

# **PROCESSOS DE DEGRADAÇÃO DOS SOLOS**

## **EROSÃO E COMPACTAÇÃO**

**Assis Chateaubriand, 20 de Julho de 2015**

# PROCESSOS DE DEGRADAÇÃO DOS SOLOS

## Engenheiros Agrônomos

**Ricardo Moraes Witzel, Msc**

**Mary Myeko Tateywa Suguyi**

**Fiscais de Defesa Agropecuária**

**Assis Chateaubriand, 20 de Julho de 2015**

# PROCESSOS DE DEGRADAÇÃO DOS SOLOS

**EROSÃO - Podemos considerar como:**

**“Desgaste superficial do solo pela ação dos agentes erosivos, principalmente através da água e do vento”.**

# PROCESSOS DE DEGRADAÇÃO DOS SOLOS

**Na Agricultura contemporânea prima-se por uma maior produtividade, baseada em tecnologias nas áreas da genética, insumos e mecanização.**



# PROCESSOS DE DEGRADAÇÃO DOS SOLOS

Nem sempre a busca deste aumento de produtividade vem acompanhado de cuidados com a conservação de solos e água e com a sustentabilidade agropecuária.



Foto: ADAPAR/Umuarama

Foto: ADAPAR/Toledo

Na região Oeste do Paraná os terraços agrícolas que tinham a função de colaborar no processo de conservação de solos e águas foram substituídos ou até mesmo retirados, sem um devido acompanhamento técnico, e avançou-se o plantio em áreas com limitações para uso do solo.



54 3385.1633

**Notícias em prim**

jeacontece@j

ONLINE **JEacontece**  
www.jeacontece.com.br

Inicial	Empresa	Artigos	Publicações Legais
---------	---------	---------	--------------------

**ERNESTINA – Iniciativa auxilia produtores rurais**

Postado em 19 de maio de 2014



Uma iniciativa da Secretaria Municipal de Agricultura beneficia produtores rurais em Ernestina. Após a chegada da nova motoniveladora (patrula), em 2013, pelo PAC 2 – Programa de Aceleração do Crescimento –, a antiga motoniveladora foi disponibilizada para a execução de trabalhos nas propriedades rurais. A máquina faz o chamado “desmanche de terraço” nas propriedades, o que facilita o plantio agrícola.

Ao produtor rural cabe apenas uma taxa de R\$ 70 por hora de trabalho da máquina. Através da ação, o agricultor ganha tempo e economiza dinheiro, pois se realizasse o serviço com o próprio trator, demoraria mais tempo e o custo, então, seria maior do que a taxa. Um operador, funcionário da Secretaria, executa os serviços de desmanche de terraço nas propriedades com a motoniveladora. Os produtores rurais interessados devem realizar inscrição na Secretaria e cada agricultor pode utilizar no máximo cinco horas do serviço por ano. A disponibilização deste serviço para a população só foi possível com o reforço no Parque Municipal de Máquinas.

(Fabricio Carvalho – Assessoria de Imprensa da Prefeitura de Ernestina)

Publicado em [Destaque](#), [Geral](#) por [jeacontece](#). Marque [Link Permanente](#).

Imagem: <http://jeacontece.com.br/?p=119348>

# PROCESSOS DE DEGRADAÇÃO DOS SOLOS



Foto: ADAPAR/Umuarama

A agricultura baseada na produção de Grãos avançou sobre a região Noroeste do Paraná, além da substituição de pastagens e lavouras de café por plantios convencionais como a Mandioca.

# PROCESSOS DE DEGRADAÇÃO DOS SOLOS

## Tipos de erosão (quanto a natureza):

- Natural (ou Geológica): longo período, sem ação antrópica
- Antrópica (ou Acelerada): com ação humana

## Classes de erosão (quanto ao agente):

- Hídrica (água da chuva e enxurrada associada)
- Eólica (vento)



# PROCESSOS DE DEGRADAÇÃO DOS SOLOS

**A erosão hídrica resulta da ação das águas das chuvas e das enxurradas sobre os solos.**

**Pode ser expressa como a relação existente entre a erosividade da chuva (fator ativo) e a erodibilidade do solo (fator passivo).**

# PROCESSOS DE DEGRADAÇÃO DOS SOLOS

O processo erosivo vai ser mais intenso quanto **maior for a energia cinética** dos agentes erosivos e **menor for a resistência do solo** à erosão.

Assim devemos:

- Diminuir a energia cinética dos agentes erosivos (agente ativo)
- Melhorar a resistência do solo à erosão (agente passivo).

# PROCESSOS DE DEGRADAÇÃO DOS SOLOS

## Fatores que interferem nos processos erosivos

**Clima – chuvas / ventos distribuição, quantidade e intensidade.**

- **Topografia- declividade do terreno, comprimento de rampa.**
- **Cobertura vegetal.**
- **Solo – Quanto a sua natureza (textura, permeabilidade e profundidade) e ao manejo.**

# PROCESSOS DE DEGRADAÇÃO DOS SOLOS

## Erodibilidade do Solo (K)

Suscetibilidade do solo à erosão

Influenciada pela:

### Mineralogia do Solo

Argilas 2:1 → Argilas 1:1 → Óxidos

### Morfologia

Micromorfologia – analisada regionalmente e localmente  
(importante)

# PROCESSOS DE DEGRADAÇÃO DOS SOLOS

## Estrutura

## Textura

## Permeabilidade:

7 classes de infiltração (muito lenta a muito rápida), maior permeabilidade, menor erodibilidade

# PROCESSOS DE DEGRADAÇÃO DOS SOLOS

**Matéria orgânica:** > estabilidade de agregados

↑ MOS      ↓ K

**Microorganismos:** > agregação do solo (exsudatos, fósforos)

**Reatividade dos óxidos:** frações mais reativas (Fe associado MOS) conferem menor erodibilidade

(menor grau de agregação)

**Topografia:** declive suave, < efeito do comp. rampa; para comp. rampa menor, efeito do declive menor, mas ainda importante.

**Espessura do *solum*:** > ou < estabilidade

# PROCESSOS DE DEGRADAÇÃO DOS SOLOS

## *Forma da Encosta*

### Côncava

- **Convergência das águas;**
- **Erosão mais localizada, e com tendência a formação de Sulcos;**
- **Tendência de espessura desigual do sollum;**
- **Erosão e deposição;**
- **Acumulo de sementes e nutrientes nas partes mais baixas;**
- **Instabilidade em razão de menor presença de cobertura vegetal densa nas áreas de concentração de água.**

# PROCESSOS DE DEGRADAÇÃO DOS SOLOS

## *Forma da Encosta*

### Convexa

- Divergência das águas;
- Erosão mais uniforme, e geralmente entre sulcos (laminar);
- Tendência de espessura uniforme do sollum;
- Apenas Erosão, sem deposição;
- Saída de sementes e nutrientes para partes mais baixas;
- Instabilidade em razão da concentração de água.

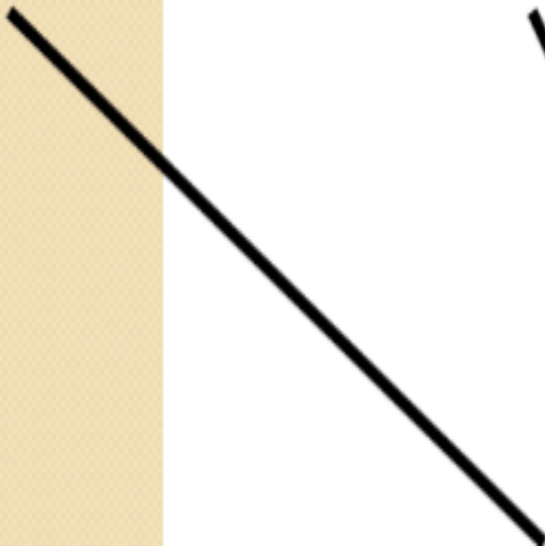


# PROCESSOS DE DEGRADAÇÃO DOS SOLOS

## Curvatura da encosta

- Afeta principalmente a velocidade da enxurrada

Uniforme



Côncava



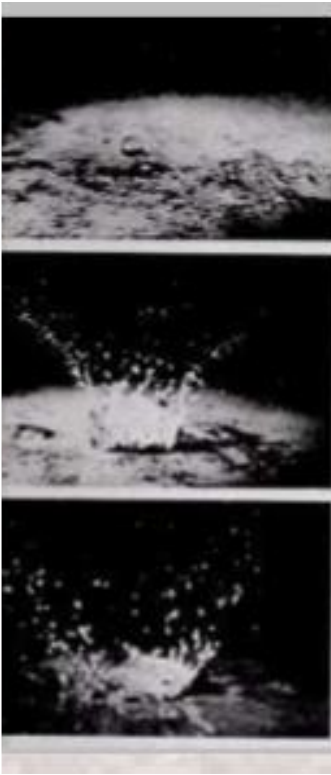
Convexa



# PROCESSOS DE DEGRADAÇÃO DOS SOLOS

## Erosividade da Chuva

Potencial da chuva em causar erosão



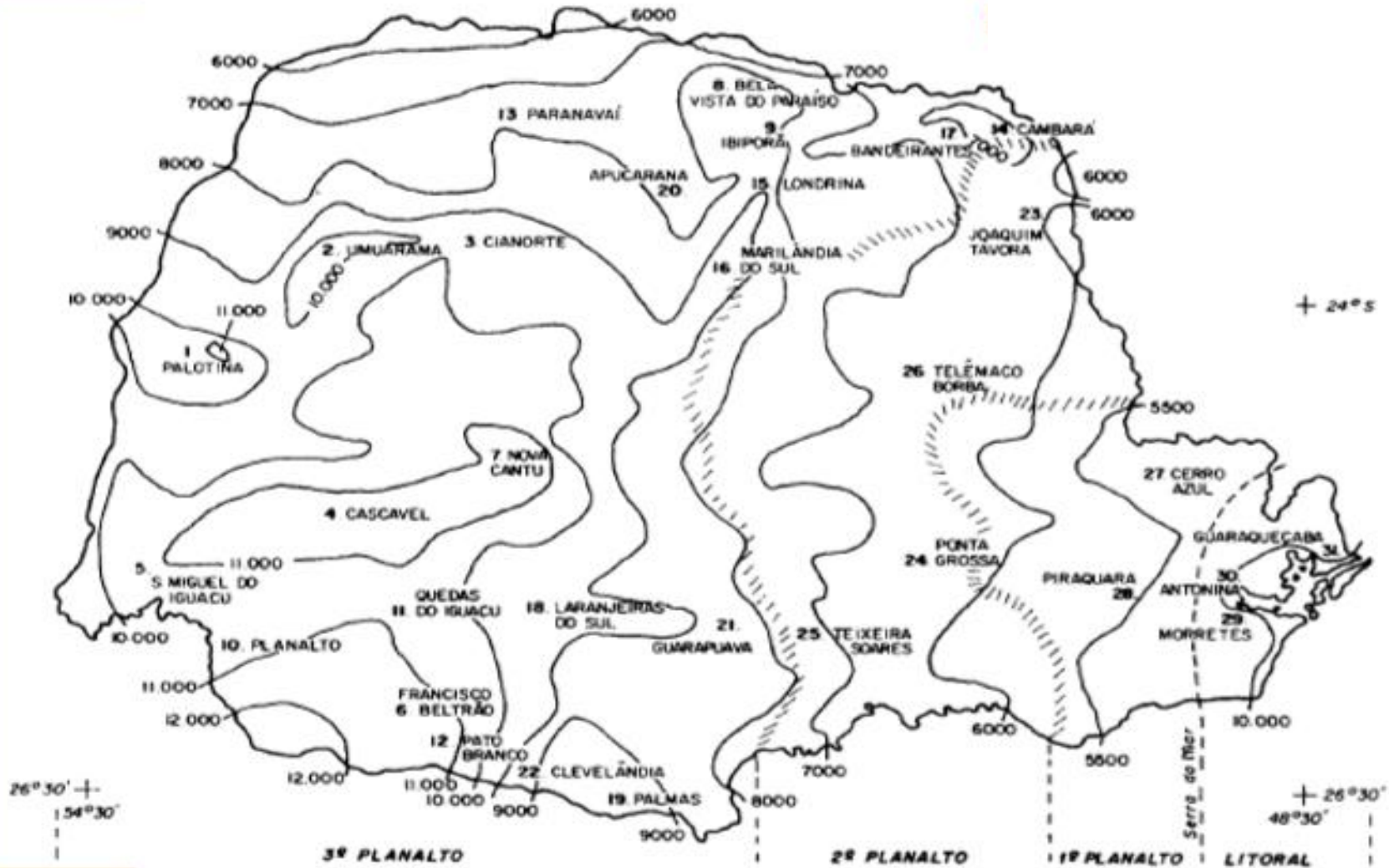
**Impacto das Gotas** desprendem partículas;  
Transportam;  
Imprimem energia cinética

# PROCESSOS DE DEGRADAÇÃO DOS SOLOS

## *Está relacionada com o Tipo de Chuva, Solo e Relevo*

- Mesmo solos protegidos contra o impacto da chuva (cobertura), há o efeito do CISALHAMENTO DA ENXURRADA, sobre o solo.
- R= produto entre a energia cinética total da chuva (E) e a sua intensidade máxima em 30 minutos (WISCHMEIER & SMITH, 1958)  
$$E = 0,119 + 0,0873 \cdot \log I \text{ (mj ha}^{-1} \text{ mm}^{-1}\text{)}$$
- Quanto menor cobertura vegetal, maior será o efeito da erosividade.

# EROSIVIDADE DA CHUVA



Valores médios anuais (MJ ha<sup>-1</sup> . mm h<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>) do El<sub>30</sub> para o PR (Rufino et al., 1993)

## INDICES DE EROSIVIDADE (R) MENSAL PARA O PARANÁ

MJ ha<sup>-1</sup> mm h<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>



### Equações

- Reg. 1:  $EI_{30} = 182,86 + 56,21$
- Reg. 2:  $EI_{30} = 146,56 + 55,21$
- Reg. 3:  $EI_{30} = 216,31 + 41,34$
- Reg. 4:  $EI_{30} = 164,12 + 39,44$
- Reg. 5:  $EI_{30} = 191,79 + 48,40$
- Reg. 6:  $EI_{30} = 107,52 + 46,85$
- Reg. 7:  $EI_{30} = 93,29 + 41,20$
- Reg. 8:  $EI_{30} = 77,26 + 40,71$

Obs.:  $X = p^2/P$ ; sendo: p = precipitação média mensal (mm) e P = prec. média anual (mm).  
 Fonte: RUFINO, R.L. R.Bras.Ci.Solo. Campinas. 17:439-444. 1983.

# PROCESSOS DE DEGRADAÇÃO DOS SOLOS

## *Tolerância de Perdas de Solo:*

É a quantidade de terra que pode ser perdida por erosão, e expressa em toneladas por unidade de superfície ao ano, mantendo o solo em um elevado nível de produtividade por longo período de tempo, admitindo-se um grau de conservação tal que mantenha uma produção econômica em futuro previsível com os meios técnicos atuais. ( Bertoni & Lombardi Neto, 1993)

# PROCESSOS DE DEGRADAÇÃO DOS SOLOS

- **EUPS (USLE) = Equação Universal de Perdas de Solo**
- Expressa em função de seis variáveis, sendo 4 ligadas às condições naturais (R, K, L, S) e duas ligadas ao manejo da cobertura e do solo (C, P). A equação é:

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

- A = perda de solo por unidade de área ( $t.ha^{-1}.ano^{-1}$ );
- R = erosividade da chuva (em  $MJ.mm.ha^{-1}.h^{-1}.ano^{-1}$ );
- K = erodibilidade do solo (em  $t.ha^{-1}.MJ^{-1}.mm^{-1}$ );
- L = comprimento de rampa;
- S = declividade;
- C = cobertura do solo;
- P = práticas conservacionistas.

# FASES DO PROCESSO DE EROSIÃO HÍDRICA

## Desagregação

- Fonte de energia cinética para a desagregação:
  - Gota da chuva – Impacto
  - escoamento superficial (enxurrada) gerando o cisalhamento (abrasão).



# FASES DO PROCESSO DE EROSÃO HÍDRICA



# FASES DO PROCESSO DE EROÇÃO HÍDRICA

## Transporte

Fontes de energia cinética para o transporte:

- Gotas de chuva (salpicamento): pouca ação no transporte;
- escoamento superficial (enxurrada): maior responsável pelo transporte;

# FASES DO PROCESSO DE EROÇÃO HÍDRICA

## Transporte



Foto: ADAPAR / Toledo



# FASES DO PROCESSO DE EROÇÃO HÍDRICA

## Deposição

- Acúmulo do sedimento que desagregado e transportado;
- Quando cessa a energia cinética do transporte;
- Caracterizada pela sedimentação.

# FASES DO PROCESSO DE EROSIÃO HÍDRICA

## Deposição



# FASES DO PROCESSO DE EROÇÃO HÍDRICA

## Deposição



# FORMAS DE EROSIÃO HÍDRICA

## Erosão entre sulcos (erosão “laminar”)

Não há o avolumamento de águas (concentração de enxurrada), apresenta um escoamento superficial difuso da água (fluxo laminar delgado), havendo uma remoção uniforme da camada superior do solo.

# FORMAS DE EROÇÃO HÍDRICA

## Classes

**Ligeira: (< 25% hor. A)**

**Moderada: (25 a 75% hor. A)**

**Severa: (> 75% A; aparecimento do hor. B)**

**Muito severa: (25 a 75% do horiz B)**

**Extremamente severa: (aparecimento do hor. C)**



# FORMAS DE EROSIÃO HÍDRICA

## Erosão entre sulcos (erosão “laminar”)

Não há a o avolumamento de águas (concentração de enxurrada), apresenta um escoamento superficial difuso da água (fluxo laminar delgado)

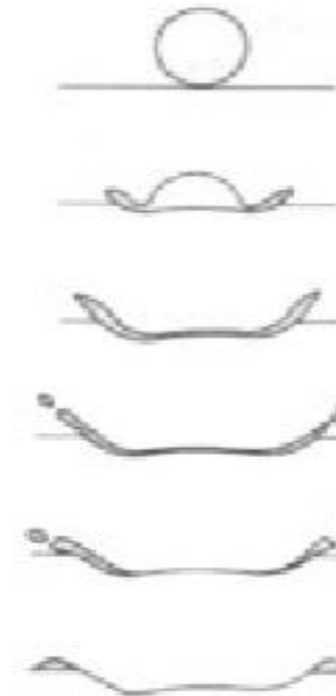
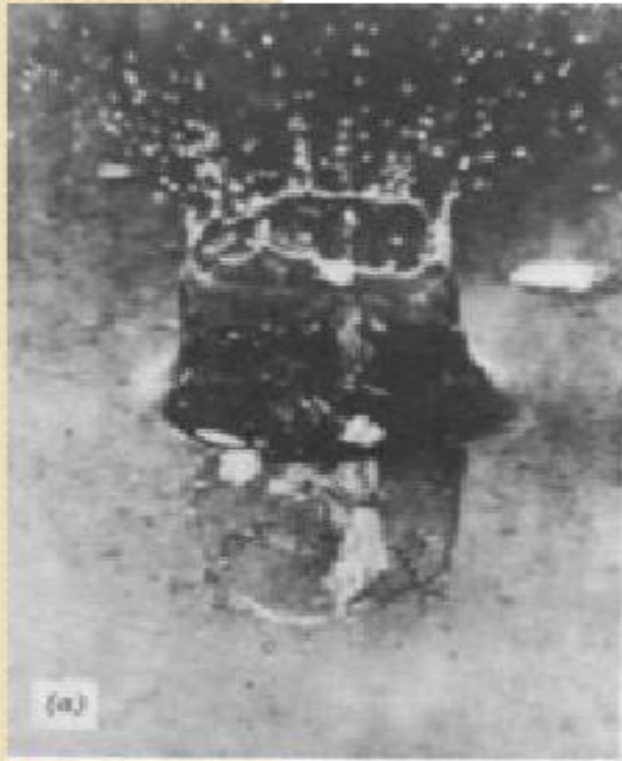
# FORMAS DE EROÇÃO HÍDRICA

## Formação de selo superficial no solo

- Impacto: compactação bem na superfície exposta
- Obstrução dos macroporos da superfície
- Redução da infiltração em +10x
- Água escoar superficialmente
- Transporte das partículas dispersas, inclusive do selo
- Novo selo (e assim por diante)

# FORMAS DE EROSÃO HÍDRICA

## Selo superficial



# FORMAS DE EROSIÃO HÍDRICA



**Selo superficial depois de seco: crosta**

Região Noroeste do Paraná



Imagem: Aula 2 -Erosão Hidrica  
UFPR:Pós-Graduação em Defesa  
Agropecuária Vegetal

# FORMAS DE EROSIÃO HÍDRICA

## Erosão entre sulcos (erosão “laminar”)

- Provoca o “cesilhamento” do solo;
- Transporte da água junto com as partículas de solo, matéria orgânica, e podendo carrear residual de fertilizantes e agrotóxicos.

# FORMAS DE EROSIÃO HÍDRICA

## Erosão entre sulcos (erosão “laminar”)

- Em algumas propriedades esta forma de erosão é negligenciada, alimentando a falsa ilusão de que a conservação de solos e águas está adequada. (pastagens, plantios diretos).

# FORMAS DE EROSÃO HÍDRICA



Foto: ADAPAR/Umuarama

# FORMAS DE EROSIÃO HÍDRICA



Foto: ADAPAR/Toledo



# FORMAS DE EROSÃO HÍDRICA



Foto: ADAPAR/Toledo

# FORMAS DE EROSIÃO HÍDRICA

## Erosão em sulcos

- Concentração de enxurrada em canais naturais ou induzidos;
- escoamento concentrado, turbulento.

# FORMAS DE EROSIÃO HÍDRICA

## Erosão em sulcos

**Frequência**

**\_\_ Ocasionais, frequentes, muito frequentes**

**Profundidade**

**Superficiais, rasos, profundos,**

**Muito profundos → Voçorocas**

# FORMAS DE EROÇÃO HÍDRICA

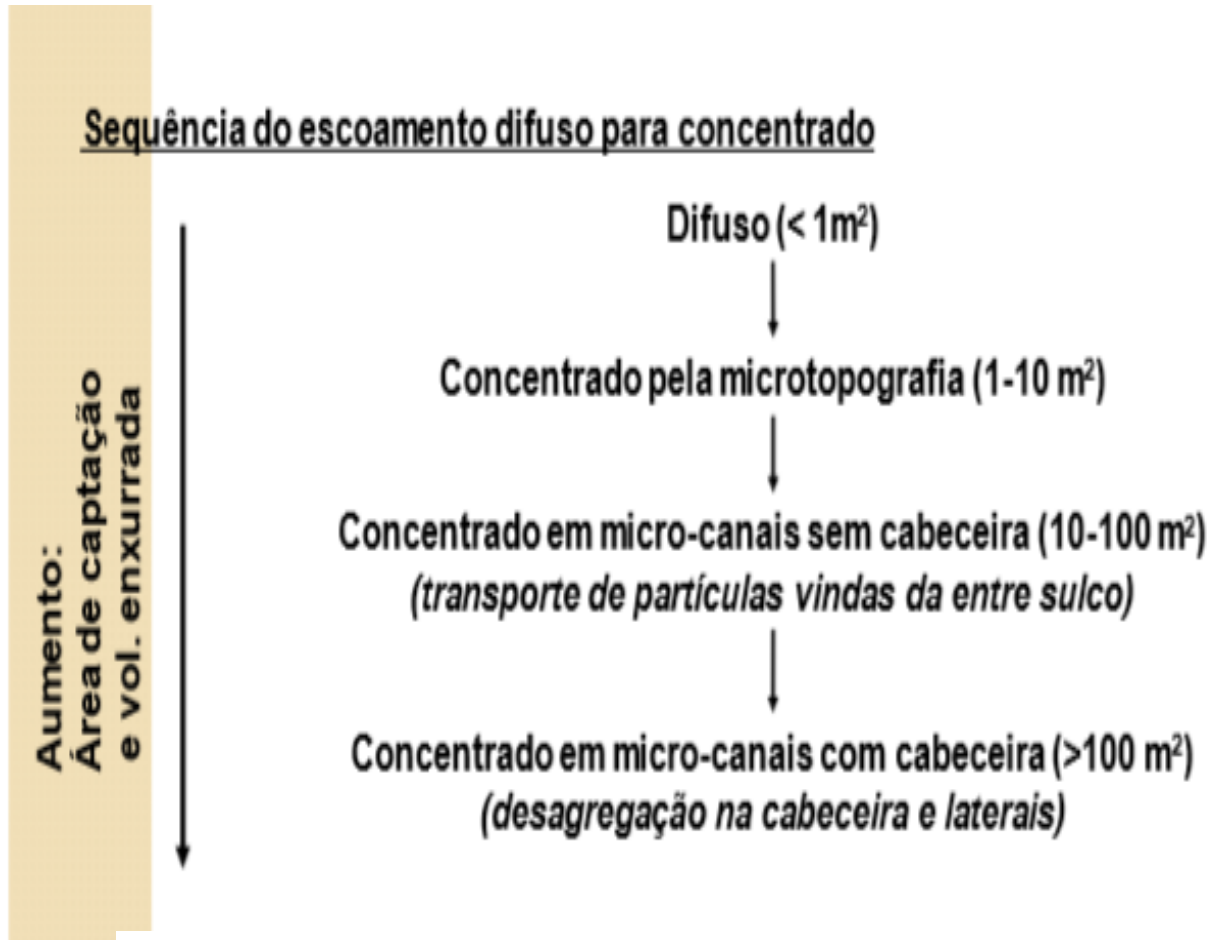


Imagem: Aula 2 -Erosão Hídrica

UFPR:Pós -Graduação em Defesa Agropecuária Vegetal

# FORMAS DE EROSIÃO HÍDRICA

## Características da Erosão em Sulco

- Desagregação e transporte causados principalmente por enxurradas;
- Aprofundamento pode ser limitado por camada mais coesa;
- Sulcos aleatórios na paisagem;
- Podem ser destruídos pelo preparo do solo;

# FORMAS DE EROÇÃO HÍDRICA

Se não tomadas medidas para adequada conservação de solos e águas:

- Pode ocorrer o aumento do sulco com a **Migração da cabeceira à montante**: fluxo turbulento;

e **Aprofundamento e alargamento**: força de cisalhamento do fluxo.

# FORMAS DE EROSIÃO HÍDRICA



Foto: Emater/Toledo

# FORMAS DE EROÇÃO HÍDRICA

Fatores que colaboram para o surgimento e aumento das erosões em sulco:

- Trilhagem de Animais;
- Plantio no sentido do desnível;
- Transbordamento de terraços;
- Lançantes compridos;
- Compactação do solo.



# FORMAS DE EROSÃO HÍDRICA



Foto: ADAPAR/Umuarama

# FORMAS DE EROSÃO HÍDRICA



Foto: Emater/Toledo

# FORMAS DE EROSÃO HÍDRICA



Foto: Emater/Toledo

# FORMAS DE EROSIÃO HÍDRICA

## Erosão em canal

- escoamento concentrado na via de drenagem (talvegue);
- Estradas e carreadouros antigos;
- Enxurrada proveniente das formas entre sulco e sulco;
- Geralmente pode ser destruído pelo preparo do solo;
- Permite passagem de máquinas;

# FORMAS DE EROÇÃO HÍDRICA



Imagem: Aula 2 -Erosão Hídrica UFPR -Pós -Graduação em Defesa Agropecuária Vegetal

# FORMAS DE EROSIÃO HÍDRICA



Imagem: Aula 2 -Erosão Hidrica UFPR -Pós Graduação em Defesa Agropecuária Vegetal

# FORMAS DE EROSIÃO HÍDRICA

## EROSÃO TIPO VOÇOROCA

- Não pode ser transposta por Maquinários Agrícolas;
- Deslocamento de grandes volumes de solo;
- Geralmente ocorre em vias de drenagem naturais.

# Voçoroca

## Cabeceira de Voçoroca



Foto: ADAPAR/Umuarama

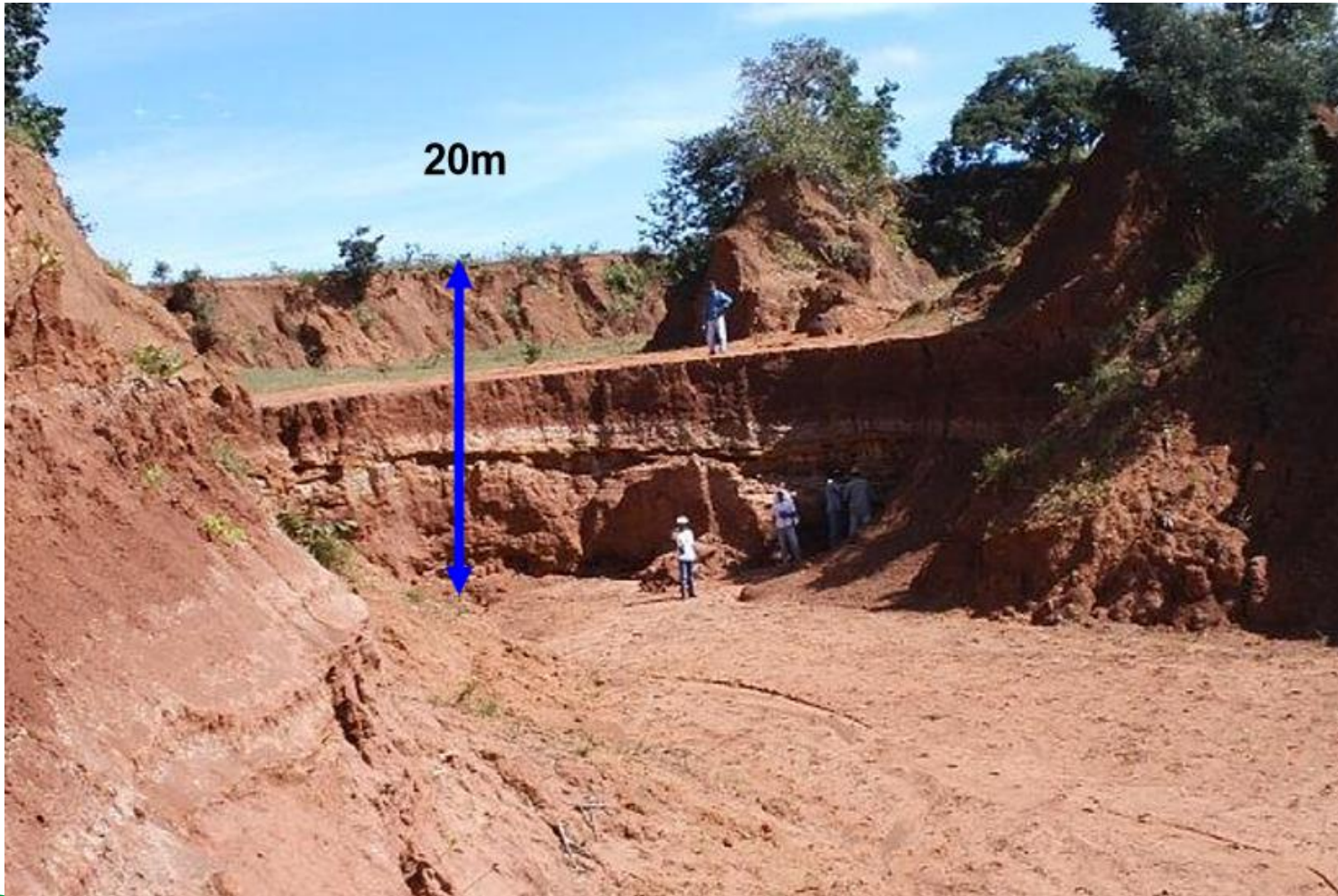


# Voçoroca



Foto: ADAPAR/Umuarama

# Voçoroca



# Voçoroca

**Voçorocas podem ter origem de:**

- Manejo inadequado em áreas à montante (falta de terraços, terraços mal dimensionados, compactação de solos);**
- Águas pluviais oriundas de construções rurais, de estradas e carreadouros, canais escoadouros, e de áreas urbanas.**

# Voçoroca



- Influência das construções;
- Terraços sem manutenção;
- Manejo inadequado das pastagens;
- Falta de cuidados com a cabeceira da erosão;

**Possibilitando um:**  
**“BATISMO DE VOÇOROCA”**

Foto: ADAPAR/Umuarama

# Processos Erosivos na Fiscalização

## Principais origens dos processos erosivos:

- Lançantes entre terraços acima do necessário para evitar perdas de solo;
- Entrada na área com umidade do solo acima do ideal para as operações – (compactação)
- Pulverizações no sentido do declive do terreno, (marcações no solo).
- Drenos irregulares, afloramentos de água.
- Desrespeito a capacidade de uso dos solos

# Processos Erosivos na Fiscalização

- Plantios em desnível;
- Capacidade suporte de animais acima do indicado;
- Falta de manutenção dos terraços / Rebaixamento dos terraços ;
- Plantio Convencional (ex. Mandioca, amendoim);
- Recebimento de águas pluviais de estradas, áreas urbanas, propriedades à montante, florestas.
- Terraços sem devido “encabeçamento”

# Diagnóstico

A realização do adequado diagnóstico da propriedade rural, observando o seu uso e manejo atual, avaliando-se os fatores que interferem diretamente nos processos erosivos, possibilitará ao profissional elaborar um adequado Projeto Conservacionista de Solos e Águas.

# PROCESSOS DE DEGRADAÇÃO DOS SOLOS

Obrigado pela atenção !

Eng. Agrônomo Ricardo Moraes Witzel

Fiscal de Defesa Agropecuária

Unidade Local de Sanidade Agropecuária -ULSA

Toledo – PR

Fone- 45 – 2103 5159

[ricardowitzel@adapar.pr.gov.br](mailto:ricardowitzel@adapar.pr.gov.br)



# REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- . BERTONI, J. & LOMBARDI, NETO, F. Conservação do Solo (10ªed.). São Paulo: Ícone Editora, 2012. 355p.
- . IAPAR – Instituto Agronômico do Paraná - Boletim Técnico N°71 – Espaçamentos entre terraços em plantio direto. Londrina: IAPAR, 2010. 59p.
- . UFPR - Pós Graduação em Defesa Agropecuária Vegetal - Apostila AULA 2. Curitiba:UFPR , 2010.