

133

Circular
Técnica

Práticas de Conservação de Solo e Água

Introdução

Fotos: Valdínei Sofiatti



O solo é um recurso natural que deve ser utilizado como patrimônio da humanidade, independentemente do seu uso ou posse. É um dos componentes vitais do meio ambiente e constitui o substrato natural para o desenvolvimento das plantas. Uma das principais funções do planejamento de uso das terras é ter maior aproveitamento

das águas das chuvas, evitando-se perdas excessivas por escoamento superficial, criando-se condições para que a água pluvial se infiltre no solo. O seu uso adequado - além de garantir o suprimento de água para as culturas, criações e comunidades - previne a erosão, evita inundações e o assoreamento dos rios, assim como abastece os lençóis freáticos que alimentam os cursos de água. Em virtude disso, a utilização de práticas conservacionistas é de fundamental importância no controle de perdas de solo e água em áreas agriculturáveis, propiciando a maximização do lucro sem provocar redução da capacidade produtiva.

A principal causa da degradação das terras agrícolas é a erosão hídrica, que consiste no desprendimento e arraste de partículas do solo, ocasionados pela água de chuva ou irrigação.

O processo erosivo pode ser descrito da seguinte forma: com o início das chuvas, parte do volume precipitado é retido pela vegetação e parte atinge a superfície do solo. O volume que atinge o solo é responsável pelo aumento da umidade e pela diminuição das forças coesivas dos agregados. Com a continuidade da chuva, por causa do impacto direto das gotas, ocorre a quebra dos agregados em partículas menores e deposição nas camadas superficiais, havendo uma tendência à compactação, levando à formação do encrostamento superficial. A formação dessa camada tem como consequência a diminuição da capacidade de infiltração de água no solo. Assim, o empocamento da água nas depressões da superfície do solo começa a ocorrer quando a intensidade da precipitação excede a capacidade de infiltração ou quando a capacidade de armazenamento de água no solo for excedida. Quando esgotada a capacidade de retenção superficial do solo, se iniciam o escoamento superficial e o processo erosivo.

Campina Grande, PB
Setembro, 2012

Autores

João Henrique Zonta

Engenheiro agrônomo, D.Sc.
pesquisador da Embrapa Algodão,
joao-henrique.zonta@embrapa.br

Valdínei Sofiatti

Engenheiro agrônomo, D.Sc.
pesquisador da Embrapa Algodão,
valdinei.sofiatti@embrapa.br

Augusto Guerreiro F. Costa

Engenheiro agrônomo, D.Sc.
pesquisador da Embrapa Algodão,
augusto.costa@embrapa.br

Odilon Remy R. F. da Silva

Engenheiro Agrícola, Ph.D.
pesquisador da Embrapa Algodão,
odilon.silva@embrapa.br

José Renato Cortez Bezerra

Engenheiro agrônomo, D.Sc.
pesquisador da Embrapa Algodão,
jose.cortez-bezerra@embrapa.br

Carlos Alberto D. da Silva

Engenheiro agrônomo, D.Sc.
pesquisador da Embrapa Algodão,
carlos.domingues-silva@embrapa.br

Napoleão E. de M. Beltrão

Engenheiro agrônomo, D.Sc.
pesquisador da Embrapa Algodão,
napoleao.beltrao@embrapa.br

Isaias Alves

Analista da Embrapa Algodão,
isaias.alves@embrapa.br

Adalberto Francisco C. Júnior

Assistente da Embrapa Algodão
adalberto.cordeiro@embrapa.br

Waltemilton Vieira Cartaxo

Analista da Embrapa Algodão,
waltemilton.cartaxo@embrapa.br

Elvison Nunes Ramos

Engenheiro agrônomo
Ministério da Agricultura,
Pecuária e Abastecimento,
elvison.ramos@agricultura.gov.br

Maurício Carvalho de Oliveira

Engenheiro agrônomo, M.Sc
Ministério da Agricultura,
Pecuária e Abastecimento,
mauricio.oliveira@agricultura.gov.br

Divaldo da Silva Cunha

Engenheiro agrônomo
Ministério da Agricultura,
Pecuária e Abastecimento,
divaldo.cunha@agricultura.gov.br

Manoel Octávio Silveira da Mota

Zootecnista
Ministério da Agricultura,
Pecuária e Abastecimento,
manoel.mota@agricultura.gov.br

Adalberto Nunes Soares

Engenheiro agrônomo
Ministério da Agricultura,
Pecuária e Abastecimento,
adalberto.soares@agricultura.gov.br

Hermes Ferreira Barbosa

Engenheiro agrônomo,
Ministério da Agricultura,
Pecuária e Abastecimento,
hermes.barbosa@agricultura.gov.br

Diante dos fatos citados acima, este trabalho tem como objetivos descrever a importância do manejo e conservação de solo e água, tanto do ponto de vista econômico como ambiental, além de elencar uma série de práticas conservacionistas que podem ser utilizadas pelo produtor rural, visando à minimização do processo erosivo e à conservação dos recursos naturais solo e água, evitando a degradação dos nossos solos e corpos d'água, viabilizando a sustentabilidade da agricultura.

Prejuízos Decorrentes da Erosão Hídrica

Os prejuízos sociais e ambientais decorrentes da erosão são elevados. Como exemplo, podemos citar que a erosão reduz a capacidade produtiva dos solos, e conseqüentemente causa o aumento nos custos de produção, diminuindo, com isso, o lucro dos produtores. Pode ainda diminuir a área de exploração agrícola, bem como interferir na qualidade das vias de deslocamento, impossibilitando, em alguns casos, o acesso de moradores de áreas rurais à educação e saúde.

De acordo com Yu et al. (1998), cerca de 2 bilhões de hectares, o que equivale a aproximadamente 13% da superfície terrestre, têm sofrido algum tipo de degradação induzida pelo homem. A erosão é um dos principais fatores causadores da degradação e deterioração da qualidade ambiental, sendo esta acelerada pelo uso e manejo inadequados do solo.

Segundo a Federação das Associações dos Engenheiros Agrônomos do Brasil, no País são perdidas, a cada ano, 600 milhões de toneladas de solo agrícola por causa da erosão (BAHIA et al., 1992). Em 1994 as perdas de solo em áreas intensivamente mecanizadas no Estado do Paraná foram estimadas em $15 \text{ t ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ a $20 \text{ t ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ (PARANÁ, 1994). Para o Estado de São Paulo, Bertolini et al. (1993) mencionam

que, dos 194 milhões de toneladas de terras férteis erodidas anualmente, 48,5 milhões atingem os cursos d'água. Estes valores representam a perda de 10 kg de solo para cada quilograma de soja produzido ou 12 kg para cada quilograma de algodão. Schmidt (1989) ressalta que as perdas no Estado do Rio Grande do Sul chegaram a $40 \text{ t ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$.

Hernani (2003) estima, para o Brasil, prejuízos diretamente associados à erosão nas propriedades rurais, decorrentes dos menores rendimentos e maiores custos da produção, da ordem de US\$ 2,9 bilhões. Os custos gerados pela erosão fora da propriedade são estimados em US\$ 1,3 bilhão, totalizando prejuízos anuais de US\$ 4,2 bilhões.

Além das perdas de solo, existe ainda outro problema, o qual está associado à manutenção da água precipitada na propriedade. Grande parte desta água escoou sobre a superfície do solo, fazendo com que haja redução do volume de água que atinge o lençol freático. De Maria (1999) estimou as perdas de água em áreas com cultivos agrícolas em $2.519 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ e, para áreas sob pastagens, equivalente a um décimo deste, correspondendo a uma perda em torno de 171 bilhões de metros cúbicos de água por ano nas áreas ocupadas por estes tipos de usos. Esta perda de água reduz o volume de água disponível para as plantas, bem como aquele utilizado para abastecimento dos rios e poços.

Adicionalmente às perdas de solo e água são também perdidos nutrientes, material orgânico e defensivos agrícolas. Hernani et al. (2002) e Bragagnolo e Pan (2000) estimaram as perdas de nutrientes e matéria orgânica em virtude da erosão do solo em: cálcio - 2,5 milhões de toneladas; magnésio - 186 mil toneladas; fósforo - 142 mil toneladas; potássio - 1,45 milhão de toneladas; e matéria orgânica - 26 milhões de toneladas. Os valores econômicos diretos advindos destas perdas

geram cifras extremamente elevadas. Na Tabela 1 são apresentadas estimativas dos prejuízos gerados por causa das perdas de fertilizantes e corretivos do solo (HERNANI et al., 2002).

Tabela 1. Estimativa do valor econômico das perdas de nutrientes e matéria orgânica graças à erosão.

Produto	Valor econômico (R\$ 10 ⁶)
Calcário dolomítico	563,00
Superfosfato triplo	483,00
Cloreto de potássio	1.679,00
Ureia	2.576,00
Sulfato de amônio	430,00
Adubo orgânico	2.063,00
Total	7.951,00

Fonte: Hernani et al. (2002).

Tolerância às Perdas de Solo

O manejo sustentado do solo é uma questão estratégica do ponto de vista ambiental e econômico. Quando o solo passa a ser manejado visando a uma atividade qualquer, ocorrem desequilíbrios nas relações solo-clima-planta. Portanto, o monitoramento das perdas de solo por erosão hídrica, por meio de limites estabelecidos pela tolerância de perdas de solo, é imprescindível para o manejo adequado e sustentável das atividades agrícolas (SILVA et al., 2002).

A partir do crescente avanço tecnológico, em virtude da elevada necessidade de produção de alimentos e da impossibilidade de cultivar áreas agrícolas sem riscos de erosão, estabeleceu-se um limite tolerável ou aceitável de perdas de solo definido como sendo a intensidade máxima de erosão que ainda permitirá um nível de produtividade economicamente sustentável das culturas. A taxa de erosão estará dentro dos limites de tolerância quando não for superior à taxa de formação e renovação dos solos, considerando que o estágio de

desenvolvimento de um determinado solo representa o balanço entre formação e remoção mediante forças de pedogênese e erosão.

Enquanto níveis de tolerância de perdas de solo da ordem de 4,5 t ha⁻¹ ano⁻¹ a 11,5 t ha⁻¹ ano⁻¹ foram estabelecidos para os Estados Unidos da América (EUA) (WISCHMEIER; SMITH, 1978), para solos de regiões tropicais, a disponibilidade de dados é escassa. Para o Brasil, os estudos já realizados indicam que os valores de tolerância de perda também se situam próximos a essa faixa. Lombardi Neto e Bertoni (1975) verificaram valores de 4,5 t ha⁻¹ ano⁻¹ a 13,4 t ha⁻¹ ano⁻¹ e de 9,6 t ha⁻¹ ano⁻¹ a 15,0 t ha⁻¹ ano⁻¹ para solos de São Paulo, com horizontes B textural e B latossólico, respectivamente. Entretanto, os valores obtidos em estudos no Brasil estão provavelmente superestimados pela importância dada aos primeiros centímetros dos horizontes superficiais (LAL, 1984). Este autor argumenta que taxas de 12,5 t ha⁻¹ ano⁻¹ são muito elevadas para solos tropicais de baixa fertilidade natural, a exemplo de solos brasileiros. Para o Estado da Paraíba, Oliveira et al. (2008) realizaram um estudo e determinaram os valores médios de tolerância de perdas de solo para os vários tipos de solo encontrados no estado (Tabela 2).

Tabela 2. Valores médios de tolerância de perdas de solo por erosão (t ha⁻¹ ano⁻¹) para as principais ordens de solos do Estado da Paraíba.

Ordem dos solos	Perda de solo tolerável (t ha ⁻¹ ano ⁻¹)
Argissolos	7,03
Cambissolos	9,03
Latossolos	12,30
Luvissolos	4,05
Neossolos	5,21
Planossolos	4,80

Fonte: Oliveira et al. (2008)

Fatores que Influenciam o Processo Erosivo

A erosão é um processo complexo, caracterizado por envolver vários fatores inter-relacionados que se manifestam com diferentes intensidades, conforme o local de ocorrência (PIRES; SOUZA, 2006).

Os principais fatores que interferem no processo erosivo são: a precipitação, o tipo de solo, a declividade e o comprimento da encosta, a cobertura vegetal e as práticas de manejo. De acordo com Bertoni e Lombardi Neto (1999), a precipitação é o elemento climático de maior importância para a ocorrência da erosão, pois é desta que dependem o volume e a velocidade do escoamento superficial, sendo sua intensidade a característica mais importante relacionada ao processo. Vários estudos mostram que as taxas de perdas de solo são diretamente proporcionais ao aumento dos valores de intensidade de precipitação.

A frequência de ocorrência das chuvas é um fator que também influencia nas perdas por erosão. Se os intervalos entre os eventos de precipitação forem pequenos, o conteúdo de água no solo será alto, quando da ocorrência de uma segunda precipitação, e assim o volume de água escoado na superfície do solo será maior. Por sua vez, para baixas frequências de precipitação, o solo deverá estar com baixo conteúdo de água, e, portanto, o tempo para o início do escoamento superficial deverá ser maior, ou mesmo não ocorrerá escoamento quando a intensidade de precipitação for muito baixa (BERTONI; LOMBARDI NETO, 1999).

O comprimento e a declividade das vertentes são características do relevo local, e sua influência está relacionada à energia potencial associada ao escoamento e ao ângulo de incidência das chuvas. Assim, vertentes mais íngremes

favorecem a erosão do solo, à medida que proporcionam aumento da velocidade do escoamento superficial.

A cobertura vegetal tem a capacidade de oferecer ao solo proteção ao impacto direto das gotas da chuva, reduzir a velocidade do escoamento superficial e aumentar a resistência à tensão de cisalhamento associado ao escoamento. Por isso, a cobertura do solo atua como elemento dissipador de energia, favorecendo o controle do processo erosivo.

As práticas de manejo são as atividades de natureza antrópica que acabam por acelerar ou retardar o processo erosivo. Práticas que promovem a maior exposição dos solos à incidência das precipitações - como queimadas e derrubadas de florestas - e aquelas que promovem o enfraquecimento da estrutura dos solos - como a compactação e mecanização excessiva - favorecem a ação dos fatores erosivos. No entanto, práticas que visam à manutenção da cobertura vegetal - como o plantio direto e o uso de cobertura morta - e aquelas que visam a melhorias das condições de fertilidade e da estrutura do solo - como adubação e calagem - promovem a atenuação da erosão. São destacadas também as práticas de caráter mecânico, que são aquelas que se utilizam de estruturas artificiais para a interceptação e condução do escoamento superficial, podendo-se relacionar o terraceamento e as barraginhas.

Planejamento Conservacionista

O uso adequado da terra deve ser o primeiro passo para a conservação do solo, utilizando-se cada parcela da propriedade de acordo com sua aptidão, capacidade de uso e produtividade econômica, de tal modo que os recursos naturais sejam colocados

à disposição do homem para seu melhor uso e benefício ao mesmo tempo em que são preservados para gerações futuras (LERPSCH et al., 1991).

Dessa forma, o planejamento conservacionista tem a finalidade de maximizar a produtividade das terras agrícolas por meio de um sistema de exploração eficiente, racional e intensivo, que assegure também a continuidade da capacidade produtiva do solo. Com o planejamento conservacionista, tenta-se garantir o aproveitamento adequado da área agrícola, considerando-se as propriedades do solo, a declividade do terreno e as características das chuvas da região.

A avaliação da aptidão das terras agrícolas é obtida por meio da interpretação dos levantamentos de recursos naturais, com ênfase para o recurso solo, que juntamente com os dados do clima e do nível tecnológico definem o potencial de determinada área para diversos tipos de ocupação (MANZATTO et al., 2002).

Inicialmente deve-se fazer um levantamento dos fatores físicos que têm maior influência na capacidade de uso do solo, como tipo de solo, declividade, erosão antecedente, uso atual do solo e sistemas de conservação e drenagem já existentes (PRUSKI, 2009). Dessa forma, os principais critérios que devem ser utilizados na classificação das terras agrícolas são:

1 – Susceptibilidade do solo à erosão, que depende da declividade do terreno e da erodibilidade do solo; 2 – Capacidade produtiva do solo, que é em virtude da sua fertilidade, falta ou excesso de umidade, acidez, alcalinidade, etc.; 3 – Potencialidade de mecanização da área, considerando-se pedregosidade, profundidade do solo, voçorocas existentes, grau de encharcamento, etc.; e 4 – Condições climáticas, em especial o regime de chuvas.

Deve-se lembrar de que a classificação dos solos conforme sua capacidade de uso não tem caráter permanente, pois as modificações naturais nele sofridas ou a inserção de novas práticas de manejo podem acarretar em alteração na sua capacidade de uso, o que torna fundamental uma avaliação contínua da capacidade de uso do solo (PRUSKI, 2009).

Práticas Conservacionistas para o Controle da Erosão

São aquelas em que se procura adequar o sistema de cultivo de modo a manter ou melhorar a fertilidade do solo, provendo, dessa forma, sua superfície com a maior quantidade de cobertura possível.

Práticas de Caráter Edáfico

Controle das queimadas

Apesar da facilidade da utilização das queimadas para limpeza de áreas recém-desbravadas, seu uso deve ser condenado, pois acarreta muitos prejuízos, como a queima da matéria orgânica e volatilização do nitrogênio, o que diminui a fertilidade do solo. As áreas submetidas a queimadas sucessivas tornam-se cada vez mais pobres, o que causa a conseqüente degradação do solo.

Adubação verde

Consiste na incorporação de plantas especialmente cultivadas para este fim ou restos de plantas forrageiras e ervas daninhas ao solo, sendo esta uma das formas mais baratas e acessíveis de se repor a matéria orgânica no solo, melhorando suas características físicas e estimulando os processos

químicos e biológicos. A adoção da adubação verde proporciona aumento na infiltração e retenção de água no solo, o que é importante do ponto de vista conservacionista, além de ocasionar melhoria na fertilidade do solo. Para este tipo de prática geralmente são cultivadas plantas forrageiras - que podem ser aproveitadas pelos animais e leguminosas -, que são responsáveis também pela fixação de nitrogênio no solo. As principais culturas utilizadas nessa prática são milheto, sorgo, mucuna-preta, feijão-caupi, leucena, entre outras.

Adubação química, orgânica e calagem

São necessárias para repor regularmente os nutrientes retirados pelas culturas, de forma a manter um nível adequado desses elementos, uma vez que solo quimicamente pobre ocasiona a queda de rendimento das culturas e conseqüentemente redução no nível de proteção do solo. O uso de esterco ainda auxilia na melhoria das características físicas do solo. O uso de calcário deve ser feito sempre que o pH do solo estiver muito baixo, pois a acidez excessiva prejudica a absorção de muitos elementos essenciais para o desenvolvimento das plantas.

Práticas de Caráter Vegetativo

São aquelas práticas nas quais é usada a vegetação para proteger o solo contra a ação direta da precipitação e, conseqüentemente, para minimizar o processo erosivo.

Florestamento e reflorestamento

Solos com baixa fertilidade e alta susceptibilidade à erosão devem ser ocupados com vegetação densa e permanente, como é o caso das florestas.

As florestas são recomendadas também para a recuperação de solos degradados ou erodidos, bem como para a proteção de mananciais e cursos d'água. A cobertura florestal constitui ótimo empreendimento econômico na utilização de solos com restrições para cultivos de culturas anuais, uma vez que pode ser utilizada racionalmente para produção de madeira, celulose, lenha, carvão, etc. Como regra geral, devem ser reflorestadas, para fins de conservação, as áreas sem aptidão agrícola ou pecuária e as áreas definidas pela legislação (Código Florestal).

Pastagem

As pastagens fornecem boa proteção ao solo contra a erosão quando estas são bem manejadas, porém, quando mal manejadas, o pisoteio excessivo e a alta taxa de lotação podem torná-la escassa e, dessa forma, gerar um sério problema do ponto de vista conservacionista. Uma alternativa para evitar esse problema é utilizar o sistema de pastoreio rotativo, com uso de piquetes, além de fazer a ressemeadura e adubações periódicas da pastagem, garantindo, assim, a manutenção da pastagem com densidade de cobertura capaz de assegurar suporte razoável ao gado e boa proteção ao solo contra a erosão.

Uma alternativa que vem sendo utilizada atualmente é a integração lavoura-pecuária, que consiste em conciliar a pecuária com a produção de grãos em uma mesma área. Com isso, a área da propriedade é utilizada de maneira mais intensiva, reduzindo os custos de produção e aumentando o lucro.

Plantas de cobertura

A utilização de plantas de cobertura, principalmente nas entrelinhas das plantações, mantém o solo coberto durante o período chuvoso, a fim de reduzir os efeitos da erosão e melhorar as condições

físicas e químicas do solo. As plantas de cobertura, além de controlarem a erosão e evitarem que os elementos em estado solúvel sejam lixiviados nas águas de percolação, também proporcionam uma eficiente proteção da matéria orgânica do solo contra o efeito da ação direta dos raios solares. As culturas de cobertura também devem ser plantadas nas entressafras, mantendo o solo coberto pelo maior período de tempo possível (Figura 1).

Foto: João Henrique Zonta



Figura 1. Cultivo de milheto como plantas de cobertura para proteção do solo contra o processo erosivo.

Cultivo em contorno ou em curvas de nível

O preparo do solo, o plantio e a realização de todas as operações acompanhando as curvas de nível é uma prática indispensável para o controle da erosão, porém, só deve ser utilizada como prática isolada de controle da erosão em terrenos com declividade de até 3% e com pequeno comprimento de rampa. Nos demais casos, deve ser usada em associação com as demais práticas conservacionistas.

Quando as operações de preparo, cultivo e plantio são realizadas em nível, o aumento da rugosidade superficial decorrente

dos sulcos deixados pela semeadora, perpendicularmente ao declive, e as linhas cultivadas formam barreiras para o escoamento superficial, reduzindo sua capacidade erosiva. Ademais, quando as operações de preparo do solo e plantio são feitas ladeira abaixo, ocorre a formação de sulcos graças à passagem das rodas do trator, em que a compactação do solo é maior, e consequentemente a taxa de infiltração é menor, formando caminhos onde a água se concentra e ganha velocidade, o que favorece a erosão.

Marcação das curvas de nível

As curvas de nível podem ser locadas em campo com uso de instrumentos rudimentares ou com aparelhos de precisão. Os processos mais utilizados são: locação com esquadros, locação com nível de mangueira, locação com nível de precisão e locação com teodolito.

Locação com esquadros: o trabalho se inicia calculando-se a declividade do terreno por um dos métodos citados anteriormente. Uma vez determinada a inclinação, calcula-se o espaçamento das niveladas ou linhas mestras com o auxílio de tabela própria, seja para a locação de estruturas mecânicas ou vegetativas. A demarcação deve ser iniciada a partir da parte mais elevada da vertente, consistindo na alternância de posições do trapézio ou do triângulo, no sentido transversal à linha de declive. Os pontos da mesma cota são obtidos pela centralização da bolha no nível de pedreiro ou pela verticalidade dada pelo fio de prumo, verificada pela referência a um indicador no meio exato do travessão do esquadro triangular. Nos pontos nivelados, colocam-se piquetes (Figura 2) (SEIXAS, 1984).

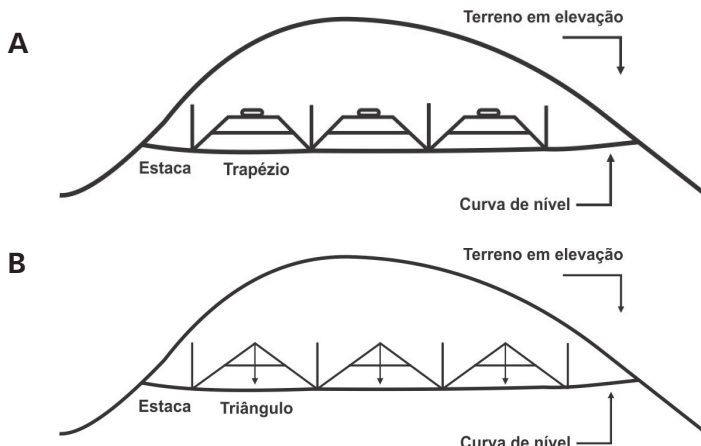


Figura 2. Localização de curvas de nível com trapézio (A) e com esquadro (B).
Fonte: Macedo et al. (2009).

Localção com nível de mangueira: o processo consiste em se alternar as régua graduadas, com a mangueira esticada, procurando os pontos da mesma altitude que são dados pela coincidência dos níveis de água em cada uma das régua graduadas, colocando-se varas para a orientação dos trabalhos mecanizados (Figura 3).

vertente. Instala-se o aparelho no ponto inicial da linha de nível a ser locada, podendo-se instalá-la acima ou abaixo desse ponto, segundo a conveniência. Visando-se uma baliza, coloca-se uma referência na altura correspondente à visada, efetuada com o fio médio da luneta. Para a marcação dos pontos subsequentes, o balizeiro caminha de 20 m a 30 m, sempre no

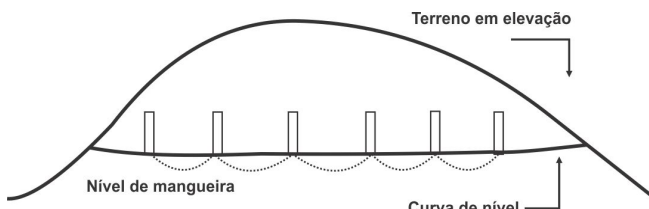


Figura 3. Localização de curvas de nível com nível de mangueira.
Fonte: Seixas (1984).

Localção com nível de precisão ou teodolito: é o processo que fornece maior precisão. Calculada a declividade por meio de nivelamento simples ou composto, tomada das distâncias horizontais, e obtido o espaçamento entre as niveladas, o trabalho tem início a partir da parte superior da

sentido perpendicular ao declive, até que o fio médio da luneta do aparelho coincida com a marca feita na baliza (Figura 4).

Dessa forma, marcam-se com piquetes quantos pontos sejam alcançados pela luneta, sendo que no último ponto o

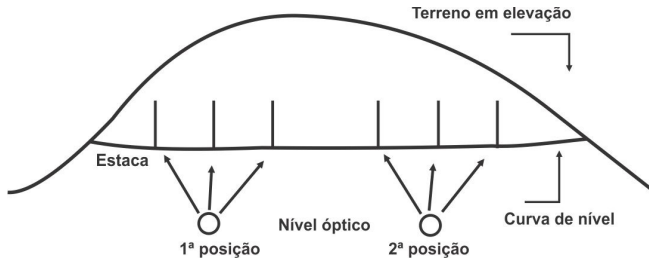


Figura 4. Localização de curvas de nível com nível óptico.
Fonte: Macedo et al. (2009).

aparelho será transferido e reinstalado, podendo a baliza receber nova marca de referência ou continuar com a mesma.

Localção de curvas com gradiente (curvas em desnível): curvas com gradientes apresentam declividades uniformes ou variáveis, de acordo com a sua finalidade. O seu gradiente ou pendente é variável, podendo ser de 0,1% (um por mil) a até 0,5% (cinco por mil). Tendo-se a direção predeterminada, basta encontrar diretamente no campo os desníveis requeridos, utilizando-se de nível de precisão, com mira. Exemplo: locar uma curva em desnível com 0,5% (5/1000) para se construir um canal em contorno, sendo o estaqueamento de 20 m em 20 m.

$$DN = DH \cdot d$$

$$DN = 20 \cdot 0,005$$

$$DN = 0,01 \text{ metro}$$

Onde:

DN = diferença de nível

DH = distância horizontal

d = desnível desejado

Procedimento em campo: a partir do ponto A, com determinada leitura da mira, marcam-se 20 metros e procura-se um ponto sobre este raio que proporcione uma visada de 0,01 m (ou 1 cm) maior, uma vez que o terreno está em declive. De 20 m

em 20 m, como no caso do exemplo, vão sendo feitas visadas sempre cumulativas, ou seja: a segunda visada com 2 cm, a terceira com 3 cm e assim por diante, até que se atinja o ponto final. Quando uma leitura não puder ser feita por ultrapassar a altura da mira, muda-se o aparelho para outra estação, recomeçando-se o trabalho a partir do último ponto lido. Um processo expedito consiste no uso do esquadro retangular ou trapezoidal, com um dos pés ajustáveis. Por exemplo: com distância de 3 m entre os pés e desejando-se locar uma linha com 0,3% (3/1000) de declive, basta abaixar no pé ajustável uma distância de 0,009 m (0,9 cm). Com esse desnível, a bolha terá de estar nivelada.

Cultivo em faixas

Consiste em plantar as culturas em faixas de largura variável, de tal forma que, a cada ano, se alternem em determinada área plantas com cobertura densa e outras que ofereçam menor proteção ao solo, sendo as faixas dispostas sempre em nível. Como exemplo, podem-se alternar numa mesma área faixas cultivadas com feijão com faixas cultivadas com milho. A adoção deste tipo de prática geralmente permite maior conservação da matéria orgânica no solo, devendo ser escolhida de preferência rotações que incluam a combinação de culturas de raízes profundas e raízes fasciculadas.

Cordões de vegetação permanente, barreiras vivas ou faixas de retenção

São constituídas por fileiras de plantas perenes dispostas em contorno, com o intuito de dividir o comprimento da rampa, formando pequenos diques naturais com o acúmulo de sedimentos ao longo do tempo. Para isso, utilizam-se plantas com grande densidade foliar e radicular, sendo recomendada principalmente para regiões com solos rasos. As faixas de rotação devem ser estreitas, de modo a não diminuir muito a área a ser plantada, sendo que o espaçamento entre os cordões de contorno depende do tipo de solo, da cultura a ser implantada e das chuvas da região. Na prática, quanto menor a profundidade do solo e maior a declividade do terreno e a intensidade de precipitação, menor deve ser o espaçamento entre os cordões de vegetação. Algumas espécies recomendadas são: a cana-de-açúcar, a erva-cidreira, o capim-gordura, etc.

Ceifa das plantas daninhas

Em culturas perenes, uma das maneiras mais simples e eficientes de se combater a erosão é substituir a capina pela ceifa das plantas daninhas, cortando-as a uma pequena altura do solo. Com isso, o sistema radicular das plantas daninhas e das perenes permanece intacto, mantendo-se ainda sobre a superfície do solo uma pequena cobertura protetora. As plantas daninhas devem ser constantemente roçadas, para que não haja prejuízo para a cultura de interesse econômico. Assim, a frequência dessa operação deve ser maior que a das capinas, uma vez que os caules das plantas daninhas deixadas sobre o solo brotam rapidamente. Dentre as vantagens, podemos citar: manutenção da cobertura do solo, que reduz o efeito da desagregação do solo em decorrência do impacto direto das gotas de chuva, e menor incidência

da radiação solar sobre a superfície do solo, tornando, conseqüentemente, a decomposição da matéria orgânica mais lenta.

Alternância de capinas

Consiste em realizar as capinas alternando-se as faixas de mobilização do solo, deixando sempre uma ou duas faixas com cobertura vegetal logo abaixo daquelas recém-capinadas. Dessa forma, o solo transportado das faixas capinadas será retido pelas faixas com cobertura vegetal que estão imediatamente abaixo, que retardam o escoamento superficial.

Cobertura morta

Em solos descobertos, em razão do seu maior aquecimento, ocorre a degradação da matéria orgânica de forma acelerada, o que reduz a atividade biológica e aumenta as perdas por erosão. Além disso, a cobertura morta, com palha ou resíduos vegetais (Figura 5), protege o solo contra o impacto direto das gotas de chuva, diminuindo o escoamento superficial. Com o passar do tempo, a matéria orgânica se decompõe e aumenta a agregação das partículas do solo, tornando-o com isso mais resistente à erosão. Rajj et al. (1993) observaram que a cobertura morta controlou, em média, 53% das perdas de solo e 57% das perdas de água.

Foto: Valdínei Soffiatti



Figura 5. Uso de restos culturais de milho como cobertura morta protegendo o solo contra a erosão.

Rotação de culturas

É a alternância de culturas numa dada área agrícola. Procura-se com esta prática o melhor aproveitamento da fertilidade do solo pelo aprofundamento diferenciado das raízes, a melhoria da drenagem, a diversidade biológica e o controle de pragas e doenças. Ao escolher as culturas que entrarão no sistema de rotação, é preciso levar em conta vários fatores: condições do solo, topografia, clima, mão de obra, implementos agrícolas disponíveis, características das culturas e mercado consumidor disponível.

Sistema Plantio Direto

Neste sistema o plantio é realizado sem que haja aração ou gradagem prévia do solo, sendo a semente colocada no solo não revolvido e o plantio realizado por plantadeiras que abrem um pequeno sulco de profundidade e largura suficientes para garantir boa cobertura e contato da semente com o solo, permitindo a germinação da mesma. Nesse tipo de sistema, as plantas daninhas são controladas com uso de herbicidas, uma vez que as capinas mecânicas são dispensadas para não revolver o solo. O plantio direto consiste basicamente em três etapas: colheita e distribuição dos restos da cultura antecessora para formação da palhada; aplicação de herbicidas e plantio. É um sistema muito eficiente no controle da erosão, pois mantém os resíduos vegetais sobre o solo e promove a mobilização mínima do solo. Segundo Cecílio e Pruski (2004), com o sistema plantio direto as perdas de solo são reduzidas em média 68% em comparação ao sistema de preparo do solo convencional, enquanto as perdas de água são reduzidas em 27% se feita a mesma comparação. Castro (1993) cita que a adoção do sistema plantio direto implica

em uma série de vantagens para o produtor rural e para o solo, sendo: maior rendimento em anos secos, graças à maior retenção de água no solo; necessidade de menor volume de chuvas ou irrigações; economia de combustível de até 70% em relação ao sistema convencional; aumento da vida útil das máquinas; aumento da disponibilidade de nutrientes no solo, aumento da atividade biológica do solo, em virtude do aumento no teor de matéria orgânica, e menor oscilação térmica; e maior eficiência no controle da erosão.

Para que se tenha sucesso com o sistema plantio direto, antes de sua implantação, é ideal que sejam realizadas uma subsolagem e uma correção da fertilidade do solo com adubação, calagem e gessagem, quando necessário. Outro aspecto que deve ser levado em consideração é que no sistema plantio direto não devem ser cultivadas as mesmas espécies comerciais em sucessão a outras que visem apenas produzir palha; ou seja, é preciso planejar a agricultura com base na rotação de culturas e visualizar não somente os efeitos econômicos, mas também a melhoria da propriedade como um todo (HERNANI et al., 2002).

Como culturas para formação de palhada, o ideal é que se cultivem espécies que apresentem elevada relação C:N, especialmente as gramíneas, visto que estas, por apresentarem elevada relação C:N, se degradam mais lentamente, persistindo assim a palhada por mais tempo na superfície do solo. Podem ser utilizados como cultura de cobertura: milho, sorgo, milheto, braquiária, entre outras. Outra opção interessante é fazer o cultivo de gramíneas em consórcio com leguminosas, visto que as duas espécies possuem sistema radicular com diferentes características e a leguminosa possui a

vantagem de fixar nitrogênio no solo. As leguminosas mais recomendadas são crotalária, feijão-guando, feijão-caupi, entre outras. Na Figura 6 são apresentadas fotos referentes ao plantio direto do algodoeiro sobre palhada de sorgo.

Fotos: João Henrique Zonta



Figura 6. Cultivo realizado no sistema plantio direto. A e B - plantadeira fazendo o plantio sobre a palhada; C - algodoeiro cultivado em sistema plantio direto sobre a palha de sorgo (*Sorghum bicolor*) em Apodi, RN.

Práticas de Caráter Mecânico

São aquelas que utilizam estruturas artificiais para a redução da velocidade de escoamento da água sobre a superfície do solo, interferindo nas fases mais avançadas do processo erosivo. Agem especificamente sobre o escoamento superficial, interceptando-o, de modo que este não atinja energia suficiente para ocasionar perdas de solo acima dos limites toleráveis. Dentre as principais práticas conservacionistas de caráter mecânico, podemos citar: terraços, canais escoadouros, bacias de captação de águas pluviais, barraginhas, etc.

Terraceamento

É uma prática conservacionista de caráter mecânico cuja implantação envolve a movimentação de terra por meio de cortes e aterros (Figura 7). O terraceamento se baseia na construção de estruturas físicas no sentido transversal ao declive do terreno, em intervalos dimensionados, visando ao controle do escoamento superficial das águas de chuva. Essas estruturas são denominadas “terraços”, e sua construção está diretamente relacionada ao tipo de solo, à declividade do terreno e à intensidade e duração das chuvas. Nem todos os terrenos podem ser terraceados com êxito. Naqueles em que os solos são pedregosos, muito rasos, com subsolo adensado ou com relevo muito íngreme, o terraceamento não é recomendado.

Para que um sistema de terraceamento seja eficiente, deve-se combiná-lo com outras práticas conservacionistas, como o plantio em nível, a rotação de culturas, o controle de queimadas, a manutenção da cobertura do solo, entre outros. Outro fator que deve ser levado em conta é que o custo de implantação e de manutenção de um sistema de terraceamento é relativamente alto; dessa forma, antes de sua implantação deve ser realizado um levantamento das

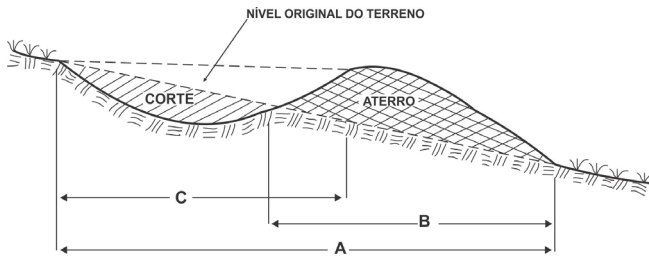


Figura 7. Representação esquemática de um terraço em perfil, mostrando: A – faixa de movimentação de terra; B – camalhão ou dique; C – o canal.

Fonte: Lombardi Neto et al. (1994).

condições de solo, clima e das culturas a serem implantadas na área e equipamentos disponíveis, para que se tenha segurança e eficiência no controle da erosão, pois o rompimento de um terraço pode levar à destruição de todos que estiverem abaixo deste, acarretando grandes prejuízos.

Tipos de terraço

Os terraços podem ser classificados quanto à função que exercem, à largura da base ou faixa de terra movimentada, ao processo de construção, à forma do perfil do terreno e ao alinhamento.

Quanto à função que desempenham

Podem ser de retenção ou infiltração (em nível) ou de drenagem (em gradiente). Os terraços de retenção ou infiltração são construídos sobre linhas marcadas em nível com suas extremidades fechadas. Já os de escoamento são feitos em desnível com uma de suas extremidades abertas, por onde escoam a água coletada. Nessa extremidade devem ser construídas “bacias de captação de enxurrada”.

A escolha do tipo de terraço adequado a ser instalado na área deve ser feita com base nas características das chuvas típicas da região (quantidade, intensidade, duração e frequência) e do solo (profundidade, textura

e permeabilidade). Com o conhecimento desses elementos, pode ser feita a escolha entre os terraços de retenção e de drenagem. Os sistemas de terraceamento em nível são recomendados para solos que possuam boa permeabilidade, possibilitando a rápida infiltração da água, como os Latossolos, Nitossolos, anteriormente denominados Terras Roxas Estruturadas, além dos arenosos, como os Neossolos Quartzarênicos e Areias Quartzosas; enquanto os terraços de drenagem são indicados para solos com permeabilidade lenta, como os Cambissolos, Argissolos, antigos Podzólicos e Neossolos Litólicos.

Quanto à construção

Tipo Nichols

É construído movimentando-se o solo sempre de cima para baixo, formando um canal triangular (Figura 8). Esse tipo de terraço pode ser construído em rampas com declive de até 15% e, excepcionalmente, se o solo apresentar boa cobertura de palhada, a 18%. Tem como desvantagem o fato de que a faixa na qual o canal é construído não poder ser utilizada para o cultivo. O implemento mais recomendado para a construção deste tipo de terraço é o arado reversível.

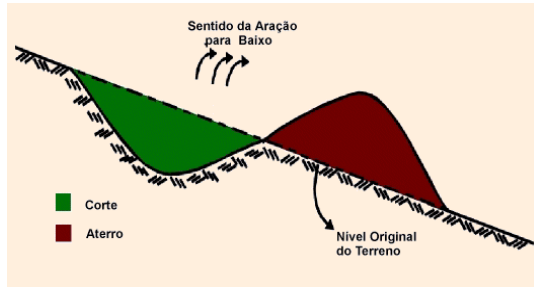


Figura 8. Perfil esquemático de um terraço tipo Nichols.

Fonte: Terraço 2.0*.

*Software para dimensionamento e locação de sistemas de terraceamento. Disponível em www.ufv.br/dea/gprh

Tipo Manghum

Na sua construção, movimenta-se uma faixa mais larga de solo que a do terraço tipo Nichols. O solo é deslocado tanto de cima para baixo como de baixo para cima (Figura 9), ora num sentido da aração, ora noutro, em passadas de ida e volta com o trator, formando um canal mais largo e raso e com uma maior capacidade de armazenamento de água que o terraço tipo Nichols. Esses terraços podem ser construídos com terraceadores e em terrenos de menor declividade, com arado fixo ou reversível.

Quanto à faixa de movimentação de terra

Terraço de base estreita: faixa de movimentação de terra de até 3 m de largura (Figura 10). É recomendado para locais onde não seja possível instalar terraços de base larga ou média. Não deve ser instalado em área de exploração extensiva ou com declividade inferior a 15%, sendo seu uso restrito a pequenas propriedades localizadas em áreas muito declivosas. O cultivo sobre os terraços pode ser feito somente com implementos manuais, por isso é indicado somente para pequenas propriedades.

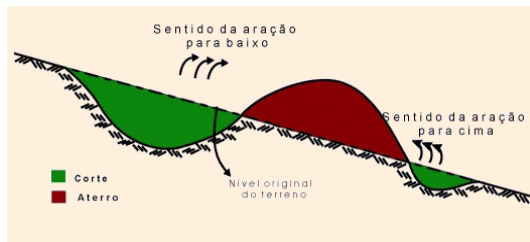


Figura 9. Perfil esquemático de um terraço tipo Manghum.

Fonte: Terraço 2.0*.

*Software para dimensionamento e locação de sistemas de terraceamento. Disponível em www.ufv.br/dea/gprh.

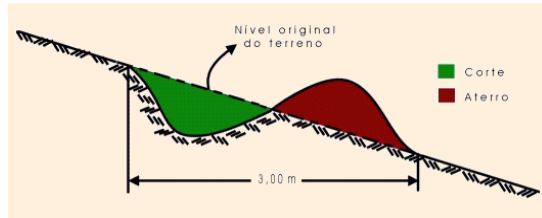


Figura 10. Perfil esquemático de um terraço de base estreita. Fonte: Terraço 2.0*.

*Software para dimensionamento e locação de sistemas de terraceamento. Disponível em www.ufv.br/dea/gprh.

Terraço de base média: faixa de movimentação de 3 m a 6 m de largura (Figura 11). É recomendado para pequenas e médias propriedades, que utilizem equipamentos manuais ou mecanizados de pequeno e médio porte. Pode ser cultivado no seu talude a jusante, o que faz com que a construção acarrete em perdas de somente 2,5% a 3,5% da área terraceada.

Terraço de base larga: faixa de movimentação de 6 m a 12 m de largura (Figura 12). É recomendado para o

controle da erosão em terrenos de relevo suavemente ondulado a ondulado, com declives não superiores a 12%, de preferência entre 6% e 8%. O seu alto custo de construção é compensado por cultivar-se em toda sua superfície e por ser a sua manutenção realizada no próprio preparo normal do solo.

Na Figura 13 são apresentados exemplos de terraços de base estreita e base larga instalados em campo.

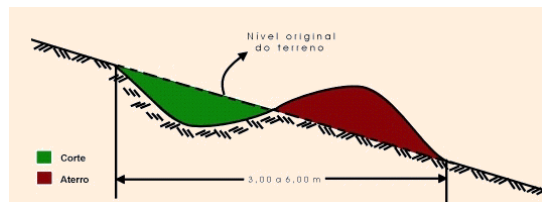


Figura 11. Perfil esquemático de um terraço de base média. Fonte: Terraço 2.0*.

*Software para dimensionamento e locação de sistemas de terraceamento. Disponível em www.ufv.br/dea/gprh.

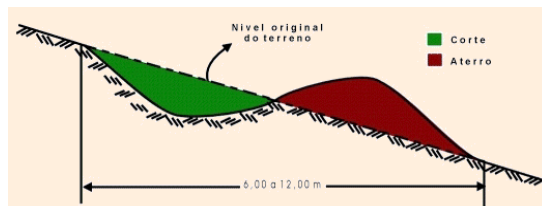


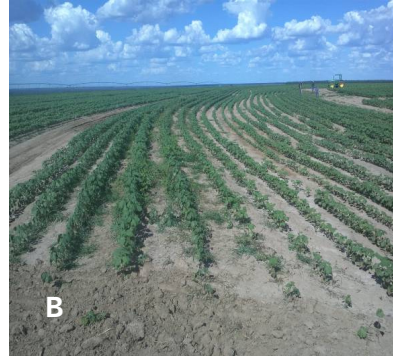
Figura 12. Perfil esquemático de um terraço de base larga. Fonte: Terraço 2.0*.

*Software para dimensionamento e locação de sistemas de terraceamento. Disponível em www.ufv.br/dea/gprh.

Foto: Adalberto Francisco Cordeiro Júnior



A



B

Foto: Valdíner Sofiatti

Figura 13. Terraço de base estreita (A) e de base larga (B) para contenção de enxurradas.

Construção dos terraços

Os terraços podem ser construídos com uso de arados de aivecas ou de discos, terraceadores, arados gradeadores e motoniveladoras. O método mais difundido de construção é com uso de arado.

Os terraceadores são indicados para construção de terraços de base larga em áreas com declividade menor que 10% (Figura 14).

Antes de iniciar a construção dos terraços, o técnico deve ter em mãos os dados da textura do solo e a declividade média da área que será terraceada. Com esses dados, os espaçamentos horizontal e vertical são

definidos conforme orientação contida na Tabela 3.

Definido o espaçamento vertical que é mais fácil e preciso para se local no terreno, os pontos das linhas deverão ser locados com um nível óptico, teodolito ou nível de mangueira, demarcando-se os pontos com estacas de 1 m de altura e espaçadas de 20 m em 20 m (Figura 15). Essa marcação do terreno deve ser feita de acordo com as recomendações citadas anteriormente para a marcação das curvas de nível no terreno, com ou sem gradiente ou declividade. Esse trabalho é feito, normalmente, no final do período chuvoso, e a área não deve estar preparada para não

Fotos: Odilon Renny Ribeiro Ferreira da Silva



Figura 14. Construção de terraço de base larga com arado terraceador.

Tabela 3. Espaçamentos para culturas perenes e anuais sem gradiente (nivelados).

Declividade (%)	Textura arenosa		Textura média		Textura argilosa	
	< 15% de argila		15% a 35% de argila		> 35% de argila	
	metros					
	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) = $(EV \times 100)/D\%$; EV (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), 2,5 (arenoso). Fonte: Adaptado de Resck (1981).

se obter cotas falsas no terreno. O processo de construção dos terraços com arado de três discos inicia-se com a construção do camalhão a 40 cm das estacas localizadas na linha de nivelada básica (Figuras 15 e 16). Na prática, corresponde à largura da roda traseira e inicia-se arando-se em direção às estacas nas passadas 1 e 2 (Figura 15). Em seguida, as passadas 3, 4, 5 e 6 são feitas passando-se a roda direita do trator nos sulcos deixados pelas passadas anteriores como se faz numa aração normal.

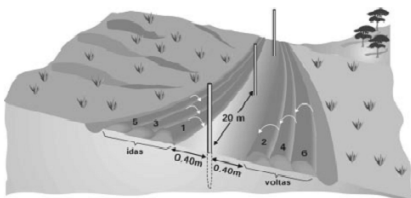


Figura 15. Primeira série da construção de terraço tipo Manghum, com arado de três discos reversíveis.

Fonte: Vital e Resck (2002).

Fotos: Adalberto Francisco Cordêiro Júnior



Figura 16. Construção de terraço de base estreita com arado de três discos.

Uma vez construído o terraço, o agricultor que faz o plantio mecanizado poderá passar uma grade niveladora no camalhão conforme é demonstrado na Figura 17.

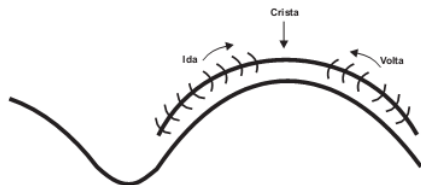


Figura 17. Esquema de acabamento da construção do camalhão e preparo para o plantio com grade niveladora.

Fonte: Vital e Resck (2002).

Deve-se ter o cuidado de nunca se cruzar a grade sobre a crista do terraço; ao passar a grade em cada lado do camalhão, deve-se ter muita atenção para orientar cada passada da grade niveladora com os discos da seção traseira voltados de baixo para cima, o que ajudará a manter sua altura.

Manutenção dos terraços

Depois de algum tempo, deve-se fazer a manutenção dos terraços, que pode ser feita com arado terraceador ou com o próprio arado de três discos. Ao passar a grade niveladora, seguir as recomendações para a sua utilização em cima do camalhão (Figura 17).

Vasquez Filho (1989) cita que a manutenção dos terraços deve ser realizada com medidas preventivas e corretivas, sendo as principais medidas preventivas:

- Adotar o espaçamento ideal entre terraços e implantar técnicas de manejo que minimizem o processo de degradação do solo e erosão, como o plantio direto e em nível, diminuindo o assoreamento dos canais.

- Plantar faixas de retenção acima dos canais dos terraços.
- Usar arado reversível, que movimenta o solo no sentido morro acima.
- Plantar sobre os camalhões plantas que assegurem boa cobertura do solo.
- Utilizar terraços com gradiente em solos que apresentem baixa capacidade de infiltração.
- Executar as operações de preparo, plantio e cultivo paralelamente aos terraços.
- Evitar que máquinas agrícolas e animais transitem sobre a crista dos terraços.

Periodicamente deve ser feita a manutenção dos terraços (medidas corretivas), visando restaurar as dimensões dos terraços e sua integridade. Para isso, deve ser feita a remoção de sedimentos depositados no canal e a reposição de solo no camalhão. Essa manutenção deve ser feita antes do preparo do solo.

Principais causas de rompimento dos terraços

Paraná (1994) cita que as principais causas e rompimento dos terraços são:

- Manejo inadequado do solo.
- Mau dimensionamento dos terraços e espaçamento excessivo entre os terraços.
- Má locação dos terraços.
- Defeitos na construção.
- Presenças de buracos feitos por tatu, formigueiros, raízes podres, etc.
- Presença de extremidades abertas nos terraços.
- Convergência para os terraços de águas vindas de fora da área terraceada, como estradas, carregadores e áreas vizinhas.

- Movimento de máquinas e animais sobre o camalhão.
- Abertura de sulcos e covas no camalhão.
- Falta de manutenção e limpeza no canal.
- Ocorrência de chuvas de alta intensidade.
- Construção de terraços em nível em solos de baixa permeabilidade.
- Presença de nascentes na área compreendida entre os terraços.

Na Figura 18 são apresentados dois exemplos de rompimento de terraços por causa da má conservação.

Foto: João Henrique Zonta



Figura 18. Terraços em mal estado de conservação em virtude da presença de animais (bovinos) na área.

Considerações Finais

Em decorrência dos grandes problemas observados com a má conservação de solos no Estado da Paraíba, tem-se a necessidade de que intervenções urgentes com uso de práticas conservacionistas sejam realizadas, de modo a amenizar os efeitos críticos

da erosão do solo, que compromete a fertilidade do solo, diminui a área produtiva e causa poluição e assoreamento em corpos d'água.

A prática conservacionista a ser utilizada irá depender da localidade, das características de clima e solo da região, e do grau de degradação que o solo se encontra; entretanto, práticas corriqueiras, como a correção da fertilidade do solo e o plantio em curvas de nível, em solos com declividade, devem ser tidas como práticas obrigatórias.

Referências Bibliográficas

BAHIA, V. G.; CURI, N.; CARMO, D. N.; GRANATE SÁ, J. J.; MARQUES, M. . Fundamentos de erosão do solo. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 16, n. 176, p. 25-31, 1992.

BERTOLINI, D.; LOMBARDI NETO, F.; DRUGOWICH, M. I. **Programa estadual de microbacias hidrográficas**. Campinas, SP: Coordenadoria de Assistência Técnica Integral, 1993. v. 1. (Manual técnico, 38).

BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do solo**. 4. ed. São Paulo: Ícone, 1999, 355 p.

BRAGAGNOLO, N., PAN, W. A. A experiência de programas de manejo e conservação dos recursos naturais em microbacias hidrográficas. In: MUÑOZ, H. R. (Org.). **Interface da gestão de recursos hídricos: desafios da Lei das águas de 1997**. Brasília: Secretaria de Recursos Hídricos, 2000. p. 176-198.

CASTRO, O. M. Preparo do solo para culturas anuais. In: RAIJ, B. van et al. **Manual técnico de manejo e conservação de solo e água**. Campinas, SP: Coordenadoria de Assistência Técnica Integral, 1993, v. 3. (Manual Técnico, 40).

CECÍLIO, R. A.; PRUSKI, F. F. Reforço contra a erosão. **Cultivar Máquinas**, v. 35, p. 10-13, 2004.

De MARIA, J. C. Erosão e terraços em plantio direto. **Boletim Informativo da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**, v. 24, n. 1, p. 17-21, 1999.

HERNANI, L. C.; FREITAS, P. L.; PRUSKI, F. F.; De MARIA, I. C.; CASTRO FILHO, C.; LANDERS, J. C. A erosão e seu impacto. In: MANZATTO, C. V.; FREITAS JUNIOR, E.; PERES, J. R. R. (Ed.). **Uso agrícola dos solos brasileiros**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2002. cap. 5, p. 47-60.

HERNANI, L. C. O manejo e conservação de solo e água. **Revista Ação Ambiental**, v. 6, n. 24, 2003. p. 14-17.

LAL, R. Soil erosion from tropical arable lands and its control. **Advances in Agronomy**, v. 37, p. 183-247, 1984.

LERPSCH, I. F.; BELLINAZI JUNIOR, R.; BERTOLINI, D.; ESPÍNDOLA, C. R. **Manual para levantamento utilitário do meio físico e classificação do solo de terras no sistema de capacidade de uso. 4ª aproximação**. 2. ed. Campinas, SP: Sociedade Brasileira de Ciência do solo, 1991. 175 p.

LOMBARDI NETO, F.; BELLINAZI JUNIOR, R.; LERPSCH, I. F. **Terraceamento Agrícola**. Campinas, SP: Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo, Coordenadoria de Assistência Técnica Integral, 1994. 39 p. (CATI. Boletim Técnico, 206).

LOMBARDI NETO, F.; BERTONI, J. Tolerância de perdas de terras para solos do Estado de São Paulo. Campinas: Instituto Agrônômico, 1975. 12 p. (Boletim Técnico, 28).

MACEDO, J. R.; CAPECHE, C. L.; MELO, A. S. **Recomendações de manejo e conservação de solo e água**. Niterói, RJ:

Programa Rio Rural, 2009. 45 p. (Manual Técnico 20)

MANZATTO, C. V.; RAMALHO FILHO, A.; COSTA, T. C. E. C.; SANTOS, M. L. M.; COELHO, M. R.; SILVA, E. F. da; OLIVEIRA, R. P. de. Potencial de uso e uso atual das terras. In: MANZATTO, C. V.; FREITAS JÚNIOR, E.; PERES, J. R. R. **Uso agrícola dos solos brasileiros**. Rio de Janeiro: Embrapa, 2002. p.13-21.

OLIVEIRA, F. P.; SANTOS, D.; SILVA, I. de F.; SILVA, M. L. N. Tolerância de Perda de Solo por Erosão para o Estado da Paraíba. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v. 8, n. 2, 2008.

PARANÁ (Estado). Secretaria de Estado de Agricultura e do Abastecimento. **Manual técnico do subprograma de manejo e conservação do solo**. Curitiba, 1994. 306 p.

PIRES, F. R.; SOUZA, C. M. **Práticas mecânicas de conservação de solo e da água**. 2. ed. Visconde do Rio Branco, MG: Suprema Gráfica e Editora, 2006. 216 p.

PRUSKI, F. F. **Conservação de solo e água: Práticas mecânicas para o controle da erosão hídrica**. 2. ed. atual. e ampl. Viçosa: Ed. UFV, 2009, 279 p.

RAIJ, B. Van; LOMBARDI NETO, F.; SARTINI, H. J.; KHUN NETO, J.; MOURA, J. C. de; DRUGOWICH, M. I.; CORSI, M.; CASTRO, O. M. de; BERTON, R. S. **Manual técnico de manejo e conservação de solo e água**. Campinas, SP: Coordenadoria de Assistência Técnica Integral, 1993, v. 3. 102 p. (Manual Técnico, 40)

RESCK, D. V. S. **Parâmetros conservacionistas dos solos sob vegetação de Cerrados**. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1981. 32 p. (EMBRAPA-CPAC. Circular Técnica, 6).

SCHMIDT, A. V. Terraceamento na região Sul. In: SIMPÓSIO SOBRE

TERRACEAMENTO AGRÍCOLA, 1988, Campinas. **Anais...** Campinas, SP: Fundação Cargill, 1989. p. 25.

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

SILVA, M. L. N.; CURI, N.; LEITE, F. P.; CARVALHO NÓBREGA, D. V. Tolerância de perdas de solo por erosão hídrica no Vale do Rio Doce da região Centro Leste do Estado de Minas Gerais. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO, 14., 2002, Cuiabá. **Anais...**Cuiabá: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2002. 1 CD ROM.

VASQUEZ FILHO, J. Manutenção de terraços. In: SIMPÓSIO SOBRE

TERRACEAMENTO AGRÍCOLA, 1988, Campinas. **Anais...** Campinas, SP: Fundação Cargill, 1989. p. 191-201.

VITAL, D.; RESCK, S. A **Conservação da Água Via Terraceamento em Sistemas de Plantio Direto e Convencional no Cerrado**. Planaltina, DF: Embrapa - CPAC, 2002. 8 p. (Embrapa - CPAC. Circular Técnica 22).

WISCHMEIER, W. H.; SMITH, D. D. **Predicting rainfall erosion losses; a guide to conservation planning**. Washington, D.C.: U.S. Department of Agriculture, 1978. 58 p. (Agriculture Handbook, 537).

YU, B.; CAKURS, U.; ROSE, C. W. An assessment of method for estimating runoff rates at the plot scale. **Transactions of the ASAE**, v. 41, n. 3, p. 653-661, 1998.

Patrocínio



Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico

Circular Técnica, 133

Exemplares desta edição podem ser adquiridos na:
Embrapa Algodão
Endereço: Oswaldo Cruz, 1143 Centenário, CP 174
Fone: (83) 3182 4300
Fax: (83) 3182 4367
E-mail: sac@cnpa.embrapa.br

1ª edição
1ª impressão 2000

Ministério da
Agricultura, Pecuária
e Abastecimento



Comite de Publicações

Presidente: Odilon Reny Ribeiro Ferreira Silva
Secretário-Executivo: Geraldo Fernandes de S. Filho
Membros: Augusto Guerreiros Fontoura Costa, Gilvan
Barbosa Ferreira, João Luis da Silva Filho,
João Paulo Saraiva Moraes, Liziane Maria
de Lima, Marleide Magalhães de Andrade
Lima, Valdinei Sofiatti e Virginia de Souza
Columbiano Barbosa

Expedientes:

Supervisão editorial: Geraldo Fernandes de S. Filho
Revisão de texto: Everaldo Correia da Silva Filho
Normalização bibliográfica: Valter Freire de Castro
Tratamento das ilustrações: Geraldo F. de S. Filho
Editoração eletrônica: Geraldo Fernandes de S. Filho