

3 – CONSERVAÇÃO E MANEJO DO SOLO

Edson Bolivar Pacheco *

Conservação do solo é o uso da terra para a produção de maiores colheitas e, ao mesmo tempo, resguardá-la da perda de sua produtividade.

Manejo do solo é a combinação de práticas de preparo, cultivo e tratamento do solo, usadas para produzir colheitas.

Tem os seguintes objetivos: uso adequado de terras; defesa do solo; e exploração lucrativa.

Para atingi-los, lança-se mão das práticas conservacionistas, que podem ser divididas em três grupos: 1) práticas de caráter edáfico; 2) práticas de caráter vegetativo; e práticas de caráter mecânico.

3.1 – PRÁTICAS E CARÁTER EDÁFICO

Referem-se à capacidade produtiva do solo, ou seja, aquelas que visam a manutenção ou melhoramento a sua fertilidade.

As principais são:

3.1.1 – Ajustamento à Capacidade de Uso

É prática fundamental, devendo servir de base para qualquer programa conservacionista. Consiste em se fazer a distribuição das explorações agropecuárias de acordo com a capacidade de uso das terras. Um solo que apresenta limitação por declive, por exemplo, é indicado para pastagem ou florestas. Mesmo com a edição de uma série de práticas conservacionistas, seria extremamente difícil mantê-lo cultivado com culturas anuais, sem riscos de erosão e, conseqüentemente, redução na fertilidade natural deste solo.

De acordo com o grau crescente de proteção oferecida ao solo contra a erosão, as culturas podem ser distribuídas em quatro grupos, segundo dados do IAC: 1º) mamona, feijão e mandioca; 2º) amendoim, arroz e algodão; 3º) soja e batatinha; e 4º) cana, milho + feijão e batata-doce.

3.1.2 – Eliminação ou controle das Queimadas

A queimada após a derrubada é até certo ponto justificável, pois é feita uma só vez e a finalidade é o desimpedimento do terreno. Devem, portanto, ser tomadas as devidas precauções para se evitar a disseminação do fogo para outras áreas.

No caso do milho, a queima dos restos culturais deve ser evitada principalmente quando a cultura foi instalada em solo sujeito à erosão.

Este assunto será tratado posteriormente com mais detalhes.

*Pesquisador do Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG.

3.1.3 – Rotação de Culturas

Segundo resultados obtidos pelo IAC, somente em Latossolo Roxo houve pequeno efeito favorável do ponto de vista do controle da erosão, em consequência da rotação de culturas (algodão, milho e soja).

Por outro lado, quando consideramos o aspecto edáfico, resultados de pesquisa indicam que esta prática mantém ou, pelo menos, retarda a queda de produção, enquanto que no cultivo contínuo a diminuição da produção é bastante acentuada. Se na rotação entra uma leguminosa, os resultados são ainda melhores. Conforme dados preliminares obtidos no CNPMS a soja em rotação com milho promoveu maior aumento de produção da gramínea que uma adubação verde exclusiva com *Crotalaria juncea*.

3.1.4 – Adubação e Calagera

Serão tratadas em outro capítulo.

3.2 – PRÁTICAS DE CARÁTER VEGETATIVO

Visam ao controle da erosão e ao melhoramento do solo com auxílio da vegetação.

As principais e mais viáveis para a cultura do milho, em nossas condições, poderiam ser resumidas em:

3.2.1 – Adubação Verde

Assunto tratado em capítulo à parte.

3.2.2 – Culturas em Faixas

Consiste em se alternar duas ou mais culturas, dispostas em faixas de nível, podendo ter as seguintes variações:

3.2.2.1 – Faixas de Rotação

Trata-se de simples rotação de culturas, as quais são dispostas em faixas em nível. Neste caso, devem-se alternar culturas, com diferentes exigências nutricionais, como também de sistemas radiculares diferentes, visando principalmente ao melhor aproveitamento da fertilidade do solo e dos adubos. A finalidade principal não é o controle da erosão, embora esta fique diminuída pela disposição, em nível, das diferentes culturas. todas as faixas deverão ter aproximadamente a mesma largura. Se o terreno está terraceado, estas vão ser dispostas em cada intervalo ou abrangendo dois ou mais espaços entre terraços. Caso contrário, e em declive suave, será necessária a locação de niveladas básicas, que delimitem a largura das faixas, a espaçamentos que dependem do declive e tipo do solo.

Sugestão de largura das faixas de acordo com o declive:

Declive	Largura da faixa (m)
Até 3%	50
3 a 6%	40
6 a 9%	30
9 a 12%	20

3.2.2.2 – Faixas de Retenção

Neste caso, as faixas de culturas anuais são alternadas com faixas estreitas (2 a 3 m) de culturas densas, ambas dispostas em

nível. Como faixas de retenção podem ser usadas: cana-de-açúcar, erva-cidreira, *Tephrosia candida*, vetiver ou a própria vegetação natural.

Existe tabela para espaçamento de faixas de retenção. Na falta desta, pode ser usada a tabela de espaçamento para terraços com gradiente, a fim de compensar a largura das faixas de retenção.

Estas práticas controlam bem a erosão até cerca de 6% de declive, ou mais, dependendo do tipo de solo e da cultura.

Resultados obtidos pelo IAC com algodão cultivado em Latossol Roxo, com 6% de declive e com médias anuais de 1.300 mm de chuva, mostraram que faixas de cana com dois metros de largura promoveram controle de 81% em perdas de solo e de 62% em perdas de água.

Desse resultado, depreende-se que, no caso do milho, o controle de erosão seria ainda mais eficiente com o uso de faixas de retenção, uma vez que esta cultura é bem menos expositora do solo à erosão que o algodão.

3.2.2.3 — Faixas Conjugadas

Nada mais são do que uma combinação dos dois sistemas anteriores. Seria o sistema ideal de culturas em faixas.

3.3 — PRÁTICAS DE CARÁTER MECÂNICO

São as que requerem o uso de máquinas, tanto para a construção de obstáculos, para o controle da erosão, como para a mobilização e manejo do solo.

As seguintes serão abordadas:

3.3.1 — Estradas e Carreadores

Toda empresa agrícola deve ter suas estradas e carreadores, bem localizados e de fácil conservação, permitindo o acesso a todas as glebas.

A disposição das estradas e carreadores é também complemento indispensável das demais práticas conservacionistas, principalmente plantio em nível, culturas em faixas e terraços.

A localização vai depender bastante da conformação topográfica e da separação das glebas. As estradas devem ser locadas, sempre que possível, em nível, ou aproximadamente em nível, ou nos espigões, visando a sua melhor conservação. Para permitir a drenagem, as estradas e carreadores que não forem localizados em nível deverão ser construídos ligeiramente abaulados no centro, de maneira que a água seja encaminhada para os lados e deste ponto drenada para os terraços, matas ou pastagens.

3.3.2 — Estruturas para Controle de Voçorocas

Para se obter sucesso no controle das voçorocas, uma série de medidas devem ser tomadas. O primeiro cuidado é evitar a concentração de água no interior da voçoroca, através da construção de canais de divergência, para desviar a água da sua cabeceira. Concomitantemente, reduzir o volume da enxurrada que atinge a voçoroca, através de um bom sistema de controle de erosão e manejo do solo.

O segundo passo é o seu revestimento com vegetação densa, estruturas mecânicas ou a combinação de ambos.

3.3.3 — Canais Escadouros

Para certas condições de solo e/ou clima do Brasil, o terra-

ceamento em nível é insuficiente para conter os fluxos das enxurradas. Há, então, necessidade da construção de terraços com gradiente, que, por sua vez, exigem o escoamento do excesso de água através de canais escoadouros.

Estes podem ser naturais, quando formados por depressões já existentes no terreno, ou artificiais quando construídos pelo homem. No caso dos naturais, a faixa por onde vai escoar a água deverá ser mantida com vegetação cerrada: pastos, capineiras, matas, etc.

A fim de se evitar parcelamento excessivo das terras de cultura, os escoadouros deverão ser feitos ao lado de acidentes naturais e das benfeitorias permanentes, tais como vales, caminhos, edificações, que, por sua própria natureza, já delimitam as parcelas de cultura.

No caso de vales ou grotas cortando o terreno, a razão por que se deve fazer ao seu lado canais escoadores, ao invés de aproveitá-los como naturais, é que, em geral, torna-se difícil a estabilização de seus leitos, em virtude principalmente da altura sempre grande das voçorocas e, também, da necessidade de construir estruturas mecânicas para desague seguro em cada extremidade dos terraços. Ao passo que, fazendo-se o escoadouro ao lado dos mesmos, o desague fica resumido à construção de uma única estrutura no fim do canal.

As formas de seção dos canais escoadouros podem ser em "V", parabólica ou trapezoidal. Para declives muito fortes, a trapezoidal é a mais indicada, uma vez que, por ter o fundo chato, facilita a quebra de sua velocidade. Já em declividades muito pequenas há perigo de deposição de sedimentos por falta de velocidade das enxurradas e, neste caso, a forma triangular é a mais indicada para que o escoamento seja mais rápido.

A forma da seção vai depender também do equipamento disponível para a sua construção.

As dimensões vão depender dos seguintes fatores:

- a) gradiente e forma de seção - quando maior for a declividade, tanto mais largo e raso deverá ser o canal, e vice-versa;
- b) velocidade média permissível e coeficiente de rugosidade variam em função do revestimento do canal;
- c) vazão máxima esperada - será determinada em função do termo de concentração da área servida pelo canal, da intensidade máxima de chuva esperada, do coeficiente médio de enxurrada para a área e, finalmente, da extensão da área servida pelo canal.

Os canais artificiais deverão ser construídos pelo menos um ano antes dos terraços, para a necessária consolidação preliminar dos canais escoadouros.

Para o caso de canais muito extensos e com declive fortes, é necessária a construção de barreiras ao longo do canal, para reduzir a velocidade das águas. Estas estruturas mecânicas podem ser de pedra. Se forem apenas em caráter provisório, para estabelecimento da vegetação, podem ser usados outros materiais, tais como galhadas de árvores, sacos cheios de terra, tela de arame e outras.

3.3.4.1 - Desmatamento

O desmatamento mecânico pode ser feito a lâmina ou a corrente. No segundo caso, apesar do rendimento ser bem maior, exige tratores de potência igual ou superior a 140 HP, e peso a partir de 13 toneladas. Em caso de vegetação esparsa, relevo acidentado ou áreas pequenas, o desmatamento à lâmina é o mais indicado.

Se a madeira for destinada a carvão, o ideal seria retirá-la antes do enleiramento, para facilitar o seu aproveitamento e baratear a operação de enleiramento.

As leiras devem ser dispostas em nível e distanciadas no mínimo de 60 m, para não prejudicar o rendimento da operação.

Com o tempo elas vão desaparecendo, seja pelo aproveitamento do material, apodrecimento ou queima. Antes da extinção total dessa, procede-se à construção dos terraços.

3.3.4.2 — Aração e Gradagem

Antes dessas operações, alguns pontos devem ser considerados, principalmente com respeito às condições físicas do solo, tais como: textura, estrutura, existência ou não de camadas adensadas, profundidade do horizonte "A", grau de umidade e outras.

É muito comum o uso excessivo e indiscriminado de arados e grades de discos, desagregando o solo e facilitando o seu transporte pela erosão.

Conforme dados obtidos pelo IAC, a comparação entre duas arações e uma única praticamente se equivale em quanto à produção de milho, acarretando o sistema de duas arações e maiores perdas de solo por erosão. No caso de solos muito praguejados há necessidade de duas arações.

A intensificação do uso do arado ou grades pesadas, sempre à mesma profundidade, traz problemas de compactação subsuperficial do solo, o que, além de impedir a infiltração de água, acelera o processo de erosão, dificulta a penetração das raízes e reduz, conseqüentemente, a produção.

Na região do Triângulo Mineiro tem ocorrido adensamento no Latossolo Roxo, cujos reflexos negativos sobre o solo em si e, conseqüentemente, sobre o rendimento cultural, são evidentes. Baseados neste fato, pesquisadores da UFV verificaram que, neste caso, o preparo do solo com arado de aiveca tem proporcionado incremento na produção de milho da ordem de 20%, quando comparado com o preparo com arado de discos.

No Paraná, a utilização constante de grades pesadas, ao invés de arado, tende a formar uma camada dura entre 10 e 15 cm de profundidade. No entanto, esta pseudocompactação pode ser facilmente rompida com o uso de uma aração superior em profundidade à espessura dessa camada.

Quanto à época de aração, resultados obtidos por pesquisadores da UFV, em trabalho realizado em Capinópolis, MG, mostram que a fragmentação da palhada de milho + aração, imediatamente após a colheita, tem acarretado maiores produções de grãos em relação ao preparo da palhada e solo por ocasião do plantio. No primeiro caso há tempo suficiente para decomposição dos resíduos da cultura anterior.

Em algumas regiões do País, a quantidade de palha de milho que permanece na superfície do solo chega a constituir sério impedimento para o preparo do solo, principalmente quando a propriedade é exclusivamente de exploração agrícola.

É comum, em fazendas mistas, a utilização da palhada pelo gado. Neste caso, o problema é praticamente eliminado. Por outro lado, muitas vezes esta solução traz outro problema, que é o praguejamento por ervas daninhas, oriundas das fezes do rebanho.

Muitos agricultores utilizam-se de queima dos restos culturais do milho para o desimpedimento da área e facilidade do preparo do solo.

Preocupados com o problema, pesquisadores brasileiros vêm realizando pesquisas de comparação de queima com incorporação de resíduos culturais ao solo. Com relação aos efeitos sobre a produção, os resultados até agora obtidos são variáveis. Em trabalho realizado pelo IAC, durante 11 anos, o aumento de produção de milho com a queima da palhada foi de 16, % em Latossolo Roxo, en-

quanto que em Podzólico a redução da produção foi de 3,1%, durante um período de sete anos (quadro 1).

QUADRO 1 - Influência da Queima dos Restos Culturais na Produção de Milho.

	Produção de milho em kg/ha	
	Podzólico	Latossolo Roxo
Restos culturais enterrados	6.284	2.555
Restos culturais queimados	6.049	3.266

Contudo, a influência da queima, sob o aspecto das perdas de solo por erosão, não deixa dúvidas, isto é, com a queima há sensível aumento nas perdas de solo e água. Dados obtidos no IAC mostram que, com a incorporação dos restos culturais, as perdas, em média, foram de 13,8 t de terra/ha e 5,8% de chuva caída, enquanto que, com a queima dos restos da cultura de milho, houve acréscimo de 46% nas perdas de terra e de 38% nas perdas de água. Por outro lado, a adubação verde consorciada ao milho proporcionou redução de 51% e 38%, respectivamente, em perdas de terra e água, quando a palhada permaneceu na superfície do solo.

Em resumo, do ponto de vista de conservação do solo, o preparo do solo deve permitir as seguintes condições:

- a) incorporação dos restos culturais ou manutenção dos mesmos na superfície do solo;
- b) utilização mínima necessária de arados e grades para dar condições ao plantio e boa germinação das sementes;
- c) não destruição da estrutura e agregados do solo, visando uma boa infiltração da água e, conseqüentemente, maior controle da erosão;
- d) promover o rompimento de possíveis camadas compactadas através de arado de aiveca ou subsolador, dependendo do tipo de solo e profundidade da referida camada;
- e) preparar o solo em boas condições de umidade, isto é nem muito seco nem muito úmido;
- f) quando as condições permitirem, fazer o plantio sem preparo do solo sobre os restos culturais (plantio direto).

O plantio direto não é uma prática, é um sistema, pois a sua adoção implica em uma série de práticas culturais específicas.

A sementeira é feita com máquinas especiais, que efetuam pequena movimentação do solo apenas nos sulcos onde são distribuídas as sementes e adubos.

No Paraná o plantio direto de trigo/soja proporcionou um controle de perdas de solo superior a 70%, em relação ao preparo convencional. Esse resultado evidencia a eficiência do plantio direto no controle da erosão.

3.3.5 – Plantio em Nível ou em Contorno

É uma prática básica em conservação do solo, porque além de proporcionar certo controle da erosão, vem facilitar bastante o estabelecimento e manutenção de outras práticas conservacionistas.

O plantio em nível, por si só, controla bem a erosão, até um declive de 4%, ou pouco mais, dependendo do tipo de solo.

Dados do IAC mostram que, tomando-se como base de comparação

sistema de plantio de milho morro abaixo, cujas perdas de terra foram de 26 t/ha de água 6,9% da chuva caída, verifica-se que simplesmente o plantio em nível proporcionou um controle de 47% em perdas de terra e de 30% em perdas de água.

Além do aspecto de controle da erosão, há dois fatores responsáveis pela redução da produção quando a cultura é semeada morro abaixo. Primeiro porque há redução do "stand", em virtude do arrancamento e arraste de plantas pequenas. E, como segundo fator, as chuvas provocam erosão nas ruas, diminuindo a zona de alimentação das raízes e dando, em consequência, plantas menos vigorosas.

Resultados alcançados pelo IAC em Latossolo Roxo, com 8% de declive, levam a concluir que, em média de 17 anos, com o plantio em nível, o "stand" de milho, foi de 7,7% a mais de plantas, na colheita por hectare, e a produção 21,3% superior, em relação ao plantio morro abaixo. Esses dados foram obtidos em uma região que se caracteriza por chuvas regulares, cuja média anual no período foi de 1.454 mm.

Para a locação das linhas niveladas básicas, quando o plantio for em nível, não há necessidade de tabelas. O espaçamento entre elas pode variar de 40 a 60 m.

3.3.6 — Terraceamento

É das práticas conservacionistas mais eficientes, quando corretamente empregada. Tem a vantagem de poder ser construído e conservado com máquinas, além de forçar o agricultor à execução das demais operações acompanhando os terraços, o que vem aumentar a eficiência do sistema.

Os terraços, quanto à função, podem ser:

- a) de retenção, em nível;
- b) de drenagem, com gradiente;

A adoção de um ou outro depende do solo e regime de chuvas, porém, sempre que possível, deve-se dar preferência aos terraços em nível, porque são de locação mais fácil, eliminam os inconvenientes dos canais escoadouros e facilitam o trabalho das máquinas.

Os terraços nivelados são adaptados aos solos profundos e permeáveis, situados em regiões em que não ocorram chuvas muito intensas. São adaptados também a regiões de baixa pluviosidade, onde toda a água é retirada. De modo geral, são eficientes para solos de cerrado.

Os terraços com gradiente serão usados para proteger solos poucos profundos ou rasos ou de baixa permeabilidade, e em regiões de chuvas intensas, onde se torna necessário escoar o excesso de água.

Em São Paulo e Minas Gerais, o terraceamento em nível vem satisfazendo, ao contrário do que ocorre no Rio Grande do Sul e Paraná.

Os terraços, quanto ao tipo, podem ser:

- a) Mangum

É construído removendo-se a terra para ambos os lados, isto é, tanto para baixo quanto para cima. Não exige equipamento reversível para a sua construção. Apresenta mais camalhão do que canal e é adaptado para declives suaves, até no máximo 12%.

- b) Nichols

Para a sua construção, a terra é removida apenas de cima para baixo. Exige equipamento reversível. Visa mais o canal do que o camalhão e é adaptado para solos mais declivosos, até 20%.

3.3.6.1 – Dimensões dos Terraços

a) Seção

Deveria ser calculado com base nos dados de intensidade de chuva, ou seja, chuvas de intensidade máxima que é provável ocorrer num determinado período de tempo (10, 20 anos). Como esses dados são pouco disponíveis, toma-se por base estudos feitos nos Estados Unidos da América para regiões de regimes de chuvas semelhantes aos nossos. Tais estudos estabelecem uma seção mínima de $0,70 \text{ m}^2$.

b) Comprimento

Hamilton, pesquisador nos Estados Unidos da América, estabeleceu o limite máximo de 500 m para os terraços com gradiente. Se considerarmos queda nos dois sentidos, é possível duplicar este comprimento. O desnível do canal deve ser progressivo, isto é, os primeiros 100 m em nível, os próximos com 0,1% de gradiente, e assim por diante. O limite máximo, para evitar erosão dentro do canal, é de 0,5%.

Os terraços em nível, para alguns autores, estão limitados a 1.000 m de comprimento, enquanto outros não limitam o seu comprimento. No caso de terraços de retenção muito longos, é boa medida seccionar o seu canal por meio de interceptores de terra batida (travesseiros).

c) Espaçamento

É questão muito controversa, dependendo de uma série de fatores. Em geral, usam-se tabelas que, por sua vez, são calculadas com base em fórmulas.

3.3.6.2 – Métodos de Construção de Terraços

A largura dos terraços (canal + camalhão) pode variar de 2 a 3 m, base estreita, até 10 a 12 m, base larga.

Os terraços de base larga são os mais indicados para culturas anuais, principalmente pelo fato de não se perder área alguma no plantio. Contudo, as possibilidades de sua aplicação e facilidades de construção dependem consideravelmente das características do terreno. Não poderão, por exemplo, ser empregados em declives superiores a 8-10%. Tampouco poderão ser construídos com auxílio de equipamento grande em terrenos com tocos ou com freqüentes afloramentos de rochas.

Normalmente, são usados com eficiência, na construção de terraços, trator com arado de disco e motoniveladoras.

Os métodos propriamente ditos de construção e manutenção de terraços serão descritos em publicação especial da Embrater.

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

- 1 - BERTONI, J. & BENATTI JUNIOR, R. Efeito da direção do plantio e dos tratamentos culturais na produção de milho. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 14. Santa Maria, 1973. *Anais*. Santa Maria, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1974. p. 680-9.
- 2 - EMBRATER & EMBRAPA. *Conservação do solo*, por Arcângelo Mondardo. Brasília, 1978. 35 p. il.

- 3 - INFORME AGROPECUÁRIO, Belo Horizonte, v. 4., n. 37, 1978.
- 4 - INSTITUTO AGRONÔMICO, São Paulo. *As perdas por erosão no Estado de São Paulo*, por J. Q. A. Marques e outros. São Paulo, 1960. 56 p.
- 5 - LOMBARDI NETO, F. & BERTONI, J. Manejo dos restos culturais; efeito da queima sobre algumas propriedades físicas e químicas do solo e sobre a produção do milho. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 14., Santa Maria, 1973. *Anais* Santa Maria, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1974. p. 690-701.
- 6 - MARQUES, J. Q. A. & BERTONI, J. Sistemas de preparo do solo em relação à produção e à erosão. *Bragantia*, Campinas, 20(9): :403.59, 1961.
- 7 - SILVA, T. C. A. et alii. *Efeito do preparo do solo e tratamento da palhada na cultura do milho*. s.n.t. 4 p.
- 8 - . *Manejo de solo e sistemas de plantio para milho*. s.n. 4 p.
- 9 - VIEGAS, G. P. Técnica cultural. In: INSTITUTO BRASILEIRO DE POTASSA. *Cultura e adubação do milho*. São Paulo, 1966. p. 263-332.