INSTITUTO FEDERAL DA PARAÍBA – CAMPUS PICUÍ
DIRETORIA DE DESENVOLVIMENTO DE ENSINO
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GESTÃO DOS RECURSOS AMBIENTAIS DO SEMIÁRIDO

JOSEFA VANESSA DOS SANTOS ARAÚJO

TECNOLOGIAS E PRÁTICAS DE MANEJO E RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO: REVISÃO DE LITERATURA

Picuí – PB
2026

JOSEFA VANESSA DOS SANTOS ARAÚJO

TECNOLOGIAS E PRÁTICAS DE MANEJO E RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO: REVISÃO DE LITERATURA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Pós-Graduação em Gestão dos Recursos Ambientais do Semiárido do Instituto Federal da Paraíba - Campus Picuí, em cumprimento às exigências parciais para a obtenção do título de Especialista.

Orientador: Prof. Dr. Jandeilson Alves de Arruda

Picuí – PB
2026

Dados Internacionais de Catalogação Biblioteca –
IFPB, Campus Picuí

A663t Araújo, Josefa Vanessa dos Santos.

Tecnologias e práticas de manejo e recuperação de áreas degradadas no semiárido brasileiro: revisão de literatura. / Josefa Vanessa dos Santos Araújo. – Picuí, 2026.

40 f. : il.

Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização - Gestão em Recursos Ambientais do Semiárido – GRAS) – Instituto Federal de Educação Tecnológica da Paraíba, IFPB – Campus Picuí/Coordenação de Pós Graduação em Gestão dos Recursos Ambientais do Semiárido, 2026.

Orientador: Dr. Jandeilson Alves de Arruda.

CDU 631.459

Elaborada por Alini Casimiro Brandão – CRB 000701

JOSEFA VANESSA DOS SANTOS ARAÚJO

TECNOLOGIAS E PRÁTICAS DE MANEJO E RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO: REVISÃO DE LITERATURA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Pós-Graduação em Gestão dos Recursos Ambientais do Semiárido do Instituto Federal da Paraíba - Campus Picuí, em cumprimento às exigências parciais para a obtenção do título de Especialista.

Aprovada em 23/09/2026

Banca Examinadora

Dr. Jandeilson Alves de Arruda
Prof. Orientador

Dr. Igor Tôrres Reis
Prof. Examinador

Dr. Victor Júnior de Lima Félix
Examinador

Picuí – PB
2026

TECNOLOGIAS E PRÁTICAS DE MANEJO E RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO: REVISÃO DE LITERATURA

Resumo

A degradação dos solos do semiárido brasileiro é um grave problema ambiental, que traz consequências para o bioma caatinga e as populações nele residentes, de modo que sua recuperação é requerida; desta forma, este trabalho objetiva realizar uma revisão de literatura sobre as tecnologias e práticas aplicadas à recuperação de áreas degradadas, com foco no semiárido brasileiro. O estudo examina as principais causas da degradação ambiental e os processos de deterioração física, química e biológica do solo, destacando a erosão hídrica, manifestada nas formas laminar, em sulcos e em voçorocas, como o principal fator de perda da capacidade de uso da terra. Em seguida, sistematizam-se as práticas de manejo conservacionista, categorizadas em mecânicas (a exemplo do terraceamento), edáficas e vegetativas. Por fim, apresentam-se intervenções adaptadas às condições do Semiárido com base no manual do Instituto Nacional do Semiárido (INSA), abrangendo medidas para regulação de fluxos hídricos, técnicas de aumento da infiltração da água no solo, obras lineares em encostas e estruturas de contenção de voçorocas. Conclui-se que, diante da escassez hídrica e da heterogeneidade ambiental da região, é indispensável ampliar a pesquisa experimental e consolidar políticas públicas para assegurar a sustentabilidade e a restauração do ecossistema.

Palavras-chave: Restauração Ecológica; Degradação do solo; Erosão hídrica; Controle de erosão.

TECHNOLOGIES AND PRACTICES FOR MANAGING AND RESTORATION OF DEGRADED AREAS IN THE BRAZILIAN SEMI-ARID REGION: A LITERATURE REVIEW

Abstract

Soil degradation in the Brazilian semi-arid region is a serious environmental problem with consequences for the Caatinga biome and its inhabitants, necessitating restoration efforts. This study provides a literature review on technologies and practices for the recovery of degraded areas, specifically within the Brazilian semi-arid context. It examines the primary causes of environmental degradation and the processes of physical, chemical, and biological soil deterioration—highlighting water erosion (in the forms of sheet, rill, and gully erosion) as the main driver behind the loss of land-use capacity. Furthermore, the study systematizes conservation management practices, categorized into mechanical (e.g., terracing), edaphic, and vegetative measures. Finally, it presents interventions tailored to the conditions of the semi-arid region—drawing from the manual provided by the National Institute of the Semi-Arid (INSA)—which include measures for regulating water flow, techniques to enhance soil water infiltration, linear structures on slopes, and gully-containment systems. The study concludes that, given the region's water scarcity and environmental heterogeneity, it is essential to expand experimental research and strengthen public policies to ensure the sustainability and restoration of the ecosystem.

Keywords: Ecological restoration; Soil degradation; Water erosion; Erosion control.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - A – Erosão Laminar; B – Erosão em sulco raso; C – Erosão em sulco profundo em área de pastagem; D – Erosão em sulco muito profundo “voçoroca”. 16

Figura 2 - Corte transversal de um terraço com seção trapezoidal: B = base maior do trapézio; b = base do canal do terraço ou base menor do trapézio; H = altura do camalhão; L = Largura da crista..... 17

Figura 3 - Vista panorâmica do canal de difusão de águas na parte superior da encosta.22

Figura 4 - Desenho do perfil do canal e vertedouro de regulação de fluxos hídricos. ... 22

Figura 5 - Canais transversais simples que regulam fluxos hídricos em caminhos ou estradas. 23

Figura 6 - Vista frontal e perfil do canal transversal simples. 23

Figura 7 - Vista geral de um canal transversal composto em fase de construção..... 24

Figura 8 - Vista panorâmica de um conjunto de valas de infiltração numa microbacia em fase operação. 25

Figura 9 - Esquema ilustrativo da configuração do terraço florestal em uma encosta com medidas em metros. 26

Figura 10 - Vista geral de tratamentos lineares com revestimentos de pneus na cabeceira de uma encosta..... 27

Figura 11 - Desenho do Tratamento Linear com Revestimento de Pneus..... 27

Figura 12 - Vista do tratamento linear com faxinas..... 28

Figura 13 - Vista panorâmica do tratamento linear feitas de ramos de faxina em fase inicial. 29

Figura 14 - Vista geral do tratamento linear com postes de madeira em fase de estabilização..... 30

Figura 15 - Vista em primeiro plano de uma represa de postes de madeira. 31

Figura 16 - Sequência de represa com estruturas de pedras em voçoroca com grau severo de degradação. 31

Figura 17 - Voçoroca preenchida por faxina em toda sua extensão..... 32

Figura 18 - Represa com pneus cheios com pedras..... 33

Figura 19 - Vista geral do tratamento de uma encosta com sacos cheios de terra..... 34

LISTA DE ABREVIATURAS

CTC	Capacidade de Troca Catiônica
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
INSA	Instituto Nacional do Semiárido
FAO	*Food and Agriculture Organization*
pH	Potencial hidrogeniônico

Sumário

1 INTRODUÇÃO 9
2 OBJETIVOS 11
2.1 GERAL 11
2.2 ESPECÍFICOS 11
3 PRINCIPAIS CAUSAS DE DEGRADAÇÃO DO SOLO 12
4 DEGRADAÇÃO QUÍMICA, FÍSICA E BIOLÓGICA DO SOLO 13
5 PROCESSO DE EROSÃO DO SOLO 15
6 PRÁTICAS DE MANEJO CONSERVACIONISTA 17
6.1 PRÁTICAS MECÂNICAS 17
6.2 PRÁTICAS EDÁFICAS 18
6.3 PRÁTICAS VEGETATIVAS 19
7 PRÁTICAS DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS NO SEMIÁRIDO 21
7.1 MEDIDAS PARA REGULAÇÃO DE FLUXOS HÍDRICOS 21
7.2 TRATAMENTOS PARA AUMENTO DA INFILTRAÇÃO 24
7.3 OBRAS LINEARES DE CONTROLE EM ENCOSTAS E TALUDES 26
7.4 TRATAMENTOS DE REGULAÇÃO DE FLUXOS HÍDRICOS EM VOÇOROCAS 30
7.5 TRATAMENTOS DE CONTROLE E ESTABILIZAÇÃO DE ENCOSTAS 33
8 CONSIDERAÇÕES FINAIS 35
REFERÊNCIAS 36

1 INTRODUÇÃO

A degradação dos solos é um problema de relevância global, visto que pode ser considerado um dos recursos mais básicos para a produção de alimento e qualidade do ambiente. Aproximadamente 33% dos solos em todo o mundo apresentam algum nível de degradação (FAO, 2017). Aliado a isto, estima-se que a população mundial será de 9 bilhões até 2050 (Hernández-Sancho *et al*., 2015), o que aumentará a demanda sobre os solos, além de recursos hídricos e a produção de alimentos. O cenário de mudanças climáticas agrava esses problemas, pois projeta-se para as próximas décadas eventos extremos como períodos de seca mais prolongados, principalmente em regiões áridas e semiáridas do mundo. Este panorama exige a expansão da agricultura em direção a terras marginais e degradadas, que podem ajudar a aumentar a oferta de alimentos, evitando a degradação ambiental e da terra (Fargione *et al*., 2008; Hussain *et al*., 2019).

Os solos perdem a capacidade de suporte vegetal (Pluer *et al*., 2020), reflexo de distúrbios de ordem química, física e biológica, em decorrência dos diversos tipos de degradação. O conceito de resiliência desses solos, com vistas a recuperação dos seus serviços ambientais e produtividade agrícola, é imprescindível, no entanto, revela-se como um desafio, ainda mais levando em consideração ambientes em contexto de escassez hídrica (Hussain *et al*., 2019). Nesse sentido, a agenda 2030 para o desenvolvimento sustentável definiu como objetivos, dentre outras coisas, aumentar a produtividade agrícola e fortalecer a capacidade de adaptação às mudanças climáticas, protegendo e recuperando os solos (UN General Assembly, 2015).

O uso inadequado do solo, como a adoção de sistema de cultivo convencional intenso, assim como a construção de obras civis no meio rural sem atender à legislação pertinente, tem ocasionado a degradação do solo, onde a priori a retirada da vegetação é o procedimento realizado para a exploração das áreas, ocasionando a erosão como principal problema dos solos, levando-os à degradação.

Segundo Corrêa e Melo (1998), áreas degradadas referem-se a ecossistemas alterados, onde perdas ou excessos são as formas mais comuns de perturbações e degradações ambientais, a retirada da cobertura vegetal, dependendo da intensidade, pode ser considerada uma degradação ou uma perturbação ambiental, caso o ambiente não se recupere, diz-se que está degradado e necessita de intervenções, mas se mantém sua capacidade de regeneração, diz-se que o ambiente está perturbado e intervenções poderão acelerar o processo de recuperação.

Nesse sentido, nas últimas décadas, tem-se cada vez mais observado a inquietação de vários seguimentos da sociedade em relação às consequências ocorridas devido a degradação dos solos. Diante disto, nesse mesmo curso, é crescente a busca por alternativas que visem o manejo adequado do solo, para alcançar a sustentabilidade deste recurso.

Porém, mais que lançar mãos de mudanças de práticas convencionais, agressivas e que degradam o solo, é de fundamental importância o esforço no sentido de recuperar áreas já degradas ou que estejam em processo de degradação. E apesar de se ter muito a avançar em termos de pesquisas e descobertas, já é possível identificar, nos dias de hoje, muitos trabalhos realizados com estratégias de recuperação de áreas degradadas.

Assim, o uso de espécies vegetais, ligada a novas tecnologias, para combater a erosão de áreas em declive, é um procedimento que se adequa na procura pelo manejo sustentável, uma vez que a revegetação dessas áreas protege e promove o aumento na qualidade do solo, nos atributos químicos, físicos e biológicos, havendo uma grande margem de estudos, devido à diversidade de espécies, bem como condições ambientais, de solos e processos de degradação.

2 OBJETIVOS

2.1 GERAL

Realizar um levantamento das técnicas e práticas de recuperação de áreas degradadas com foco na Região Semiárida.

2.2 ESPECÍFICOS

- Sistematizar as principais técnicas gerais de recuperação de áreas degradadas;
- Identificar técnicas e práticas de recuperação de áreas degradadas aplicadas ao Semiárido brasileiro.

3 PRINCIPAIS CAUSAS DE DEGRADAÇÃO DO SOLO

O solo é uma coleção de corpos naturais, constituídos por partes sólidas, líquidas e gasosas, tridimensionais, dinâmicos, formados por materiais minerais e orgânicos que ocupam a maior parte do manto superficial das extensões continentais do nosso planeta, contém matéria viva e podem ser vegetados na natureza onde ocorrem e podem, eventualmente, terem sido modificados por interferências antrópicas (Santos et al., 2025). A qualidade do solo está diretamente relacionada com a capacidade deste em funcionar dentro dos limites dos ecossistemas, sustentando a propriedade biológica, promovendo a saúde das plantas e animais e mantendo a qualidade ambiental (Doran; Parkin, 1994).

Apesar da importância da manutenção da qualidade do solo para a preservação da vida do Planeta, tem-se observado que o aumento da população mundial e o crescimento econômico, tem elevado a demanda de produção de alimentos (CNT, 2012), acarretando a realização de atividades e usos de práticas de degradação do solo. Este processo, que é decorrente da perda de qualidade química, física e biológica do solo (Lal, 1989), é resultante do uso e manejo inadequado do solo pelo homem (Fageria; Stone, 2006).

De acordo com Oldeman, Hakkeling e Sombroek (1991) as atividades antrópicas que causam a degradação do solo podem ser divididas em cinco grandes categorias:

I. Desmatamento: causam alterações do clima na região, pela modificação do regime de chuvas, que se tornam menos frequentes e mais violentas, favorecendo os fenômenos de lixiviação, erosão e desertificação;
II. Superpastoreio: destroem a cobertura do solo, causam compactação e aceleram a invasão de espécies arbustivas indesejáveis;
III. Atividades agrícolas: o manejo inadequado da terra inclui o cultivo em solos frágeis, pousio reduzido, uso indiscriminado do fogo, práticas que resultam na perda de fertilidade do solo e da qualidade e quantidade de água;
IV. Superexploração da vegetação para uso doméstico: resulta na diminuição da cobertura vegetal e, consequentemente, da proteção do solo contra a erosão; e
V. Atividades industriais ou bioindustriais: causam perda de qualidade do solo em função da poluição.

4 DEGRADAÇÃO QUÍMICA, FÍSICA E BIOLÓGICA DO SOLO

Os processos que provocam a degradação de solos podem ser físicos, químicos, ou biológicos, e resultam em vários problemas, dentre os quais estão: declínio na sua fertilidade, declínio na condição estrutural, erosão, salinidade, alcalinidade, acidez e efeito de elementos tóxicos, poluentes ou inundação excessiva, perda de matéria orgânica, redução do carbono da biomassa e declínio da atividade biótica da fauna do solo (Lal, 1989).

A degradação física é um processo que está relacionado com a à deterioração das propriedades físicas do solo. Dentre as causas desse processo, tem-se, segundo Cooper (2008):

- Compactação: o adensamento do solo é causado pela eliminação da porosidade estrutural, e pode ser causado por fatores naturais ou antrópicos;
- Hardsetting: é um problema em solos com argilas de atividade baixa e solos que contêm baixos teores de matéria orgânica;
- Erosão do solo: ocasionado principalmente por água (hídrico) ou vento (eólico) das camadas superficiais do solo (ex.: desertificação);
- Sedimentação: causa severos efeitos intrínsecos e extrínsecos no solo, uma vez que o material transportado pela erosão normalmente contém de duas a cinco vezes mais matéria orgânica e frações coloidais que o solo original; e
- Laterização: se refere à dessecação e endurecimento de material plíntico quando exposto e dessecado.

Os principais fatores climáticos responsáveis pela degradação biológica são o déficit de água e as altas temperaturas (Fageria; Stone, 2006), sendo, portanto, mais severa nos trópicos que nas zonas temperadas (Cooper, 2008). A degradação biológica pode ser causada também pela simplificação dos ambientes, promovido pela agricultura industrial, ou seja, pelo uso de monocultivos (Altieri, 2012).

De acordo com Fageria e Stone (2006), as propriedades químicas mais importantes do solo são pH, fertilidade, capacidade de troca de cátions (CTC), saturação por bases, oxirredução e teor de matéria orgânica. Estes autores também descrevem que o processo de degradação pode ocorrer devido à vários processos relacionados ao manejo inadequado do solo e da água, como a fertilização excessiva e uso de água salina para irrigação em regiões áridas ou semiáridas.

As consequências ambientais da degradação do solo, não tem tido a devida importância que merece pela sociedade, visto que um dos principais impactos econômicos é sobre a produtividade agrícola, tornando-o inviável para a exploração socioeconômica e ambiental (Carneiro *et al*., 2009). De acordo com Schwatz *et al.* (2010), as intensas atividades de preparo do solo aumentam o aquecimento global, por elevar as taxas de emissão de CO_2, devido ao rompimento dos agregados do solo e, consequentemente, a maior exposição da matéria orgânica à ação microbiana.

5 PROCESSO DE EROSÃO DO SOLO

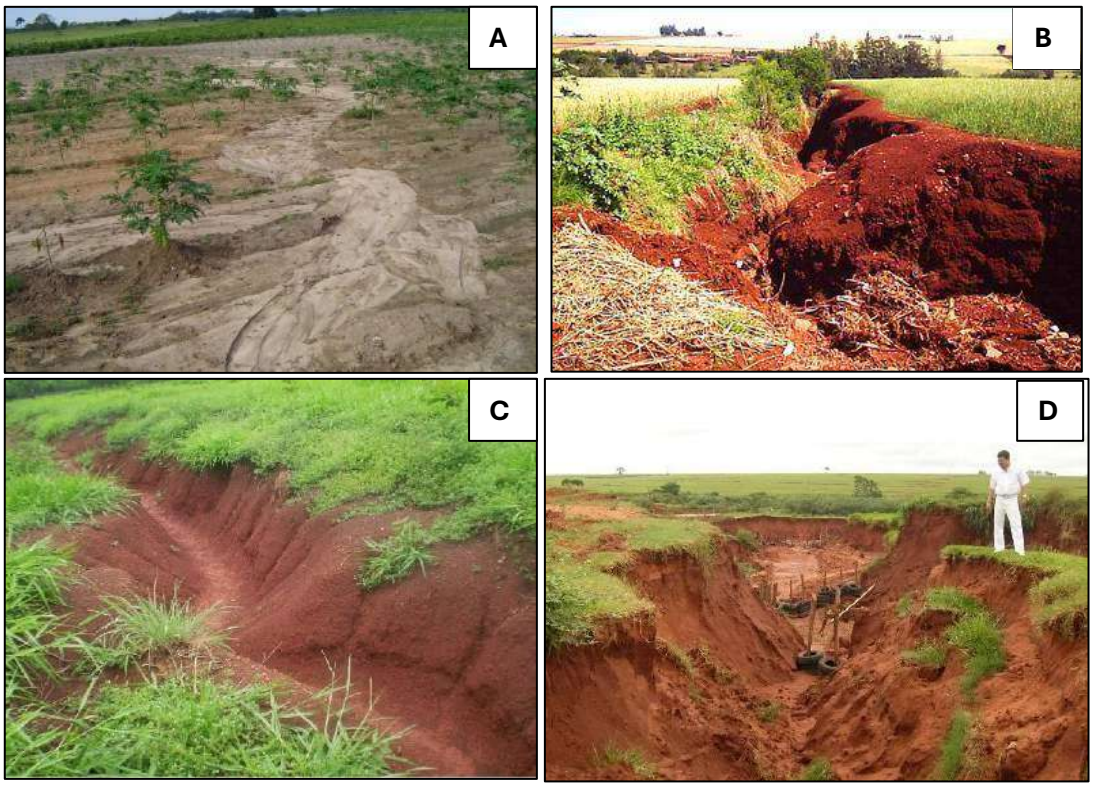
A erosão é a forma de degradação do solo mais preocupante, já que este é o principal fator da perda da capacidade de uso do solo. Este processo envolve destacamento, transporte e deposição da partícula, ocasionando escoamento superficial, perdas de matéria orgânica, nutrientes (Guth, 2010), sementes, herbicidas, pesticidas e inoculantes, além de destruir estradas, bueiros e fontes, e ocasionar a perda de água em qualidade e quantidade (Vital e Resck, 2002). Normalmente, a erosão é um processo natural, considerado como agente geológico, modificador e modelador das paisagens terrestres, no entanto, a interferência antrópica pode alterar esse processo natural de erosão, acelerando e intensificando sua ação (Morgan, 2005).

Os processos erosivos podem ocorrer de várias formas, porém, no Brasil, estes processos ocorrem predominantemente por erosão hídrica (Bertoni; Lombardi Neto, 2014). Tendo em vista que este processo se inicia quando a precipitação atinge a superfície do solo, desagregando e transportando suas partículas (Filizola *et al*., 2001), constata-se que o controle deve estar baseado nos princípios básicos de manejo de solos, visando a adoção de práticas que evitam o impacto das gotas de chuva, facilitam a infiltração de água no solo, e conduzam o escoamento superficial de forma mais branda (Almeida; Ridente Júnior, 2001).

De acordo com a Anjos et al. (2025), duas formas de erosão hídrica devem ser consideradas, sendo:

I. Erosão laminar: refere-se ao tipo de remoção mais ou menos uniforme das camadas do solo em uma área, sem o aparecimento de sulcos na superfície (Figura 1A); e
II. Erosão em sulcos: diz respeito à remoção do solo através de sulcos e canais, nos quais se concentra o escoamento superficial da água. Estes podem ser classificados como rasos, quando apresentam a profundidade menor que a largura e podem ser cruzados por máquinas agrícolas (Figura 1B); profundos, quando apresentam profundidade até 2 m (Figura 1C) e que não podem ser cruzados por máquina; e voçorocas, consideradas como caso extremo da erosão em sulcos, evidenciado pela formação de cortes profundos e muito profundos, controlados pela presença de camadas impermeáveis no solo (Figura 1D).

Figura 1 - A – Erosão Laminar; B – Erosão em sulco raso; C – Erosão em sulco profundo em área de pastagem; D – Erosão em sulco muito profundo “voçoroca”.



Fonte: A – Animateca; B – Paraná; C – Dantas (2015); D – Hoice (2009).

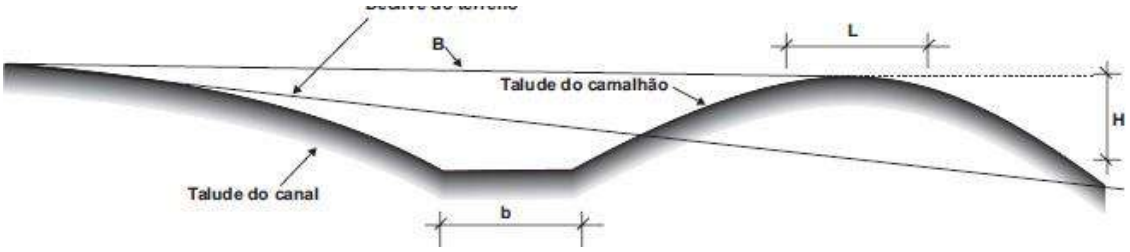
6 PRÁTICAS DE MANEJO CONSERVACIONISTA

As práticas de manejo conservacionista visam priorizar o uso adequado e eficiente dos recursos naturais, promover a recuperação e melhoria da qualidade do solo e da água, causar o mínimo de impacto ambiental e preservar as florestas nativas (BRASIL, 2011). De maneira geral existem três tipos principais de práticas conservacionistas, que são as mecânicas, edáficas e vegetativas.

6.1 PRÁTICAS MECÂNICAS

De acordo com Vital e Resck (2002), terraceamento é a mais importante prática mecânica de controle de erosão (Figura 2), e consiste na locação e na construção de estruturas no sentido transversal à declividade do terreno com objetivo de reduzir a velocidade da enxurrada e seu potencial de destruição, ao mesmo tempo que possibilita a infiltração de água no solo. Estes autores também descrevem que a eficiência do terraceamento está na sua construção, que tem como base a textura do solo e a declividade média da área (Tabela 1), e na combinação com outras práticas conservacionistas, como plantio em nível, manejo de restos culturais, culturas em faixas, adubação verde etc.

Figura 2 - Corte transversal de um terraço com seção trapezoidal: B = base maior do trapézio; b = base do canal do terraço ou base menor do trapézio; H = altura do camalhão; L = Largura da crista.



Fonte: Vital e Resck (2002).

Tabela 1. Espaçamento para culturas perenes e anuais sem gradiente (nivelados).

Declividade (%)	Textura Arenosa (< 15% de argila)		Textura Média (15% a 35% de argila)		Textura Argilosa (> 35%)	
	E.H.	E.V.	E.H.	E.V.	E.H.	E.V.
1	73	0,73	76	0,76	81	0,81
2	43	0,85	46	0,92	51	1,02
3	33	0,98	36	1,07	41	1,22
4	28	1,10	31	1,22	36	1,42
5	24	1,22	27	1,37	33	1,63
6	22	1,34	26	1,53	31	1,83
7	21	1,46	24	1,68	29	2,03
8	20	1,59	23	1,83	28	2,24
9	19	1,71	22	1,98	27	2,44
10	18	1,83	21	2,14	26	2,64

E.H.(espaçamento horizontal) = (EV x 100) / D%; E.V. (espaçamento vertical) = [2 + (D%/X)]*0,305, onde D = declividade do terreno em %; X = coeficiente que varia de acordo com a natureza do solo: 1,5 (argiloso), 2,0 (textura média) e 2,5 (arenoso).

Fonte: Vital e Resck (2002).

6.2 PRÁTICAS EDÁFICAS

São práticas que além de controlar a erosão, mantêm ou melhoram a fertilidade do solo (Bertoni e Lombardi Neto, 2014). Estas práticas podem ser classificadas como (EPAMIG, 2009):

- Uso do solo de acordo com sua capacidade: neste sistema são definidas classes homogêneas de terra, de acordo com sua máxima capacidade de uso, sem risco de degradação do solo, especialmente no que diz respeito à erosão acelerada;
- Eliminação e controle do fogo: o fogo somente deve ser utilizado após um diagnóstico cuidadoso que indique ser ele mais seguro, barato, eficiente e prático do que outros tratamentos;
- Adubação verde: consiste no cultivo de plantas, principalmente leguminosas como mucuna, feijão-guandu e crotalária, para serem cortadas ainda verde (no período de florescimento), tendo como objetivos a proteção do solo contra a ação direta da chuva quando estão vivas, e fonte de matéria orgânica e nutrientes durante o processo de decomposição;
- Adubação química: consiste no uso de fertilizantes sintéticos, com o intuito de melhorar as condições iniciais de solos com baixa fertilidade, e consequentemente, o crescimento e o desenvolvimento da vegetação;

- Adubação orgânica: o uso de matéria orgânica melhora as condições químicas, físicas e biológicas do solo; e
- Calagem: consiste na aplicação de calcário no solo, para correção do pH e redução da acidez do solo, sendo considerada uma das práticas que mais contribui para o aumento da eficiência dos adubos e, consequentemente, da produtividade e da rentabilidade na agropecuária.

6.3 PRÁTICAS VEGETATIVAS

As práticas vegetativas são comumente utilizadas para estabilização de taludes, por apresentar maior aplicabilidade técnico-econômica e ser mais adequado ambientalmente (Couto *et al*., 2010). Estas práticas utilizam a vegetação para proteger o solo contra a erosão, tendo como princípio fundamental a densidade da cobertura vegetal, pois quanto maior a densidade da cobertura, maior é a proteção. Observa-se que se classificam em vegetativas as seguintes práticas (Bertoni; Lombardi Neto, 2014):

- Florestamento e reflorestamento: recomendado para solos com baixa capacidade de produção e, ao mesmo tempo, muito suscetíveis à erosão;
- Pastagem: indicado para terrenos onde as culturas não proporcionam produções compensadoras ou suscetíveis à erosão;
- Plantas de cobertura: tem como objetivo manter o solo coberto durante o período chuvoso, a fim de reduzir os efeitos da erosão e melhorar a fertilidade do solo. As plantas utilizadas, são principalmente leguminosas empregadas para adubação verde (mucuna, crotalária, feijão-guandu, feijão-de-porco);
- Cultura em faixas: consiste na disposição das culturas em faixas de largura variável, de tal forma que a cada ano se alternem plantas que oferecem pouca proteção ao solo com outras de crescimento denso;
- Cordões de vegetação permanente: são fileiras de plantas perenes e de crescimento denso, dispostas com determinado espaçamento horizontal e sempre em contorno;
- Alternância de capinas: alternância das épocas de capina em ruas adjacentes, durante o período chuvoso;
- Ceifa do mato: realizada nas culturas perenes, cortando as ervas daninhas a uma pequena altura da superfície do solo, deixando intacto os sistemas radiculares e uma pequena vegetação protetora de cobertura;
- Cobertura morta: protege o solo contra o impacto das gotas de chuva, faz diminuir o escoamento da enxurrada, incorpora matéria orgânica e aumenta a resistência do solo

ao processo erosivo;

- Faixas de bordadura: consistem e faixas estreitas formadas com plantas de porte baixo e vegetação cerrada para conter os excessos de enxurrada; e
- Quebra ventos: consistem em uma barreira densa de árvores, plantadas em intervalos regulares do terreno, nas regiões sujeitas a ventos fortes, formando anteparos contra os ventos dominantes.

A porcentagem de cobertura é um fator importante para a proteção física do solo contra o impacto direto das gotas de chuva e varia em função das culturas utilizadas, da época e forma de manejo das plantas (Fabian, 2009). Neste sentido, há uma grande margem de estudos, devido à diversidade de espécies, bem como, condições ambientais, de solos e processos de degradação que podem ser evidenciadas.

7 PRÁTICAS DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS NO SEMIÁRIDO

A região semiárida do Brasil possui uma grande diversidade de ambientes e recursos naturais. Desta maneira, qualquer intervenção realizada neste domínio deve, fundamentalmente, atentar-se para o mosaico de geobiodiversidade existente e suas implicações para alcançar pretensos objetivos.

Para a recuperação de áreas degradadas no Semiárido, a caracterização da área a ser recuperada se torna imperativo como medida primária ante qualquer que seja a técnica, ou o conjunto destas, escolhidas como intervenção. Nessa mesma perspectiva, faz-se necessário, como medida inicial, identificar e caracterizar o comportamento hidrológico da microbacia em que as áreas a serem recuperadas estão inseridas. Dessa maneira, como passo seguinte, podem ser selecionados os tratamentos mais adequados para cada situação específica.

O Instituto Nacional do Semiárido (INSA) elaborou um Manual Metodológico (Perez-Marin *et al*., 2015) com uma série de técnicas que podem ser aplicadas às várias situações e ambientes do semiárido do Nordeste do Brasil. Tais práticas serão apresentadas a seguir.

7.1 MEDIDAS PARA REGULAÇÃO DE FLUXOS HÍDRICOS

Canal de difusão de água:

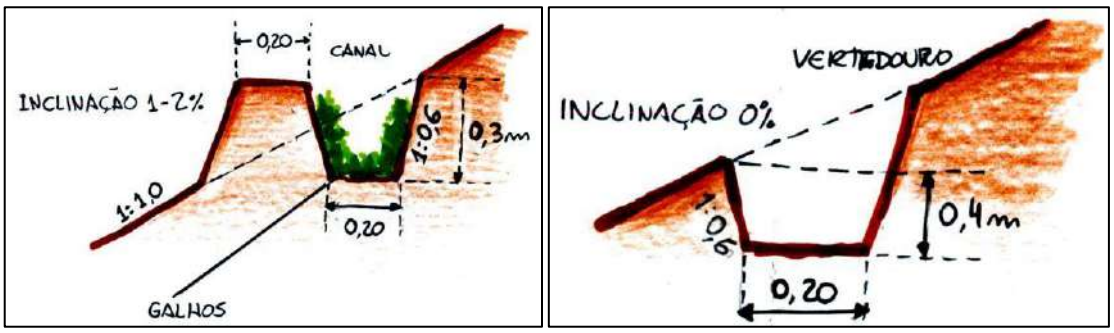
Tem o objetivo de diminuir o escoamento superficial de áreas com declive e erodidas, além de transportar a água de escoamento para áreas estabilizadas. Deve ser construída transversalmente ao terreno e nas partes altas de encostas. O canal deverá ser capaz de transportar o fluxo máximo de água estimado para cada área em particular (Figura 3). Para isso o cálculo deverá ser feito em função da intensidade máxima da superfície da área e do coeficiente de escoamento, para uma série histórica de precipitação mínima de 10 anos (Figura 4). O canal deverá ter um comprimento máximo de 50 m e uma inclinação de 1%.

Figura 3 - Vista panorâmica do canal de difusão de águas na parte superior da encosta.



Fonte: PEREZ-MARIN et al. (2015).

Figura 4 - Desenho do perfil do canal e vertedouro de regulação de fluxos hídricos.



Fonte: PEREZ-MARIN et al. (2015).

Canais Transversais Simples:

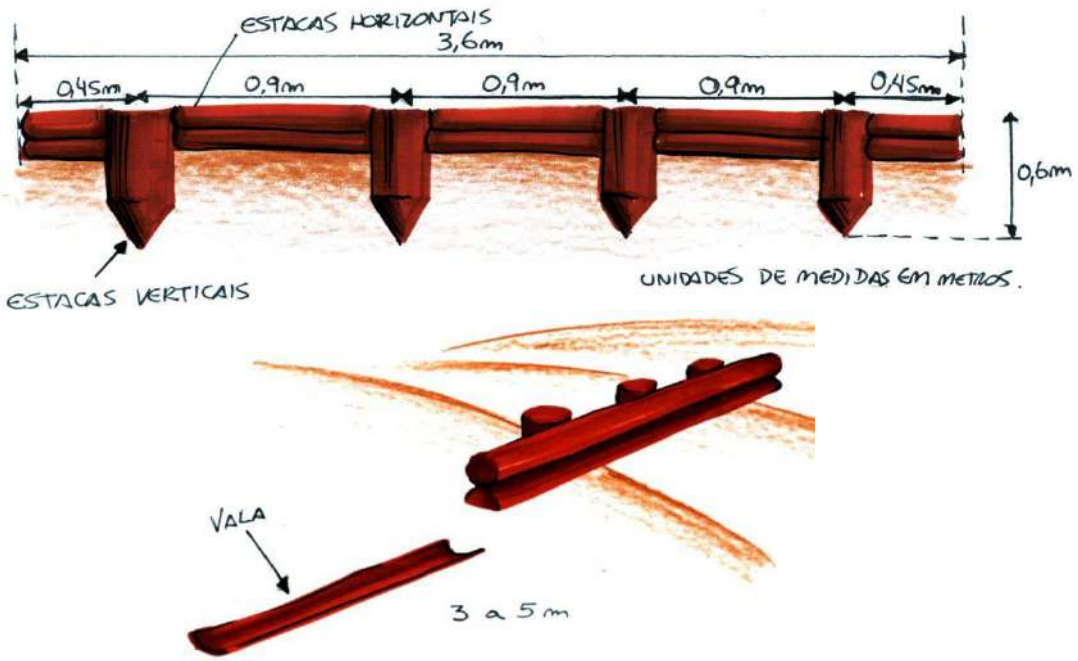
Tem por objetivo drenar moderadamente o escoamento da água em caminhos de fluxo de água com declives médios ou íngremes e regularizar e conduzir o fluxo de água. Esta técnica é de fácil implementação, baixo custo e é recomendada para rurais operacionais e encostas íngremes. Para sua construção se utilizam estacas que podem ser de algaroba, sabiá ou semelhante, colocadas em forma vertical, com 50 cm de comprimento, presas e enterradas a 30 cm de profundidade no solo (Figura 5). As estacas servem de base para apoiar postes maiores que são dispostos em duas linhas horizontais, transversalmente ao longo da estrada ou caminho, com declives de 1 a 2% (Figura 6). Os postes horizontais devem ser amarrados e presos entre si nas estacas verticais. A parte posterior deve ser coberta com sacos de junta (estopa) ou de pano, cheios com terra para cobrir a primeira linha das estacas horizontais.

Figura 5 - Canais transversais simples que regulam fluxos hídricos em caminhos ou estradas.



Fonte: PEREZ-MARIN et al. (2015).

Figura 6 - Vista frontal e perfil do canal transversal simples. Unidade de medida em metros.



Fonte: PEREZ-MARIN et al. (2015).

Canal Transversal Composto**:**

Tem o objetivo de drenar fluxos hídricos em estradas ou caminhos, terraços agrícolas e florestais, além de regular e conduzir fluxos hídricos visando facilitar a infiltração de água no solo (Figura 7). A profundidade do canal deverá ter 30 cm e uma largura de 20 cm, que permitirá aos veículos transitarem sem dificuldades. Podem ser utilizadas estacas de algaroba (*Prosopis juliflora*), sabiá (*Mimosa caesalpiniifolia*) ou semelhante, como estacas verticais de 60 cm, enterradas a 35 cm de profundidade nos dois lados do canal. Posteriormente, as estacas com 2,40 m de comprimento, deverão ser dispostas em linhas horizontais em ambos os lados do canal, presas e amarradas nas estacas verticais, com uma inclinação de 1 a 2%. Todo o fundo do canal deverá ser coberto com uma camada de cascalho. Para a evacuação da água deverá ser construído um canal simples de 5 a 10 m, com inclinação em nível.

Figura 7 - Vista geral de um canal transversal composto em fase de construção.



Fonte: PEREZ-MARIN et al. (2015).

7.2 TRATAMENTOS PARA AUMENTO DA INFILTRAÇÃO

Valas de infiltração:

Tem por objetivo acumular o máximo do fluxo hídrico de uma área, diminuindo a quantidade e a velocidade da correnteza superficial, bem como aumentar a infiltração da água no solo e reter os sedimentos removidos pelas precipitações e fluxos hídricos. Esta técnica (Figura 8) é recomendada para zonas semiáridas, devido à alta intensidade das precipitações e elevado fluxo direto das águas, o que representa um componente principal

do escorrimento nessas áreas. As valas devem ser projetadas em função do coeficiente de escoamento superficial e da precipitação da área em relação a dados históricos da precipitação de um período entre 10 e 15 anos. Através desta técnica são reguladas as taxas do fluxo superficial, ao mesmo tempo em que são retidos os sedimentos removidos pelas precipitações e o escoamento superficial. Com esta técnica se armazena ou se "produz as águas". Considerando a probabilidade de que a capacidade projetada das estruturas gere eventuais transbordamentos, sugere-se aumentar a segurança do sistema com um conjunto de valas, distribuído em toda a área em forma de escalonamento (Figura 8).

Figura 8 - Vista panorâmica de um conjunto de valas de infiltração numa microbacia em fase operação.



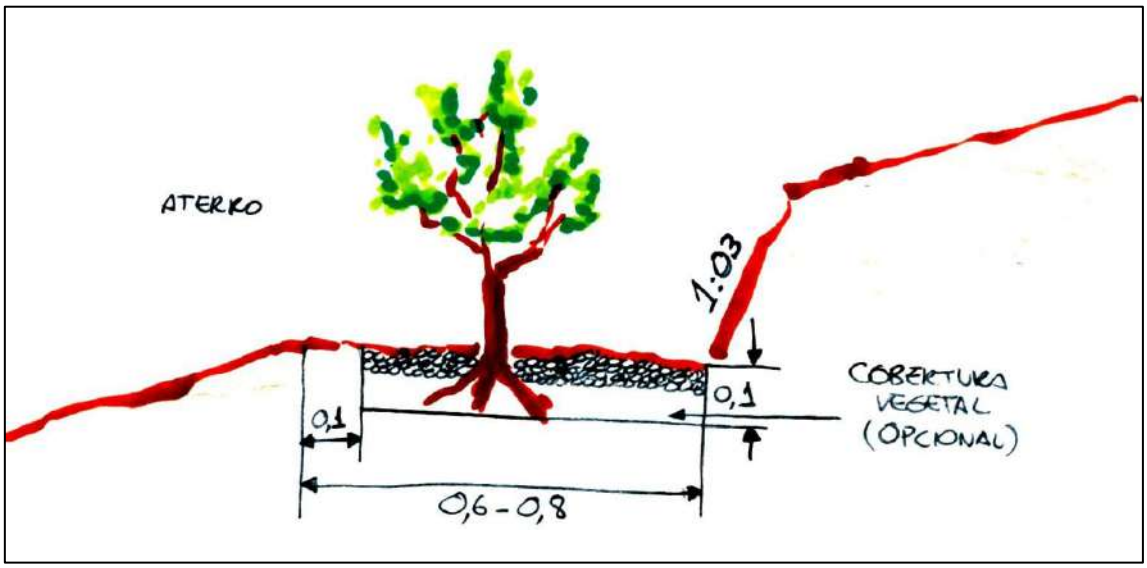
Fonte: PEREZ-MARIN et al. (2015).

As valas deverão ser construídas transversalmente na encosta com uma inclinação de zero grau e com um comprimento que varia entre 2,5 a 8 m, separadas por seções de 0,50 a 1,00 m. As valas não são recomendadas para solos arenosos nem para solos não estruturados.

Terraço florestal:

Tem por objetivo aumentar a infiltração da água no solo reduzindo o escoamento superficial, retendo os sedimentos transportados pelo fluxo hídrico e acumulando água de chuvas para irrigação *in loco*. Esta técnica, de fácil implementação e baixo custo, é apropriada para encostas com inclinações moderadas, com ocorrência de erosão do tipo laminar e linear incipiente. O comprimento do terraço deve ser adequado ao terreno. Os terraços devem ser construídos em nível e podem ter uma largura que varie entre 0,60 e 0,80 m. A inclinação na largura dos terraços deve corresponder a 1 % para o interior da encosta (talude). A altura do talude dependerá do tipo de solo, assim, recomenda-se no caso de solos pouco estáveis (arenosos) uma altura não superior a 20 cm e uma inclinação lateral de 1:0,3. Na superfície dos terraços se devem plantar espécies arbóreas e gramíneas ou plantas herbáceas (Figura 9).

Figura 9 - Esquema ilustrativo da configuração do terraço florestal em uma encosta com medidas em metros.



Fonte: PEREZ-MARIN et al. (2015).

7.3 OBRAS LINEARES DE CONTROLE EM ENCOSTAS E TALUDES

Tratamentos linear com revestimento de pneus:

Tem por objetivo diminuir a erosão superficial nas encostas, dissipar o escoamento superficial nas encostas reduzindo a velocidade do fluxo hídrico e acumulando sedimentos. Esta obra (Figura 10) permite também conduzir o fluxo hídrico desde a cabeceira dos riachos até os canais de evacuação, podendo-se usar revestimentos

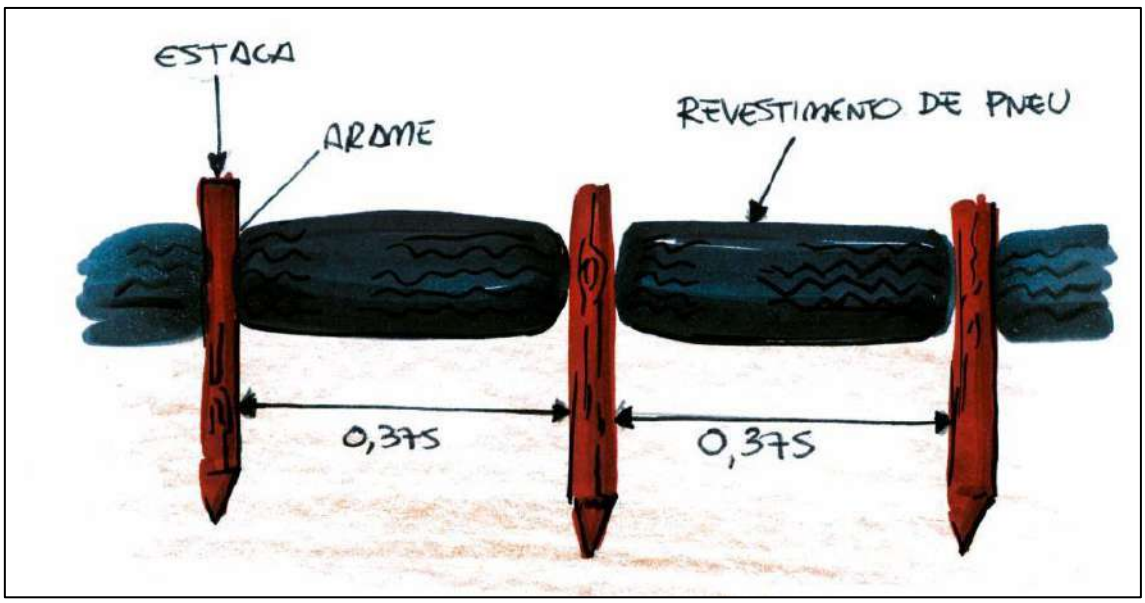
(borracha) de pneus usados, estacas de madeira e arame (Figura 11). A distância entre a faixa de pneus é em função do grau de inclinação da encosta. Em encostas com inclinação íngreme é aconselhado utilizar intervalos de no máximo 80 cm, enquanto naqueles com inclinação moderada pode-se usar intervalos de até 3 m. De acordo com os materiais usados, este tratamento possui uma estrutura sólida. Os revestimentos dos pneus deverão ser cortados e estendidos ao longo das encostas; a cada 40 cm deverão ser colocadas às estacas onde serão amarrados os pneus cortados.

Figura 10 - Vista geral de tratamentos lineares com revestimentos de pneus na cabeceira de uma encosta.



Fonte: PEREZ-MARIN et al. (2015).

Figura 11 - Desenho do Tratamento Linear com Revestimento de Pneus.



Fonte: PEREZ-MARIN et al. (2015).

Tratamento linear com “cerca de faxina:

Tem por objetivo diminuir a erosão superficial nas encostas, dispersar o escoamento superficial e reduzir a velocidade do fluxo hídrico. Esta obra não tem restrição quanto as suas dimensões, é apropriada para encostas com inclinação moderada, não sendo recomendada para inclinações muito íngremes e para taludes de detritos de solos pedregosos. O intervalo dos tratamentos lineares se dá em função do grau de inclinação da encosta. Em encostas com inclinação muito íngreme é aconselhado utilizar intervalos de 80 cm, enquanto naquelas com inclinação moderada pode-se usar intervalos de 3 m. Os materiais empregados são estacas verticais de eucalipto, algaroba ou sabiá com 60 cm de comprimento, enterradas a 30 cm de profundidade ficando outras 30 cm acima do solo presas aos galhos (cipós) traçados com arame galvanizado e um comprimento de 1,80 m e 30 cm de altura, para aumentar a flexibilidade (Figura 12). As estacas são presas verticalmente até 30 cm de altura, com intervalo horizontal de 50 cm. As tranças dos galhos serão amarradas na parte posterior das estacas.

Figura 12 - Vista do tratamento linear com faxinas.



Fonte: PEREZ-MARIN et al. (2015).

Tratamento linear com ramos de faxina:

Tem por objetivo diminuir a erosão superficial nas encostas, dispersar os escoamentos superficiais nas encostas e reduzir a velocidade do fluxo hídrico,

acumulando os sedimentos transportados pelo escoamento. Esta obra pode ser aplicada em encostas com inclinação moderada, não sendo recomendada para inclinações muito íngremes ou para encostas com predominância de solos pedregosos. Podem-se utilizar ramos de espécies arbóreas distintas, aproveitando os tipos existentes nos lugares a intervir (Figura 13). Esta obra não tem restrição quanto as suas dimensões. O intervalo dos tratamentos lineares deve ser em função do grau de inclinação da encosta.

Figura 13 - Vista panorâmica do tratamento linear feitas de ramos de faxina em fase inicial.



Fonte: PEREZ-MARIN et al. (2015).

Tratamento linear com postes de madeira:

Tem por objetivo diminuir a erosão superficial nas encostas, dispersar os escoamentos superficiais nas encostas e reduzir a velocidade do fluxo hídrico, acumulando os sedimentos transportados pelo escoamento. Esta obra é apropriada em encostas com inclinações moderadas a acentuadas e não é recomenda para inclinações muito íngremes ou para encostas com facilidade de deslizamentos ou solos pedregosos. Quanto ao tamanho este tratamento não tem restrições. O intervalo dos tratamentos lineares deve ser em função do grau de inclinação da encosta (Figura 14). Nas encostas com inclinação íngreme é aconselhado utilizar intervalos de 80 cm, enquanto naquelas com inclinação moderada pode-se usar intervalos de 3 m.

Figura 14 - Vista geral do tratamento linear com postes de madeira em fase de estabilização.



Fonte: PEREZ-MARIN et al. (2015).

7.4 TRATAMENTOS DE REGULAÇÃO DE FLUXOS HÍDRICOS EM VOÇOROCAS

Represa de postes de madeira:

Tem por objetivo resistir às escavações do leito das voçorocas, estabilizar as inclinações do leito nas voçorocas e preparar as condições para plantação e semeadura nas voçorocas. Uma represa de postes de madeira representa uma obra relevante no controle de erosão em áreas com formação de voçorocas ao regular o fluxo hídrico e conter os sedimentos transportados pela água da chuva. Para controle de voçorocas recomenda-se realizar uma série de represas no leito delas. A represa é composta de estacas de eucaliptos, algaroba, sabiá (ou de plantas encontradas na própria região), dispostas nos sentidos vertical e horizontal (Figura 15).

Figura 15 - Vista em primeiro plano de uma represa de postes de madeira.



Fonte: PEREZ-MARIN et al. (2015).

Represa com estrutura de pedras:

Tem por objetivo resistir às escavações do leito das voçorocas, estabilizar as inclinações do leito nas voçorocas e preparar as condições para plantação e semeadura nas voçorocas. Uma represa de pedras representa uma obra relevante no controle de erosão em áreas com voçorocas ao regular o fluxo hídrico e conter os sedimentos transportados. Para o controle de voçorocas é recomendado realizar uma série de represas no leito dela. A represa é composta de uma linha de 1 m de largura e o comprimento de acordo com o tamanho da voçoroca (pode ser usado em dimensões variadas), arrumadas e bem presas formando uma parede natural da base até o topo da voçoroca (Figura 16). As paredes devem estar distantes uma das outras pelo menos a cada 5 m (pode variar para mais ou para menos dependendo do grau e intensidade da voçoroca).

Figura 16 - Sequência de represa com estruturas de pedras em voçoroca com grau severo de degradação.



Fonte: PEREZ-MARIN et al. (2015).

Preenchimento de voçoroca com resto de faxina:

Tem por objetivo resistir às escavações do leito das voçorocas, estabilizar suas inclinações, reparar as condições para plantação e semeadura nas voçorocas e diminuir os efeitos da chuva na voçoroca. O preenchimento de voçoroca com restos de faxina representa uma obra de fácil implementação, baixo custo e recomendado para voçorocas pequenas e ainda em estágio inicial. Para sua implementação se deve coletar todos os galhos e ramos secos de árvores que se encontram no chão para preencher toda a extensão da voçoroca a fim de minimizar os estragos causados pelas gotas de chuva no solo e acumular os sedimentos (Figura 17). É recomendado para pequenas voçorocas uma vez que o volume de galhos pode ser grande, de acordo com a extensão da voçoroca.

Figura 17 - Voçoroca preenchida por faxina em toda sua extensão.



Fonte: PEREZ-MARIN et al. (2015).

Represa com pneus cheios de pedra:

Tem por objetivo resistir às escavações do leito das voçorocas, estabilizar as inclinações do leito nas voçorocas e preparar as condições para plantação e semeadura nas voçorocas. Uma represa com pneus cheios com pedras representa uma obra relevante no controle de erosão em área com ocorrência de voçorocas ao regular o fluxo hídrico e conter os sedimentos transportados. Ao utilizar pneus, também está se dando um uso adequado aos mesmos ao invés de poluir o ambiente. A vida útil pode ser considerada indeterminada, uma vez que os pneus não se degradam, porém é necessária uma manutenção a cada 12 meses. A represa é composta de uma linha de pneus sobrepostos de acordo com o tamanho da voçoroca (pode ser usado em dimensões variadas). Seu vão

interno deve ser preenchido com pedras de tamanhos variados para não deixar espaços vazios e, consequentemente, ajudar na fixação da parede montada, formando uma parede da base até o topo da voçoroca (Figura 18). As paredes devem estar distantes uma das outras pelo menos a cada 5 m (pode variar para mais ou para menos dependendo do grau e intensidade da voçoroca).

Figura 18 - Represa com pneus cheios com pedras.



Fonte: PEREZ-MARIN et al. (2015).

7.5 TRATAMENTOS DE CONTROLE E ESTABILIZAÇÃO DE ENCOSTAS

Muro de sacos cheios de terra:

Tem por objetivo estabilizar encostas e barrancos, estabilizar a área de contato da encosta e canais, evitar a escavação na base das encostas e moderar o impacto lateral do fluxo dos cursos d'água. Através deste tipo de tratamento se pode estabilizar áreas instáveis de encostas, canais e voçorocas, assim como também amortecer o impacto lateral de fluxos hídricos nos cursos d'água. Este tratamento é apropriado para aquelas encostas onde não existem pressões intensas do solo na ladeira. Pode ser realizada em dimensões variadas e sua execução é fácil e de baixo custo.

Os materiais necessários são: sacos de nylon com cobertura de 60 %, terra e sementes de gramíneas ou herbáceas. Sua vida útil em média corresponde a 4 anos, período suficiente para que as gramíneas se estabelecem e se fixe na encosta. Para implantar a obra, os sacos devem ser dispostos em forma horizontal, os sacos superiores deverão ser colocados sobre os inferiores de tal maneira que não se deixe costuras contínuas, susceptíveis de erosões (Figura 19). O muro não tem grande resistência em

suas bordas na etapa superficial da água, por isso é recomendado que a construção nestas áreas seja realizada cuidadosamente. Os pastos deverão ser semeados imediatamente depois da finalização da colocação de cada linha de sacos de tal forma que possa evitar o avanço do processo de endurecimento do solo, provocado por processos de compactação, mudanças de umidade e temperatura.

Figura 19 - Vista geral do tratamento de uma encosta com sacos cheios de terra.



Fonte: PEREZ-MARIN et al. (2015).

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As áreas degradadas são, notadamente, um problema global e que conta com uma série de fatores agravantes considerando as atividades e modelos de uso e manejo do solo pela sociedade. Numa perspectiva de curto à médio prazo, recursos essenciais à sobrevivência humana estão ameaçados, considerando as mudanças climáticas e suas consequências, principalmente em regiões áridas e semiáridas. Tais regiões, possuem características intrínsecas que às colocam como áreas sensíveis e que são as mais severamente afetadas com os efeitos das mudanças climáticas que promove ciclos cada vez mais longos de secas.

No contexto de escassez hídrica, a recuperação de áreas degradadas torna-se um problema ainda mais complexo, visto que a água é um elemento fundamental no reestabelecimento do funcionamento normal dos ecossistemas e agroecossistemas. Assim, para além das diretrizes gerais de técnicas e tratamentos de recuperação de áreas degradadas, os ambientes semiáridos são prioritários para ações de pesquisa e intervenção.

Nesta revisão, foi possível constatar que existem iniciativas de órgãos de pesquisa na produção de tecnologias adaptadas ao semiárido brasileiro. No entanto, devido a imensa heterogeneidade do ambiente semiárido, é imperativo o aumento de experimentos científicos que comprovem a eficácia das técnicas e possam dar subsídio à formulação de políticas públicas e que cheguem até a população da região.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, G. S.; RIDENTE JÚNIOR, J. L. **Diagnóstico, prognóstico e controle de erosão**. Goiânia: [s.n.], 2001. 70 p. Apostila de curso ministrado no VII Simpósio Nacional de Controle de Erosão.

ALTIERI, M. **Agroecologia**: bases científicas para uma agricultura sustentável. 3.ed. Rio de Janeiro-RJ: Expressão popular, AS-PTA2012. 400p.

ANJOS, L.H. C et al. **Manual de descrição e coleta de amostra no campo.** 8.ed. Viçosa-MG: SBCS, 2025. 156p.

BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do Solo**. 9.ed. São Paulo: Icone, 2014. p.355.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Manejo sustentável das propriedades rurais e o respeito ao meio ambiente.** Cartilha, 2011. 24 p. Disponível em: <http://sinditabaco. com.br/wp-content/uploads/2014/12/cartilha-manejo-sustentavel-propriedades-IBAMA. pdf>. Acesso em 20 jul. 2026.

CARNEIRO, M. A. C.; SOUZA, E. D.; REIS, E. F.; PEREIRA, H. S.; AZEVEDO, W. R. Atributos físicos, químicos e biológicos de solo de cerrado sob diferentes sistemas de uso e manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, n.33, p.147-157, 2009. Disponível em: https://doi.org/10.1590/S0100-06832009000100016. Acesso em: 15/09/2026.

CNT - Confederação Nacional do Transporte. **Demanda mundial por alimentos**. 2012. Disponível em: <www.cnt.org.br/.../ECONOMIA%20EM%20FOCO%2024.01.2012.pdf>. Acesso em 10 jul. 2026.

COOPER, M. **Degradação e Recuperação de Solos**. Piracicaba-SP: Universidade Federal de São Paulo, 2008. 31p. (Apostila)

CORRÊA, R. S.; MELO, B. F. Ecologia da revegetação em áreas escavadas. In: CORRÊA, R. S.; MELO, B. F. (ed.). **Ecologia e recuperação de áreas degradadas no Cerrado**. Brasília-DF: Paralelo 15, 1998. p.65-99.

COUTO, L.; GONÇALVES, W.; COELHO, A. T. **Técnicas de bioengenharia para revegetação de taludes no Brasil.** Viçosa, MG: CBCN, 2010. 118 p. (Boletim técnico, 1)

DORAN, J. W.; PARKIN, T. B. Defining and assessing soil quality. In: DORAN, J. W.; COLEMAN, D. C.; BEZDICEK, D. F.; STEWART, B. A., eds. **Defining soil quality for a sustainable environment**. Madison, ASA, CCSA, SSSA, 1994. p.3-21. (SSSA Spec. Publ., 35).

EPAMIG. **Práticas conservacionistas: vegetativas - edáficas - mecânicas.** Belo Horizonte-MG: EPAMIG, 2009. 12p.

FABIAN, A. J. **Plantas de cobertura: efeito nos atributos do solo e na produtividade de milho e soja em rotação**. 2009. 99f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária, Universidade Estadual Paulista "Julio de Mesquita Filho", Jaboticabal-SP, 2009. Disponível em: https://repositorio.unesp.br/server/api/core/bitstreams/b5d11c1d-39f3-4091-b05c-b9fbcf7ac419/content. Acesso em: 28/07/2026.

FAGERIA, N. K.; STONE, L. F. **Qualidade do Solo e Meio Ambiente. Santo Antônio de Goiás-GO**: EMBRAPA, 2006. 35p. (Documentos, 197). Disponível em: https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/214941/1/doc197.pdf, Acesso em: 20/08/2026.

FAO. Food and Agriculture Organization. **Directrices voluntarias para la Gestión sostenible de los suelos.** Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. ITPS, Roma, Italia. 2017. Disponível em: https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/179f619e-2ec3-49f5-b9a4-67a47bdbfdfb/content. Acesso em 01/9/2026.

FARGIONE, J. et al. Land clearing and the biofuel carbon debt. **Science** 319, 1235e1238, 2008. Disponível em: DOI: 10.1126/science.1152747. Acesso em: 10/09/2026.

FILIZOLA, H. F. et al. **Controle dos processos erosivos lineares (ravinas e voçorocas) em áreas de solos arenosos**. Jaguariúna-SP: EMBRAPA, 2001. 7p. (Circular Técnica, 22). Disponível em: https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/915009/1/Circular22.pdf . Acesso em: 11/099/2026

GUTH, P. L. **Perdas de solo e água por erosão hídrica em sistemas de culturas oleaginosas**. 2010. 83f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria-RS, 2010. Disponível em: https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/5508/GUTH%2c%20PAULO%20LUIS.PDF?sequence=1&isAllowed=y. Acesso em: 12/08/2026.

HERNÁNDEZ-SANCHO, F.; LAMIZANA-DIALLO, B.; MATEO-SAGASTA, J.; HUSSAIN, M. I.; MUSCOLO, A.; FAROOQ, M.; AHMAD, W. Sustainable use and

LAL, R. Soil degradation in relation to climate. In**: INTERNATIONAL RICE RESEARCH INSTITUTE. Climate and food security**. Los Baños, 1989. p. 257- 276. management of non-conventional water resources for rehabilitation of marginal lands in arid and semiarid environments. **Agricultural water management**, v.221, p.462-476, 2019. Disponível em: DOI: 10.1016/j.agwat.2019.04.014. Acesso em: 01/07/2026.

MORGAN, R. P. C. **Soil erosion and conservation**. Third edition, Blackwell Publishing Ltda. 2005.

OLDEMAN, L. R.; HAKKELING, R. T. A.; SOMBROEK, W. G. (Org.). **World map of the status of human-induced soil degradation**. 2. ed. rev. Nairobi: Wageningen, 1991. 35p. Disponível em: https://edepot.wur.nl/287507. Acesso em: 15/09/2026.

PEREZ-MARIN, A. M.; VASCONCELLOS, W. A.; MEDEIROS, S. S.; TINOCO, L. B. M.; MOREIRA, J. M.; ULLOA, L. F. **Manual metodológico: práticas mecânicas, físicas e biotecnológicas de manejo e recuperação de áreas degradadas em condições semiáridas.** Campina Grande. INSA, 2015. Disponível em: https://www.gov.br/insa/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes-do-insa/desertificacao/manual-metodologico-praticas-mecanicas-fisicas-e-biotecnologicas-de-manejo-e-recuperacao-de-areas-degradadas.pdf/@@display-file/file. Acesso em: 08/08/2026.

PLUER, E. M. et al. Returning degraded soils to productivity: Water and nitrogen cycling in degraded soils amended with coarse woody material. **Ecological Engineering**, v.157, 105986, 2020. Disponível em: DOI: 10.1016/j.ecoleng.2020.105986. Acesso em: 09/08/2026.

QADIR, M. **Economic valuation of wastewater: the cost of action and the cost of no action.** United Nations Environment Programme (UNEP), 2015.Disponível em: https://wedocs.unep.org/items/2da34cf6-8842-4132-8136-df2bd98750e1. Acesso em: 10/08/2026.

SANTOS, H. G. et al. **Sistema brasileiro de classificação de solos.** 6. ed. Brasília: Embrapa, 2025, p. 393. Disponível em: https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1176834/1/Sistema-Brasileiro-de-Classificacao-de-Solos-2025.pdf. Acesso em: 19/09/2026.

SCHWARTZ, R. C.; BAUNHARDT, R. L.; EVETT, S. R. Tillage effects on soil water redistribuition and bare soil evaporation throughout a season. **Soil & Tillage Research**, 110:221-229, 2010. Disponível em: DOI: 10.1016/j.still.2010.07.015. Acesso em> 15/08/2026.

UN General Assembly. **Transforming Our World: The 2030 Agenda for Sustainable Development.** United Nations New York, New York, 2015. Disponível em: https://docs.un.org/en/A/RES/70/1. Acesso em: 02/09/2026.

VITAL, D.; RESCK, S. **A conservação da água via terraceamento em sistemas de plantio direto e convencional no cerrado**. Planaltina-DF: Embrapa, 2002. 8p. (Circular técnica 22). Disponível em: https://www.embrapa.br/documents/1355291/32900526/A-Conservacao-da-Agua-Via-Terraceamento-em-Sistemas-de-Plantio-Direto-e-Convencional-no-Cerrado-.pdf/9a9078c9-7d8e-16ea-4e3f-6d1af96839dd?version=1.0. Acesso e,: 05/08/206.

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA PARAÍBA
Campus Picuí - Código INEP: 25283928
PB 151, S/N, Cenecista, CEP 58187-000, Picuí (PB)
CNPJ: 10.783.898/0009-22 - Telefone: (83) 3142-7308

Documento Digitalizado Ostensivo (Público)

TCC

Assunto:	TCC
Assinado por:	Josefa Araújo
Tipo do Documento:	Anexo
Situação:	Finalizado
Nível de Acesso:	Ostensivo (Público)
Tipo do Conferência:	Cópia Simples

Documento assinado eletronicamente por:

- **Josefa Vanessa dos Santos Araújo**, **DISCENTE (202323300010) DE ESPECIALIZAÇÃO EM GESTÃO DOS RECURSOS AMBIENTAIS DO SEMIÁRIDO - CAMPUS PICUÍ**, em 04/11/2026 13:56:08.

Este documento foi armazenado no SUAP em 04/11/2026. Para comprovar sua integridade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse https://suap.ifpb.edu.br/verificar-documento-externo/ e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 2033480
Código de Autenticação: 6174ae0562