



Conservação do Solo

Luciano Zucuni Pes
Diego Antonio Giacomini



Colégio Politécnico
UFSM

Santa Maria - RS
2017

Presidência da República Federativa do Brasil
Ministério da Educação
Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica

© Colégio Politécnico da UFSM

Este caderno foi elaborado pelo Colégio Politécnico da Universidade Federal de Santa Maria para a Rede e-Tec Brasil.

Equipe de Elaboração
Colégio Politécnico da UFSM

Reitor
Paulo Afonso Burmann/UFSM

Diretor
Valmir Aita/Colégio Politécnico

Coordenação Geral da Rede e-Tec/UFSM
Paulo Roberto Colusso/CTISM

Coordenação de Curso
Gustavo Pinto da Silva/Colégio Politécnico

Professor-autor
Luciano Zucuni Pes/Colégio Politécnico
Diego Antonio Giacomini/CCR-UFSM

Equipe de Acompanhamento e Validação
Colégio Técnico Industrial de Santa Maria – CTISM

Coordenação Institucional
Paulo Roberto Colusso/CTISM

Coordenação de Design
Erika Goellner/CTISM

Revisão Pedagógica
Elisiane Bortoluzzi Scrimini/CTISM
Jaqueline Müller/CTISM
Juliana Prestes de Oliveira/CTISM

Revisão Textual
Nilza Mara Pereira/CTISM

Revisão Técnica
Tatiana Taschetto Fiorin/Colégio Politécnico

Ilustração
Erick Kraemer Colaço/CTISM
Marcel Santos Jacques/CTISM
Ricardo Antunes Machado/CTISM

Diagramação
Emanuelle Shaiane da Rosa/CTISM
Tagiane Mai/CTISM

Ficha catalográfica elaborada por Maria Helena de Gouveia - CRB-10/2266
Biblioteca Central da UFSM

P472c Pes, Luciano Zucuni
Conservação do solo / Luciano Zucuni Pes, Diego Antonio Giacomini. – Santa Maria : Universidade Federal de Santa Maria, Colégio Politécnico ; Rede e-Tec Brasil, 2017.
69 p. : il. ; 28 cm
ISBN: 978-85-9450-024-3

1. Solos 2. Solos – Erosão 3. Solos – Conservação 4. Manejo do solo 5. Erosão do solo 6. Conservação do solo 7. Agronomia I. Giacomini, Diego Antonio II. Título

CDU 631.4/.5
631.4
631.459

Apresentação e-Tec Brasil

Prezado estudante,
Bem-vindo a Rede e-Tec Brasil!

Você faz parte de uma rede nacional de ensino, que por sua vez constitui uma das ações do Pronatec – Programa Nacional de Acesso ao Ensino Técnico e Emprego. O Pronatec, instituído pela Lei nº 12.513/2011, tem como objetivo principal expandir, interiorizar e democratizar a oferta de cursos de Educação Profissional e Tecnológica (EPT) para a população brasileira propiciando caminho de o acesso mais rápido ao emprego.

É neste âmbito que as ações da Rede e-Tec Brasil promovem a parceria entre a Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica (SETEC) e as instâncias promotoras de ensino técnico como os Institutos Federais, as Secretarias de Educação dos Estados, as Universidades, as Escolas e Colégios Tecnológicos e o Sistema S.

A educação a distância no nosso país, de dimensões continentais e grande diversidade regional e cultural, longe de distanciar, aproxima as pessoas ao garantir acesso à educação de qualidade, e promover o fortalecimento da formação de jovens moradores de regiões distantes, geograficamente ou economicamente, dos grandes centros.

A Rede e-Tec Brasil leva diversos cursos técnicos a todas as regiões do país, incentivando os estudantes a concluir o ensino médio e realizar uma formação e atualização contínuas. Os cursos são ofertados pelas instituições de educação profissional e o atendimento ao estudante é realizado tanto nas sedes das instituições quanto em suas unidades remotas, os polos.

Os parceiros da Rede e-Tec Brasil acreditam em uma educação profissional qualificada – integradora do ensino médio e educação técnica, – é capaz de promover o cidadão com capacidades para produzir, mas também com autonomia diante das diferentes dimensões da realidade: cultural, social, familiar, esportiva, política e ética.

Nós acreditamos em você!
Desejamos sucesso na sua formação profissional!

Ministério da Educação
Fevereiro de 2017

Nosso contato
etecbrasil@mec.gov.br



Indicação de ícones

Os ícones são elementos gráficos utilizados para ampliar as formas de linguagem e facilitar a organização e a leitura hipertextual.



Atenção: indica pontos de maior relevância no texto.



Saiba mais: oferece novas informações que enriquecem o assunto ou “curiosidades” e notícias recentes relacionadas ao tema estudado.



Glossário: indica a definição de um termo, palavra ou expressão utilizada no texto.



Mídias integradas: sempre que se desejar que os estudantes desenvolvam atividades empregando diferentes mídias: vídeos, filmes, jornais, ambiente AVEA e outras.



Atividades de aprendizagem: apresenta atividades em diferentes níveis de aprendizagem para que o estudante possa realizá-las e conferir o seu domínio do tema estudado.



Sumário

Palavra do professor-autor	9
Apresentação da disciplina	11
Projeto instrucional	13
Aula 1 – Introdução ao manejo e conservação do solo	15
1.1 Importância do estudo da conservação do solo.....	15
Aula 2 – Erosão do solo	17
2.1 Conceito de erosão.....	17
2.2 Agentes da erosão.....	17
2.3 Fases da erosão.....	18
2.4 Formas da erosão hídrica.....	20
2.5 Fatores da erosão hídrica.....	22
2.6 Erosão eólica.....	27
Aula 3 – Sistemas de preparo do solo	31
3.1 Manejo do solo.....	31
3.2 Sistemas de preparo do solo.....	36
Aula 4 – Práticas conservacionistas	41
4.1 Considerações iniciais.....	41
4.2 Cobertura morta.....	41
4.3 Cultivos em nível.....	43
4.4 Culturas em faixas.....	44
4.5 Adubação verde.....	46
4.6 Reflorestamento.....	50
4.7 Controle de voçorocas.....	51
4.8 <i>Mulching</i> vertical.....	53
4.9 Terraceamento.....	54
Aula 5 – Sistemas integrados de exploração agrícola	61
5.1 Considerações iniciais.....	61
5.2 Sistemas agroflorestais.....	61

Referências	68
Currículo do professor-autor	69

Palavra do professor-autor

Os diversos sistemas de produção agropecuária, como, por exemplo, a fruticultura, olericultura, culturas de grãos, criações de aves, suínos e bovinos apresentam o solo como um recurso em comum. Até os sistemas chamados de “cultivo sem solo”, como os hidropônicos, necessitam do solo para a instalação das estruturas indispensáveis para o funcionamento dos mesmos. Sendo assim, devemos ter consciência de que o solo é a base dos sistemas de produção.

Nesse sentido, acreditamos ser fundamental a conscientização das pessoas para a importância da conservação deste recurso natural. Existem várias ações que estão promovendo a degradação dos solos, tendo por consequência a sua compactação, salinização e erosão. Nosso desafio está em utilizar o solo de maneira sustentável, ou seja, dentro da sua capacidade de uso, em busca do chamado manejo conservacionista do solo.

Entretanto, podemos adiantar que o desafio não é simples. Nos dias atuais, mesmo com toda a tecnologia disponível, é possível visualizarmos erosões em solos de diversas propriedades rurais. E é exatamente em situações semelhantes a esta que os profissionais que atuam na área, como os Técnicos em Fruticultura, têm papel decisivo, levando a informação adequada, em busca da conscientização dos produtores.

O desafio é grande! Mas acreditamos que a solução está na informação. Sendo assim, esperamos que as aulas desta disciplina despertem a consciência para a conservação deste recurso natural e, posteriormente, chegue adequadamente ao seu usuário, que é o produtor.

Um grande abraço!

Luciano Zucuni Pes
Diego Giacomini



Apresentação da disciplina

Este material tem por objetivo auxiliar nos estudos da disciplina de Conservação do Solo do Curso Técnico em Fruticultura – Modalidade EaD.

Ele foi elaborado a partir do conhecimento teórico e vivência prática em conservação de solos, pesquisas em livros, revistas técnicas/científicas e resumos publicados em diversos eventos.

Os conteúdos programáticos são conduzidos em várias unidades, começando pela importância da conservação do solo.

Na sequência, são apresentadas as questões relacionadas à erosão do solo, como seus agentes e fases.

Também são apresentados os diferentes sistemas de preparo do solo e suas implicações na conservação do solo.

Na continuação, estudaremos as práticas de conservação do solo e suas aplicações.

Para finalizar, vamos apresentar os sistemas integrados de exploração agrícola, como os agrossilvipastoris.



Projeto instrucional

Disciplina: Conservação do Solo (carga horária: 30h).

Ementa: Reconhecer e aplicar métodos adequados para o manejo e a conservação do solo.

AULA	OBJETIVOS DE APRENDIZAGEM	MATERIAIS	CARGA HORÁRIA (horas)
1. Introdução ao manejo e conservação do solo	Reconhecer a importância da conservação do solo. Entender a influência do manejo na conservação do solo.	Ambiente virtual: plataforma Moodle. Apostila didática. Recursos de apoio: <i>links</i> , exercícios.	02
2. Erosão do solo	Estabelecer um conceito para erosão do solo. Reconhecer os agentes e as fases da erosão do solo. Identificar as consequências da erosão do solo. Reconhecer os fatores da erosão hídrica.	Ambiente virtual: plataforma Moodle. Apostila didática. Recursos de apoio: <i>links</i> , exercícios.	08
3. Sistemas de preparo do solo	Estabelecer um conceito para manejo do solo. Reconhecer as operações de preparo do solo. Diferenciar os principais sistemas de preparo do solo.	Ambiente virtual: plataforma Moodle. Apostila didática. Recursos de apoio: <i>links</i> , exercícios.	05
4. Práticas conservacionistas	Reconhecer as principais práticas de conservação do solo.	Ambiente virtual: plataforma Moodle. Apostila didática. Recursos de apoio: <i>links</i> , exercícios.	10
5. Sistemas integrados de exploração agrícola	Reconhecer os principais sistemas integrados de exploração agrícola.	Ambiente virtual: plataforma Moodle. Apostila didática. Recursos de apoio: <i>links</i> , exercícios.	05

Aula 1 – Introdução ao manejo e conservação do solo

Objetivos

Reconhecer a importância da conservação do solo.

Entender a influência do manejo na conservação do solo.

1.1 Importância do estudo da conservação do solo

Os diversos sistemas de produção agropecuária, de frutíferas, de hortaliças, de culturas de grãos, de criações de aves, suínos e bovinos, enfim, todos eles apresentam um recurso em comum: o solo. Até os sistemas denominados de “cultivo sem solo” (hidropônicos) necessitam do solo para instalação das estruturas básicas e indispensáveis para o funcionamento dos mesmos. Sendo assim, é possível afirmar que o solo é o alicerce dos sistemas de produção. Além disso, sempre é importante lembrar que o solo serve de base para as edificações humanas, é o *habitat* de diversos organismos, além de desempenhar inúmeras outras funções no ecossistema.

Levando em consideração toda a importância que o solo possui, é lógico concluir que a preservação deste recurso natural seja uma obrigação da sociedade. Mas, infelizmente, não é isso que ocorre. A degradação dos solos, no Brasil e no mundo, impõe elevados custos à sociedade, pela grande perda de solos agricultáveis através da erosão (Figura 1.1), causando a redução da capacidade produtiva do solo, o assoreamento dos cursos d'água e represas e, conseqüentemente, o empobrecimento do produtor rural, com reflexos negativos para a economia (ELTZ; AMADO; LOVATO, 2005).

Nesse sentido, a ciência da conservação do solo preconiza um conjunto de medidas, objetivando a manutenção ou recuperação das condições físicas, químicas e biológicas do solo, estabelecendo critérios para o uso e manejo dos solos, de forma a não comprometer sua capacidade produtiva (ELTZ; AMADO; LOVATO, 2005). As medidas de conservação têm por objetivo proteger o solo, evitando o desenvolvimento dos processos erosivos, aumentar a disponibilidade de água e nutrientes, bem como promover a atividade biológica.



Para saber mais sobre conservação do solo, acesse: <http://g1.globo.com/economia/agronegocios/noticia/2014/09/falta-de-conservacao-do-solo-causa-erosao-e-perda-de-lavouras-no-pr.html>



Figura 1.1: Solo degradado pela erosão

Fonte: <http://g1.globo.com/economia/agronegocios/noticia/2014/09/falta-de-conservacao-do-solo-causa-erosao-e-perda-de-lavouras-no-pr.html>



Para saber mais sobre a degradação dos solos e a importância da sua conservação, acesse: http://www.sbcs.org.br/?post_type=noticia_geral&p=3810

Porém, é importante salientar que a solução dos problemas decorrentes da erosão não depende da ação isolada de um produtor, pois ela produz efeitos negativos para um conjunto de produtores rurais e para as comunidades urbanas (ELTZ; AMADO; LOVATO, 2005). Sendo assim, um plano de uso, manejo e conservação do solo e da água deve contar com o envolvimento efetivo do produtor, do técnico, dos dirigentes e da comunidade (ELTZ; AMADO; LOVATO, 2005).

Portanto, a conservação do solo consiste em dar o uso e o manejo adequado às suas características químicas, físicas e biológicas, visando à manutenção do equilíbrio ou recuperação (ELTZ; AMADO; LOVATO, 2005). Através do planejamento e aplicação correta das práticas de conservação do solo, conseguimos manter o potencial produtivo do solo e evitamos problemas como a erosão e a compactação.

Resumo

Nesta unidade, foi discutida a importância de estudar e aplicar as práticas de conservação dos solos, como componente fundamental dentro dos sistemas de exploração agrícola.



Atividades de aprendizagem

1. O que estuda a ciência da conservação do solo?
2. Qual a importância da conservação do solo?
3. Quais são os objetivos da conservação do solo?

Aula 2 – Erosão do solo

Objetivos

Estabelecer um conceito para erosão do solo.

Reconhecer os agentes e as fases da erosão do solo.

Identificar as consequências da erosão do solo.

Reconhecer os fatores da erosão hídrica.

2.1 Conceito de erosão

Erosão é um processo físico de desagregação, transporte e deposição do solo por agentes que serão apresentados na sequência.

2.2 Agentes da erosão

São agentes da erosão do solo a água e o vento. A erosão causada pela água é denominada de **erosão hídrica**, enquanto que a erosão causada pelo vento é denominada de **erosão eólica**.

A erosão hídrica (Figura 2.1) vai predominar em regiões de elevadas precipitações pluviométricas, em áreas com solo descoberto e com topografia irregular.



Figura 2.1: Erosão hídrica

Fonte: http://portalgc.com.br/galerias/noticias/1000/03102014091043dscn1034__2.jpg

Já a erosão eólica (Figura 2.2) vai ocorrer com maior intensidade em regiões áridas, semiáridas e com solo descoberto, tanto em áreas planas como de topografia irregular.



Figura 2.2: Erosão eólica

Fonte: Eltz, 2008

2.3 Fases da erosão

As três fases ou etapas da erosão são: desagregação, transporte e deposição. Essas três fases serão apresentadas na sequência.

2.3.1 Desagregação

A desagregação, no caso da erosão hídrica, é causada pelo **impacto da gota de chuva** contra o solo ou pelo **escoamento superficial da água**. Sendo assim, quanto maior a velocidade de queda das gotas ou do escoamento superficial da água, maior será a energia capaz de desagregar o solo. Já no caso da erosão eólica, o vento levanta as partículas e estas, ao caírem, batem contra as outras, soltando-as.



Para saber mais sobre a ocorrência do processo erosivo, acesse: https://www.youtube.com/watch?v=EA8STmwlN_c



Figura 2.3: Desagregação pelo impacto da gota de chuva

Fonte: <http://www.dirceugassen.com/wp-content/uploads/2016/10/09-Solo-Gota-impact-05-f.jpg>

A intensidade da desagregação será influenciada pelos seguintes fatores:

- A natureza do solo (textura, estrutura e porosidade).
- A cobertura vegetal (quantidade e tipo).
- O uso e manejo do solo.

2.3.2 Transporte

Na erosão hídrica, o transporte das partículas desagregadas é realizado através do **impacto das gotas de chuva** (salpicamento) e pelo **escoamento superficial da água**. Pelo impacto da gota de chuva, as partículas são transportadas a uma curta distância e depositadas na superfície do solo. Pelo escoamento superficial, quanto maior a massa de água e sua velocidade, maior será a distância que as partículas serão transportadas, podendo percorrer muitos quilômetros até que ocorra a deposição (Figura 2.4).



Figura 2.4: Transporte pelo escoamento superficial da água

Fonte: http://www.grandesantarasnoticias.com/gsrn/images/upload/20150117_215470688_Afonso%20Jung%20-%20Enxurrada%20-%202016-1-15%20-%20205.jpg

No caso da erosão eólica, o vento transporta as partículas mais leves (argila e silte) em suspensão, enquanto que as partículas médias (areias) são carregadas aos saltos.

A distância de transporte das partículas, tanto na erosão hídrica como na erosão eólica, vai depender:

- Do tamanho da partícula.

- Da força do agente.
- Da topografia do terreno.
- Da presença ou ausência de obstáculos (exemplo: vegetação).

2.3.3 Deposição

A última fase da erosão é a chamada deposição ou sedimentação, que é caracterizada pela parada das partículas de solo. A deposição irá ocorrer quando o agente (água ou vento) perder a força (volume e velocidade) e/ou encontrar obstáculos (Figura 2.5).

Quanto maior o tamanho das partículas, mais rapidamente elas param; enquanto que, quanto maior for a velocidade do agente (água ou vento), mais demorada será a deposição.



Figura 2.5: Deposição de partículas de solo

Fonte: <http://wp.clicrbs.com.br/supersafra/files/2014/07/00a29f52.jpg>

2.4 Formas da erosão hídrica

A erosão hídrica se apresenta sob três formas:

- Erosão laminar ou entressulcos.
- Erosão em sulcos.
- Erosão em voçorocas.



Para saber mais sobre os problemas causados pela erosão no Rio Grande do Sul, acesse:

<https://www.youtube.com/watch?v=2sQJJvE8Mw>

2.4.1 Erosão laminar

A erosão laminar ocorre pela ação de lâminas finas de água, transportando as partículas desagregadas pelo impacto das gotas de chuva.

Na erosão laminar, a desagregação e o deslocamento das partículas ocorrem de maneira superficial, sem formar sulcos ou formando sulcos muito rasos (Figura 2.6).



Figura 2.6: Erosão laminar

Fonte: <http://s3.amazonaws.com/magoo/ABAAAAGDQAG-4.jpg>

2.4.2 Erosão em sulcos

Na erosão em sulcos, visualiza-se a formação de sulcos mais profundos, condicionados por uma inclinação maior do terreno e pela concentração das lâminas finas de água. Estas lâminas de água se encontram em determinados pontos do terreno, formando os sulcos (Figura 2.7).



Figura 2.7: Erosão em sulcos

Fonte: http://www.dicionario.pro.br/images/2/2a/NRCSIA99128_-_Iowa_%282959%29%28NRCS_Photo_Gallery%29.png

2.4.3 Erosão em voçorocas

A erosão em voçorocas é formada quando grandes volumes de água ganham velocidade, desagregando as laterais e o fundo dos sulcos formados anteriormente (erosão em sulcos). Em linhas gerais, seria a evolução da erosão em sulcos, através do seu aprofundamento (Figura 2.8).



Figura 2.8: Erosão em voçorocas

Fonte: http://www.msreporter.com.br/image.php?w=300&h=300&f=noticia_imagem/1365537312.jpg

2.5 Fatores da erosão hídrica

A erosão hídrica do solo é condicionada pelos fatores componentes da seguinte equação:

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

Onde: **A** é a perda de solo em toneladas por hectare (t/ha)

R é o fator erosividade da chuva, ou seja, o potencial que a chuva tem de causar erosão

K é o fator erodibilidade do solo, ou seja, a capacidade que cada solo tem de resistir ao processo erosivo

L é o comprimento da rampa

S é o grau de declividade do terreno

C é o fator uso e manejo do solo

P é o fator práticas conservacionistas

Ao se analisar essa equação, é possível constatar que a perda de solo é produto de seis variáveis e depende da interação entre elas. Além disso, os métodos

de controle da erosão estão diretamente ligados às relações existentes entre essas seis variáveis.

Na sequência, serão apresentadas considerações sobre cada variável.

2.5.1 Chuva

O fator chuva é avaliado pelos seguintes aspectos:

- Intensidade da chuva.
- Duração da chuva.
- Quantidade total de chuva.
- Frequência das chuvas.
- Distribuição sazonal das chuvas.
- Energia cinética da chuva.

a) Intensidade da chuva – é o volume de chuva que cai em uma unidade de tempo:

$$I = \frac{V}{T}$$

Onde: I é a intensidade
V é o volume
T é o tempo

Quanto maior é a intensidade da chuva (I), maior será a desagregação e maior será a erosão.

b) Duração da chuva – é o intervalo de tempo entre o início e o final da chuva. Em chuvas de mesma intensidade, quanto maior for a duração, maior será a erosão.

c) Quantidade total de chuva – é o volume total de chuva que cai em um período de tempo. Este aspecto tem relação com a capacidade de infiltração de água no solo. Quando a quantidade superar o limite, o excesso de água escorrerá sobre a superfície do solo, causando erosão.

- d) Frequência das chuvas** – é o intervalo de tempo entre duas chuvas consecutivas. Quando o intervalo é curto, a umidade do solo será alta e o escoamento de água será maior, aumentando o risco de erosão.
- e) Distribuição sazonal das chuvas** – dependendo da região, as chuvas são bem distribuídas durante o ano ou concentram-se em uma ou duas estações. No segundo caso, essa concentração determina uma alta frequência de chuvas no período, aumentando a possibilidade de ocorrer erosão.
- f) Energia cinética da chuva** – quanto maior for a massa de chuva e quanto maior a velocidade das gotas, maior será a energia cinética total da chuva e maior será a sua capacidade de desagregar o solo.

2.5.1.1 Efeito das gotas de água da chuva na erosão do solo

O impacto das gotas de água da chuva apresenta as seguintes consequências:

- Torna o solo úmido.
- Forma lâminas de água na superfície do solo.
- Provoca salpicos e destruição dos agregados.
- Desloca e transporta partículas de solo.
- Provoca a obstrução dos poros.

2.5.1.2 Efeito do escoamento superficial na erosão do solo

O escoamento superficial, também denominado de enxurrada, é condicionado por dois fatores: **quantidade** e **velocidade**. Quando a quantidade de água escoando superficialmente é pequena e a velocidade é baixa, não há erosão severa. Porém, quando ambos os fatores são altos, a erosão é potencializada. A quantidade e velocidade de escoamento superficial dependem:

- Das características da chuva.
- Da declividade da área.
- Da capacidade de infiltração da água no solo.

Se as gotas de chuva não golpearem o solo, causando a desagregação, e se a enxurrada puder ser controlada, para não levar o solo em suspensão, não haverá erosão.



2.5.2 Topografia

As perdas de solo por erosão serão influenciadas pela topografia do terreno, especialmente em função do grau de declividade, da regularidade do declive e do comprimento dos lançantes.

2.5.2.1 Grau de declividade

Está relacionado com a inclinação do terreno. Nesse sentido, quanto maior a declividade, maior será a velocidade do escoamento superficial, reduzindo o tempo disponível para a infiltração da água no solo.

2.5.2.2 Regularidade do declive

A regularidade do declive está diretamente relacionada com a manutenção ou variação da velocidade de escoamento superficial da água, afetando diretamente as perdas de solo por erosão.

2.5.2.3 Comprimento dos lançantes

Em relação a esta característica, à medida que aumenta o comprimento dos lançantes, aumenta a velocidade do escoamento superficial, aumentando a sua capacidade de desagregação e transporte das partículas de solo.

Dentre as características do relevo, o comprimento dos lançantes é a característica que pode ser modificada com mais facilidade do que as demais. Práticas de conservação de solo como o terraceamento e o cultivo em nível se fundamentam em dividir os lançantes. Maiores detalhes serão estudados na Aula 4 deste material didático.



2.5.3 Vegetação

A vegetação é um dos principais fatores que atuam na redução da erosão. A vegetação atua na proteção do solo em três níveis:

- a) **Nível da copada** – o impacto das gotas de chuva é amortecido pelas folhas e ramos da planta.
- b) **Nível da superfície do solo** – a vegetação funciona como uma barreira, diminuindo a velocidade do escoamento superficial da água e, como consequência, reduzindo a capacidade da água de desagregar e transportar as partículas de solo.

- c) **Nível do interior do solo** – as raízes aumentam a estabilidade dos agregados do solo, dificultando a desagregação. Além disso, com a morte das raízes e posterior decomposição, haverá formação de canais, que aumentam a porosidade do solo e a capacidade de infiltração de água.

2.5.4 Solo

O fator solo é um dos que mais influencia na quantidade e qualidade do material erodido. Essa influência depende das características químicas, físicas e biológicas do solo e de suas interações, como:

- a) Tipo e teor de argila.
- b) Estrutura do solo.
- c) Estabilidade dos agregados.
- d) Porosidade do solo.
- e) Capacidade de infiltração de água.

2.5.5 Uso e manejo do solo

O uso e manejo do solo envolvem os seguintes fatores:

- a) **Tipos de culturas** – a erosão do solo irá variar conforme os tipos de culturas, porque as plantas apresentam diferentes arquiteturas e sistemas radiculares, gerando maior ou menor cobertura do solo.
- b) **Tipo de preparo** – a erosão será proporcional à intensidade do preparo do solo. Os preparos de solo que não incorporam ou incorporam parcialmente os resíduos culturais protegem melhor o solo, reduzindo a erosão.
- c) **Manejo dos resíduos culturais** – dependendo do destino dado aos resíduos culturais, diferentes taxas de erosão poderão ocorrer. Os possíveis destinos dos resíduos culturais são: retirar da lavoura, queimar, incorporar, semi-incorporar ou deixar na superfície. Como comentado anteriormente, a manutenção dos resíduos culturais na superfície protege o solo, reduzindo a erosão.

2.6 Erosão eólica

A erosão eólica é aquela causada pelo vento. São condições necessárias para que ocorra a erosão eólica:

- Existência de vento.
- Áreas planas ou suavemente onduladas.
- Períodos de estiagem.
- Solo seco e descoberto.
- Composição do solo predominantemente pela fração areia.



Para saber mais sobre o processo da erosão eólica, acesse:
<https://www.youtube.com/watch?v=zvT0cBlyb4o>

2.6.1 Fases da erosão eólica

Assim como a erosão hídrica, a erosão eólica possui as seguintes fases: desagregação, transporte e deposição.

2.6.1.1 Desagregação

A desagregação das partículas do solo pode ser promovida pelo impacto das gotas de chuva, pelo impacto das partículas que já estão desagregadas, pela variação da umidade do solo (umedecimento/secagem) e pela mobilização do solo promovida pelas práticas de manejo.

2.6.1.2 Transporte

O transporte das partículas desagregadas, no caso da erosão eólica, pode ocorrer através de três maneiras: rolamento (partículas mais pesadas), salteamento (partículas um pouco mais leves – areia fina e areia grossa) e suspensão (partículas mais leves – areia fina, silte e argila).

2.6.1.3 Deposição

A deposição das partículas ocorre de maneira seletiva, sendo que, primeiro, depositam-se as partículas mais pesadas e, por último, as partículas mais leves. O processo de deposição ocorre pela redução parcial ou total da velocidade do vento.

2.6.2 Fatores da erosão eólica

A erosão eólica do solo é condicionada pelos seguintes fatores: velocidade do vento, solo, topografia, vegetação e uso e manejo do solo.



Para saber mais sobre o processo de arenização no Rio Grande do Sul, acesse: <https://www.youtube.com/watch?v=4kzgRfDoazU>

<http://www.ihu.unisinos.br/entrevistas/29691-arenizacao-no-rs-um-problema-que-cresce-entrevista-especial-com-dirce-suertegaray>

2.6.2.1 Velocidade do vento

Vento com velocidade acima de 13 km/h é suficiente para provocar o salteamento e o rolamento de partículas.

2.6.2.2 Solo

Em relação ao solo, as seguintes considerações devem ser feitas:

- **Textura** – quanto mais arenoso o solo, menor coesão entre as partículas e predominância do transporte por salteamento.
- **Estrutura** – solos com menor estabilidade de agregados apresentam menor resistência à erosão eólica.
- **Umidade** – o solo úmido apresenta maior adesão, o que reduz a desagregação das partículas pelo vento.

2.6.2.3 Topografia

A topografia plana do terreno favorece a erosão eólica, por apresentar poucos obstáculos naturais ao vento, que irá atingir maior velocidade.

2.6.2.4 Vegetação

A presença de vegetação contribui para minimizar a erosão eólica, pois diminui a velocidade do vento próximo à superfície, ajuda a manter um maior teor de umidade no solo e a presença de resíduos culturais obstrui o movimento das partículas transportadas por salteamento e rolamento.

2.6.2.5 Uso e manejo do solo

As práticas de preparo do solo, como aração e gradagem, facilitam a desagregação das partículas do solo e a secagem da sua superfície, favorecendo a erosão eólica. Além disso, a lotação animal inadequada sobre uma área promoverá um pastejo excessivo, expondo a superfície do solo à ação dos ventos.

Resumo

A erosão do solo pode ser causada pela água (erosão hídrica) ou pelo vento (erosão eólica). O processo erosivo é dividido em três etapas (desagregação, transporte e deposição) e, conforme o avanço desse processo, a erosão pode se apresentar de três formas (laminar, sulcos ou voçorocas). Além disso, a erosão hídrica é condicionada por seis fatores (erosividade da chuva, erodibilidade do solo, comprimento da rampa, grau de declividade, uso e manejo do solo

e práticas conservacionistas), enquanto que a erosão eólica é condicionada por cinco fatores (velocidade do vento, solo, topografia, vegetação e uso e manejo do solo).

Atividades de aprendizagem



1. Conceitue erosão do solo.
2. Quais são os agentes da erosão do solo?
3. Quais são as etapas da erosão do solo?
4. Diferencie as formas de erosão.
5. Descreva, com suas palavras, os fatores da erosão hídrica.
6. Descreva, com suas palavras, os fatores da erosão eólica.

Aula 3 – Sistemas de preparo do solo

Objetivos

Estabelecer um conceito para manejo do solo.

Reconhecer as operações de preparo do solo.

Diferenciar os principais sistemas de preparo do solo.

3.1 Manejo do solo

O manejo do solo é considerado o conjunto de operações realizadas no solo, que tem a finalidade de proporcionar condições adequadas para a implantação e desenvolvimento das culturas. Entre estas operações, podemos citar o manejo dos resíduos culturais, o preparo do solo, a semeadura, a calagem, a adubação, o controle de plantas daninhas, entre outras.

3.1.1 Preparo do solo

O preparo do solo tem o objetivo de proporcionar condições de temperatura e de umidade para que a semente germine e, posteriormente, a planta se desenvolva. Além disso, o preparo do solo também contribui para o controle de plantas daninhas, pragas e doenças.

As principais operações de preparo do solo são a aração (lavração), gradagem (gradeação), subsolagem e escarificação. Dependendo do sistema de manejo do solo adotado, o preparo é realizado por uma ou mais operações. Porém, é importante salientar que, no sistema de manejo em plantio direto, não se realiza o preparo do solo, apenas a semeadura ou o plantio de mudas.

Em relação às operações de preparo, é fundamental que seja observada a umidade do solo, para que ele apresente consistência friável. Na prática, a consistência friável pode ser determinada pegando-se um torrão entre os dedos polegar e o indicador, pressionando-o levemente, de modo que este deve esboroar-se, sem sujar os dedos.

3.1.1.1 Aração (lavração)

A aração, também conhecida como lavração, é a operação de preparo que tem como princípio cortar e inverter a camada do solo, conforme a profundidade de trabalho. É realizada através do implemento agrícola denominado arado, que é classificado como de:

- Tração mecânica (discos ou aiveca, com levante hidráulico ou de arrasto), como apresentado nas Figuras 3.1 e 3.2.
- Tração animal (aiveca e pica-pau), como apresentado nas Figuras 3.3 e 3.4.



Para saber mais sobre o preparo do solo com arado de discos, acesse: <https://www.youtube.com/watch?v=2fnPu7WVSCc>

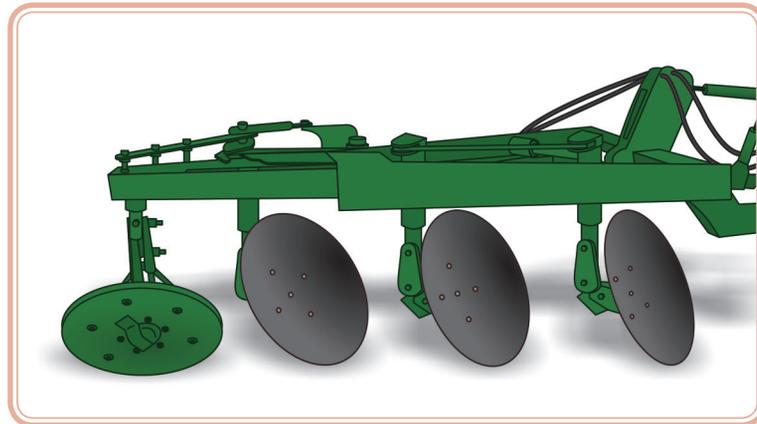


Figura 3.1: Arado de discos de tração mecânica

Fonte: CTISM



Para saber mais sobre o preparo do solo com arado de aivecas, acesse: <https://www.youtube.com/watch?v=Fu7ZS-BQu4w>

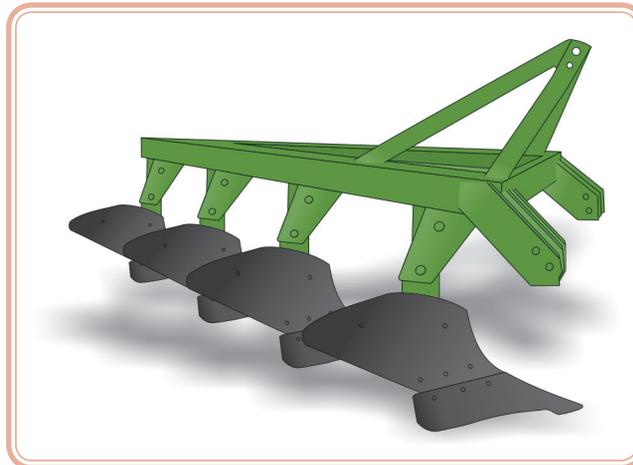


Figura 3.2: Arado de aivecas de tração mecânica

Fonte: CTISM



Figura 3.3: Arado de aivecas de tração animal

Fonte: CTISM

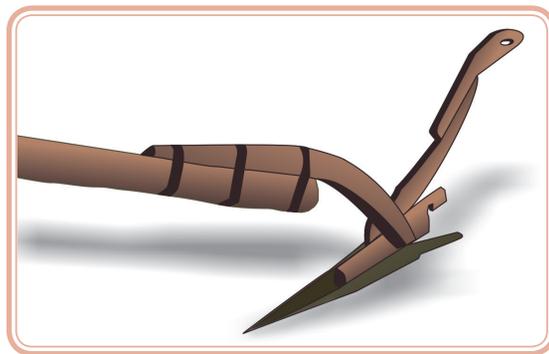


Figura 3.4: Arado pica-pau de tração animal

Fonte: CTISM

A profundidade da aração vai variar conforme a cultura a ser implantada (relacionada com o sistema radicular), com o tipo de solo e a topografia do terreno. Nesse sentido, a aração é classificada, conforme a profundidade, em:

- **Superficial** – a profundidade de trabalho média é de 10 cm e é utilizada para o preparo de solo para implantação de culturas de pequeno sistema radicular, como as culturas anuais.
- **Ordinária** – é a mais comum, sendo utilizada na maioria dos solos e culturas, tendo como profundidade média de trabalho entre 15 a 20 cm.
- **Profunda** – a profundidade média de trabalho é de 25 a 30 cm. Neste tipo de aração, parte do horizonte B pode ser incorporada ao horizonte A. Além disso, a aração profunda também pode ser utilizada para romper camadas de solo compactadas.

3.1.1.2 Gradagem (gradeação)

A gradagem, também conhecida como gradeação, é a operação de preparo do solo efetuada por grades. A gradagem, geralmente, é realizada após a aração, com objetivo de desmanchar os torrões e nivelar o terreno.

Existem dois tipos principais de grades: de dentes (Figura 3.5) e de discos. As grades de discos são as mais utilizadas, e são classificadas como:

- Grade leve (niveladora) (Figura 3.6).
- Grade pesada (aradora) (Figura 3.7).

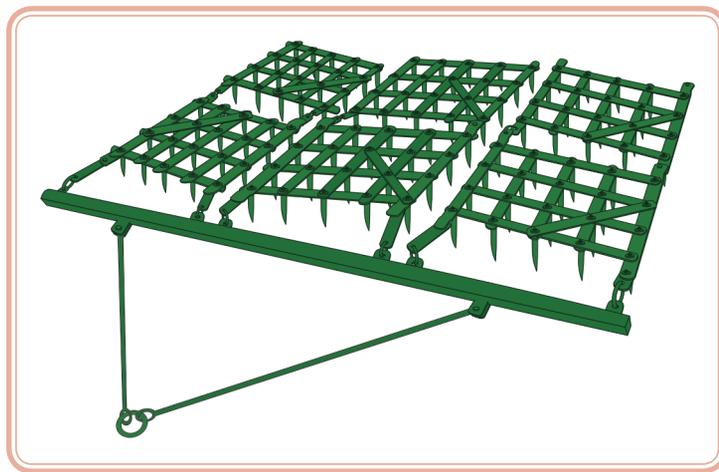


Figura 3.5: Grade de dentes

Fonte: CTISM



Para saber mais sobre o preparo do solo com grade leve, acesse: <https://www.youtube.com/watch?v=DfnFaUYVsZs>



Figura 3.6: Grade leve

Fonte: <http://www.marchesan.com.br/images/igallery/resized/201-300/GNCR-257-600-450-80.jpg>



Figura 3.7: Grade pesada

Fonte: <http://www.marchesan.com.br/images/igallery/resized/201-300/ATCR-223-600-450-80.jpg>

A grade pesada realiza um trabalho mais profundo do que a grade leve e menos profundo do que a aração. Dessa forma, em algumas situações, a gradagem pesada pode substituir a aração. Nesse caso, a gradagem pesada pode ser utilizada isoladamente ou ser seguida de uma gradagem leve.

Em outras situações, como em terrenos já trabalhados, podemos utilizar apenas uma gradagem leve antes da semeadura das culturas. Nesse caso, realiza-se um trabalho bastante superficial, com rompimento das crostas superficiais e a semi-incorporação dos resíduos culturais.

3.1.1.3 Subsolação

A subsolação é uma operação de preparo do solo realizada através do implemento agrícola denominado de subsolador (Figura 3.8). A profundidade de trabalho da subsolação é superior a 30 cm. Ela é praticada quando se deseja uma mobilização de solo para fins de drenagem, rompimento de camada impermeável ou compactada, sem misturá-la ao solo.

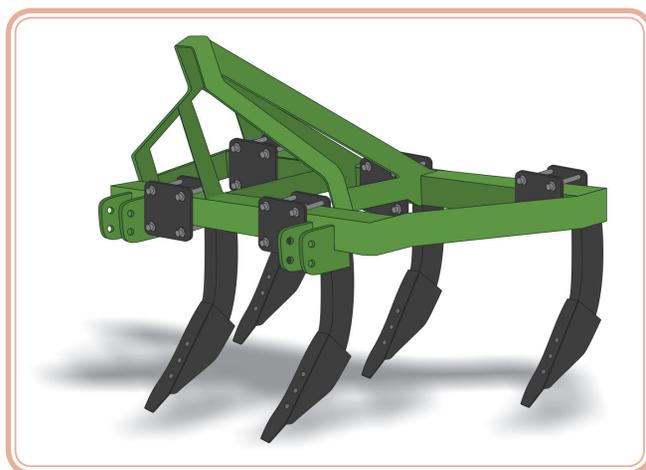


Figura 3.8: Subsolador

Fonte: CTISM



Para saber mais sobre o preparo do solo com grade pesada, acesse: <https://www.youtube.com/watch?v=W5f5zf1bzNw>



Para saber mais sobre o preparo do solo com subsolador, acesse: <https://www.youtube.com/watch?v=aBoMno86G6I>

3.1.1.4 Escarificação

A escarificação é uma operação de preparo do solo realizada através do implemento agrícola denominado de escarificador (Figura 3.9), mas pode também ser realizada com grade leve. A profundidade de trabalho do escarificador é de até 30 cm. A escarificação realizada na profundidade entre 5 e 15 cm é denominada escarificação leve, enquanto que a escarificação realizada na profundidade entre 15 e 30 cm é denominada escarificação pesada.



Para saber mais sobre o preparo do solo com escarificador, acesse: https://www.youtube.com/watch?t=28&v=pm3XpszT4_0



Figura 3.9: Escarificador

Fonte: http://www.marchesan.com.br/images/igallery/resized/101-200/ECH_1-148-800-600-80.jpg

A escarificação é realizada com objetivo de romper crostas superficiais ou camadas de solo compactadas.

3.2 Sistemas de preparo do solo

A partir de agora, estudaremos os principais sistemas de preparo do solo, que são o preparo convencional, o cultivo mínimo e o plantio direto. Serão apresentadas as características de cada sistema, bem como as suas vantagens e desvantagens.

3.2.1 Sistema de preparo convencional

O sistema de preparo convencional do solo é constituído, geralmente, de uma aração (Figura 3.10) e duas ou mais gradagens niveladoras (Figura 3.11), com os resíduos culturais sendo incorporados ao solo. Ele é denominado de convencional por ser o mais difundido no mundo inteiro para a maioria das culturas. Esse sistema de preparo do solo foi trazido ao Brasil pelos imigrantes europeus, que realizavam o revolvimento do solo com o objetivo de aquecê-lo mais rapidamente na primavera, após o congelamento sofrido durante o inverno. Entretanto, no Brasil, não há necessidade deste revolvimento, pois o inverno é menos rigoroso.



Figura 3.10: Aração – operação do preparo convencional do solo

Fonte: Luciano Zucuni Pes



Figura 3.11: Gradagem após a aração do solo

Fonte: Luciano Zucuni Pes

A principal motivação para realizar o preparo convencional do solo é a eliminação das plantas daninhas existentes. Porém, este sistema de preparo causa sérios problemas de erosão nos solos brasileiros. A intensa mobilização destrói a estrutura do solo (agregados), diminui o teor de matéria orgânica, causa compactação subsuperficial (pé-de-arado e/ou pé-de-grade) e deixa o solo descoberto durante o período inicial de desenvolvimento da cultura, fatores que potencializam a erosão e diminuem a capacidade produtiva do solo.

Devido aos pontos negativos que o sistema de preparo convencional apresenta, é que começaram a se desenvolver sistemas com menor intensidade de preparo, pois nem sempre é necessária a mobilização total do solo para que as sementes germinem e as culturas tenham um crescimento inicial adequado.

3.2.2 Sistema de cultivo mínimo

No cultivo mínimo, é realizada apenas uma operação de preparo, com mínimo revolvimento do solo e semi-incorporação dos resíduos culturais. Esta mínima mobilização do solo, que pode ser realizada com grade leve, grade pesada ou escarificador (Figura 3.12), irá romper crostas superficiais e controlar parcialmente as plantas daninhas. É importante ressaltar que, neste sistema de preparo, é indispensável a presença de resíduos culturais sobre a superfície do solo, para minimizar os problemas da erosão.



Figura 3.12: Cultivo mínimo do solo utilizando escarificador

Fonte: http://www.stara.com.br/wp-content/uploads/2015/01/CHO_5339.jpg

A utilização de escarificador é uma excelente alternativa para a realização do cultivo mínimo, pois contribui para aumentar a infiltração de água no solo e para romper camadas compactadas.

3.2.3 Sistema de plantio direto

O sistema de plantio direto é caracterizado pela implantação das culturas diretamente no solo, sem que ele tenha sofrido mobilização por qualquer tipo de implemento, com exceção das covas em que são depositados o adubo e as sementes ou as mudas transplantadas. É imprescindível, no sistema de plantio direto, que o solo esteja coberto com a palhada de uma cultura (cobertura de solo). O manejo da cultura de cobertura e/ou das plantas daninhas pode ser realizado com herbicidas ou rolo-faca.



Figura 3.13: Implantação de espécies perenes em sistema de plantio direto

Fonte: <https://www.flickr.com/photos/agriculturasp/7287683910>

É importante salientar que a correção da acidez e da fertilidade do solo deve ser realizada anteriormente à implantação do cultivo, na profundidade indicada e de acordo com as recomendações do Manual de Adubação e Calagem para o Rio Grande do Sul e Santa Catarina.

O sistema de plantio direto apresenta como vantagens em relação ao sistema de preparo convencional do solo:

- Controle da erosão hídrica.
- Redução da evaporação de água do solo.
- Mais água disponível no solo.
- Maior atividade macro e microbiológica.
- Economia de tempo e combustível.
- Maior vida útil das máquinas.
- Maior teor de matéria orgânica.
- Menor amplitude térmica do solo.
- Maior estabilidade de agregados.

Para finalizar, podemos verificar que é altamente recomendável utilizarmos os sistemas mais conservacionistas para o preparo do solo e a implantação das culturas agrícolas. Entretanto, faz-se necessária uma avaliação *in loco*, para determinarmos qual sistema de preparo é o mais adequado para ser utilizado, considerando a cultura a ser implantada, o histórico de adubações da área, o relevo, o clima, a adoção de práticas de conservação de solo, entre outras variáveis.

Resumo

Nesta aula, estudamos os sistemas de preparo do solo. Foram apresentadas uma conceituação para manejo do solo, bem como as principais operações de preparo do solo (aração, gradagem, subsolagem e escarificação). Na sequência, foi discutido sobre os principais sistemas de preparo do solo (preparo convencional, cultivo mínimo e plantio direto), dando ênfase às principais características de cada um deles.



Atividades de aprendizagem

1. Conceitue manejo do solo.
2. Quais são as principais operações de preparo do solo? Descreva cada uma delas.
3. Diferencie os principais sistemas de preparo do solo, apresentando as principais características, vantagens e desvantagens.

Aula 4 – Práticas conservacionistas

Objetivos

Reconhecer as principais práticas de conservação do solo.

4.1 Considerações iniciais

Conforme já apresentado nas aulas anteriores, a degradação do solo, em decorrência de práticas inadequadas, pode chegar a níveis tão elevados que ele se torna improdutivo ou inapto para a agropecuária. As práticas agropecuárias levam à degradação dos solos, caso não sejam realizadas corretamente dentro de um manejo conservacionista, considerando a capacidade de uso dos solos. Nesse sentido, as práticas conservacionistas visam à prevenção e recuperação dos solos agrícolas. De maneira geral, as práticas de conservação do solo devem: (a) proporcionar uma cobertura do solo, através de plantas vivas ou de seus resíduos culturais, durante o maior tempo possível; (b) maximizar a infiltração da água da chuva e/ou de irrigação no solo; (c) evitar o escoamento da água no sentido do declive. A escolha das práticas é feita em função dos aspectos ambientais e socioeconômicos de cada propriedade e/ou região. Cada prática, aplicada isoladamente, previne apenas de maneira parcial os problemas, por isso o ideal é o uso simultâneo dessas práticas. Portanto, o manejo e a conservação do solo são fundamentais à manutenção da qualidade e da capacidade produtiva do solo, garantindo a utilização desse fundamental recurso natural às gerações futuras.

4.2 Cobertura morta

Essa prática consiste no uso de resíduos vegetais como, por exemplo: palhas em geral, maravalha, serragem, casca de arroz, bagaço de cana-de-açúcar, folhas, resíduos de roçadas, cascas, entre outros. Esses resíduos são colocados na superfície do solo, no intervalo das linhas plantadas, com a função de protegê-lo da ação dos processos erosivos, conforme a Figura 4.1.



Figura 4.1: Cobertura morta no solo na cultura do café

Fonte: Flávio França, 2012

A presença desta cobertura protege o solo da ação do impacto da gota de chuva, além de contribuir para a manutenção da umidade e redução da amplitude da temperatura do solo. Também são vantagens da cobertura morta a promoção da atividade microbiana no solo, o controle de plantas daninhas e a redução da velocidade das enxurradas, o que diminui as perdas de solo por erosão.

4.2.1 Vantagens

- Protege o solo contra o impacto das gotas de chuva.
- Faz diminuir o escoamento da enxurrada.
- Aumenta o teor de matéria orgânica, que promove maior resistência do solo ao processo erosivo.
- No caso da erosão eólica, protege o solo contra a ação direta dos ventos e impede o transporte das partículas.
- Contribui para a conservação do solo.
- Diminui a temperatura do solo.
- Diminui as perdas por evapotranspiração.
- Melhora a estrutura do solo (camada superficial).
- Estimula a atividade microbiana do solo.

As principais diferenças entre os manejos empregados na palhada podem ser visualizadas no Quadro 4.1.

Quadro 4.1: Efeito do manejo dos restos culturais de milho sobre as perdas por erosão

Manejo	Perdas de solo	Perdas de água
	T ha ⁻¹	% da chuva
Palha queimada	20,2	8,0
Palha enterrada	13,8	5,8
Palha na superfície	6,5	2,5

Fonte: Adaptado de Bertoni; Lombardi Neto, 2005

4.3 Cultivos em nível

Cultivo em nível ou em contorno consiste em dispor, além de todas as operações de cultivo e preparo do solo, as linhas de semeadura ou plantio no sentido transversal à pendente do terreno, através do uso de curvas de nível e linhas em contorno (Figura 4.2). Para as linhas em contorno, o ideal é que elas estejam sempre no mesmo nível, acompanhando as curvas de nível ou, quando não for possível, que estejam próximas delas, porém, sempre transversais ao sentido da declividade.



Figura 4.2: Pomar de citros implantado em curvas de nível

Fonte: http://www.toledo.pr.gov.br/sites/default/files/images/pomar_fotos_michael_juliano_3.jpg

Através dessa prática, as fileiras de plantas, bem como os sulcos de semeadura ou do preparo do solo, são obstáculos para o livre percurso da enxurrada, amenizando os processos erosivos. Não obstante, as curvas de nível, além de ser um obstáculo ao movimento de água, também proporcionam a sua infiltração no solo. A declividade máxima do solo recomendada para essa prática é de até 3%. O cultivo em nível pode reduzir em mais de 50% as perdas de solo pela erosão, porém, essa prática, isoladamente, não controla todos os processos erosivos, sendo necessário associá-la com outras práticas conservacionistas que serão vistas adiante.

4.4 Culturas em faixas

O cultivo em faixas consiste em implantar, de forma alternada, dentro de uma mesma área, espécies vegetais que apresentam diferentes características, especialmente diferentes coberturas de solo (Figura 4.3). Dessa forma, em uma parte da área teremos o cultivo de uma espécie com maior recobrimento do solo, enquanto que, em outras partes, teremos o cultivo de espécies de menor recobrimento. Assim, o solo da área terá maior cobertura do que se estivesse cultivado apenas com a cultura de menor recobrimento, que, normalmente, é a cultura principal da área.



Os adubos verdes, como a crotalária, feijão-de-porco, aveia-preta, soja perene, entre outros, são ótimas opções para realizar o cultivo em faixas, pois são de rápido crescimento e produzem grande quantidade de matéria verde, contribuindo para o fornecimento de nutrientes ao solo e, conseqüentemente, aumentando a fertilidade do solo.



Figura 4.3: Imagem de uma propriedade agrícola que utiliza o cultivo em faixas

Fonte: Lima, 2007

De maneira geral, a espessura das faixas de cultivo varia de 20 a 40 metros.

Após a realização da colheita da cultura principal (menor recobrimento do solo), as faixas que estavam ocupadas por esta cultura passam a ser cultivadas com as espécies de maior recobrimento do solo (adubos verdes) e vice-versa. Sendo assim, a cultura principal será favorecida pelos nutrientes e pela proteção do solo proporcionada pela espécie de maior recobrimento do solo.

Analisando o exposto até o momento, é possível afirmar que o cultivo em faixas é uma prática conservacionista barata e eficiente. Quando adequadamente

utilizada pode até substituir os terraços nas funções de conservação do solo e da água. Nesse sentido, o cultivo em faixas auxilia no controle tanto da erosão hídrica como da eólica. Quando adotadas para controle da erosão hídrica, o plantio deve seguir o sentido das curvas de nível. Já, quando forem adotadas para o controle da erosão eólica, as faixas devem ser estabelecidas de maneira perpendicular à direção dos ventos predominantes.

Existem três tipos de culturas em faixas: faixas de retenção, faixas de rotação e faixas conjugadas.

As faixas de retenção (Figura 4.4) são alternadas com as faixas de culturas, com a finalidade de reduzir a velocidade do escoamento superficial da água, devendo apresentar uma grande densidade de plantas. As plantas utilizadas nas faixas de retenção devem apresentar ciclo longo, grande desenvolvimento de raízes e massa foliar, desenvolvimento rápido, capacidade de desenvolvimento em grandes densidades e ter aplicação útil e valor econômico, como para a alimentação de animais. Como exemplos de plantas para serem utilizadas nas faixas de retenção, têm-se a cana-de-açúcar, capim elefante, capim cidreira, braquiária, entre outras.

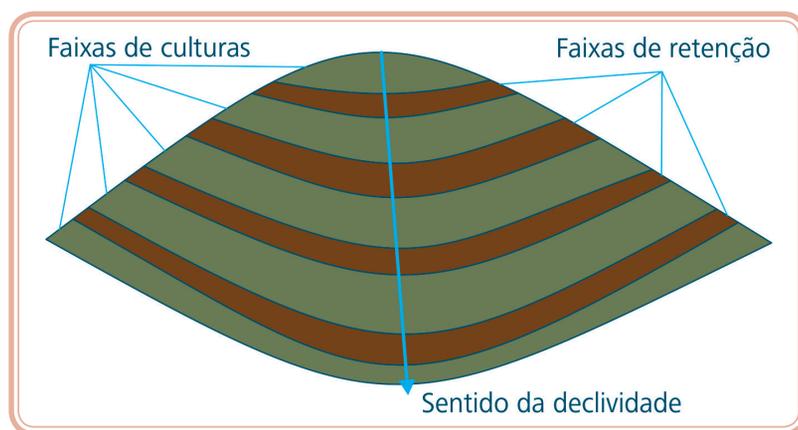


Figura 4.4: Representação esquemática das faixas de retenção

Fonte: CTISM, adaptado de Aita; Ceretta, 2009

No cultivo em faixas de rotação (Figura 4.5), a área é dividida em várias faixas em nível, nas quais o plantio das culturas é feito em rotação anual, tanto no verão como no inverno. O ideal é realizar a alternância entre culturas mais densas e culturas menos densas e com sistemas radiculares diferentes.

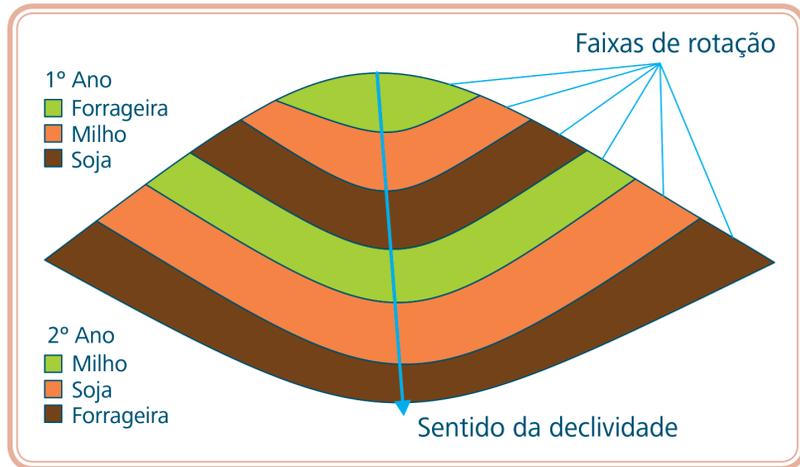


Figura 4.5: Representação esquemática do cultivo em faixas de rotação para dois anos
 Fonte: CTISM, adaptado de Aita; Ceretta, 2009

Por fim, o cultivo em faixas conjugadas (Figura 4.6) consiste na associação das duas anteriores, no qual se realiza a rotação entre as faixas de culturas e entre as faixas de retenção.

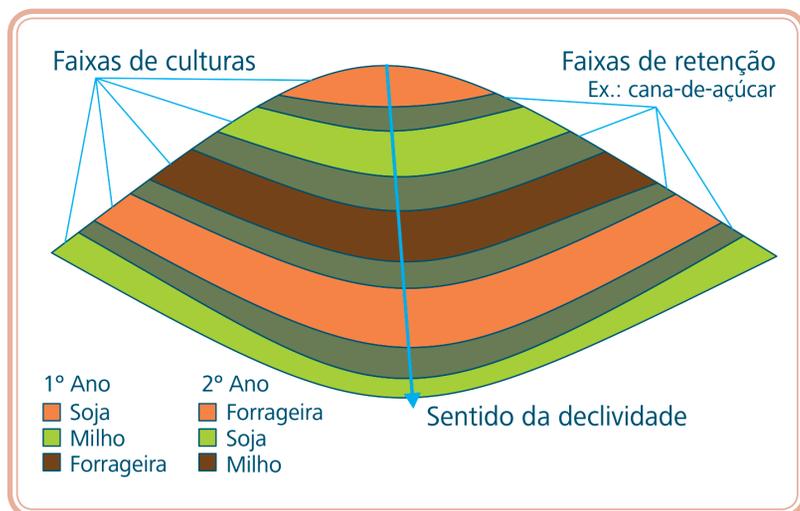


Figura 4.6: Representação esquemática do cultivo em faixas conjugadas para dois anos
 Fonte: CTISM, adaptado de Aita; Ceretta, 2009

4.5 Adubação verde

A adubação verde é uma prática muito antiga, sendo que gregos, romanos e chineses já utilizavam essa prática antes da era Cristã. No Brasil, os primeiros relatos começaram a surgir a partir da década de 20. Com o surgimento da Revolução Verde e o conseqüente incentivo ao uso massivo de fertilizantes e defensivos, as plantas de cobertura acabaram sendo, de certa forma, esquecidas. Porém, atualmente, com o advento do plantio direto, novamente tornou-se importante o seu uso como condicionadoras da qualidade do solo e com

grande importância em sistema de rotação de culturas. Com isso, a adubação verde passou a ser denominada como uso de plantas de cobertura.

O conceito anterior de adubação verde era a prática de se incorporar ao solo massa vegetal não decomposta de plantas cultivadas na área, a fim de melhorar a qualidade do solo. Já, atualmente, não sendo mais chamada de adubação verde, mas sim de plantas de cobertura, o seu conceito trata da utilização de plantas em rotação, sucessão ou consorciação com as culturas comerciais, em que se mantêm os resíduos na superfície do solo, visando à proteção superficial e auxiliando na melhoria das qualidades químicas, físicas e biológicas do solo.

Exemplos de culturas leguminosas utilizadas na adubação verde: feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis* L.), crotalária (*Crotalaria juncea* L.) e caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.).

Exemplos de culturas não leguminosas utilizadas na adubação verde: azevém (*Lolium multiflorum* Lam.), aveia (*Avena sativa* L.), cevada (*Hordeum vulgare* L.) e capim-sudão (*Shorghum sudanense* L.).



Para saber mais sobre plantas de cobertura do solo, acesse: <https://www.youtube.com/watch?v=JEPmVjKYqSU>

4.5.1 Vantagens da utilização de plantas de cobertura

a) Proteção do solo – a cobertura vegetal proporcionada pelas plantas de cobertura sobre o solo atenua o impacto das gotas de chuva (Figura 4.7), evitando a desagregação do solo, bem como o selamento superficial. Com isso, aumenta-se a proteção aos processos erosivos.

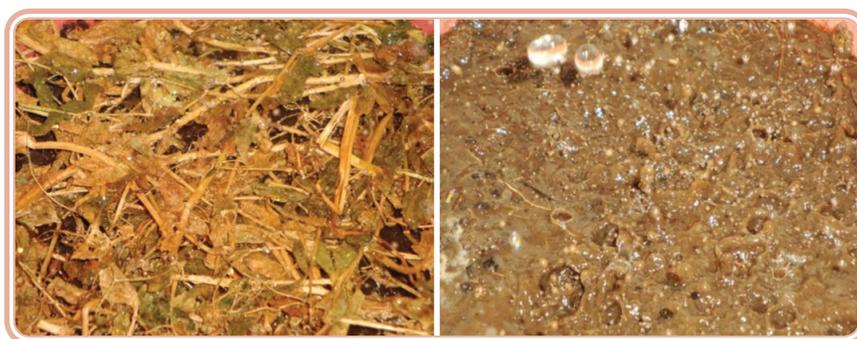


Figura 4.7: Comparação do impacto da gota de chuva em solo coberto por planta de cobertura (ervilha forrageira) e o solo descoberto

Fonte: Aita; Ceretta, 2009

b) Aumento da taxa de infiltração de água no solo – o sistema radicular, após se decompor, deixa canais formados no interior do solo. Além



Para saber mais sobre cobertura de solo em videira, acesse: <https://www.youtube.com/watch?v=2TOXZSvPU0c>

disso, a cobertura vegetal diminui a desagregação do solo e a velocidade da enxurrada. Esses fatores, combinados, proporcionam uma maior infiltração de água no solo, o que é importante para seu armazenamento e prevenção da erosão.

- c) Aumento no teor de matéria orgânica do solo** – o grande e contínuo aporte de fitomassa, pelas plantas de cobertura, ao longo dos anos, proporciona um aumento no teor de matéria orgânica do solo, o que é desejável para a melhoria das propriedades químicas, físicas e biológicas do solo.
- d) Menores oscilações de temperatura e evaporação** – a camada de palha, proporcionada pelos resíduos culturais das plantas de cobertura, atua como um isolante térmico, fazendo com que o solo não apresente temperaturas muito altas ou muito baixas, que podem ser prejudiciais ao bom desenvolvimento das plantas. Com isso, a evaporação de água do solo é diminuída e a disponibilidade de água às plantas, aumentada.
- e) Recuperação de solos degradados** – o grande crescimento do sistema radicular das plantas de cobertura poderá romper camadas adensadas ou compactadas, melhorando a estruturação e aumentando a aeração e infiltração de água no solo. O aumento no teor de matéria orgânica, proporcionado pelos resíduos culturais, aumenta a agregação do solo, o que é importante em solos extremamente desagregados, como os areais do Rio Grande do Sul.
- f) Ciclagem de nutrientes** – as plantas de cobertura, através do crescimento do sistema radicular, muitas vezes, atingindo camadas mais profundas no solo que as culturas comerciais, retiram nutrientes contidos nestas e imobilizam em seus tecidos. Após o seu manejo, seja por rolagem, dessecação, ou outro, a decomposição dos resíduos culturais e mineralização dos nutrientes fazem com que estes estejam novamente disponíveis às culturas comerciais em locais onde elas têm a capacidade de extraí-los. Além disso, quando plantas de cobertura são cultivadas, ao invés de deixar as áreas em pousio, evitam a perda de nutrientes por lixiviação, imobilizando-os, também, em seus órgãos vegetativos. Com isso, após o manejo, as áreas estarão novamente disponíveis aos cultivos comerciais.
- g) Aporte de nitrogênio através da fixação biológica** – quando são utilizadas leguminosas como plantas de cobertura do solo, estas possuem a capacidade de fixar o nitrogênio atmosférico (N_2), através da simbiose com bactérias fixadoras de nitrogênio. Com isso, o nitrogênio fica imobilizado

nos órgãos vegetativos da planta e, após o manejo, é disponibilizado às culturas comerciais. Dessa forma, poderá ser reduzida a adubação nitrogenada mineral, o que reduz os custos de produção, bem como a contaminação ambiental.

- h) Redução da população de plantas invasoras** – as plantas de cobertura podem reduzir a infestação de plantas invasoras através da alelopatia e supressão. A alelopatia ocorre quando compostos químicos são liberados pelas plantas vivas, ou mortas, os quais afetam o desenvolvimento ou germinação das plantas daninhas. Já a supressão é o impedimento físico proporcionado pela palhada das plantas de cobertura que fica sobre o solo, onde a passagem de luz é prejudicada, impedindo ou prejudicando a sua germinação.
- i) Potencial de utilização múltipla na propriedade** – algumas plantas de cobertura podem ser utilizadas de forma integrada na proteção do solo, alimentação animal e alimentação humana.

4.5.2 Desvantagens da utilização de plantas de cobertura

- a) Disseminação de pragas e doenças** – algumas espécies de plantas de cobertura podem ser hospedeiras de algumas pragas e doenças, as quais podem permanecer nos restos culturais e plantas voluntárias, sendo transmitidas aos cultivos comerciais posteriormente. Para contornar isso, é preciso selecionar, para inclusão em sistemas de rotação de culturas, plantas de cobertura que não sejam portadoras de agentes causais de doenças ou pragas que sejam comuns àquelas que normalmente ocorrem na cultura comercial a ser implantada em sucessão às plantas de cobertura.
- b) Período em que o solo fica sem cultivo comercial** – o ciclo das plantas de cobertura, na maioria das vezes, é mais longo que os cultivos comerciais. Com isso, a área pode ficar por um maior período sem receber culturas rentáveis economicamente. Porém, esse fato pode ser resolvido cultivando-se as plantas de cobertura em períodos de entressafra.
- c) Alto custo das sementes** – muitas vezes, o custo das sementes de algumas espécies de plantas de cobertura é elevado. Isso ocorre pelo fato de a colheita ser manual, para algumas espécies, e o manejo ser um tanto oneroso em mão de obra, além de poucos produtores que as produzem. Esse fato também pode ser contornado através da produção de sementes na própria propriedade.

A-Z

relação C/N

É a relação entre as proporções de carbono (C) e nitrogênio (N) existentes nos compostos orgânicos, como palhadas e dejetos animais. É um importante indicador de decomposição destes materiais. Em linhas gerais, materiais orgânicos de relação C/N baixa (< 20) se decompõem rapidamente, enquanto materiais orgânicos de relação C/N elevada (> 30) se decompõem mais lentamente.

d) Problemas com relação C/N elevada – na decomposição de algumas espécies, como o centeio e a aveia, por exemplo, por possuírem uma elevada **relação C/N**, pode ocorrer a imobilização de nitrogênio do solo pelas bactérias decompositoras. Para evitar esse problema, o ideal é o consórcio dessas com outras espécies leguminosas ou brassicáceas.

Enfim, várias são as vantagens do uso de plantas de cobertura de solo no manejo e conservação dos solos. Embora existam algumas desvantagens, estas são facilmente contornadas.

4.6 Reflorestamento

Uma alternativa às terras de baixa capacidade produtiva e/ou muito suscetíveis à erosão é a cobertura permanente através de florestamento e/ou reflorestamento, fazendo com que, além da proteção ao solo e preservação do meio ambiente, tenha-se uma fonte de renda alternativa (Figura 4.8). Em terrenos muito inclinados, principalmente no topo ou no início do declive, o reflorestamento e manutenção permanente das árvores é o mais recomendado, fazendo com que a enxurrada seja reduzida pela maior infiltração de água nesse local, amenizando os problemas de erosão nas áreas abaixo.



Figura 4.8: Área florestada com eucalipto

Fonte: <http://flores.culturamix.com/blog/wp-content/gallery/cultura-do-eucalipto-2/Cultura-Do-Eucalipto-6.jpg>

Nas beiras dos cursos de água, atualmente, é lei e preconiza-se que, a certa distância, dependendo da largura deles, o local seja reflorestado e mantido como área de preservação permanente. Com isso, além da preservação da fauna e da flora local, evita-se o solapamento das margens dos rios ocasionado pela ação da enxurrada, bem como o assoreamento e a poluição por fertilizantes e agroquímicos advindos das lavouras pela erosão. Outra importância do reflorestamento e florestamento é na recuperação de voçorocas, na qual o plantio de árvores, no seu interior e margens, ajuda na retenção de sedimentos e conseqüente estabilização.

Em áreas com intenso processo de degradação, seja pela erosão ou outros fatores, o ideal, para realizar a sua recuperação, é implantar, inicialmente, uma mistura de espécies que sejam nativas do local e isolar a área, para que, aos poucos, possibilite a evolução natural da floresta, levando a sua estabilidade.

4.7 Controle de voçorocas

Várias são as causas que levam à formação de voçorocas. Porém, os princípios básicos utilizados para a recuperação e/ou estabilização, normalmente são os mesmos. As principais formas de controle e recuperação utilizadas são o **isolamento**, **recuperação total** e **estabilização**.

O **isolamento** tem como objetivo a suspensão dos fatores que provocam o aumento da voçoroca, a fim de evitar que a enxurrada continue erodindo o seu leito e desestabilizando os seus taludes. Para isso, faz-se necessário um bom manejo da água dentro da propriedade, no intuito de aumentar a sua infiltração e distribuição adequada em toda a área. Em casos mais severos, pode-se realizar a construção de um canal divergente acima da voçoroca, evitando que a água da chuva seja descarregada nela. É uma boa opção, porém, a água deve ser descarregada em outro local protegido, a fim de evitar o começo de uma nova voçoroca. Além disso, quando animais têm acesso a ela, o ideal é cercar o local para evitar o trânsito dos animais, o que pode prejudicar o controle.

A **recuperação** de voçorocas depende muito da relação custo benefício da prática adotada. Quando a área que possui a voçoroca é de alto valor e os benefícios compensam os investimentos, pode-se recuperá-la colocando terra dentro do leito e incorporá-la novamente ao processo produtivo. A terra utilizada para fechar o canal pode ser oriunda de locais externos ou, quando a profundidade não for tão elevada, faz-se a raspagem das áreas adjacentes para dentro do canal, de maneira que seja preservado o horizonte A, que possui maior fertilidade e matéria orgânica, quando possível (Figura 4.9).



Para saber mais sobre recuperação de voçorocas, acesse:
<https://www.youtube.com/watch?v=Mnskhsjojml>

<https://www.youtube.com/watch?v=nN0ldo7z0vs>

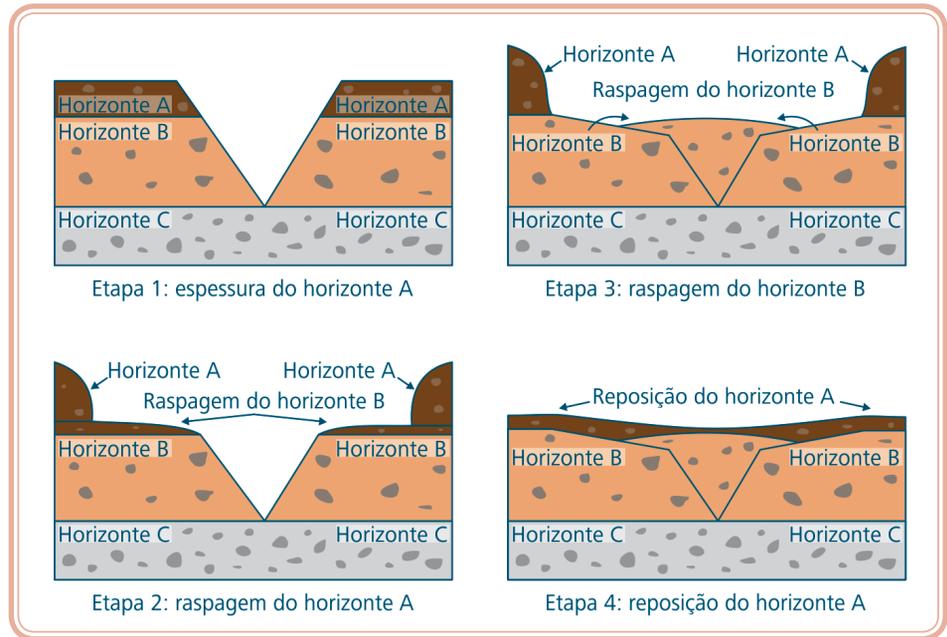


Figura 4.9: Representação esquemática do controle mecânico de voçorocas

Fonte: CTISM, adaptado de Aita; Ceretta, 2009; Eltz; Amado; Lovato, 2005

A **estabilização** de voçorocas é uma prática utilizada quando não pode ser feita a sua recuperação total. É uma forma de recuperação lenta, que impede o aumento do canal e promove um controle gradativo da voçoroca. Esse processo pode ser feito através de vegetação ou, para voçorocas maiores, utilizam-se estruturas mecânicas chamadas paliçadas. Quando for possível, o ideal é proceder à suavização dos taludes da voçoroca, com trator esteira, lâmina frontal ou, até mesmo, com enxadão e pá, a fim de impedir a continuidade do desbarrancamento. No caso de pequenas voçorocas, pouco profundas e com pouca declividade, pode ser utilizada apenas a cobertura morta na estabilização, como palha, restos culturais, capim, folhas, entre outros. Além disso, a área que contém a voçoroca, pode ser destinada para reserva florestal ou produção de madeira, adaptando-se espécies regionais e de rápido crescimento. Dessa forma, através do plantio em linhas perpendiculares ao declive da voçoroca, as árvores formam pequenos obstáculos, reduzindo a velocidade da água no seu interior. Assim, proporciona-se a deposição de sedimentos nas linhas, o que acaba favorecendo o desenvolvimento de outras plantas e a consequente estabilização da voçoroca. No caso de voçorocas maiores, a velocidade da água pode ser barrada através da construção de paliçadas. Essas devem ser de fácil implantação e baixo custo, além de utilizar materiais disponíveis na propriedade. Podem ser construídas em altura de até, no máximo, 1,50 m, dependendo da quantidade de água recebida, da resistência do material utilizado, bem como do tamanho da voçoroca. As paliçadas funcionam como filtro na passagem da água, sendo que os sedimentos ficam nelas depositados, contribuindo para a diminuição do tamanho do canal. A distância entre uma

paliçada e outra é determinada pela diferença de nível, conforme a altura de construção das paliçadas (Figura 4.10). Na construção das paliçadas, podem ser utilizadas taquaras, galhos, restos de madeira, entre outros.

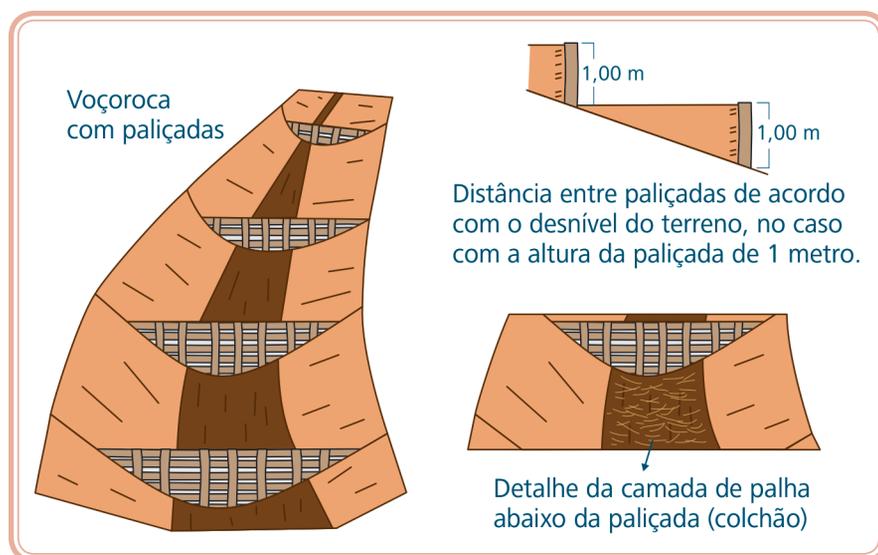


Figura 4.10: Representação esquemática da estabilização de voçoroca por paliçada

Fonte: CTISM, adaptado de Aita; Ceretta, 2009; Eltz; Amado; Lovato, 2005

Para a construção, procede-se da seguinte maneira: cravam-se estacas no fundo da voçoroca e, após, coloca-se, perpendicularmente às estacas, taquara ou outro material disponível. Pronta essa etapa, colocam-se palha, ramos, folhas ou outro material na parte anterior e posterior da paliçada, a fim de auxiliar na vedação e maior filtragem. Além disso, abaixo de cada paliçada, podem ser colocadas camadas densas de palha, chamadas colchões, que são fixadas por meio de estacas e arames, o que ajuda na retenção de sedimentos. Nas bordas da paliçada, o ideal é que seja plantado grama, ou outro tipo de vegetação para auxiliar na retenção.

4.8 Mulching vertical

Essa prática conservacionista adapta-se muito bem a solos bem drenados. Consiste na abertura de sulcos, construídos em nível e com cerca de 7,5 a 9,5 cm de largura, 40 cm de profundidade, espaçados, aproximadamente, em 10 m um do outro, os quais são preenchidos com restos vegetais. Para o preenchimento, deve-se dar preferência a resíduos culturais (palhada) de cereais de inverno, pela sua maior resistência. A água da chuva e conseqüente enxurrada, ao encontrar os sulcos, acaba infiltrando neles, diminuindo o escoamento superficial e a erosão. Os sulcos são feitos com auxílio de uma valetadora acoplada no trator (Figura 4.11). Como são de reduzida largura, não interferem no trânsito das máquinas agrícolas dentro da lavoura, permitindo a utilização total da área.



Figura 4.11: Detalhe do *mulching* vertical e da valetadora rotativa utilizada para construção

Fonte: CTISM

4.9 Terraceamento

Terraceamento é uma prática conservacionista, para o controle da erosão hídrica, na qual são construídas estruturas hidráulicas, constituídas de um canal e um camalhão, transversalmente ao sentido da declividade do terreno, chamadas terraços (Figura 4.12). Através disso, o comprimento do declive é seccionado, diminuindo a ação da enxurrada.



Figura 4.12: Terraço em cultivo convencional do solo

Fonte: Aita; Ceretta, 2009

Para o sucesso do terraceamento, é necessário:

- Conhecer o solo utilizado, principalmente suas condições de infiltração e drenagem de água.
- Fazer um planejamento adequado das estradas e ramais, considerando o escoamento das águas de chuva de fora da gleba.
- Garantir uma manutenção adequada dos terraços.



Para saber mais sobre demarcação de terraços, acesse: <https://www.youtube.com/watch?v=bpWCWyFK3yY>

Os terraços são classificados de acordo com três critérios: **finalidade, sentido de deslocamento de terra na sua construção** e **amplitude da faixa de movimentação de solo na construção**.

Quanto à **finalidade**, os terraços podem ser:

- a) Terraço em nível, de absorção, de retenção ou de infiltração** – nessa forma, a construção se dá em nível, no terreno, perpendicularmente à declividade, fazendo com que a enxurrada seja retida e infiltrada no canal do terraço. É mais indicado para solos de elevada permeabilidade.
- b) Terraço em gradiente ou de drenagem** – nessa forma, a construção se dá em desnível, perpendicularmente ao terreno, fazendo com que a enxurrada seja conduzida de forma segura para fora da área. Indicado para solos de baixa permeabilidade.

Quanto ao **sentido de deslocamento de terra na sua construção**, os terraços podem ser:

- a) Terraço tipo Nichols** – nesse tipo de terraço, o deslocamento de terra na construção do camalhão é feito de cima para baixo, de acordo com a declividade do terreno, resultando em um canal de conformação triangular. É indicado para relevos fortemente ondulados e com alta precipitação pluviométrica.
- b) Terraço tipo Mangum** – nesse tipo de terraço, o deslocamento de terra na construção do camalhão é feito, alternadamente, de cima para baixo e de baixo para cima, resultando em camalhão e canal de conformações trapezoidais. É indicado para relevos suavemente ondulados a ondulados e com baixa precipitação pluviométrica.

Quanto à **amplitude da faixa de movimentação de solo na construção**, os terraços podem ser:

- a) Terraço de base estreita** – a faixa de movimentação de terra, nesse caso, é de até 3 metros de largura (Figura 4.13). É indicado para declividades do terreno superiores a 12 %.

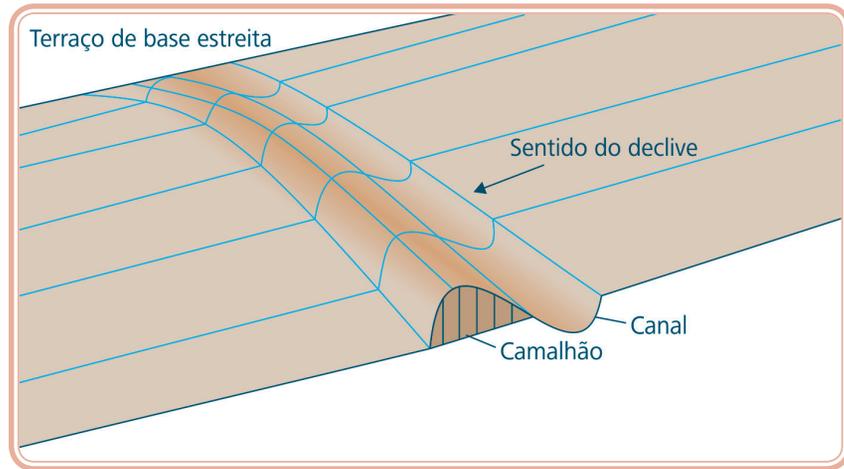


Figura 4.13: Representação esquemática de um terraço de base estreita

Fonte: CTISM, adaptado de Aita; Ceretta, 2009

- b) Terraço de base média** – a faixa de movimentação de terra, nesse caso, oscila entre 3 e 6 metros de largura (Figura 4.14). É indicado para declividades do terreno entre 10 e 12 %.

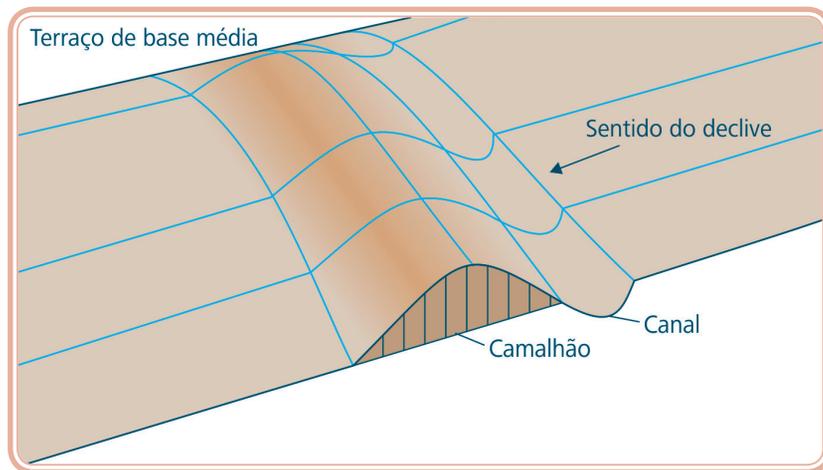


Figura 4.14: Representação esquemática de um terraço de base média

Fonte: CTISM, adaptado de Aita; Ceretta, 2009

- c) Terraço de base larga** – a faixa de movimentação de terra, nesse caso, oscila entre 6 e 12 metros de largura (Figura 4.15). É indicado para declividades do terreno de até 10 %. Apresenta a vantagem de permitir o cultivo mecanizado tanto no camalhão como no canal.

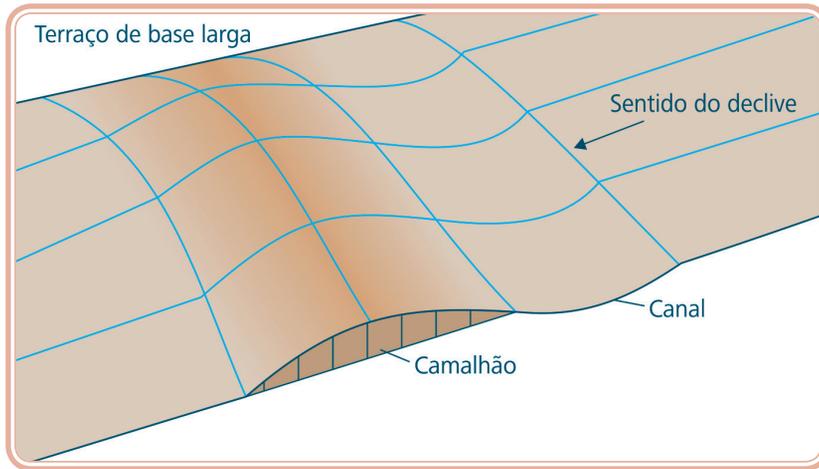


Figura 4.15: Representação esquemática de um terraço de base larga

Fonte: CTISM, adaptado de Aita; Ceretta, 2009

Existe um outro tipo de terraço, chamado terraço patamar (Figura 4.16). Essa forma é menos comum, mas uma importante alternativa para áreas declivosas.

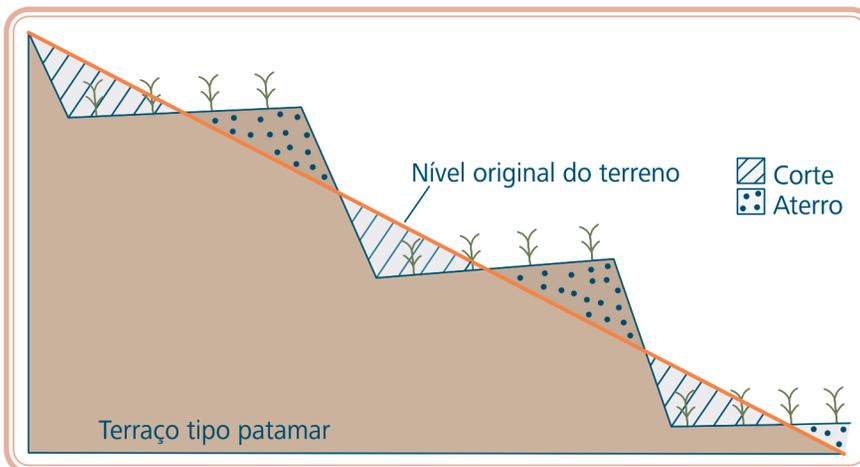


Figura 4.16: Representação esquemática de um terraço tipo patamar

Fonte: CTISM, adaptado de Aita; Ceretta, 2009

Eles se apresentam na forma de bancos ou degraus, com ligeira inclinação para dentro da encosta (de 0,25 a 1 %). Esse tipo de terraço transforma áreas extremamente declivosas em plataformas planas, onde podem ser cultivadas culturas de interesse econômico sem problemas de erosão (Figura 4.17). Normalmente, é utilizado para declividades superiores a 20 %. Além disso, existe um tipo especial de terraço patamar chamado banquetas individuais (Figura 4.18), no qual são construídos patamares individuais, normalmente de forma circular, para cada planta. É indicado para reflorestamento.



Figura 4.17: Pomar de citros implantado em terraço tipo patamar

Fonte: Jonas Janner Hamann

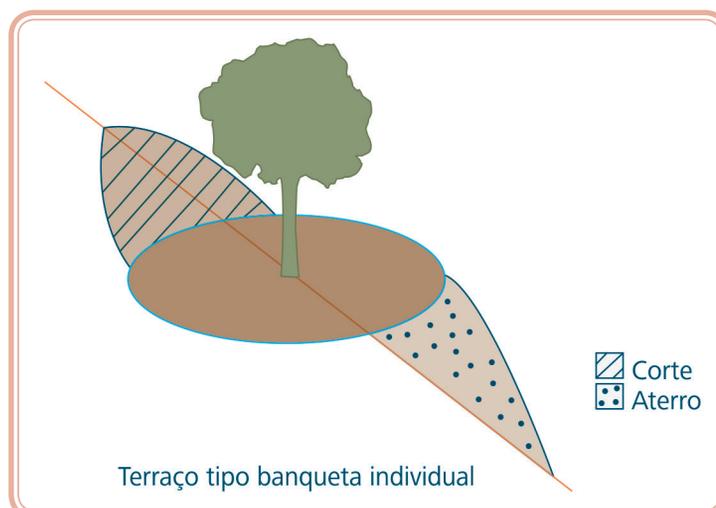


Figura 4.18: Representação esquemática de um terraço tipo banqueta individual

Fonte: CTISM, adaptado de Aita; Ceretta, 2009

Resumo

Nesta unidade, estudamos as práticas de conservação do solo. Vimos que, de maneira geral, estas práticas devem proporcionar uma cobertura do solo, através das plantas vivas ou de seus resíduos culturais, durante o maior tempo possível; maximizar o potencial de infiltração da água da chuva e/ou da irrigação no solo e evitar o escoamento da água no sentido do declive.

As principais práticas conservacionistas apresentadas foram a utilização de cobertura morta na superfície do solo, o cultivo em nível, o cultivo em faixas, a adubação verde, o reflorestamento, o controle de voçorocas, o *mulching*

vertical e o terraceamento. Salientamos que a opção por alguma destas práticas é feita em função dos aspectos ambientais e socioeconômicos de certa propriedade e região. Cada prática, aplicada isoladamente, previne apenas de maneira parcial os problemas, por isso o ideal é o uso combinado delas.

Atividades de aprendizagem



1. O que se entende por práticas conservacionistas de solo?
2. O que é cobertura morta e quais suas vantagens e desvantagens?
3. O que são cultivos em nível e qual a diferença para os cultivos em faixas?
4. Quais são os tipos de cultivos em faixas? E como podem ser feitos?
5. Quais são as vantagens e desvantagens da utilização de plantas de cobertura do solo?
6. O reflorestamento é importante? Explique.
7. Como pode ser feito o controle de voçorocas?
8. O que é *mulching* vertical?
9. O que é terraceamento? Como podem ser classificados os terraços?
10. Faça um breve texto, comentando sobre a importância das práticas de conservação de solo e indicando as práticas que seriam utilizadas em propriedades rurais de sua responsabilidade.

Aula 5 – Sistemas integrados de exploração agrícola

Objetivos

Reconhecer os principais sistemas integrados de exploração agrícola.

5.1 Considerações iniciais

As atividades de exploração agrícola geralmente são realizadas de forma individual e com o objetivo principal de obtenção de lucro. A diversidade de atividades de exploração agrícola presentes na propriedade rural pode variar conforme a necessidade do produtor e das condições de solo presentes. De maneira geral, a integração dos sistemas de exploração agrícola é destinada para a sustentabilidade da propriedade rural, de modo que o agricultor produza, simultaneamente, na mesma área, produtos de origem animal e vegetal, como carne, leite, ovos, grãos, frutas, hortaliças, madeira, entre outros.

5.2 Sistemas agroflorestais

Sistemas agroflorestais (SAFs), por definição, são formas de uso e manejo dos recursos naturais, nos quais as espécies lenhosas (árvores, arbustos e palmeiras) são utilizadas em associações com cultivos agrícolas ou com animais, no mesmo espaço territorial, de maneira simultânea ou em uma sequência temporal. Não se trata de um conceito novo, mas sim de um novo termo empregado para designar um conjunto de práticas e sistemas tradicionais de uso da terra, usados, principalmente, nas regiões tropicais e subtropicais, apesar de também serem encontrados nas regiões temperadas.

Devido à diversidade de culturas e de interesses dos produtores que adotam este tipo de exploração agrícola, existe, atualmente, uma grande variedade de SAFs. Podemos citar, como exemplo, SAFs que possuem apenas uma espécie arbórea consorciada com outra agrícola, ambas as espécies dispostas em linhas ou faixas. Outro exemplo seriam SAFs que envolvem inúmeras espécies vegetais (arbóreas e agrícolas) integradas entre si e com o ambiente.

Os SAFs são considerados sistemas de produção agrícola que apresentam maior diversidade do que os monocultivos e proporcionam diversos efeitos



Para saber mais sobre sistemas de integração agroflorestais no Rio Grande do Sul, acesse: <https://www.youtube.com/watch?v=AdCPSmhvSok>

https://www.youtube.com/watch?v=EAz9D8S_KKc

positivos, como a manutenção da fertilidade do solo, controle da erosão e ciclagem de nutrientes.

Devido ao potencial de cultivo simultâneo de diversas espécies vegetais e de aporte de material orgânico ao solo, os SAFs podem ser importantes opções para a recuperação de áreas degradadas. Nesse sentido, a implantação de espécies florestais nativas diversificadas pode ser mais recomendável do que o plantio de uma única espécie, por proporcionar uma melhor estruturação, maiores teores de matéria orgânica e dos níveis dos nutrientes no solo.

5.2.1 Classificação dos sistemas agroflorestais

Esses sistemas têm sido classificados de diferentes maneiras, conforme os arranjos espaciais e temporais, a importância relativa e a função dos seus componentes, assim como os objetivos da produção e suas características sociais e econômicas.

Os componentes dos sistemas agroflorestais podem se encontrar distribuídos no tempo de forma sequencial, com uma relação cronológica entre si, ou em relação simultânea, associados uns aos outros na área considerada, ao mesmo tempo.

A classificação dos sistemas agroflorestais mais difundida é aquela que considera a natureza dos seus componentes, agrupando-os em três categorias: sistemas silviagrícolas, sistemas silvipastoris e sistemas agrossilvipastoris.

5.2.1.1 Sistemas silviagrícolas

Os sistemas silviagrícolas são os sistemas de exploração integrada de culturas agrícolas e espécies florestais. Os objetivos dos sistemas silviagrícolas são a produção de bens, que é o produto da cultura agrícola, e de serviços, que são proporcionados pelas espécies florestais, como quebra-ventos, cercas-vivas, sombreamento dos cultivos, etc. Nesse sentido, a associação entre as culturas agrícolas e as espécies florestais pode ocorrer de maneira **temporária**, quando o ciclo da cultura agrícola dura menos do que a rotação da espécie florestal, ou **permanente**, quando a cultura agrícola permanece por uma ou mais rotações da espécie florestal.

Sobre os sistemas silviagrícolas também é importante destacar como é realizada a distribuição espacial das espécies florestais, podendo ser ela de forma **regular** ou **irregular**. Na forma regular, as espécies florestais são alocadas e distribuídas conforme um espaçamento predefinido, enquanto que, na forma irregular, as espécies florestais são dispostas de forma aleatória.

São exemplos típicos dos sistemas silviagrícolas o cultivo em aleias de espécies florestais e o manejo de pousio.

a) Cultivo em aleias – esse sistema silviagrícola se caracteriza pela formação de corredores com espécies florestais, de modo que, entre eles, são implantadas culturas anuais (Figura 5.1). Essa forma de implantação torna perene a deposição de resíduos vegetais originados da senescência das plantas (queda de folhas) ou de podas. Logo, a produtividade das culturas anuais é mantida ou aumentada através da melhoria das condições químicas, físicas e biológicas do solo e do microclima local. As espécies florestais da família das leguminosas, como a leucena (*Leucaena leucocephala*) e o ingá (*Inga spp.*), têm sido utilizadas nesses sistemas pelas suas capacidades de fixação de nitrogênio no solo, por possuírem a copa mais aberta (proporcionam a passagem de luz para as outras culturas) e por apresentarem elevada capacidade de rebrota e produção de biomassa.



Figura 5.1: Sistema silviagrícola, com a integração de eucalipto e milho

Fonte: <http://www.acrissul.com.br/upload/noticia/1422464523.jpg>

b) Manejo do pousio – o plantio de espécies arbóreas de rápido crescimento e elevado potencial de incorporação de matéria orgânica ao solo é recomendado para áreas em pousio, levando à diminuição do número de meses em pousio e a ganhos de produtividade da cultura subsequente. Esse sistema permite que a área seja mantida com cobertura vegetal, diminuindo a exposição do solo aos agentes erosivos (vento e água), além de reduzir a pressão sobre os remanescentes florestais nativos, como fonte de madeira para uso local. A introdução de espécies pioneiras ou secundárias iniciais fixadoras de nitrogênio atmosférico, como o ingá (*Inga edulis*), o angico vermelho (*Anadenantera macrocarpa*) e as acácias (*Acacia mangium*, *A. holosericea* e *A. angustissima*), pode contribuir para a restauração da fertilidade de solos degradados e para a antecipação da sucessão ecológica nessas áreas.

5.2.1.2 Sistemas silvipastoris

É a associação de pastagens, animais e árvores. Três situações podem ser identificadas neste sistema:

- **Pastejo do sub-bosque natural em florestas e outras vegetações naturais** – os animais são introduzidos em florestas e em áreas com outros tipos de vegetação natural, para o aproveitamento do sub-bosque, visando proporcionar sombra aos animais, além de beneficiar o pasto e conservar o solo.
- **Pastejo em pastagem introduzido em floresta plantada** – espécies forrageiras cultivadas sob árvores de floresta plantada, com os mesmos objetivos da situação anterior.
- **Pastagem complementar constituída por espécies arbóreas forrageiras** – é uma opção de complementação da dieta básica dos animais com espécies arbóreas.

Alguns sistemas silvipastoris são classificados como eventuais, em virtude da associação árvore-pasto-animal ocorrer apenas em determinado momento da exploração florestal ou pecuária convencional. Também existem outros sistemas silvipastoris que são uma evolução das pastagens convencionais, com a regeneração natural das espécies arbóreas nativas ou com a introdução de mudas de espécies arbóreas.

As denominadas cercas vivas e os moirões vivos têm grande potencial de utilização em áreas de pastagem, pois usam espécies arbóreas, arbustivas ou gramíneas e herbáceas, para exercerem as funções de proteção, abrigo e quebra-vento. O cipreste comum (*Cupressus lusitanica*) tem sido apontado como uma espécie promissora no estabelecimento de cortinas de proteção. Espécies selecionadas para essa finalidade devem ser plantadas perpendicularmente à direção dos ventos, em linhas únicas ou múltiplas, protegendo as culturas de ventos quentes, frios ou secos, da deposição de poeiras, entre outros. Espécies de gramíneas e herbáceas, geralmente, são plantadas na base das cortinas de plantas arbóreas para a proteção contra ventos.

5.2.1.3 Sistemas agrossilvipastoris

Sistemas agrossilvipastoris são modalidades de sistemas agroflorestais que se referem às técnicas de produção que integram animais, árvores, culturas e pastagens numa mesma área.

Tais sistemas representam uma forma de uso da terra em que as atividades agrossilviculturais e pecuárias são combinadas (Figura 5.2).



Figura 5.2: Exemplo de sistemas agrossilvipastoris

Fonte: <http://beefpoint.wpengine.netdna-cdn.com/wp-content/uploads/legado/wm/17738.gif>

A introdução de espécies florestais em consórcio com pastagens proporciona uma série de benefícios, como:

- Fornecimento de sombra para o gado (conforto térmico).
- Fixação biológica de nitrogênio.
- Maior ciclagem de nutrientes.
- Redução da erosão do solo.
- Proteção de nascentes.
- Produção de madeira, frutos, resinas, entre outros.

O fornecimento de sombra para os animais é um dos principais benefícios dos sistemas agrossilvipastoris. É muito comum de se observar, nas horas mais quentes do dia, a concentração de animais sob a copa de árvores, protegendo-se do calor excessivo. Nesse sentido, um dado importante refere-se ao gado leiteiro, que apresenta redução de até 20% na produção de leite, quando submetido a situações com restrição de sombra.



Para saber mais sobre integração lavoura-pecuária-floresta, acesse: <https://www.youtube.com/watch?v=OsQIMNUAcYY>

As árvores também possuem um sistema radicular mais profundo do que das espécies forrageiras, conseguindo obter água e nutrientes de maiores profundidades do solo. Com a queda de folhas e galhos das árvores, parte desses nutrientes retorna ao solo, aumentando a fertilidade da camada superficial.

Nesse sentido, uma das etapas fundamentais do processo de adoção dos sistemas agrossilvipastoris é a definição das espécies florestais adequadas a serem implantadas, na qual devem ser levados em consideração os objetivos do produtor, os quais podem ser produção de frutíferas, madeira, entre outros.

Após a seleção das espécies arbóreas que irão compor o sistema agrossilvipastoril, é indispensável a adoção de práticas que promovam a proteção das mudas implantadas. Os animais podem causar danos por pisoteio ou pela alimentação quando não existir barreiras físicas para proteção. Sendo assim, deve-se limitar o acesso dos animais às mudas nos primeiros meses de implantação do sistema agrossilvipastoril.

Uma das opções para se evitar dano pelos animais às mudas é aguardar que elas cresçam até atingir 2 metros de altura, podendo esta ser menor, caso o consórcio seja com animais de porte menor, como ovinos. Caso o produtor tenha interesse e/ou necessidade de utilizar a pastagem com as mudas ainda pequenas, será necessário fazer a proteção física da muda, utilizando arame farpado, cercamento de taquara ou cercas elétricas.

Em relação ao manejo do sistema agrossilvipastoril, este pode ser realizado de diversas maneiras, conforme a necessidade do produtor e adaptação das espécies selecionadas. Um exemplo seria a implantação de culturas anuais até o pleno estabelecimento das espécies arbóreas e, somente após, seria realizada a implantação das espécies forrageiras e introdução dos animais para pastejo.

Resumo

Sistemas integrados de exploração agrícola são utilizados em diversas propriedades que buscam sistemas extrativistas e alternativos para a manutenção da rentabilidade e preservação do meio ambiente. Os principais sistemas integrados de exploração agrícola são os silviagrícolas, os silvipastoris e os agrossilvipastoris. As áreas degradadas são os locais potenciais em que os sistemas integrados podem ser estabelecidos. Dessa forma, a curto e médio prazo, nos locais em que a agricultura e/ou a pecuária não possam ser implantadas, os sistemas integrados são uma alternativa de renda ao produtor. A integração dos sistemas

de produção apresenta diversas vantagens, como a disponibilização de sombra aos animais, a intensa ciclagem de nutrientes, a formação de quebra-ventos e a diversificação das fontes de renda na propriedade.

Atividades de aprendizagem



- 1.** O que são sistemas integrados de produção agrícola?
- 2.** Quais os sistemas integrados disponíveis?
- 3.** Quais os benefícios gerados pela integração de sistemas?
- 4.** O sistema agrossilvipastoril proporciona a integração de árvores, animais e culturas. Em que situação o produtor poderá utilizá-lo?
- 5.** Pesquise e apresente exemplos de sistemas integrados de produção agrícola, incluindo a fruticultura.

Referências

AITA, C.; CERETTA, C.A. **Manejo e conservação do solo**. 2009. Graduação Tecnológica em Agricultura Familiar e Sustentabilidade. Curso de Educação a Distância, UFSM. Apostila.

BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. L. **Conservação do solo**. 5. ed. São Paulo: Ícone, 2005. 355 p.

ELTZ, F. L. F. **Uso, manejo e conservação do solo – SOL 1010**: erosão eólica. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 2008. 21 slides, color.

ELTZ, F. L. F.; AMADO, T. J. C.; LOVATO, T. **Apostila de manejo e conservação do solo**. Santa Maria, 2005. 102 p.

LIMA, S. L. **Práticas edáficas**. Disciplina de Conservação de Solos, ministrada pelo Prof. Dr. Sérgio L. de Lima. Botucatu: Faculdade de Ciências Agrônômicas – Unesp, 2007. 75 slides.

Currículo do professor-autor

Luciano Zucuni Pes leciona as disciplinas de Solos e Culturas Anuais no Curso Técnico em Agropecuária do Colégio Politécnico da Universidade Federal de Santa Maria, bem como a disciplina de Ecofisiologia Vegetal e Agricultura de Precisão, no Mestrado Profissionalizante em Agricultura de Precisão, da mesma instituição. Formou-se Técnico Agrícola, com habilitação em Agropecuária, pelo Colégio Agrícola de Santa Maria (atual Colégio Politécnico), graduou-se em Agronomia pela Universidade Federal de Santa Maria, local onde realizou o mestrado em Engenharia Agrícola e o doutorado em Ciência do Solo. Possui trabalhos publicados nas áreas de Solos e Agricultura de Precisão. Orienta discentes de iniciação científica e do mestrado profissional em Agricultura de Precisão. Atualmente, é chefe do Setor Agropecuário do Colégio Politécnico.



Diego Antonio Giacomini é doutorando em Ciência do Solo na Universidade Federal de Santa Maria, na área de Microbiologia do Solo. Formou-se Técnico em Agropecuária, pelo Colégio Politécnico da Universidade Federal de Santa Maria; Administrador, pela Faculdade Integrada de Santa Maria; e Engenheiro Agrônomo, pela Universidade Federal de Santa Maria. É bolsista CAPES e atua em diversos projetos de pesquisa ligados à adubação orgânica e emissão de gases de efeito estufa.

