

ESTUDOS DA EROSÃO

MS

Maria Sonia Lopes da Silva



Ficha p/leocomputador
OK

**MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, DO ABASTECIMENTO E DA REFORMA AGRÁRIA - MAARA
EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA
CENTRO DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DO TRÓPICO SEMI-ÁRIDO - CPATSA
COORDENADORIA DE TRANSFERÊNCIA DE TECNOLOGIA AGROPECUÁRIA - CTTA**

ESTUDOS DA EROSÃO

**MARIA SONIA LOPES DA SILVA
Pesquisadora CPATSA-EMBRAPA**

**PETROLINA - PE
JUNHO/95**

1. INTRODUÇÃO

Desde a antigüidade, o homem desmata, indiscriminadamente, a terra com o objetivo de cultivá-la, visando produzir seu próprio sustento, expondo, desta forma, o solo à ação destrutiva da chuva e do vento quando da utilização de práticas inadequadas.

O desgaste progressivo dos solos agrícolas resulta na perda da camada rica do solo, causada pela erosão, provocando prejuízos incalculáveis. Dados revelam que enquanto a natureza gasta de 1.400 a 7.000 anos para formar uma camada de 20 cm de solo, a erosão a destrói em poucos anos.

Uma das características da agricultura moderna é o uso da mecanização, cada vez mais intensificada, do preparo do solo à colheita, o que contribui para o agravamento dos problemas de conservação do solo, que tem como objetivo a preservação dos recursos naturais renováveis (solo, água, flora e fauna), através de técnicas isoladas ou consorciadas, no cultivo da terra.

Conservação do solo é o conjunto de técnicas através das quais se pretende utilizar o solo, objetivando alcançar o máximo rendimento, mantendo-se indefinidamente a sua capacidade produtiva.

A conservação do solo inclui: a) uso adequado do solo; b) manejo adequado: adubação, correção, irrigação e drenagem; c) controle da erosão acelerada; d) controle da poluição agrícola.

O uso racional do solo implica em aumentos de produtividades, devido ser baseado em princípios conservacionistas, em que cada gleba deve ser usada conforme o seu potencial (sua aptidão de produzir) e as suas necessidades de melhoria e proteção. Esse é o papel da CONSERVAÇÃO DO SOLO, o caminho da agricultura e da humanidade.

2. ESTUDOS DA EROSÃO

2.1. Definição

É constituída pelo grupo de processos sob os quais material terroso ou rochoso é desagregado, decomposto e removido de alguma parte da superfície terrestre. É um processo natural de exposição das rochas a condições diferentes das de sua formação. É um processo de suavização da superfície terrestre.

2.2. Tipos de Erosão

2.2.1. Erosão geológica ou natural

Ocorre sob condição natural, ou seja, sem interferência do homem. Sua principal característica é que sua intensidade é sempre menor do que a intensidade com que os solos se formam.

2.2.2. Erosão acelerada

Ocorre sob condições de interferência do homem. Neste caso, quase sempre a intensidade da erosão é muito grande/acelerada, sendo altamente prejudicial por ocorrer num período de tempo muito curto.

2.3. Agentes de Erosão

2.3.1. Água

É o agente, que considerado isoladamente é o mais importante, tanto podendo agir como desagregante ou como transportador de partículas do solo. A água age na forma de chuva, cursos d'água, enxurradas, ondas ou qualquer outra forma de água em movimento.

2.3.2. Vento

Dependendo de sua velocidade e quantidade de material em suspensão, o vento apresenta, capacidade de transportar grande volume de solo, podendo inclusive desagregar rochas, através de ações abrasivas.

2.3.3. Temperatura

A variação de temperatura é particularmente importante na erosão geológica. Quando há mudança de temperatura, os efeitos são intensos porém em camadas superficiais das rochas, já quando ocorre variações lentas entre verão e inverno os efeitos são menos intensos, porém, atingem profundidades muito maiores.

2.3.4. Ação biológica

Pode causar erosão pouco significativa. Seu efeito principal é condicionar outros agentes. Como exemplos tem-se as formigas e as minhocas que provocam o aumento da aeração e oxidação, acelerando o processo de decomposição de rochas resistentes, facilitando o transporte das partículas pelos agentes água e vento.

2.4. Formas de Erosão

2.4.1. Erosão Hídrica

Quanto a forma de desgastar o solo, a erosão hídrica apresenta-se principalmente de três formas: **Laminar, Sulcos e Voçorocas.**

2.4.1.1. Erosão Laminar

Conhecida como erosão em lençol ou superficial. Se caracteriza pela desagregação e arraste das partículas da superfície do solo em camadas uniformes, sem formar sulcos, desgastando a camada, por igual, retirando uma lâmina na superfície. É difícil de ser diagnosticada.

2.4.1.2. Erosão em sulcos

As águas concentram-se em determinados pontos, formando pequenos canais, drenos ou escoadouros, que vão se aprofundando, podendo, com o tempo, interferir no trabalho de preparo do solo.

2.4.1.3. Erosão em voçorocas

É o deslocamento de grandes massas de solo de modo a formar sulcos imensos em extensão e profundidade. Essa forma de erosão não tem a mesma importância das demais face de sua limitada ocorrência, principalmente no nordeste brasileiro, favorecido pela forma de relevo suave.

2.4.2. Erosão Eólica

Consiste no transporte aéreo ou por rolamento de partículas do solo pela ação do vento. Ocorre normalmente em regiões planas, de pouca chuva, onde a vegetação natural é escassa e sopram ventos fortes. Geralmente, acontece em regiões de clima árido ou semi-árido ou naquelas regiões em que o período chuvoso é concentrado numa época do ano,

com curta duração. As condições edafoclimáticas para o estabelecimento da erosão eólica são: solo pouco coeso, seco, de textura fina, de superfície uniforme e topografia plana. As condições climáticas propícias para uma erosão eólica intensa são ventos fortes, clima seco, conseqüentemente pequena precipitação ($P < 300$ mm) e temperatura elevada.

2.4.3. Outras Formas de Erosão

Em locais, como margens de represas e costas marítimas, as ondas constituem o principal agente de erosão.

As geleiras, também são agentes de erosão capazes de transportar grandes quantidades de solo.

A decomposição e a intemperização física devido a variações de temperatura e de umidade são agentes de erosão, cujo efeito é menos danoso do que os dos demais agentes citados.

3. FATORES QUE INFLUENCIAM NA EROSÃO

A chuva é um dos fatores climáticos de maior importância na erosão dos solos. O volume e a velocidade da enxurrada dependem da intensidade, duração e frequência da chuva, sendo a intensidade o fator pluviométrico mais importante. A **erosão hídrica** do solo é função dos seguintes fatores:

3.1. Regime de Chuvas

A distribuição das chuvas, principalmente, e seu volume anual, caracterizam a influência do regime pluviométrico, que depende da intensidade, frequência, quantidade e duração das chuvas.

A duração da chuva é função exclusiva do tempo; a quantidade é representada por um volume ou por uma lâmina de água, a frequência, refere-se à sua distribuição, devendo-se levar em conta a época da estação chuvosa; a intensidade, por fim, é o volume de chuva na unidade de tempo, constituindo-se a principal característica de regime de chuvas.

3.2. Topografia do Terreno

A declividade do terreno influencia tanto na velocidade como no volume de água da enxurrada. Quanto maior o declive, maior a velocidade e o volume da enxurrada, provocando maior erosão. Dessa forma, a velocidade de escoamento duplica se a declividade for quadruplicada, quadruplicando também a capacidade erosiva da água e aumentando de 32 vezes a quantidade de material que poderá ser arrastado e de 64 vezes o tamanho das partículas que poderão serem transportadas.

O comprimento de rampa tem bastante influência sobre a erosão do solo. À medida que aumenta o comprimento de rampa aumenta a velocidade adquirida pelas águas que escorrem, aumentando sua capacidade de transporte de partículas do solo e, conseqüentemente, a quantidade de terra arrastada pela erosão.

3.3. Cobertura Vegetal

A cobertura vegetal protege o solo da erosão por apresentar: a) proteção direta contra o impacto das gotas de chuva; b) dispersão da água, interceptando-a e evaporando-a antes que atinja o solo; c) decomposição das raízes das plantas que formando canículos no solo, aumentam a infiltração da água; d) melhoramento da estrutura do solo pela adição de matéria orgânica, aumentando assim sua capacidade de retenção de água; e) diminuição da velocidade de escoamento da enxurrada pelo aumento do atrito na superfície.

A vegetação, também é um forte componente no controle da erosão eólica, reduzindo a velocidade do vento na superfície do solo e absorvendo a maior parte da força exercida por ele.

3.4. Natureza do Solo

A erosão não é a mesma em todos os solos. As propriedades físicas, principalmente estrutura, textura, permeabilidade e densidade, assim como as características químicas e biológicas do solo exercem diferentes influências na erosão.

Os solos arenosos estão mais sujeitos à erosão, embora sejam mais permeáveis, são normalmente muito soltos, o que favorece o trabalho das águas.

Solos bem estruturados, com maior volume de macroporos, permeabilidade rápida, facilita penetração da água (retenção), reduzindo o escoamento superficial e, com isso, o processo erosivo.

4. PRÁTICAS CONSERVACIONISTAS

As práticas conservacionistas constituem um conjunto de operações realizadas com o objetivo de conservar o solo, principalmente através do controle da erosão.

Para conceituação ampla de práticas conservacionistas, uma série bastante abrangente de operações podem ser consideradas como práticas conservacionistas. Desta forma, poder-se-ia citar: controle de queimadas, aproveitamento de resíduos culturais, cobertura morta, adubação orgânica, rotação de culturas, plantio direto, subsolagem, correção da acidez e da fertilidade do solo, pastagens, reflorestamento, distribuição dos cultivos de acordo com a capacidade de uso do solo, e muitas outras.

4.1. Práticas conservacionistas de caracter vegetativo

4.1.1. Rotação de culturas

É uma prática pela qual se alternam, em uma mesma área, diferentes culturas, obedecendo-se uma sequência racionalmente planejada.

A rotação de culturas é fundamentada no fato de uma cultura extrair do solo, para o seu desenvolvimento, maiores quantidades de determinados elementos minerais do que outras, e também por possuírem diferentes sistemas radiculares, exploram profundidades variáveis de solo, contribuindo, desta forma, para a manutenção de sua fertilidade natural. O cultivo continuado de uma única espécie vegetal, na mesma área, contribui de maneira decisiva para a diminuição da capacidade produtiva do solo.

Para se estabelecer um plano racional de rotação, é necessário considerar diversos fatores, tais como, mercado, clima, solo, mão-de-obra, máquinas e implementos agrícolas disponíveis, e características morfológicas e fisiológicas das culturas.

A rotação de culturas apresenta algumas vantagens de caráter agrônômico, tais como:

- a) Controle de pragas e doenças, com a substituição da planta hospedeira por outra que não é susceptível, quando do ciclo reprodutivo destes;
- b) Controle de ervas daninhas - algumas plantas cultivadas desenvolvem-se mais rápido que outras, evitando assim que as sementes das plantas invasoras germinem, ou até mesmo inibem o seu crescimento por falta de luminosidade adequada;
- c) Balanço de fertilidade do solo - o sistema radicular das culturas diferem um dos outros, havendo exploração das diferentes camadas do solo, facilitando o aproveitamento total dos nutrientes remanescentes das adubações anteriores. As raízes das culturas

contribuem para o suprimento de matéria orgânica a diferentes profundidades, o que traz melhoria nas condições físicas do solo;

- d) Controle da erosão hídrica - com a melhoria das condições físicas do solo (infiltração, densidade, estrutura, resistência a penetração de raízes), este torna-se menos suscetível à erosão.

O rendimento de culturas exploradas continuamente tem a tendência a diminuir no decorrer dos anos, sendo esta diminuição mais sensível a partir do terceiro ano.

No planejamento para implantação de um sistema de rotação de culturas, alguns princípios básicos deverão ser observados, pois destes depende o seu sucesso ou não. Os principais critérios a serem observados são:

- a) Classificação da capacidade de uso do solo;
- b) Proteção dada ao solo pelas culturas;
- c) Zoneamento agro-climático, onde não deve haver superposição no ciclo das culturas, sendo gramínea x leguminosa a alternância recomendável;
- d) Mercado consumidor, onde as vezes pode-se mudar as tendências do mercado (crédito, preço do produto);
- e) Infraestrutura da propriedade, a qual deve ser a mais adequada possível para o plano de rotação estabelecido;
- f) Necessidade e inclinação do produtor, para atender ou conhecer os gastos e as necessidades deste;

g) Integração lavoura X pecuária.

À primeira vista, parece fácil a execução da rotação de culturas, como prática conservacionista. Entretanto, há necessidade de uma orientação segura, por parte do técnico, para que o produtor decida sobre a melhor maneira de distribuição e destinação da área, o que, quase sempre, faz parte de um planejamento conservacionista feito com senso prático e objetivo.

A rotação de culturas como uma prática conservacionista, não deve ser encarada da forma imediatista, mas sim como um investimento a médio e longo prazo.

4.1.2. Cultivo em faixas

Consiste no plantio de culturas diferentes em faixas alternadas no tempo e no espaço, sendo variável a largura das faixas. Alternam-se as faixas com plantas mais protetoras e menos protetoras.

Na realidade, com esta prática conservacionista pode-se combinar cultivo em contorno com rotação de culturas anuais (Figura 1).

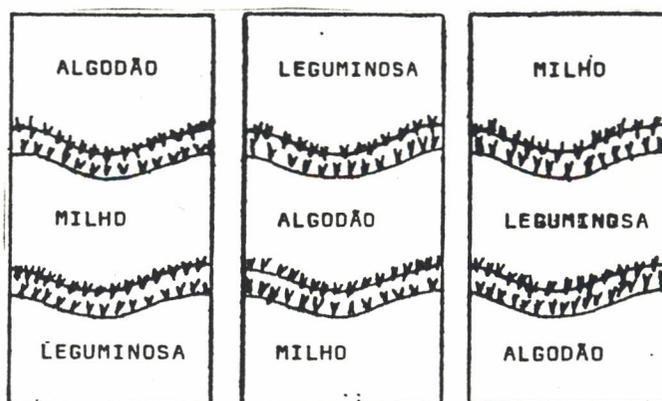


Figura 1. Cultivos em faixas

As faixas com culturas densas servem de barreiras de proteção, diminuindo a velocidade da água de escoamento superficial.

Baseados em estudos, especialistas em conservação do solo concluíram que, as culturas em faixas, associadas com o cultivo em contorno, é recomendável para declives de até 6%. Pode ser usada nas classes II, III e IV de capacidade de uso do solo.

A largura das faixas varia com a declividade. Até 6% de declividade a largura da faixa com cultura capinada pode ser de até 60 metros. Com declividades de 12 a 15% a largura da faixa com cultura capinada pode ser de até 20 m. As faixas com culturas protetoras (mais densas) podem ser mais estreitas, até 5 metros. Na prática a largura das faixas é a mesma, seguindo o espaçamento entre terraços.

4.1.3. Cordões de vegetação permanente ou barreiras vivas

São faixas estreitas, tipo cordão, cultivadas com espécies densas perenes ou de ciclo mais longo, com sistemas radicular compacto e ambulante, como por exemplo, a cana-de-açúcar e o capim elefante.

Os cordões de vegetação permanente servem como verdadeiras barreiras vivas, com a finalidade de quebrar (ou seccionar) o comprimento das pendentes, reforçar outras estruturas já existentes (como os terraços), e servir de guia permanente para outras práticas, como culturas em faixas e plantio em contorno.

A largura da faixa com cordão permanente, é de 2 a 4 metros.

A distância entre um cordão e outro depende do tipo de cultivo a ser implantado entre os cordões e da declividade do terreno. A Tabela 1 mostra a relação entre declividade e distância entre cordões.

Tabela 1. Declividade x distância entre cordões.

Declividade	Distância entre Cordões, m	
	Cultivos limpos	Cultivos densos
5	20,0	25,0
10	15,0	20,0
15	10,0	18,0
20	9,0	15,0
25	8,0	15,0
30	6,5	12,0

Em climas muito chuvosos e em terrenos com pouca infiltração, é conveniente dar um caimento (desnível) na barreira viva, de 0,5 a 1,0%.

Na prática, a distância entre um cordão e outro, segue praticamente o mesmo espaçamento entre terraços.

4.1.4. Faixas de retenção

Prática conservacionista que representa uma variação do cordão de vegetação permanente, cuja diferença está no tipo de vegetação utilizada, sendo na faixa de retenção é

representada por uma vegetação herbácea, de porte baixo, que pode ser representada por faixas de pastagens (gramíneas).

As culturas exploradas nestas faixas devem ser culturas protetoras (bastante densas) e com uma largura de 2 a 4 metros. É uma prática mais utilizada em solos com boa permeabilidade.

4.2. Práticas conservacionistas de carácter mecânico - vegetativas.

4.2.1. Cultivo em contorno

Consiste em realizar os trabalhos de preparo do solo, plantio ou sementeira das culturas e todos os tratamentos culturais, em contorno, isto é, em curva de nível, seguindo os pontos de mesma cota no terreno.

As fileiras das culturas e os sulcos resultantes do preparo do solo, sementeira e tratamentos culturais, funcionarão como barreiras parciais que tendem a quebrar a velocidade do escoamento superficial da água.

O cultivo em contorno é uma das mais simples e eficientes práticas conservacionistas. É recomendável como prática isolada até declividade de 3% e com comprimentos de declive não muito grande. Normalmente, esta prática conservacionista é empregada conjugada com todas as demais.

Quando for feito cultivo em contorno como prática isolada, deve-se estabelecer linhas guias, em distâncias que variam de 30 a 50 m, conforme a declividade do terreno. As linhas guias são traçadas transversalmente ao declive, e todos os trabalhos de preparo do solo, plantio e tratamentos culturais devem ser realizados paralelamente as linhas guias. Em áreas terraceadas ou com cordões de vegetação permanente, estes servirão de linhas guias.

4.2.2. Alternância de capinas

Consiste em realizar as capinas em faixas alternadas, isto é, uma faixa capinada, outra faixa não capinada. As faixas representam o espaçamento entre linhas de semeadura das plantas cultivadas. As faixas não capinadas quando da primeira capina, serão capinadas quando da segunda capina, e vice versa. A cobertura fornecida pelas ervas daninhas nas faixas não capinadas, servirá de proteção ao solo e dificultarão o livre escoamento superficial da água da enxurrada.

4.3. Práticas conservacionistas de carácter mecânico

4.3.1. Cordões de pedra

Consiste em amontoar pedras que estiverem na superfície do solo, em cordões em nível, formando uma taipa que servirá para reter o solo transportado pela erosão e diminuir a velocidade da água de escoamento superficial.

Esta prática é empregada em solos pedregosos. A largura da taipa é de 0,5 a 1,0 m e a distância entre cordões pode ser a mesma do espaçamento entre terraços.

4.3.2. Banquetas individuais

Prática mais utilizada em fruticultura. Consiste em efetuar um camalhão de terra no formato de meia-lua, em torno de cada árvore e na parte de baixo. O terreno, em perfil ficaria aproximadamente com a seguinte forma (Figura 2):

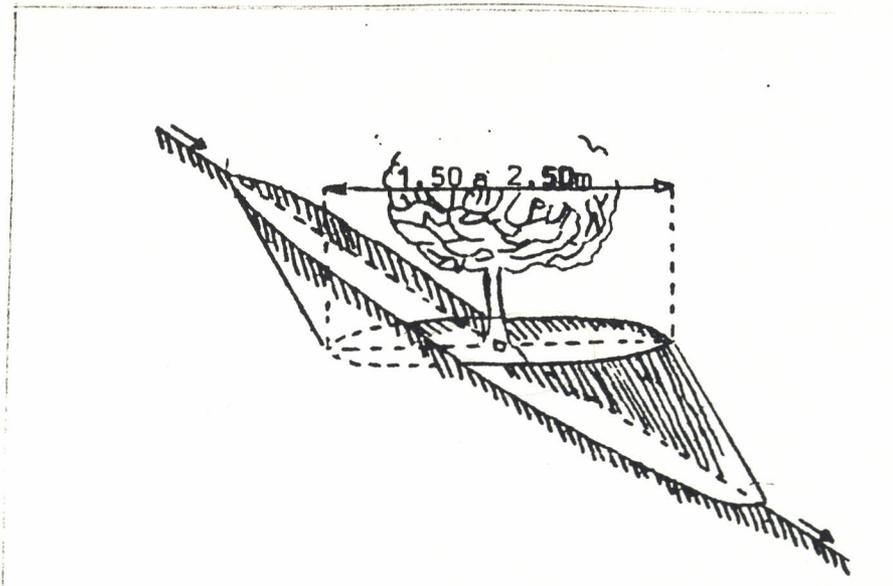


Figura 2. Banqueta individual

4.3.3. Patamar

Prática que consiste em transformar a declividade do solo, em escadas. É uma prática muito cara e só é utilizada em áreas com declividades bastante alta (30-40%) e para utilizar o solo com culturas de extraordinário valor econômico. Esta prática exige uma grande movimentação de terra, provocando profundas alterações nas características físicas, químicas e biológicas originais do solo (Figura 3).

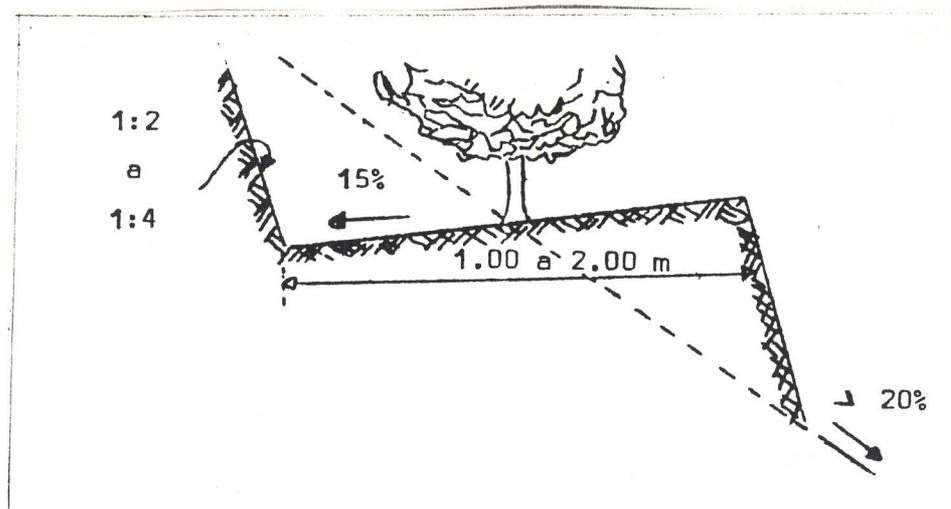


Figura 3. Patamar

4.3.4. Terraços

É uma estrutura mecânica construída no terreno, formada pelo conjunto de um canal e um camalhão (dique), dispostos transversalmente ao declive e construídos espaçadamente a distância que variam conforme a declividade e o tipo de solo.

5. TERRACEAMENTO

É um sistema de práticas conservacionistas, formado por um conjunto de **terraços** e, muitas vezes, por **canais escoadouros**, com a finalidade de seccionar o comprimento de rampa, formando obstáculos físicos ao livre escoamento superficial das águas.

O terraceamento isolado controla a erosão, e é fundamental ao manejo da água de escoamento superficial. Terraço é uma prática conservacionista complementar. O essencial é o uso e o manejo corretos e adequados dos solos.

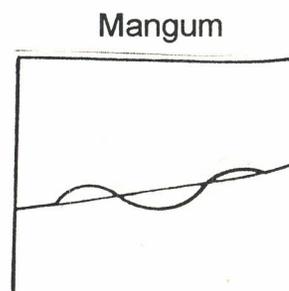
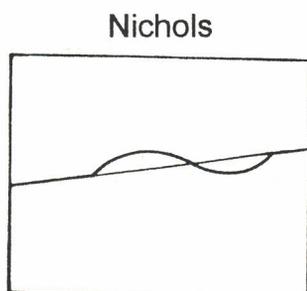
5.1. Tipos de Terraços

5.1.1. Quanto à função

- Retenção -----> Absorção ou infiltração, em nível.
- Escoamento ---> Drenagem, com gradiente.

5.1.2. Quanto à construção

- Tipo Nichols -----> base triangular. Terra do canal é jogada para baixo formando o camalhão.
- Tipo Mangum -----> base trapezoidal. São construídos movimentando-se a terra de baixo para cima e de cima para baixo.



5.1.3. Quanto a faixa de movimentação de terra

- Base estreita ---> até 3 m (Cordões em contorno)
- Base média ---> de 3 a 8 m.
- Base larga ---> de 8 a 12 m.

Quando usar:

Base estreita ---> declives superiores a 15%

Base média ---> declives entre 10 a 15%

Base larga ---> declives menores que 10%.

Base estreita perde de 8 a 10% da área; Base média perde de 2,5 a 3,5% da área. Base larga aproveita toda área.

Base estreita e média podem se tornar focos de inços e pragas.

5.2. Comprimento dos Terraços

- Em nível ---> não há limite ---> até 1.000 m. (Recomendável para terraços de pequeno comprimento ou regiões de baixa pluviosidade.

- Em desnível ou com gradiente:

Solos arenosos - até 400 m.

Solos argilosos - até 500-600 m.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A avaliação dos efeitos dos agentes erosivos dinâmicos sobre o solo é variável, em função do tipo do solo, comprimento e grau do declive, cobertura e manejo do solo, práticas conservacionistas complementares e da própria intensidade e duração dos agentes erosivos (potencial erosivo das chuvas ou erosividade).

O conhecimento do potencial erosivo das chuvas de cada localidade ou região e, principalmente, de sua distribuição ao longo do ano, são instrumentos valiosos para o planejamento conservacionistas de uso do solo agrícola. Por meio desses conhecimentos pode-se determinar quais as regiões que apresentam maior erosividade e, para cada região, quais os meses nos quais ocorrem as chuvas mais erosivas. Desta forma, é possível a recomendação de práticas de manejo do solo que resultem em menor risco potencial de perda de solo por erosão hídrica.

Não basta, portanto, gerar tecnologia, construir infra-estrutura e facilitar o crédito. É fundamental, também, que o produtor agrícola esteja capacitado (ou assessorado) a selecionar a melhor estratégia de uso e manejo do solo, buscando um equilíbrio harmônico com as demais técnicas de produção.

7. LITERATURA CONSULTADA

BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do solo**. Piracicaba: Livroceres, 1985. 368p. il.

ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA DE LAVRAS. Departamento de Ciências do Solo. **Conservação e manejo do solo**. Lavras, MG, 1977. 152p.

FREIRE, O. **Conservação do solo** Piracicaba: ESALQ, 1979. 99p.

GALETI, P.A. **Conservação do solo: reflorestamento, clima.** 2 ed. Campinas: Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, 1973. 286p. il.

GALETI, P.A. **Práticas de controle à erosão.** Campinas: Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, 1974. 278p. il.

GRAZIANO NETO, F. (Coord.). **Conservação de solo em microbacias.** São Paulo: CAIC, 1987. v.1, n.1, 41p. il.

MARGOLIS, E. **Conservação do solo.** 3. ed. Recife: UFRPE, Departamento de Agronomia, 1985. 102p. il.

MONEGAT, C. **Plantas de cobertura do solo: características e manejo em pequenas propriedades.** Chapecó. Ed. do Autor, 1991. 336p. il.

SANTA CATARINA. Secretaria de Estado da Agricultura e Abastecimento. **Manual de uso, manejo e conservação do solo e da água: Projeto de recuperação, conservação e manejo dos recursos naturais em microbacias hidrográficas.** 2. ed. rev. atual e ampel. Florianópolis: EPAGRI, 1994. 384p. il.

/sonia.apo/carminha