



Projeto Tecnologias Sociais para a Gestão da Água

Programa de Capacitação em Gestão da Água



CURSO

**MANEJO PARA QUALIDADE
DO SOLO**



PROJETO TECNOLOGIAS SOCIAIS PARA GESTÃO DA AGUA - FASE II

COORDENADOR GERAL

Paulo Belli Filho

COORDENADOR CAPACITAÇÃO PRESENCIAL

Armando Borges de Castilhos Jr.

GRUPO DE PLANEJAMENTO, GERENCIAMENTO E EXECUÇÃO

Claudia Diavan Pereira

Valéria Veras

Hugo Adolfo Gosmann

Alexandre Ghilardi Machado

Mateus Santana Reis

Thaianna Cardoso

COORDENADORES REGIONAIS

Sung Chen Lin

Cristine Lopes de Abreu

Luiz Augusto Verona

Claudio Rocha de Miranda

Ademar Rolling

COMITE EDITORIAL

Edson Carlos Menezes Benites

Hugo Adolfo Gosmann

Sergio Roberto Martins

AUTORES DO CONTEÚDO

Jucinei José Comin

Paulo Emílio Lovato

Gestão:



Execução Técnica:



Patrocínio:



PETROBRAS



Universidade Federal de Santa Catarina
Centro Tecnológico
Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental

PROGRAMA DE CAPACITAÇÃO EM
GESTÃO DA ÁGUA

***Manejo para Qualidade
do Solo***

Florianópolis - Santa Catarina
2014

Catálogo na fonte pela Biblioteca Universitária
da
Universidade Federal de Santa Catarina

U58s Universidade Federal de Santa Catarina. Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental.
Manejo para qualidade do solo / Centro Tecnológico, Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental ; [coordenador geral Paulo Belli Filho ; autores do conteúdo: Jucinei José Comin, Paulo Emilio Lovato]. - Florianópolis : [s. n.], 2014.
55 p. ; il., tabs., fots.

ISBN: 978-85-98128-76-4

Projeto Tecnologias Sociais para Gestão da Água - Fase II. Programa de capacitação em gestão da água.
Inclui bibliografia.

1. Gestão das águas. 2. Solos - Manejo. 3. Tecnologias sociais. I. Comin, Jucinei José. II. Lovato, Paulo Emílio. III. Título.

CDU: 631.4

CORREÇÃO GRAMATICAL

Rosângela Santos e Souza

CAPA, PROJETO GRÁFICO E DIAGRAMAÇÃO

Studio S • Diagramação & Arte Visual

(48) 3025-3070 - studios@studios.com.br

IMPRESSÃO

Digital Máquinas Ltda.

(48) 3879-0128 - digitalcri@ig.com.br

CONTATOS COM TSGA

www.tsga.ufsc.br

cursotsga@gmail.com

(48) 3334-4480 ou (48) 3721-7230



O PROJETO

O Projeto Tecnologias Sociais para a Gestão da Água - TSGA iniciou suas atividades em Santa Catarina apoiado pela Petrobrás, desde o ano de 2007. Sua execução é realizada pela Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC, em conjunto com a Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina - EPAGRI e o Centro Nacional de Pesquisas em Suínos e Aves da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, CNPSA/EMBRAPA. As principais ações em desenvolvimento na atual fase são:

- Desenvolver unidades demonstrativas de tecnologias sociais para o uso eficiente da água na produção de suínos, na rizicultura, para a prática da agroecologia e para o saneamento ambiental no meio rural.
- Reversão de processos de degradação de recursos hídricos: uso e ocupação do solo visando à proteção de mananciais; recomposição de vegetação ciliar; preservação e recuperação da capacidade de carga de aquíferos e ações de melhoria da qualidade da água;
- Promoção e práticas de uso racional de recursos hídricos: ações de racionalização do uso da água; promoção dos instrumentos de gestão de bacias: mobilização; planejamento e viabilização de usos múltiplos.

Neste contexto, um dos programas prioritários em desenvolvimento, objetiva o fortalecimento das atividades formação, capacitação, em temas relacionados com o uso eficiente da água e preservação dos recursos hídricos, com prioridade para professores, corpo técnico das comunidades e organizações parceiras do TSGA.

O presente material didático constitui uma ferramenta de apoio ao ensino e formação do público alvo, elaborado por equipe de profissionais especialistas em suas áreas de atuação. Finalmente, visa igualmente perenizar e disseminar informações para o alcance dos objetivos do projeto TSGA, Fase II.



SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	9
PROCESSOS DE DEGRADAÇÃO DO SOLO	11
Introdução	11
Definição	11
Extensão geográfica da degradação do solo	11
Causas da Degradação do Solo.....	12
Tipos e processos de degradação do solo.....	12
<i>Degradação Física do Solo</i>	13
<i>Degradação Química do Solo</i>	15
<i>Degradação Biológica do Solo</i>	17
PRINCÍPIOS DE MANEJO CONSERVACIONISTA DO SOLO	19
Práticas de caráter vegetativo	19
<i>Florestamento e reflorestamento</i>	19
<i>Pastagens</i>	21
<i>Plantas de cobertura</i>	22
<i>Culturas em faixas</i>	22
<i>Cordões de vegetação permanente</i>	23
<i>Roçada</i>	24
<i>Cobertura morta</i>	24
<i>Quebra-ventos</i>	25
Práticas de caráter edáfico.....	25
<i>Adubação verde</i>	25
<i>Adubação química</i>	26
<i>Adubação orgânica</i>	26
<i>Calagem</i>	27

Práticas de caráter mecânico.....	28
<i>Distribuição racional das estradas nas propriedades</i>	28
<i>Plantio em contorno</i>	28
<i>Terraceamento</i>	29
<i>Canais escoadouros</i>	29
INTERPRETAÇÃO DE ANÁLISE DE SOLOS PARA MANEJO	31
Possibilidades e limitações	31
MANEJO DA MATÉRIA ORGÂNICA E DE RESÍDUOS, COMPOSTO, CAMAS DE ANIMAIS E DEJETOS	35
Princípios, vantagens e riscos.....	35
PRÁTICAS INOVADORAS DE MANEJO	39
Rotação de culturas	39
Culturas de cobertura e adubos verdes	40
Plantio direto sem herbicidas.....	42
Avaliação participativa da qualidade do solo.....	44
AGROECOLOGIA E AGRICULTURA ORGÂNICA	47
O que é Agricultura Orgânica?	47
Três agricultores	49
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	53



INTRODUÇÃO

*Jucinei José Comin¹
Paulo Emílio Lovato²*

Os números alarmantes das áreas com características físicas, químicas e biológicas degradadas por diferentes processos, assim como as perspectivas catastróficas que se apresentam, têm despertado a consciência da sociedade como um todo, e da comunidade científica, sobre a importância do solo para a qualidade ambiental. Assim, cada vez mais se tem dado importância para a relação do manejo do solo e a sustentabilidade da agricultura, e por extensão do planeta.

A partir dessa constatação, tem aumentado a busca pelo desenvolvimento de sistemas de manejo inovadores, capazes de atender às exigências do solo e das culturas agrícolas. Essa abordagem não tem como objetivo principal a maximização da produção, mas sim aperfeiçoar o uso do solo e sustentar a produtividade por um longo período, de forma a contemplar as necessidades e possibilidades das futuras gerações.

O presente curso objetiva fornecer conhecimento sobre os mecanismos de degradação do solo; os princípios de manejo do solo e práticas de manutenção e recuperação de sua qualidade; as práticas inovadoras de manejo do solo; para que os discentes desenvolvam a capacidade de avaliar a qualidade do solo; e entendam os princípios de manejo agroecológico.

¹ Prof. Associado IV, Departamento de Engenharia Rural da UFSC. Dr. em Agronomia. E-mail: j.comin@ufsc.br

² Prof. Associado IV, Departamento de Engenharia Rural da UFSC. Dr. em Ciências da Vida. E-mail: paulo.lovato@ufsc.br

Estima-se globalmente que em um milênio mais de dois bilhões de hectares de terras produtivas foram degradadas e tornaram-se improduti-vas. A taxa atual de degradação é estimada entre cinco e sete milhões de hectares/ano e pode aumentar para 10 milhões/ano em um período de 100 anos (OLDEMAN, 1994).

Causas da Degradação do Solo

A degradação do solo é consequência da ação nociva das atividades hu-manas e suas interações com os ambientes naturais. Os processos de degradação do solo são os mecanismos responsáveis pela diminuição da qualidade do solo.

ANOTAÇÕES:

As causas da degradação do solo são, principalmente, perturbações antró-picas ligadas a perturbações socioeconômicas e de crescimento popula-cional. Alguns exemplos são o desmatamento, a agricultura intensiva em terras férteis e marginais, o uso indiscriminado e excessivo de produtos químicos (agrotóxicos), o pastoreio excessivo com alta carga de animais, as migrações de populações e o desenvolvimento de infraestrutura em áreas ecologicamente sensíveis. Essas causas estão aumentando especial-mente em países em desenvolvimento da Ásia, África e América Tropical.

Tipos e processos de degradação do solo

Os principais tipos de degradação são físico, químico e biológico. Cada um deles apresenta diferentes processos de degradação (Figura 1).

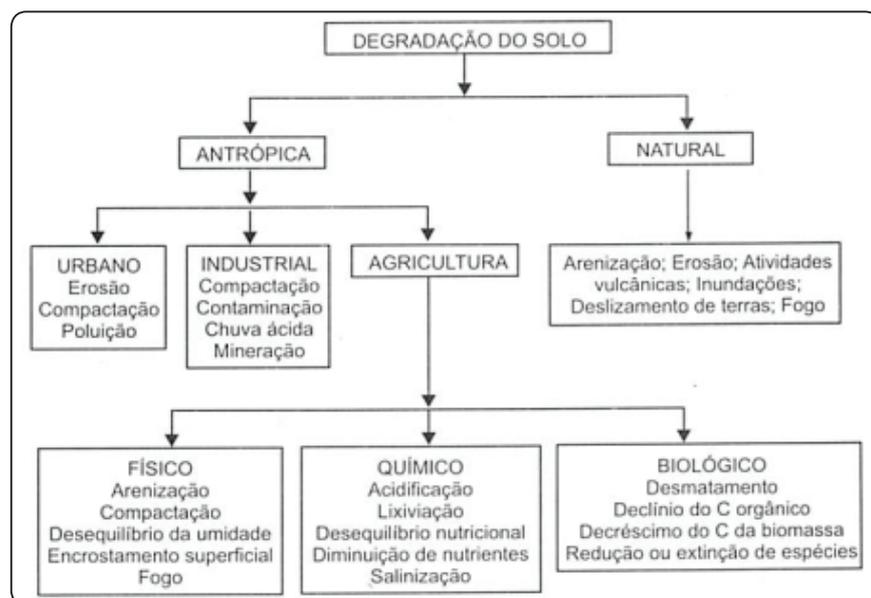


Figura 1: Diagrama dos principais tipos de degradação do solo (Baretta et al., 2011).

Erosão do solo: desprendimento ou arraste das partículas do solo por água, vento, gelo ou outros agentes geológicos em taxas superiores às de formação do solo. Causa perdas de nutrientes e de matéria orgânica, altera a textura e a estrutura do solo e diminui as taxas de infiltração e de armazenamento de água (Figura 3). Por consequência, ocorre diminuição da produtividade das terras.

ANOTAÇÕES:



Figura 3: Parcela manejada com o sistema de preparo convencional com erosão hídrica aparente à direita (formação de sulcos) em contraste com parcela manejada com o sistema plantio direto à esquerda (Foto José Eloir Denardin, EMBRAPA Trigo).

A erosão hídrica tem como causa inicial o impacto das gotas da chuva sobre a superfície do solo descoberta, onde inicia a primeira fase da erosão, a desagregação. A desagregação das partículas de solo em frações menores faz com que estas, ao se acomodarem, produzam o selamento superficial (obstrução dos poros e formação de uma crosta), resultando em taxas de infiltração muito reduzidas e elevado escoamento superficial. Esse efeito dá origem à segunda fase do processo erosivo, o transporte das partículas do solo. A terceira fase é a deposição, responsável pelo assoreamento dos rios, barragens, baixadas, além de gerar poluição através de resíduos de agrotóxicos e fertilizantes.

Entre as causas da erosão envolvendo fatores ambientais e as atividades humanas, se pode citar:

- *Pastejo de animais domésticos:* os animais removem a vegetação expondo o solo às chuvas e ao vento, e o pisoteio na superfície desagrega partículas e/ou compacta a camada superficial do solo, o que reduz a infiltração da água. A taxa de dano e o padrão variam de acordo com o tipo de animal e a lotação utilizada;

terrâneas, a cobertura do solo e a topografia. A salinização secundária é causada pela ação humana, uso do solo, sistemas de produção, captação excessiva de água subterrânea, atividades industriais e o manejo do solo, tais como uso da água de irrigação rica em sal e/ou drenagem insuficiente e evaporação da água subterrânea salina. Grande parte da agricultura irrigada utiliza águas subterrâneas como fonte primária de irrigação e essas águas, em geral, têm teores variados de sais que tendem a se acumular na zona radicular e na superfície do solo ao longo do tempo. O excesso de sais no solo é prejudicial ao crescimento das plantas e pode deixar as terras improdutivas.

ANOTAÇÕES:

Lixiviação: perda de elementos químicos (nutrientes) dissolvidos na solução do solo através da percolação de água no seu perfil, o que conduz ao empobrecimento químico. Por consequência, a capacidade produtiva do solo é reduzida. O empobrecimento do solo também pode ocorrer quando a taxa de exportação de nutrientes pelas culturas é superior à reposição de nutrientes via adubação. A lixiviação também pode contaminar as águas subterrâneas, por exemplo, com nitrato e nitrito.

Acúmulo de substâncias tóxicas: a contaminação do solo com substâncias químicas e outros poluentes pode ocorrer em decorrência do uso de agrotóxicos para o controle de pragas, doenças e plantas espontâneas na agricultura, da disposição final de efluentes e lodos de unidades industriais, do uso de lodos de estações de tratamento de esgoto e de esterco de diferentes espécies de animais para adubação de culturas agrícolas. Como os lodos de estações de tratamento de esgoto e os esterco têm concentrações variáveis de nutrientes e de metais pesados, as aplicações frequentes, sem o uso de critérios técnicos, nas mesmas áreas, causam alterações nos atributos químicos do solo, tais como acúmulo de nutrientes, como o fósforo, e de metais, como o cobre e o zinco, nas camadas superficiais do solo.

A aplicação continuada de dejetos pode ser benéfica, desde que as doses sejam definidas com base na concentração de nutrientes dos dejetos, nos teores de nutrientes do solo e nas exigências nutricionais da cultura agrícola a ser explorada. Assim, tem-se a necessidade de realizar análises dos dejetos e análises de solo. Ademais, a determinação da dose de dejetos a ser utilizada deve ser calculada com base no nutriente que atingir primeiro a exigência da cultura agrícola e os demais nutrientes devem ser complementados com adubação mineral, conforme preconizado pela CQFS-RS/SC (2004).

Como efeitos benéficos da aplicação de dejetos cita-se o aumento da produtividade de grãos e matéria seca das culturas, da biomassa microbiana e sua atividade na ciclagem de nutrientes e, assim, dos teores de carbono e nutrientes na camada superficial do solo.

Diminuição dos teores de matéria orgânica: a matéria orgânica do solo é afetada, principalmente, pelo clima, material de origem do solo, textura, hidrologia (drenagem), topografia, uso do solo e cobertura do solo e/ou vegetação. Sistemas agrícolas que utilizam preparo intensivo do solo que, por consequência, destroem a estrutura do solo e o deixam exposto à ação das intempéries, contribuem para a diminuição dos teores de matéria orgânica do solo.

A diminuição dos teores de matéria orgânica do solo ameaça a diversidade de organismos, limita a capacidade do mesmo fornecer nutrientes para as culturas agrícolas e reduz a capacidade de infiltração de água, conduzindo ao aumento de escoamento superficial e erosão. Por sua vez, a erosão também contribui para a diminuição dos teores de matéria orgânica do solo.

Degradação Biológica do Solo

O solo é o habitat para uma grande variedade de microrganismos e animais que constituem parte significativa dos recursos naturais. A matéria orgânica é a principal fonte de alimentos para os organismos do solo, que desempenham funções vitais para sustentar a produtividade do mesmo. A diminuição da reciclagem de produtos orgânicos no solo é o principal fator que leva a um declínio na extensão e diversidade dos organismos vivos dentro dele. Os sistemas agrícolas que não integram o manejo de nutrientes para aperfeiçoar o uso dos resíduos da propriedade junto com as práticas de cultivo, conduzem à diminuição da matéria orgânica e redução das populações de organismos do solo.

O uso de monocultura ano após ano também conduz ao declínio da biodiversidade do solo. O preparo do solo altera as propriedades físicas e químicas do solo, afetando a ecologia dos organismos. O uso do fogo e o acúmulo de substâncias tóxicas causam a morte de organismos que desempenham funções vitais no solo, como os rizóbios (bactérias fixadoras do nitrogênio atmosférico que vivem em simbiose nas raízes das plantas leguminosas, formando nódulos e trocando proteínas pelos glicídios elaborados pela planta) e fungos micorrízios (fungos do solo que fazem associação mutualista não patogênica com as raízes da planta. A planta, através da fotossíntese, fornece energia e carbono para a sobrevivência e multiplicação dos fungos, ao passo que estes absorvem nutrientes e água do solo e os transferem para as raízes da planta).

ANOTAÇÕES:

Pastagens

Áreas com grande propensão à erosão (solos frágeis e situados em locais com elevada declividade) devem ser exploradas, preferencialmente, com pastagens permanentes, ou anuais, que também fornecem boa proteção do solo (Figura 5). A integração lavoura-pecuária, bem conduzida, constitui condição ideal para a manutenção da fertilidade do solo e aumento de renda da propriedade.



Figura 5: Pastagem de aveia preta em área com elevada declividade (Foto: Jamil Abdalla Fayad, EPAGRI).

As pastagens, embora em intensidade menor do que as florestas, fornecem eficiente proteção ao solo contra a erosão. Porém, uma lotação excessiva pode resultar em uma vegetação excessivamente raleada e reduzida, redundando na diminuição da proteção contra a erosão.

O pastoreio racional é um método de manejo do conjunto solo, planta e animal, e propõe condutas de pastoreio direto em rotações de pastagens através da subdivisão da área em parcelas. Também preconiza a diversificação de espécies forrageiras. Esse conjunto de práticas possibilita a recuperação do pasto à medida que cada parcela passa por um período de repouso, criando as condições necessárias para o rebrote das plantas forrageiras e a recuperação de suas reservas de energia.

ANOTAÇÕES:

Plantas de cobertura

O uso de plantas de cobertura, chamadas de adubos verdes em uma terminologia mais antiga, em rotação, sucessão ou em consórcio protege a camada superficial, bem como mantém e/ou melhora as propriedades físicas, químicas e biológicas do solo (vide item 5.2).

Algumas espécies que podem ser usadas no inverno são aveia (*Avena* spp), azevém (*Lolium multiflorum* Lam), centeio (*Secale cereale* L.), chícharo comum (*Lathyrus sativus* L.), ervilhacas (*Vicia* spp), fava (*Vicia faba* L.), fava forrageira (*Vicia faba* L.), gorga (*Spergula arvensis* L.), nabo forrageiro (*Raphanus sativus* L.), serradela (*Ornithopus sativus* Broth.) e tremoços (*Lupinus* spp) e no verão são caupi (*Vigna sinensis* Endl.), crotalárias (*Crotalaria* spp), feijão de porco (*Canavalia ensiformis* DC), guandu (*Cajanus cajan* (L.) Millsp), mucunas (*Stizolobium* spp), sesbania (*Sesbania* spp), milheto (*Pennisetum glaucum* L.), sorgo (*Sorghum bicolor* L.) e girassol (*Helianthus annuus* L.).

ANOTAÇÕES:

Culturas em faixas

Consiste na disposição das culturas em faixas de largura variável, de forma que a cada ano, alternem-se plantas que oferecem pouca proteção ao solo com outras de crescimento mais denso (Figura 6). É uma prática complexa, porque combina o plantio em contorno, a rotação de culturas, as plantas de cobertura e até os terraços.

Dentre os diversos sistemas de controle da erosão hídrica e eólica, é uma das mais eficientes. Para o controle da erosão hídrica, o plantio deve ser orientado no sentido das curvas de nível do terreno e para o controle da erosão eólica, no sentido contrário dos ventos dominantes.

O efeito das culturas em faixas no controle à erosão é baseado em três princípios: as diferenças em densidades das culturas utilizadas; o parcelamento das pendentes; e a disposição das linhas de cultivo em contorno. A disposição alternada de culturas diferentes faz com que as perdas por erosão sofridas em determinada cultura, sejam, em parte, controladas pela cultura que vem logo em seguida; culturas como feijão, mamona e mandioca perdem mais solo e água que amendoim, algodão e arroz, e estas, por sua vez, perdem mais do que milho e cana de açúcar. Uma mesma cultura, plantada em diferentes épocas, pode proporcionar diferentes densidades de cobertura do solo, como, por exemplo, a cana de açúcar e o milho verde. A largura das faixas será determinada em função do declive do terreno, do tipo de solo e da cultura.

ANOTAÇÕES:



Figura 7: Cordões de vegetação permanente formados com capim limão. (Foto Departamento de Engenharia Rural, UFSC).

Roçada

O corte das plantas espontâneas a uma pequena altura da superfície do solo, mantém a cobertura do solo e controla a erosão. A operação deve ser repetida a fim de evitar concorrência com a cultura de interesse econômico. Com o uso desta prática não ocorre a desagregação da camada superficial de solo, que facilita a erosão; não ocorre o corte das raízes superficiais das plantas perenes e o comprometimento da produção; com a permanência da vegetação cobrindo o solo, não haverá efeito da energia de impacto da gota de chuva; e o sombreamento do solo diminuirá a oxidação acelerada da matéria orgânica.

Cobertura morta

O uso de cobertura morta protege o solo do impacto das gotas da chuva, diminui o escoamento da enxurrada e incorpora a matéria orgânica ao solo, que aumenta a sua resistência ao processo erosivo. No caso da erosão eólica, também protege o solo contra a ação direta dos ventos e impede o transporte das partículas. A cobertura morta contribui para o armazenamento de água nas zonas de precipitação pouco abundantes e diminui a temperatura do solo; consequentemente, diminui a evapotranspiração (forma pela qual a água da superfície terrestre passa para a atmosfera no estado de vapor). O processo envolve a evaporação da água de superfícies (rios, lagos, represas, oceanos,

Constitui uma das formas mais baratas e acessíveis de incorporar matéria orgânica ao solo, sendo conhecidos os seus efeitos na estabilização e mesmo no aumento das produções. Os efeitos nas propriedades físicas, químicas e biológicas estão apresentados no item 5.2.

ANOTAÇÕES:

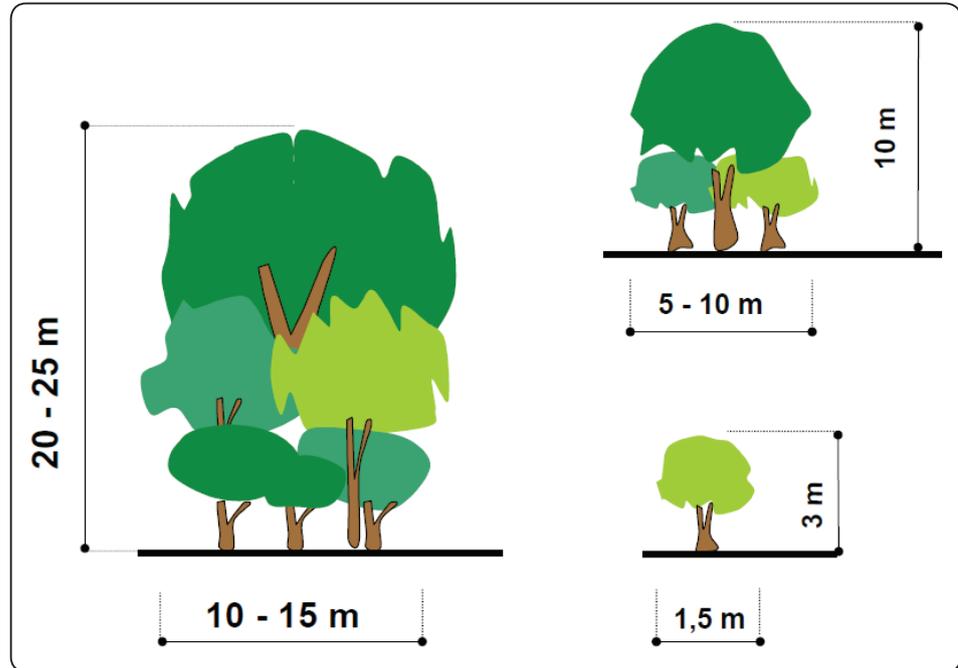


Figura 8. Composição de quebra-ventos de árvores. Maiores alturas requerem espécies de vegetação intermediárias para formar um bom quebra-vento (ABREU e ABREU, 2000).

Adubação química

A manutenção e/ou melhoria da fertilidade do solo proporciona melhor cobertura vegetal do terreno e, conseqüentemente, melhor proteção do solo. É mais econômico e eficiente repor regularmente os elementos exportados pelas culturas agrícolas do que, após vários anos, tentar restaurar o solo que já está empobrecido.

Adubação orgânica

A adubação orgânica do solo com esterco ou compostos exerce papel importante no melhoramento das condições para o desenvolvimento das culturas. Tem-se como benefícios nas propriedades físicas a melhoria da estrutura do solo, aeração, armazenamento de água e drenagem interna do solo. Sobre as propriedades químicas do solo, ocorre enriquecimento gradual do solo com macro e micronutrientes essenciais às plantas e o aumento gradativo do teor de matéria orgânica do solo. Os efeitos dos

sões rasas e largas do terreno, com declividade moderada, e estabelecidos com leito resistente à erosão. Sua melhor localização é a depressão natural, para onde as águas escorrem, bem como nos espigões, divisas naturais e caminhos.

Estes canais podem ser construídos com secções triangular, parabolóide e trapezoidal. Para as declividades mais acentuadas, a forma indicada é trapezoidal, cujo fundo chato, espraia a lâmina de água e diminui a velocidade de escoamento de enxurrada. A forma triangular é indicada para as declividades menores, de forma que o fundo em V concentra as águas e impede a deposição de sedimentos. A secção parabolóide, em forma de U, é indicada para as declividades intermediárias.

ANOTAÇÕES:

A vegetação do canal escoadouro deve ser escolhida de modo a suportar a velocidade de escoamento das enxurradas, não ter caráter de planta invasora e, se possível, ser utilizada como forragem. Várias são as espécies indicadas: entre as gramíneas, a batatais (*Paspalum notatum* Flüke), a tapete (*Axonopus compressus* Swartz-Beauv), a paspalum (*Paspalum dilatatum* Poir), a inglesa (*Stenotaphrum secundatum* Walt-Kuntze) e a seda (*Cynodon dactylon* (L.) Pers.); entre os capins, o quicuío (*Pennisetum clandestinum* Hochst.) e o rodes (*Chloris gayana* Kunth.) e do grupo das leguminosas, o cudzu-comum (*Pueraria thunbergiana* Benth), o cudzu-tropical (*Pueraria phaseoloides* Benth) e a centrosema (*Centrosema pubescens* Benth.).

Tabela 1. Resumo dos métodos de análise química de solo utilizados no Brasil

Determinação	Metodologia Empregada	Estados
pH (Acidez Ativa)	pH em água ou CaCl ₂	todos, exceto RS e SC
	pH em água	RS e SC
Matéria Orgânica	Digestão úmida ou método colorimétrico	todos
Fósforo Disponível	Mehlich 1 (Duplo Ácido ou Carolina do Norte)	todos, exceto SP
	Resina trocadora de ânions	SP
K Trocável	Mehlich	todos, exceto SP
	Resina trocadora de cátions	SP
Cálcio e Magnésio Trocáveis	KCl 1 M	todos, exceto SP
	Resina trocadora de cátions	SP
Alumínio Trocável	KCl 1 M	todos, exceto SP*
H+Al (Acidez Potencial)	Acetato de cálcio 0,5 M (pH 7) ou método indireto (Índice SMP)	todos

ANOTAÇÕES:

Fonte: TOMÉ Jr., J. B. Manual para interpretação de análise de solo. Guaíba: Agropecuária, 1997.

O pH em água ou em solução salina (como CaCl₂) mede a chamada acidez ativa, um retrato instantâneo da situação do solo. Essa acidez é mantida pela acidez potencial, que é estimada pela soma de H e Al ou pelo índice SMP. Esse índice é dado pelo pH de uma mistura do solo com a solução SMP (de Shoemaker, MacLean e Pratt, criadores do método). O solo é colocado nessa solução tampão de pH 7,5. Depois de 30 minutos, mede-se novamente o pH, que se equilibra em função da capacidade do solo acidificar a solução SMP. É como um cabo de guerra entre a acidez do solo e a acidez da solução. No caso abaixo, o Solo 2, mesmo tendo a mesma acidez ativa (pH 4,7), tem mais acidez potencial que a solo 1. Por isso, para certas culturas, a quantidade de calcário a adicionar no solo 2 vai ser maior que no Solo 1 (Figura 9).

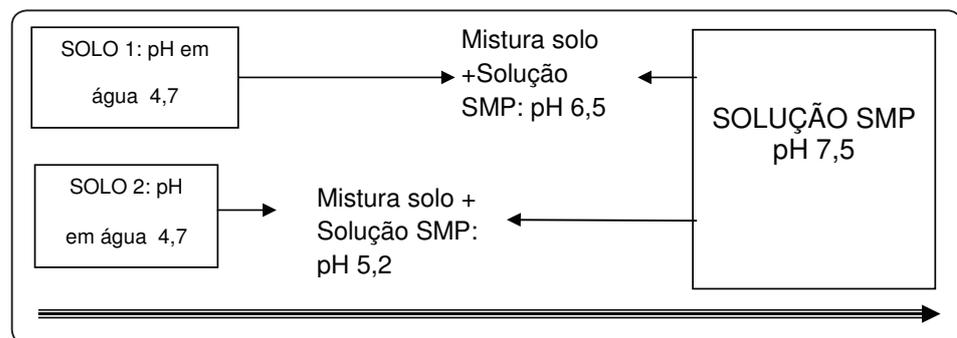


Figura 9. Diagrama de comparação de dois solos com a mesma acidez ativa, mas com graus diferentes de acidez potencial.

A matéria orgânica é medida por uma digestão química (úmida) do solo, com produtos que reagem com tudo que é material orgânico do solo, simulando uma queima. Em alguns casos, é feito um método colorimétrico

- **Resíduos de plantas:** o aumento do rendimento das culturas pode fazer com que uma quantidade maior de resíduos (palha, folhas, talos, raízes) seja incorporada ao solo. No entanto, o aumento de matéria orgânica dessa maneira, mesmo em plantio direto, é lento.
- **Plantas de cobertura:** trata-se de plantas cultivadas com a finalidade de aumentar o teor de matéria orgânica do solo, em outras palavras, para “engordar” a terra. Para isso, podem ser usadas plantas na época em que o cultivo seja menos rentável e/ou mais arriscado, como é o caso do inverno no Sul do Brasil. Um tipo específico de planta de cobertura são os chamados adubos verdes, cultivados para aumentar a fertilidade da terra. Em geral, são usadas leguminosas, pois elas têm microrganismo nas raízes que obtém N do ar, e as plantas podem fornecer esse N para as culturas seguintes.
- **Resíduos agrícolas e agroindustriais:** as palhas que sobram das culturas podem ser úteis. Um exemplo brasileiro é o da cana de açúcar, depois que se elimina a queima e se faz o corte com máquina colocando as folhas, que eram antes queimadas, no solo, tem aumentado o teor de MO daqueles solos. As sobras do processamento, como palhas e cascas, também contribuem para melhorar o solo.

ANOTAÇÕES:

As camas e dejetos de animais têm um grande potencial, pois, em geral, resultam em maior proporção de húmus do que simples resíduos de plantas. Isso é importante em SC, onde se criam grandes números de suínos e de aves. No caso das camas, se tem um material mais concentrado e a maravalha, embora diminua a concentração dos nutrientes como N e P, tem a vantagem de acrescentar matéria orgânica ao solo. Os dejetos suínos líquidos, além do problema dos grandes volumes, que geram custos altos para aplicação no solo, têm nutrientes com disponibilidade imediata. Os dois tipos têm problemas de concentração de metais, mais exatamente, o Cu o Zn. Esse dois elementos são nutrientes essenciais, mas em grandes quantidades podem ser tóxicos para plantas e para animais que consumirem essas plantas. Trabalhos feitos durante dez anos de aplicação de dejetos suínos mostraram que o cobre e o zinco podem se acumular bastante em diferentes camadas do solo.

Composto é o produto de um processo manejado de mistura e decomposição aeróbia de diferentes resíduos orgânicos. No processo chamado de compostagem, são misturados, em pilhas, materiais mais ricos, como esterco, e materiais mais pobres, mais “duros”. São feitas camadas, e se procura ter a dose certa de água e de ar nas pilhas. Isso possibilita uma grande atividade microbiana, que chega a elevar a temperatura a 65 °C, eliminando muitos organismos prejudiciais, como microrganismos que causam doenças e as sementes de plantas indesejáveis. O resultado é um material mais rico em N, P e outros nutrientes, que ainda é parcialmente humificado. Isso significa que ele não só vai fornecer nutrientes

pois é necessário planejar a implantação das culturas com antecedência; o uso de máquinas e mão de obra; e o preço das sementes de plantas de cobertura e/ou adubação verde.

ANOTAÇÕES:

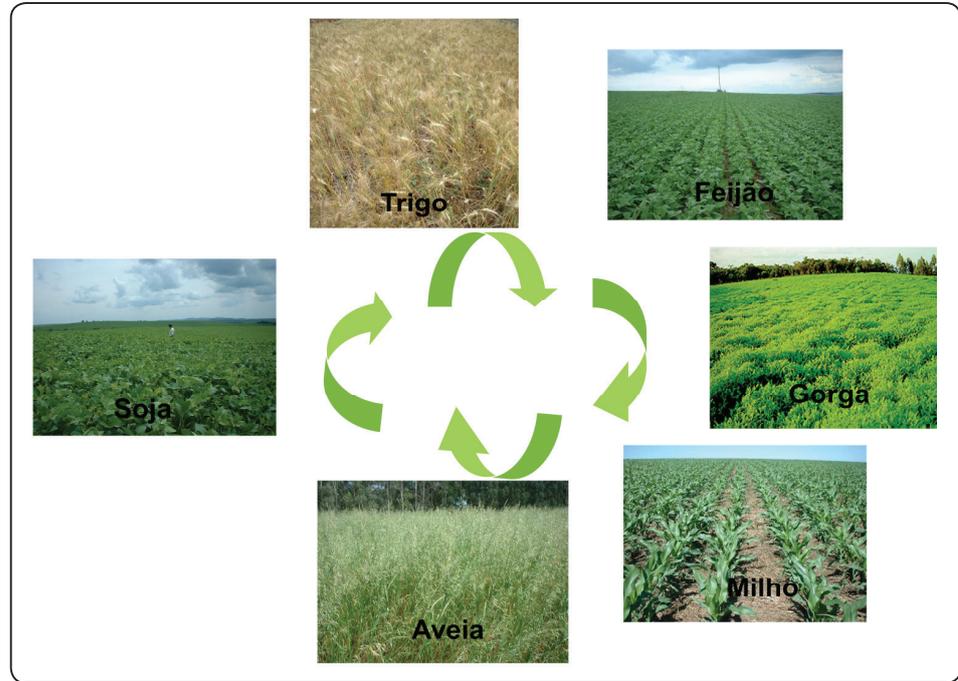


Figura 10: Representação esquemática de um plano de rotação de culturas (Fotos Milton da Veiga, EPAGRI).



Figura 11: Representação de plantas com diferentes arquiteturas, sistemas radiculares e exigências nutricionais (Imagem de fonte desconhecida).

Culturas de cobertura e adubos verdes

O uso de plantas de cobertura e/ou adubos verdes promove efeitos benéficos nas propriedades físicas, químicas e biológicas do solo.

Em relação às propriedades físicas do solo, os efeitos têm duas fases: a proteção das plantas e seus resíduos das camadas superficiais do solo e a



Os efeitos benéficos nas propriedades químicas do solo são o aumento da matéria orgânica, ao longo dos anos; o aumento dos teores de macro e micronutrientes em formas assimiláveis, o que é favorecido pela associação simbiótica com bactérias fixadoras de nitrogênio (rizóbios) e fungos micorrízicos (micorrizas); o aumento da capacidade de troca de cátions (CTC) do solo; a exsudação de ácidos orgânicos (solubilização dos minerais do solo); o aumento do pH e a diminuição da acidez; a diminuição dos teores de alumínio tóxico, consequência do aumento do pH e/ou da complexação por ácidos orgânicos; a liberação de aleloquímicos, substâncias que atuam na supressão de plantas espontâneas; a reciclagem de nutrientes (N, P, K e outros); e a formação de ácidos orgânicos hidrossolúveis, que atuam no transporte de nutrientes para dentro do perfil do solo.

ANOTAÇÕES:

Nas propriedades biológicas do solo, as plantas de cobertura e adubação verde atuam melhorando as condições ambientais do solo (água, ar e temperatura) e a decomposição dos resíduos orgânicos. Com o uso dessa prática, ocorre o aumento da atividade microbiana; o aumento da meso e macrofauna do solo; a fixação biológica do N (leguminosas); o controle de nematóides e outros parasitas (por exemplo, crotalárias, mucunas, etc); e a supressão de plantas espontâneas, através do sombreamento, a liberação de aleloquímicos que atuam na germinação e/ou crescimento das espontâneas.

Em decorrência da melhoria das propriedades físicas, químicas e biológicas do solo, verifica-se a melhoria da produtividade das culturas em sucessão ou rotação; o aumento da população de insetos benéficos, pelo equilíbrio biológico; o aumento da oferta de alimentos, possibilitando sistemas integrados de lavoura e pecuária; e o aumento da população da fauna silvestre, pela manutenção ou retomada da cadeia alimentar.

Plantio direto sem herbicidas

Com o desenvolvimento das tecnologias industriais de controle químico de plantas espontâneas, na década de 50, foi possível realizar o plantio com revolvimento do solo restrito, originando o sistema plantio direto (SPD), que chegou ao Brasil na década de 70. Esse aspecto e o controle da erosão levaram à adoção do sistema no Sul do Brasil na mesma época.

O sistema plantio direto pode ser definido como a semeadura das culturas em solo com revolvimento restrito à linha de plantio ou cova, com largura e profundidade suficientes para cobrir as sementes, onde se mantém, na superfície do solo, uma camada de fitomassa (palha) ou de vegetação para cobri-lo.

padrões estruturais, fisiológicos e de competição por nutrientes, impedindo que ocorra uma seleção das espontâneas. O cultivo consorciado permite aproveitar diversidades de competências, onde cada espécie utiliza determinado estrato aéreo e radicular, com diferentes taxas de absorção de nutrientes, aumentando, assim, a capacidade competitiva frente às plantas espontâneas.

Várias espécies podem ser utilizadas como culturas de cobertura, mas aquelas com maior aptidão para este fim devem ter crescimento rápido, grande produção de matéria seca, rusticidade, ciclo definido, entre outros.

ANOTAÇÕES:

Avaliação participativa da qualidade do solo

A avaliação da qualidade do solo através de indicadores participativos com o intuito de buscar a sustentabilidade dos sistemas produtivos é uma ferramenta que valoriza o conhecimento local, transforma o agricultor em sujeito do processo, dando-lhe autonomia para demonstrar os seus saberes e construir conhecimento. Diversos trabalhos foram desenvolvidos com o intuito de avaliar a sustentabilidade de forma participativa.

A qualidade e a capacidade produtiva do solo podem ser avaliadas e monitoradas por agricultores e agentes de ATER pelo uso de indicadores de qualidade do solo. Assumindo que a qualidade do solo é a capacidade de um solo funcionar, seja em um ecossistema natural ou manejado, sustentando a produtividade de plantas e animais, mantendo ou aumentando a qualidade do ar e da água e promovendo a saúde das plantas, dos animais e dos homens, um bom indicador da qualidade ambiental é a qualidade do solo, ou seja, se a qualidade do solo é mantida, o que estiver acontecendo na paisagem, seja ela gerenciada ou natural, deve ser sustentável. Por isso, a qualidade do solo é a integração das propriedades biológicas, físicas e químicas do solo, que o habilita a exercer suas funções na plenitude. De forma geral, os indicadores para avaliar a qualidade do solo devem contemplar as propriedades físicas, químicas e biológicas.

Metodologias de avaliação participativa da qualidade solo e da saúde dos cultivos podem ser usadas em diferentes agroecossistemas e em uma série de contextos geográficos e socioeconômicos, desde que os indicadores de avaliação sejam adequados para o agroecossistema a ser avaliado. A identificação do objeto de estudo ou agroecossistema deverá seguir os seguintes passos: estabelecer os indicadores e definir as características que representam um solo de boa qualidade ou um cultivo sadio. Estas características deverão ser discutidas e transformadas em indicadores. Para a definição dos indicadores e a forma de avaliação dos mesmos, realizam-se um ou mais encontros e uma ou mais práticas para capacitar e nivelar o conhecimento da metodologia pelos presentes. Para cada indicador será atribuída uma nota de 1 a 10, segundo a



AGROECOLOGIA E AGRICULTURA ORGÂNICA

O que é Agricultura Orgânica?

Nos últimos anos, ouve-se falar cada vez mais em produtos orgânicos, ecológicos, naturais, biológicos, biodinâmicos, agroecológicos e assim por diante. Em geral, isso faz lembrar produtos obtidos sem o uso de venenos, adubos “fortes” ou outras coisas que possam prejudicar a saúde de quem come o produto, de quem lida ou produz esse alimento, e que a produção não causa dano ao ambiente. No entanto, todas essas palavras podem ter significados bem diferentes, tanto em termos legais, como nas concepções sociais e políticas envolvidas.

A Agricultura Orgânica está legalmente definida no Brasil. Ela inclui as correntes chamadas de Agricultura Natural, Ecológica, Agroecológica Biodinâmica e outras. Pela legislação em vigor, que inclui a lei aprovada no Congresso (Lei 10831 de 2004), é a produção que segue um conjunto de normas, que tem regras bem precisas. Resumindo, é a produção que respeita o ambiente, segue as normas há pelo menos dois anos, e deve haver a certificação, que é a garantia de que as normas foram seguidas. A certificação é feita por organismos devidamente credenciados (acreditados).

Em termos práticos de manejo, a adubação é baseada em plantas, rochas moídas e adubos orgânicos (esterco, palha, cinza, composto,...). As sementes e mudas devem também ser de produção orgânica, mas, na sua falta podem ser usadas mudas convencionais, desde que não tratadas com produtos tóxicos. Finalmente, produtos tóxicos sintéticos não são admitidos no controle de pragas, de doenças e de plantas. Devem ser usados rotação de culturas, espécies e variedades apropriadas, proteção dos inimigos naturais, capina mecânica ou manual e vassoura de fogo. Também podem ser usados alguns produtos naturais, como piretróides, preparações a base de plantas, própolis ou enxofre, além de certas preparações a base de cobre, sabão, feromônios, *Bacillus thuringiensis*, vírus; óleos vegetais ou óleo de parafina.

ANOTAÇÕES:

A Agricultura Orgânica, não é, porém, uma panaceia, o remédio para todos os males do campo e para a segurança de quem consome os alimentos. Entra aí a necessidade de novas formas de organizar a produção agrícola e a vida no meio rural. Começa nesse ponto a discussão e a luta por novas formas de desenvolvimento, tanto do país como em nível local. O debate inclui questões sociais e políticas, envolve a solidariedade entre o campo e a cidade, busca outros tipos de contato entre produtores e consumidores, ou melhor, entre diferentes grupos e organizações sociais. Tudo isso está inserido naquilo que no Brasil tem sido chamado de Agroecologia. Esse termo tem sido usado de forma genérica, para se referir a muitas coisas diferentes, mas dentro do exposto acima, é preciso ver algumas definições dadas por pessoas e grupos envolvidos. A palavra tem, assim, diferentes definições. Abaixo seguem algumas delas, que dizem que Agroecologia é:

ANOTAÇÕES:

- A aplicação da ecologia ao planejamento e manejo de agroecossistemas sustentáveis.
- Uma abordagem holística da agricultura e do desenvolvimento agrícola baseada na agricultura de pequena escala, tradicional, local e alternativa.
- Ligação da ecologia, socioeconomia e cultura para sustentar a produção agrícola, comunidades de agricultores e a saúde ambiental.
- Disciplina que define, classifica e estuda sistemas agrícolas a partir de uma perspectiva ecológica e socioeconômica.
- Disciplina lógica para integração transversal de disciplinas e níveis de escala. (Métodos das ciências da natureza podem ser usados para descrever as ferramentas para tomadas de decisão que vão levar a uma agricultura ecologicamente equilibrada, enquanto métodos das ciências sociais podem ser usados para integrar dimensões humanas e ajudar a melhorar e entender o sistema todo).
- Corresponde a um campo de estudos que pretende o manejo ecológico dos recursos naturais, para - através de uma ação social coletiva de caráter participativo, de um enfoque holístico e de uma estratégia sistêmica - reconduzir o curso alterado da coevolução social e ecológica, mediante um controle das forças produtivas que estaque seletivamente as formas degradantes e espoliadoras da natureza e da sociedade.
- Agroecologia é entendida como enfoque científico, teórico, prático e metodológico, com base em diversas áreas do conhecimento, que se propõe a estudar processos de desenvolvimento sob uma perspectiva ecológica e sociocultural e, a partir de um enfoque sistêmico - adotando o agroecossistema como unidade de análise - apoiar a transição dos modelos convencionais de agricultura e de desenvolvimento rural para estilos de agricultura e de desenvolvimento rural sustentável.

