

# Caderno Jovens Rurais

## Solo e água Semente da vida



**CADERNO DE TECNOLOGIAS  
AMBIENTAIS**

**USO, MANEJO E  
CONSERVAÇÃO DO SOLO**

Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (Epagri)  
Rodovia Admar Gonzaga, 1.347, Itacorubi, Caixa Posta 502  
88034-901 Florianópolis, SC, Brasil  
Fone: (48) 3665-5000, fax (48) 3665-5010  
Site: www.epagri.sc.gov.br

Editado pela Epagri/Gerência de Marketing e Comunicação (GMC)

**Coordenação do Programa:** Milton da Veiga

**Colaboradores:** Anderson Luiz Kangenski, Carla Maria Pandolfo, Charles Seidel, Édio Zunino Sgrott, Fabiano Alberton, Hélio Luiz Paim, José Inácio Battistel, Josinei Antônio Tissi, Juliane Garcia Knapik Justen, Lauro Krunvald, Leandro Crestani e Leandro do Prado Wildner

**Revisores técnicos:** Geraldo Buogo, Ivanete Masson e Rose Mary Gerber

**Fotos:** Lauro Krunvald, Leandro Crestani, Leandro do Prado Wildner e Milton da Veiga

**Arte-final:** Zélia Silvestrini

**Revisão:** Abel Viana

**Tiragem:** 1.000

**Impressão:** Dioesc

#### Ficha catalográfica

EPAGRI. *Uso, manejo e conservação do solo*. Caderno de tecnologias ambientais. Florianópolis, SC, 2014. p. 62 (Epagri. Boletim Didático, 103).

Agricultura familiar; Solo; Manejo do solo; Fertilidade do solo .



ISSN - 1414-5219

## APRESENTAÇÃO

A Epagri (Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina) possui uma trajetória de interação com os Jovens Rurais no território catarinense desde 1956, quando da criação de sua predecessora, a Acaresc. Nos últimos 10 anos, entretanto, as iniciativas voltadas aos jovens rurais foram consideradas tímidas. Dessa forma, a partir de 2012, a Epagri assumiu o desafio de revitalizar as ações, criando e desenvolvendo uma nova dinâmica de trabalho que tem como objetivo **contribuir na formação do Jovem Rural como protagonista do processo de desenvolvimento sustentável, promovendo o empreendedorismo e a cidadania no meio rural e pesqueiro.**

Por meio de práticas inovadoras de vivências e experimentação facilitadas pela metodologia de alternância, que combina aspectos teóricos, práticos e de experimentação, você, jovem, estará participando dessa dinâmica que denominamos **Curso de formação em liderança, gestão e empreendedorismo com Jovens Rurais**. O curso contempla conteúdos com um núcleo comum em Desenvolvimento Humano, Liderança, Turismo Rural, Empreendedorismo e Inclusão Digital; e núcleos específicos de Gestão Ambiental, Negócios, e Técnico com Atividades Agrícolas e Não agrícolas, de acordo com a sua realidade.

Para apoiar essa ação, os colaboradores que atuam nos mais diversos programas da Epagri elaboraram diferentes cadernos que trazem temas importantes e atuais, utilizados como subsídio durante o curso. Esperamos que os cadernos possam contribuir com o desenvolvimento da capacidade de liderança e de empreendedorismo dos jovens rurais. Com conteúdos inovadores e contemporâneos, os Cadernos oportunizam aprendizagens sobre: **o capital social e humano**, que fala da nossa gente, história, cultura (nosso maior patrimônio); **a gestão social do ambiente** e o compromisso com a vida; **as atividades não agrícolas e de autoabastecimento**, como possibilidade de geração de trabalho e renda com mais saúde; **a fruticultura, os grãos, a olericultura, a pecuária** à base de pasto; **a piscicultura** e **a silvicultura** como oportunidades e alternativas para aumentar a renda e a qualidade da alimentação das famílias de agricultores e pescadores; as



práticas de **conservação e recuperação do solo e da água** e a **gestão de negócios e mercado**.

O caderno Tecnologias Ambientais, que integra o conjunto dos 11 cadernos dos programas, convida você a refletir sobre **Uso, Manejo e Conservação do Solo**. Espera-se que, com este conteúdo, você, jovem, possa compreender que o solo é um recurso natural renovável em longo prazo e que o seu mau uso e manejo, como a falta de cobertura e a mobilização intensa, pode levar a processos indesejáveis, como a erosão e a compactação do solo. O uso inadequado das terras agrícolas é um dos principais fatores de degradação dos solos, que compromete a produtividade dos cultivos e a qualidade do ambiente.

**Diretoria Executiva**

# SUMÁRIO

Introdução .....	7
1 O solo como um corpo natural .....	9
1.1 O nosso planeta .....	9
1.1.1 Rochas ígneas .....	10
1.1.2 Rochas sedimentares .....	11
1.1.3 Rochas metamórficas .....	12
1.2 Formação do solo .....	13
1.3 Horizontes do solo .....	14
1.4 Composição do solo .....	15
1.4.1 Matéria orgânica do solo .....	15
1.4.2 Ar do solo .....	16
1.4.3 Água do solo .....	16
2 A importância da água .....	17
3 Degradação do solo .....	19
3.1 Erosão do solo .....	19
3.2 Formação de selo e crosta superficial .....	20
3.3 Compactação do solo .....	21
3.4 Cuidados para evitar a degradação do solo .....	22
3.4.1 Evitar as queimadas .....	22
3.4.2 Manter o solo coberto por plantas ou seus resíduos .....	22
3.4.3 Usar o solo de acordo com sua aptidão .....	23
3.4.4 Evitar o uso excessivo de agroquímicos .....	23
4 Cobertura do solo .....	24
4.1 Plantas de cobertura de inverno .....	25
4.2 Plantas de cobertura de verão .....	25
4.3 Características importantes das plantas de cobertura .....	26
4.4 Produção de sementes .....	27
4.5 Semeadura .....	28
4.6 Manejo da massa verde .....	28
4.7 Uso das plantas de cobertura como pastagem .....	30
4.8 Uso das plantas de cobertura para adubação verde .....	30

5	Sistemas de preparo do solo .....	31
5.1	Preparo convencional .....	31
5.2	Preparo reduzido .....	32
5.3	Plantio sem preparo .....	34
6	Manejo conservacionista do solo .....	36
6.1	Uso das terras de acordo com sua aptidão agrícola .....	36
6.2	Cobertura permanente do solo .....	38
6.3	Revolvimento mínimo do solo .....	39
6.4	Plantio em contorno .....	39
6.5	Rotação de culturas .....	39
6.6	Práticas complementares para controle da erosão .....	41
6.6.1	Terraços e cordões .....	41
6.6.2	Canal divergente e bacia de captação .....	42
6.6.3	Alocação de estradas rurais .....	43
7	Fertilidade do solo .....	44
7.1	Nutrientes essenciais às plantas .....	44
7.2	Amostragem do solo .....	45
7.2.1	Amostra simples e composta .....	45
7.2.2	Amostradores de solo .....	46
7.2.3	Época do ano para coleta .....	46
7.2.4	Pontos-chave para uma boa amostragem do solo .....	47
7.2.5	Análise de tecido vegetal .....	48
7.3	Calagem .....	49
7.4	Adubação mineral .....	52
7.4.1	Nitrogênio (N) .....	54
7.4.2	Fósforo (P) .....	56
7.4.3	Potássio (K) .....	56
7.4.4	Cálcio (Ca), magnésio (Mg) e enxofre (S) .....	56
7.4.5	Micronutrientes .....	56
7.4.6	Adubos formulados .....	57
7.5	Adubação orgânica .....	57

## Introdução

Em Santa Catarina, a ocupação do território ainda vem sendo realizada sem o devido planejamento, numa situação em que os custos ambientais são desconsiderados ou não valorizados. O crescimento econômico desordenado traz consigo problemas de toda ordem, como efluentes e resíduos agrícolas, industriais e humanos, a ocupação de áreas de APP, a substituição de vegetação nativa por extensas áreas de monoculturas, levando à simplificação dos ecossistemas e à redução da biodiversidade. Da mesma forma, a insuficiência de tecnologias e modelos produtivos de baixo impacto ambiental limitam as possibilidades de desenvolvimento de forma sustentável.

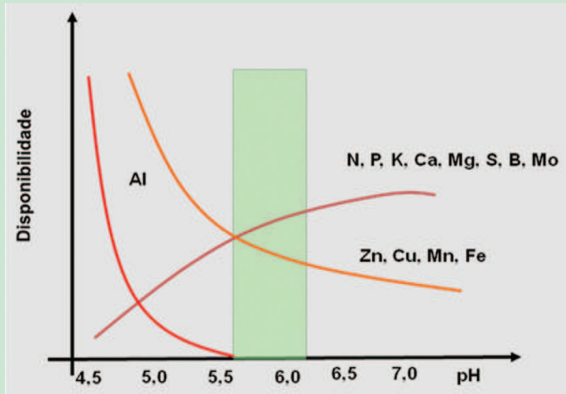
As diversas formas de pressão de uso e demanda pelos recursos naturais, causadas principalmente por um modelo de desenvolvimento questionável, tem contribuído com a rápida degradação do ambiente, reduzindo a disponibilidade de água com qualidade e degradando os demais recursos naturais e, especialmente, o solo.

O **Programa Tecnologias Ambientais** procura desenvolver e difundir sistemas de informação e tecnologias que possibilitem a recuperação, conservação e o manejo sustentável dos recursos ambientais em Santa Catarina.

Dentre as diferentes ações em que o Programa atua, destacamos o conteúdo sobre **solo e água** para que você, jovem, possa continuar implementando alternativas menos impactantes de uso e manejo desses importantes elementos da natureza, considerando também todos os aspectos socioeconômicos e culturais presentes na sua realidade.



# Solo e Água



# 1 O solo como um corpo natural

## 1.1 O nosso planeta

O planeta onde vivemos faz parte do sistema solar, que é constituído pelo sol, oito planetas, luas e asteroides (Figura 1).

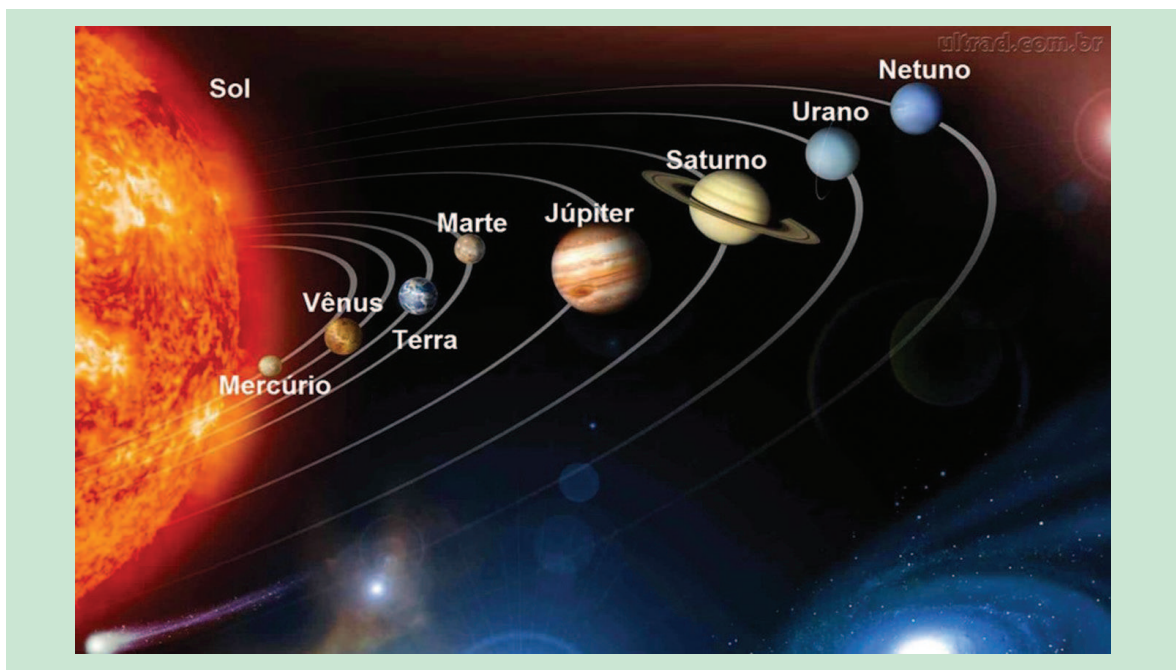


Figura 1. Sistema solar, com os planetas na proporção aproximada de tamanho. Fonte: <http://imagensgratis.com.br/sistema-solar-imagens/1> (adaptado)

Segundo os cientistas, a idade da terra é de aproximadamente 4,5 bilhões de anos. Inicialmente ela se apresentava como uma bola incandescente, que foi esfriando aos poucos de fora para dentro, até possibilitar a existência de vida em sua superfície. O interior da terra ainda é muito quente, em função da decomposição radioativa dos minerais (Figura 2).

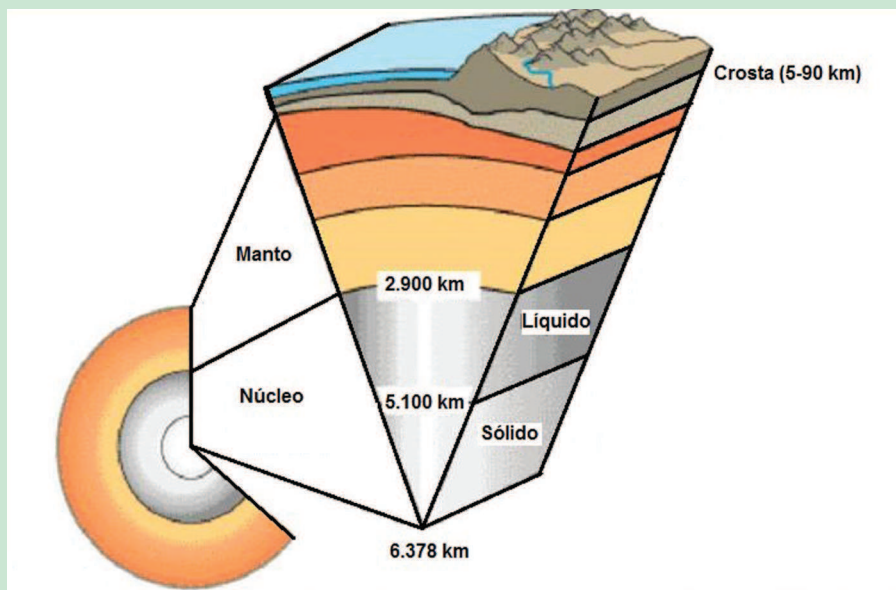


Figura 2. Representação esquemática das camadas da terra. Fonte: Google Images

A crosta terrestre, local onde vivemos, apresenta entre 25 e 90 km de espessura e é constituída por rochas. As rochas são uma mistura de materiais diferentes, chamados de minerais, classificadas em ígneas, sedimentares e metamórficas.

### 1.1.1 Rochas ígneas

Em épocas passadas, **o magma provindo de camadas profundas da crosta se esparramou** sobre a superfície terrestre, resfriando-se rapidamente e dando origem às rochas ígneas extrusivas, como o basalto encontrado no Oeste Catarinense (Figura 3).

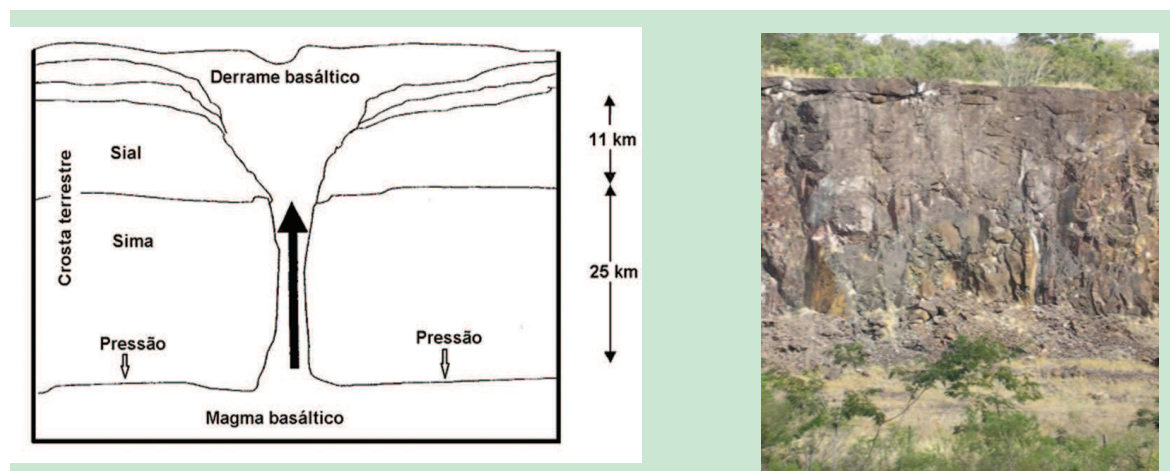


Figura 3. Representação do derrame de lavas que deu origem às rochas basálticas (esquerda) e fotografia de corte dessa rocha no Oeste Catarinense. Fonte: Acervo de Milton da Veiga



As rochas ígneas intrusivas foram formadas quando o magma se consolidou no interior da crosta, resfriando-se mais lentamente do que as rochas ígneas extrusivas. Com o tempo, a ação da erosão geológica removeu as rochas situadas acima, expondo as rochas formadas em profundidade, como ocorreu com o granito encontrado ao longo do Litoral Catarinense (Figura 4).

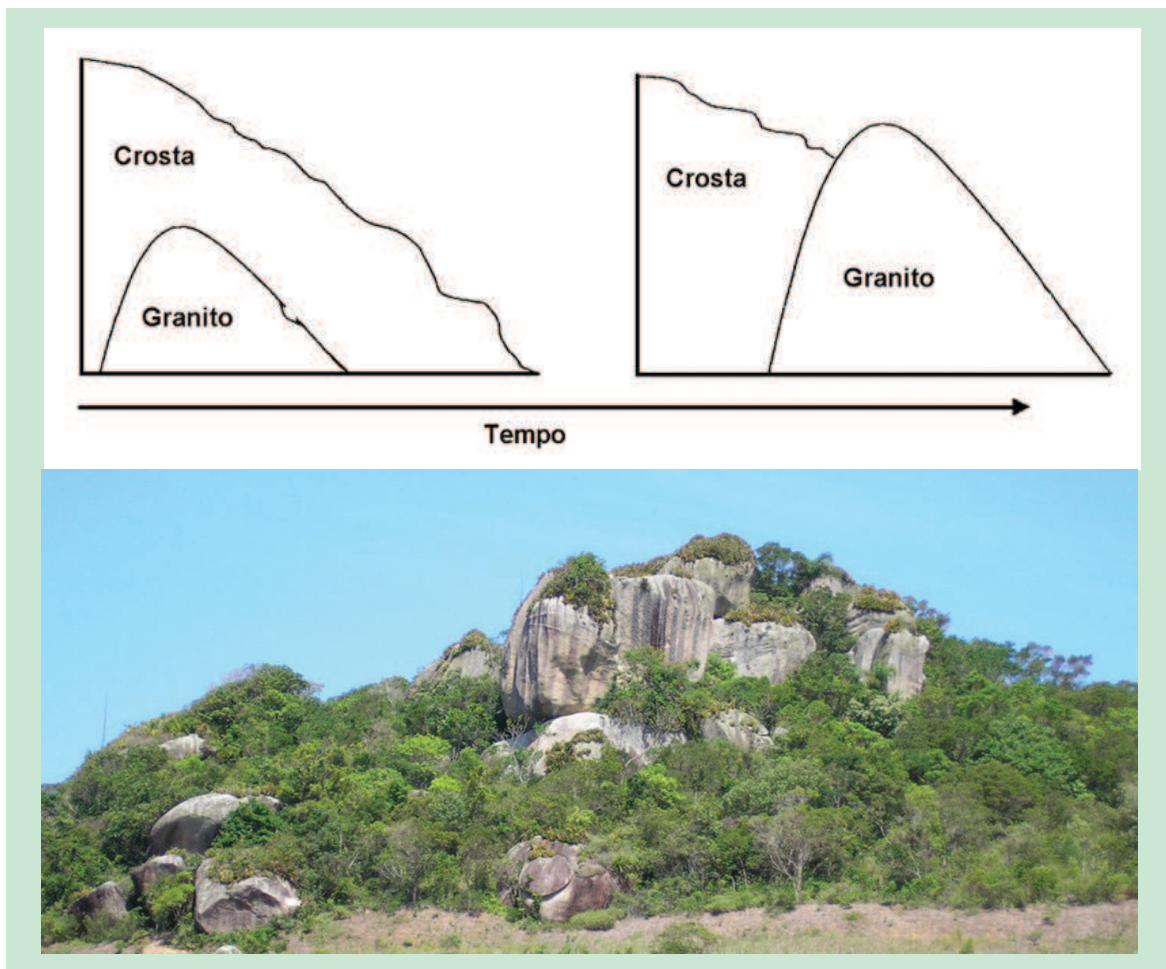


Figura 4. Representação da formação e exposição das rochas ígneas intrusivas (acima) e fotografia do granito encontrado no Litoral Catarinense. Fonte: Acervo de Milton da Veiga

## 1.1.2 Rochas sedimentares

As rochas sedimentares são formadas a partir do material proveniente **de qualquer tipo de rocha** ou mesmo de um solo, transportado pela chuva ou pelo vento e depositado em locais específicos, normalmente apresentando camadas distintas, como o folhelho encontrado no Alto Vale do Itajaí e em parte do Planalto Catarinense e o arenito (conhecido como pedra de afiar ferramentas, rebole), encontrado em uma faixa estreita desde o Litoral Sul e ao longo do Planalto. Elas ainda podem ser formadas a partir de deposição de sais em ambiente marinho, como os calcários (utilizados nas lavouras para corrigir a acidez do solo) encontrados nos municípios de Botuverá e Vidal Ramos (Figura 5).



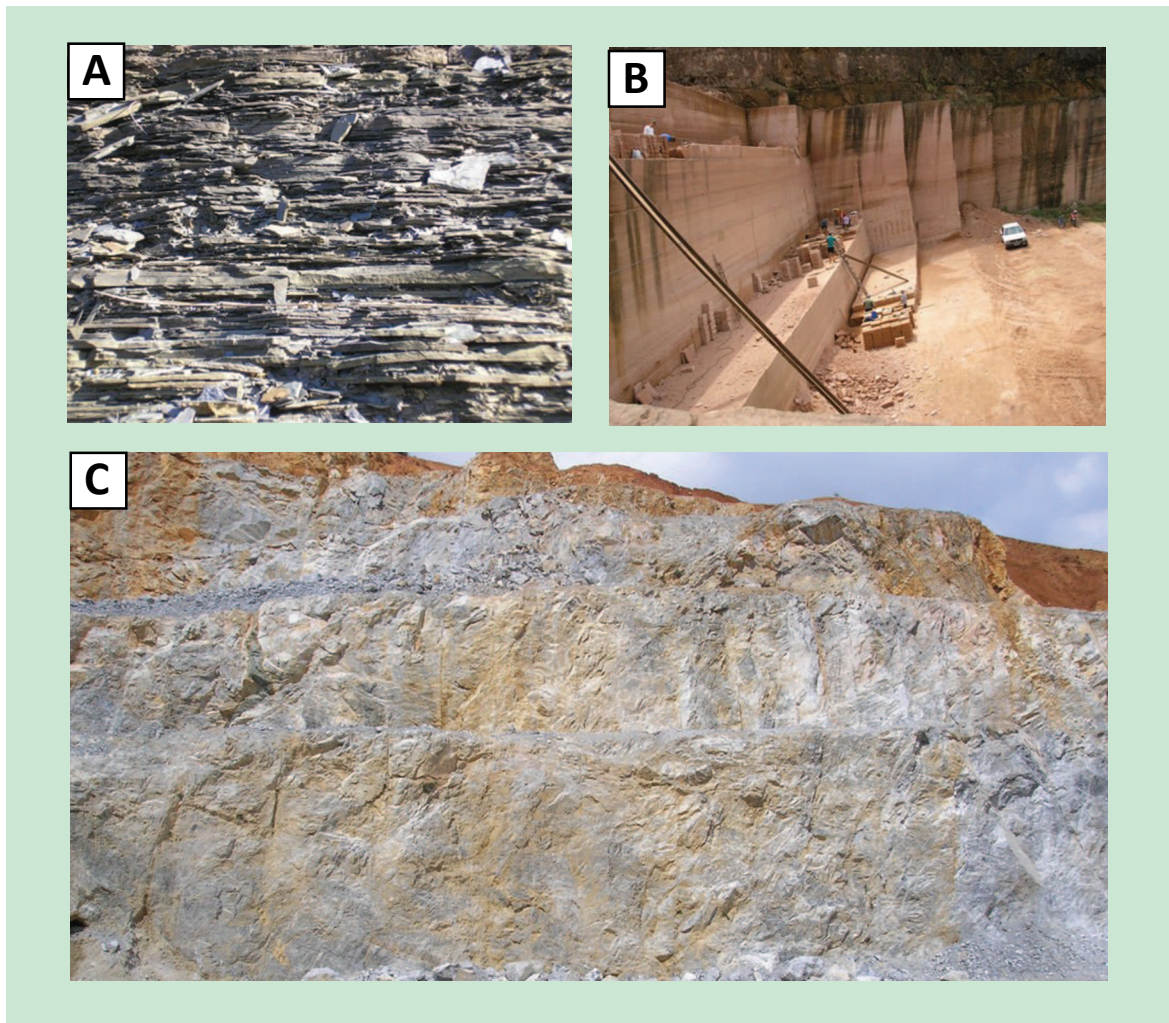


Figura 5. Rochas sedimentares encontradas em Santa Catarina: A) folhelho; B) arenito; C) calcário.  
Fonte: Acervo de Milton da Veiga

### 1.1.3 Rochas metamórficas

As rochas metamórficas são formadas a partir de transformações químicas e/ou mecânicas de qualquer tipo de rocha, apresentando como característica principal a formação de faixas de diferentes cores na rocha. Em Santa Catarina esse tipo de rocha é encontrado associado aos granitos ao longo do Litoral, principalmente entre Blumenau e Joinville. São as rochas mais antigas encontradas em Santa Catarina, podendo apresentar mais de dois bilhões de anos. As principais rochas dessa classe encontradas no estado são gnaisses, migmatitos e xistos (Figura 6). O mármore é outro tipo de rocha metamórfica muito conhecida.

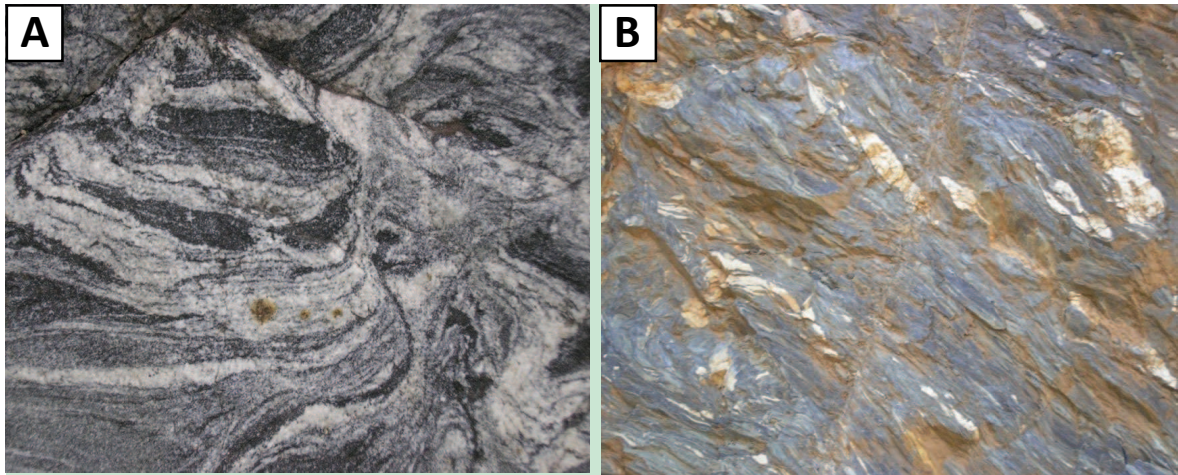


Figura 6. Rochas metamórficas encontradas em Santa Catarina: A) migmatito; B) xisto. Fonte: Acervo de Milton da Veiga

## 1.2 Formação do solo

No decorrer de milhões de anos as rochas foram se partindo em pedaços cada vez menores. O calor, o frio, a chuva, a umidade, o vento e os seres vivos atuaram sobre esse material, promovendo a sua decomposição física e química e formando o solo, sobre o qual se desenvolvem as plantas (Figura 7). Restos de plantas e de animais, quando adicionados ao solo, dão origem à matéria orgânica.

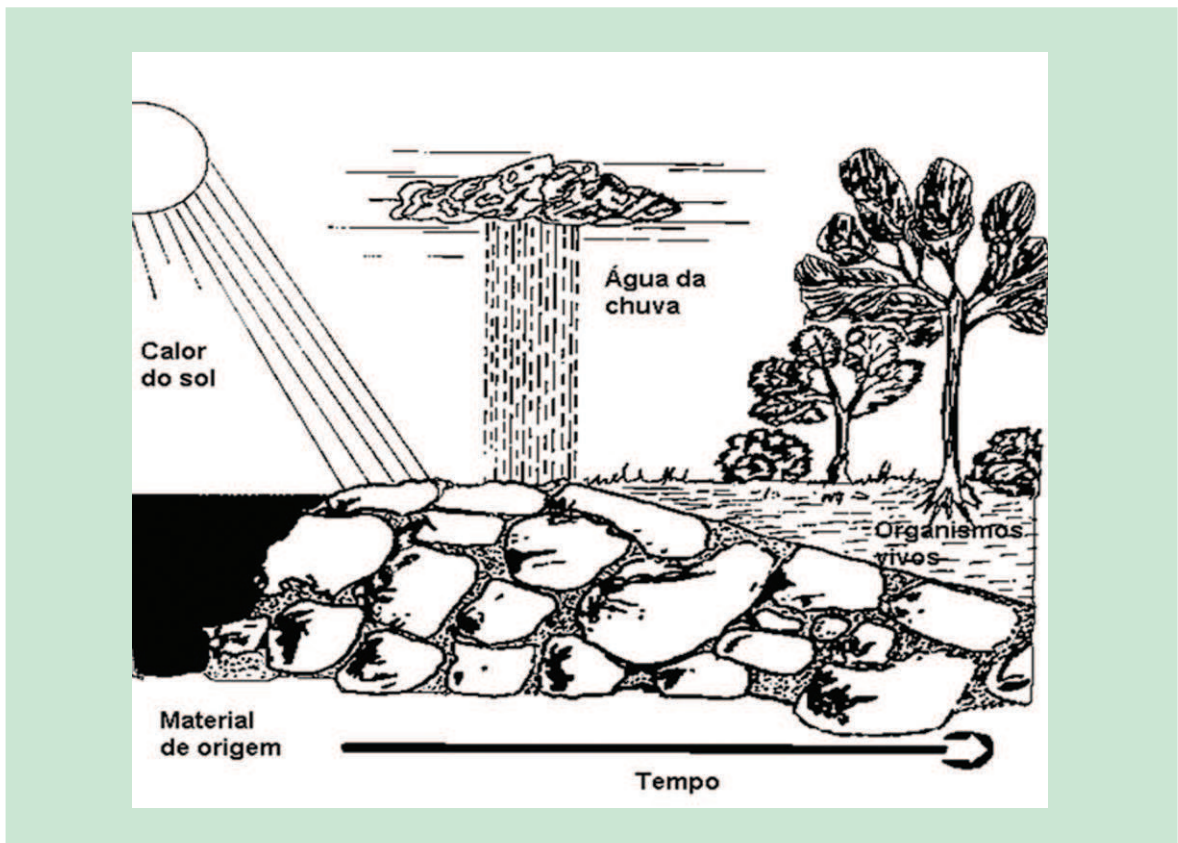


Figura 7. Formação do solo a partir da ação dos agentes do intemperismo sobre a rocha. Fonte: Epagri, 2006



**O solo se origina pela decomposição da rocha e adição de matéria orgânica.**

**Para formar 1cm de solo a natureza leva até 400 anos.**

### 1.3 Horizontes do solo

Na medida em que o solo vai se formando, vão surgindo camadas diferentes umas das outras, que são chamadas de horizontes do solo (Figura 8). O horizonte superficial é mais escuro por causa do acúmulo da matéria orgânica (MO).

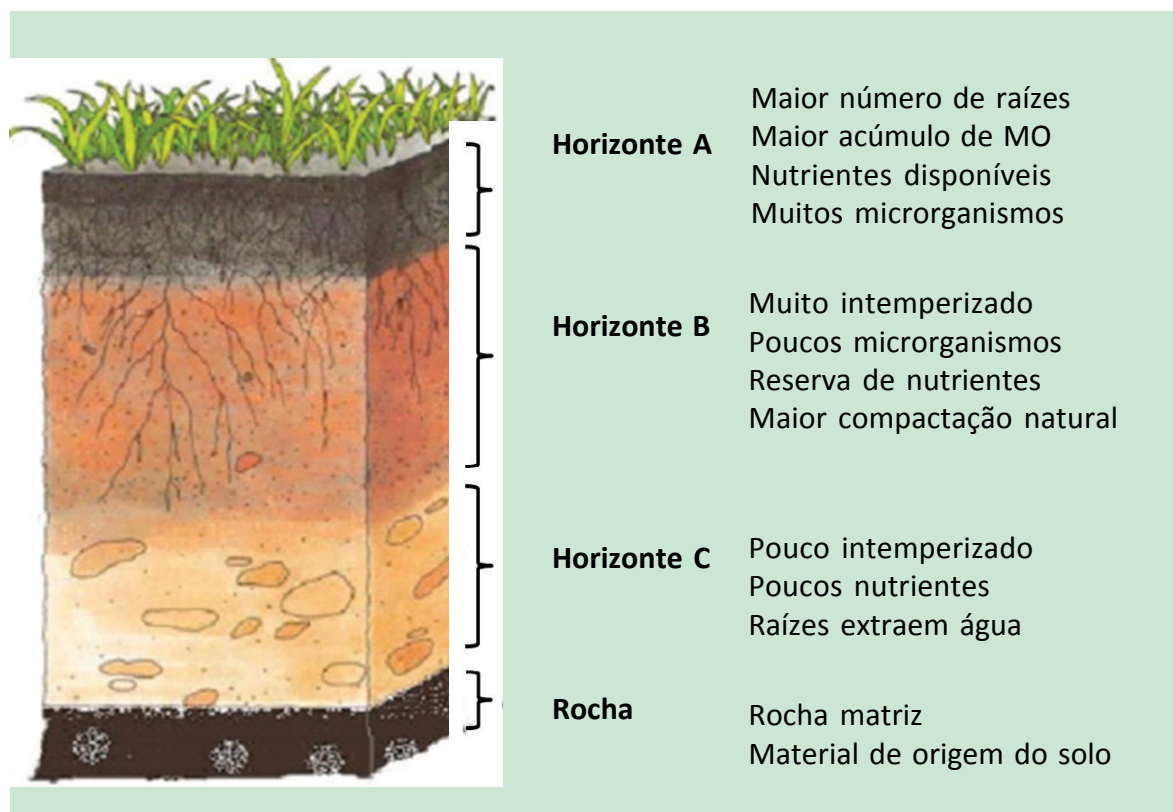


Figura 8. Perfil hipotético do solo onde são apresentados os principais horizontes. Fonte: [http://pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:Soil\\_profile.jpg](http://pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:Soil_profile.jpg)

**A camada superior é a mais fértil para as plantas, por isso o agricultor deve cuidar bem dela.**

## 1.4 Composição do solo

Um solo agrícola tem aproximadamente 50% do seu volume ocupado pelas partículas sólidas (matéria mineral e matéria orgânica) e 50% ocupado em proporções variáveis de ar e água, dependendo da sua condição de umidade (Figura 9).

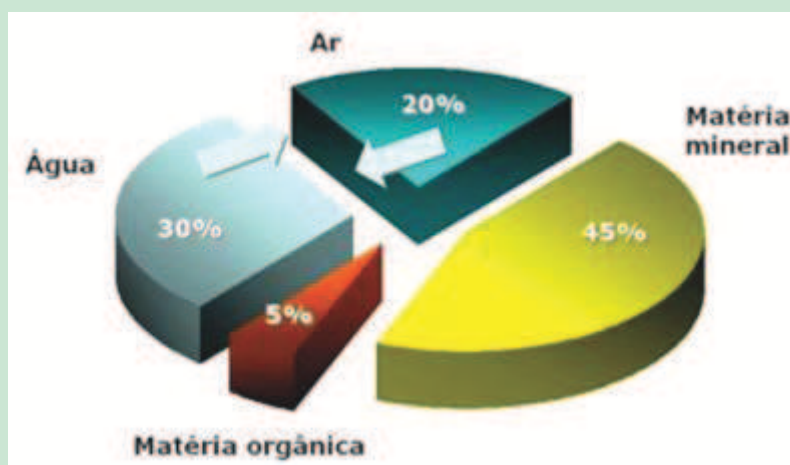


Figura 9. Proporção dos componentes de um solo com boa qualidade. Fonte: Google Images

**A qualidade do solo depende do tratamento que é dado pelo agricultor.**

### 1.4.1 Matéria orgânica do solo

A matéria orgânica do solo é formada principalmente por resíduos dos vegetais. Ela é fonte de nutrientes para as plantas, tem condições de reter até dez vezes a sua massa em água e precisa ser renovada constantemente, através da adição de resíduos vegetais.



## 1.4.2 Ar do solo

O ar é um importante componente do solo, permitindo que haja vida no seu interior. Os solos compactados (socados, entijolados) não permitem o desenvolvimento das raízes das plantas. Ao se perceber esse problema, deve-se adotar uma prática conservacionista para soltar o solo, como a adubação verde e a subsolagem.

**As raízes das plantas e os seres vivos que habitam o solo necessitam respirar: Sem respiração não há vida!**

## 1.4.3 Água do solo

O solo serve de reservatório de água da chuva, liberando-a lentamente para as plantas e para as vertentes. A planta absorve a maioria dos nutrientes a partir da água que se encontra dentro do solo, chamada de “solução”.

A rentabilidade da atividade agrícola depende da disponibilidade de água no solo (Quadro 1). A agricultura responde por 70 e 80% do consumo global de água doce, principalmente através da irrigação.

Quadro 1. Necessidade aproximada de água para produção de alimentos e para dessedentação de animais

Alimento	Litros	Animal	Litros/dia
1 fatia de pão	150	Ovelha	8
1 espiga de milho	200	Galinha (x100)	10
1 prato de batatas	5.600	Suíno (bebida e asseio)	15
1 quilo de carne	13.000	Boi, burro e cavalo	35
1 litro de leite	15.000	Vaca leiteira (bebida e asseio)	90

**Sem água não há vida nem produção!**

## 2 A importância da água

A água é o recurso mais importante e mais escasso de que dispomos e a sua falta é o fator mais limitante para a produção animal e vegetal. Aproximadamente 70% da superfície da terra é coberta por água; de toda a água disponível no planeta, menos de 3% é água doce, sendo encontrada principalmente nas geleiras, subsolo, lagos e rios (Figura 10). Na verdade o que está realmente disponível para uso humano e animal é uma quantidade muito pequena, em torno de 0,4% de toda a água que existe na terra.

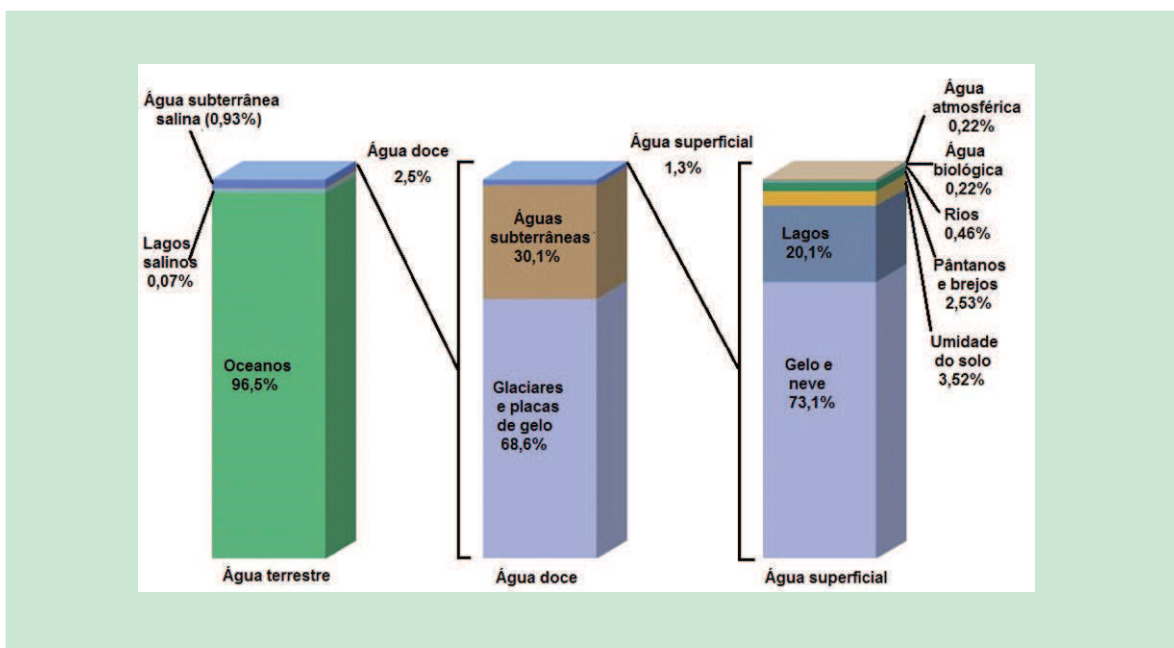


Figura 10. Distribuição da água na Terra. Fonte: Gleick (1993), modificado

**A disponibilidade de água é muito pequena:  
Economize e conserve-a limpa!**



## 3 Degradação do solo

A degradação do solo é um processo que vai acabando com as suas boas qualidades e, assim, reduzindo o potencial de produção da lavoura.

Ela é provocada por:

- Erosão do solo
- Formação de crosta superficial
- Formação de camada compactada
- Uso impróprio da gleba

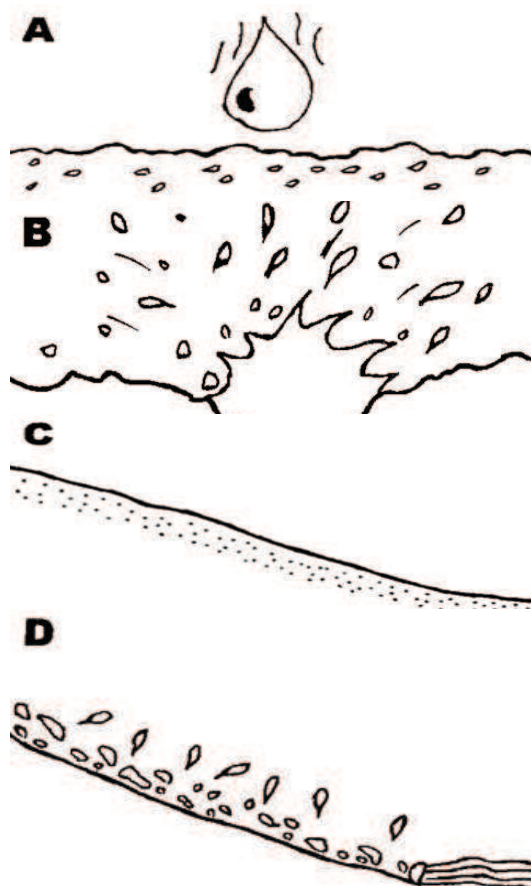
**O solo degradado empobrece o agricultor.**

### 3.1 Erosão do solo

A erosão do solo é um processo que ocorre em etapas, conforme representado na figura 12.

**O impacto das gotas da chuva sobre o solo descoberto é responsável por 90% da erosão.**





As gotas da chuva possuem energia cinética, que se transforma em trabalho ao atingir a superfície.

Quando caem sobre o solo descoberto, provocam desagregação e entupimento dos poros (selamento), dificultando a infiltração de água.

Como a água não consegue infiltrar, escoar sobre o terreno, arrastando solo, adubo e mesmo sementes.

Todo o material arrastado é depositado nas partes mais baixas da propriedade, podendo provocar o entupimento de bueiros, assoreamento dos rios e enchentes.

Figura 12. Etapas do processo de erosão do solo em uma lavoura

## 3.2 Formação de selo e crosta superficial

Com o impacto direto das gotas da chuva sobre o solo descoberto, ele vai se pulverizando cada vez mais e as partículas vão preenchendo os poros, formando uma fina camada com baixa capacidade de infiltração de água no solo (selo superficial). Quando a chuva cessa e o sol seca o solo, forma-se uma camada endurecida na superfície do solo, chamada de crosta superficial.

A formação de selo e crosta superficial deve ser evitada porque diminui a infiltração de água no solo, dificulta a germinação das sementes das culturas e aumenta a erosão do solo. Para evitar a sua formação é importante manter o solo sempre coberto, o que vai proteger o solo do impacto direto das gotas da chuva. Quando já existe crosta, deve-se proceder a escarificação manual ou mecânica da superfície do solo para rompê-la.

**Manter o solo sempre coberto é a melhor maneira de evitar a formação de selo e crosta superficial**

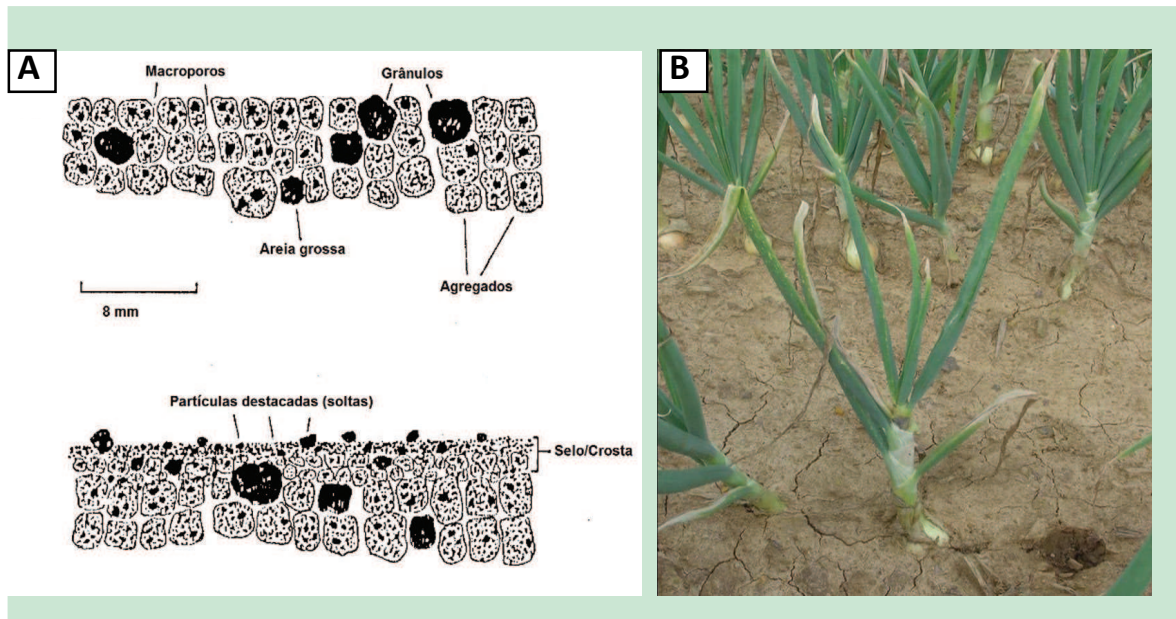


Figura 13. (A) Formação de selo e crosta superficial pela ação das gotas da chuva sobre o solo descoberto e (B) lavoura com encrostamento superficial generalizado. Fonte: Google Images e acervo de Leandro do Prado Wildner

### 3.3 Compactação do solo

A compactação do solo corresponde à formação de uma camada de solo mais densa, com menor porosidade, que dificulta tanto a infiltração da água como o desenvolvimento das raízes. A camada compactada normalmente está localizada a uma profundidade de 5 a 30cm e apresenta uma espessura entre 5 e 15cm (Figura 14). Quando a área de lavoura é utilizada para pastagem de inverno, o pisoteio dos animais, quando excessivo, pode resultar na formação de uma camada superficial compactada, que atinge no máximo 10cm de profundidade.

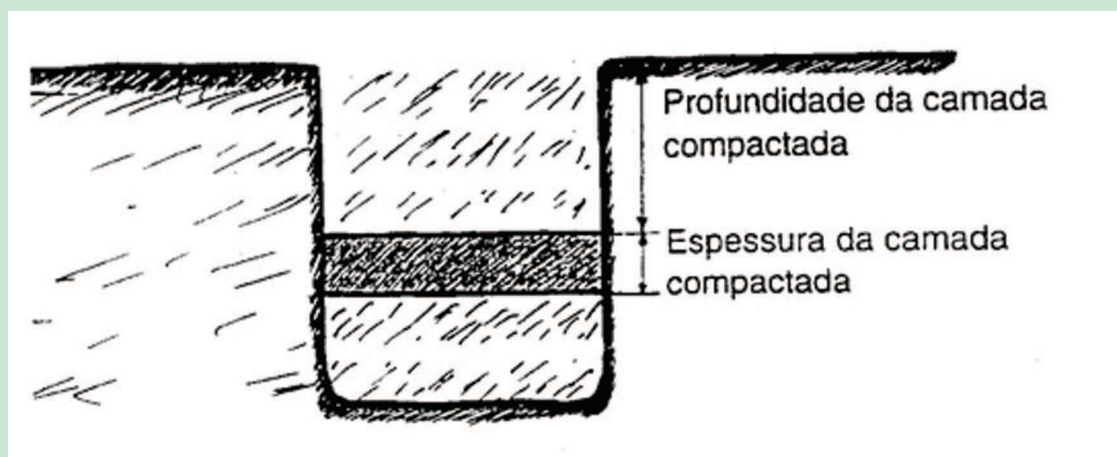


Figura 14. Representação de uma camada compactada no perfil do solo e da compactação superficial pelo pisoteio dos animais

## 3.4 Cuidados para evitar a degradação do solo

### 3.4.1 Evitar as queimadas

O fogo destrói a vida do solo, eliminando minhocas, insetos e seus alimentos. Após o fogo apenas uma pequena quantidade de nutrientes mineralizados é facilmente usada pelas plantas. Por isso, tem-se a ilusão de que o solo melhorou, mas nas safras seguintes os nutrientes perdidos farão falta.

**Seja esperto: não use o fogo em suas áreas de lavoura e de pastagem.**

### 3.4.2 Manter o solo coberto por plantas ou seus resíduos

A cobertura do solo com plantas ou resíduos diminui a ação da chuva, dos ventos e do sol. Quanto maior a quantidade de cobertura, menor a perda de solo por erosão (Quadro 2). Na figura 15 é apresentada a comparação entre áreas com e sem cobertura vegetal e os impactos sobre o ambiente.

Quadro 2. Perda de solo por erosão em diferentes sistemas de manejo do solo

Manejo do solo	Perda de solo (t/ha)
Solo descoberto	170
Aveia/milho	25
Pastagem perene	1
Floresta	0,4

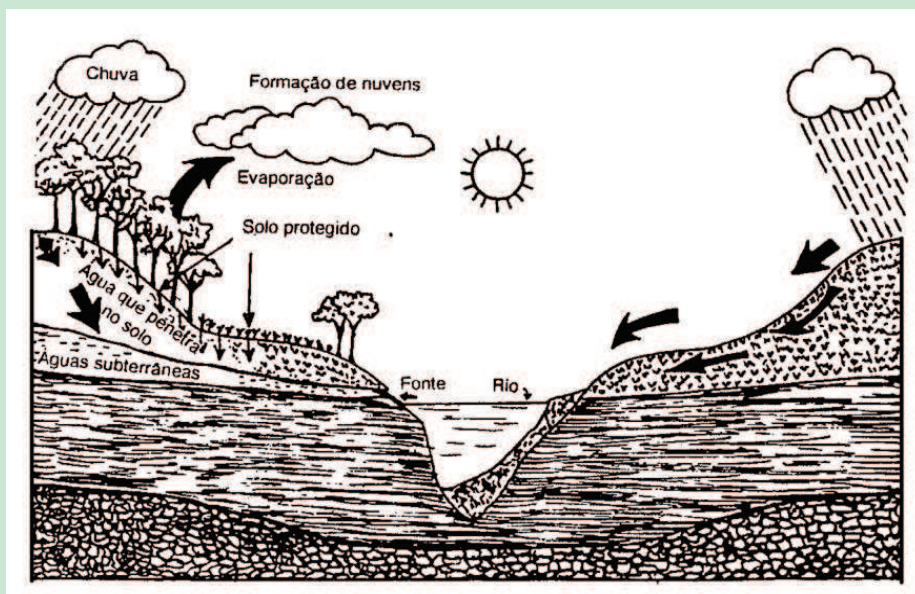


Figura 15. Representação de áreas com e sem cobertura vegetal e seus impactos sobre o ambiente

### 3.4.3 Usar o solo de acordo com sua aptidão

O solo deve ser utilizado de acordo com sua vocação. O planejamento do uso das glebas deve ser feito considerando declividade, pedregosidade, profundidade, fertilidade e tipo de cultura. Áreas declivosas e/ou pedregosas devem ser utilizadas para reflorestamento ou pastagem perene e as áreas menos declivosas e com solos mais profundos com culturas anuais.

### 3.4.4 Evitar o uso excessivo de agroquímicos

O uso exagerado de inseticidas, herbicidas, fungicidas e adubos solúveis pode degradar o solo, além de intoxicar agricultores, alimentos, animais e água.

**Sempre que possível, use métodos alternativos aos agroquímicos.**

## 4 Cobertura do solo

Como explicado anteriormente, o uso da cobertura do solo por plantas e seus resíduos é uma prática fundamental para evitar a degradação do solo. O uso de plantas de cobertura tem as seguintes funções:

- Proteger o solo contra a erosão;
- Recuperar solos degradados;
- Aumentar a matéria orgânica do solo;
- Reduzir a evaporação e aumentar a capacidade de o solo armazenar água;
- Melhorar a fertilidade do solo, por isso tais plantas também são conhecidas como “adubos verdes”.

A melhoria da fertilidade do solo ocorre porque as plantas de cobertura:

- Evitam a perda de nutrientes para camadas mais profundas (lixiviação);
- Absorvem nutrientes em maior profundidade, trazendo-os para a superfície;
- Aumentam a retenção de nutrientes pelo aumento da matéria orgânica do solo;
- As leguminosas incorporam nitrogênio ao sistema;
- Reduzem a infestação por inços;
- Reduzem o ataque de pragas e doenças.

**As plantas de cobertura evitam a erosão e melhoram a fertilidade do solo.**



## 4.1 Plantas de cobertura de inverno

São semeadas entre março e julho, destacando-se aveia preta, azevém, centeio, ervilhacas/vicas, tremoços e nabo forrageiro. Podem ser semeadas solteiras, consorciadas ou na forma de “coquetel” de plantas, quando são semeadas três ou mais espécies na mesma área.

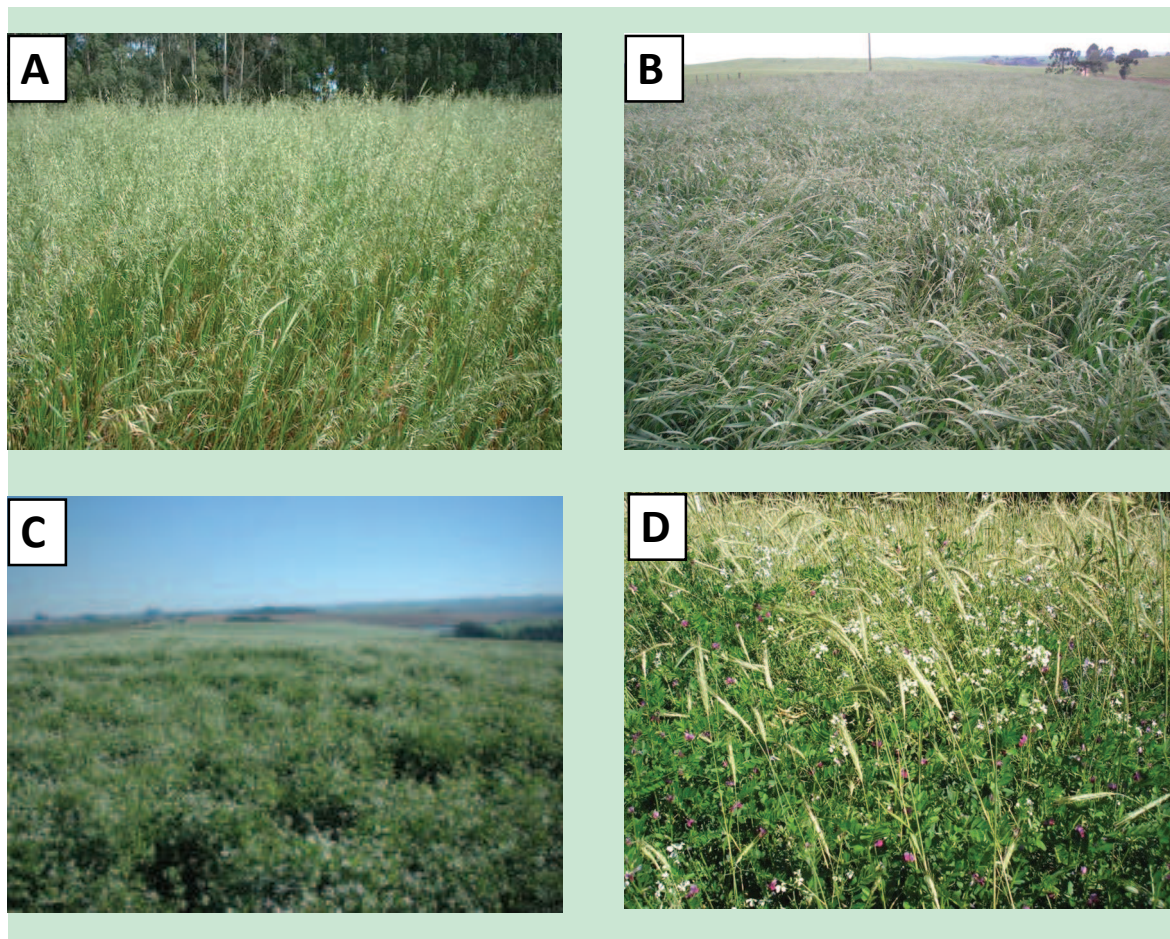


Figura 16. Plantas de cobertura de inverno: A) aveia preta; B) azevém; C) nabo forrageiro; e D) consórcio de centeio, ervilhaca comum e nabo forrageiro. Fonte: Acervo de Milton da Veiga

## 4.2 Plantas de cobertura de verão

São semeadas entre setembro e dezembro, destacando-se crotalárias, mucunas, trigo mourisco, feijão de porco e feijão guandu. Geralmente são utilizadas após a colheita da cultura comercial cultivada mais precocemente, como a cebola e o fumo, mas seu maior potencial é para cultivo solteiro como estratégia para recuperação de áreas degradadas.



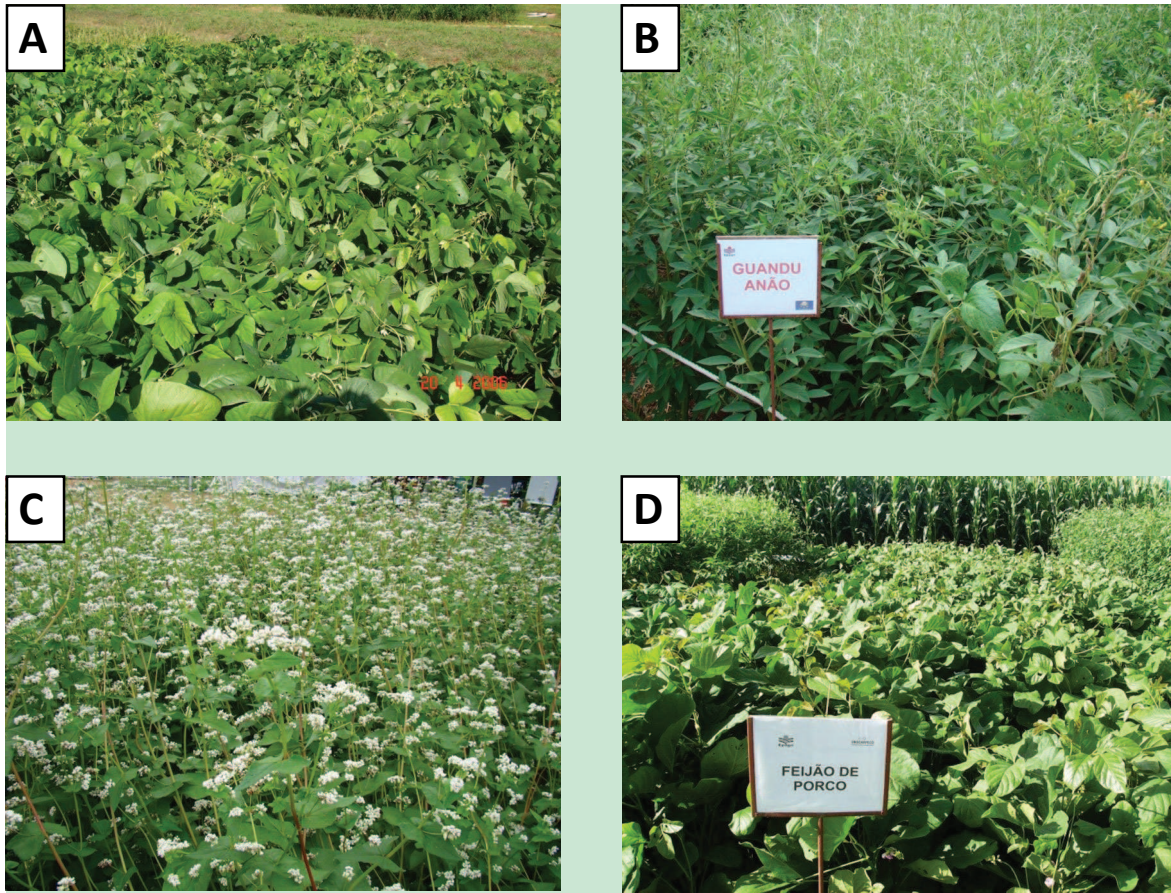


Figura 17. Plantas de cobertura de verão: A) mucuna; B) Guandu anão; C) trigo mourisco; e D) feijão de porco. Fonte: Acervos de Milton da Veiga e Leandro do Prado Wildner

## 4.3 Características importantes das plantas de cobertura

As plantas de cobertura devem apresentar algumas características básicas para desempenharem seu papel, como:

- Apresentar rápido crescimento inicial;
- Produzir grande quantidade de palha;
- Ter boa capacidade de ciclagem de nutrientes;
- Ser de fácil implantação e manejo no campo;
- Apresentar sistema radicular profundo e abundante;
- Apresentar baixo nível de ataque de pragas e doenças;
- Apresentar potencial para múltiplo uso na propriedade;
- Apresentar tolerância à baixa fertilidade;
- Não se tornar invasora;
- Ter florescimento uniforme;
- Produzir semente na região, numa relação mínima de 1/10ha.

## Uma boa palhada é fundamental para o plantio direto.

Quadro 3. Número de dias entre a emergência e o florescimento de plantas de cobertura de inverno e de verão

Inverno		Verão	
Espécie	Dias	Espécie	Dias
Nabo forrageiro	70-90	Mucuna anã	55-95
Ervilhaca comum	110-125	Feijão de porco	90-120
Aveia preta	100-125	<i>Crotalaria spectabilis</i>	80-120
Ervilhaca peluda	130-145	Guandu anão	70-160
Azevém	120-150	<i>Crotalaria mucronata</i>	140-180

Fonte: Amado & Wildner (1994), adaptado

**Lembre-se: é na floração plena o momento ideal para fazer o manejo das plantas de cobertura.**

## 4.4 Produção de sementes

Recomenda-se que o agricultor utilize plantas de cobertura com disponibilidade de sementes nas agropecuárias da região a um preço acessível ou então que produza sua própria semente. As recomendações gerais para a produção de sementes na propriedade são:

- Reservar uma área específica para produzir sementes;
- Produzir sementes de duas ou três espécies;
- Para produção de ervilhaca/vica, usar tutoramento com aveia ou tremoço;
- Para mucunas (exceto anã) usar cercas, muros, árvores isoladas e margem de capoeiras;
- Usar menor quantidade de sementes do que para cobertura do solo (Quadro 4);
- Regular bem a trilhadora ou batedora;
- Armazenar as sementes em local seco e ventilado.

Quadro 4. Quantidade de sementes (kg/ha) de plantas de cobertura utilizada para produção de sementes e cobertura do solo

Espécie	Finalidade	
	Semente	Cobertura
Aveia preta	50-60	60-80
Azevém	20-30	25-30
Triticale	100-120	150-180
Ervilhaca comum	20-40	40-60
Ervilhaca peluda	10-20	30-50
Nabo forrageiro	10-20	20-30
Tremoço	60-80	70-90
Crotalárias	10-30	20-40
Mucunas (exceto anã)	20-50	30-70
Feijão de porco	80-100	100-200
Guandu anão	20-30	30-50

Fonte: Amado & Wildner (1994), adaptado.

## 4.5 Semeadura

Para a perfeita incorporação das sementes, recomendam-se os seguintes cuidados:

- Evitar o preparo tradicional do solo ou a gradagem para incorporar as sementes;
- Sementes de azevém, ervilhaca e nabo forrageiro podem ser semeadas a lanço, sem incorporação;
- Semear a cultura de inverno antes da cultura de verão perder as folhas que, ao caírem, cobrirão as sementes e estas germinarão normalmente;
- Após a cultura do milho para grãos, quando sobre bastante palha, pode-se utilizar uma grade niveladora para incorporar as sementes;
- Para algumas espécies (como as mucunas semeadas intercalares ao milho) o plantio pode ser feito com saraquá ou mesmo enxada.

## 4.6 Manejo da massa verde

Preferencialmente as plantas de cobertura devem ser manejadas mecanicamente, da seguinte forma:

- Pode ser utilizado rolo-faca, rolo-grade (Figura 18, A e B), tronco de madeira ou roçadeira;



- Para não haver rebrota, o manejo deve ser feito quando as plantas estiverem em floração plena ou quando a primeira camada de flores estiver com vagens formadas (ervilhacas, tremoços e nabo forrageiro);
- Em algumas situações a semeadura da cultura subsequente pode ser feita sem manejo prévio da planta de cobertura (Figura 18, C).

O manejo também pode ser feito com herbicidas, utilizando-se pulverizadores costais ou mecanizados. Nesse manejo devem-se tomar os seguintes cuidados:

- Utilizar o herbicida e a dose recomendados para a planta de cobertura;
- Esperar de 10 a 20 dias após a aplicação para realizar a semeadura da cultura subsequente.



Figura 18. Manejo mecânico de plantas de cobertura: A) adaptação de grade (rolo-grade) para manejo mecânico; B) consórcio de plantas de cobertura manejado com rolo-grade; C) semeadura sobre palha manejada mecanicamente; e D) semeadura no final do ciclo da cultura de inverno. Fonte: Acervo de Milton da Veiga

**Converse com o técnico da Epagri para saber qual o melhor manejo das plantas de cobertura e o herbicida a ser utilizado.**

## 4.7 Uso das plantas de cobertura como pastagem

Quando as plantas de cobertura forem utilizadas para pastagem sob pastejo direto dos animais, devem-se tomar os seguintes cuidados:

- Não promover o pastejo excessivo (deixar a pastagem raspada) ou colocar os animais na área com o solo úmido;
- Retirar os animais com antecedência, para possibilitar o rebrote da pastagem e, assim, uma boa produção de palhada;
- Para gado leiteiro, utilizar o **pastejo rotativo**.



Figura 19. Área com pastejo excessivo (A) e com pastejo rotacionado da gado leiteiro (B). Fonte: Acervo de Milton da Veiga.

## 4.8 Uso das plantas de cobertura para adubação verde

Para adubação verde devem-se utilizar plantas com boa produção de massa verde e com teores altos de nutrientes. Nesse caso, recomenda-se a incorporação antecipada da massa verde, pois os nutrientes se tornam disponíveis para a cultura subsequente após a sua decomposição. Esse uso das plantas de cobertura apresenta alguns inconvenientes, como:

- O solo fica descoberto;
- Facilita a perda de nutrientes por lixiviação;
- Afeta a germinação da cultura subsequente quando semeada durante a fermentação da massa verde.

## 5 Sistemas de preparo do solo

Os sistemas de preparo do solo podem ser divididos em três grandes grupos: preparo convencional, preparo reduzido e sem preparo (plantio direto).

### 5.1 Preparo convencional

É o sistema de preparo que envolve mais de uma operação, geralmente utilizando equipamentos de discos, como aração + gradagem ou mais de uma gradagem. Esse sistema apresenta várias desvantagens, tais como:

- Deixa o solo descoberto, suscetível à ação da chuva, vento e sol;
- Forma camada compactada subsuperficial (pé de arado ou pé de grade);
- Reduz a infiltração de água e aumenta o escoamento superficial, favorecendo a erosão;
- Aumenta a amplitude de variação da temperatura do solo, principalmente no verão;
- Diminui a matéria orgânica do solo, tanto pela perda através da erosão como pelo aumento da taxa de decomposição;
- Deixa o solo cada vez mais compactado;
- Reduz a rentabilidade das culturas.

**O sistema de preparo convencional degrada a lavoura e o ambiente e empobrece o agricultor.**



## 5.2 Preparo reduzido

O preparo reduzido é o sistema de preparo que consiste na movimentação mínima do solo. Tem como objetivo a proteção do solo, a manutenção de sua cobertura, a redução do uso de mão de obra para preparo do solo e a conservação da sua qualidade. As principais vantagens do preparo reduzido são:

- Deixa a maior parte dos resíduos na superfície do solo;
- Aumenta a infiltração e retenção de água no solo;
- Reduz significativamente a erosão, principalmente quando associados à semeadura em contorno;
- Reduz o uso de mão de obra nas operações de preparo em até 50%;
- Reduz gasto com energia e o tráfego de máquinas;
- Evita formação de camada compactada subsuperficial (pé de arado);
- Reduz a necessidade de adubos químicos em médio e longo prazo;
- Reduz custos de produção.

Ele apresenta, também, algumas desvantagens, como:

- É menos eficiente no controle de inços quando comparado ao preparo convencional;
- Necessita de equipamento adequado para evitar o “embuchamento” em áreas com grande quantidade de palha.

As principais condições para seu uso na lavoura são:

- Solo descompactado;
- Solo corrigido, com aplicação de calcário;
- Cobertura densa de palhada ou massa verde;

**Faça o cultivo mínimo sempre em contorno, para evitar o escoamento de água e erosão no sulco.**

- Abertura dos sulcos em contorno, para servirem como barreiras ao escoamento superficial de água.

Um dos sistemas de preparo reduzido mais conhecidos é o cultivo mínimo, que pode ser realizado da seguinte forma: 1) na fase inicial de crescimento da planta de cobertura (pré-sulcamento), geralmente com reforço por ocasião da semeadura da cultura sucessora (sulcamento definitivo); 2) na fase de floração plena da planta de cobertura; 3) após o acamamento da planta de cobertura; e 4) após a colheita da cultura antecessora (Figura 20, A, B e C).

O sistema de cultivo mínimo é especialmente adaptado para culturas com maior espaçamento entre fileiras de plantio, como milho, mandioca e fumo. A cebola é uma das poucas culturas com menor espaçamento (0,5 m entre linhas) na qual o cultivo mínimo foi utilizado em larga escala. Para esse cultivo foi realizada uma adaptação nas enxadas rotativas tracionadas por microtratores e por tratores de pequeno porte, as quais preparam uma faixa de aproximadamente 15cm de largura x 15cm de profundidade (Figura 20, D), com incorporação concomitante do adubo, para depois ser realizado o transplante das mudas de cebola.



Figura 20. Formas de cultivo mínimo: A) cultivo mínimo durante o ciclo vegetativo de ervilhaca comum; B) aspecto no final do ciclo vegetativo da ervilhaca; C) cultivo mínimo após a colheita da cultura de inverno; e D) cultivo mínimo de cebola. Fotos extraídas de Monegat (1991) e acervo de Lauro Krunvald

A **escarificação do solo** também é considerada como uma forma de preparo reduzido do solo, desde que não sejam realizadas gradagens na sequência. Essa forma de preparo do solo apresenta as seguintes vantagens:

- Deixa de 60 a 70% dos resíduos na superfície do solo;
- Aumenta a infiltração de água no solo;

- Pulveriza menos o solo do que o preparo com equipamentos de discos;
- Reduz o tempo para preparo do solo, com economia de combustível;
- Não forma camada compactada, pois as rodas do trator não trafegam dentro dos sulcos.

Para realização da operação de escarificação, alguns aspectos devem ser observados:

- Em áreas com muitos inços ou restos de culturas em quantidade elevada, é necessário utilizar escarificadores que possuam discos de corte adaptados;
- Exige tratores mais potentes, pois cada haste do equipamento exige aproximadamente 10 cv.

## 5.3 Plantio sem preparo

É o sistema onde a semeadura ou o transplante são realizados sem preparo prévio do solo, também conhecido como plantio direto. A movimentação do solo é mínima e mais de 90% da palhada permanece na superfície. As principais vantagens do plantio direto são:

- Eficiente controle da erosão;
- Redução da perda de água;
- Redução da temperatura na camada superficial do solo;
- Amortece o impacto das gotas da chuva;
- Economia de combustível;
- Melhoria das condições químicas, físicas e biológicas do solo;
- Redução do uso de mão de obra e de horas máquina;
- Humaniza o trabalho do agricultor;
- Melhor controle de inços, pela presença de palha na superfície.

Apresenta, também, algumas desvantagens, como:

- Maior investimento inicial com máquinas (diluído se adquiridas em grupos);
- Exige a aplicação de herbicidas dessecantes e pós emergentes;

As principais condições para a adoção do plantio direto são:

- Acompanhamento técnico da propriedade;
- Correção da acidez e descompactação do solo;
- Cobertura do solo com resíduos das culturas e plantas de cobertura.

- Rotação de culturas;
- Máquinas apropriadas para cada condição de solo e de cultura;
- Boa dessecação e manejo dos inços.

As máquinas utilizadas para plantio direto são:

- Manual: saraquá, enxada ou similar;
- Tração animal: semeadora adubadora com uma ou duas linhas;
- Tração mecânica: semeadora adubadora com duas ou mais linhas.

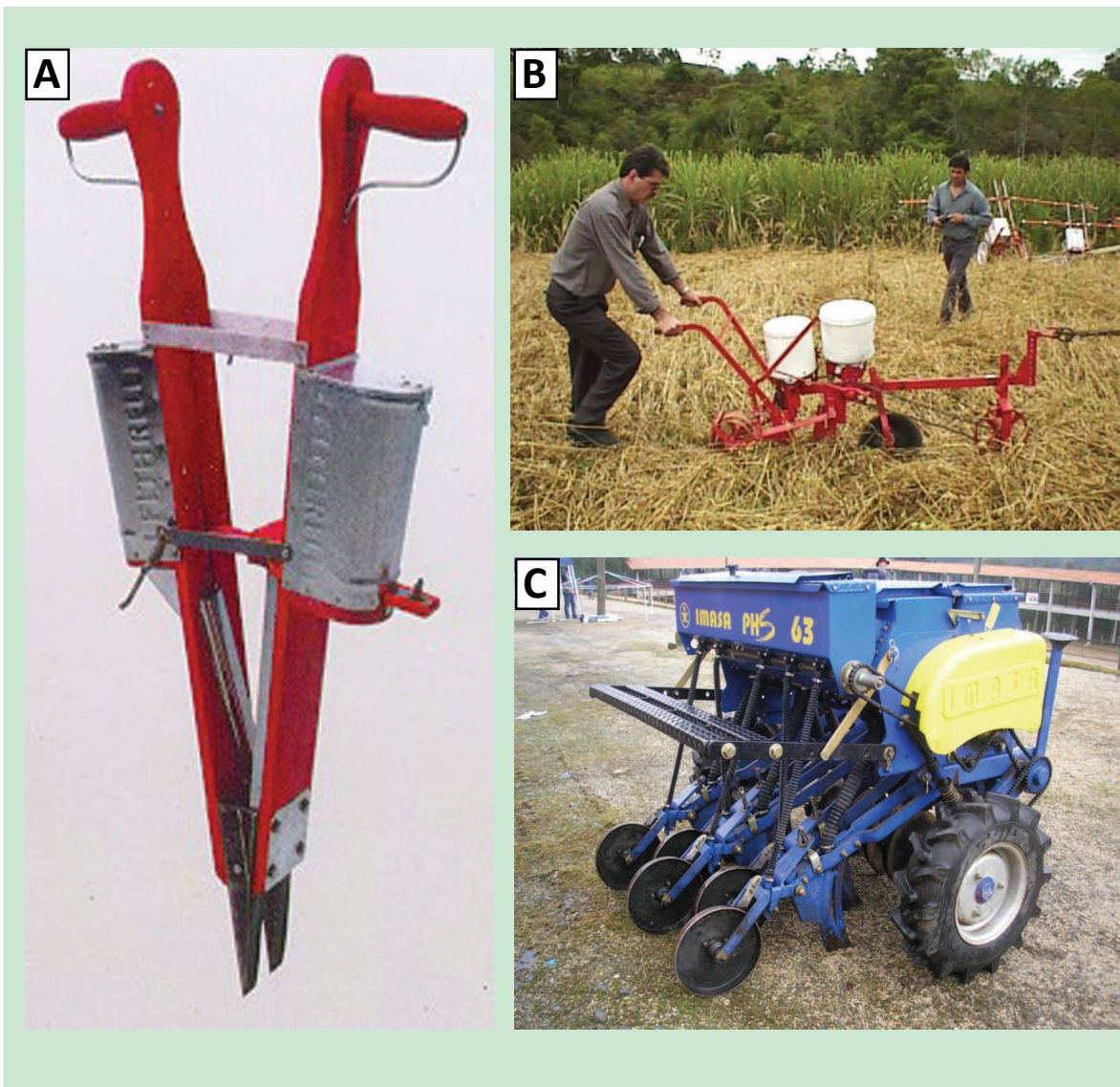


Figura 21. Tipos de semeadoras usadas em plantio direto: A) Semeadora manual; B) Tração animal; e C) Tração mecanizada. Fonte: Acervo de Milton da Veiga



O bom manejo do plantio direto depende de algumas condições, como:

- Fazer a análise do solo e correção prévia da acidez e dos principais problemas de fertilidade do solo;
- Áreas com solos muito compactados devem ser submetidas a uma subsolagem antes da implantação do plantio direto, para rompimento e reestruturação dessa camada;
- Áreas com ondulações, desuniformes, com sulcos de erosão ou mal drenadas devem ser sistematizadas com antecedência;
- As máquinas funcionam melhor com a palha bem seca ou bem verde (se estiver murcha dificulta o corte e aumenta o embuchamento);
- Devem-se acamar as plantas de cobertura no mesmo sentido ou em direção transversal à semeadura;
- Os discos de corte devem estar bem afiados e as máquinas reguladas;
- A ponta do saraquá deve ser adaptada para o plantio direto, para facilitar o corte da palha;
- Em áreas com infestação por ratos, deve-se fazer o controle com a aplicação de raticida em canudos de taquara próximos aos esconderijos.

**Acompanhe a lavoura duas vezes por semana para verificar a incidência de pragas e doenças.**

## 6 Manejo conservacionista do solo

O manejo conservacionista tem por objetivo melhorar e manter as características do solo relacionadas com o potencial para obter maior rendimento das culturas. Os fundamentos desse sistema são o uso das áreas de acordo com sua capacidade, a presença de cobertura do solo durante todo o ano, o revolvimento mínimo do solo, a rotação de culturas e o uso de práticas complementares para controle da erosão.

### 6.1 Uso das terras de acordo com sua aptidão agrícola

A aptidão agrícola das terras é determinada pelos seguintes fatores:

- **Declividade:** quanto maior a declividade, menor deve ser o revolvimento do solo e maior a dificuldade de mecanização;
- **Profundidade:** solos mais rasos são recomendados para culturas com sistemas radiculares menos profundos, como as pastagens;
- **Risco de erosão:** quanto mais arenoso for o solo maior o risco de erosão, tanto pela água como pelo vento;
- **Pedregosidade:** solos mais pedregosos dificultam a mecanização;
- **Fertilidade:** quanto maior a fertilidade, maior o potencial de uso por culturas mais exigentes em nutrientes;
- **Drenagem:** solos com baixa capacidade de drenagem limitam o uso da área para algumas culturas e favorecem o cultivo de outras (exemplo: arroz em solos alagados).

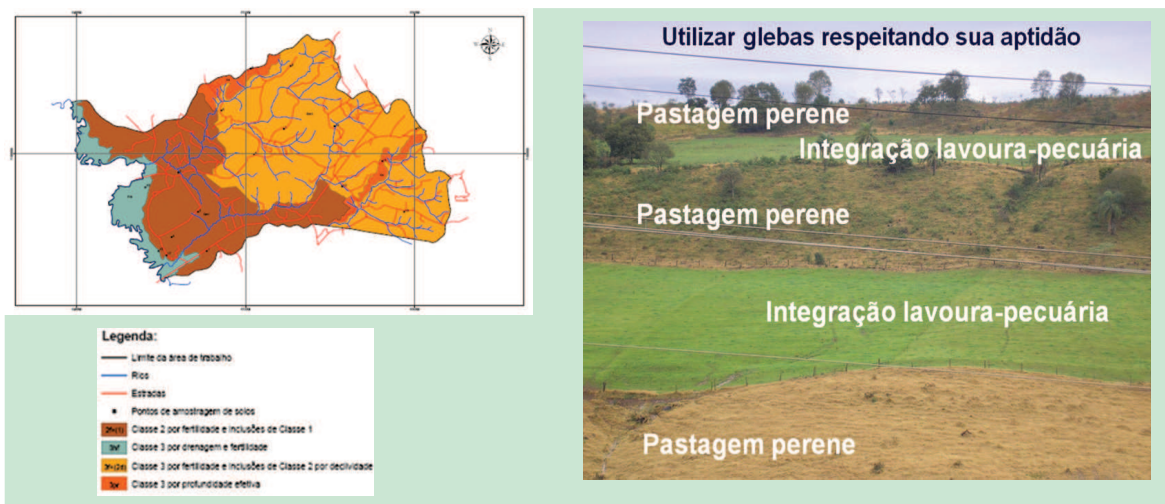


Figura 22. (A) Mapa de aptidão agrícola de uma microbacia e (B) identificação do uso do solo de acordo com sua aptidão agrícola na paisagem. Fonte: Zampieri et al. (2005) e acervo de Milton da Veiga

## 6.2 Cobertura permanente do solo

Em Santa Catarina há possibilidade de ocorrer chuvas intensas em qualquer época do ano, razão pela qual o agricultor deve procurar manter o solo permanentemente coberto, por culturas comerciais e seus resíduos ou por plantas de cobertura do solo. Quando a área de lavoura é utilizada com pastagem anual de inverno, devem-se manejar os animais de forma que não haja pastejo excessivo, com o objetivo de sobrar palha para a cobertura do solo por ocasião da semeadura das culturas de verão.

**O pastejo excessivo da pastagem anual de inverno compacta o solo e deixa pouca palha para sua cobertura.**



Figura 23. O plantio direto é o sistema de manejo mais adaptado ao princípio de manter cobertura permanente do solo, pois (A) a palha da cultura de inverno protege o solo no início do ciclo da cultura de verão e (B) vice-versa. Fonte: Acervo de Milton da Veiga

## 6.3 Revolvimento mínimo do solo

Por ocasião da semeadura das culturas comerciais, pastagens ou plantas de cobertura do solo, deve-se revolver o solo o mínimo possível, apenas o indispensável para a boa implantação e desenvolvimento inicial da cultura. Isso deixará o solo com o máximo de cobertura por palha, evitando a ação da chuva, do vento e da radiação solar sobre o solo, resultando em menor erosão e perda de água por escoamento superficial e evaporação, mantendo o solo mais fértil e com maior volume de água armazenada para uso pelas culturas.

## 6.4 Plantio em contorno

Prática de efetuar o plantio observando as curvas de nível do terreno. Essa prática reduz a erosão porque as fileiras das culturas reduzem a velocidade do escoamento superficial, que é acelerada quando a semeadura é realizada na mesma direção do declive (Figura 24).

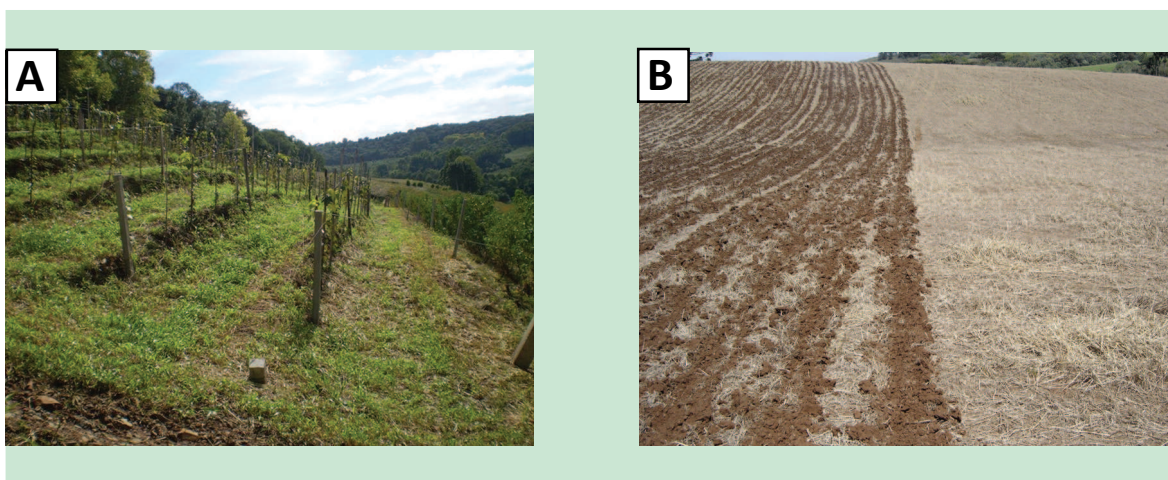


Figura 24. Aspecto de lavoura com (A) plantio em contorno e (B) na direção do declive. Fonte: Acervos de Leandro Crestani e Milton da Veiga

## 6.5 Rotação de culturas

É a sucessão ordenada de diferentes culturas num determinado período, na mesma área (Figura 25). A condição ideal de um sistema de rotação de culturas é aquele que quebra o ciclo das pragas e doenças e adiciona matéria orgânica em boa quantidade e de forma contínua ao sistema. Os fundamentos da rotação de culturas estão:

- No fato de cada cultura extrair do solo, para o seu desenvolvimento, quantidades diferenciadas de nutrientes;
- Nos diferentes sistemas radiculares, que exploram profundidades variáveis do solo;
- Nas diferentes famílias botânicas das culturas;



- Na adição de material orgânico de qualidade diferenciada;
- No controle de pragas, doenças e inços.

A rotação de culturas apresenta como principais vantagens:

- Manter a matéria orgânica e a fertilidade do solo;
- Ajudar no controle da erosão;
- Auxiliar no controle de inços, pragas e doenças;
- As plantas aproveitarem melhor os adubos residuais e ciclarem os nutrientes;
- Aumentar a produtividade das culturas

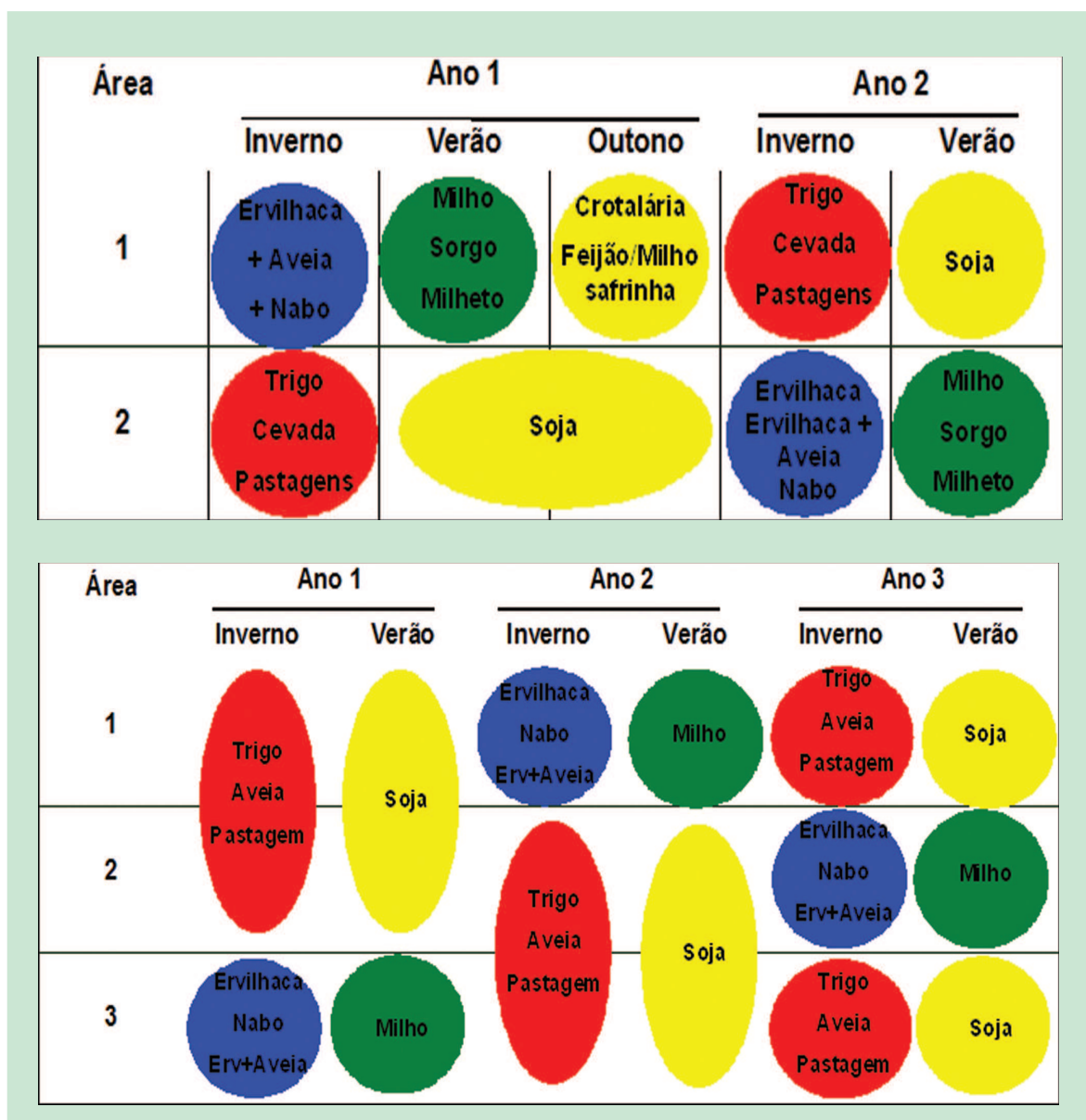


Figura 25. Diagrama ilustrativo de uma rotação de culturas de dois (superior) e de três anos (inferior).  
Fonte: Leandro do Prado Wildner, contribuição pessoal

## 6.6 Práticas complementares para controle da erosão

O uso dos fundamentos do manejo conservacionista do solo pode não ser suficiente para controlar a erosão dentro de níveis toleráveis que mantenham indefinidamente o potencial produtivo do solo. Nesses casos, devem-se utilizar, também, algumas práticas mecânicas com o objetivo de diminuir o volume e a velocidade da enxurrada nas áreas de lavoura.

### 6.6.1 Terraços e cordões

É um conjunto composto de um dique e um canal, construído de espaço em espaço no terreno, de modo a interceptar a água que escoar sobre o solo, provocando sua infiltração, evaporação ou desviando-a para local determinado, devidamente protegido, com velocidade controlada que não ocasione erosão no canal.

O terraço é usado em terras com declividade de até 25% (Figura 26). Em declives superiores a 15%, recomenda-se a sua proteção com vegetação densa, como gramíneas rasteiras, capim elefante etc., sendo chamados terraços vegetados. Em declividades maiores, torna-se necessária a construção de cordões de pedra ou vegetados. Os cordões são indicados para áreas entre 20% e 55% de declividade; seguem as curvas de nível e diferem dos terraços por não possuírem os canais (Figura 27).



Figura 26. Terraços construídos em nível para controle da enxurrada e erosão do solo em áreas de lavouras anuais: A) Embutido; e B) Base larga. Fonte: Nolla, 1982



Figura 27. Cordões construídos em nível para reduzir a erosão: A) de pedra; e B) vegetado. Fonte: Acervo de Leandro do Prado Wildner

## 6.6.2 Canal divergente e bacia de captação

Muitas vezes, observa-se, em áreas terraceadas ou mesmo sem terraços, que as águas de enxurradas que vêm de capoeiras, poteiros, capões ou estradas localizados acima da lavoura, muitas vezes causam sérios danos por erosão dentro da lavoura.

O canal divergente corresponde a um pequeno canal com base estreita, construído logo acima da lavoura, que desviará a água vinda da parte superior para fora da lavoura (Figura 28, A). De preferência, esta água deve ser jogada em poteiros, capoeiras ou mato, para não causar problemas de erosão em estradas ou lavouras vizinhas. A bacia de captação difere do canal divergente porque é construída com o objetivo de armazenar essa água, possibilitando sua infiltração lenta no perfil (Figura 28, B).

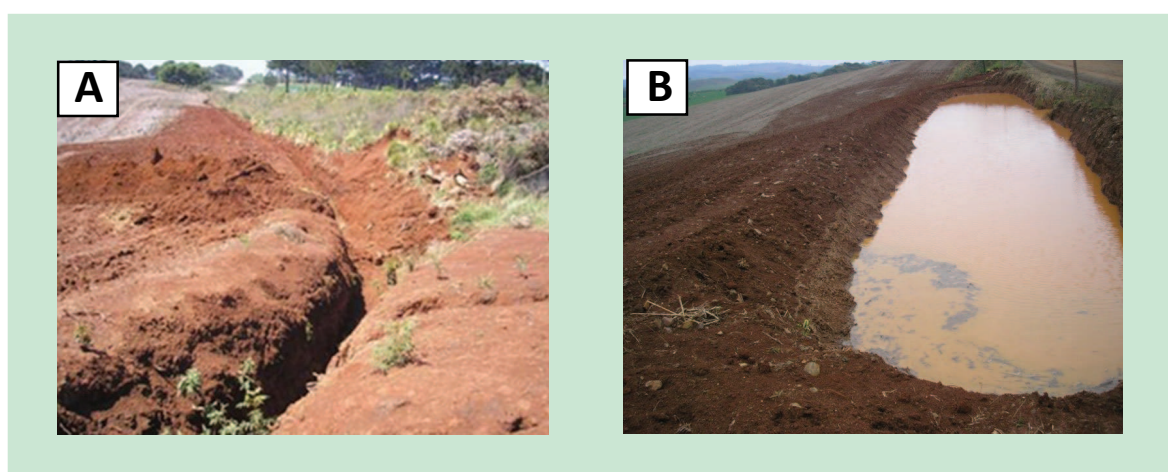


Figura 28. Práticas conservacionistas complementares utilizadas para evitar a entrada de água de fora para dentro das lavouras: A) canal divergente; e B) bacia de captação. Fonte: Acervo de Milton da Veiga



### 6.6.3 Alocação de estradas rurais

As estradas rurais se constituem em uma grande fonte de sedimento para os cursos de água e podem provocar erosão em lavouras, se não bem planejadas. Quando o produtor rural for construir ou reformar estradas internas, deverá observar alguns aspectos que facilitem a sua manutenção, pois as prefeituras têm dificuldades para fazer esse serviço e o trabalho particular é caro. A recomendação é construir a estrada em contorno, evitando-se a existência de trechos com alta declividade (Figura 29, A). Ao construir a estrada, deve-se deixar os barrancos chanfrados, com menor declividade, onde deverão ser plantados grama, capim elefante, capim cidreira ou cana de açúcar, para evitar o desbarrancamento (Figura 29, B).



Figura 29. (A) Estradas rurais e caminhos internos construídos em contorno reduzem a erosão em seu leito, sendo mais significativo quando tiver as (B) valetas e barrancos vegetados. Fonte: Acervo de Milton da Veiga



## 7 Fertilidade do solo

Sob o ponto de vista de nutrição das plantas, “solo fértil é aquele que tem a capacidade de suprir as plantas com os nutrientes essenciais nas quantidades e proporções adequadas para seu desenvolvimento, visando obter altas produtividades”.

A produtividade das culturas depende de um conjunto de fatores de produção como:

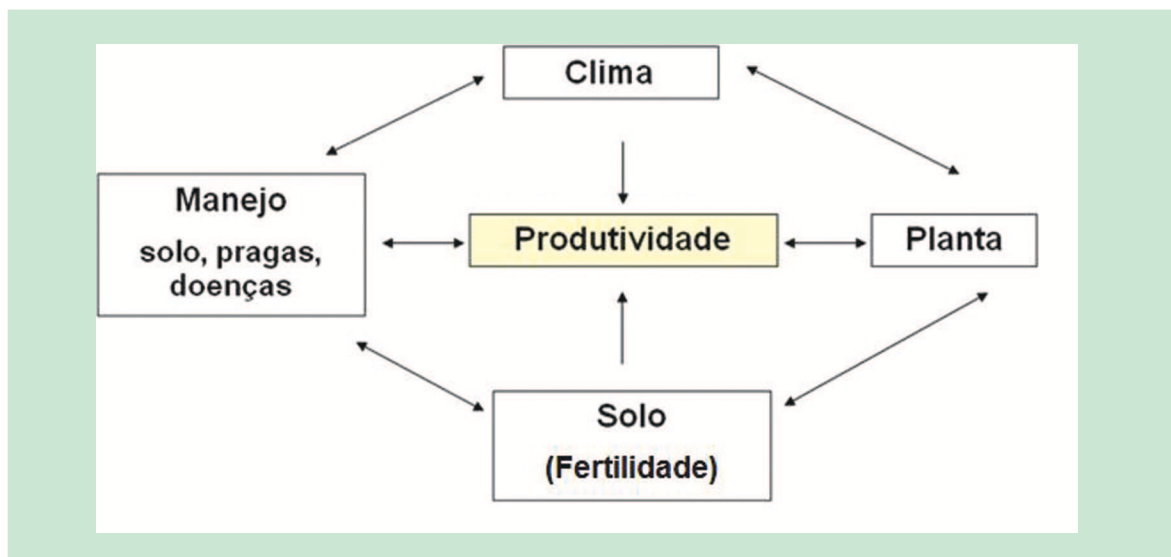


Figura 30. Fatores que afetam a produtividade das culturas

### 7.1 Nutrientes essenciais às plantas

Os nutrientes minerais que são fornecidos para as plantas através do solo e complementados pelo uso correto de calcário, adubação orgânica e adubação mineral são:

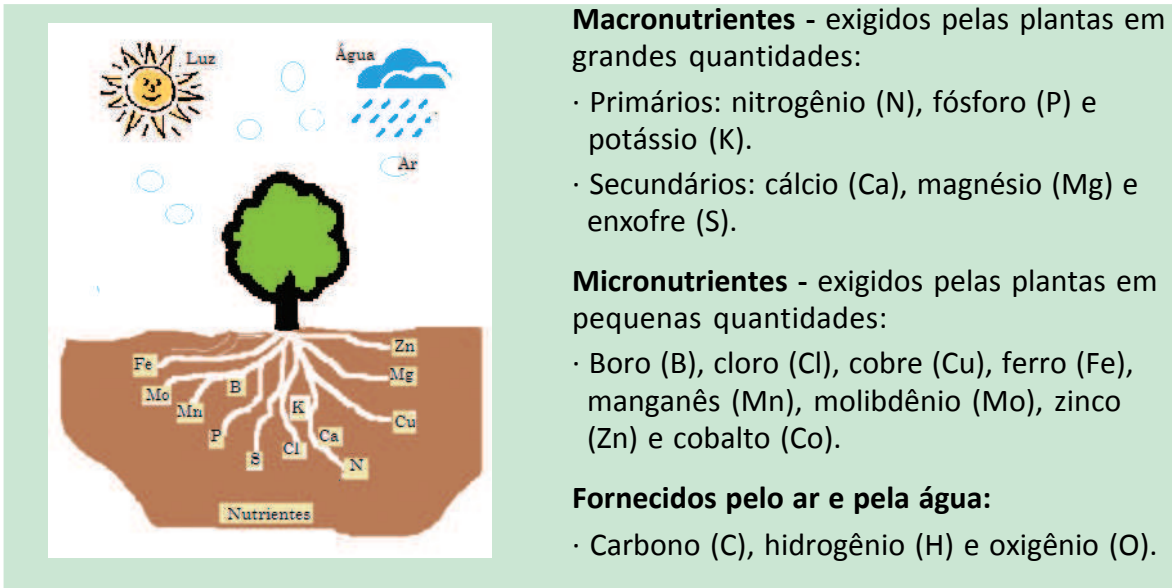


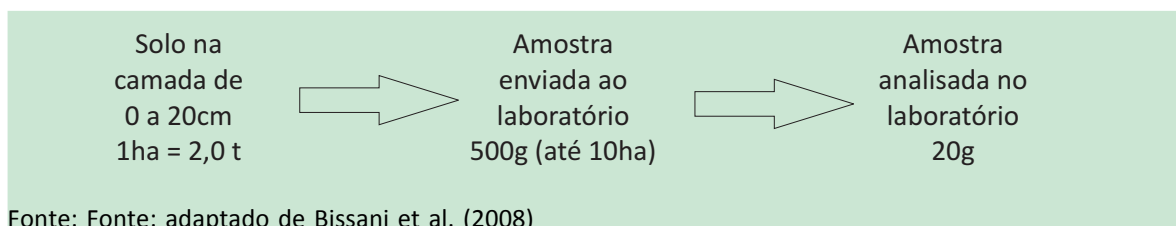
Figura 31. Representação do sistema solo-planta-atmosfera, com destaque para os nutrientes fornecidos pelo solo. Fonte: Contribuição pessoal de Carla Maria Pandolfo

## 7.2 Amostragem do solo

A análise do solo permite uma avaliação geral da sua fertilidade e a recomendação adequada da calagem e da adubação. A **amostragem** é uma das etapas mais importantes no sucesso da recomendação de adubação e calagem baseada na análise do solo. A recomendação de calcário e de adubos poderá ficar prejudicada se a amostragem do solo não for bem feita. Amostragem mal feita pode causar erros de avaliação da fertilidade de solo, levando a erros na correção. Por isso a amostra de solo deverá ser **representativa**, isto é, deverá representar a fertilidade daquele solo que se deseja cultivar.

### 7.2.1 Amostra simples e composta

A amostra que retiramos de um determinado ponto da lavoura constitui-se de uma amostra **simples** (subamostras). Várias amostras simples que retiramos de uma lavoura irão compor uma amostra composta, de aproximadamente 500g (Figura 32), que será enviada ao laboratório.



Fonte: adaptado de Bissani et al. (2008)

Figura 32. Diagrama representando a quantidade de solo utilizada para realização das análises químicas em relação à quantidade existente em um hectare de lavoura

**A amostra composta será enviada para o laboratório e representará toda a lavoura.**

## 7.2.2 Amostradores de solo

Os amostradores de solo mais comuns aparecem na Figura 33. A pá de corte pode ser utilizada na maioria das vezes, mas requer mais tempo para a amostragem.

Deve-se dar preferência à pá de corte ou ao calador na coleta do solo, pois o trado rosca e o trado holandês podem perder solo da camada superficial (1 a 2cm) durante a coleta, prejudicando a amostragem do solo e induzindo a erros na recomendação de calagem e adubação.

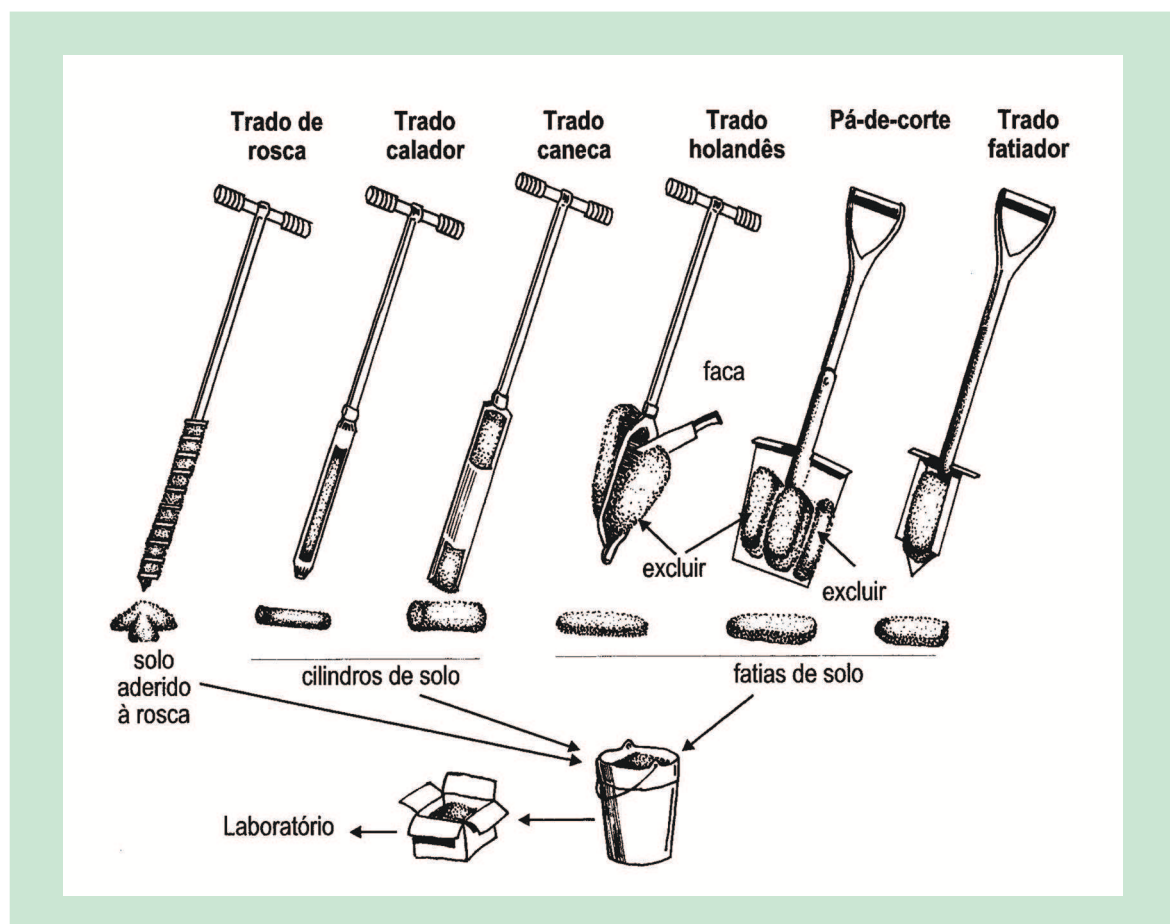


Figura 33. Representação dos amostradores de solo e dos procedimentos de amostragem

## 7.2.3 Época do ano para coleta

- De forma geral pode ser feita em qualquer época do ano;
- Culturas em geral – dois meses antes da semeadura ou do plantio;

- Pastagens estabelecidas – dois a três meses antes do máximo crescimento vegetativo;
- Culturas perenes – amostrar o solo após a colheita.

Quadro 4. Sugestão de amostradores e profundidades da camada de solo a ser amostrada

Culturas	Sistema de cultivo	Camada de solo (cm)	Amostradores de solo
<b>Grãos e outras culturas comerciais</b>	Convencional	0-20	Todos
	Plantio direto em implantação	0-20	Todos
	Plantio direto consolidado	0-10	Trado calador no sentido transversal às linhas ou pá-de-corte
<b>Forrageiras</b>	Campo natural	0-20	Todos
	Convencional	0-20	Todos
	Plantio direto	0-10	Todos
<b>Hortaliças, raízes e tubérculos</b>	Convencional	0-20	Todos
<b>Frutíferas</b>	Convencional	0-20	Todos
<b>Essências florestais</b>	Convencional	0-20	Todos

Fonte: Sociedade... (2004)

## 7.2.4 Pontos-chave para uma boa amostragem do solo

- Todas as glebas da propriedade que vão ser plantadas e que diferem uma da outra seja por diferenças de solo, calcário, adubos, cultura, topografia (terreno mais dobrado ou não), banhados, manchas, etc., deverão ser amostradas **separadamente**, ou seja, deverão resultar em uma amostra composta (Figura 34);
- Uma amostra **composta** não deve ultrapassar os limites entre 10 e 20 hectares;
- Cada amostra composta deverá ter de **10 a 20 subamostras**, coletadas ao acaso, com caminhamento em **zigue-zague**;
- **Eliminar** a vegetação, resíduos, palha ou pedra da superfície;
- As amostras **simples** deverão ser muito bem misturadas em um recipiente limpo (balde, saco plástico etc.);



- Retirar do balde aproximadamente **meio quilo de solo**, colocar em um saco **limpo, identificar** e enviar a amostra para o laboratório (priorizar o envio para os laboratórios pertencentes à Rede Oficial de Laboratórios de Análise de Solo e de Tecido Vegetal – ROLAS);
- **Não** utilizar ferramentas e/ou **embalagens sujas**, principalmente, com adubos;
- **Não** deixar as amostras coletadas **expostas ao sol**, especialmente aquelas embaladas em sacos plásticos fechados;
- Preferencialmente secar a amostra antes de enviá-la ao laboratório. Nesse caso, aconselha-se deixar a amostra úmida sobre uma lona preta, em **local ventilado** e com **sombra**.

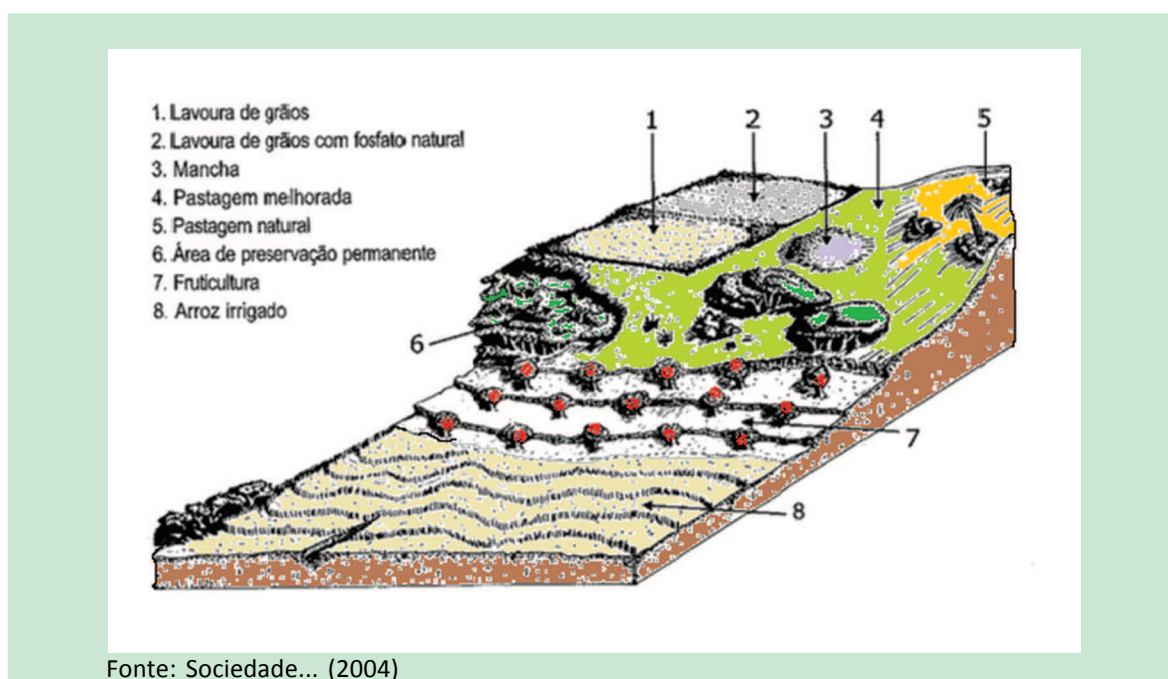


Figura 34. Plano de amostragem de uma propriedade, com diferentes declividades e usos do solo

**Consulte um técnico para maiores detalhes da amostragem de solo em culturas como essências florestais, frutíferas e olerícolas e para sistemas de manejo do solo como o plantio direto, por exemplo.**



## 7.2.5 Análise de tecido vegetal

A análise de tecido vegetal é utilizada para verificar o estado nutricional da planta, complementando a avaliação da fertilidade do solo. As amostras são colhidas normalmente com as culturas apresentando o maior crescimento vegetativo.

A parte da planta que melhor indica o estado nutricional é a folha. Em fruticultura, serve de base para recomendações de adubação.

## Procedimento:

- Selecionar a parte da planta a ser coletada (consultar um técnico);
- Escolher folhas livres de doenças, insetos e danos mecânicos;
- Limpar a folha após coleta, com água limpa;
- Evitar contato entre as folhas colhidas e inseticidas, fungicidas ou fertilizantes;
- Colocar a amostra em saco de papel comum limpo. Para análise de boro, usar papel encerado;
- Identificar a amostra e preencher o formulário, indicando quais nutrientes serão determinados;
- Fazer um mapa que identifique a amostra em relação à área;
- Enviar rapidamente a amostra para análise. Caso leve mais de dois dias, seque ao sol com recipiente aberto;
- Alguns laboratórios fornecem embalagem apropriada.

**Consulte um técnico para saber a parte e idade da planta, época e número de amostras de tecido foliar, pois a forma de amostragem varia de cultura para cultura.**



## 7.3 Calagem

Calagem é a aplicação de calcário no solo, necessária quando o solo é ácido. O calcário é um dos materiais corretivos da acidez do solo.

O pH é um índice que mede a acidez do solo e é feito através de um aparelho de laboratório. Um solo é considerado ácido quando o seu pH é menor do que 7,0.

A maioria das plantas cultivadas se desenvolve melhor em solos levemente ácidos, isto é, em solos com pH em torno de 6,0 (Quadro 5).

Quadro 5. Classificação das principais espécies cultivadas conforme sua adaptação ao pH do solo

pH de referência	Cultura
6,5	Alfafa, aspargo e piretro.
6,0	Abacateiro, abóbora, alface, alho, ameixeira, amendoim, arroz de sequeiro, aveia, bananeira, batata-doce, beterraba, brócolis, cana-de-açúcar, canola, caquizeiro, cebola, cenoura, centeio, cevada, chicória, citros, consorciação gramíneas e leguminosas, couve-flor, ervilha, feijão, figueira, fumo, girassol, linho, macieira, armeleiro, melancia, melão, milho, moranga, morango, nogueira pecã, painço, pepino, pereira, pessegueiro, pimentão, rabanete, repolho, soja, sorgo, tomate, tremoço, trigo, triticale e videira.
5,5	Abacaxizeiro, acácia-negra, arroz irrigado, batatinha, bracinga, eucalipto e pinus.
Dispensa correção do solo	Erva-mate, mandioca, mirtilo, pastagem natural e araucária.

Fonte: Bissani et al. (2008), adaptado.

Quando um solo é muito ácido, as plantas não se desenvolvem bem, principalmente por dois motivos:

a) Presença de alumínio trocável (Al) quando o pH é menor que 5,5. O alumínio é um elemento que existe no solo e é prejudicial às plantas. As raízes das plantas tornam-se grossas, retorcidas; com isso a absorção dos nutrientes fica prejudicada e o desenvolvimento comprometido (Figura 35);

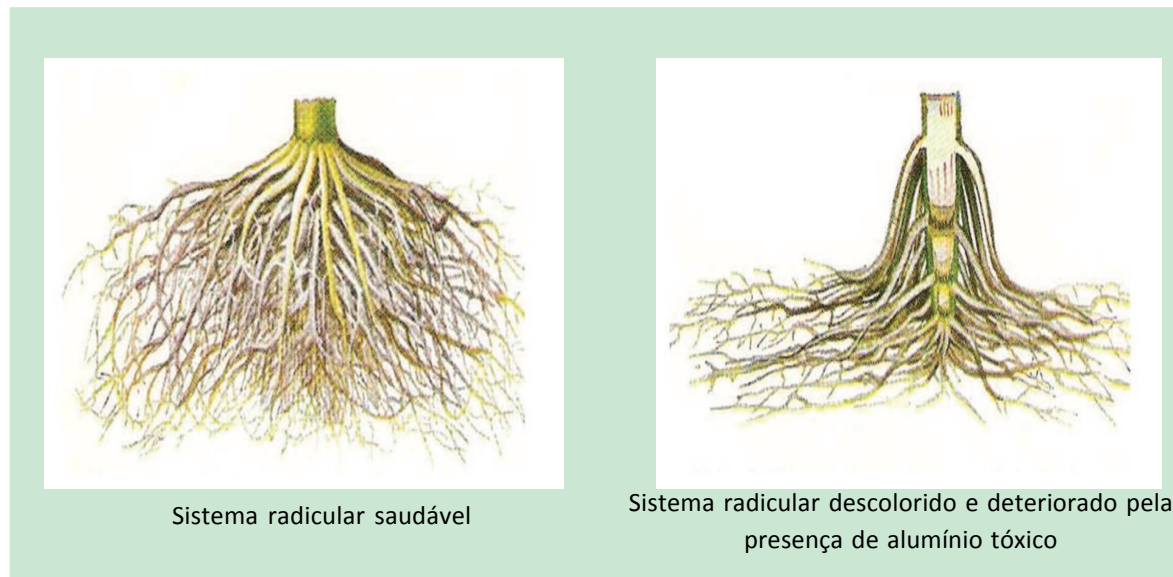


Figura 35. Representação esquemática da distribuição do sistema radicular da cultura do milho sem e com alumínio trocável no solo. Fonte: Potafós (1993), adaptado

b) O pH muito baixo prejudica a utilização dos nutrientes pelas plantas. A calagem, pelo aumento do pH, aumenta a disponibilidade de alguns nutrientes no solo (Figura 36), favorece o desenvolvimento das raízes e aumenta a eficiência da adubação.

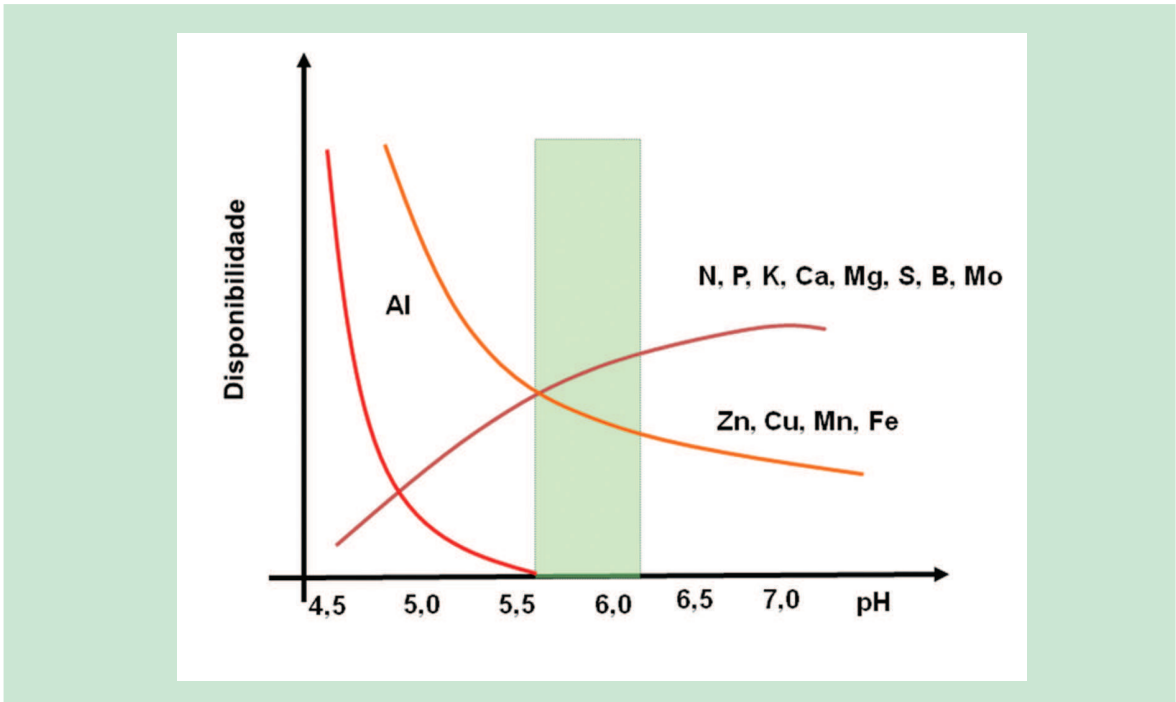


Figura 36. Efeito do pH sobre a solubilidade de nutrientes e do alumínio tóxico

O calcário, além de ser o corretivo da acidez do solo mais utilizado, também é uma fonte de cálcio e magnésio, nutrientes importantes para as plantas. O calcário finamente moído é denominado “filler”. No entanto, há outros tipos de materiais que podem ser utilizados como corretivos. Além do calcário, outros materiais podem ser utilizados como corretivos da acidez do solo (Quadro 6).

**A aplicação de calcário todo ano ou em quantidades acima do recomendado causa a diminuição da disponibilidade de alguns nutrientes no solo, possibilidade de ocorrência de doenças e gastos desnecessários.**



Existem outros materiais que possuem um poder de correção da acidez como, por exemplo, as cinzas. A análise desses materiais indicará o PRNT (Poder Relativo de Neutralização Total) dos mesmos.

O gesso agrícola (sulfato de cálcio) não aumenta o pH do solo. Ele é uma fonte de cálcio e enxofre para as plantas.

A qualidade do calcário é mostrada pelo **PRNT**, informação encontrada nas embalagens ou notas fiscais de calcário. O PRNT indica a proporção do total de calcário que **efetivamente** corrige a acidez de um solo num período de dois a três anos. Então, quanto menor o PRNT do calcário, maior quantidade deverá ser utilizada para corrigir a acidez do solo.



Quadro 6. Materiais que podem ser utilizados para correção da acidez do solo

Corretivo	PRNT mínimo	Tipos	Observação
<b>Calcário agrícola</b>	45	Calcítico	Predomina cálcio; tem menos que 5% de óxido de magnésio Fonte: conchas marinhas moídas
		Dolomítico	Tem cálcio e magnésio; tem mais que 5% de óxido de magnésio
<b>Cal virgem agrícola</b>	120		Cáustico
<b>Cal hidratada agrícola</b>	90	“Cal apagada”	Cáustico
<b>Calcário calcinado agrícola</b>	54		

Fonte: Bissani et al. (2008), adaptado.



**Exemplo: se um calcário apresentar um PRNT de 75%, isso significa que, de uma tonelada (1.000kg) deste calcário aplicado no solo, somente 750kg irão de fato neutralizar a acidez do solo no período de três anos.**

## 7.4 Adubação mineral

A adubação é necessária porque os nossos solos não conseguem suprir totalmente os nutrientes para a planta. Para não esgotarmos o solo e para que as plantas possam se desenvolver bem, é necessário reforçarmos os nutrientes através da adubação.

**Lei do mínimo** - A produção das culturas é limitada sempre pelo nutriente que estiver menos disponível no solo (Figura 37).

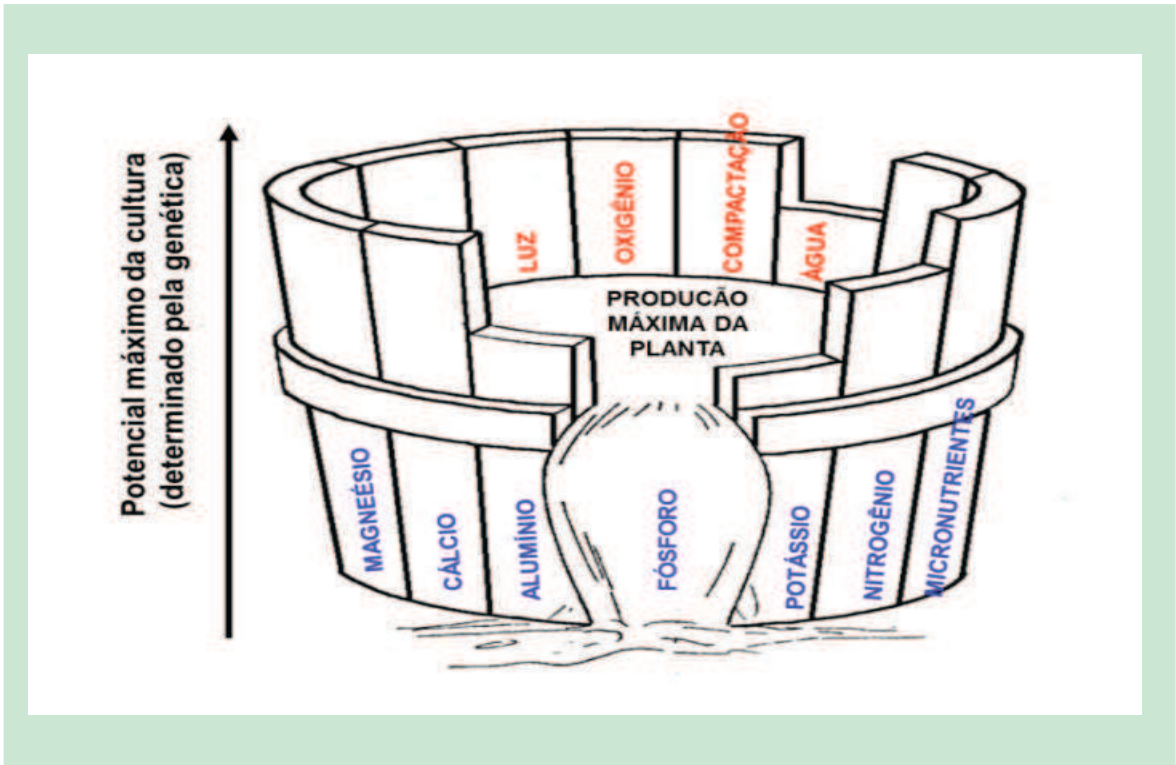


Figura 37. Representação visual da Lei do Mínimo

Podemos comparar a produção das culturas com um barril de vinho. Cada tábua do barril representa um fator de produção essencial para que as plantas cresçam e se desenvolvam adequadamente. Podemos perceber que o barril só encherá de vinho até a tábua de menor altura. Então, se um solo deficiente em fósforo for corrigido pela adubação com esse nutriente, a deficiência de potássio passará a ser o próximo nutriente limitante. Se as deficiências de fósforo e potássio forem corrigidas, o teor de alumínio tóxico será o próximo nutriente limitante, e assim por diante. Assim, se algum nutriente estiver faltando (ou sobrando, se tóxico), a planta não se desenvolverá adequadamente.

Quanto **maior** for a deficiência do nutriente no solo, **maior** será a resposta em termos de rendimento das culturas e retorno financeiro à aplicação de nutrientes (Figura 38). A quantidade de nutrientes a aplicar vai depender da quantidade disponível no solo e da necessidade específica das culturas.

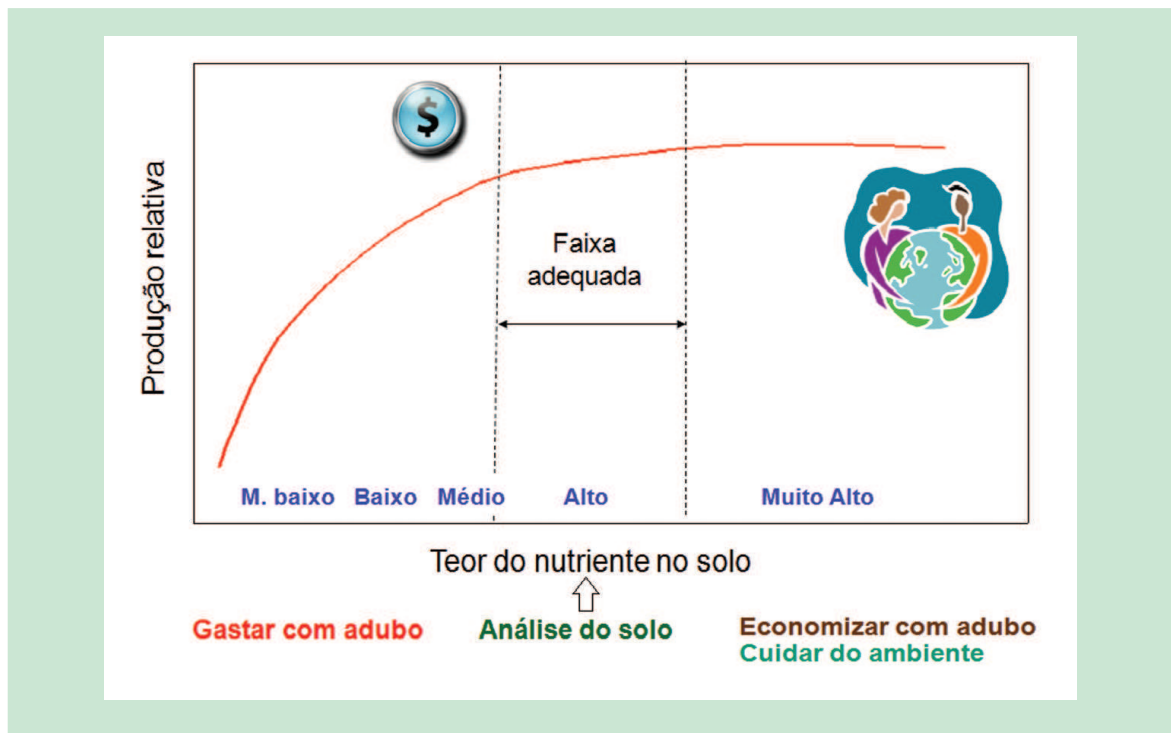


Figura 38. Expectativa de resposta das culturas à aplicação de nutrientes. Fonte: Sociedade... (2008), adaptado

## 7.4.1 Nitrogênio (N)

O nitrogênio é, em geral, o elemento que as plantas necessitam em maior quantidade. O nitrogênio atua na planta da seguinte forma:

- Promove rápido crescimento e aumenta a folhagem;
- Melhora a qualidade das hortaliças de folhas comestíveis;
- Aumenta o teor de proteínas das plantas alimentícias e das forrageiras;
- Alimenta os microorganismos do solo que decompõem a matéria orgânica;
- Quando fornecido de modo desequilibrado em relação a outros elementos, pode atrasar o florescimento e a maturação, e predispor as plantas ao ataque de doenças.

Fontes de N: Ureia, nitratos, sulfatos, adubos orgânicos e fixação biológica.

A recomendação de fertilizante nitrogenado é dada pelo teor de matéria orgânica do solo (MOS). A MOS constitui menos de 5% do solo, mas é muito importante para os sistemas de produção agrícola pelos seus efeitos sobre as propriedades biológicas, químicas e físicas do solo e para que o mesmo seja considerado de boa fertilidade (boa qualidade). No solo, a MOS é encontrada em diferentes formas, conforme apresentado no quadro 7.

Quadro 7. Formas em que a matéria orgânica pode ser encontrada nos solos

Resíduos orgânicos não decompostos	Resíduos parcialmente decompostos	Húmus estável
Restos de plantas, esterco, animais e organismos (fungos e bactérias) que ainda não sofreram decomposição.	Os restos adicionados parcialmente decompostos, encontrados no solo em vários estágios de decomposição.	Material bem decomposto, escuro, em que não reconhecemos mais os materiais que lhe deram origem. Esta fração é a mais importante, pois promove as melhorias no solo.

A matéria orgânica acumulada no solo na forma de húmus estável desempenha um papel muito importante na nutrição das plantas e na melhoria e conservação do solo. Ela é responsável por:

- Liberar nutrientes para as plantas, como fósforo, nitrogênio, enxofre, água e alguns micronutrientes;
- Aumentar a capacidade do solo de reter água e nutrientes;
- Melhorar a estrutura do solo, diminuindo as perdas por erosão;
- Aumentar a população de microorganismos (fungos, bactérias e outros) no solo por ser fonte de energia para os mesmos.

Deve-se sempre privilegiar técnicas de cultivo e de manejo do solo com vistas à preservação da matéria orgânica, tais como adubação verde, adubação orgânica, rotação de culturas e mínimo revolvimento do solo.

O teor de matéria orgânica é determinado na **análise química do solo**, a partir do qual podemos interpretar se o seu nível está bom ou não através da classificação apresentada no quadro 8.

Quadro 8. Interpretação das classes de teores de matéria orgânica a partir da análise do solo

% de matéria orgânica na análise de solo	Interpretação do resultado
Menor ou igual a 2,5	Teor de MO <b>baixo</b>
De 2,6 a 5,0	Teor de MO <b>médio</b>
Maior que 5,0	Teor de MO <b>alto</b>

Fonte: Sociedade... (2004).



## 7.4.2 Fósforo (P)

O macronutriente fósforo é responsável por:

- Estimular o crescimento das raízes;
- Favorecer o florescimento das plantas;
- Formar os grãos e frutos;
- Apressar a maturação e dar mais resistência ao frio para as plantas de inverno.

A recomendação de adubação fosfatada é feita com base no teor de fósforo e de argila no solo que constam na análise de solo.

Fontes de P: Superfosfatos, fosfatos naturais e adubos orgânicos.

## 7.4.3 Potássio (K)

O macronutriente potássio atua na planta da seguinte forma:

- Dá mais resistência às plantas, evitando o acamamento;
- Aumenta a resistência das plantas contra doenças;
- Diminui o número de grãos falhados;
- Aumenta a resistência contra a seca e a geada;
- Melhora a qualidade dos frutos.

Fontes de K: Cloretos, sulfatos, nitratos, cinzas e adubos orgânicos.

## 7.4.4 Cálcio (Ca), magnésio (Mg) e enxofre (S)

Normalmente os teores de Ca, Mg e S são altos no solo, principalmente quando já foi aplicado calcário no solo (fonte de cálcio e magnésio) e o teor de matéria orgânica não está baixo.

Fontes de Ca e Mg: Calcário, sulfatos, gesso e adubos orgânicos.

## 7.4.5 Micronutrientes

Solos arenosos, com pouca matéria orgânica e pH elevado possuem maiores chances de apresentar alguma deficiência de micronutrientes para as plantas.

Fontes de micronutrientes: adubos orgânicos, adubos minerais, cinzas e adubos foliares.

## 7.4.6 Adubos formulados

Denominamos adubos formulados quando, no mesmo fertilizante, encontramos dois ou três macronutrientes principais (nitrogênio, fósforo e potássio). Exemplos de adubos formulados:

- 5-20-20;
- 9-33-12 (Figura 39); e
- 30-0-15.

Fertilizantes			EP. SC
%Nx Total	%P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> Sol. citr+água	%K <sub>2</sub> O Sol. água	Mistura de Grânulos
09	33	12	Reg. Produto Min. Agricultura
<b>Fertilizante Mineral Misto</b>			
+ 0,20% ÓLEO START			
<b>LOTE Nº</b> XXX	<b>QTD. PROD</b> TON.:	<b>DATA</b> <b>FABRICAÇÃO:</b>	<b>VALIDADE:</b>

Figura 39. Exemplo de rótulo de adubo formulado, informando sobre os teores dos macronutrientes

Os números da fórmula informam sobre a percentagem do nutriente presente no adubo, na sequência N – P(P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) – K(K<sub>2</sub>O). Por exemplo, em 100kg da fórmula 9-33-12, teremos:

- 9 quilos de nitrogênio;
- 33 quilos de fósforo na forma de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>;
- 12 quilos de potássio na forma de K<sub>2</sub>O.

## 7.5 Adubação orgânica

Vários materiais orgânicos podem ser utilizados como fonte de nutrientes na agricultura. Os principais são os esterco de animais, os resíduos de culturas, os compostos e os biofertilizantes. Geralmente, os esterco são constituídos por fezes e pela urina de animais, em mistura com maravalha, com palha ou com restos usados como cama. O composto orgânico é o resultado do processo de compostagem de diferentes resíduos existentes na propriedade rural, como restos vegetais, cinzas e esterco, normalmente enriquecidos com fontes de fósforo. Todos os esterco devem ser curtidos (fermentados) antes de serem utilizados na agricultura.

Em relação aos adubos minerais, normalmente necessita-se utilizar uma maior quantidade de adubo orgânico para fornecer a mesma quantidade de nutrientes. Isso se deve ao fato de que os adubos orgânicos contêm baixo teor de nutrientes e que alguns nutrientes que estão na forma orgânica precisam ser decompostos para se tornarem disponíveis às plantas.

Sempre que possível, deve-se fazer uma análise do material que vai ser utilizado como adubo orgânico, pois os teores de nutrientes poderão ser muito variáveis. No quadro 9 são apresentadas as composições médias de alguns materiais orgânicos.

Quadro 9. Concentrações médias de carbono orgânico (CO) e de macronutrientes e teor de matéria seca de alguns materiais orgânicos utilizados como fontes de nutrientes

Material orgânico	CO	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	Ca	Mg	MS
	----- % na matéria seca -----						
Cama de frango (7-8 lotes)	25	3,8	4,0	3,5	4,5	1,0	75
Cama de poedeiras	30	1,6	4,9	1,9	14,4	0,9	72
Vermicomposto	17	1,5	1,3	1,7	1,4	0,5	50
Lodo de esgoto	30	3,2	3,7	0,5	3,2	1,2	5
Composto de lixo urbano	12	1,2	0,6	0,4	2,1	0,2	70
Cinza de casca de arroz	10	0,3	0,5	0,7	0,3	0,1	70
	----- kg/m <sup>3</sup> -----						
Esterco líquido de suínos	9	2,8	2,4	1,5	2,0	0,8	3
Esterco líquido de bovinos	13	1,3	0,8	1,4	1,2	0,4	4

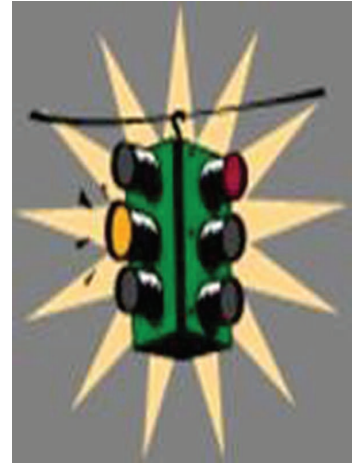
Obs: A concentração foi calculada com base no material seco a 65°C.

Fonte: Bissani et al. (2008), adaptado.

4º  
AVISO

**Para o esterco líquido de suínos, a Fatma autoriza a aplicação máxima anual de 50 m<sup>3</sup>/ha no solo (Fatma, 2009).**

**Importante:** Quando se usa adubação orgânica, além dos macronutrientes, aplicamos também micronutrientes, alimentamos os microorganismos e deixamos o solo bem mais fértil e produtivo. Por outro lado, o **uso de** doses acima da recomendada ou o **mau uso** dos estercos e outros materiais podem trazer sérias consequências para o ambiente e para o ser humano, como comprometimento da água pela presença de coliformes fecais, proliferação de algas nas águas superficiais, causando a mortandade de peixes, acúmulo de metais pesados no solo etc. O uso de quantidades de fertilizantes minerais acima do recomendado também poderá causar danos ao ambiente.



**Para a aplicação das informações sobre calagem e adubação em sistemas diferenciados, como a produção orgânica, deverá ser consultado um técnico devido às características específicas desses sistemas.**







## Referências

AMADO, T.J.C.; WILDNER, L.P. Adubação verde. In: SANTA CATARINA. Secretaria de Estado da Agricultura e Abastecimento. **Manual de uso, manejo e conservação do solo e água**. 2.ed. Florianópolis: Epagri, 1994. p.189-202.

AZEVEDO, A.C.; DALMOLIN, R.S.D. **Solos e ambiente**: uma introdução. Santa Maria: Palotti, 2006. 100p.

BISSANI, C.A.; GIANELLO, C.; CAMARGO, F.A.O. et al. *Fertilidade dos solos e manejo da adubação de culturas*. Porto Alegre: Metrópole, 2008. 344p.

CASSOL, E.A. **Erosão do solo – influência do uso agrícola, do manejo e do preparo do solo**. 2.ed. Porto Alegre: IPRNR, 1986. 40p. (Publicação IPRNR no. 15)

DERPSCH, R., ROTH, C.H., SIDIRAS, N. et al. 1991: **Controle da erosão no Paraná, Brasil**: sistemas de cobertura do solo, plantio direto e preparo conservacionista do solo. Eschborn: GTZ; Londrina:lapar, 1991. 272p

EPAGRI. **Curso profissionalizante de formação em saneamento ambiental rural**: informações técnicas. Florianópolis, 2007. 55p. (Epagri. Boletim didático, 65).

FATMA. **Instrução Normativa 11**. Disponível em: <<http://www.fatma.sc.gov.br>> .Acesso em: 19 nov. 2009.

KIEHL, E.J. **Manual de edafologia**: relações solo-planta. São Paulo: Agronômica Ceres, 1979. 264p.

MONEGAT, C. **Plantas de cobertura do solo**: características e manejo em pequenas propriedades. Chapecó: Ed. do autor, 1991. 337p.

NOLLA, D. **Erosão do solo**: o grande desafio. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura, 1982. 412p.

POTAFÓS. Seja doutor do seu milho. **Informações Agronômicas**, n.63, 1993. (Arquivo do Agrônomo, n. 2).

RIO GRANDE DO SUL. Secretaria da Agricultura. **Manual de conservação do solo**. Porto Alegre, 1983. 228p.

RUEDELL, J. **Plantio direto na região de Cruz Alta**. Cruz Alta: Fundacep/Fecotriço, 1995. 134p.

SHIKLOMANOV, I. World fresh water resources. In: GLEICK, P.H. (Ed.) **Water in crisis: A guide to the world's fresh water resources**. 1993.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO. **Manual de adubação e calagem para os estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina**. 10.ed. Porto Alegre: SBCS/Núcleo Regional Sul; Comissão de Química e Fertilidade do Solo – RS/SC, 2004. 400p.

BIANCO, S. (Coord.). **Plano diretor de Solos**. Souza Cruz, 2004. 59p.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ. Departamento de Solos e Engenharia Agrícola. **O solo no meio ambiente: abordagem para professores do ensino fundamental e médio e alunos do ensino médio**. Curitiba, 2007. 130p.

ZAMPIERI, S.L.; VEIGA, M.; PANDOLFO, C.M. et al. **Relatório Síntese Projeto MB2: inventário de terra e parâmetros químicos, físicos e microbiológicos dos solos** – Relatório. Florianópolis: Epagri, 2005.