



**GOVERNO DO
ESTADO DO CEARÁ**
Secretaria dos Recursos Hídricos

PRÁTICAS DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DE SOLO E ÁGUA NO SEMIÁRIDO DO CEARÁ



Cartilhas Temáticas
Tecnologias e Práticas Hidroambientais
para Convivência com o Semiárido

Volume 4



**GOVERNO DO
ESTADO DO CEARÁ**
Secretaria dos Recursos Hídricos

PRÁTICAS DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DE SOLO E ÁGUA NO SEMIÁRIDO DO CEARÁ

Fortaleza, 2010

Governo do Estado do Ceará
Cid Ferreira Gomes
Governador

Secretário dos Recursos Hídricos (SRH)
César Augusto Pinheiro

Superintendente da SOHIDRA
Leão Humberto Montezuma Filho

Presidente da COGERH
Francisco José Coelho Teixeira

Coordenador Geral da UGPE (SRH)
Mônica Holanda Freitas

Coordenador do PRODHAM/SOHIDRA
Joaquim Favela Neto

Obra editada no âmbito do PRODHAM – Projeto de Desenvolvimento Hidroambiental do Estado do Ceará, integrante do PROGERIRH-Programa de Gerenciamento e Integração dos Recursos Hídricos do Estado do Ceará, apoiado pelo Banco Mundial por meio do Acordo de Empréstimo 4531-BR/BIRD.

João Bosco de Oliveira

Mestre em Solos

Josualdo Justino Alves

Mestre em Irrigação

Francisco Mavignier Cavalcante França

Mestre em Economia Rural

PRÁTICAS DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DE SOLO E ÁGUA NO SEMIÁRIDO DO CEARÁ

Fortaleza

Secretaria dos Recursos Hídricos

2010

Cartilhas Temáticas:

Tecnologia e Práticas Hidroambientais para Convivência com o Semiárido

- Volume 1 Barragens sucessivas de contenção de sedimentos
- Volume 2 Cisterna de placas: construção, uso e conservação
- Volume 3 Barragem subterrânea
- Volume 4 Práticas de manejo e conservação de solo e água no semiárido do Ceará
- Volume 5 Recomposição da mata ciliar e reflorestamento no semiárido do Ceará
- Volume 6 Recuperação de áreas degradadas no semiárido do Ceará
- Volume 7 Sistema de plantio direto no semiárido do Ceará
- Volume 8 Quebra-ventos na propriedade agrícola
- Volume 9 Controle de queimadas
- Volume 10 Sistema de produção agrossilvipastoril no semiárido do Ceará
- Volume 11 Educação ambiental para o semiárido do Ceará

Ficha Catalográfica

C387p Ceará. Secretaria dos Recursos Hídricos.

Práticas de manejo e conservação de solo e água no semiárido do Ceará / João Bosco de Oliveira, Josualdo Justino Alves, Francisco Mavignier Cavalcante França. - Fortaleza: Secretaria dos Recursos Hídricos, 2010.

37 p. (Cartilhas temáticas tecnologias e práticas hidroambientais para convivência com o Semiárido ; v. IV)

1. Conservação de Solo. 2. Conservação de Água. I. Oliveira, João Bosco de. II. Alves. Josualdo Justino. III. França, Francisco Mavignier Cavalcante. IV. Título.

CDD: 631.45

GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ

SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS

Centro Administrativo Governador Virgílio Távora

Av. General Afonso Albuquerque Lima, S/N, Ed. SEINFRA/SRH

Bairro Cambeba, CEP 60.822-325, Fortaleza/CE

Fone: (85) 3101.4012 | (85) 3101.3994 - Fax: (85) 3101.4049

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	7
INTRODUÇÃO.....	9
1 PRÁTICAS DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DE SOLO E ÁGUA	11
1.1 Procedimentos Referenciais	11
1.1.1 Determinação da declividade do terreno	12
1.1.2 Marcação das niveladas básicas.....	13
2 TERRAÇOS DE RETENÇÃO.....	19
2.1 Principais Vantagens dos Terraços	19
2.2 Quanto ao Tipo de Construção.....	19
2.3 Quanto ao Tamanho da Base ou Faixa de Movimentação de Terra	20
3 CORDÕES DE PEDRA EM CONTORNO	24
3.1 Caracterização.....	24
3.2 Finalidades e Benefícios.....	25
3.3 Construção do Cordão de Pedra	25
4 CAPTAÇÃO IN SITU: MÉTODO GUIMARÃES DUQUE	27
5 CORDÕES DE VEGETAÇÃO PERMANENTE	30
6 A EXPERIÊNCIA DO PRODHAM.....	32
6.1 Efeitos Socioeconômicos e Ambientais	33
6.2 Sugestões para Replicação no Semiárido Cearense.....	35
REFERÊNCIAS	37

Apresentamos, nesta cartilha, uma simplificação de parte do Manual Técnico Operativo do Programa de Desenvolvimento Hidroambiental (PRODHAM), de autoria do engenheiro agrônomo João Bosco de Oliveira, executado pela Secretaria dos Recursos Hídricos do Estado do Ceará, que tem como unidade de ação a microbacia hidrográfica.

O tema abordado aqui refere-se à concepção, construção e benefícios das tecnologias ambientais: terraços de retenção, cordões de pedra em contorno, captação *in situ* e cordões de vegetação permanente. Tais tecnologias visam a contenção de sedimentos de solo arrastados pelas chuvas, controlando a erosão e o desgaste de áreas produtivas, evitando ainda o assoreamento dos rios e açudes.

Por meio de linguagem simples e ilustrações didáticas, a cartilha objetiva motivar e orientar produtores rurais e técnicos de campo do Estado do Ceará no trabalho de preservação de terras agrícolas e do meio ambiente, com vistas à sustentabilidade hidroambiental e econômica.

As terras agrícolas, em geral, estão compartimentadas de formas diferentes, com vários tipos de solos e cada tipo apresentando características e vocações próprias, necessitando para serem utilizados, de um estudo ou levantamento sobre a capacidade potencial e de uso dos mesmos, adequando os modelos de explorações às suas exigências naturais e adotando medidas de manejo, conforme o tipo de solo, para dar sustentabilidade a essas explorações sem causar nenhum prejuízo aos recursos naturais.

No semiárido do Ceará, observa-se, frequentemente, a presença de solos com alto grau de erosão, perdendo seu potencial produtivo devido, em especial, ao uso de práticas agrícolas inadequadas ou de implementos agrícolas pouco apropriados ao tipo de solo que, aos poucos, acelera o processo de degradação, facilmente identificada, quando se verifica os baixos índices de produtividade das lavouras, especialmente aquelas cultivadas em regime de sequeiro no âmbito da agricultura familiar.

O trabalho apresentado nessa cartilha vislumbra a implementação de algumas práticas de natureza conservacionistas, com a finalidade de fornecer alternativas para o controle dos processos erosivos e promover a conservação do solo e da água.

1. PRÁTICAS DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DE SOLO E ÁGUA

Quando se decide trabalhar a terra é necessário que se antecipe um estudo detalhado sobre o solo, conhecendo suas características e vocações, com o intuito de adequar as explorações agrícolas de acordo com a capacidade de uso do solo e, também, definir com exatidão as práticas de manejo mais apropriadas, ou seja, elaborar um plano conservacionista para controle da erosão, eliminando a possibilidade de degradação dos recursos naturais, em especial o solo e água.

As práticas conservacionistas, sejam mecânicas, edáficas ou vegetativas, são as principais medidas utilizadas para o controle dos processos erosivos nas áreas ocupadas com as atividades agrícolas, pois resultam na melhoria das condições da terra e sua adaptação aos modelos de exploração adotados pelo agricultor.

A aplicação do plano de manejo e conservação do solo e água ou plano conservacionista, inicialmente, requer a adoção de procedimentos referenciais, a partir dos quais as práticas se associam, ou seja, são realizadas.

Nesta cartilha, instrumento de consulta, será destacado: terraços de retenção, cordões de pedras, captação da água *in situ* – Método Guimarães Duque e os cordões vegetados, tecnologias essas materializadas, pelo PRODHAM, nas microbacias dos rios Cangati, município de Canindé; Batoque, município de Paramoti; Salgado/Oiticica, municípios de Pacoti e Palmácia; e riacho Pesqueiro, município de Aratuba.

1.1 Procedimentos Referenciais

Ao se programar a implementação de uma prática conservacionista será preciso, inicialmente, determinar as niveladas básicas, também conhecidas como linhas mestras, as quais servem de orientação para o posicionamento e a construção das estruturas conservacionistas: cordões de pedras, os terraços de retenção, captação da água *in situ* e os cordões vegetados, dentre outras, além de guia para o preparo do solo e o plantio de culturas.

Antes da determinação das niveladas básicas, será necessário que se investiguem algumas situações relativas à área, como o relevo, o tipo de solo e textura e como se comporta o fluxo das águas dentro da área.

1.1.1 Determinação da declividade do terreno

Entende-se por declividade de um terreno a diferença de altura entre um ponto e outro no mesmo sentido, ou seja, na direção de cima para baixo. (SCHULTZ, 1978).

Portanto, ao se localizar o ponto mais alto do terreno, em linha reta, parte-se em direção ao mais baixo, medindo-se sequencialmente a diferença de altura entre os vários pontos do percurso até encontrar o ponto mais baixo ou o que se deseja chegar. No final, tem-se a altura total ou a diferença de nível entre os pontos mais alto e o mais baixo.

A medida da declividade é importante, pois, a partir dela, se conhece a distância correta entre as niveladas básicas.

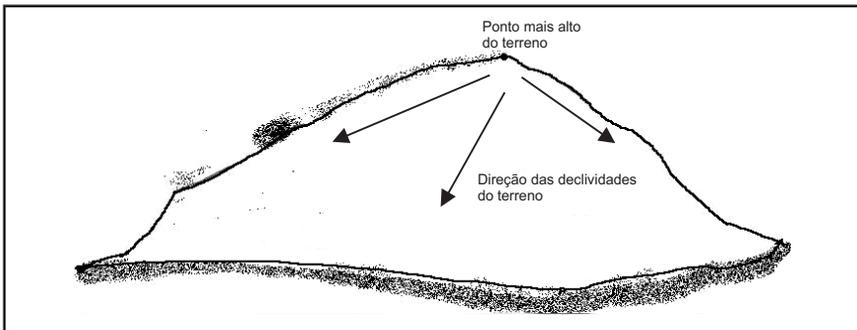


Figura 1 – Declividade do Terreno

Fonte: EMATER Paraná 1982.

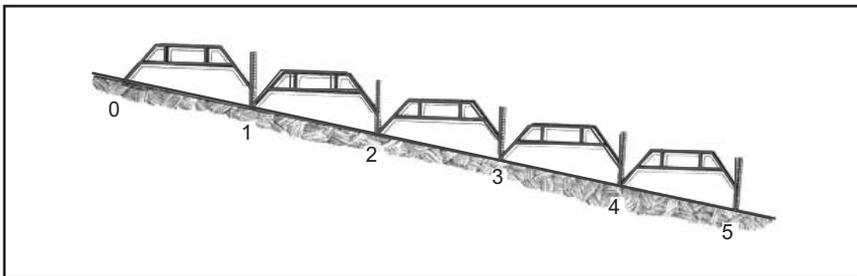


Figura 2 – Determinação da Declividade

Fonte: Schultz (1978).

Exemplo:

Distância de 0 a 5 → 20,0 metros.

Leituras diferença de altura:

0 a 1 = 25,0 cm;

1 a 2 = 23,0 cm;

2 a 3 = 28,0 cm;

3 a 4 = 24,0 cm;

4 a 5 = 16,0 cm.

Soma das alturas é igual a 116,0 cm ou 1,16 metros. Quer dizer, entre os pontos de 0 a 5, distantes de 20,0 metros, tem-se uma diferença de altura de 1,16 metros.

Logo, para se encontrar a declividade do terreno, em percentual, multiplica-se a altura encontrada por 100, dividendo-se em seguida pela distância entre os pontos, conforme fórmula abaixo:

$$D = \frac{h \times 100}{d} \rightarrow D = \frac{1,16 \times 100}{20} = 5,8\%$$

Onde:

D → Declividade natural do terreno em %;

H → Altura entre os pontos 0 e 5 em metros;

d → Distância entre os em metros.

1.1.2 Marcação das niveladas básicas ou das curvas de nível

Conhecida a declividade do terreno (D%), o passo seguinte é a marcação das niveladas básicas (NB) ou curvas de nível, cuja distância ou espaçamento entre essas, varia de acordo com o tipo de solo, declive do terreno e a prática conservacionista que se vai realizar. O espaçamento das niveladas básicas (NB) pode ser definido pela distância vertical e/ou horizontal.

A seguir, são apresentadas as fórmulas usadas por Resck (2002), para determinação dos espaçamentos vertical e horizontal na marcação de niveladas básicas.

Espaçamento Vertical (EV)

$$EV = [2 + D\% / X] 0,305$$

Onde:

D → Declividade do terreno (%)

X → Coeficiente variável com o tipo de solo:

(1) Solo argiloso → 1,5;

(2) Solo textura média → 2,0;

(3) Solo arenoso = 2,5

Espaçamento Horizontal (EH)

$$EH = [EV X 100] / D\%$$

Onde:

EH → Espaçamento horizontal

EV → Espaçamento vertical.

Quanto maior a declividade do terreno, menor a distância entre as niveladas básicas ou curvas de nível.

A Tabela 1 a seguir, editada no documento Manejo e Conservação do Solo e da Água (BRASIL, 1983), representa também um instrumento de consulta para determinação do espaçamento ou da distância entre as niveladas básicas ou curvas de nível.

Tabela 1 – Espaçamentos entre Terraços

Declividade (%)	Solos Argilosos		Solos Médios		Solos Arenosos	
	EV (m)	EH (m)	EV (m)	EH (m)	EV (m)	EH (m)
2	1,00	50,00	0,80	40,00	0,60	30,00
3	1,10	36,70	0,90	30,00	0,70	23,30
4	1,20	30,00	1,00	25,00	0,80	20,00
5	1,30	26,00	1,10	22,00	0,90	18,00
6	1,40	23,40	1,20	20,00	1,00	16,70
7	1,50	21,40	1,30	18,60	1,10	15,70
8	1,60	20,00	1,40	17,50	1,20	15,00
9	1,70	18,90	1,50	16,70	1,30	14,40
10	1,80	18,00	1,60	16,00	1,40	14,00
11	1,90	17,30	1,70	15,50	1,50	13,60
12	2,00	16,70	1,80	15,00	1,60	13,30
13	2,10	16,20	1,90	14,60	1,70	13,00
14	2,20	15,70	2,00	14,30	1,80	12,90
15	2,30	15,30	2,10	14,00	1,90	12,70
16	2,40	15,00	2,20	13,70	2,00	12,50
17	2,50	14,70	2,30	13,50	2,10	12,40
18	2,60	14,40	2,40	13,30	2,20	12,20
19	2,70	14,20	2,50	13,20	2,30	12,10
20	2,80	14,00	2,60	13,00	2,40	12,00
21	2,90	13,80	2,70	12,90	2,50	11,90
22	3,00	13,60	2,80	12,70	2,60	11,80
23	3,10	13,50	2,90	12,60	2,70	11,70
24	3,20	13,30	3,00	12,50	2,80	11,70

EV = Espaçamento Vertical (metros)

EH = Espaçamento Horizontal (metros)

Fonte: EPAMIG (1981).

Para marcar a primeira nivelada, toma-se como referência o ponto mais alto do terreno, em seguida, na metade da distância recomendada para o espaçamento entre niveladas, de acordo com a Tabela 1, marca-se à primeira nivelada. Da segunda curva em diante, usar o espaçamento normal.

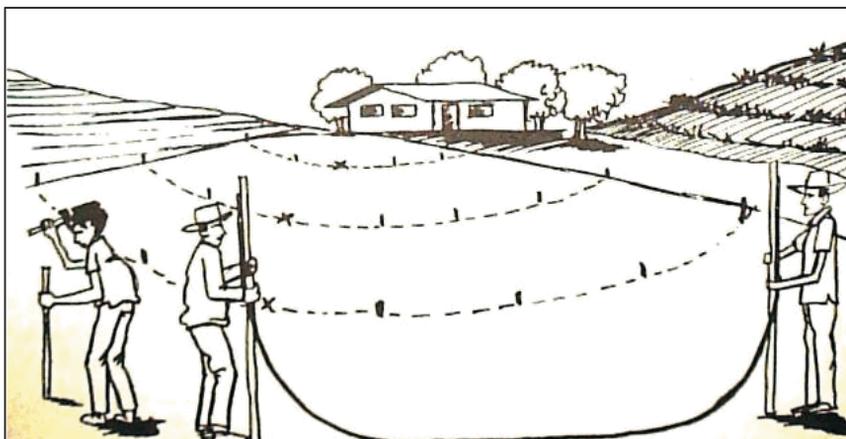


Figura 3 – Marcação nível de borracha

Fonte: EMATER Paraná 1982.

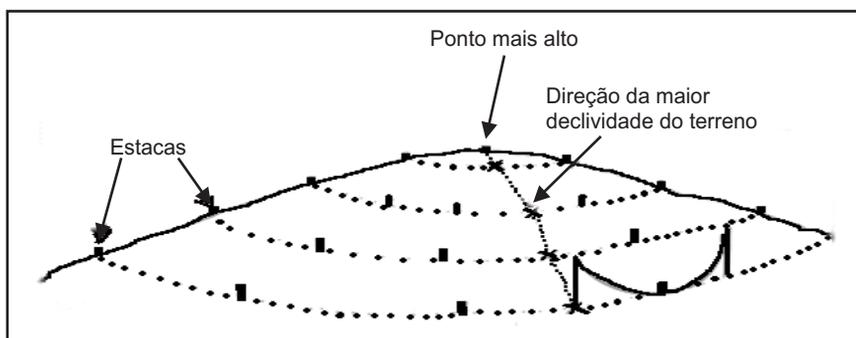


Figura 4 – Marcação Nível de Borracha

Fonte: EMATER Paraná 1982.

Existem vários instrumentos que podem ser utilizados para medida da declividade e marcação das niveladas básicas.

Essas medidas podem ser realizadas com instrumentos de precisão como: teodolito, nível de precisão ou por intermédio de métodos expeditos, com instrumentos simples como esquadros triangulares, com fio de prumo, trapezoidais, com nível de pedreiro, ou nível de borracha.

Abaixo ilustração sobre os instrumentos acima mencionados.

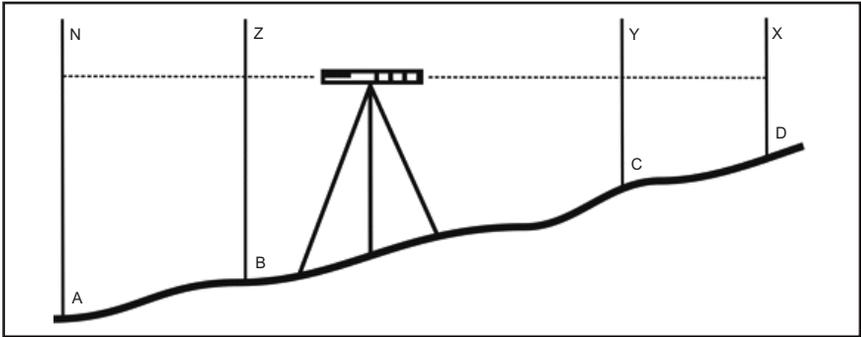


Figura 5 – Nível Ótico

Fonte: Seixas (1984).

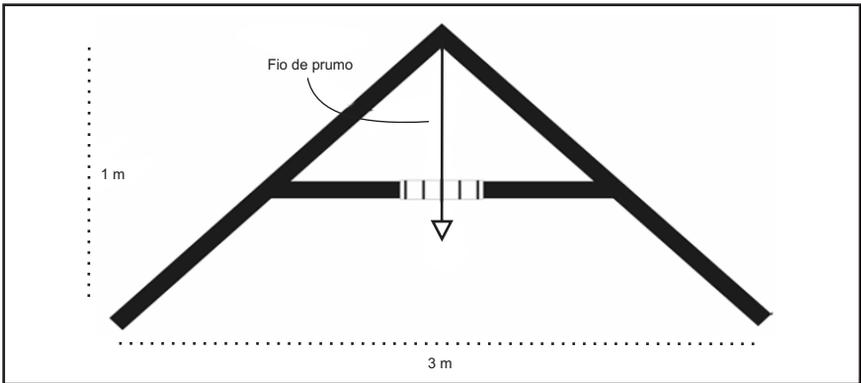


Figura 6 – Esquadro Triangular e Fio de Prumo

Fonte: Seixas (1984).

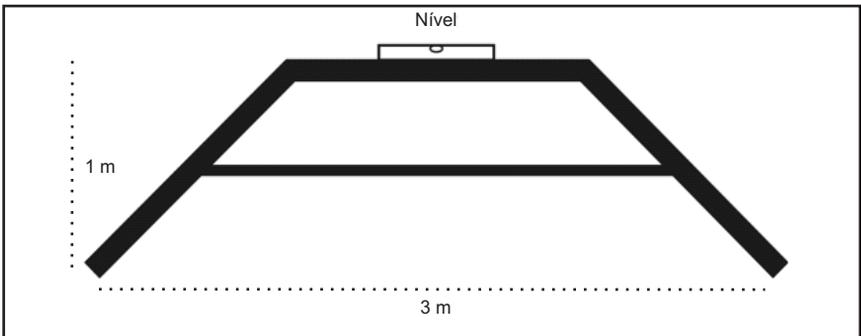


Figura 7 – Esquadro Trapezoidal com Nível

Fonte: Seixas (1984).

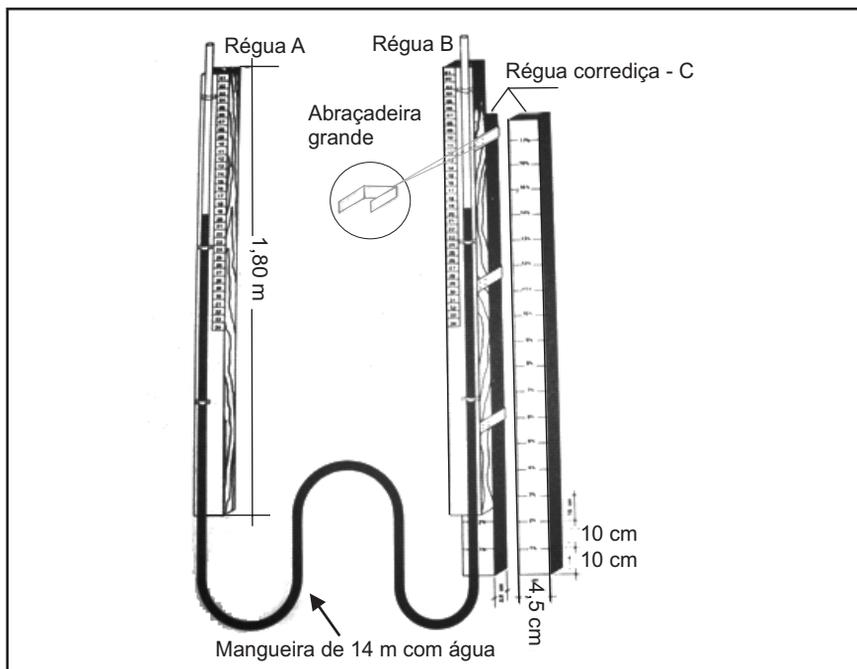


Figura 8 – Marcação Nível de Borracha

Fonte: EMATER Paraná 1982.

2. TERRAÇOS DE RETENÇÃO

Os terraços de retenção são estruturas transversais construídas na direção da declividade do terreno em nível, com finalidade de reduzir a velocidade da enxurrada e o seu potencial de destruição sobre os agregados do solo. (RESCK, 2002).

É uma das práticas conservacionistas mais eficientes para o controle da erosão e na redução do escoamento superficial, uma vez que possibilita o aumento da infiltração de água no solo.

Esses terraços são construídos com o canal em nível e extremidades bloqueadas, permitindo que a água de enxurrada seja retida no canal e infiltre-se no perfil do solo. (OLIVEIRA, 2001). Adaptam-se melhor às áreas de baixa precipitação e solos com boa drenagem.

Apesar de suas vantagens, isoladamente não garantem total eficiência, sendo necessário que a eles estejam associadas a outras práticas agrícolas de natureza conservacionistas para uma melhor eficiência.

2.1 Principais Vantagens dos Terraços

- Reduz a velocidade e o volume das águas nas enxurradas;
- diminui as perdas de solo, de sementes e de adubos;
- diminui o escoamento superficial - *run off*; e
- aumenta a capacidade de infiltração, armazenamento e a retenção da água no solo.

2.2 Quanto ao Tipo de Construção

Terraço tipo Nichols: seção mais ou menos triangular, com o corte e tombamento da terra sempre para baixo, podendo ser construídos em áreas de alta precipitação, com declive de até 20%.

Terraço tipo Magnum: construídos com movimentação da terra para ambos os lados da linha básica. Esse tipo é mais apropriado para áreas de baixa precipitação, solos drenados, com até 10% de declividade.

2.3 Quanto ao Tamanho da Base ou Faixa de Movimentação de Terra

a) Terraço de base estreita

Quando a faixa de movimentação ou largura de terra é de até 3,0 m. Esse tipo é indicado para áreas pequenas e de grandes declives. Para declividade acima 15%, recomenda-se vegetar. Esse tipo pode ser Nichols e Magnum.

Tabela 2 – Dimensões da Construção de Terraços de Base Estreita

Largura do canal (m)	Largura do Camalhão (m)	Profundidade do canal (m)	Secção mínima (m ²)	Movimentação de terra (m)	Autor
1,5	2,0	0,50	0,50	3,0	Zenker (1977)
1,2 – 1,8	-	0,4 – 0,7	0,7	2,0 – 3,0	Amaral (1978)

Fonte: Resck (2002).

b) Terraço de base média

Se a faixa de movimentação ou largura de terra é de 3,0 a 6,0 m, podendo ser do tipo Nichols ou Magnum, sendo o segundo, o processo mais utilizado. Indicado para áreas com declives de 8% a 15%.

Tabela 3 – Dimensões da Construção de Terraços de Base Média

Largura do canal (m)	Largura do Camalhão (m)	Profundidade do canal (m)	Secção mínima (m ²)	Movimentação de terra (m)	Autor
0,2 – 0,3	-	0,4 – 0,8	0,0- 0,75	3,0 – 6,0	AMARAL, 1978

Fonte: Resck (2002).

c) Base Larga

Quando a faixa de movimentação da terra é de 6,0 a 12,0 m. É indicado em áreas com declividade de até 12%.

Tabela 4 – Dimensões a Construção de Terraços de Base Larga

Largura do canal (m)	Largura do Camalhão (m)	Profundidade do canal (m)	Secção mínima (m ²)	Movimentação de terra (m)	Autor
3,0 – 4,0	-	0,5 – 0,6	0,75	6 - 12	RG DO SUL, 1977
2,0 – 3,0	-	0,5 – 0,9	1,20	6 – 12	AMARAL, 1978

Fonte: Resck (2002).

Na construção dos terraços, são utilizados vários tipos de implementos, tração animal ou motora, como arado, draga ou até motoniveladoras e tratores com lâminas, nesse caso, para terraços de base larga.

Alguns especialistas afirmam que o terraceamento é indicado para terrenos com declividade entre 4% a 50%. Para declividades inferiores a 4%, o problema pode ser resolvido com aplicação de outras práticas, como: plantio em nível, faixas de retenção, plantio direto, culturas em faixa, etc., desde que os lançantes sejam curtos. Se os lançantes forem longos a área deve ser terracedada a partir de 0,5% de declividade.

Todo sistema de terraço deve ter um acompanhamento e manutenção. Sempre após chuvas intensas, é preciso percorrer a área e verificar onde os terraços precisam ser desobstruídos e recompostos.

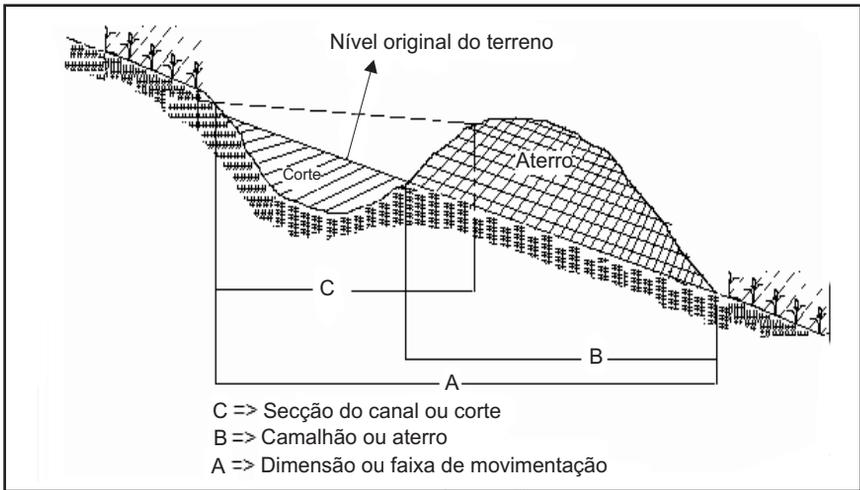


Figura 9 – Perfil de um Terraço

Fonte: Josualdo J. Alves.

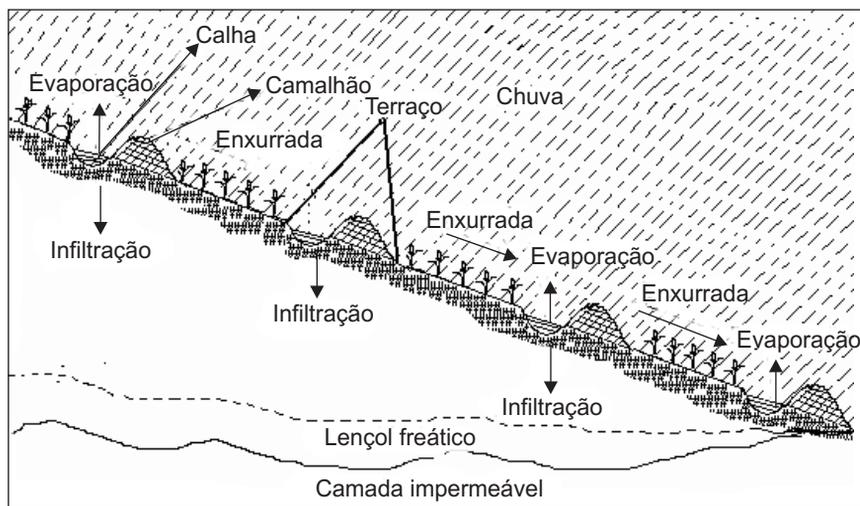


Figura 10 – Perfil com Seccionamento de Rampa

Fonte: Josualdo J. Alves.



Foto 1 – Construção Terraços Iracema-CE

Fonte: José Maurício Pereira.



Foto 2 – Terraços – MBH Pesqueiro-CE

Fonte: PRODHAM.



Foto 3 – Terraços Foto 3 – MBH Cangati-CE

Fonte: PRODHAM.

3. CORDÕES DE PEDRA EM CONTORNO

3.1 Caracterização

O cordão de pedra em contorno é uma prática conservacionista de natureza mecânica, geralmente aplicada ao ambiente da pequena propriedade, em áreas onde há dificuldade de uso da mecanização agrícola, tração motora ou animal, por consequência do relevo e que tenha certa disponibilidade de material, pedras, nas proximidades ou entorno da área, para utilização da prática.

Os cordões de pedras em contorno segmentam o comprimento dos declives, fazem diminuir o volume e a velocidade das enxurradas, forçam a deposição de sedimentos, nas áreas onde são construídos, e formam patamares naturais. (SILVA; SILVA, 1997).

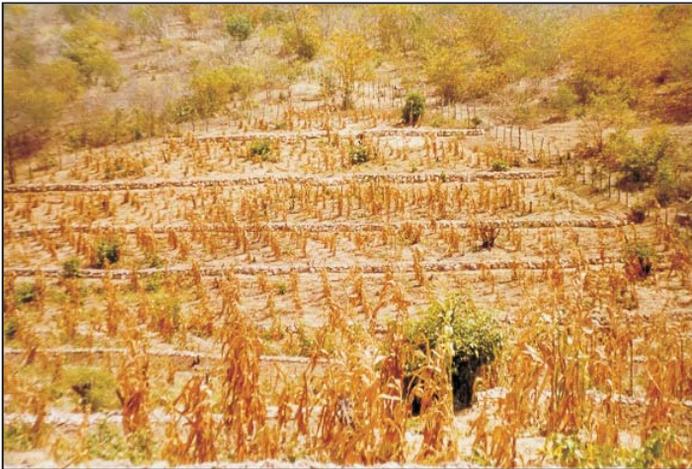


Foto 4 – Cordões de Pedra após Cultivo de Milho

Fonte: PRODHAM.

A aplicabilidade dessa prática é mais adequada nas áreas cujas unidades de solos apresentam pedregosidade superficial, como os neossolos litólicos e luvisolos crômicos, priorizando as áreas críticas da propriedade, e que haja disponibilidade de mão-de-obra. (OLIVEIRA, 2001).

É uma prática simples, cuja construção consiste na abertura de um canal, geralmente em nível, onde as pedras vão sendo empilhadas. (MACEDO; CAPECHE; MELO, 2009).

3.2 Finalidades e Benefícios

- Segmentação do comprimento de rampa (declives);
- controle do volume e da velocidade das enxurradas;
- deposição e retenção de uma massa de sedimentos sobre a área onde são construídos;
- modificação do microrelevo na faixa compreendida entre os cordões;
- aumento da profundidade efetiva sobre a área de deposição;
- melhoria das propriedades físico-químicas do solo, sobre a área de deposição.

3.3 Construção do Cordão de Pedra

Para a construção de cordões de pedra em contorno ou em nível, é necessário levar em conta as orientações contidas no item 1, desta cartilha, e proceder da seguinte forma:

1º Passo: risque o terreno acompanhando a linha de nível;

2º Passo: com auxílio de um arado de tração animal ou manualmente, cavam-se valas com ajuda de picaretas e enxadas, fazendo riscos nas linhas básicas anteriormente marcadas. As valas devem seguir a linha de nivelada até o final do terreno, retirando-se a terra de dentro e colocando na parte inferior do declive, formando um camalhão.



Foto 5 – Cordão – Abertura do Canal

Fonte: Josualdo J. Alves.

3º Passo: para concluir a construção dos cordões, recobrem-se os camalhões com pedras grandes, médias e pequenas, formando uma muralha de 60 a 80 cm de altura.

As áreas protegidas com cordões de pedra podem ser usadas, normalmente, para cultivo agrícola, tendo-se apenas o cuidado de fazer o plantio em nível, acompanhando os cordões, tomando-se o cuidado para não danificá-los.

A construção é feita, normalmente, aproveitando-se as pedras que afloram no próprio terreno.

Os implementos, ferramentas e material utilizados na construção do cordão de pedra são: enxada, enxadão, pá, metro, pé-de-galinha, régua de madeira, picareta, piquetes, padiola para transporte de pedras e marreta. Os trabalhadores devem usar luvas, botas e óculos de proteção.

4. CAPTAÇÃO *IN SITU*: MÉTODO GUIMARÃES DUQUE

Neste item, será focado o método Guimarães Duque ou Captação *In Situ*, sendo um dos mais utilizados na área semiárida do Ceará.

A captação *in situ* é uma técnica de preparo de solo, associada à captação e ao armazenamento da água de chuva em sulcos construídos em curva de nível, fechados e nivelados, que resulta na retenção da umidade no perfil do solo por um período mais longo, para um aproveitamento melhor pelas plantas.

O sulco feito em contorno ou em curva de nível é um meio empregado para diminuir o processo erosivo no terreno, absorver a enxurrada e obrigar a água a penetrar no solo, significando uma economia de chuva. (DUQUE, 2004).

Existem vários métodos para se praticar essa tecnologia, entre os quais a aração e plantio no plano, sulcamento pós-plantio, sulco barrado, aração parcial e o método Guimarães Duque, FAO (2000), os quais, se bem aplicados, produzem bons resultados.

Os sulcos podem ser feitos com auxílio de arado de discos, aiveca e sulcadores de até 03 linhas tração animal e/ou motora. Ao utilizar-se o arado de três discos, fixo ou reversível de tração motora, recomenda-se a retirada do disco de corte mais próximos dos pneus traseiros do trator, daí, o trabalho deve ser efetuado tombando-se a leiva ou terra, sempre na direção do declive do terreno, ou seja, para baixo.

As vantagens e limitações deste método são:

- Controla a erosão;
- conserva o solo;
- maior disponibilidade de água para as planta, aumentando a resistência aos veranicos;
- baixo custo de implantação. Os custos de construção dos sulcos e camalhões equivalem aos da aração e gradagem;
- baixo custo de manutenção dos sulcos e camalhões;
- favorece a recarga do lençol d'água;

- não é recomendada para áreas com declividade superior a 8%;
- implementação difícil em solos pedregosos; e
- não deve ser usada em solos muito arenosos, pois a água se perde por infiltração.



Foto 6 – Sulcamento com Arado – Tração Motora

Fonte: Josualdo J. Alves.



Foto 7 – Sulcamento com Sulcador de 3 Linhas

Fonte: Josualdo J. Alves.



Foto 8 – Sulcamento com Arado – Tração Animal

Fonte: Josualdo J. Alves.

Realizado o sulcamento da área, após o terreno oferecer umidade suficiente para realização da semeadura, efetuar o plantio depositando as sementes no terço superior do sulco. Evite o plantio na parte superior dos camalhões ou no fundo do sulco, conforme ilustração a seguir.

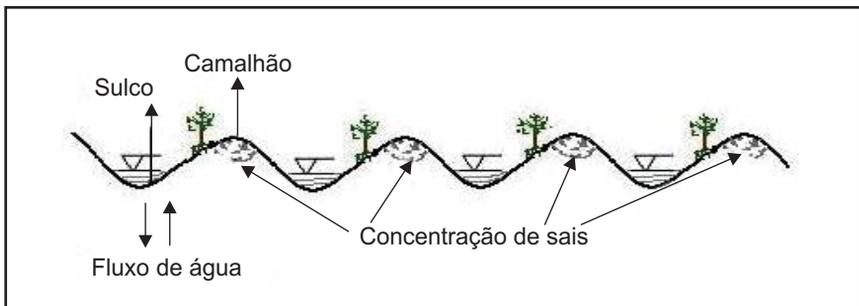


Figura 11 – Local do Plantio

Fonte: Josualdo J. Alves.

5. CORDÕES DE VEGETAÇÃO PERMANENTE

Os cordões de vegetação permanente são faixas em contorno intercaladas à cultura principal, mantidos com plantas perenes de densa massa vegetal. (OLIVEIRA, 2001).

É uma prática simples, recomendada para a pequena e média propriedade, em áreas que não possibilitam a construção de terraços, devido à declividade ou nas quais a mecanização é realizada por tração animal. (MACEDO; CAPECHE; MELO, 2009).

Tal prática consiste na disposição e plantio de culturas ou espécies de rápido crescimento do sistema radicular e da parte aérea em curva de nível, em faixas de largura variável, com a intenção de minimizar os efeitos da erosão.

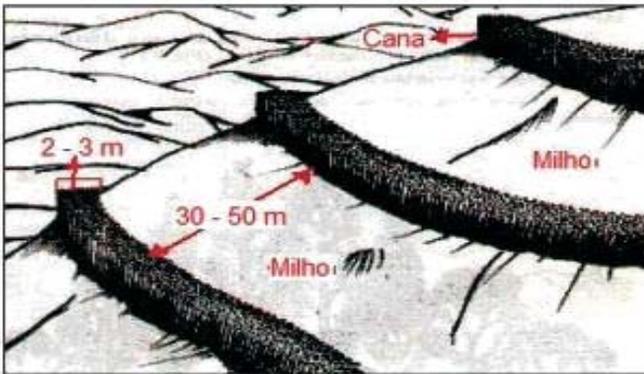


Figura 12 – Cordões Vegetados

Fonte: João Bosco de Oliveira.

As espécies mais utilizadas para formação dos cordões de vegetação são: cana-de-açúcar, capim “camerun anão” (elefante anão), capim cidreira, entre outras.

O espaçamento entre um cordão e outro não deve ser menor que 10 metros. O cordão vegetal funciona como barreira física, evitando que a água da chuva, que não se infiltra, ganhe velocidade e provoque erosão.



Foto 9 – Terraços Vegetados Pentecoste - CE

Foto: Josualdo J. Alves.

Portanto, é considerada uma prática conservacionista complementar. Além disso, é bom salientar que algumas espécies, utilizadas para formar o cordão vegetal, podem ser usadas na alimentação animal, humana ou na industrialização caseira, aumentando a renda familiar. (MACEDO; CAPECHE; MELO, 2009).

6. A EXPERIÊNCIA DO PRODHAM

O PRODHAM trabalhou no semi-árido do Ceará em quatro microbacias selecionadas com pequenas variações de clima, solo, relevo e modelos de exploração.

Durante o período de 2000 a 2009, as ações do PRODHAM, voltadas para a disseminação das práticas conservacionistas, foram:

- Cordões de pedra em contorno: 61,6 mil metros lineares;
- terraços em nível: 59,9 mil metros lineares;
- cordões vegetados: 3,8 mil metros lineares;
- cobertura morta: 9,5 ha;
- adequação de estadas rurais: 35 km;
- implantação de uma unidade demonstrativa para as práticas: lavoura seca; captação *in situ*; sistema agrossilvipastoril e apicultura.

No final deste tópico, são apresentadas as Fotos 10 a 12 que registram as experiências do PRODHAM, com práticas conservacionistas.

Na seleção das áreas em que o PRODHAM atuou, foram utilizados os seguintes critérios:

- a) Índice de degradação dos recursos naturais;
- b) concentração de micro e pequenos produtores rurais na MBH;
- c) áreas que apresentem cursos d'água de quarta ordem;
- d) bom nível de organização das associações comunitárias;
- e) grande número de famílias residentes;
- f) maior número de áreas reformadas/assentamentos rurais;
- g) interesse das Prefeituras em estabelecer parceiras para realizar ações de recuperação ambiental; e
- h) anuência do Comitê de Bacia.

Nas experiências do PRODHAM, as práticas conservacionistas foram implantadas de forma conjunta e compatível com as características do terreno, conforme os procedimentos abaixo:

- Combinação de faixas de plantios com outras culturas, evitando que o solo fique muito exposto, protegendo-o da erosão;
- enleiramento de restos de cultura para evitar que as águas ganhem velocidade e provoquem erosão;
- uso da cobertura morta, que incorpora a matéria orgânica e conserva mais tempo a umidade do solo, permitindo resistir mais aos veranicos;
- uso de capinas alternadas para que o solo não fique descoberto e desprotegido, facilitando o escoamento das águas.

6.1 Efeitos Socioeconômicos e Ambientais

As experiências de agricultores na microbacia do rio Cangati, Canindé-CE, apontam aumento de até 300% na produtividade das culturas de milho e feijão com a adoção das técnicas conservacionistas. Infelizmente, como a maior parte dos produtores não são proprietários de terra e durante o período de monitoramento ocorreram dois anos de chuvas escassas, não foi possível identificar mudanças mais profundas na renda dos produtores rurais. Sabe-se, no entanto, que aumentou a produtividade das culturas por experiências expeditas de alguns produtores.

É visível que o produtor absorveu as tecnologias conservacionistas, pois estão utilizando essa técnica em seus estabelecimentos. O uso dessa técnica associada a outras técnicas como cordões de pedra, terraços, captação *in situ*, cobertura morta, enleiramento de restos de cultura e outras está criando condições para recuperação da fertilidade das áreas, aumento da umidade do solo e perspectivas de produções maiores no porvir.

No caso do efeito no meio ambiente, é visível a retenção do solo, proporcionada pelas práticas conservacionistas implantadas pelo PRODHAM. Produtores locais dizem que

quando chove, as águas agora não fazem mais barulho. Antigamente era uma barulhada só. Tudo agora fica seguro pelos cordões de pedra, terraços e pelas barragens sucessivas.

As principais dificuldades e formas de superação, decorrentes da implantação das práticas conservacionistas nas quatro bacias hidrográficas selecionadas, foram:

a) Necessita de pessoal capacitado

É necessário para a sua construção, o treinamento de pessoal. A maior parte dos produtores que fizeram parte da construção das obras e práticas aqui estudadas, foi treinada em serviço. Com pouco tempo, eles já dominaram o uso do pé-de-galinha e faziam as curvas de nível de forma surpreendente.

b) Tem que ter muita pedra na área

A grande dificuldade para construção dos cordões de pedra é a necessidade de pedras pequenas nos arredores da área a ser construída. Caso falte pedra, é necessário quebrar pedras maiores com um porrete ou então deslocá-las de um local para o outro. Além do pé de galinha, os trabalhadores precisam dispor de carregadores de pedra.

c) O solo não pode ser muito raso

É necessário que o solo não seja muito raso, porque na construção do cordão de pedra faz-se uma ligeira escavação no solo de uns 15 cm, com a leiva sendo amontoada na frente do sulco, formando um camalhão. Por cima do camalhão, são colocadas as pedras umas sobre as outras, de maneira que o alinhamento se torne perfeito, cobrindo toda curva de nível traçada.

d) Aversão a mudanças

A principal dificuldade na adoção dessas técnicas de manejo do solo é o costume arraigado dos agricultores locais, na técnica de cultivo morro abaixo, que vem de gerações. Fica muito difícil, convencer o produtor que o certo é plantar em curva de nível. Somente com a adoção da experiência do PRODHAM, por alguns, e após reconhecerem os resultados, é que a técnica

se disseminou para todos produtores. Reconhece-se que, na microbacia do rio Cangati, muitos produtores já adotam essa técnica.

6.2 Sugestões para Replicação no Semiárido Cearense

As práticas conservacionistas são recomendadas para todas as áreas do semiárido em que tenha ou está sendo cultivado. É fundamental que essa tecnologia se dissemine por todo semiárido. A sua replicação pode ser feita facilmente, tendo apenas que se adquirir o pé-de-galinha para poder traçar as curvas de nível. Vale salientar que tais práticas já são induzidas pela Ematerce em outras regiões do Ceará, não se configurando, portanto, em práticas inovadoras. A contribuição que se quer dar com esta cartilha é a maior disseminação da utilização das práticas conservacionistas de forma mais técnica e convincente.



Foto 10 – Detalhe de um Cordão de Pedra em Contorno, Pacoti-CE
Fonte: PRODHAM.



Foto 11 – Visão Aérea de Plantios em Curva de Nível Associados a Cordões de Pedra em Contorno

Foto: PRODHAM.



Foto 12 – Área com Enleiramento de Restos de Cultura

Fonte: PRODHAM.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério da Agricultura. **Manejo e Conservação do solo e da água**: informações técnicas. Brasília, DF, 1983.

CEARÁ. Secretaria dos Recursos Hídricos. **Implantação experimental do sistema de monitoramento socioeconômico nas áreas de atuação do Projeto PRODHAM, Estado do Ceará**: relatório final. Fortaleza, 2008.

DUQUE, G. J. **Solo e água no polígono das secas**. 6. ed. Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil, 2004.

EPAMIG. **Informe Agropecuário**. Belo Horizonte: 1981, nº 80.

FAO. Manual de Práticas Integradas de Manejo y Conservación de Suelos. **Boletim de Tierras y Auas de la FAO**, Roma, n. 8, p. 79-84, 2000.

MACEDO, J. R.; CAPECHE, C. L.; MELO, A. S. **Recomendação de manejo e conservação de solo e água**. Niterói: Programa Rio Rural, 2009. 45 p. (Programa Rio Rural. Manual Técnico, 20).

OLIVEIRA, J. B. **Bacias hidrográficas**: aspectos conceituais, uso, manejo e planejamento. Fortaleza: Secretaria dos Recursos Hídricos, 2007.

_____. **Manual técnico operativo do PRODHAM**. Fortaleza: Secretaria dos Recursos Hídricos, 2001.

RESCK, D. V. S. **Conservação da água via terraceamento em sistemas de plantio direto e convencional no cerrado**. Planaltina: EMBRAPA, 2002. 8 p. (EMBRAPA-CPAC Circular Técnica, 22).

SEIXAS, B. L. S. **Fundamentos do manejo e da conservação do solo**. Salvador: Centro Editorial e Didático da UFBA, 1984. 304 p.

SCHULTZ, L. A. Métodos de conservação de solo e água. Porto Alegre, 1978.

SILVA, J. R. C.; SILVA, F. J. da. Eficiência de cordões de pedra em contorno na retenção de sedimentos e melhoramento de propriedade de um solo litólico. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, n. 21, p. 441-446, 1997.



**GOVERNO DO
ESTADO DO CEARÁ**
Secretaria dos Recursos Hídricos