

ARTICULAÇÃO, PESQUISA  
E INFORMAÇÃO PARA  
O SEMIÁRIDO



# MANUAL METODOLÓGICO

## PRÁTICAS MECÂNICAS, FÍSICAS E BIOTECNOLÓGICAS DE MANEJO E RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS EM CONDIÇÕES SEMIÁRIDAS

Aldrin M. Perez-Marin  
Walter Alves de Vasconcelos  
Salomão de Sousa Medeiros  
Leonardo Bezerra de Melo Tinoco  
João Macedo Moreira  
Luis Felipe Ulloa



Ministério da  
Ciência, Tecnologia  
e Inovação



Av. Francisco Lopes de Almeida, S/N - Serrotão  
CEP: 58429-970 Caixa Postal 10067 - Campina Grande (PB).  
[www.insa.gov.br](http://www.insa.gov.br)

 [insa@insa.gov.br](mailto:insa@insa.gov.br)

 83.3315.6400

 @insamct

 insamcti

Ministério da  
Ciência, Tecnologia  
e Inovação



# MANUAL METODOLÓGICO

PRÁTICAS MECÂNICAS,  
FÍSICAS E BIOTECNOLÓGICAS  
DE MANEJO E RECUPERAÇÃO  
DE ÁREAS DEGRADADAS EM  
CONDIÇÕES SEMIÁRIDAS

***“Quando as pessoas veem, botam fé”***

Aldrin M. Perez-Marin  
Walter Alves de Vasconcelos  
Salomão de Sousa Medeiros  
Leonardo Bezerra de Melo Tinoco  
João Macedo Moreira  
Luis Felipe Ulloa

Campina Grande, Paraíba  
Fevereiro 2015

Sistema de monitoramento de processos de desertificação no Semiárido brasileiro

PROJETO FINANCIADO PELA FINEP, CONVÊNIO Nº 01.13.0345.00

## Governo do Brasil

### Presidenta da República

Dilma Vana Rousseff

### Vice-Presidente da República

Michel Miguel Elias Temer Lulia

## Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI)

### Ministro de Estado

José Aldo Rebelo Figueiredo

## Instituto Nacional do Semiárido (INSA)

### Diretor

Ignacio Hernán Salcedo

### Diretor Substituto

Salomão de Sousa Medeiros

### Coordenador de Pesquisa

Aldrin Martin Perez Marin

Ficha catalográfica elaborada na Biblioteca Central da Universidade Federal da Paraíba  
Bibliotecária: Edna Maria Lima da Fonseca - CRB15 - 0051

M294    Manual metodológico: práticas mecânicas, físicas e biotecnológicas de manejo e recuperação de áreas degradadas em condições semiáridas / Aldrin M. Perez-Marin...[et al.]  
Campina Grande: INSA, 2015.  
58p. : il.  
ISBN:  
1. Desertificação - semiárido - Brasil. 2. Desertificação - combate - técnicas específicas. 3. Áreas degradadas - identificação e recuperação. 4. Comportamento hidrológico - microbacia - análise. 5. Microbacia - áreas degradadas - identificação. I. Perez-Marin, Aldrin M.

CDU: 551.577.38(81)

# SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	8
2. CLASSIFICAÇÃO DOS TRATAMENTOS PARA MANEJO E RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS.....	10
3. TRATAMENTOS PARA REGULAÇÃO DE FLUXOS HÍDRICOS.....	11
3.1. CANAIS DE DIFUSÃO DE ÁGUA .....	12
3.2. CANAIS TRANSVERSAIS SIMPLES.....	16
3.3. CANAL TRANSVERSAL COMPOSTO.....	19
4. TRATAMENTOS PARA AUMENTO DA INFILTRAÇÃO.....	22
4.1. VALAS DE INFILTRAÇÃO .....	23
4.2. TERRAÇO FLORESTAL.....	27
5. OBRAS LINEARES DE CONTROLE EM ENCOSTAS E TALUDES.....	29
5.1. TRATAMENTO LINEAR COM REVESTIMENTO DE PNEUS .....	30
5.2. TRATAMENTO LINEAR COM “CERCA DE FAXINA” .....	33
5.3. TRATAMENTO LINEAR COM RAMOS DE FAXINA .....	36
5.4. TRATAMENTO LINEAR COM POSTES DE MADEIRA.....	39
6. TRATAMENTOS DE REGULAÇÃO DE FLUXOS HÍDRICOS EM VOÇOROCAS.....	42
6.1. REPRESA DE POSTES DE MADEIRA .....	43
6.2. REPRESA COM ESTRUTURA DE PEDRAS.....	44
6.3. PREENCHIMENTO DE VOÇOROCA COM RESTOS DE “FAXINA” .....	48
6.4. REPRESA COM PNEUS USADOS CHEIO COM PEDRAS.....	50
7. TRATAMENTOS DE CONTROLE E ESTABILIZAÇÃO DE ENCOSTAS.....	53
7.1. MURO DE SACOS CHEIOS COM TERRA .....	54
8. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	57



# 1

## INTRODUÇÃO

A Desertificação, ou degradação das terras, é um dos principais problemas sociais, econômicos e ambientais do Semiárido brasileiro, afetando aproximadamente 60% de seu território. Grande parte dessa região de quase um milhão de quilômetros quadrados vem tendo seus recursos naturais degradados. As evidências dessa degradação estão presentes em diversas áreas. Basta olhar em seu entorno para constatar a situação delicada em que se encontra. Em alguns locais, são tão impactantes que foram definidas como Núcleos de Desertificação. Nesses locais, em geral, observam-se áreas com grandes manchas desnudas, com presença ou não de cobertura vegetal rasteira e sinais claros de erosão do solo.

As áreas desmatadas ou são abandonadas ou comumente ocupadas com pastagem e pecuária extensiva. Nessas, condições o solo fica exposto ao sol, à água e ao vento, favorecendo a erosão.

A erosão é um processo através do qual as partículas mais finas e ativas do solo, no aspecto físico, químico e biológico, são deslocadas e removidas para outros locais pela ação da água ou do vento. Essas partículas conferem ao solo boa parte de sua fertilidade. Isso tem provocado, ao longo dos anos, redução da área agricultável, baixo rendimento das culturas e assoreamento de rios e reservatórios, com graves prejuízos à produtividade, à integridade do meio ambiente e à qualidade de vida.

Como a erosão do solo passa despercebida, apenas o acúmulo das perdas por vários anos de cultivo tem o efeito marcante de reduzir visivelmente a profundidade do solo.

No sistema de agricultura itinerante esses anos podem ser diluídos em vários ciclos de cultivo, e cada ciclo de 10 a 20 anos ocupando todo o período de vida de um agricultor. Ao longo da vida de cada geração as perdas são pouco sentidas, mas os 200 a 300 anos de práticas agrícolas inadequadas já deixaram sua marca irreversível em muitos locais do Semiárido. São incontáveis as encostas de solos rasos que hoje não têm mais profundidade suficiente para plantio de quaisquer culturas alimentares e florestais.

Em consideração a esses processos de degradação das terras, o INSA vem desenvolvendo ações voltadas ao controle e prevenção do avanço desse processo e, quando possível, recuperando áreas degradadas para uso produtivo. Os resultados indicam que a combinação de técnicas de controle de erosão e reflorestamento, com enfoques integrados de uso múltiplo ao nível de propriedades e microbacias, permite prevenir e recuperar áreas degradadas na região.

Nesse contexto, no presente manual compartilhamos um conjunto de técnicas desenvolvidas e provadas pelo INSA, como um aporte ao conhecimento em matéria de combate a desertificação. Nele descrevemos cada técnica específica, detalhamos os desenhos e perfis das obras e as mostramos conceitualmente através de fotografias.

É importante mencionar que as técnicas aqui propostas serão mais efetivas, na medida em que:

- Realizemos uma caracterização edafoclimática da área a intervir,
- Analisemos e caracterizemos o comportamento hidrológico da microbacia onde estejamos inseridos,
- Identifiquemos as unidades geomorfológicas da microbacias,
- Identifiquemos e elaboremos a cartografia das áreas degradadas na microbacia,
- Seleccionemos os tratamentos mais adequados para cada situação específica
- Transformemos o ato de fala em fato de fala. Ou seja, executemos e realizemos a prática.

Esperamos que os tratamentos aqui indicados contribuam para o manejo e recuperação de áreas degradadas e melhorem as condições de vida dos habitantes da região.

Os autores.

2

## CLASSIFICAÇÃO DOS TRATAMENTOS PARA MANEJO E RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS

Os tratamentos de manejo e recuperação de áreas degradadas foram agrupados em tratamentos gerais e específicos conforme figura abaixo:



Figura 1. Gráfico esquemático “Tratamento e recuperação de áreas degradadas”.  
Fonte: INSA, 2014.

3

## TRATAMENTOS PARA REGULAÇÃO DE FLUXOS HÍDRICOS





Dentro dos tratamentos de regulação de fluxos hídricos destacamos três tratamentos específicos:

- CANAIS DE DIFUSÃO DE ÁGUA
- CANAL TRANSVERSAL SIMPLES
- CANAL TRANSVERSAL COMPOSTO

## CANAIS DE DIFUSÃO DE ÁGUA



Canais de difusão de água. Fonte: INSA, 2014.

Esta prática tem por objetivos:

- Diminuir o escoamento superficial de uma área erodida e
- Transportar a água de escoamento para áreas estabilizadas.

## Características da Técnica e procedimentos de execução

Esta técnica (Figura 2) é útil para regular os fluxos de escoamentos superficiais de água. Deve ser construída transversalmente ao terreno e nas partes altas de encostas.

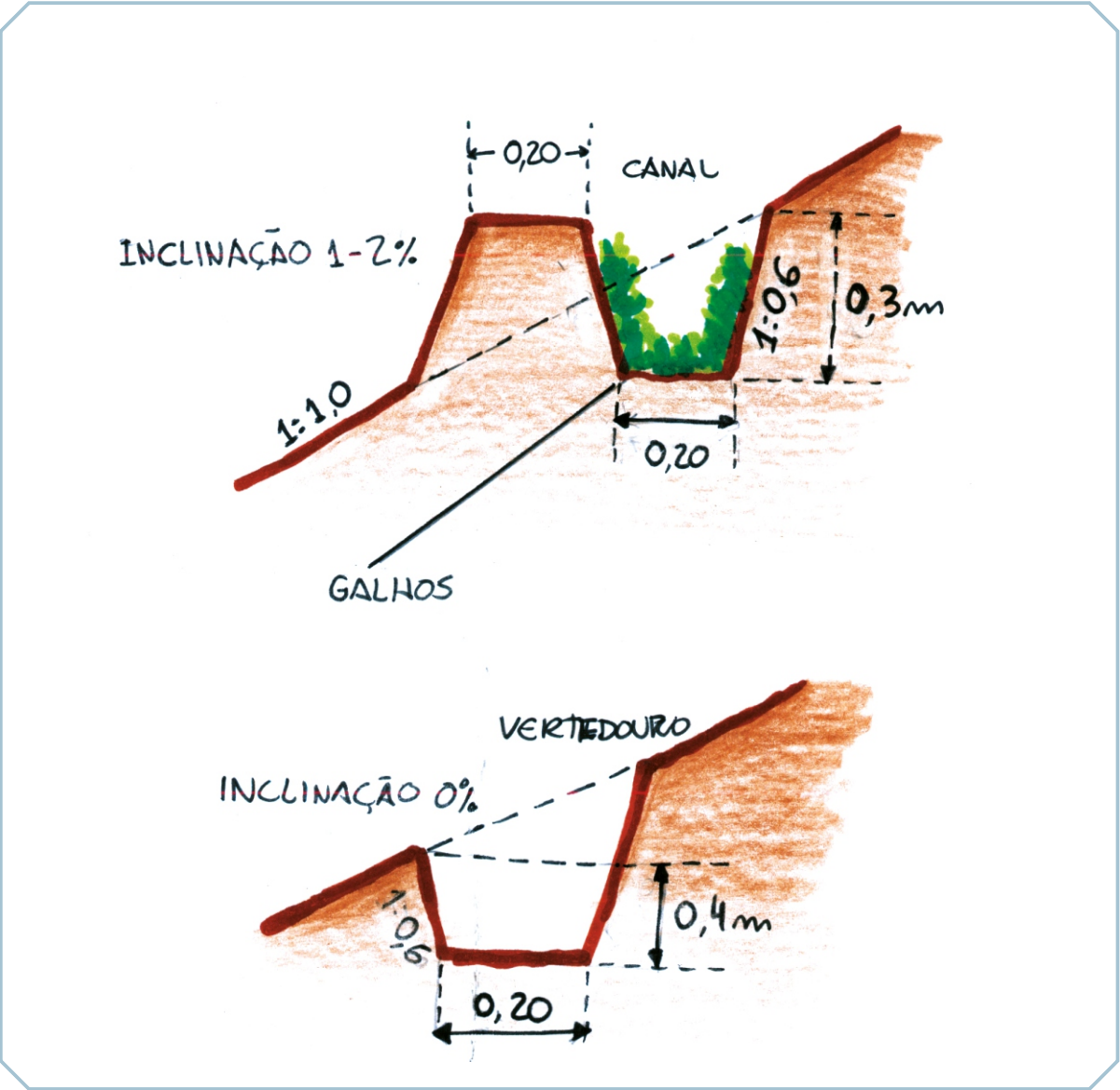


Figura 2. Vista panorâmica do canal de difusão de águas na parte superior da encosta.  
Fonte: INSA, 2014.

O canal deverá ser capaz de transportar o fluxo máximo de água estimado para cada área em particular. 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.

O canal deverá ter um comprimento máximo de 50 m e uma inclinação de 1%. A seção da estrutura terá a forma de um trapézio com as seguintes dimensões: 20 cm de largura na base e 30 a 40 cm de profundidade. A terra retirada da escavação servirá para fazer um camalhão na borda inferior da estrutura. A inclinação dos taludes dependerá do tipo de solo. Em geral é recomendado uma relação que pode variar de 1:1 e 1:0,6.





**Figura 3.** Desenho do perfil do canal e vertedouro de regulação de fluxos hídricos. Unidades de medidas em metros.

A área de descarga ou deságue (vertedouro) das águas do canal deverá corresponder a uma queda estabilizada com presença de vegetação, sendo construída a zero grau, sem camalhão e seu comprimento deverá corresponder a 1/5 do comprimento total do canal. A seção desta parte da estrutura deverá manter as mesmas relações (largura, profundidade e declive) concedidas para o canal e sua área deverá aumentar de 20 a 50%.

**Procedimentos de execução**

Para executar a técnica, siga os seguintes passos:

- Construa o canal em terrenos com 1% de inclinação;
- Cave o terreno, levando em consideração a inclinação do mesmo;
- Faça o camalhão e compacte moderadamente o solo;
- Cave o terreno correspondente à área de descarga;
- Realize a semeadura de alguma gramínea no camalhão;
- Proteja as sementes com algum tipo de cobertura.

**Insumos necessários para implementação da técnica**

Materiais por cada metro de canal			
Uma unidade 20 – 50 m; 10 m finais com 0 %; inclinação da encosta: 25 %			
Materiais	Quantidade	Unidade	Especificações
Galhos	2 – 3	Unidades	Selecionar as espécies adequadas
Sementes	20	Gramas por metro quadrado	200 quilogramas por hectare



## CANAIS TRANSVERSAIS SIMPLES



Canais Transversais simples que regulam fluxos hídricos em caminhos ou estradas. Fonte: INSA, 2014.

Esta prática tem por objetivos:

- Drenar moderadamente o escoamento de água em caminhos de fluxo de água com declives médios ou íngremes e,
- Regular e conduzir o fluxo de água.

### Características da Técnica, procedimentos de execução

Esta técnica (Figura 4) é de fácil implementação, baixo custo e é recomendada para estradas 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 6). 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 juta (estopa) ou de pano, cheios com terra para cobrir a primeira linha das estacas horizontais.



Figura 4. Vista lateral de um canal transversal simples para regulação de fluxos hídricos. Fonte: INSA, 2014.



Figura 5. Vista lateral de um canal transversal para regular o fluxo hídrico em funcionamento. Fonte: INSA, 2014.

Para a liberação da água deverá ser construído um canal (vala) simples, próximo a estrutura de postes horizontais, com 5 a 10 metros e com inclinação do nível. Recomenda-se realizar uma série de canais transversais simples no trecho da estrada ou caminho para aumentar a eficiência do tratamento.

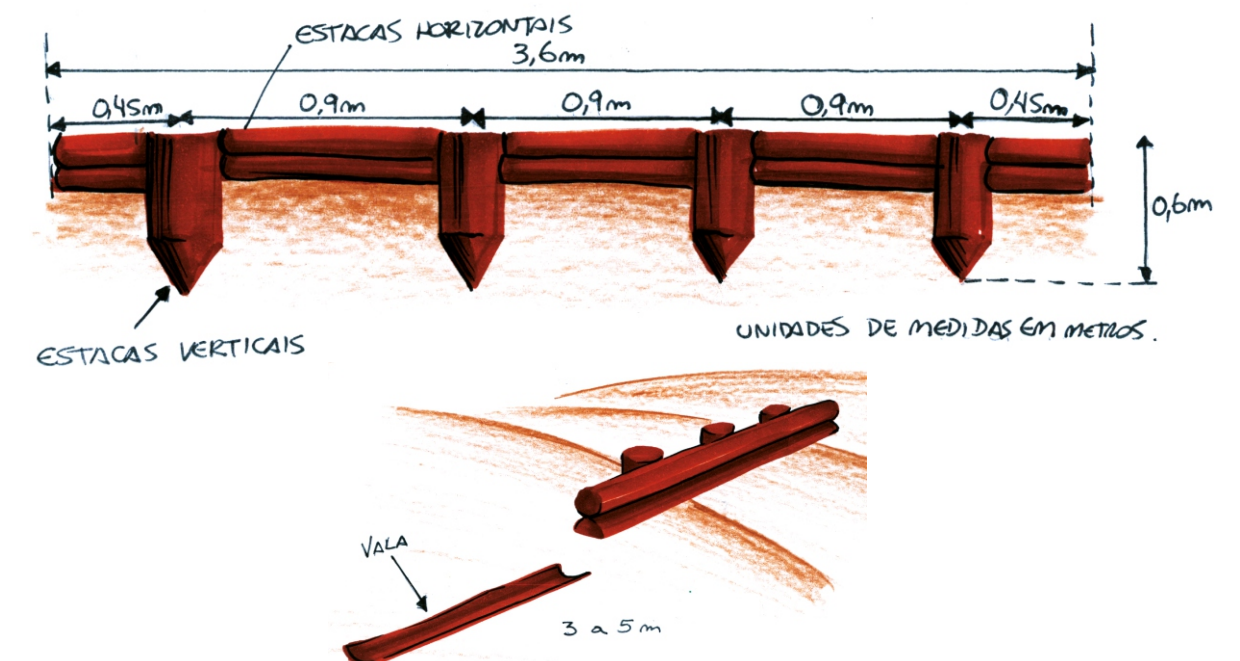


Figura 6. Vista frontal e perfil do Canal Transversal Simples. Unidades de medida em metros.



### Procedimentos de execução

Para execução da técnica siga os seguintes passos:

- Cave e enterre as estacas verticais a 30 cm de profundidade no solo;
- Coloque os postes horizontalmente;
- Pregue e amarre as postes horizontais nas estacas verticais;
- Cubra a parte supeior com sacos de juta preenchidos com terra;
- Preencha com terra compactada até cubrir o primeiro poste horizontal
- Construa um canal de drenagem das águas das chuva; e
- Realize a limpeza do canal a cada temporada de chuva.

### Insumos necessários para implementação da técnica

Materiais por cada 3,6 m			
Materiais	Quantidade	Unidade	Especificações
Postes	03	Unidades	Comprimento do poste: 2,40 m Diâmetro: 04 polegadas
Estacas	04	Unidades	Comprimento da estaca: 50 centímetros Diâmetro: 04 polegadas
Arame	150	Gramas	Nº 14
Pregos	10	Gramas	5 polegadas

### Nota

O comprimento das estacas poderá ser maior ou menor dependendo da largura da estrada ou caminho. Neste caso é necessário fazer emenda e uma amarração bem feita.

As estacas poderão ter um maior diâmetro, dependerá da disponibilidade em sua propriedade e/ou região.

### CANAL TRANSVERSAL COMPOSTO



Esta prática tem por objetivos:

- Drenar fluxos hídricos em estradas ou caminhos, terraços agrícolas e florestais;
- Regular e conduzir fluxos hídricos visando facilitar a infiltração de água no solo.

### Características da Técnica e procedimentos de execução

Esta obra é de fácil execução, baixo custo e é recomenda em geral para a manutenção de terraços agrícolas, estradas operacionais e rurais. A duração do trabalho dependerá da largura do terraço ou estrada.

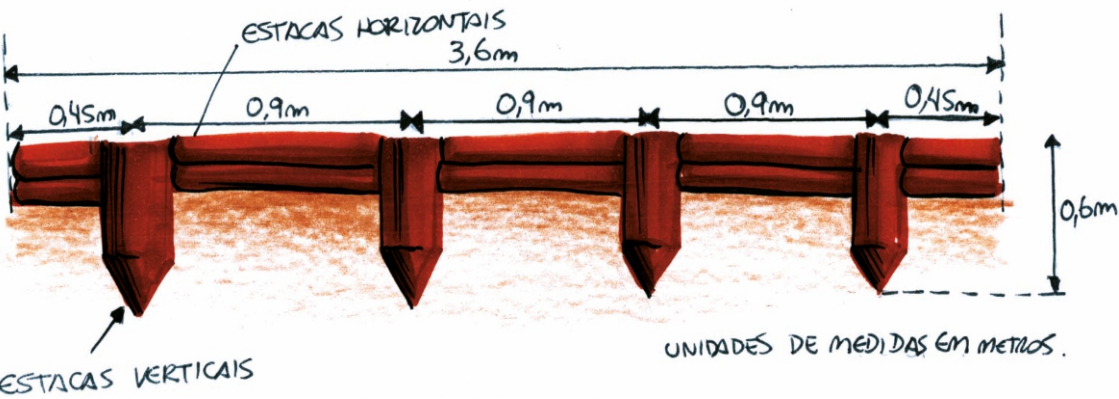
A profundidade do canal deverá ter 30 cm e uma largura de 20 cm, que permitirá aos veículos transitarem sem dificuldades. Podem ser utilizadas estacas de algaroba, sabiá ou semelhante, como estacas verticais de 60 cm, enterradas a 35 cm de profundidade nos dois lados do canal.

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.



Vista frontal



Vista lateral

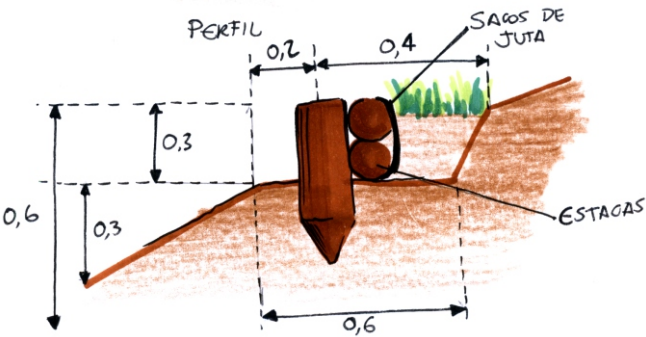


Figura 8. Detalhe de um canal transversal composto. Observe a camada de seixos (cascalhos). Fonte: INSA, 2014.



Figura 9. Vista geral de um canal transversal composto em fase de construção. Fonte: INSA, 2014.

### Procedimentos de execução

Para a execução da técnica siga os seguintes passos:

- Cave e enterre as estacas verticais a 35 cm de profundidade no solo;
- Coloque as estacas horizontais;
- Prenda e amarre as estacas horizontais nas verticais;
- Preencha com uma camada de cascalho, seixos, ou semelhantes;
- Construa um canal de drenagem para a água da chuva; e
- Realize a limpeza do canal a cada temporada de chuva.

### Insumos necessários para implementação da técnica

Materiais para cada 3,6 m			
Materiais	Quantidade	Unidade	Especificações
Postes	6	Unidade	Comprimento: 2,4 metros: Diâmetro: 4 polegadas
Estacas	8	Unidade	Comprimento: 60 centímetros Diâmetro 4 polegadas
Arame	300	Gramas	Nº 14
Pregos	20	Gramas	De 5 polegadas
Cascalho	0,15	Metros cúbicos	Tamanhos variados



## TRATAMENTOS PARA AUMENTO DA INFILTRAÇÃO



Dentro dos tratamentos para aumentar a infiltração destacamos dois tratamentos específicos:

- Valas de infiltração
- Terraço florestal

### VALAS DE INFILTRAÇÃO



Vista em perspectiva de uma vala de infiltração – colheitadeira de água – para aumentar a infiltração de água no solo. Fonte: INSA, 2014.

Esta prática tem por objetivos:

- Acumular o máximo do fluxo hídrico de uma área;
- Diminuir a quantidade e a velocidade da correnteza superficial;
- Aumentar a infiltração da água no solo;
- Reter os sedimentos removidos pelas precipitações e fluxos hídricos; e
- Acumular a água das chuvas para pequena irrigação.



## Características da Técnica e procedimentos de execução

Esta técnica (Figura 10) é recomendada para zonas semiáridas, devido à alta intensidade das precipitações e elevado fluxo direto das águas, o que representa um componente principal do escoamento 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 das 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 10).



**Foto 10.** Vista panorâmica de um conjunto de valas de infiltração numa microbacia em fase operação. Fonte: INSA, 2014.

A seção transversal da vala deverá ter a forma de trapézio com as seguintes dimensões: 0,20 a 0,30 m de largura na base; 0,52 a 1 m de largura na parte superior da secção e 0,20 a 0,40 m de profundidade. A inclinação dos taludes dependerá do tipo de solo. Recomenda-se uma inclinação nos taludes de corte 1:1 e entre 1:0,6 a 1:10 para o talude anterior. O cume terá uma largura de 20 a 30 cm em sua parte superior e inclinação de 1:1 (Figura 11).

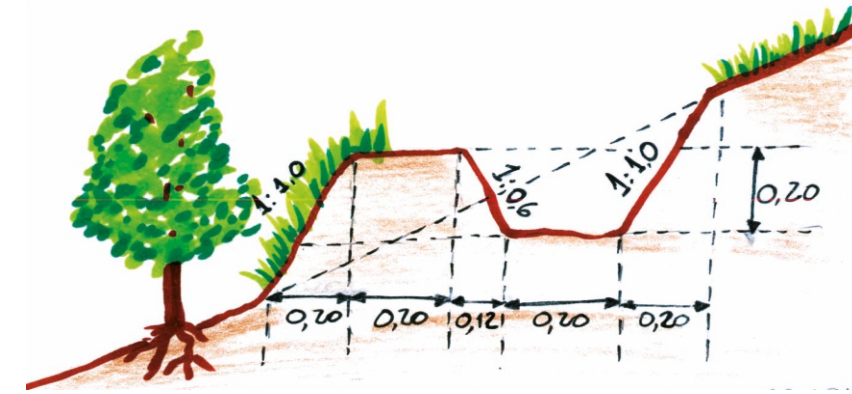


Figura 11. Desenho de Valas de Infiltração.

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.



Figura 12. Construção do sistema de valas de infiltração em uma micro-bacia hidrográfica. Fonte: INSA, 2014



### Procedimentos de execução

- Calcule o conjunto de valas necessárias, capazes de acumular o fluxo máximo de água;
- Determine o intervalo entre as valas em função do volume, comprimento da vala e precipitação efetiva na área;
- Trace as valas em toda a área;
- Cave as valas (20 cm de largura na base, o que corresponde à largura de uma pá);
- Faça o camalhão e compacte moderadamente o solo;
- Realize a semeadura de gramíneas ou plantas herbáceas no camalhão; e
- Proteja a semeadura com algum tipo de cobertura.

### Insumos necessários para implementação da técnica

Materiais necessários para cada metro			
Uma unidade: 2 a 3 m; Inclinação de ladeira: 25 %			
Materiais	Quantidade	Unidade	Especificações
Sementes	9,6	Kg	20 gramas por metro quadrado Superfície: 0,48 m <sup>2</sup>

### TERRAÇO FLORESTAL



Vista em primeiro plano de terraço florestal na base de uma encosta. Fonte: INSA, 2014

Esta prática tem por objetivos:

- Aumentar a infiltração da água no solo;
- Reduzir o escoamento superficial;
- Diminuir a velocidade das águas das chuvas no solo;
- Reter os sedimentos transportados pelo fluxo hídrico;
- Acumular água de chuvas para irrigação *in lócus*

### Características da Técnica e procedimentos de execução

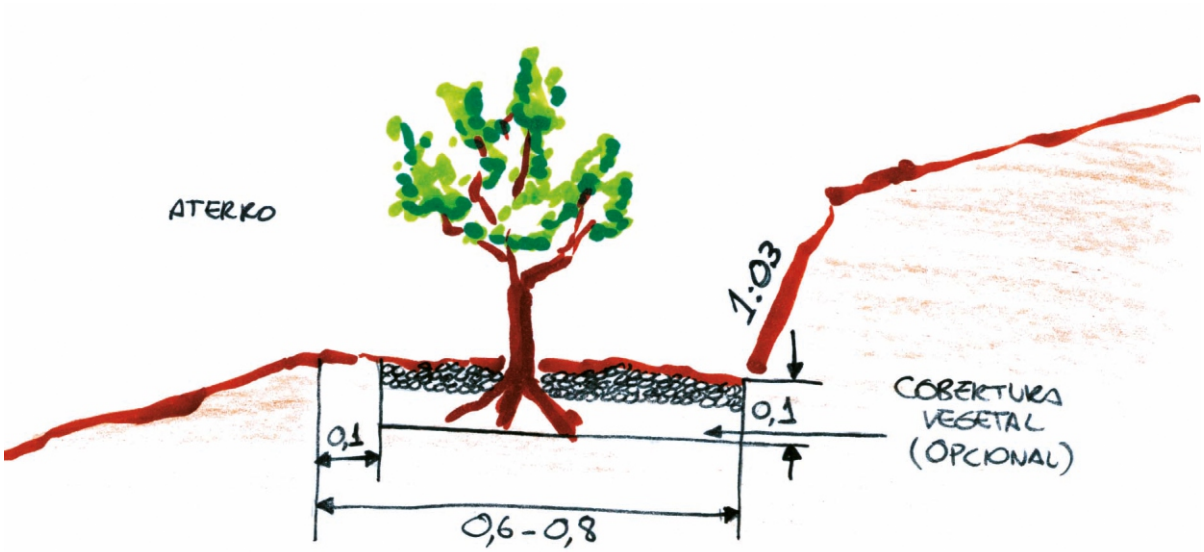
Este técnica é apropriado para encostas com inclinações moderadas, com ocorrência de erosão do tipo laminar e linear incipiente. É de fácil implementação e baixo custo. O comprimento do terraço deve ser adequado ao terreno.

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 planta espécies arbóreas e gramíneas ou plantas herbáceas.



## OBRAS LINEARES DE CONTROLE EM ENCOSTAS E TALUDES



### Procedimentos de execução

- Para execução desta técnica sigas os seguintes passos:
- Trace os terraços em nível no terreno;
  - Cave o terraço com uma inclinação leve para o interior do talude (encosta);
  - Prepare a superfície do terraço para o plantio de árvores ou sementeira de gramíneas ou herbáceas;

### Insumos necessários para implementação da técnica

Materiais para cada metro			
Materiais	Quantidade	Unidade	Especificações
Palhada (Cobertura Vegetal)	1 a 2	Metros cúbicos	Uso opcional
Espécies arbóreas ou frutíferas	Em função do número de terraços	Número de Plantas	Plantas com 35 a 40 cm de altura



TRATAMENTO LINEAR COM  
REVESTIMENTO DE PNEUS



TRATAMENTO LINEAR COM  
RAMOS DE "FAXINA"



TRATAMENTO LINEAR COM  
POSTES DE MADEIRA



## TRATAMENTO LINEAR COM REVESTIMENTO DE PNEUS



Vista geral de tratamentos lineares com revestimentos de pneus na cabeceira de uma encosta. Fonte: INSA, 2014

Esta prática tem por objetivos:

- Diminuir a erosão superficial nas encostas;
- Dissipar o escoamento superficial nas encostas;
- Reduzir a velocidade do fluxo hídrico; e
- Acumular sedimentos.

### Características da Técnica e procedimentos de execução

Esta obra (Figura 14) é de fácil execução, baixo custo e apropriada para ser construída em encostas com inclinação entre moderada a média. Ela permite também conduzir o fluxo hídrico desde a cabeceira dos riachos até os canais de evacuação. Podem-se usar revestimentos (borracha) de pneus usados, estacas de madeira e arame.

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 que 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. (fazer desenho A)

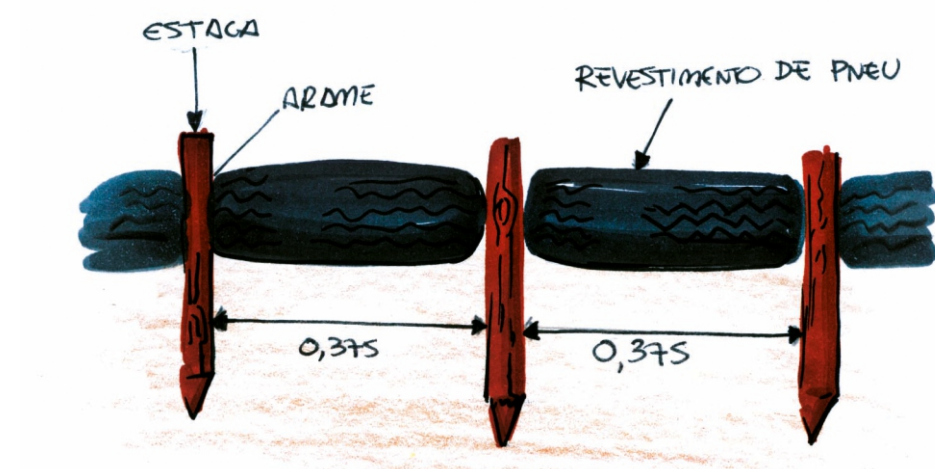


Figura 14. Desenho do Tratamento Linear com Revestimento de Pneus.

Deve-se tomar o cuidado para que o interior do revestimento de pneus fique na direção da encosta (Figura 15). Para aumentar a resistência ao escoamento superficial, uma parte dos pneus deverá permanecer enterrada.



Figura 15. Vista detalhada de tratamento linear com pneus. O interior do pneu deve ficar na direção da encosta. Fonte: INSA, 2014



### Procedimentos de execução

Para execução desta técnica sigas os seguintes passos:

- Nivela o terreno;
- Pregue as estacas a cada 40 cm de distância;
- Caso se trate de uma obra em uma encosta com declividade forte, deve-se construir um terraço de 20 cm de largura;
- Corte os pneus;
- Estenda os pneus, pregando e amarrando-os nas estacas.

### Insumos necessários para implementação da técnica

Materiais necessários para cada 3,0 m			
Materiais	Quantidade	Unidade	Especificações
Revestimento de pneus	2	U	Aro: 14 a 15
Estacas	10	U	Comprimento: 40 cm: diâmetro: 2 polegadas
Arame	150	g	Nº 14
Pregos	10	g	de 5 polegadas

**NOTA:**

As estacas poderão ter um maior diâmetro, dependerá do que há disponível em sua propriedade e/ou região.

### TRATAMENTO LINEAR COM “CERCA DE FAXINA”



Vista do tratamento linear com faxinas

Esta prática tem por objetivos:

- Diminuir a erosão superficial nas encostas;
- Dispersar o escoamento superficial;
- Reduzir a velocidade do fluxo hídrico;
- Acumular sedimentos.

### Características da Técnica e procedimentos de execução

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 outros 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. 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

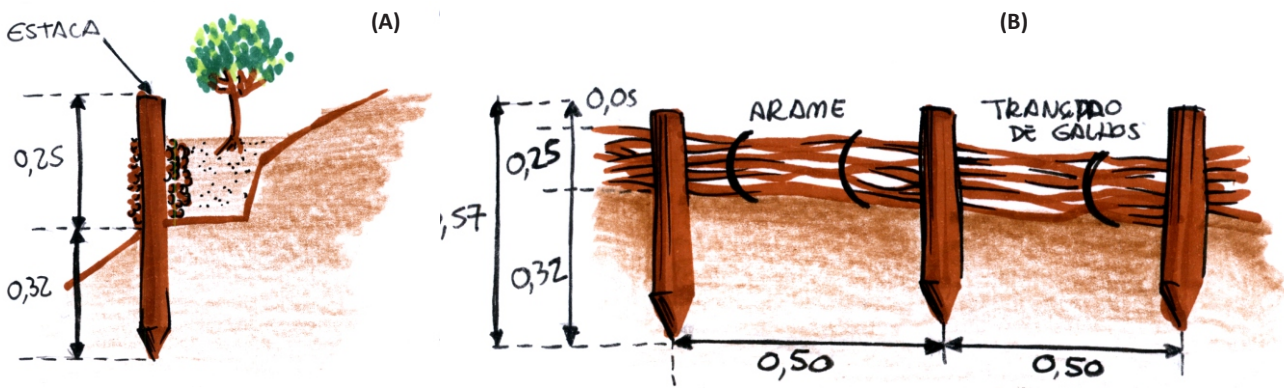


Figura 16. Desenho do Tratamento Linear com “Cerca de Faxina”. (A) Perfil. (B) Vista frontal da técnica.



Figura 17. Vista na perspectiva de um conjunto de tratamento linear com cerca de faxina em fase de operação.

### Procedimentos de execução

Para execução desta técnica sigas os seguintes passos:

- Nivela o terreno da encosta;
- Construa terraços de 50 cm de largura na superfície da encosta;
- Cave e enterre as estacas verticais a cada 50 cm de distância uma da outra e a uma profundidade de 30 cm;
- Trance os galhos sobre as estacas;

- Amarre os trançados de galhos na parte posterior das estacas;
- Preencher com terra a parte posterior dos trançados; e
- Semeie pastagem e plante árvores na superfície do terraço.

### Insumos necessários para implementação da técnica

Materiais necessários pata cada 10 metros de faxina			
Materiais	Quantidade	Unidade	Especificações
Estacas	20	U	Comprimento: 60 centímetros Diâmetro: 2 polegadas
Tranças de galhos	90	U	Comprimento: 1,80 m, aproximadamente 16 linhas
Arame	320	g	Nº 18 galvanizado, 105,5 m/kg



## TRATAMENTO LINEAR COM RAMOS DE FAXINA



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

Esta técnica tem por objetivos:

- Diminuir a erosão superficial nas encostas;
- Dispersar os escoamentos superficiais nas encostas;
- Reduzir a velocidade do fluxo hídrico; e
- Acumular os sedimentos transportados pelo escoamento.

### Características da Técnica e procedimentos de execução

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.

Esta obra não tem restrição quanto as suas dimensões. O intervalo dos tratamentos lineares deve ser em função do grau de inclinação da encosta. Nas encostas com inclinação 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 eucaliptos, algaroba ou sabiá com 60 cm de comprimento, enterradas em buracos de 40 cm de profundidade deixando 20 cm acima do solo, com intervalos horizontais de 70 cm e, presas aos galhos (cipós) traçados com um comprimento de 1,80 m e 15 cm de diâmetro.

Os ramos de faxina devem ser amarrados na parte posterior das estacas, atrás das cercas cobrisses com sacos de juta.

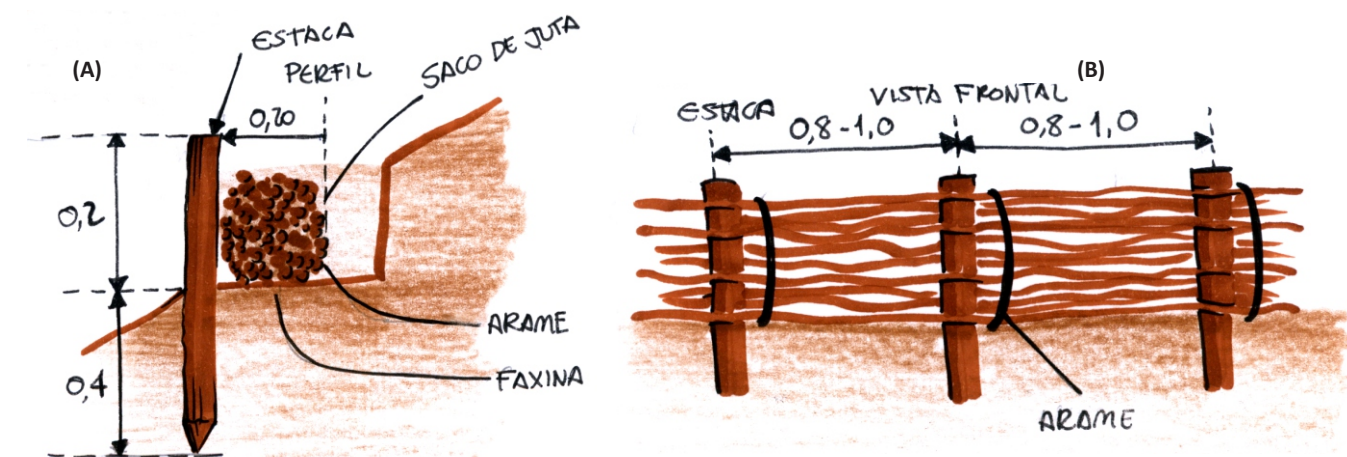


Figura 18. Desenho do Tratamento Linear com Ramos de Faxina. Figura A: Perfil, Figura B: Vista frontal.



Figura 19. Visão detalhada de um tratamento linear com ramos no momento de implantação. Fonte: INSA, 2014





Figura 20. Momento de implementação do tratamento linear com ramos de faxinas. Fonte: INSA, 2014

Procedimentos de execução

Para execução desta técnica sigas os seguintes passos:

- Nivele a encosta e construa terraços com 50 cm de largura na superfície da encosta;
- Enterre as estacas verticais a cada 70 cm de distância uma da outra e a 40 cm de profundidade;
- Trance os galhos;
- Amarre os galhos de faxina na parte posterior das estacas;
- Coloque os sacos de juta (presos) atrás das faxinas;
- Encha com terra por trás dos trançados;
- Semeie o capim e/ou plante árvores acima da barreira.

Insumos necessários para implementação da técnica

Materiais para cada 10 metros			
Materiais	Quantidade	Unidade	Especificações
Estacas	11	Unidade	Comprimento: 60 centímetros Diâmetro: 02 polegadas
Arame	220	Gramas	Nº 18 galvanizado
Sacos de juta	5,00	Unidade	1,0 m x 50 cm
Galhos de faxina	6	Unidade	Diâmetro: 20 centímetros, aproximadamente

**NOTA** As estacas poderão ter um maior diâmetro, isto dependerá do que há disponível em sua propriedade e/ou região.

TRATAMENTO LINEAR COM POSTES DE MADEIRA



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

Esta prática tem por objetivos:

- Diminuir a erosão superficial nas encostas;
- Dispersar os escoamentos superficiais nas encostas;
- Reduzir a velocidade do fluxo hídrico; e
- Acumular os sedimentos.

Características da Técnica e procedimentos de execução

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. Nas encostas com inclinação íngreme é aconselhado utilizar intervalos de 80 cm, enquanto que naquelas com inclinação moderada pode-se usar intervalos de 3 m.

O material utilizado pode ser estaca de eucaliptos, algaroba ou sabiá com 2,40 m de



comprimento, presas a estacas verticais de 50 cm nas linhas horizontais, deixando-as o mais reto possível.

Devem-se construir terraços com 60 cm de largura ao longo da encosta. Nestas ultimas serão presas às estacas em nível e a cada 70 cm na horizontal. Sobre os terraços, as estacas horizontais deverão ser presas e amarradas na parte posterior das estacas. Finalmente a face posterior das estacas horizontais será coberta com sacos de pano ou sacos de juta.

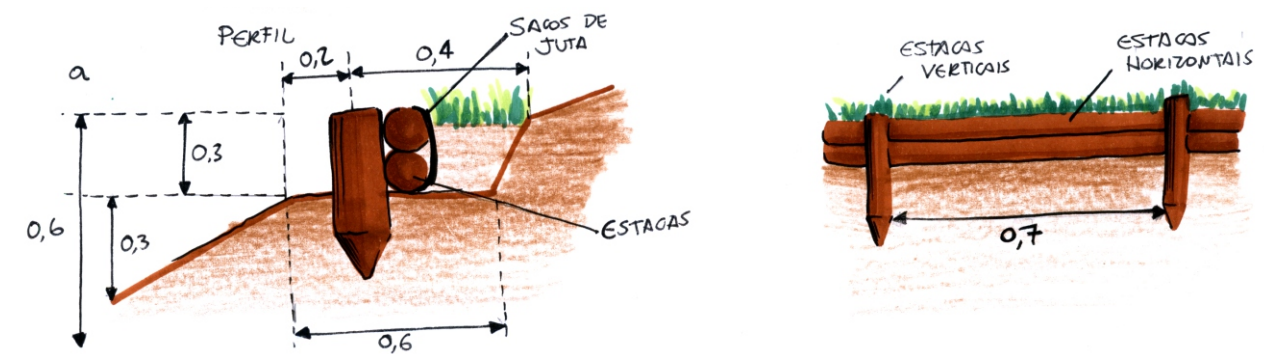


Figura 21. Desenho do Tratamento Linear com Estacas de Madeira.



Figura 22. Visão detalhada da obra linear com postes de madeira. Fonte: INSA, 2014



Figura 23. Vista geral do tratamento linear com postes de madeira em fase de construção. Fonte: INSA, 2014

### Procedimentos de execução

Para execução desta técnica sigas os seguintes passos:

- Nivela a encosta;
- Construa terraços de 60 cm de largura na superfície da encosta;
- Prenda estacas (na horizontal) a cada 30 cm de profundidade e uma distância de 70 cm;
- Coloque as estacas na forma horizontal na parte posterior das estacas;
- Prenda e amarre os postes horizontais nas estacas;
- Cubra com sacos de pano a face posterior das estacas horizontais;
- Preencha com terra a área restante do terraço; e
- Semeie sementes de capim e plante árvores para proteger o solo.

### Insumos necessários para implementação da técnica

Materiais para cada 10 metros			
Materiais	Quantidade	Unidade	Especificações
Postes	9	U	Comprimento: 2,40 metros Diâmetro: 04 polegadas
Estacas	16	U	Comprimento: 50 cm Diâmetro 2
Arame	800	g	Nº 12
Pregos	20	g	De 05 polegadas
Grampos	470	g	De 1,5 polegadas
Sacos de tela de sombrite	17	U	60 x 40 centímetros

As estacas poderão ter um maior diâmetro, dependerá do que há disponível em sua propriedade e/ou região.



## TRATAMENTO DE REGULAÇÃO DE FLUXOS HÍDRICOS EM VOÇOROCAS

REPRESA DE POSTES DE MADEIRA



REPRESA COM ESTRUTURA DE PEDRAS



PREENCHIMENTO DE VOÇOROCAS COM RESTOS DE "FAXINA"



REPRESA COM PNEUS USADOS CHEIOS COM PEDRAS



### REPRESA DE POSTES DE MADEIRA



Vista em primeiro plano de uma represa de postes de madeira. Fonte: INSA, 2014

Esta técnica tem por objetivos:

- Resistir às escavações do leito das voçorocas;
- Estabilizar as inclinações do leito nas voçorocas; e
- Preparar as condições para plantação e semeadura nas voçorocas.

### Características da Técnica e procedimentos de execução

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 das mesmas. A represa é composta de estacas de eucaliptos, algaroba, sabiá (ou de plantas encontradas na própria região), dispostas nos sentidos vertical e horizontal.

As estacas verticais são colocadas em intervalos de 1 m, seguindo o perfil das voçorocas e a

*"Quando as pessoas veem, botam fé"*



## REPRESA COM ESTRUTURA DE PEDRAS



Sequência de represa com estruturas de pedras em voçoroca com grau severo de degradação. Fonte: INSA, 2014

Esta técnica tem por objetivos:

- Resistir às escavações do leito das voçorocas;
- Estabilizar as inclinações do leito nas voçorocas;
- Preparar as condições para plantação e semeadura nas voçorocas.

### Características da Técnica e procedimentos de execução

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 da mesma. 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.

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 27. Represa com estruturas de pedras. Fonte: INSA, 2014

### Procedimentos de execução

Para execução desta técnica sigas os seguintes passos:

- Colete e separe seixos de pedras por diferentes tamanhos;
- Nivele a base;
- Coloque as pedras uma a uma formando uma amarração natural para evitar que se soltem; e
- Preencha com galhos e material morto encontrado na própria área entre as paredes de contenção;

### Insumos necessários para implementação da técnica

Materiais necessários para cada 5 m <sup>2</sup>			
Materiais	Quantidade	Unidade	Especificações
Pedras	1500	Quilograma	Diversos tamanhos



uma profundidade de 40 cm (Figura 24). Já as estacas colocadas horizontalmente deverão ser serão amarradas e presas nas estacas verticais. Em seus extremos deverão ser presas entre 20 a 30 cm em ambos os lados da voçoroca (Figura 24).

É recomendado que a altura útil seja menor que 1,50 m, considerando a resistência e a flexibilidade dos postes. Para diminuir as filtrações, deve-se cobrir com sacos de juta com terra no lado de cima das estacas horizontais.

Para aumentar a estabilidade da estrutura e a regulação do fluxo hídrico recomenda-se o uso de um muro de sacos de nylon ou de juta, cheios com terra, na parte posterior da represa.

Posteriormente, esta deverá ser preenchida até o nível do vertedouro, aproximadamente 1 m desta represa e finalmente compactado.

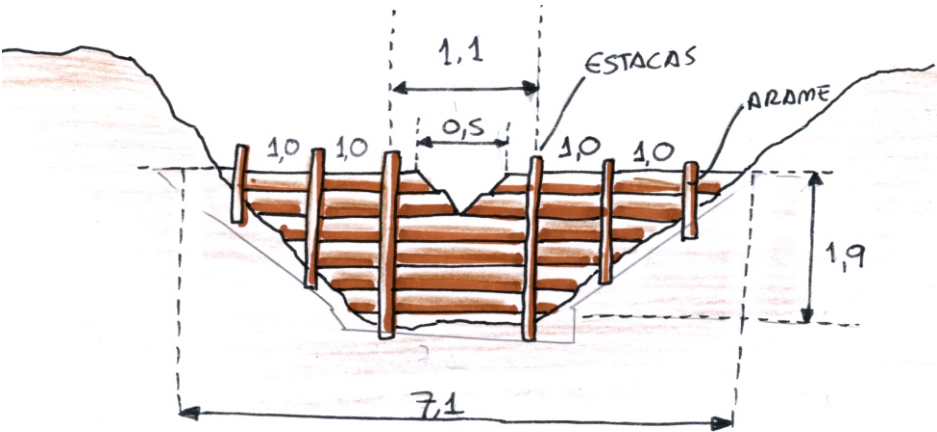


Figura 24. Desenno da represa de Postes de madeira.



Figura 25. Série de represas com estacas de madeira em áreas de riachos ativos com erosão muito severa – Trocar foto.  
Fonte: INSA, 2014

### Procedimentos de execução

Para execução da técnica siga os seguintes passos:

- Cave os buracos para a colocação das estacas bases e estacas horizontais;
- Prenda as estacas verticais;
- Coloque, amarre e prenda as estacas horizontais;
- Prepare o vertedouro nas estacas horizontais;
- Coloque os sacos de juta atrás das estacas horizontais;
- Construa um muro de sacos com terra atrás das estacas horizontais;
- Encha com terra até 1 m e compacte atrás do muro dos sacos;
- Faça o dissipador do dique água abaixo.

### Insumos necessários para implementação da técnica

Materiais necessários para cada 11 m <sup>2</sup>			
Materiais	Quantidade	Unidade	Especificações
Postes	10	Unidade	Comprimento: 2,4 metros Diâmetro: 04 polegadas
Arame	3,2	Quilograma	Nº 14
Pregos	1,6	Quilograma	De 5 polegadas
Sacos de juta	8	Unidade	1,0 m x 50 centímetros
Sacos de malha	87	Unidade	Malha de 60 % cobertura (0,6 x 0,4 metros)
Grampos	600	Gramas	De 1,5 polegadas

**NOTA** As estacas poderão ter um maior diâmetro, dependerá do que há disponível em sua propriedade e/ou região.



## PREENCHIMENTO DE VOÇOROCA COM RESTOS DE “FAXINA”



Preenchimento de voçoroca com restos de faxina

Esta técnica tem por objetivos:

- Resistir às escavações do leito das voçorocas;
- Estabilizar as inclinações do leito nas voçorocas;
- Preparar as condições para plantação e semeadura nas voçorocas;
- Diminuir os efeitos da chuva na voçoroca; e
- Acumular os sedimentos.

### Características da Técnica e procedimentos de execução

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 encontram-se 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.

É recomendado para pequenas voçorocas uma vez que o volume de galhos pode ser grande caso, a extensão da voçoroca seja muito grande.



Figura 31. Material da faxina utilizado no preenchimento de voçoroca. Fonte: INSA, 2014



Figura 32. Voçoroca preenchida por faxina em toda sua extensão. Fonte: INSA, 2014

### Procedimentos de execução

Para execução desta técnica sigas os seguintes passos:

- Colete os galhos mortos caídos no chão em toda a área;
- Transporte até o local onde se encontra a voçoroca;
- Preencha da parte menor para o restante;
- Quando possível tentar compactar um pouco os galhos;



## REPRESA COM PNEUS USADOS CHEIO COM PEDRAS



Represa com pneus cheios com pedras.

Esta técnica tem por objetivos:

- Resistir às escavações do leito das voçorocas;
- Estabilizar as inclinações do leito nas voçorocas; e
- Preparar as condições para plantação e semeadura nas voçorocas.

### Características da Técnica e procedimentos de execução

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 estamos 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.

Para o controle de voçorocas é recomendado realizar uma série de represas no leito da mesma. 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.

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 29. Detalhe de uma barreira de pneus cheios com pedras. Fonte: INSA, 2014

### Procedimentos de execução

Para execução da técnica siga os seguintes passos:

- Colete e separe seixos de pedras de diferentes tamanhos;
- Colete pneus usados;
- Nivela a base;
- Coloque os pneus da seguinte forma: primeiro forme a linha base e preencha com pedras, após a primeira linha coloca-se a segunda e assim por diante até atingir a altura da voçoroca; e
- Com a terra solta existente na própria voçoroca, deve-se aterrar pelo menos 10 cm da camada base;

### Insumos necessários para implementação da técnica

Materiais necessário para cada 5 metros quadrados (m <sup>2</sup> )			
Materiais	Quantidade	Unidade	Especificações
Pneus usados	25	Unidade	Aro: 14 a 15
Pedras	1500	Quilograma	Diversos tamanhos



Insumos necessários para implementação da técnica

Materiais necessários para cada 10 m <sup>2</sup>			
Materiais	Quantidade	Unidade	Especificações
Faxina de ramos e galhos	Variada	Unidade	De tamanhos e diâmetros variados

7

TRATAMENTO DE CONTROLE  
E ESTABILIZAÇÃO  
DE ENCOSTAS

MURO DE SACOS CHEIOS COM TERRA





## MURO DE SACOS CHEIOS COM TERRA



Vista geral do tratamento de uma encosta com sacos cheios de terra. Fonte: INSA, 2014

Esta prática tem por objetivos:

- 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.

### Características da Técnica e procedimentos de execução

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 existam pressões intensas do solo na ladeira. Pode ser realizada em dimensões variadas e sua execução é fácil e de baixos custos.

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 estabeleçam e se fixe na encosta.

Os sacos devem ter medidas de 40 x 60 cm. Quando cheios alcançam uma dimensão aproximada de 50 x 30 x 10 cm.

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.

A cada linha superior de sacos será colocada aproximadamente 10 cm a mais para o interior da encosta correspondente a linha inferior. 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.

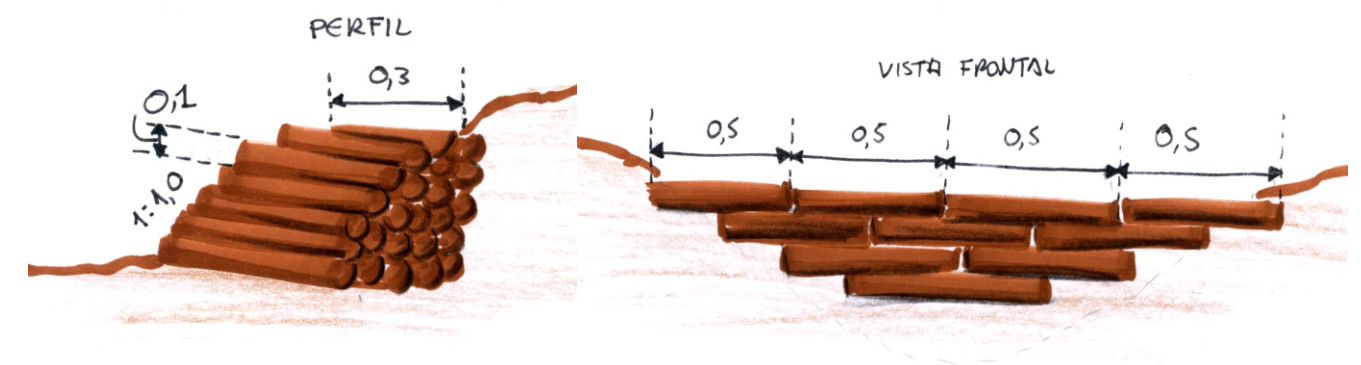


Figura 33. Desenho do Muro de Sacos Cheios com Terra.



Figura 34. Vista em detalhe de tratamento com muros de sacos para o controle de encostas. Fonte: INSA, 2014



### Procedimentos de execução

Para execução desta técnica sigas os seguintes passos:

- Alinhe a encosta;
- Preencha os pequenos canais;
- Cave a base;
- Coloque a primeira linha de sacos (ou linha base);
- Semeie pastagem na superfície dos sacos cheios;
- Preenchas os espaços entre a linha contínua dos sacos e a encosta;
- Compacte moderadamente;
- Coloque a segunda linha e realize o mesmo procedimento descrito anteriormente, até finalizar a obra;
- Plante árvores na parte posterior do muro.

### Insumos necessários para implementação da técnica

Materiais necessário para cada metro quadrado			
Materiais	Quantidade	Unidade	Especificações
Sacos de tela de sombrite	20	U	Tamanho: 60 x 40 cm; 60 % de cobertura
Terra	2,60	m³	0,13 m³/saco

## 8

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para combater a desertificação, precisamos eliminar as causas e não as consequências do fenômeno, ou seja, há necessidade de mudar o comportamento social, econômico e político da sociedade que vivemos. Enquanto sociedade não nos sensibilizarmos da gravidade da degradação, as ações dirigidas à sua prevenção e reversão não serão suficientes e ela prosseguirá até que sua irreversibilidade torne improdutivas grandes áreas do semiárido.

“ *Nosso planeta, pulsando com diversas formas de vida, flutua precariamente num ambiente hostil. Devemos agir enquanto antes, para proteger o que temos. É verdade que a vida na terra continuará sem nós. Mas nós não poderemos continuar sem a terra. Ao menos que encontremos uma outra casa, o que pode tomar muito tempo. Mas tempo é um luxo que não temos.* ”

Marcelo Gleiser

### BIBLIOGRAFIA

BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F **Conservação do solo**. São Paulo: Ícone, 1999 – 4ª edição.

BRASIL/MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Mapa de ocorrência de desertificação e áreas de atenção especial no Brasil**. Brasília: MMA/SRH. 1998.

CAMPAÑA F. S.; RONA, V. RODRIGO.; TOKUGAWA, K. Manual de control de erosión. Proyecto Cuencas CONAF-JICA. Ministerio de Agricultura. Santiago de Chile, 2009. 73p.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Ciência do Solo**. Brasília: Embrapa. Produção de Informação; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 412p.

KIEHL, J.E. **Manual de edafologia**. –CERES: Editora Agronômica. 1979. 262p.

MONIZ, A. C. (Coord.). **Elementos de pedologia**. São Paulo: Livros Técnicos e Científicos, 1975. p. 275-288, 305-334.

OLIVEIRA J. B. **Pedologia aplicada**. Jaboticabal, Funep, 2001. 414p.

PÉREZ-MARIN, AM ; CAVALCANTE, A. M. B. ; MEDEIROS, S. S. ; TINOCO, L. B. M. ; SALCEDO, I.H. Núcleos de desertificação no semiárido brasileiro: ocorrência natural ou antrópica?. Parcerias Estratégicas (Impresso), v. 17, p. 87-106, 2012.

PRADO H. **Solos do Brasil**: gênese, morfologia, classificação, levantamentos e manejo de solos. 4ª edição. Piracicaba: FUNDAG, 2005. 281p.

RESENDE, M.; CURI, N.; REZENDE, S. B.; CORRÊIA, G. F. **Pedologia**: base para distinção de ambientes. 4.ed. Viçosa: NEPUT. 2002. 338p.