” vem sendo desenvolvido no “Sítio Jaqueira Agroecologia” em Alegre, ES, pelo agricultor, artesão e educador ambiental Newton Campos, há quase 40 anos (PEREIRA; CAMPOS; MEIRA, 2018). Nos últimos anos, esse movimento cultural de “Plantio de água” tem sido disseminado para além do “Sítio Jaqueira Agroecologia”, por intermédio do Projeto Plantadores de Água (Edital Petrobrás Ambiental 2013-2015) e da Associação de Plantadores de Água (PLANT’ÁGUA).

O plantio de água é certificado como tecnologia social, desde 2017, pela Rede Transforma, da Fundação Banco do Brasil. Essa tecnologia se caracteriza pela gestão de recursos hídricos em propriedades rurais e pela educação

ambiental. O “Plantio de Água” é caracterizado pela aplicação de cinco técnicas que são aplicadas nas propriedades rurais em consonância com a prévia observação e leitura do ambiente local.

As técnicas consistem em: a) isolar as Áreas de Preservação Permanente (APPs) de nascentes e cursos d’água; b) recuperar as matas ciliares com Sistemas Agroflorestais (SAFs); c) aplicar práticas de conservação do solo e da água; d) reutilizar a água coletada da chuva nos “caça-chuva”; e e) realizar o saneamento básico rural com fossas sépticas (Figuras 18 a 22).



Figuras 18, 19 e 20. A) Caixas-secas sequenciais construídas em estrada rural. B) Caça-chuva de cumeeira no Sítio Jaqueira Agroecologia. C) Caixas-cheias preparadas para o plantio de arroz. Fonte: Arquivo PLANT’ÁGUA, 2015 e 2022.

Assim, a efetividade dessa tecnologia social ocorre devido ao conjunto das técnicas que influenciam na ampliação da quantidade e no aumento da qualidade de água. Ocorre por meio de maior captação de água da chuva, redução da erosão e de danos das enxurradas, além do maior favorecimento da infiltração de água de chuva no solo. Além disso, a educação ambiental, que visa multiplicar e replicar a tecnologia é de grande valia para a promoção de mudanças de atitude quanto à gestão dos recursos hídricos, a valorização de ações comunitárias e as relações de vizinhança em comunidades rurais.



Figura 21 e 22. A) Fossa séptica biodigestora. B) SAF do Sítio Jaqueira Agroecologia, em torno das caixas cheias que são utilizadas para plantio de arroz. Fonte: Arquivo PLANT'ÁGUA, 2014; e Acervo Maurício Novaes, 2022.

Atualmente, a Associação promove a difusão, e expansão da tecnologia, principalmente por meio de eventos, oficinas, mutirões e consultorias realizados não só no município de Alegre, mas também em diversas cidades do estado do Espírito Santo e em outros estados brasileiros, como Minas Gerais (Figuras 23 e 24).



Figuras 23 e 24. A) Construção de caça-chuva durante a oficina de Plantio de Água, realizada em Simonésia, MG. B) Mutirão para construção de caixas-secas

durante consultoria realizada pela PLANT'ÁGUA na região do Caparaó. Fonte: Arquivo PLANT'ÁGUA (2022).

3. Considerações finais

A aplicação conjunta de práticas conservacionistas, tanto mecânicas quanto edáficas e vegetativas, auxiliam na redução de impactos causados pelos processos erosivos. Atuam assim, na recuperação das áreas degradadas, com prevenção e contenção de ravinamentos e voçorocas, aumentando a infiltração das águas pluviais no solo, promovendo o aumento da biodiversidade, além de favorecer a retenção de sedimentos que possivelmente contribuiriam para o assoreamento de rios e córregos.

As tecnologias sociais, sejam realizadas pelo poder público, por organizações da sociedade civil ou por iniciativas individuais, são facilmente replicáveis. O processo de aplicação das técnicas de manejo e conservação pode ser praticado pelos próprios produtores rurais ou agentes interessados, desde que realizado o dimensionamento e planejamento estratégico das mesmas (com prévia leitura do ambiente), visando a efetividade, manutenção e custeio das práticas.

4. Referências bibliográficas

BARETTA, D.; BROWN, G. G.; CARDOSO, E. J. B. N. Potencial da macrofauna e outras variáveis edáficas como indicadores de qualidade do solo em áreas com Araucária angustifolia. **Acta Zoologica Mexicana**, v. 2, p. 135-150, 2010.

BARROS, L. C. **Captação de águas superficiais de chuvas em barraginhas**. Sete Lagoas, MG. EMBRAPA Milho e Sorgo. Circular Técnica, 2. 2000. 16p. Disponível em:<<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/96925/1/circ-2.pdf>>. Acesso em: 15 ago. 2019.

BARROS, L. C.; RIBEIRO, P. E. A. **Barraginhas: Água de chuva para todos**, Brasília, DF: EMBRAPA Informação Tecnológica; Sete Lagoas: EMBRAPA Milho e Sorgo, 2009. 49p. Disponível em:< <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/128246/1/ABC-Barraginhas-aguade-chuva-para-todos-ed01-2009.pdf>>. Acesso em: 15 ago. 2019.

BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do solo**. 10. ed. São Paulo, Ícone, 2017. 392 p.

CAPECHE, C. L.; MACEDO, J. R.; PRADO, R. B.; PIMENTA, T. S., MELO, A. da

S. **Degradação do solo e da água:** impactos da erosão e estratégias de controle. Curso de Recuperação de Áreas Degradadas: a visão da Ciência do solo no Contexto do Diagnóstico, Manejo, Indicadores de monitoramento e Estratégias de Recuperação. 21ª Ed. Embrapa. Capítulo 5, 2008.

DADALTO, G. G.; CARMO FILHO, O. G.; CASTRO, L. L. F. **Captação de Águas Pluviais das Estradas Vicinais.** Vitória/ES: EMCAPA - Empresa Capixaba de Pesquisa Agropecuária. 1990.

DONAIRE, S. A.; RODRIGUES, N. J. Práticas conservacionistas e recuperação de área degradada por voçoroca em uma propriedade rural, no município de Regente Feijó (SP). **Geoambiente On-line**, 2021.

EMBRAPA. **Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária.** Disponível em: <<https://www.embrapa.br/en/busca-de-imagens/-/midia/2238002/palica-de-bam-bu>>. Acesso em: 31 ago. 2022.

FAO e ITPS - Food and Agriculture Organization of the United Nations and Intergovernmental Technical Panel on Soils, Rome, Italy. **Status of the World's Soil Resources (SWSR).** 2015. In press.

FONTANA, A. SILVA, C. F. da; PEREIRA, M. G.; ARCANGELO, P. Avaliação dos compartimentos da matéria orgânica em área de Mata Atlântica. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 33, n. 3, p. 545-550, 2011.

GUIMARÃES, J. C. C.; ALMEIDA, W. F.; PAIS, P. S. M.; ANDRADE, M. L. de C. Abordagem de práticas conservacionistas na recuperação de voçoroca. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v. 8, n. 14, p. 977, 2012.

IBAMA - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. **Instrução normativa nº 11, de 11 de dezembro de 2014.** Brasília, IBAMA, 2014.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Brasileiro 2010.** Rio de Janeiro: IBGE 2010. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/es/panorama>>. Acesso em: 11 ago. 2022.

IGAM – Instituto de Gestão das Águas de MG. **Projeto Barraginhas:** Captação de águas da chuva, visando o aumento da disponibilidade da água, promoção do desenvolvimento e da cidadania no meio rural. 2014. Disponível em: <<http://www.igam.mg.gov.br/images/stories/sistemadegerenciamento/CTIG/5.4-projeto-barraginhas-modelofhidro-atualizado-2.pdf>>. Acesso em: 13 set. 2019.

IRELAND, H. A.; EARGLE, D. H.; SHARPE, C. F. S. **Principles of gully erosion in the Carolina.** Piedmont of South US Department of Agriculture, 1939.

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. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 8, n. 3, p. 21712-21730, 2022. DOI:10.34117/bjdv8n3-393.

MACHADO, R. L.; COUTO, B. C. do; SILVA, A. H. da; RIBEIRO, P. T.; OLIVEIRA, J. A.; RESENDE, A. S. de; CAMPELLO, E. F. C.; FRANCO, A. A. **Perda de solo em erosão por voçorocas com diferentes níveis de controle no município de Pinheiral-RJ**. Embrapa Agropecuária Oeste, 2006.

MAPA - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Estradas rurais - orientações para construção, adequação e manutenção**. 1. ed. Brasília/DF. 2021.

PEREIRA, G. R.; CAMPOS, N. B.; MEIRA, A. C. H. Considerações etnoecológicas sobre o “plantio de água” em Alegre, no Sul do Espírito Santo. **Cadernos de Agroecologia**, v. 13, n. 1, 2018.

PEREIRA, I. M.; JAEGGI, M. E. P. C.; ROCHA, R. S.; ENTRINGER, G. C.; CRUZ, D. P.; LIMA, W. L.; SOUZA, M. N.; GRAVINA, G. A.; OLIVEIRA, T. R. A.; SANTANNA, C. Q. S. S. Morphological characterization of strains of bean pod promising south capixaba. **American International Journal of Agricultural Studies**, v. 3, n. 127, p. 14-18, 2020. Disponível em: <http://www.acseusa.org/journal/index.php/aijas>. Acesso em: 13 jan. 2023.

PIRES, F. R.; SOUZA, C. M. de. **Práticas mecânicas de conservação do solo e da água**. Viçosa: Suprema Gráfica, 176 p. 2003.

PORTUGAL, A. F.; JUCKSCH, I.; SCHAEFER, C. E. G. R.; WENDLING, B. Determinação de estoques totais de carbono e nitrogênio e suas frações em sistemas agrícolas implantados em argissolo Vermelho-amarelo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, n. 5, p. 2091-2100, 2008.

PRIMAVESI, A. M. Agricultura ecológica. **Revista Attalea Agronegócios**, n. 148, p. 60-61, 2019.

RESENDE, A. S. de. **Controle de voçorocas em áreas rurais**. Projeto Biomas, Embrapa Agrobiologia. 2005.

RODRIGUES, K. M.; CORREIA, M. E. F.; RESENDE, A. S.; CAMILO, F. L.; CAMPELO, E. F. C.; FRANCO, A. A.; DECHEN, S. C. F. Fauna do solo ao longo do processo de sucessão ecológica em voçoroca revegetada no município de Pinheiral - RJ. **Ciência Florestal**, p. 355-364, 2016.

SANTORO, J. Erosão Continental. In: TOMINAGA, L. K.; SANTORO, J.; DO AMARAL, R. (Orgs.) **Desastres naturais: conhecer para prevenir**. São Paulo: Instituto Geológico, 2009, p. 53-70.

SILVA, M. de O.; SANTOS, M. P. dos; SOUSA, A. C. P. da; SILVA, R. L. V. da; MOURA, I. A. A. de; SILVA, R. S. da; COSTA, K. D. S. da. Qualidade do solo: indicadores biológicos para um manejo sustentável. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 1, p. 6853-6875, 2021.

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

TIECHER, T. **Manejo e conservação do solo e da água em pequenas propriedades rurais no sul do Brasil**: práticas alternativas de manejo visando a conservação do solo e da água. Porto Alegre: UFRGS, 2016. 186 p.

VERDUM, R.; VIEIRA, C. L.; CANEPPELE, J. C. G. **Métodos e técnicas para o controle da erosão e conservação do solo**. Porto Alegre: IGEO/UFRGS, 2016.

VIEIRA, N. M. **Estudo geomorfológico das voçorocas de Franca-SP**. Tese - Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Franca. 1978.

WANG, X.; ZHAO, X.; ZHANG, Z.; YI, L.; ZUO, L.; WEN, Q.; LIU, F.; XU, J.; HU, S.; LIU, B. Assessment of soil erosion change and its relationships with land use/cover change in China from the end of the 1980s to 2010. **Catena**, v. 137, p. 256-268, 2016. DOI: 10.1016/j.catena.2015.10.004.