

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA
CENTRO DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DO TRÓPICO ÚMIDO - CPATU

ANTONIO RONALDO BAENA
Pesquisador do CPATU

"MANEJO E CONSERVAÇÃO DE SOLOS PARA CULTURAS
ALIMENTARES NAS CONDIÇÕES TROPICAIS ÚMIDAS"

Elaborada para o Curso sobre o Cul
tivo de Arroz, Milho, Caupi e Man
dioca, realizado no CPATU de 05 de
abril a 05 de maio de 1982.

Belém - Pará
Abril - 1982

MANEJO E CONSERVAÇÃO DE SOLOS PARA CULTURAS ALIMENTARES NAS CONDIÇÕES TROPICAIS ÚMIDAS

Antonio Ronaldo Camacho Paena

Na imensa região Amazônica o uso do solo e seus efeitos sobre a produtividade é assunto de pesquisa praticamente por ser iniciado. Atualmente os grandes projetos agrícolas, que envolvem grandes extensões, vêm-se como que praticamente obrigados ao uso do maquinário para os seus preparo de áreas, visto que pelo seu próprio tamanho e carência de mão-de-obra, no sistema tradicional os serviços dificilmente chegam ao seu término. Para o médio e pequeno produtor, o alto custo do preparo mecanizado é fator restritivo para tal operação. De acordo com orçamento da COPAGRO de julho de 1981, o custo do preparo mecanizado em área de mata do Projeto Seringueira, no município de Mojú-PA é de cerca de Cr\$-150.000,00 por hectare (desmatamento, destocamento e enleiramento). O sistema tradicional de broca, derrubada, queima e coivara está sendo feito atualmente na mesma região, à base de Cr\$-20.000,00 por hectare. O preparo de área para cultivo, por qualquer processo manual ou mecânico, causa modificações na estrutura do solo que refletem na sua produtividade e conservação.

No ano de 1979 em áreas de Terra da CODEAGRO, no distrito agropecuário da SUFRAMA-AM, localizada entre os kms 50 e 55 da Rodovia Manaus-Caracarái, sob mancha de solo do tipo Latossol Amarelo textura muito argilosa, relevo plano, foi iniciado um projeto de pesquisa, cujo objetivo era o de testar diferentes processos mecanizados de preparo de área, em comparação com o tradicional, a partir do desmatamento, tendo a seringueira como planta indicadora para observar o comportamento do solo no decorrer do tempo. O Quadro 1 mostra os valores obtidos de densidade, porosidade e resistência entre os diversos tratamentos e a mata virgem.

A importância destes 3 fatores sobre a produtividade dos solos se fazem sentir principalmente no que diz respeito ao armazenamento de ar e água, e ao impedimento do sistema radicular das plantas.

Nesta mesma área, a velocidade de infiltração de água no solo sofreu modificações, conforme mostra o Quadro 2.

A infiltração em todos os processos de desmatamento so freu uma redução considerável com o efeito da derruba. Considerando-se os aspectos de armazenamento de água e lixiviação, esta redução poderá ser benéfica, uma vez que a infiltração que era muito rápida em todas as áreas (> 25 cm/h) passou a ser média (1,7 a 6,7 cm/h) . Sob o aspecto de runoff e erosão, poderá ser prejudicial, uma vez que durante as chuvas de alto potencial erosivo, a água não encontrando um escoamento rápido dentro do solo, começará a escorrer superficialmente.

É crença geral de que a estrutura do solo deteriora sob cultivo nos Trópicos. Algumas evidências indicam que o grau de mudanças na estrutura variam com as propriedades do solo e práticas de manejo.

Experimento realizado no CPATU em solo do tipo AOVA, usado intensivamente com experimentos anteriores, e portanto fortemente desgastado, mostra que a produção de feijão V-69 foi maior nas quadras preparadas mecanicamente (aração e gradagem) do que nas quadras preparadas manualmente (capina) (Quadro 3).

Em ambos os anos 1980 e 1981, a produção foi maior nas quadras mecanizadas, ocorrendo um declínio acentuado na produtividade em ambos os Tratamentos no ano de 1981 em relação ao ano de 1980.

Os valores médios de porosidade e densidade entre as áreas mecanizadas e manuais são mostrados no Quadro 4.

Conforme podemos observar no Quadro 4, no ano de 1980 os valores de porosidade são mais altos e os de densidade mais baixos nas áreas mecanizadas, o que justifica a produção maior desta em relação a área de preparo manual. Do ano 1980 para 1981 observa-se um decrêscimo na porosidade e um aumento na densidade em ambos os tratamentos o que justifica a queda de produção de 1981 em relação a 1980.

No ano de 1981, ao contrário do ano de 1980, observa-se valores mais baixos de porosidade e mais altos de densidade na área mecanizada em relação a área de preparo manual. Acontece que em 1980 a amostragem foi feita logo após o preparo da área para plantio, enquanto que em 1981 a amostragem foi feita após a colheita do feijão, portanto cerca de 2 meses após o preparo de área. Sobre este aspecto, Trowse & Baver (1965) estudando várias operações de cultivo no Havai reportam que a grade de disco, ao mesmo tempo que torna o solo solto,

ela tem o efeito compactante, e as mesmas forças que causam a penetração do disco causam compactação. Observações em vários perfis onde a área tinha sido anteriormente gradeada indicam que, "após um determinado período de tempo", 50 a 70% do solo arado fora recompactado pelas gradagens subsequentes. Os experimentos mostram que a gradeagem logo após a aração, comprime o solo nos interstícios, tornando-o tão denso quanto o solo antes de ser cultivado. A ação compactante do arado poderá ser prejudicial especialmente quando a profundidade de aração for constante, formando uma camada compacta impermeável chamada "sola do arado".

Greacen (1958) reporta que um solo com porosidade de 60% nos 30 cms superficiais, produziu em sua primeira colheita de milho $7 \text{ m}^3/\text{ha}$ depois de arado. No campo ao lado, com uma porosidade de 50,5%, a produção foi de apenas $1,7 \text{ m}^3/\text{ha}$. Neste experimento, a adubação só obteve resposta depois de terem sido melhoradas as propriedades físicas dos solos.

É sabido que o trânsito de veículos e o peso de máquinas causam compressão no solo, compressão esta que implica na alteração do volume natural do solo. Esta transformação é de primordial importância na análise do efeito de máquinas e veículos nas propriedades físicas dos solos, tanto pelo ponto de vista do crescimento de plantas como da projeção de novas máquinas que minimizem estes efeitos.

Estudo de Reaves e Nichols (1955) mostram que o efeito da pressão de um pistão normal a superfície do solo distribui-se em vários vetores em forma de um bulbo de lâmpada, que são proporcionais a força da pressão aplicada.

As propriedades dinâmicas dos solos são expressas através de movimentos de solo que resultam de forças aplicadas externamente. Gill & Van den Berg (1967) definem dinâmica do solo como a relação entre forças aplicadas ao solo e a reação resultante do solo. Os objetivos do preparo de área podem ser alcançados apenas através de aplicação de forças ao solo, através de sistema mecanizado ou mesmo manual. Desta maneira devemos-nos familiarizar com as propriedades dinâmicas do solo expressas nas operações de preparo de área, a fim de entendermos as relações entre propriedades físicas dos solos, cultivo e produtividade.

Investigações pioneiras de Nichols (1929) levaram a uma

classificação de variáveis que devem ser consideradas quando se relaciona dinâmica do solo com operações de cultivo. Os fatores básicos que afetam a resposta do solo à força aplicadas por ocasião do cultivo incluem textura, estrutura, porosidade, densidade, resistência, matéria orgânica e teor de umidade.

Experimento feito no CPATU no ano de 1978, utilizando Terra Roxa de Altamira, com densidades 1,36; 1,16 e 0,91 g/cc e porosidade 54, 61 e 68%, respectivamente, mostra que na 3a. semana após a germinação, o crescimento do milho (var. BR-104) é significativamente menor no solo de maior densidade e menor porosidade (Quadro 4).

Tackett e Pearson (1964) estudando a penetração de raízes de algodão em solos compactados para diferentes densidades, encontraram que densidade acima de 1,5 causou acentuado decréscimo na penetração das raízes. Na densidade 1,3 o crescimento das raízes aumentou rapidamente.

Favis e Payne (1968) estudando densidades de 1,1; 1,4 e 1,6 g/cc encontraram que a resistência a penetração das raízes aumenta com a densidade do solo e que a penetração é quase que inversamente proporcional ao nível de impedimento mecânico.

A maioria destes autores consideram 1,0 g/cc como densidade ideal para condições ótimas de desenvolvimento do sistema radicular, onde o impedimento mecânico não é um fator.

O Quadro 5 mostra valores médio de densidade aparente encontrado entre os principais solos da Amazônia, em condições naturais.

Compactação refere-se ao aumento de densidade de um solo como resultado da aplicação de cargas ou pressões. Isto significa que um solo tem uma certa densidade ou estado de compactação antes da força adicional ser aplicada. Em outras palavras, compactação do solo é um estado dinâmico através do qual o estado de compactação deste solo é aumentado.

Trabalho de Chancellor, Schmidt e Sohne (1962) mostra que o efeito de uma pressão de 12,5 kg/cm² causa uma diminuição na porosidade de 44 para 33% à 5 cm de profundidade. A porosidade à profundidade de 9,1 cm mostrou-se igual a da superfície.

Baver (1972) reporta que o problema de compactação de solo em canaviais no Hawaï, devido ao transporte de veículos para remoção da cana cortada, foi amenizado pelo uso de um novo veículo mais leve, cuja pressão exercida pelos pneus no solo, é de aproximadamente $0,42 \text{ kg/cm}^2$ quando carregado.

Um estudo de várias operações de cultivo, conduzido por Trowse e Baver (1965b) no Hawaï mostra que quase todos os implementos agrícolas causam alguma espécie de compactação, principalmente quando o solo trabalhado apresenta-se úmido. Todas as operações reduziram a permeabilidade do solo e restringiram o crescimento e proliferação das raízes.

Experimentos de Parker e Jenny (1945) mostram que o efeito compactante do cultivo mecanizado, apesar de ocorrer também com o solo seco, é mais pronunciado quando o solo encontra-se com um teor de água próximo a capacidade de campo ($w_F 2,54$). A densidade de um solo sob um esforço compactante constante, aumenta progressivamente com o teor da água até um máximo e daí então decresce com mais adição de água. Este máximo é conhecido como o conteúdo de água ótimo para compactação, e o conteúdo ideal de umidade no solo para as plantas, diminui a medida que aumenta o estado de compactação do solo. Nestes experimentos a infiltração de água no solo aumentou consideravelmente depois de todas as operações mecanizadas terem sido suspensas.

Compactação causada por tráfego de veículos e máquinas foi estudada por Trowse e Baver (1965a) no Hawaï, e os resultados se fazem sentir principalmente na velocidade de infiltração e mudanças na porosidade do solo. A velocidade de infiltração diminui de $7,0 \text{ cm/h}$ na área sem trânsito para $2,0 \text{ cm/h}$ na área cultivada mecanicamente, e isto deve ser em função da diminuição em 62% de porosidade nos 14 cms superficiais. A densidade do solo aumentou consideravelmente nos 15 cms de superfície, embora o efeito de compactação na obstrução dos poros maiores, continuou até uma profundidade de 51 cm. A superfície compactada aparentemente torna-se mais espessa a medida que o número de operação de cultivo aumentam.

Em muitas circunstâncias, a absorção de nutrientes do solo é limitada por um excesso ou falta de água, deficiência de oxigênio, ou inadequada proliferação de raízes resultantes de densidades altas que impedem o seu crescimento. A combinação do aumento da den

sidade e diminuição da aeração não restringe apenas a proliferação de raízes e sua absorção normal de nutrientes, mas também impede a atividade microbiológica.

Moura e Buol (1972) compararam os efeitos de 15 anos de cultivo anual em solo latossólico e observaram que a infiltração de de cresceu de 82 para 12 cm/h com o cultivo intenso. O decréscimo de infiltração foi associado com uma marcante diminuição de macroporos em ambos horizontes A e B. Compactação por máquinas foi considerada a causa do decréscimo da macroporosidade. A diminuição da velocidade de infiltração de 82 para 12 cm/h pode ser considerada benéfica para a área em questão, por causa da redução na percolação e perda por li xiviação.

Os efeitos da derrubada da mata foram avaliados por Cunningham (1963) num solo franco arenoso de Ghana. Os resultados in dicam nos 7,5 cm da superfície, um decréscimo na macroporosidade de 37 para 32%, na microporosidade de 15 para 10%, e na porosidade to tal de 52 para 42%.

No Senegal, onde experimentos tem sido feitos para corri gir a compactação do solo, a densidade do solo decresceu de 1,6 para 1,4 g/cc nos primeiros centímetros da superfície, com cultivo manual superficial. Com aração mecânica, os mesmos valores foram alcançados à profundidade de 10 a 30 cm (Charreau e Nicou, 1971; Charreau 1972). Aumentos significantes de produção foram obtidos tanto com cultivo manual superficial como com cultivo mecanizado profundo. Os resulta dos são mostrados no Quadro 7.

Nestes solos, decréscimos de 0,1 g/cc na densidade apa rente, tiveram um efeito benéfico no desenvolvimento de raízes e pro dutividade das culturas.

Estudos em solos completamente diferentes suportam as ob servações de Nicou de que pequenas mudanças na densidade tem efeito marcante no desenvolvimento de raízes. Em um estudo da compactação causada por trator sobre o desenvolvimento da raiz de cana-de-acúcar no Hawaí, Trowse e Humbert (1961) mostram que pequenas mudanças na densidade causaram as raízes de se desenvolverem apenas superficial mente, enquanto que uma compactação maior causou impedimento total no desenvolvimento das raízes (Quadro 8).

MANEJO PARA CONTROLE DE EROSAO E CONSERVACAO DE SOLOS

Nas regiões tropicais de precipitacão pluviométrica intensa os solos desprovidos de vegetacão ou outro tipo qualquer de proteçãõ são bombardeados continuamente pelas gotas das chuvas, até que ocorre um ruptura entre os agregados do solo, dando início ao arraste do solo ou erosão, que se faz sentir com mais intensidade nas áreas de maior declividade.

Nos EEUU estima-se que 4 bilhões de toneladas de solo são erodidos anualmente, o que corresponde a uma perda de US\$ 68 bilhões em nutrientes (18). No Brasil estima-se que atualmente os prejuízos causados pela erosão sejam de ordem de Cr\$ 760 milhões anualmente.

A perda de solo por erosão é medida através da equaçãõ universal de Wischmeier:

$$A = R K L S C P$$

- A = Perda de solo em ton/ha
- R = Fator chuva (erosividade)
- K = Fator solo (erodibilidade)
- L = Fator comprimento da rampa
- S = Fator grau de declividade
- C = Fator manejo das culturas
- P = Fator prática de controle de erosão

Os tipos mais comuns de erosão são:

- Erosão Laminar ou Superficial
- Erosão em Sulcos
- Erosão em Vossoroca

A erosão laminar é a remoção da camada superior do solo. É o mais traicoeiro tipo de erosão; pode desenvolver-se continuamente sem apresentar vestígios acentuados dos seus efeitos.

A erosão laminar ocorre mesmo em terras com pequeno grau de declive, removendo a camada uniformemente. Este tipo de erosão caracteriza-se por abranger grandes áreas e pequenas profundidades.

A erosão laminar pode provocar sulcos nos terrenos. Esses

porém já serão visíveis. A água da chuva não sendo controlada no terreno dá origem a pequenos sulcos, que se o terreno não for devidamente protegido; sucederão as gargantas ou vossorocas.

EFEITOS NOCIVOS DA EROSIÃO

- Redução da fertilidade do solo pela remoção da camada superficial mais rica em matéria orgânica e nutrientes.
- Formação de sulcos, vales e vossorocas, prejudicando a perfeição dos trabalhos e elevando os custos de preparo da área.
- * - Perda de sementes e adubos, arrastados ou soterrados.
- Queda na produtividade, menor número de plantas por área e atraso devido a replantio.
- Menor lucro a curto prazo, prejuízos acumulados no decorrer dos anos, com desvalorização da terra.
- * - Assoreamento de represas, lagos, rios e estradas.
- * - Agressão ecológica contra a flora e a fauna aquática.

MÉTODOS DE COMBATE À EROSIÃO

a) Métodos Vegetativos

1. Semeadura em Curva de Nível

O plantio em curva de nível consiste em colocar as plantas ou sementes no terreno seguindo a curva de nível. Muitas provas tem sido levadas a efeito nas estações experimentais, com o sentido de verificar o efeito do controle da erosão em terrenos onde as culturas são feitas a favor do declive VS culturas plantadas em nível. Em provas realizadas na Estação Experimental de Pindorama, do Instituto Agrônomo de São Paulo (19), os resultados obtidos com o cultivo do milho foram os seguintes:

Plantio	Perda de Solo (ton/ha)
A favor do declive	33
Em curva de nível	14

Para executarmos a sementeira em curva de nível primeira mente deve-se marcar as linhas guias que servirão de orientação para o plantio. As curvas guias são também denominadas linhas mestras, bá sicas, principal ou matriz. Os aparelhos mais comuns usados para me dir a declividade são: Trapézio, Nível de Borracha e o Clinômetro de Abney.

Em função do declive do terreno, estas linhas mestras po dem ser mais próximas ou mais afastadas, conforme o declive seja ma is ou menos acentuado.

Declividade (%)	Distância entre linhas básicas (em metros)
até 1	60 em 60
1 - 3	50 em 50
3 - 5	45 em 45
5 - 8	40 em 40
8 - 10	35 em 35
10 - 12	30 em 30
> 12	20 em 20

A marcação de linha guia é sempre iniciada de cima para baixo, e praticamente são três os métodos usados para plantio ou se meadura em curva de nível, tomando a linha guia demarcada como bási ca:

- Primeiro Método

As linhas de sementeira são paralelas a linha guia na parte inferior, ou seja, semeia-se de cima para baixo, tomando para orientação a linha guia superior até encontrar a linha guia seguinte. Neste caso as linhas incompletas ficarão juntas a linha de nível im diatamente abaixo. As estas linhas incompletas alguns autores deno nam linhas mortas. Prossegue-se semeando em direção paralela a segun da linha até encontrar a terceira linha básica, e assim sucessivamen te.

- Segundo Método

Consiste em executar o plantio ou semeio tomando a linha inferior como referência e seguir paralelamente até encontrar a cur

va básica seguintes. Neste caso executando o semeio de baixo para cima, as linhas incompletas ficarão próximas a linha guia imediatamente superior.

- Terceiro Método

Adotamos alternadamente a linha guia superior e a linha guia inferior, como referência, de modo que semeamos uma linha paralelamente à curva superior e outra paralelamente a curva inferior; neste caso, as linhas incompletas ficarão no centro de área entre duas curvas guias consecutivas.

Quanto a questão da defesa do solo contra a erosão, todos os métodos são eficientes; o interessante será alternar, de ano para ano, principalmente o primeiro com o segundo método. Também o agricultor deve variar a distância entre as linhas demarcadas, para que todos os anos não fique no mesmo local, ou melhor, diferir o local de demarcação de primeira linha, a fim de que as demais também variem.

2. Cultura em Faixas

Cultura em faixas é um método de utilização da terra para culturas que somente partes do terreno são empregados para exploração das plantas em que se executam capinas; enquanto outras faixas são ocupadas por vegetação de proteção; deste modo, há parcelas de culturas alternadas com faixas de proteção do solo.

O sistema de faixa funciona do seguinte modo; parte de água da chuva que cai sobre o terreno escorre, carregando então o solo porém em distâncias pequenas, porque logo encontra uma faixa de retenção, constituída por plantas cuja densidade por área é maior do que as das culturas, e assim a água perde a sua velocidade e também deixa no terreno, na faixa de retenção, o solo que vinha transportando.

Este sistema é eficiente para o controle de erosão em áreas com declives até 6%. As faixas das culturas podem ser espaçadas no terreno nas seguintes distâncias, conforme a declividade:

Declividade (%)	Largura da Faixa de Cultura (m)	Largura da Faixa de Projeção (m)
Até 3	50	25
3 - 6	40	20
6 - 8	35	17,5
8 - 10	30	15
10 - 12	25	12,2
12 - 15	20	10

A largura da faixa de proteção é sempre a metade da largura da faixa de cultura. As plantas mais utilizadas nas faixas de retenção são: capim elefante, cidreira, capim australiano, feijão-de-porco, mucuna, kudzu, crotalária, calopogonium, quando, etc. A cana-de-açúcar plantada com espaçamento bem próximo serve também para ser usada na faixa de retenção. Em locais em que o mato natural não é constituído de ervas daninhas, pode-se deixar esta mesma vegetação nas faixas de retenção como meio de controle.

3. Cobertura Morta (Mulching)

A cobertura morta ou "mulching" apresenta as seguintes propriedades:

- Protege o solo da ação direta do impacto das gotas das chuvas e impede o escoamento acelerado das enxurradas.
- Aumenta a incorporação de matéria orgânica no solo aumentando a produção.
- Mantém o teor de umidade no solo favorável durante o ano todo.
- Evita as variações bruscas de temperatura no solo que é prejudicial ao desenvolvimento do sistema radicular.
- Evita de maneira eficiente os efeitos prejudiciais da erosão laminar.

Diversos experimentos em vários locais chegaram a conclusão de que a cobertura morta favorece o desenvolvimento e produção das culturas. Experimento realizado no IPEAN com pimenta-do-reino em solo LAm mostra que o solo com cober

solo LAm mostra que o solo com cobertura morta apresenta valores mais elevados do conteúdo de água, capacidade de campo, ponto de murcha e água disponível (20).

Conteúdo de água no solo (%), capacidade de campo (%), Ponto de murcha (%) e água disponível (%) em área de pimental sobre solo latosol amarelo textura média.

Solo	Profundidade (cm)	H ₂ O (%)	C.C (%)	P.M. (%)	A.D. (%)
Com Cobertura	0 - 10	22,8	25,0	8,7	16,3
	10 - 20	23,0	24,8	8,2	16,6
Sem Cobertura	0 - 10	16,6	23,0	7,3	15,7
	10 - 20	17,4	22,6	7,1	15,5

A produção média anual por planta em igualdade de fertilização foram:

Sem cobertura - 2,7 kg de pimenta seca/plã

Cobertura viva - 1,8 kg de pimenta seca/plã

Cobertura morta - 4,2 kg de pimenta seca/plã

Embora seja difícil fazer cobertura morta em grandes áreas, esta poderá ser desenvolvida por etapas, utilizando-se materiais como: serragem de madeira, folhas de capim, palha e casca de arroz, casca de castanha, caroco de acaí, bagaco de cana, sabugo de milho, folhas e ramos de leguminosas, restos de culturas em geral e de material roçado. Nenhum destes materiais produz substância tóxica prejudicial às culturas.

A quantidade de material para cobrir um hectare é de cerca de 40 ton. para formar uma camada de 3 a 4 cm de altura.

Quando se vai usar a folha de capim deve ser previsto meio hectare de capineira para cada hectare de plantio. As espécies de capim mais indicadas são os capins Gramalote, Imperial ou Guatemala, Colônião, Mato Grosso e Quicuío. O Imperial ou Guatemala é o que mais produz matéria verde em tonelada por hectare, com cerca de 100-120 sem fertilizante e 200-250 com fertilizante (21).

Na distribuição da cobertura morta 1 homem necessita de 12 dias de trabalho para proteger o solo de 1 hectare, desde que o material necessário já se encontre amontoado em volta da área a ser protegida.

A cobertura morta é mais vantajosa do que a cobertura viva, porque não concorre com a cultura em elementos nutritivos e em umidade, principais inconvenientes desta última.

4. Cobertura Viva

Outro processo de proteger o solo contra erosão é fazer o plantio de uma vegetação rasteira, geralmente leguminosas, entre as linhas das culturas. Para as culturas alimentares, não é aconselhável esta prática, uma vez que as leguminosas, quando juntas com outras culturas, vão competir em nutrientes e água, além do fato de exigirem constantes capinas devido ao seu rápido crescimento. O melhor uso da cobertura viva com leguminosas é nas áreas que irão ficar em pousio, pois protegem o solo de ação direta dos agentes erosivos, assim como, depois que atingem a maturidade, servem como fonte de nitrogênio e matéria orgânica à cultura seguinte, principalmente quando incorporadas ao solo.

5. Capinas Alternadas

Nas culturas e plantações normalmente são necessárias capinas para eliminar as ervas que concorrem com as plantas de produção na extração da água e dos fertilizantes do solo. Porém ao procedermos estas capinas os terrenos ficam mais sujeitos aos efeitos da erosão da água da chuva. Um recurso a ser usado neste caso, é a adoção de capinas de um modo alternado, o que é feito da seguinte maneira: é capinada uma área entre duas linhas de plantas; não se capina a faixa logo abaixo; capina-se a terceira; não se capina a quarta e assim sucessivamente. Quando chegarmos ao término do terreno, retornamos e procedemos a capina das ruas que não foram limpas. Deste modo, as linhas das quais não foram retiradas as ervas, protegem o solo e retêm a terra transportada das ruas capinadas. Quando se capinar as linhas das quais não foram retiradas as ervas, protegem o solo e retêm a terra transportada das ruas capinadas. Quando se capinar as linhas que não haviam sido inicialmente limpas, o mato já está novamente se desenvolvendo nas áreas capinadas primeiro, garantindo portanto proteção ao solo.

6. Renque de Vegetação Cerrada

Os renques de vegetação cerrada, plantados em curva de nível constituem, conforme as condições do terreno, um modo satisfatório de controlar erosão. As plantas usadas devem ser de crescimento rápido e denso. Quebrando a velocidade da água, o renque provocará a deposição dos sedimentos transportados, e facilitará a infiltração da água que escorre sobre o terreno. As espécies usadas para formação destes renques são: erva cidreira, capim chorão, capim australiano, vetiver, etc. As vezes os renques de vegetação são usados a fim de completar a ação protetora de outras práticas de combate à erosão.

b) Métodos Mecânicos

São os que requerem movimento de terra ou mesmo obras de engenharia para contenção das enxurradas, principais causadoras das perdas em água e solo de um terreno de cultura. São exemplos de práticas mecânicas: - a construção de terraços, de cordões em contorno e de banquetas individuais.

Estas práticas são recomendadas para terrenos cujas declividades ultrapassam 6% e, as práticas mecânicas compreendem obras de engenharia associadas com certas práticas vegetativas.

1. Terraços

Denomina-se terraços a uma combinação de um canal largo e raso seguido de um dique ou camalhão de terra, também largo e baixo, que se constroem em curvas de nível a espaços regulares, nos terrenos inclinados, para retenção e absorção lenta das enxurradas. O terraço é, pois uma obra de engenharia que consiste na escavação de um canal e deposição da terra deslocada em forma de camalhão para elevar a capacidade do canal original.

Recomenda-se os terraços para serem instalados em culturas anuais ou perenes, em solos com declividade entre 6 a 12 e até 18%, sem tocos, sem pedras grandes ou afloramentos de rochas, que permitam, enfim, sua construção por motomecanização.

2. Cordões em contorno

São denominados cordões em contorno ou terraços de bases estreitas a combinação de um estreito canal seguido de um camalhão de terra e destinado a reter a água das chuvas em terrenos de cultura sujeitos à erosão.

Os cordões em contorno geralmente possuem sentos ou "travesseiros", como os práticos denominam, transformando o canal ou valleta do cordão em uma série de compartimentos estanques semelhantes aos cochos utilizados para dar ração aos animais. Ele difere, pois, no aspecto, dos terraços, pela presença dos "travesseiros", pelas suas dimensões menores, perfil com uma secção trapezoidal e espaçamentos também menor do que os terraços em igualdade de condições.

Recomendam-se os cordões em contorno para protecção de terreno com declividade máxima de 24% havendo quem o empregue com inclinações de até 30%.

3. Banquetas Individuais

Denominam-se banquetas individuais ou terraços em patamar descontínuo, os bancos de terra construídos a meia encosta em terrenos de acentuada inclinação e com a finalidade de suportar uma planta arbustiva. Uma banquetta individual nada mais é que um terraço em patamar para o "uso privativo da planta". Recomendam-se as banquetas individuais para culturas arbóreas, instaladas ou a serem instaladas em terreno cuja declividade seja acima de 18% e não superior a 30%.

REFERÊNCIAS

- 1 - BAVER, L.O.; GARDNER, W.H. & CARPNER, W.P. - Soil Physics 2nd ed. New York, Wiley and Sons. INCP-1972.
- 2 - CHANCELLOR, W.J.R.H. SCHNIDT & W.H. SOHNE - Laboratory measurement of soil compaction and plastic flow. Trans. Am. Soc. Agr. Eng. 5: 235-239-1962.
- 3 - CHARREAU, C. - Problemes poses par L'utilisation agricole des sols Tropicaux par des cultures annuelles Agron. Tropicale (France) 27: 905-929 - 1972.

- 4 - CHARREAU, C. & R. Nicou L'amélioration du profil cultural dans le sols sableux et seblo-argileux de la zone tropicale seche Ouest - Africane et sis/incidence agronomiques. Agron. Tropicale (France) 26: 209-055; 903-978; 1183-1247 - 1971.
- 5 - CUNNINGHAM, R.K. The effect of clearing a Tropical forest soil J. Soil Sci 14: 334-345 - 1963.
- 6 - EAVIS, B.W. & D. Payne - Soil physical conditions and root growth - Proc. 15th Easter School Agr. Sci. University of Nottingham - 1968.
- 7 - GILL, W.R. & G.E. VANDENBERG - Soil dynamics in Tillage and Traction - USDA Agr. Res. Ser. Agriculture Handbooh No 316-1967.
- 8 - GREACEN, E.L. - The soil structure profile under pasture. Aust. J. Agr. Res. 9: 129-137 - 1958.
- 9 - MOURA FILHO, W. & S.W. BUOL. Studies of a Latossol Roxo (Eutrustox) in Brazil. Experientiae 13: 201-234 - 1972.
- 10 - NICHOLS, M.L. Methods of research in soil dynamics - Alabama Agr. Exp. Sta, Bull 229- 1929.
- 11 - NICOU, R. Synthese des Etudes de Physique du Sol Realises par L' IRAT en Afrique Tropicale Seche - Seminar on soil Tropical Research. IITA, IRRDAN, NIGERIA - 1972.
- 12 - PARKER, E.P. & H. JENNY - Water Infiltration and related soil properties as affected by cultivation and organic fertilization - Soil Sci 60: 353-376 - 1945.
- 13 - REYNOLDS, C.L. & M.L. NICHOLS - Surface soil reaction to pressure. Agr. Eng. 36: 813-816 - 1955.
- 14 - TACKETT, J.L. & J.B. PEARSON - Oxygen requirements of cotton seedlings roots for penetration of compacted soil cres. Soil Sci. Soc. Am. Proc. 28: 600-605 (1964).

- 15 - TROUSE, A.C. Jr. & L.O. BAVER - Tillage problems in The Hawaian suger industry IV - Seedbed preparation and cultivation. Tech. Suppl. To soil Rept. No 12 - Exp. Sta. Hawaian Suger Planter's Assu. (1965b).
- 16 - TROUSE, A.C. Jr. & L.O. BAVER - Tillage problems in The Hawaian Suger Industry III. Vehicular Traffic and soil compaction. Tech. Suppl. To Soil Rept. No 11. Exp. Sta. Hawaian Suger planter's Assn (1965a)
- 17 - TROUSE, A.C. Jr. & R.P. HUMBERT, 1961 - Some effects of soil compaction on The development of sugarcane roots. Soil Sci. 91: 208-217.
- 18 - Métodos de combate à erosão do solo por Altir A. M. Corre - Série Didática nº 17 - M.A. Serviço de Informação Agrícola 1959.
- 19 - Cobertura morta na cultura de pimenta-do-reino por Shinichi Teraada - Comunicado Técnico nº 16 - EMBRAPA-CPATU - Jan/1970.
- 20 - Comportamento hídrico de pimenta-do-reino por Vicente H.P. Moraes e Therezinha X. Bastos - MA DNPEA - IPEAN - Série Botânica e Fisiologia Vegetal - Vol 1 nº 2 - 1972 - Belém - Pará - Brasil
- 21 - Cultura da pimenta-do-reino na região Amazônica - por Fernando Carneiro de Albuquerque e José Maria Pinheiro Conduru - M.A. DNPEA - IPEAN - Série Fitotecnia Vol. 2 nº 3 - 1971.

QUADRO 1 - Efeito do Preparo da Área Manual e Mecanizado sobre a Densidade Aparente (g/cc), Porosidade Total (%) e Resistência (mm/cm²) em solo LA ma - CODEFACRO - AM.

Prof. cm	Mata Virgem			Processo Tradicional			Mecanizado 1			Mecanizado 2		
	Dens.	Poros.	Resist.	Dens.	Poros.	Resist.	Dens.	Poros.	Resist.	Dens.	Poros.	Resist.
0 - 10	0,88	63	15,7	0,84	67	20,7	1,15	52	22,1	1,15	55	24,7
10 - 20	1,08	57	22,3	0,94	64	21,3	1,04	59	26,3	1,18	53	25,3
20 - 30	1,12	56	22,3	0,99	62	24,5	1,11	56	24,7	1,03	60	24,0
50 - 60	1,07	59	22,3	1,08	59	25,6	1,04	58	20,7	1,15	54	24,3
80 - 100	1,06	60	23,3	1,08	59	25,3	1,06	59	24,4	1,19	53	26,0

M₁ = derruba com D6 e "Tree Pusher" + enleiramento com D8

M₂ = broca com D6 e lamina KG + derruba com D8 e "Tree Pusher"

QUADRO 2 - Velocidade de Infiltração (cm/h) em Solo Lama antes e depois da derruba

Época	Processo Tradicional	Derruba Manual enleiramento Mecanico	Derruba e Enleiramento Mecanico
Antes da derruba	28 ± 7	35 ± 7	29,5 ± 5
Depois da derruba	4,5 ± 0,8	1,8 ± 1	3,5 ± 5

QUADRO 3 - Produção de Feijão V-69 (kg) em áreas (10 x 10 m) de preparo mecanizado (aração e gradagem) e manual (cabina)

Quadra	1 9 8 0		1 9 8 1	
	MAN	MEC	MAN	MEC
1	6,26	9,80	2,55	6,00
2	7,00	11,05	3,11	6,32
3	6,95	10,35	5,23	8,13
4	5,03	9,18	1,48	8,57
Total	25,24	40,38	12,37	29,11
Média	6,31	10,05	3,09	7,28

QUADRO 4 - Valores médios de porosidade e densidade entre as áreas mecanizadas e de preparo manual - solo AQA

Prof cm	1 9 8 0				1 9 8 1			
	Porosidade %		Densidade g/cc		Porosidade %		Densidade g/cc	
	MAN	MFC	MAN	MFC	MAN	MFC	MAN	MFC
0 - 15	37	39	1,67	1,63	36	33	1,68	1,73
15 - 30	38	40,5	1,65	1,60	36	35	1,69	1,69

QUADRO 5 - Crescimento do Milho (cm) em solo TRF com diferentes valores de densidade aparente e porosidade total

D.A.g/cc	P.T. %	17/08/78	24/08/78	31/08/78	04/09/78
1,36 a	54 a	25,6 a	44,7 a	49,3	50,6 a
1,16 b	61 b	28,4 a	48,8 a	55,9 ab	58,4 b
0,91 c	68 c	29,7	53,1	59,7 b	63,8 b

Valores seguidos por letras diferentes apresentam diferença significativa ($\alpha = 0,05$)

QUADRO 6 - Valores médios de dens. apar. g/cc encontrados entre diferentes prof. nos diversos tipos de solos da Amazônia, em condições naturais

Prof. cm	Tipo de Solo						
	AOVA	LAm	L7a	L7ma	TRF	DIA	GFH
0 - 10	1,31 ab	1,49 a	1,40 a	0,98 a	1,17 a	1,07 a	0,91 a
10 - 20	1,28 a	1,56 a	1,47 a	1,12 a	1,38 b	1,24 a	1,15 a
20 - 30	1,35 abc	1,61 a	1,52 a	1,01 a	1,34 b	1,29 a	1,21 a
30 - 40	1,43 ba	1,60 a	1,49 a	1,06 a	1,37 b	1,27 a	1,20 a
40 - 60	1,40 abc	1,58 a	1,47 a	0,96 a	1,36 b	1,25 a	1,22 a
60 - 80	1,44 c	1,59 a	1,49 a	1,03 a	1,34 b	1,27 a	1,24 a
80 - 100	1,46 c	1,58 a	1,47 a	1,07 a	1,30 ab	1,25 a	1,33 a
Médias	1,38 bc	1,57 a	1,47 ab	1,03 e	1,32 cd	1,23 de	1,18 e

Valores seguidos da mesma letra verticalmente e horizontalmente entre as médias não apresentam diferença significativa ($\alpha = 0,05$).

QUADRO 7 - Efeitos do cultivo superficial e da aração profunda na produção de várias culturas em solos podzólicos textura arenosa do oeste da África (Tons/ha)

Cultura	cultivo	Cultivo Manual Dens. 1,4 g/cc (5 cm)	Aração mecânica profunda (25-30cm) Dens. 1,4 g/cc (30 cm)
Milheto	1,35	1,74	1,60
Sorgo	1,72	2,42	1,88
Milho	2,22	3,49	3,21
Arroz	1,39	2,36	2,80
Algodão	1,32	1,67	1,80
Amendoim	1,53	1,77	1,76

Fonte: Nicou 1972

QUADRO 8 - Densidade aparente de vários solos do Havaí e o desenvolvimento de raízes da cana-de-açúcar

Tipo de Solo	Densidade aparente (g/cc) na qual as raízes:		
	Cresceram Normalmente	Cresceram superficialmente	Não Cresceram
Low Humic Latossol (Ustox)	1,02	1,12	1,52
Hidrandept (Andept)	0,58	0,70	1,08
Gray Hydromorphic (Aquept)	1,17	1,32	1,76