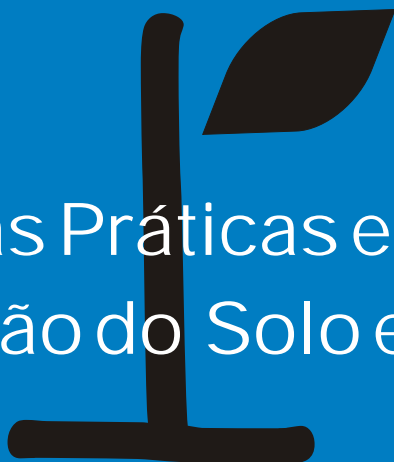




Boas Práticas em Conservação do Solo e da Água





GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO
SECRETARIA DE AGRICULTURA E ABASTECIMENTO
COORDENADORIA DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA INTEGRAL - CATI

BOAS PRÁTICAS EM CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA

Coordenador: Eng. Agr. Mário Ivo Drugowich – Ciagro (Presidente da Comissão)

AUTORES

Comissão Técnica de Conservação do Solo - CATI(*)

Eng. Agr. Adalberto Stivari – UTE/Dracena
Eng. Agr. Angelo César Bosqueiro – Dextru
Eng. Agr. Antonio Carlos Cezário – UTE/Presidente Prudente
Eng. Agr. Cláudio Antônio Baptistella – CATI Regional Araçatuba
Eng. Agr. Luis César Demarchi – UTE/Bauru
Eng. Agr. Luiz Antonio Sanches Murakami – UTE/Lins
Eng. Agr. Luiz Roberto Rabello – CATI Regional Marília
Eng. Agr. Mário Ivo Drugowich – Ciagro
Eng. Agr. Osmar Guimarães – UTE/Jales
Eng. Agr. Paulo Henrique Interliche – UTE/Ourinhos

(*) PORTARIA CATI – 8, de 28/03/2011.

ISSN 2236-028X

Manual Técnico CATI	Campinas (SP)	n.º 81	abril 2014
---------------------	---------------	--------	------------



EDIÇÃO E PUBLICAÇÃO

Departamento de Comunicação e Treinamento – DCT

Diretor: Ypujucan Caramuru Pinto

Centro de Comunicação Rural – Cecor

Diretora: Roberta Lage

Editora Responsável: Graça D'Auria

Revisor: Carlos Augusto de Matos Bernardo

Revisão Bibliográfica: Nadir Umbelina da Silva

Foto capa: Rodrigo Di Carlo

Designer gráfico: Paulo Santiago

Distribuição: Rogéria Barbosa

Esta publicação é dirigida aos técnicos da CATI, produtores e/ou interessados.

É permitida a reprodução parcial, desde que citada a fonte.
A reprodução total depende de autorização expressa da CATI.

CATI. Comissão Técnica de Conservação do Solo.

Boas Práticas em Conservação do Solo e da Água. Coordenado por Mário Ivo Drugowich, Campinas, CATI 2014.

38p. ilus. 23cm (Manual Técnico, 81)

CDD 631.4502

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho somente foi possível graças aos integrantes do grupo que compõem a Comissão Técnica de Conservação do Solo da Coordenadoria de Assistência Técnica Integral (CATI), pela multifacetada abrangência da especialização individual e pelo conhecimento adquirido na prática diária, em conjunto com todos os integrantes das Unidades Técnicas de Engenharia (UTES), especialistas da CATI na área de Conservação do Solo e Engenharia Rural, responsáveis, também, por protocolos exclusivos e pioneiros no tratamento dos problemas relativos à Adequação e Manutenção de Estradas Rurais e no Controle de Voçorocas, de forma pragmática.

Agradecimento especial ainda ao zootecnista Francisco Rodrigo Martins, da Casa da Agricultura de Campinas, pela sua abnegada busca por fotos que melhor representassem as propostas deste trabalho, e que, desta forma, nos forneceu imagens de grande qualidade técnica e didática, obtidas por meio da cooperação dos professores Pedro Henrique de Carvalho Luz (FZEA/USP – Pirassununga); Rafael Otto (Esalq/USP), Jairo Antonio Mazza (Esalq/USP), do doutorando Rodrigo Estevam Munhoz de Almeida (Esalq/USP); e da pesquisadora Isabella Clerici de Maria (Apta/IAC/SAA), os quais gentilmente nos cederam autorização para uso.

APRESENTAÇÃO

O presente trabalho foi desenvolvido em função das necessidades dos técnicos em padronizar recomendações e avaliações relativas ao tópico Conservação do Solo. Disponibiliza informações básicas sobre as tecnologias e práticas conservacionistas mais viáveis sob os pontos de vista econômico e técnico.

Não se pretende esgotar o assunto conservação do solo, visto que este tema é tratado no Manual Técnico de Manejo e Conservação do Solo e Água, da Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo (LOMBARDI NETO, F. & DRUGOWICH, M.I., coordenadores, CATI, 1994, n.^{os} 38, 39, 40, 41 e 42), que traz em seu bojo o detalhamento para a aplicação das técnicas citadas.

Por definição, Boas Práticas Agropecuárias (BPA) são um conjunto de princípios, normas e técnicas que, aplicadas sistematicamente em uma propriedade agrícola, têm como resultado um aumento da produção de alimentos e produtos agrícolas mais seguros e saudáveis. Especificamente no caso das Boas Práticas em Conservação do Solo (BPCS), em se tratando de um tema transversal, presente em todos os sistemas produtivos, procurou-se definir as práticas efetivamente em uso nas diversas situações de ocupação da terra.

Tem-se como objetivo geral a avaliação da situação atual da propriedade, em suas diferentes explorações, com relação ao tópico conservação do solo, visando definir o patamar de eficiência destas e as possíveis recomendações para manter ou melhorar as condições encontradas. Objetivos específicos são o ganho de eficiência e produtividade, minimizando os impactos negativos gerados pelos sistemas produtivos atuais na paisagem rural, visando, especialmente, à conservação dos recursos solo e água, como fatores de produção essenciais à geração de riquezas e manutenção da vida.

As BPCS descritas neste Manual mostram os cuidados necessários na gestão da exploração agrícola, bem como na conservação do solo, da água e dos aquíferos, que caracterizam o correto ordenamento e a preservação do espaço rural.

O mercado consumidor requer produtos que possam ser facilmente rastreados, desde sua origem até a destinação final, aliado à necessidade crescente de certificações para as várias etapas do processo produtivo. Nesse sentido, as BPCS constituem-se em ferramentas valiosas para o controle e monitoramento da produção agropecuária.

*Comissão Técnica de
Conservação do Solo*

PREFÁCIO

No Estado de São Paulo, conservar o solo é lei! Isso é bom para todos, pois o recurso ou fator de produção solo é preservado para as próximas gerações, de forma a explorar o seu potencial máximo de atender às demandas por alimentos, fibras e energia, respeitando seus limites em função das restrições intrínsecas, refletindo na preservação do meio ambiente e, mesmo assim, possibilitando auferir lucros compatíveis com os riscos assumidos.

A base legal para a aplicação da Lei de Uso do Solo é a Lei n.º 8.421, de 23 de novembro de 1993, que altera a redação de dispositivos da Lei n.º 6.171, de 4 de julho de 1988, e que em seu inciso II, artigo 4.º, Item II, determina que “Todo aquele que explorar o solo agrícola fica obrigado a controlar a erosão do solo, em todas as suas formas”. Trata-se de uma política pública de caráter essencialmente educativo, que tem como objetivo, portanto, conservar o solo, com a exigência de não causar erosão, estando os infratores sujeitos à penalidades. Simples assim.

E o que respalda tecnicamente a Lei é o Decreto Estadual n.º 41.719, de 16 de abril de 1997, o qual vislumbra o entendimento sistêmico da unidade de planejamento e ação (propriedade rural, microbacia ou região) e que em seu artigo 4.º estabelece: “a utilização e manejo do solo agrícola serão executados mediante planejamento embasado na capacidade de uso das terras, de acordo com técnicas de conservação do solo agrícola correspondentes.”

A base técnica para a aplicação da Lei é o documento “Manual Técnico de Manejo e Conservação do Solo e Água – vol. 38, 39, 40, 41 e 42, de 1994” (disponível em www.cati.sp.gov.br/new/acervo/recursos_naturais/manualAguaSolo.pdf), organizado pela CATI e pelo Instituto Agrônômico

de Campinas (IAC), oferecendo os parâmetros técnicos conhecidos e validados para aplicação, obedecida a sustentação científica para tal. Logicamente que para se aplicar os conhecimentos apresentados neste Manual, para a elaboração de um projeto técnico de conservação do solo, deve-se inicialmente conhecer o processo e as causas da erosão, de forma a propor medidas concretas de ações e medidas preventivas e/ou corretivas para atacar objetivamente o problema.

Convém sempre ter em mente que não existem práticas isoladas de conservação do solo, devendo-se considerar que apenas o conjunto delas é que promoverá resultados satisfatórios no controle da erosão. Dessa forma, hoje, entende-se que as maneiras de atacar o problema podem ser divididas em três estratégias principais, que objetivam entender a função da prática:

- Técnicas para aumentar a cobertura vegetal e a infiltração da água no solo – calagem, gessagem, adubação química e orgânica, rotação de culturas, culturas em faixa, alternância de capinas, ceifa do mato, cobertura morta, formação e manejo de pastagens e adequação do preparo do solo;*
- Técnicas para controlar o escoamento superficial – distribuição racional de estradas e carreadores, plantio em nível, faixa de vegetação permanente, terraceamento, canais escoadouros vegetados, canais divergentes, embaciamento, manejo físico de pastagens, estruturas mecânicas para controle de erosão e estabilização;*
- Técnicas para implementação de procedimentos complementares no solo – controle de erosão em estradas rurais, controle de voçorocas, drenagem de várzeas, irrigação, abastecedouros comunitários, reflorestamento, recomposição de mata ciliar.*

Como se pode observar, inúmeras são as opções de práticas para compor o sistema conservacionista da propriedade, que devem ser indicadas de acordo com as características locais e regionais, como a intensidade, duração e frequência das chuvas; a velocidade de infiltração de água no solo; a declividade do terreno; o comprimento de rampa; o tipo de cobertura vegetal; a natureza do solo; além de características culturais do produtor e da região, bem como a disponibilidade de maquinário, implementos e recursos financeiros.

Visto o problema dessa forma, pode-se afirmar que a sequência lógica para o perfeito entendimento da questão é, primeiramente, o conhecimento do meio físico e o levantamento dos problemas para permitir o enquadramento das propriedades no Sistema de Classificação da Capacidade de Uso das Terras — que explora as restrições e o potencial máximo de uso e ocupação das diferentes glebas —, para saber se são destinadas às culturas anuais, temporárias ou perenes, ao reflorestamento econômico, às atividades de lazer, à manutenção da flora e fauna nativas, minimizando os riscos de degradação, com a otimização da produção.

Em seguida, pode-se optar pelas diferentes tecnologias e práticas conservacionistas disponíveis, com vistas a propor um sistema de manejo do solo e da exploração de forma a conferir sustentabilidade ao empreendimento.

Considerando-se que, em essência, ao se explorar de forma racional o solo, respeitando as suas limitações para permitir o máximo de aproveitamento sem degradá-lo, este recurso estará apto a continuar proporcionando renda às gerações futuras e forçando a que sejam estabelecidos novos sistemas de exploração, de forma a, cada vez mais, minimizar os impactos da produção e proporcionar rendas maiores, mais seguras e elásticas.

Atualmente, postula-se a quebra de paradigmas em sistemas conservacionistas como, por exemplo, a eliminação de terraços, o que de modo geral não se justifica, haja vista que não podem ser revogados os princípios que norteiam e amparam científica e empiricamente a indicação das práticas. A visão do terraço como um sistema é um problema recorrente, quando o mesmo deve ser entendido como uma prática isolada com a função de segmentar o comprimento de rampa, visando evitar o turbilhonamento, e disciplinar o excesso de água que não pôde ser absorvida, forçando a infiltração ou conduzindo-a de forma segura até desaguadouros como canais escoadouros vegetados, naturais ou não. Muitos dos problemas observados, hoje, no Estado de São Paulo devem-se à implantação de terraços isoladamente, com erros na indicação e no dimensionamento e, ainda, com defeitos na locação, construção e manutenção, potencializando os problemas ao invés de minimizá-los.

No outro extremo, podemos contar com sistemas, como o Plantio Direto na Palha (PDP), que é o que mais se aproxima do comportamento que a natureza nos ensina, no sentido de eliminar o primeiro passo da erosão, o impacto direto da gota de chuva no solo, desagregando-o e arrastando-o para os corpos d'água. Este é um sistema de sucesso e com ótimas perspectivas de adoção e que, no seu bojo, já enseja um complexo de práticas conservacionistas.

O enquadramento da exploração dentro dos preceitos das Classes de Capacidade de Uso, a adoção de um conjunto de práticas, na forma de sistemas complexos e a observância de condições básicas para a instalação ou implementação de práticas, reduz significativamente os riscos de fracassos do projeto. E mais, todas são ações previstas nas Boas Práticas Agropecuárias preconizadas para qualquer atividade a ser praticada no meio rural e elas têm consequências que extrapolam tal meio.

Este é o entendimento que o empreendedor deve ter ao vislumbrar a aplicação da lei, de forma a se enquadrar na mesma e, ao mesmo tempo, poder auferir resultados, não só os economicamente almejados, mas socialmente justos e ambientalmente corretos.

*Engenheiro Agrônomo Mário Ivo Drugowich
(Artigo publicado na revista Casa da Agricultura,
ano 16, n.º 4 – outubro, novembro e dezembro de 2013)*

SUMÁRIO

BOAS PRÁTICAS EM CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA

1. INTRODUÇÃO	1
2. EROSÃO HÍDRICA.....	3
2.1. Erosividade das chuvas.....	5
2.2. Erodibilidade do solo	6
2.3. Topografia do terreno	7
2.4. Uso e manejo do solo.....	8
2.4.1. Uso do solo	9
3. SISTEMA DE CLASSES DE CAPACIDADE DE USO DAS TERRAS AGRÍCOLAS	10
3.1. Capacidade de uso de terra	12
3.1.1. Grupos e capacidade de uso de terra	12
4. ESTRATÉGIAS DE AÇÃO PARA O COMBATE À EROSÃO	15
4.1. Tecnologias disponíveis para aumentar a cobertura vegetal e a infiltração de água no solo.....	16
4.2. Tecnologias disponíveis para controlar o escoamento superficial do solo	27
4.3. Tecnologias disponíveis para a implementação de técnicas complementares no solo	32
5. INFORMAÇÕES COMPLEMENTARES.....	35
6. PROPOSTA PARA AVALIAÇÃO TÉCNICA EM PROPRIEDADES RURAIS EM TERMOS DE PRÁTICAS CONSERVACIONISTAS	36
Referências Bibliográficas	38
ANEXO - Estratégias Técnicas de Conservação do Solo	

BOAS PRÁTICAS EM CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA

1. INTRODUÇÃO

O problema mais importante da agricultura paulista é a erosão hídrica que vem, ano a ano, se agravando, comprometendo os recursos naturais e pondo em risco a produção econômica. Além de degradar o nosso mais importante recurso, o solo, tem causado problemas na qualidade e disponibilidade da água em função da poluição, do assoreamento de mananciais e das enchentes no período das chuvas ou escassez de água no período da estiagem.

O processo erosivo, dada a sua intensidade, além de degradar o perfil do solo, é a causa primeira de outros problemas que levam à baixa produtividade e ao empobrecimento do meio rural. Portanto, todos os problemas de produção agrícola ou de água para uso múltiplo têm suas causas interligadas, tendo como as principais aquelas vinculadas ao uso, manejo e à conservação do solo e suas consequências no processo erosivo (Figura 1).

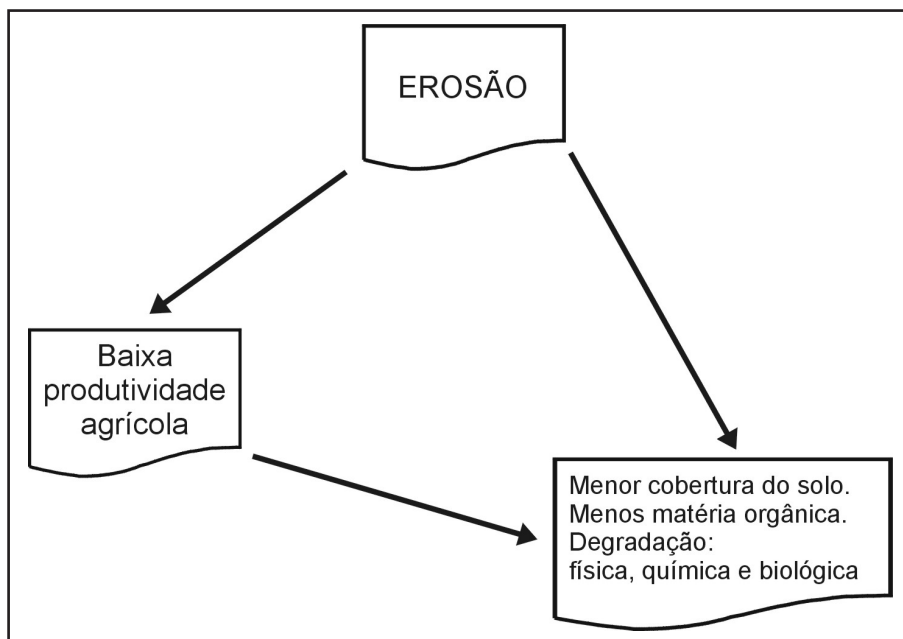


Figura 1 – Esquema demonstrativo da baixa produtividade como agente e resultado da erosão.

A Figura 2 mostra a erosão como problema central e seus efeitos nos recursos naturais. Outros problemas, apesar de importantes, não atingem o seu nível de magnitude, sendo efeitos do processo erosivo que se interagem, passando cada um a ser causa do outro.

Em função da erosão, ocorrem a poluição e o assoreamento dos mananciais e, conseqüentemente, enchentes que às vezes causam prejuízos de grande monta, principalmente nas cidades localizadas às margens dos rios. Por outro lado, a erosão tem causado prejuízos diretos na produção, devido ao desgaste do perfil do solo e ao arrastamento de quantidades razoáveis de insumos agrícolas. O uso e manejo inadequados do solo têm reduzido a cobertura vegetal e a infiltração da água no solo, aumentando consideravelmente o escoamento superficial, causando a erosão.

Os problemas inter-relacionados com a erosão serão descritos de forma detalhada, com proposta de técnicas para sua minimização.

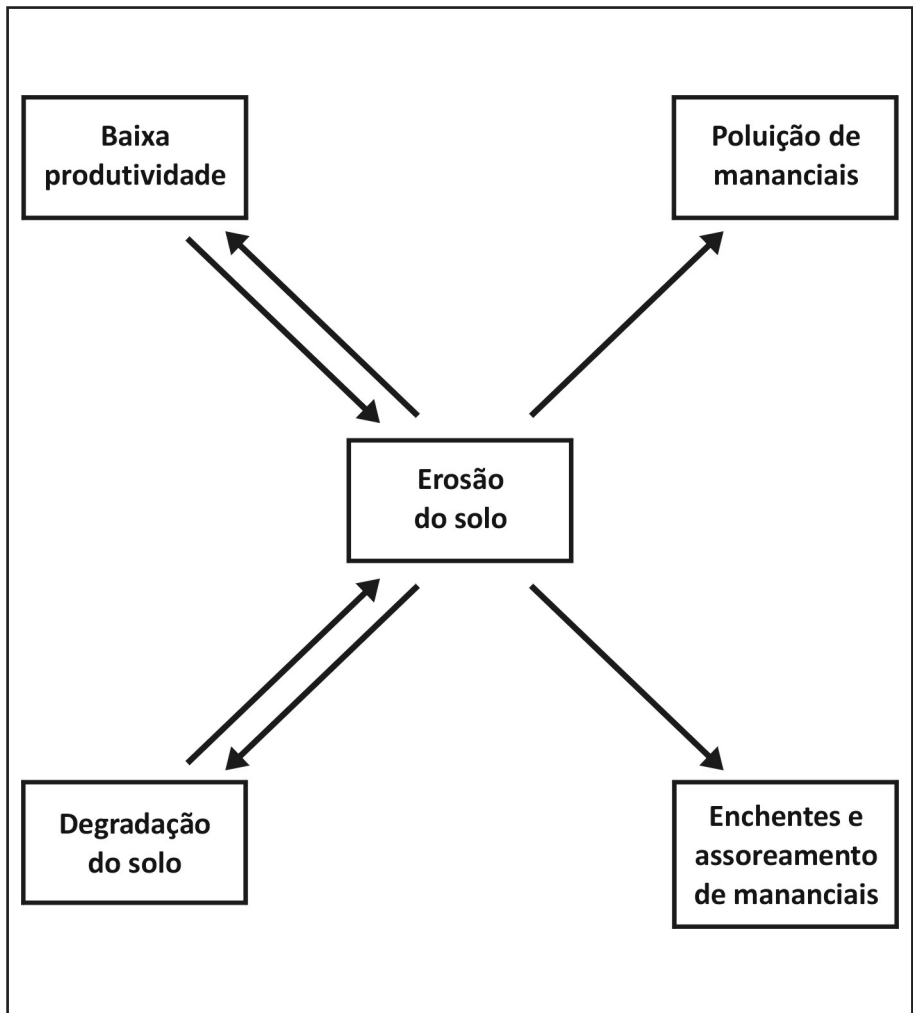


FIGURA 2 – Erosão e seus efeitos nos recursos naturais.

2. EROSÃO HÍDRICA

Erosão é o processo de desprendimento e arraste acelerado das partículas do solo causado pela água e pelo vento. A erosão do solo constitui, sem dúvida, a principal causa de depauperamento acelerado das terras.



Foto 1 – Antes da implantação do Projeto de Recuperação de Voçoroca em Espírito Santo do Turvo (SP).
Autor: Paulo Henrique Interliche – UTE Ourinhos/CATI.



Foto 2 – Depois da implantação do Projeto de Recuperação de Voçoroca em Espírito Santo do Turvo (SP). Notar esticador de cerca como referência.
Autor: Paulo Henrique Interliche – UTE Ourinhos/CATI.

A erosão hídrica no Estado de São Paulo é causada pela erosividade das chuvas, erodibilidade do solo, topografia do terreno, uso e manejo do solo.

A erosão hídrica, causada pelo impacto das gotas da chuva, afeta a produtividade agrícola em diferentes níveis. A dificuldade para visualizar, objetivamente, as perdas decorrentes deste processo remete a um cenário em que as justificativas técnicas não são claras o suficiente para a sensibilização do Governo a investir na solução desses problemas e os agricultores a adotarem técnicas conservacionistas para aumentar suas rendas.



Foto 3 Assoreamento causado pela erosão.
Autor: Banco de Imagens CATI.

2.1. Erosividade das chuvas

No Estado de São Paulo, a erosividade da chuva varia de 5.500 a 10.000 MJ.mm/ha.h.ano. A distribuição concentra-se de 74 a 94% no período coincidente com o de máxima mobilização do solo em que o mesmo fica menos protegido pela vegetação e mais desagregado, portanto mais vulnerável ao processo erosivo.

Na Figura 3, pode ser observada a distribuição do índice de erosão durante o ano para três regiões do Estado. Na região oeste (Presidente Prudente) 83% do potencial erosivo anual ocorre no período de outubro a março; na região nordeste do Estado (Ribeirão Preto) 94% do potencial erosivo anual ocorre no mesmo período e na região do litoral sul (Registro) 74% ocorre, também, no mesmo período.

Isso salienta a necessidade de se prover o solo de uma cobertura vegetal adequada e/ou reduzir a sua mobilização no referido período, tornando o efeito erosivo da chuva menos intenso.

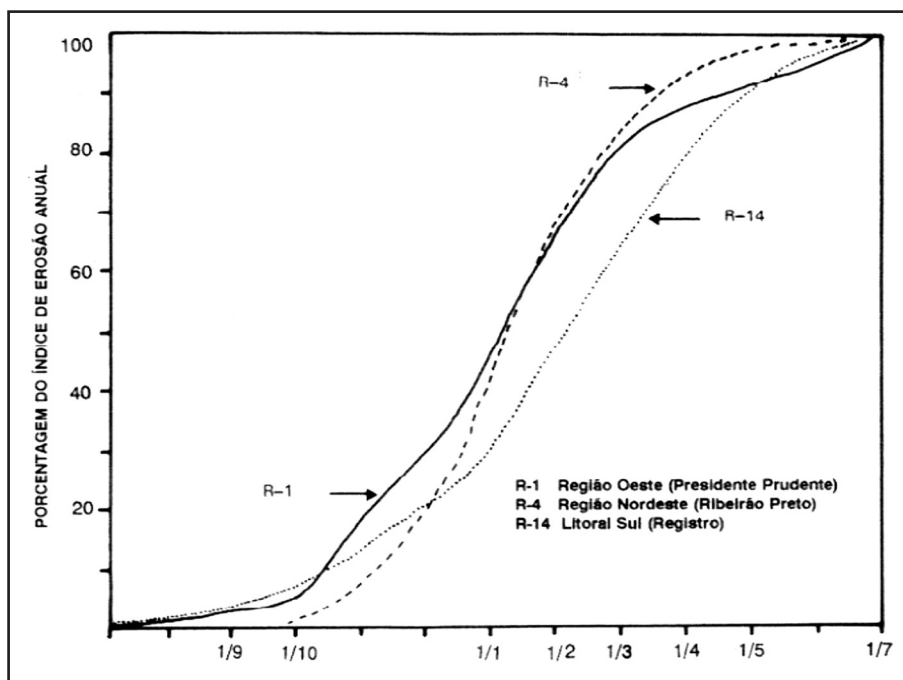


Figura 3 – Curvas de distribuição do índice de erosão para três regiões do Estado de São Paulo.
Fonte: BERTONI e LOMBARDI NETO, 1990.

2.2 - Erodibilidade do solo

Todos os solos com 'B' textural, com exceção dos Nitossolos, assim como os Neosoloslitólicos, apresentam problemas de erosão em razão das baixas taxas de infiltração e do relevo movimentado em que ocorrem. Já os Latossolos arenosos e também os Neosolosquartzarênicos são altamente suscetíveis à erosão, devido à textura arenosa e

aos relevos suaves, porém, de longos comprimentos de rampa. Essas unidades, em função das características e aliadas ao clima dominante no Estado, tornam 143.934km² ou 60,2% da área territorial altamente suscetível à erosão quando cultivada. Os limites de tolerância de perdas por erosão, para algumas unidades de solos de Estado de São Paulo, variam de 4,5 a 13,4t.ha⁻¹.ano⁻¹ e de 9,6 a 15,0t.ha⁻¹.ano⁻¹, respectivamente, para solos com 'B' textural e com 'B' latossólico.



Foto 4 – Ilustra o efeito do impacto direto das gotas das chuvas no solo, tendo como referência o solo protegido abaixo das pedras, que absorvem o impacto.

Autor: Rodrigo Estevam Munhoz de Almeida – doutorando Esalq/USP.

2.3 - Topografia do terreno

As áreas planas representam 3,5%, ou seja, 8.803km² da área do Estado, sendo constituídas principalmente por várzeas e mangues, sem problemas de erosão, mas que apresentam limitações por excesso de água, necessitando de drenagem para seu aproveitamento agrícola.

Nas regiões serranas (Planalto Atlântico e Cuestas Basálticas) predomina relevo montanhoso com declividades superiores a 40%, onde a exploração agropecuária é praticamente inviável. Essas áreas representam em torno de 16,2% da área total do Estado ou seja, 40.343km².

As terras com declividade variando entre 20 e 40% abrangem 8,5% do Estado (área de 21.235km²) onde, devido aos altos riscos de erosão, adaptam-se melhor as pastagens ou o reflorestamento. Essas áreas, localizadas principalmente nos contrafortes da Serra do Mar, Serra de Mantiqueira e das Cuestas Basálticas, são as que dividem o Planalto Ocidental da Depressão Periférica.

As áreas com relevo suave ondulado ou ondulado, cuja declividade varia de 0 a 20%, estão localizadas principalmente no Planalto Ocidental e na Depressão Periférica, onde os riscos de erosão pelo fator relevo são menores. Abrangem 71,8% do Estado, com 178.219km², e representam o local mais importante para a agricultura e pecuária paulista.

2.4 – Uso e manejo do solo

Em 1910, 64,7% da área do Estado de São Paulo eram cobertas com florestas primitivas. Atualmente, apenas 5% da área ainda se mantém florestados. Esse desmatamento para uso agrícola foi feito de modo desordenado, não levando em consideração a capacidade de uso das terras e, sim, fatores de pressão econômica. Com essa ocupação inadequada, apareceram sérios problemas de erosão e degradação do solo e da água, refletindo na produção e produtividade agrícolas.



Foto 5 – Erosão laminar.

Autor: Rodrigo Estevam Munhoz de Almeida – doutorando Esalq/USP.



Foto 6 – Erosão em sulco, causada por rompimento de terraço.
Autor: Pedro Henrique de Cerqueira Luz – professor FZEA/USP.

2.4.1. Uso do solo

No Estado de São Paulo podemos identificar o uso da terra com culturas anuais e temporárias, culturas perenes, pastagens e reflorestamento, sendo os riscos de erosão decrescentes na sequência apresentada, conforme Tabela 1 (página 10).

Nos últimos anos, em virtude da difusão, aceitação e aplicação do Sistema de Plantio Direto na Palha (PDP), os problemas de erosão vêm sendo minimizados pela manutenção de cobertura e mínima mobilização do solo.

Em quaisquer ocupações descritas, ainda são comuns os seguintes fatores causadores ou agravadores da erosão: baixa ou inexistente cobertura arbórea, sejam florestas, bosque ou culturas perenes; despreocupação sobre a necessidade de se adequar o uso ao potencial do solo; insuficiência de cobertura vegetal, viva ou morta, em períodos críticos; e estrutura superficial e/ou subsuperficial degradada em relação às condições naturais.

Tabela 1 – Ocupação do solo no Estado de São Paulo.

Ocupação	UPAs(*)		Área	
	Número	%	Hectare	%
Área com cultura perene	83.971	25,87	1.225.035	5,97
Área com cultura temporária	168.104	51,79	6.737.699	32,86
Área com pastagem	234.148	72,13	8.072.849	39,37
Área com reflorestamento	43.906	13,53	1.023.158	4,99
Área com vegetação natural	155.211	47,82	2.432.912	11,87
Área de vegetação de brejo e várzea	64.242	19,79	294.754	1,44
Área em descanso	25.806	7,95	222.419	1,08
Área complementar	268.485	82,71	495.280	2,42
Área total	324.601	100,00	20.504.107	100,00

Fonte – LUPA 2007/08 – CATI/IEA – SAA

(*) – Unidades de Produção Agropecuária

3. SISTEMA DE CLASSES DE CAPACIDADE DE USO DAS TERRAS AGRÍCOLAS

A classificação de qualquer objeto tem por finalidade ordenar os conhecimentos a seu respeito de maneira simples e precisa. Objetos iguais ou semelhantes em suas características e propriedades são agrupados nas mesmas classes.

No âmbito da ciência do solo, as inúmeras classificações existentes podem ser reunidas em duas categorias distintas: classificação pedológica (ou taxonômica) e classificação técnica. Na primeira, os solos são agrupados a partir de uma quantidade muito grande de propriedades e características em comum, na maior parte dos casos tendo por base aqueles que refletem processos genéticos similares. Na classificação técnica (ou interpretativa), os indivíduos são agrupados em função de determinadas características de interesse prático e específico. Há, assim, grupamentos de terras em função de sua arabilidade com irrigação e subsequente drenagem; grupamentos por risco de erosão; por necessidade de calagem; em função da capacidade máxima de uso; entre outros.

Um levantamento de solos que utiliza uma classificação pedológica não é feito para atender a uma finalidade específica, mas, se convenientemente interpretado, pode servir como base para diferentes classificações técnicas ou interpretativas. O objetivo principal do levantamento de solos é o conhecimento da natureza e distribuição das unidades pedológicas, procurando identificar e cartografar os solos ocorrentes em determinada área, fazendo a caracterização morfológica e analítica da maneira mais completa possível, a fim de permitir o enquadramento das unidades de mapeamento em um sistema natural de classificação de solos. Já as classificações técnicas ou interpretativas, agrupam as unidades pedológicas em classes de terras, tomando por base características e propriedades selecionadas, mais relacionadas com o comportamento agrícola dos solos.

A classificação técnica tem o propósito particular de indicar os dados que levem a decidir qual a combinação de uso agrícola e quais as medidas de controle da erosão, permitindo o aproveitamento mais intensivo da terra, sem risco de depauperamento do solo.

Assim, o sistema se baseia nas limitações permanentes das terras e é todo voltado para as possibilidades e limitações para a utilização das mesmas; essa ideia está diretamente relacionada com sua intensidade de uso.

A intensidade de uso exprime a maior ou menor mobilização imposta ao solo, expondo-o a certo risco de erosão e/ou perda de produtividade. Geralmente, culturas anuais impõem alta intensidade de uso, enquanto vegetações naturais representam o mais baixo grau de intensidade.

Para empresas agrícolas e/ou microbacias hidrográficas, a situação ideal é dispor de um levantamento pedológico detalhado como ponto de partida para as interpretações. Raras são, contudo, as áreas do Brasil que os possuem e sua execução demanda uma soma muito grande de recursos e pedólogos especializados, nem sempre disponíveis para todas as necessidades. Por isso, deve-se efetuar um levantamento do meio físico mais simplificado, denominado “Levantamento Utilitário”, voltado para o potencial produtivo das terras, que possa ser executado dentro das possibilidades e dos recursos dos técnicos conservacionistas. Nesse tipo de levantamento, o principal objetivo é inventariar as características diagnósticas da terra, necessárias para a determinação do seu potencial produtivo.

Apesar de ser considerado um levantamento simplificado em relação ao pedológico, não deve ser tomado como impreciso ou pouco detalhado, pois nele devem ser inventariados os principais aspectos da terra, necessários ao planejamento do seu uso agrícola e, em especial, às práticas de conservação do solo.

3.1. Capacidade de uso de terras

A capacidade de uso da terra dá uma ideia das possibilidades e limitações da terra, conceituando a sua adaptabilidade para diversos fins.

3.1.1. Grupos e Classes de capacidade de uso da terra

- **Grupo A** – terras passíveis de utilização com culturas anuais, perenes, pastagens e/ou reflorestamento e vida silvestre:
 - ✓ **Classe I** – terras cultiváveis, aparentemente sem problemas especiais de conservação;
 - ✓ **Classe II** – terras cultiváveis, com problemas simples de conservação;
 - ✓ **Classe III** – terras cultiváveis com problemas complexos de conservação;
 - ✓ **Classe IV** – terras cultiváveis apenas ocasionalmente ou em extensão limitada, com sérios problemas de conservação.
- **Grupo B** – terras impróprias para cultivos intensivos, mas ainda adaptadas para pastagens e/ou reflorestamento e/ou vida silvestre, porém, cultiváveis em casos de algumas culturas especiais protetoras do solo:
 - ✓ **Classe V** – terras adaptadas em geral para pastagens e/ou reflorestamento, sem necessidade de práticas especiais de conservação, cultiváveis apenas em casos muito especiais;
 - ✓ **Classe VI** – terras adaptadas em geral para pastagens e/ou reflorestamento, com problemas simples de conservação, cultiváveis apenas em casos especiais de algumas culturas permanentes protetoras do solo;
 - ✓ **Classe VII** – terras adaptadas em geral somente para pastagens ou reflorestamento, com problemas complexos de conservação.

- **Grupo C** – terras não adequadas para cultivos anuais, perenes, pastagens ou reflorestamento, porém, apropriadas para proteção da flora e fauna silvestres, recreação ou armazenamento de água:
 - ✓ **Classe VIII** – terras impróprias para cultura, pastagem ou reflorestamento, podendo servir apenas como abrigo e proteção da fauna e flora silvestres, como ambiente para recreação, ou para fins de armazenamento de água.

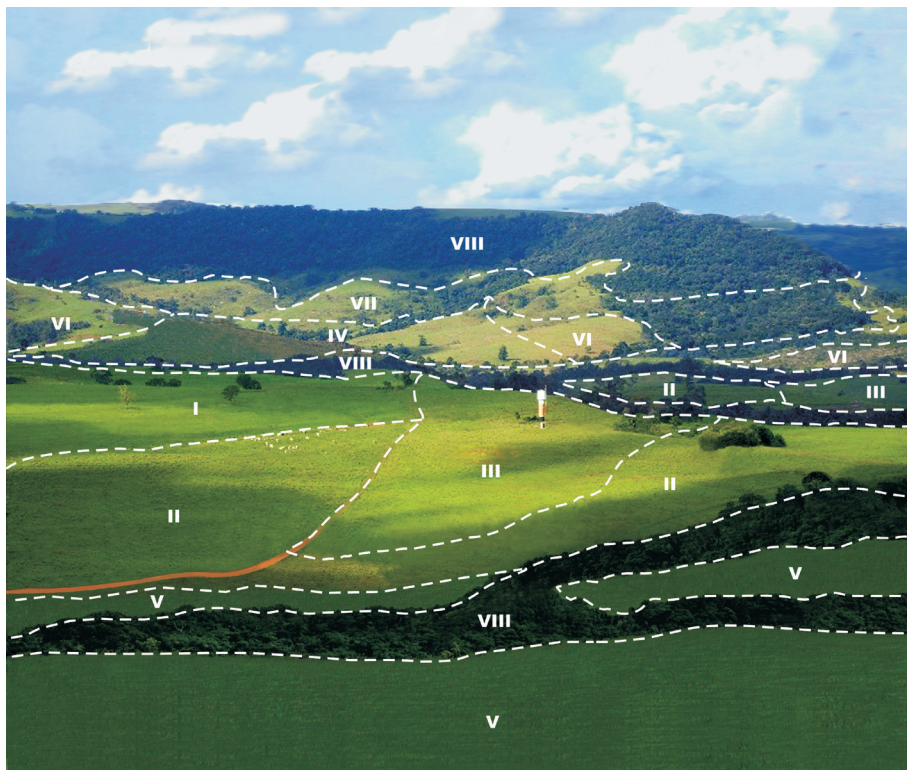


Foto 7 – Foto retratando o enquadramento nas diferentes Classes de Capacidade de Uso para efeito de planejamento.

Fonte: Google Earth – Adaptação Tom Ribeiro (Cecor/CATI/SAA).

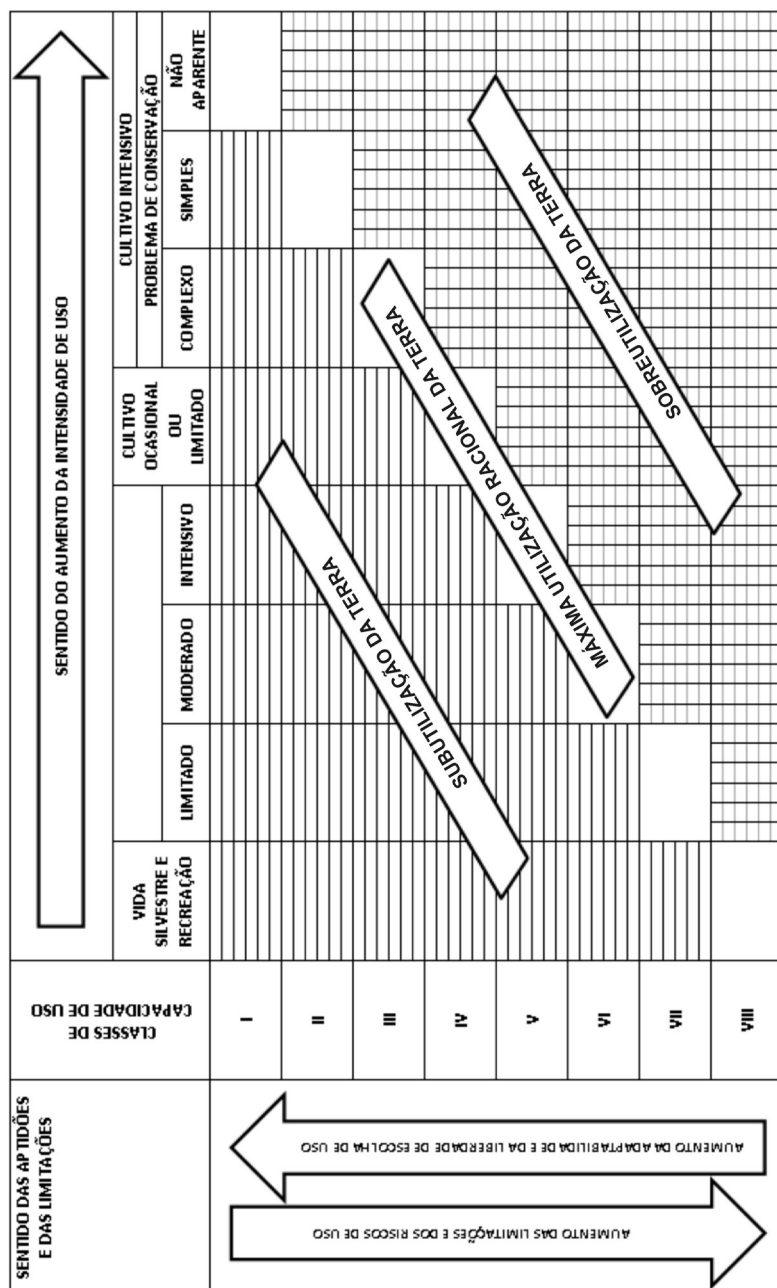


Figura 4 – Resumo da variação do tipo e da intensidade máxima de utilização da terra sem risco de erosão acelerada, em função das classes de capacidade de uso.

Extraído: LOMBARDI NETO, F & DRUGOWICH, M. I (Coordenadores), Manual Técnico de Conservação do Solo e da Água, Boletim n.º 39, Volume II, pág. 124, figura 1, CATI, 1994.

4. ESTRATÉGIAS DE AÇÃO PARA O COMBATE À EROSÃO

A erosão deve ser enfrentada de forma global e integrada, com o consequente aumento da produção, produtividade e da renda do produtor. Isto explica o porquê de algumas práticas isoladas, especialmente o terraceamento, deixarem a desejar no que concerne ao combate à erosão. As medidas e ações deverão ser aplicadas de forma a evitar o desgaste e empobrecimento do solo nas suas diversas fases e formas, por intermédio do uso de práticas que aumentem a infiltração da água no seu perfil, que intensifiquem a cobertura vegetal, seja ela viva ou morta, e que reduzam o escoamento superficial.

Dessa forma, além de controlar a erosão, obter-se-á um aumento da quantidade e a melhoria da qualidade das águas, além da preservação da vida silvestre (fauna e flora), por proporcionar uma redução acentuada dos níveis de erosão hídrica, conduzindo a uma reversão do processo de degradação do meio ambiente.

Essas estratégias são possíveis de serem aplicadas, considerando--se três princípios fundamentais (conforme poderá ser verificado na matriz [Figura 7], no final deste Manual):

- aumento da cobertura vegetal, visando reduzir a desagregação do solo, pela redução da energia de impacto das gotas de chuva na superfície;
- melhoria da infiltração da água no perfil do solo, objetivando a diminuição do deflúvio superficial, aumentando a capacidade de armazenamento, proporcionando um aumento na produtividade vegetal e redução dos riscos durante veranicos;
- controle do escoamento superficial, proporcionando a redução do desgaste do solo pelo processo erosivo, com consequente redução da poluição dos mananciais por sedimentos ou insumos agrícolas e regularização do regime hídrico da bacia hidrográfica.

Deve-se sempre ter em mente que os objetivos ora consignados, só serão alcançados graças ao uso conjunto de várias práticas conservacionistas integradas, com estratégias diferenciadas, com o objetivo de garantir o sinergismo entre elas. É comum ao produtor a adoção, por exemplo, do sistema de terraceamento de forma isolada, tendo em vista, muitas vezes, o oposto ao que se propõe. Ao invés de disciplinar o escoamento e promover a infiltração, ocorre o acúmulo de águas pluviais para pontos específicos, em função de erros de concepção

e/ou execução do projeto, com o consequente rompimento dos camalhões, causando erosão em sulcos e, eventualmente, evoluindo para voçorocas, que é a expressão mais midiática da erosão.

4.1. Tecnologias disponíveis para aumentar a cobertura vegetal e a infiltração de água no solo

O potencial genético de nossas variedades é tão alto para produtividade que o melhoramento genético, hoje, está mais voltado para obtenção de cultivares resistentes aos fatores limitantes de produção, como pragas, doenças, elementos tóxicos do solo, ou como forma de reduzir custos de produção.

O sucesso para se alcançar maiores níveis de produtividade, além do melhoramento genético, reside na adoção de técnicas modernas de manejo, desde a escolha da semente até a colheita.

Atualmente, dispõe-se de tecnologias para o manejo das grandes culturas nas mais variadas condições edafoclimáticas das principais regiões agrícolas do Estado. Dentro deste contexto, as tecnologias disponíveis para aumentar a cobertura vegetal e a infiltração de água no solo, com produtividades crescentes e riscos mitigados, são apresentadas a seguir:

- **Amostragem de solo** – importante para separar áreas homogêneas em relação às necessidades de adubação, calagem e gessagem.
- **Calagem** – prática com melhor relação custo/benefício (cerca de 3:1) e essencial para o bom aproveitamento dos insumos aplicados, ao mesmo tempo em que propicia melhorias na física do solo e no ambiente radicular, promovendo melhor infiltração. É fonte de cálcio e/ou magnésio, atuando na complexação da matéria orgânica e na disponibilidade de alguns micronutrientes essenciais (Foto 8, página 17).
- **Adubação** – visa à máxima produção com o mínimo de aplicação de insumos, de acordo com curvas de produção obtidas em situações reais.
- **Gessagem** – possibilita melhor estrutura do solo, em função da agregação de coloides, ao mesmo tempo em que promove o fornecimento de cálcio e enxofre e, principalmente, a melhoria das condições físicas e químicas na subsuperfície, propiciando condições para melhoria da infiltração e do desenvolvimento radicular em profundidade.

É prática que vem sendo largamente utilizada com vistas à melhoria do ambiente radicular, lembrando que o volume de massa produzido é reflexo, principalmente, do desenvolvimento radicular (Foto 9).



Foto 8 – Calagem em área sob o sistema de plantio direto.

Autor: Rodrigo Estevam Munhoz de Almeida – doutorando Esalq/USP.



Foto 9 – Proporcionalidade entre o volume de massa produzida em superfície e o desenvolvimento radicular, mostrando a importância da melhoria do ambiente radicular.

Autor: Inovação Agrícola (cessão de uso).

- **Adubação orgânica** – os adubos orgânicos podem ser descritos como fertilizantes volumosos de baixo valor em nutrientes, geralmente os diversos tipos de tortas e resíduos animais, urbanos e industriais, com sérias restrições de oferta.



Foto 10 – Implemento distribuindo composto orgânico em sulcos.

Autor: Rafael Otto – professor Esalq/USP.

- **Adubação verde** – adubo verde é a planta cultivada ou não, de preferência uma leguminosa, em virtude da capacidade de fixação de nitrogênio, com a finalidade de elevar a fertilidade do solo e a produtividade das culturas, por meio de sua massa vegetal produzida no local ou trazida de fora. Consiste no cultivo e no corte de plantas imaturas, no pleno florescimento, com ou sem a incorporação da fitomassa (Foto 11).



Foto 11 – Rotação de culturas em área explorada com cana-de-açúcar, utilizando adubação verde com crotalária.

Autor: Pedro Henrique de Cerqueira Luz – professor FZEA/USP.

• **Rotação de culturas** – é o sistema de alternar, em um mesmo terreno, diferentes culturas numa sequência, de acordo com um plano definido. Para a escolha das culturas que deverão entrar numa rotação é preciso levar em conta as condições do solo, a topografia, o clima e a procura do mercado. As culturas escolhidas não precisam ser anuais, pois aquelas de ciclo mais longo, como a mandioca, a cana-de-açúcar e mesmo as pastagens, podem estar num mesmo plano de rotação das culturas anuais. Os principais objetivos dessa rotação consistem em: melhor organização da distribuição das culturas na propriedade agrícola; economia do trabalho; auxílio no controle das ervas daninhas, pragas e doenças; ajuda na manutenção da matéria orgânica do solo e do nitrogênio; aumento das produções e redução das perdas por erosão. Pressupõe, ainda, a exploração de diferentes volumes de solo por alternância dos tipos de sistemas radiculares, otimizando a ciclagem de nutrientes. Assim, a rotação de culturas tem em vista a preservação da produtividade do solo e a manutenção das colheitas.



Foto 12 – Rotação com a cultura de amendoim com fins comerciais, em área explorada com cana-de-açúcar.

Autor: Pedro Henrique de Cerqueira Luz – professor FZEA/USP.

- **Cultura em faixas** – consiste na disposição das culturas em faixas de largura variável, de forma que se alternem a cada ano as plantas que oferecem pouca proteção ao solo com outras de crescimento denso. Pode se considerá-la como uma prática complexa, pois combina o plantio em contorno, a rotação de culturas, as plantas de cobertura e, em muitos casos, os terraços. O efeito da cultura em faixa no controle de erosão é baseado em três princípios: as diferenças em densidades das culturas empregadas; o parcelamento dos lançantes; e a disposição em contorno. A disposição alternada de culturas diferentes faz com que as perdas por erosão sofridas por determinada cultura sejam, em parte, controladas pela cultura que vem logo abaixo. Culturas como feijão, mamona e mandioca perdem mais solo e água por erosão do que o amendoim, o algodão e o arroz, e estas, por sua vez, perdem mais que a soja, a batatinha, o milho e a cana-de-açúcar (Foto 13).



Foto 13 – Culturas em faixa.

Autor: Jairo Antonio Mazza – professor Esalq/USP.

- **Roçadas** – uma das maneiras eficientes de controlar a erosão é a ceifa do mato nas culturas perenes, cortando as ervas daninhas a uma pequena altura da superfície do solo, deixando intactos os sistemas radiculares do mato e das plantas perenes e uma pequena vegetação protetora de cobertura, constituída de tocos. A ceifa deve ser convenientemente repetida, a fim de não prejudicar a cultura pela concorrência do mato, e executada com o auxílio de implementos ou ferramentas adequadas. O controle das ervas daninhas nas culturas perenes pode ser realizado, quimicamente, por intermédio de herbicidas, porém, o efeito contra a ação do impacto da gota de chuva deve ser menor. A ceifa controla o desenvolvimento exagerado e prejudicial das ervas daninhas, eliminando-as logo que sua competição em umidade e elementos nutritivos comece a ser sentida pelas culturas.



Foto 14 – Manejo de cultura de citros, com roçada do mato e manutenção de cobertura nas entrelinhas.

Autora: Isabella Clérici de Maria – Apta/IAC/SAA

- **Cobertura morta** – a cobertura do solo com restos de culturas é uma das mais eficientes práticas de controle da erosão. A cobertura morta protege o solo contra o impacto das gotas de chuva, faz diminuir o escoamento da enxurrada, e incorpora ao solo a matéria orgânica, que aumenta a sua resistência ao processo erosivo. No caso da erosão eólica, protege o solo contra a ação direta dos ventos e impede o transporte das partículas. A cobertura morta com palha ou resíduos vegetais contribui para a conservação da água, devendo ser preconizada nas zonas de precipitações pouco abundantes, além de diminuir a temperatura do solo, reduzindo, assim, as perdas por evapotranspiração. Estima-se que a prática controla a erosão na porcentagem de 53%, nas perdas de solo, a 57% nas perdas de água.



Foto 15 – Cobertura morta com palhada de capim braquiária recebendo o plantio direto de soja.
Autor: Rodrigo Estevam Munhoz de Almeida – doutorando Esalq/USP.

- **Preparo do solo** – essa prática pode ser definida como a manipulação física, química (referindo se principalmente à aplicação de calcário ou gesso) ou biológica do solo, com o objetivo de otimizar as condições para a germinação das sementes e emergência e estabelecimento das plântulas. O preparo e as manipulações do solo podem, em geral, ser divididos em três categorias.

a) Preparo primário do solo – operações mais profundas e grosseiras que visam, entre outras, eliminar ou enterrar as ervas daninhas estabelecidas, assim como os restos de culturas e, também, soltar o solo. Exemplos: aração, desmatamento, operações com rolo faca.



Foto 16 – Preparo primário do solo com rolo faca em adubo verde.
Autor: Pedro Henrique de Cerqueira Luz – professor FZEA/USP.

b) Preparo secundário do solo – pode ser definido como o conjunto de operações superficiais subsequentes ao preparo primário, quanto ao nivelamento do terreno, ao destorroamento, à incorporação de herbicidas, à eliminação de ervas daninhas no início do seu desenvolvimento, ou seja, ações que permitam a fácil colocação da semente no solo, assim como a sua cobertura com terra, produ-

zindo um ambiente favorável ao desenvolvimento inicial da cultura implantada. Exemplos: gradagem (pesada, niveladora, de dentes); enxada rotativa.

c) Cultivo do solo após plantio – é toda a manipulação do solo após a implantação da cultura, visando, entre outras coisas, eliminar as ervas daninhas que concorrem com a cultura, principalmente em água, nutrientes e luz, além de outras operações, como adubação de cobertura. As técnicas de preparo do solo desenvolvidas na Europa, sob clima temperado ou frio, inclusive com ocorrência de neve, em topografia pouco acidentada e chuvas caracterizadas por uma energia cinética baixa, foram introduzidas sem modificações nos trópicos. Essas técnicas, que consistem no enterrio de resíduos vegetais, deixando a superfície do solo nua por muitos meses (pousio no inverno com solo preparado), demonstraram, sob condições de altas temperaturas e chuvas intensas com alta energia cinética e relevo ondulado, efeitos desastrosos em termos de perdas de solo por erosão.



Foto 17 – Pivô torto em função de camada compactada.

Autor: Rodrigo Estevam Munhoz de Almeida – doutorando Esalq/USP.

- **Plantio Direto na Palha (PDP)** – é um sistema de produção em que se evita a perturbação do solo, mantendo sua superfície sempre recoberta por resíduos (palha) e/ou vegetação. Considerando as suas premissas básicas, pode-se afirmar que o PDP é, hoje, a melhor tecnologia agrícola disponível, aplicável a praticamente todas as culturas comerciais, inclusive a cana-de-açúcar e culturas perenes. É, também, a que mais se aproxima das condições em que a natureza opera. Traz em sua essência a busca pelo equilíbrio do ecossistema, possibilitando para a agricultura a autossustentação em termos econômicos, sociais e ambientais. Propicia a melhoria da infiltração e retenção de água, a oxigenação, a redução da amplitude térmica, a manutenção da umidade, a reciclagem de nutrientes e a riqueza biológica. Remete, ainda, à redução dos custos de mecanização e mão de obra, ao menor consumo de combustíveis fósseis e a maior eficiência no uso da água e dos insumos.



Foto 18 – Integração Lavoura-Pecuária sob PDP.

Autor: Rodrigo Estevam Munhoz de Almeida – doutorando Esalq/USP.

- **Sistema de Integração entre Agricultura, Pecuária e Floresta (ILP, ILPS e SAF)** – são sistemas de cultivos que integram a produção de grãos, fibras, madeiras, carnes, leite e/ou agroenergia em uma mesma área. Nesses sistemas o cultivo de grãos, a exploração de pastagens e a produção arbóreas são realizados em consórcio, em rotação ou em sucessão, de forma planejada, para benefício das interações ecológicas e econômicas resultantes da diversidade de espécies. Além da conservação do solo, incluindo o controle da erosão e a melhoria de suas propriedades, esses sistemas objetivam promover a sustentabilidade da produção agropecuária, a diversificação de atividades e o bem-estar animal.



Foto 19 – Integração Lavoura-Pecuária-Floresta [Fazenda Nelson Guerreiro, em Brotas (SP)], mostrando em primeiro plano a Integração Pecuária-Floresta, com eucalipto e braquiária. Em segundo plano, Integração Lavoura-Pecuária-Floresta – com eucalipto, milho e após, braquiária. **Autor:** Mário Ivo Drugowich – engenheiro agrônomo Ciagro/CATI/SAA.

4.2. Tecnologias disponíveis para controlar o escoamento superficial do solo

- **Distribuição racional de estradas e carreadores** – problemas mais graves têm como base as estradas e os carreadores mal locados, de forma que acabam sendo transformados em canais escoadouros, recebendo o desague do próprio leito e das áreas lindeiras (Foto 20).
- **Plantio em nível** – consiste em dispor as fileiras das plantas e executar todas as operações de cultivo no sentido transversal ao pendente, em curvas de nível ou linhas em contorno. Dentre as práticas simples, além de constituir uma medida de controle da erosão, proporciona maior facilidade e eficiência no estabelecimento de outras práticas complementares, baseadas na orientação em nível, com o menor custo.



Foto 20 – Estrada com bom preparo primário, abaulamento e sangras para terraços.
Autor: Pedro Henrique de Cerqueira Luz – professor FZEA/USP.

- **Faixas de vegetação permanente** – faixas ou cordões de vegetação permanente são fileiras de plantas perenes e de crescimento denso, dispostas com determinado espaçamento horizontal e sempre em nível. Em culturas anuais cultivadas continuamente na mesma faixa, ou em rotação, são intercaladas faixas estreitas de vegetação cerrada, formando os cordões de vegetação permanente. Nas culturas perenes, também podem ser usadas as faixas de vegetação permanente, formando barreiras vivas entre as árvores para controlar a erosão e servir de quebra-vento. Quebrando a velocidade de escoamento da enxurrada, o cordão de vegetação permanente provocará a deposição de sedimentos transportados e facilitará a infiltração da água que escorre no terreno, concorrendo para diminuir a erosão do solo. Esses cordões possibilitam a formação gradual de terraços com o correr dos anos; com o preparo do solo e com os cultivos que se fazem entre as faixas. Também, como resultado da própria erosão, a terra vai sendo deslocada do seu lado de cima, formando, gradativamente, terraços que, com um pequeno trabalho de acabamento, serão terminados. Nos padrões atuais de ocupação do solo, a cultura em faixa também se presta como elemento fundamental no Sistema Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF), em que, além de poder receber nos primeiros anos culturas anuais intercalares, ao final poderão ser estabelecidas pastagens, as quais tornam possível o aproveitamento econômico da cultura explorada na faixa, normalmente espécies florestais.
- **Terraceamento agrícola** – as práticas mecânicas de controle de erosão são procedimentos onde as porções de terra são dispostas adequadamente em relação ao declive do terreno. Essas práticas têm a finalidade de parcelar o comprimento de rampa, possibilitando a redução da velocidade e subdividindo o volume do deflúvio superficial para possibilitar a infiltração da água no solo, ou disciplinar o seu escoamento até um leito estável de drenagem natural ou construído. O terraço é uma das práticas mecânicas mais antigas e eficientes de controle de erosão das terras cultivadas, sendo constituído de um canal e um camalhão ou dique levantado com terra removida do canal. A priori, em terrenos de até 2% de declividade, com solos permeáveis em todo o perfil, sem compactação, homogêneos, com lançantes inferiores a 120m, pode-se abolir o uso dos terraços, desde que as operações sejam em nível (preparo, quando for o caso, plantio, cultivos etc) e sejam adotadas práticas complementares, como o plantio direto, a rotação de culturas, melhoria do ambiente radicular e as demais indicadas pela matriz (Figura 5).

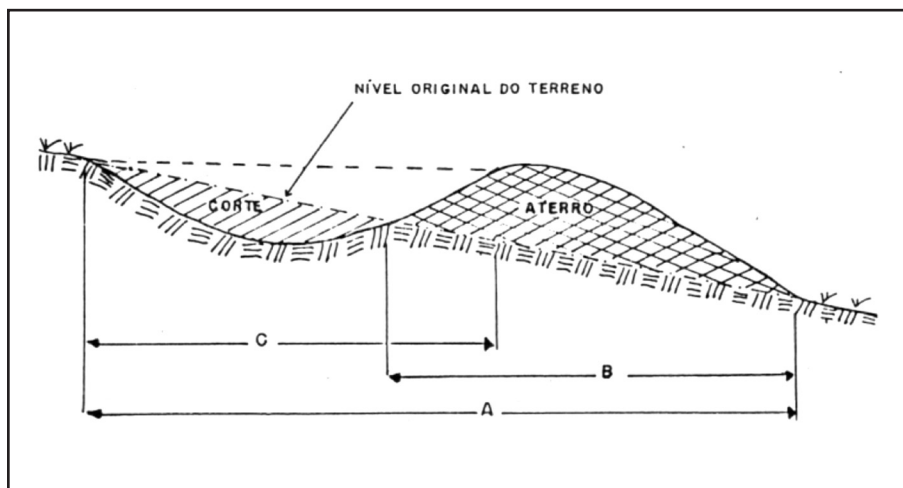


Figura 5 - Representação esquemática de um terraço em perfil, mostrando a faixa de movimentação de terra.

Fonte: Manual Técnico de Manejo e Conservação do Solo e Água – CATI/SAA, 1994.

Esta prática é a mais disseminada em todas as situações no Estado de São Paulo, porém, para que o sistema funcione com plena eficiência, além de não poder ser implantado como prática isolada, é necessário um correto dimensionamento. As escolhas relativas ao tipo, devem ser baseadas em atributos técnicos, como características do solo, topografia do terreno, condições climáticas, cultura a ser implantada, sistema de cultivo e disponibilidade de máquinas. Outros fatores que determinam o sucesso do sistema são a locação, a construção e o controle de qualidade, com relação à execução das obras civis, como nivelamento, declividade, espaçamentos, altura do camalhão, secção do canal, dentre outros. Tão importantes quanto a qualidade e execução do projeto, são as etapas posteriores, no sentido de se prover de manutenção adequada todos os componentes do sistema como, por exemplo, a limpeza e melhoria da infiltração nos canais; a manutenção do nível e o reforço dos pontos frágeis dos camalhões; o seccionamento dos canais em situações específicas; e a racionalidade no manejo das áreas entre os terraços, pelo uso adequado e concomitante das práticas conservacionistas recomendadas para a cultura.



Foto 21 – Canal e camalhão de terraço, com representação esquemática mostrando as dimensões e o cálculo da capacidade de armazenamento de água.

Autor: Pedro Henrique de Cerqueira Luz – professor FZEA/USP.

- **Canais escoadouros vegetados** – do volume de água que cai sob a forma de chuva sobre uma área, parte infiltra no solo, parte evapora e parte corre sobre a superfície do terreno. Quando se constroem estruturas no terreno com o objetivo de recolher esse excesso de água, é necessário conduzir a enxurrada de forma segura até as partes mais baixas do terreno. A estrutura que se constrói para encaminhar essas águas é denominada canal escoadouro. Canais escoadouros são, portanto, estruturas normalmente rasas e largas, com declividade moderada e estabelecidas em leitos resistentes à erosão. Sua melhor localização talvez seja a depressão natural, para onde as águas escorrem em um terreno, desde os espigões até o rio ou depressão mais baixa. Em alguns solos bastante permeáveis, como os Latossolos, consegue-se, muitas vezes, dispensar com segurança o uso desses canais. Com o emprego de práticas mecânicas, como o terraceamento em nível, associadas às práticas vegetativas, ocorre uma retenção quase completa das águas de chuvas. O mesmo não se pode dizer para solos como, por exemplo, os Argissolos, especialmente os abruptos, que favorecem uma drenagem maior de águas em superfície, com redução drástica da drenagem em profundidade, provocando o arreste da camada superficial. Na ocorrência de de-

ficiências na capacidade e na velocidade de infiltração por motivos pedogenéticos, recomenda-se a construção de canais ou terraços em desnível e a construção prévia de canais escoadouros vegetados, a fim de conduzir com segurança o excesso de água.



Foto 22 – Terraços em nível e estruturas primárias e secundárias de coleta de água por sistema de canais escoadouros vegetados.

Fonte: NRCS/USDA.

- **Embaciamento** – consiste em se construir um pequeno terraço em cada entrelinha da cultura, mediante tratos culturais mecanizados com regulagem certa do implemento, no caso, a grade de disco. Em culturas permanentes, devido à mecanização e à necessidade de carregadores para a retirada das colheitas, a utilização de terraços causa certos transtornos. Esse fato leva alguns agricultores a substituírem os terraços pelo embaciamento. Embora não existam na Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo dados de pesquisa, o embaciamento é uma prática que vem sendo introduzida principalmente em pomares de citros, demonstrando grande eficiência no controle da erosão, e podendo ser estendida a outras culturas permanentes.

4.3. Tecnologias disponíveis para a implementação de técnicas complementares no solo

- **Controle de erosão em estradas rurais** – como as águas pluviais constituem a principal causa dos estragos ocasionados pela erosão nas estradas, reveste-se de grande importância a captação e o disciplinamento dessas águas, de forma a eliminar seu efeito destruidor, acumulando-as em locais adequados, e forçando sua infiltração, com favorecimento da recarga do lençol freático e, conseqüentemente, alimentando fontes e nascentes. Atenção especial deve ser dada à área de contribuição, ou seja, áreas lindeiras que lançam seus excessos de águas pluviais no leito das estradas, ou vice-versa. É bom lembrar que existem limitações para o planejamento e para as indicações de uso de determinadas práticas para situações específicas. Algumas delas, no caso de bacias de captação, são: a aplicação em solos impermeáveis; o espaçamento excessivo; o subdimensionamento; a inclinação inadequada dos taludes; as falhas na locação; e a construção e manutenção inadequadas. O uso de estruturas de armazenamento não é recomendado em muitas situações quando outras alternativas se mostram mais interessantes. Como exemplo, a utilização de sistemas de terraceamento de áreas lindeiras para o recebimento das águas pluviais das estradas, a condução disciplinada das águas por meio de canais escoadouros naturais ou artificiais previamente definidos e vegetados, o seccionamento da rampa com a adoção de “bigodes” ou lombadas, conduzindo as águas de forma controlada às áreas de pastagens nas margens das estradas, desde que devidamente vegetadas e manejadas racionalmente durante todas as estações do ano, com a estratégia de dissipar a energia e promover o “espalhamento” da lâmina d’água (Foto 23).
- **Controle de voçorocas** – a voçoroca é a visão mais impressionante do fenômeno da erosão, muitas vezes usada pelos conservacionistas como um sintoma característico. Deve-se, porém, ter o cuidado de não superestimá-la. Naturalmente, essa forma de erosão é muito importante como uma fonte de sedimentos para os córregos. Contribuem para sua formação, certas condições edafoclimáticas do Estado de São Paulo, como chuvas intensas de verão sobre solos de textura que vão de arenosa à média e susceptíveis à erosão. Essas condições, aliadas às ações equivocadas no manejo de solo, acabaram por provocar, em certas áreas, uma catástrofe ambiental, tornando muitas propriedades improdutivas, total ou parcialmente, além de

contribuírem com os impactos de assoreamento e redução de vazão em cursos d'água. O controle de voçoroca, além de complexo é muito caro, podendo até ser mais elevado que o próprio valor da terra. A voçoroca se forma quando a enxurrada se concentra em depressões mal protegidas e a água escorre por longos períodos de forma volumosa, adquirindo grande velocidade. À medida que essa ação progride, as grotas vão atingindo maior dimensão, chegando, às vezes, a ter vários quilômetros de comprimento, de 10 a 15m de largura e 6m ou mais de profundidade. O crescimento em comprimento é mais rápido que o transversal, em razão de o volume de enxurrada que penetra na extremidade ser superior e maior que nas laterais. Já o crescimento em profundidade, é maior nas regiões de maior declividade. A adoção de práticas conservacionistas equivocadas, como é o caso de terraceamento em nível em áreas com restrições de infiltração, contribui para a formação e evolução da voçoroca. A maioria dos trabalhos de controle de voçorocas consiste em disciplinar o escoamento da água superficial e subterrânea, quando presente, e em estabilizar a superfície das grotas por meio de terraplenagem e de revegetação, sendo necessária sua vedação até a estabilização dos taludes.



Foto 23 – Comportamento da água, por meio de uma alternativa simples de sistema de condução de águas em estrada rural devidamente projetada.

Autor: Rodrigo Di Carlo – Cecor/CATI/SAA.



Foto 24 – Estrada Santa Cruz Rio Pardo, antigamente.
Autor: Rodrigo Di Carlo – Cecor/CATI/SAA.



Foto 25 – Estrada Santa Cruz Rio Pardo, atualmente.
Autor: Rodrigo Di Carlo – Cecor/CATI/SAA.

5. INFORMAÇÕES COMPLEMENTARES

Além das práticas citadas, cumpre salientar que muitas outras estarão embutidas em práticas agrícolas consideradas conservacionistas, como por exemplo: o reflorestamento, a irrigação, a recomposição de mata ciliar, a drenagem de várzeas, o depósito de lixo tóxico, a construção de açudes e abastecedouros comunitários, o manejo e a reforma de pastagens, além do planejamento do arcabouço da propriedade.

Apesar de as mesmas não terem sido contempladas individualmente em tópicos, são consideradas como práticas complementares e está implícito que são tão importantes quanto todas as já elencadas, não cabendo detalhamento em função da destinação deste trabalho.

A CATI conta com escritórios municipais (Casas da Agricultura) em praticamente todos os municípios paulistas. Elas são administradas por 40 Regionais, que dispõem de 25 Unidades Técnicas de Engenharia (UTES), as quais atendem toda a estrutura nas áreas de Conservação do Solo e Engenharia Rural. Cabe às UTES o desenvolvimento de protocolos pioneiros e específicos para o Controle de Voçorocas e Adequação de Estradas Rurais, copiado, hoje, por grande parte das instituições ligadas à área, em todo o País.

Dessa forma, o produtor rural pode contar com o suporte necessário para utilizar as práticas que melhor se adequem às especificações de cada propriedade. Para cada intervenção proposta, é feito um estudo com detalhamento das práticas conservacionistas, visando à obtenção do máximo rendimento com o mínimo de impacto ao meio ambiente – Modelo de planejamento executado para o município de Quintana – CATI Regional Marília (Figura 6).

O produtor pode contar, ainda, com o apoio dos técnicos da CATI para o preenchimento adequado da matriz para enquadramento da sua propriedade (ANEXO), no sentido de possibilitar a visualização da mesma sob o aspecto da conservação do solo e a indicação de tecnologias que venham a conferir sustentabilidade e maiores lucros ao sistema.

ATENÇÃO: Para Iniciar o Questionário Obrigatoriamente Selecione as Explorações Existentes na Propriedade.

TECNOLOGIAS E ESTRATÉGIAS CONSERVACIONISTAS CONSIDERADAS	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	CULTURAS ANUAIS OU TEMPORÁRIAS	CULTURAS PERENES	PASTAGENS	REFLORESTAMENTO ECONÔMICO	REFLORESTAMENTO CONSERVACIONISTA
Adequação à classe de capacidade de uso	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Análise de Solo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Gessagem	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Calagem	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Adubação Mineral	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Adubação Orgânica	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Rotação de culturas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Adubação verde	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Consortação de culturas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Cultivo mínimo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sistema de Plantio Direto	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ILP / ILPF	<input type="checkbox"/>				
Faixa de retenção	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Cultura em faixas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Carreadores vegetados	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Uso de variedade/espécie adequada	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Stand adequado	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Adequação da época de plantio	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Preparo de solo em nível	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Plantio em nível	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Cultivos em nível	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Enleiramento em nível	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Embiçamento	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Cordões em contorno	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Terraceamento	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Caixa de retenção / captação	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Canais escoadouros	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Canais divergentes	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Adequação de estradas rurais	<input type="checkbox"/>				
Divisão de pastagem	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Distribuição racional de água e sal nos pastos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Açudagem	<input type="checkbox"/>				
Abastecedouros comunitários	<input type="checkbox"/>				
Uso adequado de defensivos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ceifa de mato	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ocorre erosão aparente ?	Sim <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/>				
Caso ocorra erosão aparente, esta sendo controlada ?	Sim <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/>				

Legenda: Atende Atende parcialmente Não atende

Resultado apurado segundo o preenchimento desta tabela: 0.00

Figura 7 – Matriz “Tecnologias e Estratégias Conservacionistas” (planilha eletrônica)
Disponível em: www.cati.sp.gov.br/site/tec_cons.php

A figura da matriz inserida no texto tem apenas o objetivo de possibilitar a visualização dos quesitos levados em conta para efeito de enquadramento, entretanto não deve ser utilizada, em função, justamente, da ponderação das diferentes práticas, de acordo com o uso da propriedade. A mesma encontra-se disponível em www.cati.sp.gov.br/site/tec_cons.php, no formato de planilha eletrônica, onde poderá ser obtido o resultado direto para efeito de enquadramento em diferentes níveis conceituais:

- **VERMELHO** – situação extremamente crítica, necessitando urgentemente de ações pontuais e sistêmicas, visando à melhoria imediata, sob pena de inviabilizar a produção sustentável no curto prazo;
- **AMARELO** – situação de média criticidade, necessitando portanto de ações para incorporação de tecnologias disponíveis, com vistas a alcançar nível de excelência;
- **VERDE** – situação ideal, com avaliação adequada por ter alcançado o nível de excelência almejado, com vistas à preservação e conservação dos recursos naturais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. Conservação do Solo. São Paulo. Editora Ícone, 1990.

CATI/SAA, Revista Casa da Agricultura, ano 16 n.º 4, out. a dez. 2013.

LOMBARDI NETO, F. & DRUGOWICH, M.I., coordenadores, Manual Técnico de Manejo e Conservação do Solo e Água, vol. 38, 39, 40, 41 e 42. Campinas, CATI, 1994.



Editado pelo Centro de Comunicação Rural (CECOR) - SAA/CATI
Av. Brasil, 2.340 - CEP 13070-178 - Caixa Postal 960 - CEP 13001-970 - Campinas, SP, Brasil
Telefax: (19) 3743-3858 - Site: www.cati.sp.gov.br

