



O PARANÁ EM DEBATE

AGENDA PARLAMENTAR
CREA-PR



MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA

Desenvolvimento Rural

SÉRIE DE CADERNOS TÉCNICOS

MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA

ENGENHEIRO AGRÔNOMO OROMAR JOÃO BERTOL

ENGENHEIRO AGRÔNOMO MANOEL LUIZ DE AZEVEDO

ENGENHEIRO AGRÔNOMO ÊNIO ANTÔNIO BRAGAGNOLO

ENGENHEIRO AGRÔNOMO ANTÔNIO BODNAR

EXPEDIENTE

Gestão 2018-2020

Presidente: Engenheiro Civil Ricardo Rocha de Oliveira

Diretoria 2020

1º Vice-presidente: Eng. Agr. Osvaldo Danhoni

1º Diretor Administrativo: Eng. Civ. José Carlos Dias Lopes da Conceição

2º Diretor Administrativo: Eng. Eletric. Marco Antonio Ferreira Finocchio

1ª Diretora Secretária: Eng. Agr. Adriana Baumel

2º Diretor Secretário: Eng. Mec. Carlos Alberto Bueno Rego

3º Diretor Secretário: Eng. Civ. Rafael Fontes Moretto

1º Diretor-Financeiro: Eng. Civ. Gerson Luiz Carneiro

2º Diretor-Financeiro: Eng. Eletric. Gilson Branco Garcia

Jornalista Responsável: Patrícia Coen Gianninni- DRT/SP 3137

Diagramação: Camila Gaspar Duarte

Revisão: Débora Pereira – DRT/PR 5476

Crea-PR

Rua Dr. Zamenhof, 35, Alto da Glória, Curitiba-PR, CEP 80030-320

Central de Informações 0800 041 0067

www.crea-pr.org.br

facebook.com/creapr

twitter.com/crea_pr

instagram.com/crea.pr

Assessoria de Comunicação Social

(41) 3350-6922 / 3350-6934 / 3350-6877

E-mail: comunicacao@crea-pr.org.br

APRESENTAÇÃO

A missão do Crea-PR é valorizar as profissões das Engenharias, da Agronomia e das Geociências, e seu exercício ético. Para isso, todas as ações realizadas incluem os valores do Conselho: ética, foco em resultados, compromisso com a excelência, gestão participativa, interesse público, respeito, desenvolvimento e valorização das pessoas.

Por esses princípios o Crea-PR procura contribuir, orientar e auxiliar a sociedade em geral em temas importantes e relevantes que tenham relação com as profissões regulamentadas pelo Conselho. As publicações temáticas, que integram o Programa da Agenda Parlamentar do Crea-PR, são apresentadas em forma de Cadernos Técnicos, desenvolvidos por profissionais ligados a Entidades de Classe e Instituições de Ensino de todo o estado. A Agenda Parlamentar é um Programa de contribuição à gestão pública na formulação e implementação de políticas públicas municipais, regionais e estaduais, desenvolvida por meio da parceria do Crea-PR com as Entidades de Classe e Instituições de Ensino das áreas das Engenharias, Agronomia e Geociências do Paraná.

Os Cadernos Técnicos oferecem uma visão técnica da situação real e da legislação vigente, que pode ser utilizada como material de apoio a órgãos da administração pública com o objetivo final de melhorar a qualidade de vida da população.

Aproveitamos a oportunidade para colocar o Crea-PR e suas Entidades de Classe vinculadas à disposição dos gestores públicos no auxílio e assessoramento técnico necessário para a implantação das soluções apresentadas neste Caderno Técnico.

Boa leitura!

Eng. Civ. Ricardo Rocha de Oliveira
Presidente do Crea-PR

SUMÁRIO

06

01
Objetivo

06

02
Justificativa

07

03
Probelmas e demanadas

13

04
Conceituação e
proposições técnicas

19

05
Fundamentação Legal

20

06
Estrategia de
Implementação Para as
Prefeituras

22

07
Casos de Sucesso

22

08
Considerações Finais

24

09
Referências

01

OBJETIVO

Este documento tem por objetivo evidenciar as principais causas da degradação do solo e da água no Paraná e apontar ações para o correto manejo e conservação destes recursos, considerados os mais importantes no patrimônio natural do Estado. Busca-se assim, contribuir para que os processos produtivos desenvolvidos no território paranaense que se sustentam na exploração da água e do solo sejam socialmente, ambientalmente e economicamente sustentáveis.

Obs. As atividades agrícolas que normalmente demandam os recursos solo e a água de forma mais intensiva e que em consequência mais expõem estes recursos naturais à degradação, ocupam uma área em torno de 7.500.000 de ha, aproximadamente um terço (1/3) do território paranaense. Face a isto, este documento tratará com mais detalhes da degradação dos solos e da água nestas áreas, as principais causas da degradação e as medidas mais apropriadas para a recuperação e conservação destes recursos naturais.

02

JUSTIFICATIVA

O solo proporciona inúmeros serviços à sociedade. Considerando apenas as atividades agrícolas ele garante, por exemplo, segurança alimentar via produção de alimentos, tanto de origem vegetal quanto animal e possibilita a produção de fibras, madeira, combustível. O solo contribui também para a regularização do clima, via retenção de carbono e na sua relação natural com a água, tem a função de receber, infiltrar, filtrar e armazenar a água. Pode-se afirmar, portanto, que o solo é imprescindível para o bem estar e a qualidade de vida do homem e para a sobrevivência de todos os seres vivos. No entanto, cresce na sociedade a consciência de que o solo é um recurso degradável, limitado e finito, sob condições de uso e manejos inadequados.

Em relação a água, aumenta a cada dia na sociedade, a consciência da importância deste recurso como instrumento para seu desenvolvimento e sustentabilidade. Além de ser o solvente universal é o principal suporte à vida e tem sido, de forma crescente, fundamental para atividades econômicas importantes como irrigação, criação de animais, geração de energia, processos industriais, navegação, higiene e lazer.

A importância econômica da água foi evidenciada na edição de 2016 do Relatório Mundial das Nações Unidas para o Desenvolvimento de Recursos Hídricos, o qual informa que três quartos dos empregos no mundo dependem da água. Segundo o relatório, os vários usos da água são um fator-chave para a criação de empregos, tanto os diretamente relacionados à gestão desse recurso, quanto aqueles em setores econômicos que fazem uso intensivo de recursos hídricos, como a agricultura, a pesca, a energia, a indústria e a saúde. O relatório destaca os inúmeros estudos que mostram a correlação positiva entre o investimento no setor hídrico e o crescimento econômico e evidencia o papel decisivo da água na transição para uma economia verde. Chama também a atenção para o problema que a escassez do recurso hídrico pode trazer para o crescimento econômico nos próximos anos.

03

PROBLEMAS E DEMANDAS

3 PROBLEMAS E DEMANDAS

3.1 Erodibilidade dos solos e erosividade das cuvas

O Paraná apresenta uma grande variabilidade de solo. Segundo o levantamento de reconhecimento dos solos realizado no Estado (EMBRAPA, 2008), no território paranaense ocorrem 224 unidades de solo em 20 diferentes classes de solo (Figura 2). Estes solos se diferenciam, em maior ou menor grau, em fatores tais como textura, estrutura, estabilidade dos agregados na presença da água, profundidade, saturação de elementos minerais, capacidade de infiltrar e de reter água, ocorrência de gradiente textural, presença ou não de pedras e falta ou excesso de água. Devido a estas diferenças, os solos se distinguem, por exemplo, quanto às possibilidades de serem utilizados para as explorações agrícolas ou de serem submetidos à mecanização.

Outra distinção importante entre dos solos que ocorrem no Paraná é quanto a erodibilidade, ou seja, a suscetibilidade, em condições naturais, de ser degradação por erosão hídrica. Enquanto alguns solos apresentam baixa erodibilidade, outros possuem elevada suscetibilidade à erosão. Um solo é considerado de alta erodibilidade, quando possui uma condição de baixa infiltração combinada com uma baixa estabilidade dos agregados na presença de água. É necessário considerar ainda que mesmo os solos que apresentam baixa suscetibilidade à erosão, quando manejados inadequadamente e sem que recebam práticas conservacionistas adequadas, podem ser degradadas severamente por erosão hídrica.

O Estado do Paraná possui ainda diferenças expressivas quanto a erosividade das chuvas que incidem sobre o seu território. A erosividade pode ser considerada como sendo a capacidade potencial das chuvas em causar erosão. Conforme Valtrik et al. (2015), do ponto de vista da distribuição geográfica, os valores mais elevados de erosividade ocorrem nos extremos do Estado (Regiões Oeste, Sudoeste e Litoral) e os de menor valor se situam nas regiões

Em que pese a sua importância, menos de 0,5% do total da água doce encontra-se em locais de fácil acesso para o homem, como nascentes, rios, lagos e aquíferos. Em razão do reduzido percentual de água disponível e da degradação que vem sofrendo, eleva-se na sociedade o entendimento que este recurso, a semelhança do solo, não é infinito e que a sua disponibilidade pode ficar ainda mais restrita não apenas pela quantidade, mas também pela qualidade.

A água movimenta-se constantemente dentro dos diferentes ecossistemas, formando um ciclo natural, o ciclo hidrológico e neste movimento percorre diferentes ambientes. Quando ocorrem perturbações nesse ciclo, a água poderá se ausentar parcial ou totalmente dos locais mais acessíveis ao homem e passar a residir em locais menos acessíveis causando, assim, escassez para um determinado uso e local.

Pode-se dizer que a partir da precipitação da água da chuva sobre o solo, ocorre o empobrecimento tanto do solo quanto da água, quando não manejados adequadamente. O agente principal do empobrecimento é a erosão hídrica, que tem se constituído no mais importante mecanismo de remoção de sedimentos (solo, resíduos orgânicos) elementos minerais e agrotóxicos (herbicidas, inseticidas, fungicidas) e transporte para os mananciais d'água (nascentes, rios, lagos, represas), com o conseqüente assoreamento destes mananciais.

Assim, a qualidade das águas dos mananciais sempre reflete o que está ocorrendo no ambiente, e a forma como os solos estão sendo tratados. Dado as condições que os recursos hídricos dos mananciais d'água das diferentes regiões do Paraná apresentam atualmente, pode-se afirmar que está havendo uma degradação acentuada e generalizada dos solos em todas essas regiões

Dado a importância dos recursos naturais água e solo para a sociedade paranaense e a degradação que estes recursos vem sofrendo, justifica-se a necessidade de identificar as causas que estão promovendo esta degradação e, com base nas causas, indicar as medidas adequadas para recuperar e conservar estes recursos.

centrais. Já em relação a distribuição no tempo, ou seja, durante o ano, segundo ainda Valtrik et al. (2015), as chuvas são mais erosivas nos meses de outubro e janeiro, porém os valores começam a se elevar a partir de setembro e permanecem mais elevados em relação aos demais meses do ano, até fevereiro.

A erosividade das chuvas no Paraná pode ser considerada elevada, independente da região e da época do ano. Tal condição poderia ser visto como um problema em potencial para a preservação do solo e da água do Estado. Todavia, considerando a importância da água para a sociedade e para a agricultura em particular, conforme já enfatizado, torna-se importante adotar medidas que consigam controlar a capacidade das chuvas causarem erosão e ao mesmo tempo possibilitem a água permanecer nos sistemas em que as chuvas se precipitam. Em assim procedendo, tem-se a possibilidade de ao mesmo tempo, superar um problema – os danos que possam advir da elevada erosividade das chuvas – e obter um benefício importante que é evitar que os sistemas percam água. Deve ser enfatizado ainda que no emprego de medidas para o controle da erosividade das chuvas, seja considerado a erodibilidade dos solos e os períodos do ano nos quais as chuvas são mais erosivas.

3.2 Histórico do manejo e conservação dos solos e da água no Paraná

O estado do Paraná, há quatro décadas, vem desenvolvendo esforços para conter a degradação do solo e da água, especialmente a degradação decorrente da erosão hídrica. Para tanto, durante este período, conduziu 10 programas de governo, sendo que em quatro deles, parte dos recursos aplicados foram de fonte internacional e os seis outros programas foram desenvolvidos com recursos exclusivos do Estado. As primeiras iniciativas ocorreram no início nos anos 70, em razão dos graves danos que a erosão estava causando aos solos, estradas, bueiros, pontes e mananciais d'água, com reflexos também no meio urbano. No entanto, o desconhecimento da ação e dos efeitos no solo de cada fase deste fenômeno, bem como das medidas mais adequadas para neutralizá-las, fez com que as iniciativas não tivessem o êxito esperado. Pode-se dizer que

as medidas adotadas se destinavam a controlar mais os efeitos do que as causas. Os resultados insatisfatórios decorreram do uso, quase sempre, de uma única prática conservacionista, no caso o terraceamento. Tendo em vista que esta prática tem como principal função seccionar a encosta, ela é capaz de controlar apenas as fases de transporte e de deposição, pois atua na detenção do escoamento superficial e no armazenamento do escoamento superficial. Embora controle a desagregação ocasionada pela energia cisalhante do escoamento superficial, não tem efeito sobre a desagregação provocado pela gota da chuva. Contribuíram, portanto, para os resultados insatisfatórios o entendimento errôneo de que uma prática de combate à erosão isoladamente, no caso o terraceamento, era suficiente para controlar as perdas de solo. Outros fatores também contribuíram para os resultados indesejáveis, como por exemplo, a ocupação de áreas com atividades agrícolas sem aptidão para essa finalidade e a influência de processos erosivos sobre as propriedades conservadas, vindos de outras propriedades e estradas, normalmente situadas a montante.

No início da década de 80, em razão do relativo insucesso das iniciativas anteriores, surgiram programas de controle da erosão, nos quais foram empregadas algumas estratégias inovadoras que se mostraram eficientes para o controle da erosão hídrica:

- Concentração de esforços em pequenas bacias hidrográficas, denominada de “microbacias”. Esta estratégia facilitou a integração entre as propriedades rurais, por meio da aplicação das práticas de controle da erosão hídrica. Além disso, a adoção da microbacia como unidade de trabalho despertou a consciência para a conservação da água, uma vez que por definição, a microbacia é um espaço geográfico delimitado pelos divisores de água e tendo no seu interior um curso de água;
- Integração de instituições de assistência técnica, Instituições de pesquisa, associações de profissionais ligados a agricultura (Associação dos Engenheiros Agrônomos e Associação dos Técnicos Agropecuários), instituições que representam os agricultores (sindicatos e cooperativas), instituições ligadas ao uso da água (COPEL, SANEPAR);

- Integração de práticas conservacionistas, via a integração do terraceamento nas lavouras com as estradas rurais e com a execução das operações agrícolas em nível, a recuperação da fertilidade do solo através da calagem e a redução dos níveis de compactação do solo por meio do uso da rotação de culturas e da adubação verde.

As iniciativas tiveram um êxito expressivo não apenas na contenção da erosão, mas também na elevação da capacidade produtiva dos solos, obtida pela melhoria das condições químicas, físicas e biológicas (Figura 5). O êxito expressivo obtido decorreu, ao menos em parte, do fato de as ações empregadas terem atuado sobre todas as fases da erosão. Segundo Merten et al. (2001), o fenômeno da erosão hídrica do solo, como processo, pode ser dividido em três fases distintas: individualização das partículas que formam os agregados do solo pela ação do impacto da gota de chuva (fase de desagregação); transporte do material desagregado, por meio do escoamento superficial que se forma quando o volume de chuva precipitado supera a capacidade de o solo infiltrar água (fase de transporte), sendo que nesta fase também poderá ocorrer desagregação e transporte de solo, caso o escoamento superficial seja capaz de promover cisalhamento; deposição do material transportado, que ocorre quando a capacidade do escoamento transportar é superada pela massa de sedimentos que está sendo transportada (fase de deposição). As fases da erosão, embora distintas quanto a forma de agir, podem ocorrer concomitantemente.

Ainda na década de 80, o sistema de plantio direto (SPD) ganhou um impulso muito grande, chegando a cobrir cerca de 70% da área sob cultivo anual, segundo dados internos da EMATER-PR. Este sistema se caracteriza pelo aumento na concentração dos nutrientes na camada inicial do solo devido ao uso crescente de adubos e corretivos, bem como pelo emprego de dejetos de animais como fonte de nutrientes para as culturas, muitas vezes aplicados em superfície. Outra característica do SPD é a não redução das perdas de água com a mesma eficiência com que reduz as perdas de solo. Assim, as perdas de água, neste sistema, continuam elevadas.

3.3 Causas e consequências da erosão hídrica.

Nos últimos anos difundiu-se a ideia de que o SPD teria a capacidade de controlar a erosão, decorrente do entendimento equivocado de que esse sistema, por si só, é capaz de impedir a formação do escoamento superficial sob qualquer condição e, portanto, controlar as perdas de água e solo. Assim, julgou-se dispensável a necessidade de outras práticas como o terraceamento, o plantio em nível e a adequação de estradas sob critérios conservacionistas.

Em razão disso, passou-se a observar um incremento expressivo do processo erosivo nas diferentes regiões do Paraná, inclusive na forma de sulcos e até mesmo de voçorocas, decorrente da retirada crescente dos terraços sem critérios técnicos em lavouras que adotaram o SPD (Figura 6). Esse procedimento contraria os preceitos conservacionistas, uma vez que o SPD é sabidamente eficiente no controle da fase de desagregação do solo pelo efeito do impacto da gota de chuva, em razão da proteção que a resteva oferece a este efeito, no entanto, é menos eficiência no controle das fases de transporte e deposição do solo. Portanto, o emprego unicamente do SPD como estratégia para o controle da erosão hídrica, além de contrariar os esforços empreendidos nas ações de pesquisa e assistência técnica e que contribuíram para uma melhoria ambiental considerável, tem favorecido o processo de erosão.

Por sua vez, a alta concentração de elementos minerais na superfície do solo proporcionada pelo SPD, conforme já citado, favorece as perdas, uma vez que na superfície esses elementos são facilmente transportados, dissolvidos na água do escoamento ou particulados nos sedimentos transportados. O fato de o escoamento superficial que sai das lavouras apresentar baixa turbidez, dá a falsa ideia de que não ocorre perdas. No entanto, Estudos mostram que no SPD as perdas de nutrientes também se dão através do transporte das frações de menor tamanho (matéria orgânica e argilas), ricas em elementos minerais. Portanto, o fato de as perdas de solo no SPD não serem elevadas não significa que não devam ser consideradas, uma vez que as frações menores, especialmente as

de natureza orgânica, além de serem ricas em nutrientes, são também importantes na retenção de umidade e no solo.

O solo e os nutrientes que saem das lavouras através do escoamento superficial normalmente são depositados em represas e rios e ocasionam a eutrofização das águas que, por consequência, promove a proliferação excessiva de organismos aquáticos, principalmente algas. Um dos principais efeitos desta proliferação é a redução da taxa de O₂ dissolvido na água e até mesmo a sua completa ausência, o que prejudica todas as demais formas de vida aquática, podendo levá-la à extinção. Dever ser ressaltado ainda que certas algas geram toxinas que interferem no tratamento das águas e causam problemas para a saúde.

Um fator que tem contribuído expressivamente para o retorno do processo erosivo em nosso Estado, especialmente nas áreas de lavoura, é a execução das operações com máquinas no mesmo sentido da declividade das encostas (morro abaixo), sobretudo a operação de plantio. Este procedimento acaba por orientar o escoamento superficial pela linha de plantio, favorecendo, assim, a formação de sulcos de erosão. A execução das operações com máquinas no sentido morro abaixo tem sido responsável, aos menos em parte, pelo retorno da erosão hídrica, a qual está cada vez mais presente na paisagem das lavouras em nosso Estado.

Outra causa importante de perda de água e solo é a redução da capacidade do solo infiltrar água, devido basicamente ao encrostamento da superfície do solo e, de percolar a água infiltrada, em razão da deformação da estrutura do solo na subsuperfície (compactação).

O encrostamento superficial decorre da dispersão, pelo impacto da gota de chuva, das partículas que formam os agregados do solo, e do subsequente rearranjo destas partículas, formando uma crosta com reduzida porosidade, o que provoca o selamento da superfície do solo. Isto reduz drasticamente a capacidade do solo infiltrar água, criando condições para o aumento do escoamento superficial, o que potencializa o processo erosivo. Uma das principais causas de formação de crosta superficial é a ausência de

cobertura do solo, um dos princípios básicos do SPD.

A compactação do solo ocorre em uma camada com espessura aproximada de 15 cm, situada normalmente entre 10 e 25 cm de profundidade e se caracteriza por apresentar redução na sua porosidade total, em especial na macroporosidade, principal responsável pela percolação da água que infiltra no solo. A compactação é ocasionada, basicamente por três fatores: a) peso e potência das máquinas utilizadas nas operações agrícolas. O aumento crescente no tamanho e na potência das máquinas que vem sendo utilizadas pelos agricultores, têm sido um dos fatores de aumento dos níveis de compactação dos solos, inclusive alcançando valores críticos em algumas lavouras; b) realização de operações agrícolas (semeadura, pulverização, colheita) em condições de solo com umidade elevada, o que potencializa o efeito compactador das máquinas; c) redução dos níveis de matéria orgânica no solo. A matéria orgânica aumenta a agregação do solo melhorando as características mecânicas do solo e a estabilidade de agregados (Fattet et al., 2011), com reflexos positivos na capacidade dos agregados do solo resistirem a compactação.

As restrições impostas para a água infiltrar devido ao encrostamento superficial e de percolar, em razão da compactação, além de favorecer a erosão, reduz a possibilidade de o solo cumprir uma das suas principais funções que é armazenar água. A presença de camada compactada também impõe restrições ao desenvolvimento radicular das culturas, principalmente em condições de déficit hídrico, o que ocasiona prejuízos à produção. Franchini et al. (2009), estudando os níveis de compactação em um solo cultivado com milho safrinha em sucessão com soja, sem rotação de culturas, e com baixos teores de matéria orgânica, identificaram camada compactada dos 10 aos 25 centímetros de profundidade a qual apresentou resistência a penetração da ordem de 5,5 Mega Pascal (MPa). Segundo os autores, para os níveis de matéria orgânica do solo estudado, a resistência a penetração de 2,5 MPa já impõe restrições ao desenvolvimento radícula da cultura da soja.

Estudos realizados por Volk (2006) em solo com camada compactada sob o SPD, mostraram que a infiltração da água no solo pode ser de apenas 30%. Isso significa que numa chuva de 64 mm, 45 mm serão perdidos por escoamento superficial. Segundo o autor, esse valor corresponde a quantidade de água consumida por uma lavoura de soja em florescimento pleno durante um período aproximado de uma semana. Considerando estes dados e assumindo que das chuvas ocorridas no Paraná no ano de 2015, apenas 5 (cinco) delas atingiram 64 mm, conclui-se que neste período, numa área de um hectare ocorreram perdas de 2.250.000 litros de água. Além disto, considerando que as chuvas removeram uma camada de apenas um centímetro de solo, nesta mesma área houve a perda 10.000 kg de solo. Além das perdas de solo e água, é necessário considerar ainda que quando há perda de água, ocorrem outras perdas, também importantes, já amplamente demonstradas pela pesquisa, como as perdas de nutrientes (nitrogênio, fósforo potássio cálcio, magnésio).

Um componente da paisagem rural intensamente afetado pelo fenômeno da erosão hídrica e que por sua vez interfere na dinâmica deste fenômeno, é a estrada rural. A natural compactação do leito das estradas faz com que gere escoamento superficial em grandes volumes, de tal forma que as estradas tem se constituído em um importante agente de erosão nas lavouras adjacentes e fonte dos sedimentos que chegam aos rios e represas (Figura 12). É necessário salientar ainda que em muitos locais do Estado, as rodovias pavimentadas tem se tornado a causa de erosões graves em lavouras. Por outro lado, quando as áreas adjacentes às estradas não possuem práticas de controle da erosão, acabam igualmente gerando escoamento superficial e, assim, se tornam agentes de degradação das estradas.

Uma das mais graves consequências da erosão hídrica é a degradação dos recursos hídricos por agrotóxicos e fertilizantes aplicados nas lavouras, os quais acabam sendo transportados para os mananciais d'água pelo escoamento superficial. Os agrotóxicos vêm sendo utilizados de forma crescente e em grandes volumes nas lavouras paranaenses. Dados internos da EMATER mostram que apenas numa microbacia

do município de Arapongas, com área de lavoura de 8.000 hectares, foram aplicados um total de 104.044 litros de agrotóxico nas culturas de outono e inverno de 2015 (trigo e milho safrinha) e na cultura de primavera e verão de 2016 (soja), equivalendo a um montante por hectare de 13 litros. Deste volume, considera-se que grande parte alcançou o solo, por aplicação direta ou após ter sido aplicado nas culturas. Considera-se ainda que em torno de 50% destes agrotóxicos são bastante agressivos ao meio ambiente. Por outro lado, a aplicação de um grande volume de agrotóxicos gera, inevitavelmente, uma grande quantidade de embalagens as quais, quando não armazenadas de forma adequada, tem se constituído em fonte de contaminação ambiental.

3.4 Experiências adquiridas

Os vários programas de manejo e conservação dos solos e da água desenvolvidos pelo Paraná, proporcionaram experiências importantes, algumas delas apresentadas a seguir, para a concepção e aplicação de programas conservacionistas no território paranaense (Paraná, 2015):

- As ações de manejo e conservação do solo e da água devem ter caráter sistêmico, para que as atividades agrícolas tenham sustentabilidade. O caráter sistêmico aqui considerado se refere a aplicação de um conjunto de práticas conservacionistas de forma integrada, a integração dos espaços geográfico objeto da intervenção e a atuação das instituições que aplicam as ações conservacionistas;
- A microbacia é a unidade territorial ideal para o planejamento e o desenvolvimento de ações ambientais (Figura 14). A atuação em microbacias proporciona benefícios importantes tais como: favorece a integração entre essas práticas conservacionistas e a integração entre as áreas de exploração, o que aumenta a eficácia no controle da erosão hídrica; eleva o nível de organização coletiva das famílias moradoras da microbacia por favorecer a integração entre elas; aumenta a eficácia das instituições envolvidas nas ações de recuperação ambiental da microbacia, uma vez que facilita a integração e a somatória de esforços entre instituições; diminui os conflitos ambientais entre os espaços urbano e rural, tendo em vista que facilita a

integração entre esses espaços. Em razão de a microbacia ter se mostrado a unidade territorial mais apropriada e que mais se ajusta às ações de recuperação ambiental, o Paraná dividiu seu território em microbacias, com tamanho médio de 3.500 hectares, através de metodologia da otocodificação, a qual se baseia na hierarquização das bacias hidrográficas, segundo sua área de contribuição exclusiva;

- Os programas conservacionistas devem ser implementados de forma descentralizada e participativa, uma vez que a participação das comunidades e da sociedade local facilita planejar e executar ações.

- O conhecimento deve ser a base da ação, porém adequada a realidade local e as características culturais, socioeconômicas e financeiras dos agricultores. Para tanto devem ser conduzidos trabalhos de pesquisa, disponibilizando-os em diferentes formas de acesso para o atendimento às necessidades, principalmente dos profissionais que atuam junto aos agricultores, mas também dos próprios agricultores. É necessário também, criar condições para que as boas experiências obtidas por agricultores e profissionais que atuam na assistência técnica e na extensão rural possam ser registradas e propagadas através de meios adequados.

- Os incentivos financeiros são importantes para apoiar mudanças, mas não devem ter seu repasse tratado como um fim. Devem ser vistos como complemento ao apoio de outros entes, especialmente dos produtores rurais.

- Os instrumentos legais são importantes, porém devem ser adotados de maneira a serem compreendidos pela população e de forma complementar as ações de organização e incentivo, em especial no convencimento de produtores mais resistentes a adoção de práticas conservacionistas.

- Deve haver estrutura pública e privada disponível e qualificada para prestar os serviços conservacionistas, desde o planejamento das ações até a execução. De outra forma, os programas podem tornar-se de pouca efetividade. A aglutinação de parceiros estratégicos, em adição aos executores, ao longo do programa, fortalece sua implementação e complementa

lacunas institucionais.

- Medidas devem ser adotadas para evitar o fracasso do programa após o seu término. Dentre estas medidas merecem destaque a consolidação na sociedade do conceito de sustentabilidade – nos enfoques ambiental, social e econômica – e a necessidade de conceber programa de estado ao invés de programa de governo.

- O monitoramento e avaliação, através de tecnologias modernas devem ser adotados em todas as instâncias de coordenação para antever barreiras na execução das ações planejadas.

- A aptidão agrícola do solo necessita ser respeitada, uma vez que o seu descumprimento, principalmente numa condição de superutilização, se constitui em um dos principais fatores de degradação ambiental. Além disto, um solo explorado em desacordo com a sua aptidão, tem baixa capacidade de resposta aos recursos nele aplicados. O conceito de aptidão do solo também deve ser estendido para o fator água. Áreas sem aptidão para explorações agrícolas, podem oferecer uma contribuição expressiva para os recursos hídricos, nos aspectos quantidade e qualidade.



CONCEITUAÇÃO E PROPOSIÇÕES TÉCNICAS

As diversas lições aprendidas, as informações disponibilizadas pela pesquisa e as boas experiências obtidas por profissionais que atuam junto aos produtores e pelos próprios produtores, permitem estabelecer estratégias técnicas para o controle da erosão hídrica de forma adequada e em todas as suas fases, ou seja: desagregação do solo provocada pela chuva ou pelo cisalhamento do escoamento superficial (1ª fase); transporte de sedimentos pelo escoamento superficial (2ª fase); deposição dos sedimentos transportados (3ª fase). Estas estratégias deverão ser concebidas com o propósito de garantir também a eficácia de todos os processos produtivos conduzidas pelos agricultores rurais, face a necessidade de dar sustentabilidade econômica a eles. Para tanto, as ações planejadas deverão ter um enfoque sistêmico e adotadas pelos agricultores, não apenas individualmente, mas também coletivamente.

Considerando a necessidade do enfoque sistêmico, ou seja, a integração entre ações conservacionistas e ações voltadas aos processos produtivos, a integração de todos os espaços geográficos – inclusive o urbano com o rural - e, ainda, a necessidade de desenvolver ações tanto individuais quanto coletivas, o manejo e conservação do solo e água deve ser conduzido por meio de um conjunto de práticas de melhoria das condições químicas, físicas e biológicas do solo, associadas a um conjunto de práticas de controle do escoamento superficial.

4.1 Práticas de melhoria das condições físicas, químicas e biológicas do solo

Manter e melhorar as condições físicas, químicas e biológicas do solo é reconhecidamente importante para a o bom desenvolvimento das plantas. Por sua vez, são suficientemente conhecidos os efeitos benéficos do bom desenvolvimento das plantas sobre a conservação do solo e da água, por meio da proteção da superfície do solo pelos resíduos e

dos bons efeitos das raízes no interior do solo. A rotação de culturas, conforme descrito a seguir, tem se constituído na alternativa mais adequada para obter estes resultados.

4.1.1 Rotação de culturas

A rotação de culturas consiste em não cultivar em uma mesma área, a mesma cultura, pelo menos num período de seis safras. Além de contribuir para a redução da incidência de pragas e doenças e de auxiliar no controle de plantas invasoras, melhora a biodiversidade no solo, com benefícios especialmente para as condições físicas, químicas e biológicas do solo. A variação de espécies vegetais e, portanto, de sistemas radiculares, que a rotação de culturas promove, favorece a produção de massa vegetal nas plantas, tanto na parte aérea quanto no sistema radicular. A massa de resíduos vegetais representada pela parte aérea das plantas e pelas raízes, ao permanecer sobre o solo (parte aérea) e dentro do solo (raízes), contribui para a melhoria dos níveis de carbono nestes ambientes, o que proporciona os benefícios ao solo, largamente conhecidos.

Os resíduos vegetais quando mantidos sobre a superfície do solo (Figura 15) são capazes de proporcionar ainda outros benefícios, dentre eles: a) dissipação da energia do impacto da chuva sobre a superfície do solo, considerada a medida mais importante na redução da erosão hídrica. Este benefício diminui a obstrução da porosidade pelas partículas de solo desagregadas, garantindo assim a boa infiltração da água no solo; b) diminuição da velocidade de deslocamento do escoamento superficial, uma vez que, na superfície, a resteva se constitui em rugosidade, a qual aumenta a capacidade de retenção da água, reduz a velocidade do escoamento superficial e, em consequência, favorece a infiltração da água no solo; c) elevação do nível de carbono na superfície do solo com consequente resistência do solo à desagregação, tendo em vista a relação direta entre percentual de carbono no solo e estabilidade dos agregados na presença da água; d) redução da temperatura na superfície do solo.

Sistemas de culturas em rotação, cobertura permanente do solo por plantas vivas ou mortas e mobilização mínima do solo são os principais

componentes do SPD (Franchini ET al., 2009). Assim, o SPD é reconhecidamente uma das melhores alternativas para promover boas condições físicas, químicas e biológicas do solo.

4.1.2 Integração lavoura pecuária floresta

Sistemas integrados de produção, representados pela integração entre lavoura, pecuária e floresta, ou pela combinação entre dois desses três componentes (integração entre lavoura e floresta, integração entre pecuária e floresta, integração entre lavoura e pecuária), tem se constituído em medida de extrema importância para a conservação do solo e da água. A entrada de árvores neste sistema de produção possibilita elevar os níveis de carbono na superfície e no interior do solo e, assim, aumentar a capacidade do solo infiltrar e estocar água devido à melhoria da porosidade. Além de contribuir para a conservação da água e do solo, este sistema possibilita melhorar a renda e o equilíbrio financeiro das propriedades rurais. A integração lavoura pecuária floresta possibilita também a recuperação de áreas degradadas, mesmo em nível acentuado de degradação.

4.1.3 Eliminação de camada de solo compactada

Apresença de uma camada compactada no interior de solo deve ser eliminada preferencialmente através de rotação de culturas, devido aos benefícios que esta prática traz, especialmente aos atributos físicos, químicos e biológicos do solo, conforme já mencionado. É importante que seja incluída na rotação de culturas, espécies que possuam sistemas radiculares com capacidade para superar o impedimento que a camada compactada oferece ao desenvolvimento das raízes. Espécies de crotalária, braquiária, aveia, nabo, milho quando utilizadas de acordo com as condições de clima e solo, têm se mostrado adequadas para promover a descompactação do solo.

A braquiária tem se destacar na melhoria da estrutura do solo, pois o sistema radicular abundante e agressivo desta espécie tem sido capaz de romper a camada compactada e melhorar a qualidade estrutural do solo, o que contribui para o aumento da taxa de infiltração

e armazenamento da água no solo (Franchini et al., 2009).

A braquiária tem sido utilizada em cultivo intercalar com o milho safrinha como uma medida eficiente para o fechamento da janela após a colheita do milho safrinha e antes do plantio da soja. Além de promover a descompactação do solo, este sistema tem proporcionado outros benefícios importantes dentre eles a inibição à germinação de plantas daninhas como o capim amargoso (*Digitaria insularis*) e a buva (*Conyza* sp).

Em uma situação em que a camada compactada apresenta elevada resistência à penetração e diante da necessidade de eliminá-la para, por exemplo, introduzir o SPD, a compactação poderá ser suprimida mecanicamente através de uma operação de escarificação. Esta prática, comparada com outras como a aração, traz a vantagem de promover um nível menor de desagregação do solo, e também de não inverter a camada de solo mobilizada. Isto mantém boa parte dos resíduos vegetais na superfície do solo e eleva o índice de rugosidade superficial, o que favorece o armazenamento da água no solo pela sua detenção na superfície. A escarificação também eleva a porosidade do solo, especialmente a macroporosidade, o que aumenta a infiltração da água no solo.

É necessário salientar que resultados de pesquisa tem mostrado que os benefícios obtidos pela descompactação mecânica podem ser perdidos em um curto espaço de tempo – um ano, por exemplo - quando as práticas que proporcionam a melhoria e manutenção da porosidade do solo, como cobertura do solo por resíduos e a rotação de culturas, não são incrementadas nas safras subsequentes à que foi realizada a escarificação.

4.2 Práticas de controle do escoamento superficial

As experiências acumuladas e os resultados de pesquisa indicam que a contenção do escoamento superficial é mais eficaz quando as práticas destinadas a este fim são aplicadas de forma integrada, dentro de uma concepção de “sistema de controle do escoamento superficial”. As práticas mais preconizadas deste sistema

são os terraços , a adequação das estradas rurais sob critérios conservacionistas, operações em nível, proteção das áreas de preservação permanente e manejo de pastagem.

4.2.1 Terraços

Os terraços são estruturas conservacionistas que têm a função principal de controlar a erosão hídrica, uma vez que se constituem em barreiras físicas distribuídas em espaços regulares nas encostas, seccionando-as. Ao quebrar a velocidade do escoamento superficial, o terraço promove o acúmulo da água no seu canal, possibilitando a infiltração e a retenção da água no solo. Portanto, ao conter o escoamento superficial, os terraços cumprem uma função importante na conservação do solo e da água .

Ao proporcionarem a conservação da água e do solo, os terraços também contribuem para a produtividade das culturas, especialmente em períodos de déficit hídrico. Levantamentos realizados no estado do Rio Grande do Sul no ano de 2005, mostraram que em um período de estiagem prolongada, áreas com SPD e terraceamento tiveram uma produção bem superior em relação às áreas vizinhas com SPD, porém sem terraceamento. Os bons resultados certamente foram proporcionados pelos terraços ao evitarem a perda de água no sistema, o que propicia os seguintes benefícios: a) infiltração e armazenamento da água no solo, possibilitando minimizar os efeitos da estiagem sobre a produção; b) redução das perdas de nutrientes do sistema, os quais permaneceram a disposição da cultura; c) maior umidade na camada superficial do solo proporcionado pela matéria orgânica que, ao não ser erodida, permaneceu no solo.

A função do terraço de conter o escoamento superficial, infiltrar e armazenar no solo a água que se acumulam no seu canal, proporciona um benefício importante à água, no aspecto qualidade. A água da chuva, ao se infiltrar no solo, tem a possibilidade de se beneficiar do potencial do solo de melhorar a qualidade da água, tendo em vista a reconhecida capacidade depuradora do solo. Um benefício importante proporcionado pelo terraço, ao contribuir para a manutenção da água no sistema solo, é o aumento no aporte de água aos mananciais de superfície (nascentes,

rios, lagos) e de sub-superfície, bem como na regularização da vazão destes mananciais. Experiências mostraram que houve aumentos consideráveis na vazão das nascentes e dos cursos de água em microbacias nas quais houve a implantação dos terraços. Outro benefício proporcionado pelos terraços é a orientação que eles proporcionam aos operadores de máquina para que executem o plantio em nível.

Para que os terraços não se constituam em impedimento às operações em nível (semeadura, aplicação de agrotóxicos, colheita), é recomendável dimensioná-los com vistas a facilitar ao trânsito das máquinas.

Portanto, os benefícios proporcionados pelos terraços na preservação ambiental, na produção das culturas, na proteção da água e “produção de água”, recomendam incluí-los na formulação de estratégias para o manejo e conservação da água e do solo.

4.2.2 Adequação das estradas rurais sob critérios conservacionistas

As estradas rurais, além de se constituírem em um meio de comunicação entre comunidades e pessoas desempenham um papel estratégico no desenvolvimento do meio rural, tendo crescido significativamente de importância nos últimos tempos. Isto se deve a um aumento no número de atividades desenvolvidas nas propriedades rurais baseadas em iniciativas como a produção de leite, aves, suínos peixes e produtos hortigranjeiros, as quais necessitam do escoamento da produção e do recebimento de insumos com frequência - as vezes diária - e sob qualquer condição climática. Muitas das estradas rurais servem também de via de transporte de produtos agrícolas do meio rural para meio urbano e, neste sentido, pode-se dizer que exercem um papel de destaque na segurança alimentar às populações urbanas. As estradas rurais são ainda um meio para empresas e instituições viabilizarem seus negócios por meio da venda de insumos aos agricultores ou da recepção dos produtos produzidos no meio rural. Embora, a relevância das estradas rurais no sistema produtivo, elas têm sofrido contínua degradação e em razão disto, têm sido uma das principais causas de degradação ambiental. Isto evidencia a necessidade de incluir as estradas rurais no planejamento de ações de manejo e

conservação do solo e da água.

A adequação de estradas rurais sob critério conservacionista tem a finalidade de controlar a degradação das áreas adjacentes pelo efeito do escoamento superficial que se forma no leito das mesmas. Para tanto, encontram-se disponíveis práticas já consolidadas por programas de manejo da água e do solo desenvolvidos no Paraná. São elas: a) traçado das estradas nos divisores d'água, procedimento que minimiza e até mesmo impede a entrada de água das lavouras para a estrada; b) traçado das estradas em nível, preferencialmente acompanhando o talude inferior de um terraço, para o caso das estradas que se localizam em alguma porção da encosta. Esse procedimento também evita a interferência de água das lavouras para o leito da estrada; c) construção de lombadas no leito das estradas, interligando-as com os terraços das lavouras adjacentes as estradas, recomendada para situação em que o traçado é em desnível, condição que favorece a formação e o deslocamento do escoamento superficial. As lombadas têm a função de conduzir o escoamento superficial para o canal dos terraços, que farão a contenção.

A contribuição da adequação das estradas rurais no controle da erosão hídrica no Paraná colabora no argumento de que há a necessidade de incluir o terraço nas estratégias de contenção deste fenômeno, uma vez que o canal o terraço tem a capacidade de receber a água proveniente da estrada, acumulá-la e infiltrá-la no solo.

4.2.3 Operações em nível.

Uma medida conservacionista importante para o controle da erosão hídrica é a realização das operações em nível. Embora consideradas até certo ponto uma medida simples, contribui de forma expressiva na contenção da erosão hídrica.

A importância dessa prática é melhor percebida quando uma cultura é implantada em desnível, isto é, acompanhando o sentido da declividade da área, conforme já enfatizado anteriormente. Tal condição, via de regra corrobora nas perdas de solo, água e até de adubos e sementes, principalmente em uma condição de chuvas mais intensas, subsequente a semeadura.

Quando a operação de plantio é realizada em nível, os sulcos produzidos pelos mecanismos sulcadores da semeadora e posteriormente as fileiras das plantas, se constituem em um grande número de pequenas barreiras que formam uma rugosidade superficial, a qual tem a capacidade de fazer a detenção do escoamento superficial e de favorecer a infiltração da água no solo .

Outras operações que devem ser realizadas em nível são a aplicação de agrotóxicos e colheita. Em relação aos agrotóxicos, o número de operações destinadas à aplicação destes produtos, tem crescido nos últimos anos. A repetição das operações, quando realizadas em desnível e no mesmo local, tem corroborado no agravamento da erosão hídrica. Já em relação a operação de colheita, quando realizada em desnível tem igualmente corroborado com a erosão hídrica, especialmente quando esta operação é acompanhada do trânsito de caminhões, também em desnível.

4.2.4 Proteção das áreas de preservação permanente

A proteção com floresta do entorno das nascentes e ao longo dos rios, definidas por legislação específica como áreas de preservação permanente (APP), é uma medida importante para o controle do escoamento superficial e, por consequência, para garantir água em quantidade e qualidade. Idêntica importância tem as áreas de reserva legal (ARL). Assim, considerando a reconhecida importância da água para a saúde das pessoas, dos demais seres vivos e o valor econômico deste recurso, as áreas de APP e ARL não se constituem em espaço perdido ou sem função de produção . Ao contrário do que possa parecer, exercem um papel relevante na qualidade de vida, especialmente das populações rurais e na geração de renda.

4.2.5 Manejo da pastagem

A boa cobertura do solo e os níveis elevados de matéria orgânica na superfície e no interior do solo proporcionado pelas pastagens são reconhecidamente importantes para o controle da erosão hídrica. A manutenção de uma concentração adequada de nutrientes no solo, o emprego de espécies de pastagem com boa capacidade de produzir massa vegetal e a manutenção da capacidade do pasto cobrir

o solo por meio do controle no pastoreio, são importantes para a conservação do solo e da água.

A diminuição do trânsito de animais também é uma medida importante para o controle da erosão nas áreas de pastagens. Isto pode ser alcançado por meio da divisão de piquetes, colocação de bebedouros nos piquetes, implantação de bosques sombreadores para os animais, lotação correta de animais por área, implantação de capineira e de “banco de proteína”.

4.3 Integração do espaço urbano com o rural

Muitas cidades do Paraná apresentam degradação ambiental no seu entorno, denominado de área “periurbana”. Esta degradação, via de regra, é ocasionada por determinados agentes como águas pluviais, esgotos, efluentes industriais e lixo sólido. Além de ocasionar erosão nas áreas periurbanas, estes agentes comprometem o ambiente rural. Torna-se necessário, portanto, controlar o escoamento destes agentes poluidores ainda no espaço urbano, sob o risco das medidas de recuperação ambiental aplicadas no meio rural surtirem pouco efeito.

4.4 Controle da contaminação ambiental por agrotóxicos

Conforme já citado, o Paraná é um dos estados da Federação que mais aplica agrotóxico por unidade de área. Diante disto, faz-se necessário evitar que os produtos alcancem os mananciais de água. Uma medida importante para isto é o uso das práticas já mencionadas de controle do escoamento superficial, uma vez que este, quando não controlado, tem se constituído em veículo de transporte de agrotóxicos para os mananciais de água. Ao conter o escoamento superficial, tem-se a possibilidade de fazer com que a água do escoamento infiltre no solo. Esta medida possibilita que o solo exerça a função de filtro que possui, retirando da água os produtos que se encontrem nela dissolvidos. Além disto, a implantação de abastecedores de pulverizadores comunitários para evitar que os agricultores abasteçam os pulverizadores diretamente nos cursos d’água, tem se constituído em uma fonte importante de controle da contaminação da água por agrotóxico.

O controle da contaminação ambiental por agrotóxicos poderá ser feito também pelo uso da agroecologia como sistema de produção, o manejo de pragas e invasoras sob o enfoque do uso racional de agrotóxicos e a destinação correta de embalagens de agrotóxicos.

4.5 Recuperação e conservação de nascentes

A nascente desejável é aquela que fornece água de boa qualidade, abundante e contínua. Muitas propriedades rurais utilizam as nascentes para atender a demanda de água tanto das pessoas quanto dos animais. Deve ser evidenciado ainda que as nascentes contribuem com a vazão dos rios e a qualidade das suas águas. Por outro lado, os processos erosivos ocorridos ao longo dos tempos têm provocado, em muitas propriedades rurais, o assoreamento de nascentes, reduzindo, ou até suprimindo a funcionalidade delas. Em razão disto justifica-se o emprego de medidas para a recuperação e a conservação de nascentes que tenham sofrido assoreamento.

Técnicas de recuperação de nascentes vêm sendo empregadas por profissionais do Instituto EMATER e, recentemente, por cooperativas agrícolas. Em razão do êxito obtido, a técnica do “solo-cimento”, tem sido a mais empregada para a recuperação e a proteção de nascentes. É importante salientar a necessidade de aplicar medidas conservacionistas nas áreas à montante das nascentes, concomitante com a recuperação das mesmas, uma vez que a continuidade do processo erosivo nestas áreas põe em risco o trabalho de recuperação realizado. O emprego de práticas conservacionistas nas áreas a montante das nascentes traz ainda outro benefício importante que é o aumento no volume e a melhoria na qualidade da água nas nascentes, tendo em vista a reconhecida capacidade do solo em filtrar e armazenar água.

4.6 Aptidão agrícola do solo

O uso do solo segundo a sua aptidão, é uma medida importante para a conservação do solo e da água. O emprego de áreas para fins agrícolas em desacordo com a aptidão agrícola das terras traz inconvenientes como o aumento dos riscos de degradação dos solos e a diminuição no rendimento das explorações agrícolas, podendo, inclusive, inviabilizar empreendimentos.

O estado do Paraná possui uma grande diversidade de tipos de solo que se distinguem expressivamente, conforme já citado. Muitos destes solos possuem limitações para determinados usos como agricultura, podendo algumas delas apresentar restrições severas ou até inaptidão para este uso. Assim, o emprego de uma classe de solo com severas restrições ou inaptidão para um determinado uso ou solos com diferentes aptidões receberem as mesmas práticas conservacionistas, tem se constitui em um fator importante de degradação do solo. Em razão disto, uma medida importante para a sustentabilidade da agricultura é o respeito à aptidão agrícola dos solos.

Por outro lado, as áreas sem aptidão para explorações agrícolas, podem oferecer uma contribuição expressiva para os recursos hídricos, nos aspectos quantidade e qualidade, uma vez que o solo é capaz de filtrar, armazenar e propagar para os mananciais a água que recebe. Assim, o conceito de aptidão do solo também deve ser aplicado para o fator água. Neste sentido, as áreas que não apresentam aptidão para explorações agrícolas devem receber as adequações que se fizerem necessárias para que o solo possa cumprir as funções que possui em relação a água. Sabe-se que a água que infiltra no solo e percola através dele, além de ter a sua qualidade melhorada, em decorrência da reconhecida capacidade depuradora do solo, alimenta os mananciais de sub-superfície e regula o nível de base dos mananciais de superfície (nascentes, rios, lagos, etc.).

05

FUNDAMENTAÇÃO LEGAL

5.1 Coletânea da Legislação do Uso do Solo Agrícola do Estado do Paraná

A Lei Estadual n.º 8014, de 14 de dezembro de 1984, confere ao solo agrícola o status de Patrimônio Nacional e, por consequência, incumbe a todos a obrigação pelo adequado uso e conservação.

As convicções humanas decorrentes de reiteradas práticas, comportamentos, costumes, experiências ou necessidade resultam com o passar do tempo em regras que a maioria da sociedade estabelece como adequada à boa convivência entre os indivíduos. Assim, o adequado uso e conservação do solo é, por necessidade, regra imposta a todos, detentores ou não, de fato ou de direito, de qualquer parcela de solo, como os responsáveis por assistência técnica pública ou privada, as instituições de pesquisa, os órgãos ambientais, as instituições financeiras e os administradores públicos de áreas urbanas ou rurais. O adequado uso e conservação do solo tanto diz respeito ao apropriado tratamento e disposição de resíduos sólidos e químicos, como em relação à destinação adequada de águas em estabelecimentos agropecuários, de águas oriundas de rodovias ou de galerias de águas pluviais urbanas. Também exercem parcela de responsabilidade as instituições financeiras que destinam créditos para projetos agropecuários, industriais e de serviços sem, para tanto, observarem ou vincularem o financiamento ao adequado uso e conservação do solo. A lei é apenas um suporte contra os infratores da regra que, por ação ou omissão, tendem a ferir o direito posto.

Integram a coletânea da legislação do uso e conservação do solo agrícola do Estado do Paraná a mencionada Lei n.º 8.014/1984, regulamentada por meio do Decreto Estadual n.º 6.120, de 13 de agosto de 1985, a Resolução n.º 172, de 03 de setembro de 2010, da Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento –

SEAB, a Portaria n.º 272, de 23 de dezembro de 2014, da Agência de Defesa Agropecuária do Paraná – Adapar e o Decreto Estadual n.º 4966, de 29 de agosto de 2016, que dispõe sobre o Programa Integrado de Conservação de Solo e Água do Paraná. Está sob a égide da ADAPAR, Autarquia instituída por meio da Lei Estadual n.º 17.026 de 20 de dezembro de 2011, a fiscalização do uso do solo agrícola do Paraná de que trata a mencionada legislação.

As normas mencionadas estabelecem que a ocupação e exploração do solo agrícola são permitidas mediante planejamento prévio, realizado por profissional habilitado, o qual deverá conter: a descrição da capacidade de uso dos solos; as tecnologias adequadas à exploração das terras; a proposição do manejo e a conservação do solo, de forma a evitar erosões e recuperar ou manter as características químicas, físicas e biológicas do solo. A proposta para a manutenção ou recuperação da vegetação nativa em áreas impróprias para a agricultura e em áreas de preservação permanente também deverá estar contemplada no referido planejamento.

Assim, dentre outras, a referida legislação considera as práticas como apropriadas ao manejo e conservação do solo e da água com o fim de proporcionar o controle da erosão e a recuperação e manutenção das condições físicas, químicas e biológicas do solo:

1 - A exploração agrícola de acordo com a aptidão dos solos:

- implantação de sistemas de terraceamento e cordões em contorno;
- manejo de restevas e invasoras;
- adubação orgânica e adubação verde de inverno e verão;
- adubação química adequada, a calagem e a correção de solos;
- rotação de culturas;
- plantio direto.

2 - No entorno:

- a adequação das estradas e carreadores aos princípios conservacionistas;
- a construção de bueiros, de caixas de retenção e de dissipadores de energia.

3 – A mecanização adequada do solo:

- preparo, plantio e manejo do solo, em nível;
- sistematização do solo e contenção de voçorocas;
- quebra da camada adensada por meio de práticas mecânicas e vegetativas.

4 – A regeneração natural de matas:

- reflorestamento e o adensamento de matas;
- isolamento de matas ciliares e de áreas de preservação permanente;
- implantação de quebra-ventos.

5 – O uso racional de agrotóxicos:

- uso de abastecedores comunitários para abastecimento de pulverizadores
- manejo integrado de pragas e invasoras;
- controle biológico de pragas.

6 – O manejo da pastagens:

- divisão em piquetes;
- distribuição de águas em pastos;
- implantação de bosque sombreador para animais;
- lotação correta de animais por área;
- implantação de capineiras e “bancos de proteínas”.

7 – O manejo e controle adequado de águas da chuva em propriedades agrícolas, em estradas e em áreas urbanas, de forma a evitar danos materiais e por erosão, assoreamentos, alagamentos e enchentes.

Visando orientar a elaboração do Plano de Conservação de Solos e Água - PCSA pelos responsáveis técnicos, a Portaria n.º 272/2014, em seu anexo II, estabelece o itens mínimos que devem compor o PCSA, inclusive exemplificando-os, dentre os quais:

1 - Dados de identificação da área objeto do planejamento:

- Nome da propriedade;
- Endereço;
- Lote, Gleba;
- Coordenadas Geográficas.



2 – Dados do Responsável Técnico.

3 – Dados do responsável pela área.

4 – Diagnóstico da situação atual relacionados ao meio físico, econômico e social:

ESTRATÉGIA DE IMPLEMENTAÇÃO PARA AS PREFEITURAS

A água e o solo são recursos naturais que dão sustentação às atividades econômicas importantes na maioria dos municípios do Estado. Dentro desse contexto, é fundamental que os municípios estabeleçam um plano de desenvolvimento municipal, no qual estejam contempladas estratégias de manejo e conservação da água e do solo.

6.1 Uso da microbacia hidrográfica como unidade territorial planejamento e de gestão ambiental

A microbacia, em razão do seu tamanho médio (3.500 ha), normalmente situa-se dentro do município. Tendo em vista isto e as vantagens já citadas da adoção da microbacia como o espaço geográfico de atuação, é recomendável que o município a adote como unidade para planejar o desenvolvimento do seu território. Isto poderá ser feito por meio da elaboração de planos de ação que contemplem a solução de problemas ambientais, sociais e econômicos do município e que na elaboração destes planos participem técnicos, produtores rurais e instituições públicas e privadas com interesse no solo e da água e dependam destes recursos naturais.

6.2 Capacitar recursos humanos do município para a elaboração de projetos

A disponibilidade de recursos em instituições do Estado, da União e em organismos internacionais, destinados a recuperação de passivos ambientais vem crescendo nos últimos tempos, fruto da elevação do nível de consciência coletiva sobre a necessidade de redução desse passivos. A captação e aplicação de recursos para os fins a que se destinam, tem sido limitada pela falta de projetos ou pela falta de qualidade dos projetos encaminhados. Assim, capacitar quadros para elaborar e desenvolver projetos, qualifica o município para acessar tais recursos.

- práticas de manejo e conservação de solos e águas adotados na propriedade;
- problemas e causas relacionadas à degradação do solo;
- Infraestrutura disponível, máquinas, equipamentos e condições para investimentos;
- mapas relativos ao uso, classificação, declividade e de capacidade de uso dos solos;
- regime pluviométrico.

5 – Plano Técnico contendo:

- caracterização das obras e das práticas de manejo e conservação dos solos;
- projetos com especificações técnicas das obras previstas;
- práticas complementares de manejo e conservação do solo;
- mapa da situação planejada;
- cronograma de execução das obras e práticas de manejo e conservação dos solos.

O uso do solo em desacordo com os preceitos normativos, sem prévio planejamento e em desacordo com sua aptidão, de forma a causar-lhe deterioração, seja por ação ou omissão é considerada infração aos instrumentos legais nominados e sujeita o responsável, além da responsabilidade civil e criminal, às seguintes penalidades:

1 – Advertência;

2 - Suspensão do acesso aos benefícios dos programas de apoio do poder público estadual;

3 - Multas de 5 a 17 UPF/PR (Unidade Padrão Fiscal do Estado do Paraná) / hectare de solo degradado;

4 - Desapropriação da área.

O texto apresenta um sumário do conteúdo descrito nos dispositivos legais relativos à fiscalização do uso do solo agrícola, podendo ser acessado na sua íntegra na página da Adapar, no endereço eletrônico <http://www.adapar.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=223>, ou diretamente na Sede ou nas Unidades Locais e Regionais de Sanidade Agropecuária da Adapar distribuídas no Estado do Paraná.

A capacitação de operadores de máquinas sobre a adequação das estradas rurais dentro de critérios conservacionistas é também uma necessidade. A capacitação deverá ainda atender a preocupação com a manutenção das melhorias realizadas. Trabalhos de adequação de estradas realizados em muitos municípios sofreram solução de continuidade em razão das manutenções posteriores realizadas nestas estradas não terem respeitado as obras conservacionistas implantadas.

Por fim, há a necessidade de qualificar técnicos de diferentes instituições para atuarem em manejo e conservação do solo e da água no município, desde o planejamento das ações até a execução. De outra forma, os programas conservacionistas poderão ter dificuldades de serem executados ou poderão tornar-se de pouca efetividade. A aglutinação de parceiros estratégicos capacitados fortalece a implementação de ações conservacionistas.

6.3 Estimular a organização da sociedade

A participação da sociedade local é estratégica para o êxito das iniciativas que visam corrigir os passivos ambientais existentes no município. As iniciativas também auxiliam o acesso do município a recursos para a recuperação e a conservação da água e do solo existentes em outras instâncias de governo. As alternativas exitosas de organização da sociedade para esse fim tem sido a organização de conselhos ou comissões municipais, com a participação das instituições que usam e dependem dos produtos e serviços proporcionados pelo solo e pela água. A Participação consciente da sociedade gera corresponsabilidade, amplia o alcance do programa, portanto, potencializa resultados.

6.4 Articular com outras organizações e instâncias de governo

Programas voltados recuperação e conservação dos recursos naturais são implementados por diferentes áreas dos governos estadual e federal. Estes programas se destinam a sustentar ações locais de recuperação ambiental, passíveis de serem acessados pelos municípios, podendo, portanto, se constituir em importantes fontes de recursos financeiros, recursos humanos e capacitação dos recursos humanos locais.

6.5 Legislação municipal

Criar instrumentos legais, em complemento às legislações estadual e nacional, é uma medida adequada para atender as particularidades do município. Estes instrumentos legais são importantes, porém devem ser adotados de maneira a serem compreendidos pela população. Devem ainda promover o incentivo e cooperar no convencimento de produtores mais resistentes a adoção das medidas necessárias para a recuperação de passivos ambientais que tenham gerado.



7.1 Município de Tupãssi

O município de Tupãssi, localizado no oeste do estado do Paraná, caracteriza-se por uma atividade agropecuária intensiva, destacando-se a produção de grãos. Os trabalhos de manejo e conservação da água e dos solos no Município iniciaram em 1985. As ações foram desenvolvidas, desde o início, em microbacias hidrográficas e, para tanto, a área do município foi dividida em 5 (cinco) microbacias. Os resultados obtidos com as ações desenvolvidas foram a construção de terraços em 95% das áreas ocupadas por lavouras, a instalação de 19 abastecedouros comunitários de pulverizadores, beneficiando 603 agricultores e a readequação de 635 Km de estradas rurais dentro de critérios conservacionistas, sendo que deste montante 259 Km receberam revestimento com solo-brita e 45 Km com pedras irregulares; introdução do SPD em 95% das propriedades rurais.

As ações de manejo e conservação da água e do solo realizadas trouxeram importantes benefícios aos produtores rurais e ao município, tais como o controle das perdas de solo e água nas áreas agricultadas em todo o município, a elevação das produtividades da soja e do milho em 40% e 62% respectivamente, a melhoria da qualidade dos recursos hídricos e aumento de vazão das nascentes. Outro resultado importante obtido foi a economia em óleo diesel nas operações de manutenção das estradas rurais, da ordem U\$ 23.100,00, proporcionada pela adequação dentro de critérios conservacionistas e a condição de boa trafegabilidade em qualquer época do ano, em 100% da malha viária rural.

O êxito proporcionado pelas ações conservacionistas, especialmente o controle das perdas de solo e água permitiram superar alguns gargalos do meio rural, o que possibilitou ao município implantar um programa de agricultura de precisão (Figura 22) voltada à pequena propriedade, uma iniciativa do Instituto EMATER, com o apoio da Prefeitura Municipal,

da Secretaria de Estado da Agricultura e em parceria com os produtores rurais e Assistência Técnica local.

O Programa está permitindo o conhecimento detalhado da fertilidade dos solos dos produtores assistidos, por meio de mapas da fertilidade de cada propriedade (Figura 23), bem como o monitoramento do sistema de terraceamento e de possíveis focos de erosão.

A melhoria da qualidade do plantio direto e das práticas a ele associadas também estão sendo monitoradas, em especial aquelas que promovem o aumento da infiltração e do armazenamento da água no solo por meio da melhoria da estrutura do solo. Sabe-se que tais melhorias são importantes para a sustentabilidade da agricultura.

A ferramenta de agricultura de precisão, tem se mostrado um facilitador para a inserção de práticas como a rotação de culturas, o manejo integrado de pragas e doenças, a adequação ambiental das propriedades, entre outras boas práticas agrícolas. Observou-se também que a Assistência Técnica local passou a debater o tema fertilidade do solo e suas implicações no processo de uma produção agrícola mais sustentável do ponto de vista econômico e ambiental.

O programa de agricultura de precisão até dezembro de 2018 atuou em 783 em propriedades, preferencialmente da agricultura familiar, perfazendo uma área de 11.074 ha, o que corresponde a 46% da área plantada do município. Na área do programa foram aplicadas 19.252 ton. de corretivos de solo (calcário calcítico, calcário dolomítico, gesso e cloreto de potássio) todos utilizando a aplicação em taxa variável (Figura 24).

Os resultados do trabalho estão compondo um banco de dados aonde é possível identificar deficiências e desequilíbrios na fertilidade do solo de acordo com o sistema de manejo utilizado, permitindo recomendações individualizadas de acordo com a realidade de cada produtor assistido.

A participação dos produtores rurais na elaboração do diagnóstico da situação ambiental

das microbacias, na proposição das ações de correção dos passivos ambientais identificados e na execução das ações propostas, contribuiu para a elevação do nível de consciência coletiva dos produtores rurais. Isto resultou em algumas conquistas importantes como a organização de um conselho municipal de meio ambiente e desenvolvimento agropecuário, a formação de 19 grupos de informais de Abastecedores comunitário de água para aplicação de agrotóxico, beneficiando 603 famílias nas cinco microbacias do município e a implantação de rede de abastecimento de água para 15 grupos de produtores, beneficiando 272 famílias rurais.

08

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O solo e a água são os recursos naturais mais importantes do estado do Paraná, porém apresentam degradação acentuada e crescente, com risco de comprometimento futuro.

A complexidade do manejo e conservação do solo e da água, em razão dos inúmeros fatores ligados diretamente a esta problemática, demanda um conjunto de ações. Todavia, para o êxito é necessário que a aplicação do conjunto das ações se dê de forma integrada, isto é, sob um enfoque sistêmico. Pesquisas e experiências acumuladas pela assistência técnica e produtores rurais, têm mostrado ainda que é necessário atuar sobre as causas que promovem a degradação do solo e da água. Em assim procedendo tem-se a possibilidade de compor uma estratégia técnicas capaz de dar sustentabilidade econômica e ambiental aos sistemas de exploração agrícola. A estratégia técnica deverá buscar a melhoria das condições químicas, físicas e biológicas do solo, com o propósito de aumentar a infiltração e a estocagem da água no solo. O SPD, quando conduzido com qualidade, tem se mostrado

como uma das melhores alternativas para este fim. Entre as medidas de melhoria das condições físicas do solo deverá ser incluída a eliminação de camada de solo compactada. A estratégia técnica deverá incluir também o controlar o escoamento superficial que venha a se formar quando o volume da chuva precipitada exceder a capacidade do solo infiltrar água, por meio de práticas que promovam a retenção e o acúmulo do escoamento superficial nas encostas, via terraceamento, operações em nível e adequação das estradas dentro do enfoque conservacionista.

O manejo e a conservação dos solos e da água não podem prescindir ainda de outras medidas importante, dentre elas a integração lavoura pecuária floresta, a proteção das áreas de preservação permanente, o manejo da pastagem, a integração do espaço urbano com o rural, o controle da contaminação ambiental por agrotóxicos, a recuperação e conservação de nascentes e o respeito à aptidão agrícola dos solos;

Em razão da magnitude geográfica das áreas agricultadas e da complexidade que envolve o manejo e conservação do solo e da água é imprescindível que haja uma atuação integrada das instituições diretamente interessadas e dependentes do solo e da água. Nesse contexto, merece destaque a participação do agricultor e das instituições que o representa (cooperativa, sindicato) e da sociedade local, em especial a prefeitura. Deve ser incluído ainda neste contexto as empresas ligadas a geração de energia elétrica e ao abastecimento público de água, órgãos responsáveis por legislações ambientais, instituições de ensino e as instituições estaduais e federais diretamente ligadas a agricultura.

Os municípios, representados pela sociedade local devem ter papel de destaque na concepção e condução de estratégias para a conservação do solo e da água.

A pesquisa e experiências têm disponibilizado conhecimentos que permitem o desenvolvimento de uma agricultura mais sustentável por parte da assistência técnica, produtores rurais e suas organizações. No entanto, algumas áreas do conhecimento como o controle do escoamento superficial, ainda carecem de novos

conhecimentos, principalmente considerando as particularidades regionais.

A estratégia para o êxito na implantação de uma agricultura sustentável deve estabelecer como unidade geográfica de atuação, a microbacia hidrográfica.

A legislação ambiental deve ser vista como uma ferramenta importante de apoio à implantação das medidas conservacionistas julgadas necessárias. Uma legislação municipal, em complemento as demais legislações, corrobora para este propósito.

09

REFERÊNCIAS

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisas de Solos. Sistema brasileiro de classificação de solos. Rio de Janeiro, 2008. 74p.

FATTET, M. FU, Y. GHESTEM, M. MA, W.FOULONNEAU, M. NESPOULOUS, J. LE BISSONNAIS, Y. STOCKES, A. Effect of vegetation type on soil resistance to erosion: relationship between aggregate stability and shear strength. *Catena*, 87:6069, 2011.

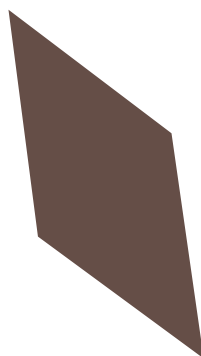
FRANCHINI, J.C.; DEBIASI, H.; SACOMAN, A.; NEPOMUCENO, A.L. & V.FARIAS, J.R.B. Manejo do solo para redução das perdas de produtividade pela seca. Embrapa Soja, Londrina: 39 p. 2009.

MERTEN, G. H. NEARING, M. A.BORGES, A. O. Effect of Sediment Load on Soil Detachment and Deposition in Rills. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 65:861868, 2001.

Paraná. Manual operativo do projeto volume 2 b: documento do programa de gestão de solo e água em microbacias. Curitiba. 2015, 172p.

WALTRICK, P. C. MACHADO, M. A. M. DIECKOW, J.OLIVEIRA, D. Estimativa da erosividade de chuvas no estado do Paraná pelo método da pluviometria: atualização com dados de 1986 a 2008. *R. Bras. Ci. Solo.* 2015;38:256-267.

VOLK, L. B. S. Avaliação de condições físicas de superfície e subsuperfície do solo para fins de predição da erosão hídrica e indicação da qualidade da sua estrutura. 149 f. 2006. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2006.





CREA-PR

Conselho Regional de Engenharia
e Agronomia do Paraná