



# **MANEJO DE ENXURRADA EM SISTEMA PLANTIO DIRETO**

**José Eloir Denardin**  
**Embrapa Trigo**



## OBJETIVOS

- Promover uma reflexão relativa à geração e à adoção de tecnologia na agricultura.**
- Ressaltar equívocos e consequências da adoção do Plantio Direto em detrimento do Sistema Plantio Direto.**
- Descrever o complexo de conhecimentos e tecnologias implicado no manejo da água em áreas cultivadas, no contexto da agricultura conservacionista.**

## PREMISSAS!

- Reter a água onde ela cai.**
- Nenhum sistema é melhor do que quem o opera.**

## TECNOLOGIA NA AGRICULTURA

*R* **A agricultura move-se pela geração e adoção de tecnologias.**

### **ADOTAR TECNOLOGIA ► MANEJAR CONHECIMENTO**

#### **► TECNOLOGIA**

- É expressa sob a forma de indicação técnica, de receita, de bula, de protocolo.
- É regida por especificidade, estágio, sazonalidade, unidades de medida como dosagem, distância, densidade, temporalidade etc.

#### **► MANEJO**

- É expresso sob a forma de manuseio, de manipulação, de aplicação do conhecimento.
- É regido pela inteligência, domínio do conhecimento, discernimento, astúcia, competência, habilidade, consciência, sabedoria etc.

## TECNOLOGIA NA AGRICULTURA

*R* A agricultura move-se pela geração e adoção de tecnologias.

**ADOTAR TECNOLOGIA ► MANEJAR CONHECIMENTO**

### ► TECNOLOGIA

- É expressão da forma de indicar a quantidade, de
  - É expressão da forma de indicar a quantidade, de
  - É expressão da forma de indicar a quantidade, de
- INFORMAÇÃO!**

### ► MANEJO

- É expressão da forma de indicar a quantidade, de
  - É expressão da forma de indicar a quantidade, de
  - É expressão da forma de indicar a quantidade, de
- FORMAÇÃO!**



## TECNOLOGIA NA AGRICULTURA

*R* A agricultura move-se pela geração e adoção de tecnologias.

**ADOTAR TECNOLOGIA ➤ MANEJAR CONHECIMENTO**

### ➤ TECNOLOGIA

- É expressão da forma de indicar a quantidade colhida, de
- É relacionada ao tempo, estágio, unidades de medida como dosagem, distância, densidade, temporalidade etc.

**ENERGIA  
POTENCIAL!**

### ➤ MANEJO

- É expressão da forma de manipular o conhecimento de
- É relacionado ao domínio do conhecimento, conhecimento, astúcia, competência, habilidade, consciência, sabedoria etc.

**ENERGIA  
CINÉTICA!**

## TECNOLOGIA NA AGRICULTURA

*R* A agricultura move-se pela geração e adoção de tecnologias.

**ADOTAR TECNOLOGIA ► MANEJAR CONHECIMENTO**

### ► TECNOLOGIA

- É expressão da forma de indicar a quantidade, de
  - É expressão da forma de indicar a quantidade, de
- EXPRESSA O QUE ADOTAR!**
- É expressão da forma de indicar a quantidade, de
- estádio, quantidade, unidades de medida como dosagem, distância, densidade, temporalidade etc.

### ► MANEJO

- É expressão da forma de indicar a quantidade, de
  - É expressão da forma de indicar a quantidade, de
- EXPRESSA O COMO E QUANDO ADOTAR!**
- É expressão da forma de indicar a quantidade, de
- domínio do conhecimento, discernimento, astúcia, competência, habilidade, consciência, sabedoria etc.

## EXEMPLO

## ADOÇÃO DE PRÁTICAS CONSERVACIONISTA

### ↳ Plantio Direto x Sistema Plantio Direto

- Mobilização de solo restrita à linha de semeadura
- Manutenção da palha na superfície do solo

Plantio direto

1969

### TECNOLOGIA IMPORTADA!

↳ Inglaterra e EUA - regiões de clima temperado

MEADOS DOS ANOS 1980

### CONSTATAÇÃO!

↳ Plantio Direto não reúne preceitos conservacionistas em  
suficiência para manter o solo com estrutura adequada,  
em regiões de clima subtropical e tropical.



## ADOÇÃO DE PRÁTICAS CONSERVACIONISTA

### **Plantio Direto x Sistema Plantio Direto**

- Mobilização de solo restrita à linha de semeadura
- Manutenção da palha na superfície do solo

**Plantio direto**

- Rotação, consorciação e sucessão de culturas

- Promoção do processo colher-semear
- Produção de fitomassa em quantidade, qualidade e frequência compatível com a demanda do solo
- Manutenção permanente da cobertura do solo

**Diversificação  
de culturas**

**SISTEMA  
PLANTIO DIRETO**

**TECNOLOGIA ADAPTADA!**

 **Regiões subtropical e tropical do Brasil**

## ADOÇÃO DE PRÁTICAS CONSERVACIONISTA

### **Plantio Direto x Sistema Plantio Direto**

- Mobilização de solo restrita à linha de semeadura
- Manutenção da palha na superfície do solo
- Rotação consorciação e sucessão de culturas
  - Promoção da biodiversidade
  - Produção de matéria orgânica
  - Manutenção da qualidade do solo
  - Manutenção da estrutura do solo

**Plantio direto**



**Diversificação  
de culturas**

**SISTEMA  
PLANTIO DIRETO**

**PREDOMÍNIO!  
PLANTIO DIRETO**

**TECNOLOGIA ADAPTADA!**  
**Regiões subtropical e tropical do Brasil**

# EQUÍVOCOS E CONSEQUÊNCIAS

## **EQUÍVOCOS E CONSEQUÊNCIAS**

**✎ Em áreas cultivadas sob Plantio Direto não há necessidade de obras mecânicas para manejar a enxurrada e controlar a erosão.**

**✎ A palha na superfície do solo é suficiente para controlar a erosão.**

**✎ Plantio Direto é sinônimo de conservação do solo e de agricultura conservacionista.**

### **CONSEQUÊNCIAS!**

**Negligência, imprudência e imperícia na aplicação dos preceitos da agricultura conservacionista.**



## **EQUÍVOCOS E CONSEQUÊNCIAS**

**↳ Descaso com os preceitos da agricultura conservacionista →  
aporte de fitomassa aquém da demanda do solo e uso  
inadequado de corretivos e fertilizantes:**

- **Desestabilização de agregados;**
  - **Dispersão de solo;**
  - **Eluviação de argila;**
  - **Adensamento do solo;**
- **Estratificação biológica, física e química do solo.**

## **EQUÍVOCOS E CONSEQUÊNCIAS**

- ↳ Descaso com os preceitos da agricultura conservacionista ➔ abandono do terraceamento:**
- **Aumento da enxurrada;**
  - **Perdas de água, de solo, de material orgânico, de corretivos, de fertilizantes;**
  - **Contaminação dos ambientes do entorno...**

## **EQUÍVOCOS E CONSEQUÊNCIAS**

**↳ Descaso com os preceitos da agricultura conservacionista ➔ abandono da semeadura em contorno:**

- **Aumento da enxurrada;**
- **Adubação desuniforme;**
  - **Maior patinação;**
- **Maior compactação de solo;**
- **Maior demanda de potência;**
- **Maior desgaste de máquinas;**
- **Maior consumo de combustível;**
  - **Maior custo de produção ...**

## EQUÍVOCOS E CONSEQUÊNCIAS

**Aporte insuficiente de material orgânico ao solo.**





## EQUÍVOCOS E CONSEQUÊNCIAS

**Retirada do sistema de terraços.**





## EQUÍVOCOS E CONSEQUÊNCIAS

*R* **Abandono da semeadura em contorno.**





## EQUÍVOCOS E CONSEQUÊNCIAS

✎ **Semeadura em linha reta** ▶ morro acima e morro abaixo.





## EQUÍVOCOS E CONSEQUÊNCIAS

 **Erosão entre sulcos** → pouco perceptível, mas  
acentuada em pendentes longas.





## EQUÍVOCOS E CONSEQUÊNCIAS

✎ **Erosão em sulcos** → facilmente perceptível  
e acentuada nos talvegues.





## EQUÍVOCOS E CONSEQUÊNCIAS

**Estradas transformadas em canais escoadouros.**





## EQUÍVOCOS E CONSEQUÊNCIAS

 **Erosão entre sulcos e em sulcos → descontrolado do deflúvio superficial.**



## EQUÍVOCOS E CONSEQUÊNCIAS

**Erosão entre sulcos e em sulcos → enriquecimento de indicadores químicos de fertilidade do solo.**

Indicador	Lavoura	Sedimento
pH	5,0 - 7,0	5,8 - 7,8
Ca (mmol <sub>c</sub> / dm <sup>3</sup> )	20 - 70	34 - 81
Mg (mmol <sub>c</sub> / dm <sup>3</sup> )	12 - 34	18 - 48
P (mg/dm <sup>3</sup> )	2 - 32	20 - 94
K (mg/dm <sup>3</sup> )	30 - 268	190 - 656
MO (%)	1,7 - 3,7	3,1 - 7,4

**Fonte: Embrapa Trigo (média de 31 lavouras no RS)**



## EQUÍVOCOS E CONSEQUÊNCIAS

 **Degradação da estrutura do solo → estratificação biológica, física e química do perfil do solo.**





## EQUÍVOCOS E CONSEQUÊNCIAS

**Degradação da estrutura do solo → estratificação biológica, física e química do perfil do solo.**



← **± 0 - 5 cm Estrutura granular solta**  
**Solo fértil**

← **± 5 - 20 cm Estrutura maciça**  
**Solo degradado**

← **± > 20 cm Estrutura natural**  
**Solo inalterado**

## EQUÍVOCOS E CONSEQUÊNCIAS

⌘ **Degradação da estrutura do solo → efeito sobre o sistema radicular das plantas.**

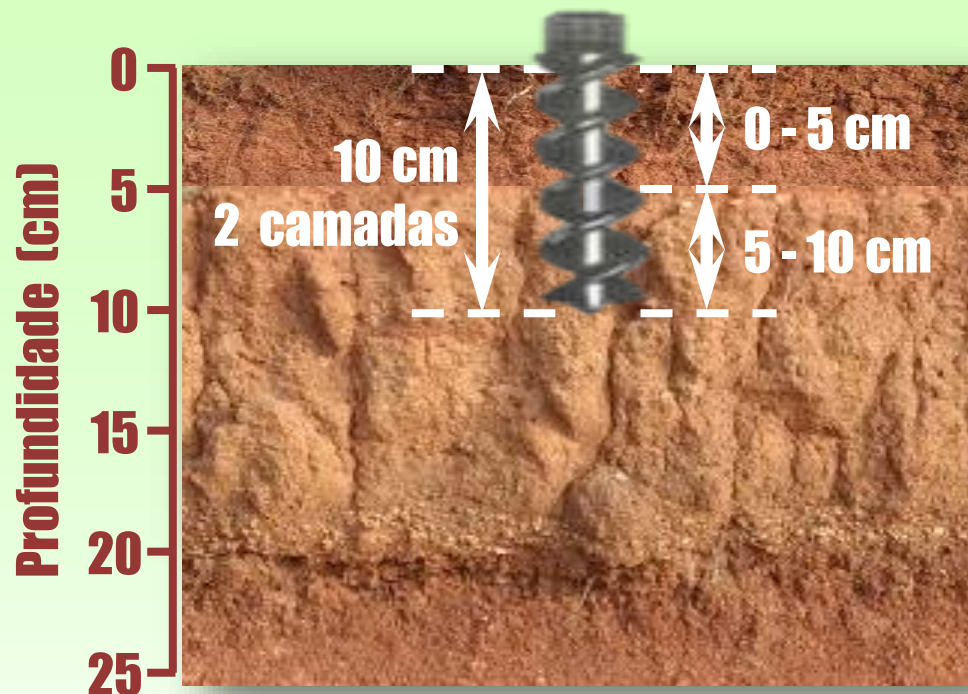




## EQUÍVOCOS E CONSEQUÊNCIAS

➤ **Degradação da estrutura do solo ➔ efeito sobre a avaliação da fertilidade do solo.**

**Exemplo: nível de suficiência de P = 12 mg/dm<sup>3</sup>**



➤ **Camada 0 - 10 cm P = 9 mg/dm<sup>3</sup>**

➤ **Camada 0 - 5 cm P = 15 mg/dm<sup>3</sup>**

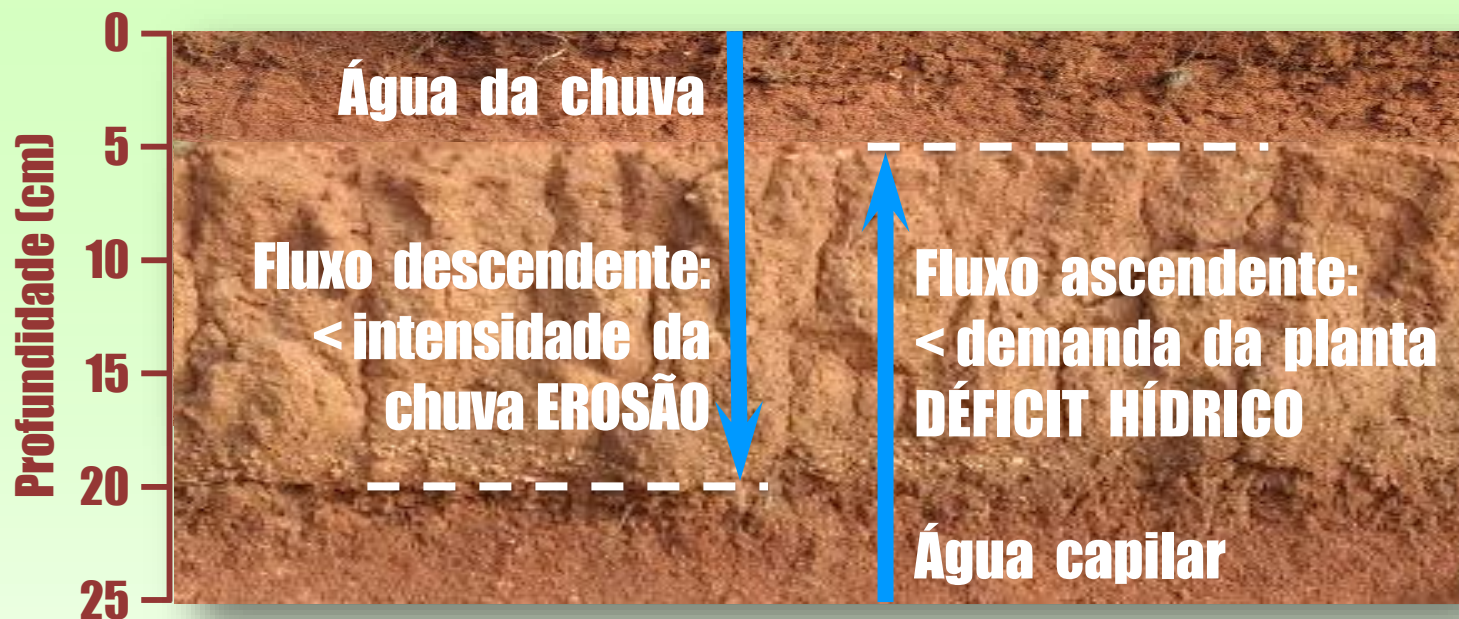
➤ **Camada 5 - 10 cm P = 3 mg/dm<sup>3</sup>**

**EQUÍVOCO!**

**O teor de P no solo  
não é 9 mg/dm<sup>3</sup>**

## EQUÍVOCOS E CONSEQUÊNCIAS

**Degradação da estrutura do solo** → efeito sobre os fluxos de água no solo.





## EQUÍVOCOS E CONSEQUÊNCIAS

 **Degradação da estrutura do solo** → efeito sobre  
o fluxo descendente de água no solo.



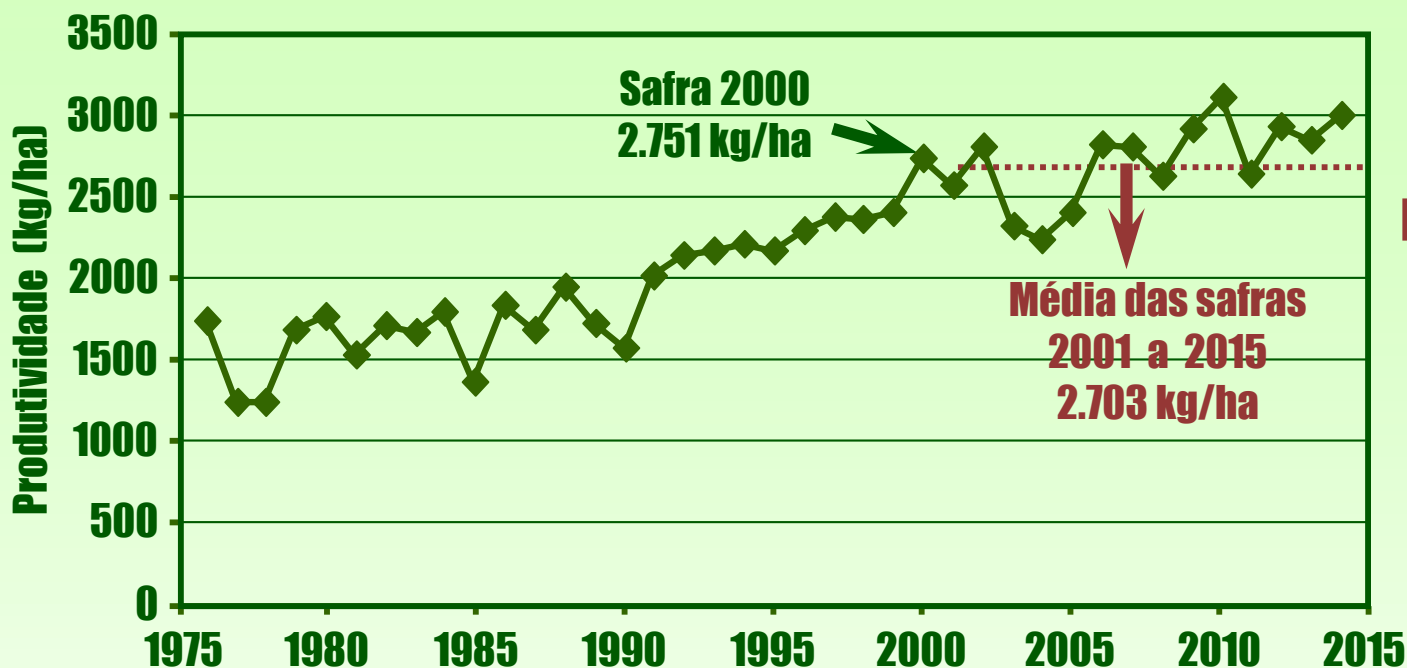
## EQUÍVOCOS E CONSEQUÊNCIAS

 **Degradação da estrutura do solo** → efeito sobre  
o fluxo ascendente de água no solo.



## EQUÍVOCOS E CONSEQUÊNCIAS

**Degradação da estrutura do solo → efeito sobre a produtividade de soja no Brasil.**



**CESB**  
**ESTIMATIVA**  
**Brasil = 44%**

**IBGE (2015)**

# **SOLUÇÃO**

## **RETER A ÁGUA ONDE ELA CAI**

## MECÂNICA DA EROSÃO

*R* **Energia da gota de chuva e da enxurrada**

► **Componente  
energético vertical:**  
▪ **GOTA DE CHUVA**

**$E_c =$**

**+**

► **Componente  
energético horizontal:**  
▪ **ENXURRADA**



## MECÂNICA DA EROSÃO

*R* **Energia da gota de chuva e da enxurrada**

► **Componente  
energético vertical:**  
▪ **GOTA DE CHUVA**

**$E_c = \text{IMPACTO}$**

- **Dispersão de solo**
- **Transporte de partículas**

## PREVENÇÃO

- **Cobertura de solo**

## MECÂNICA DA EROSÃO

$R$  Energia da gota de chuva e da enxurrada

► Componente  
energético horizontal:  
▪ ENXURRADA

# $E_c = \text{CISALHAMENTO}$

- Remoção da cobertura
  - Dispersão de solo
- Transporte de partículas

## PREVENÇÃO

- Barreira ao escoamento

## **MECÂNICA DA EROSÃO**

### **Energia da gota de chuva e da enxurrada**

- ▶ **Gota de chuva e enxurrada são agentes completos de erosão hídrica:**
  - **Removem a cobertura do solo;**
  - **Dispersam solo;**
  - **Transportam partículas.**
- ▶ **A cobertura do solo pode reduzir em 100% a energia erosiva das gotas de chuva, mas não apresenta esta eficiência para dissipar a energia da enxurrada.**



## **MECÂNICA DA EROSÃO**

**↳ Energia da gota de chuva e da enxurrada**

- ▶ **A partir de determinado comprimento de pendente, a cobertura do solo perde eficiência em dissipar a energia erosiva da enxurrada.**

### **EFEITOS!**

- **Falha de resíduos**
- **Comprimento crítico da pendente**

## MECÂNICA DA EROSÃO

 **Energia da gota de chuva e da enxurrada**



# DISSIPACÃO DA ENERGIA CISALHANTE DA ENXURRADA

*R* **Terraço for Windows**

- ▶ **Técnica** ▶ máxima enxurrada esperada.
- ▶ **Aplicação da técnica** ▶ Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Viçosa.
- ▶ **Validação da técnica** ▶ Embrapa Trigo, Emater/RS e Sementes Falcão.



# DISSIPACÃO DA ENERGIA CISALHANTE DA ENXURRADA

*h* Terraço for Windows

► **Características do software:**

- **Calcula os espaçamentos horizontal e vertical entre terraços;**
- **Emprega dados específicos da região e da lavoura-alvo.**

## DISSIPACÃO DA ENERGIA CISALHANTE DA ENXURRADA

### Terraço for Windows

#### ► Informações requeridas:

- Chuva máxima esperada para o tempo de retorno estipulado;
- Taxa de infiltração básica de água no solo;
- Declividade do terreno;
- Tipo de solo;
- Manejo de solo e de culturas;
- Tipo, forma e dimensão do terraço a ser construído.

## DISSIPACÃO DA ENERGIA CISALHANTE DA ENXURRADA

**↳ Espaçamento horizontal entre terraços em nível para  
130 mm/24 h; TIB = 68 mm/h; e Canal = 1,5 m<sup>2</sup>**

<b>Declividade (%)</b>	<b>Bentley (m)</b>	<b>Paraná (m)</b>	<b>Lombardi Neto (m)</b>	<b>Volume enxurrada (m)</b>
<b>5</b>	<b>24,4</b>	<b>27,9</b>	<b>43,1</b>	<b>117,1</b>
<b>7</b>	<b>20,9</b>	<b>24,2</b>	<b>37,4</b>	<b>90,3</b>
<b>9</b>	<b>19,0</b>	<b>21,8</b>	<b>33,7</b>	<b>75,4</b>
<b>11</b>	<b>17,7</b>	<b>20,0</b>	<b>30,9</b>	<b>66,0</b>
<b>15</b>	<b>16,3</b>	<b>17,5</b>	<b>27,2</b>	<b>54,6</b>
<b>20</b>	<b>15,3</b>	<b>15,6</b>	<b>24,1</b>	<b>46,8</b>



## VALIDAÇÃO DO MODELO

## **VALIDAÇÃO DO TERRAÇO FOR WINDOWS**

### **R Características da lavoura-alvo:**

- **Ano da validação** ‣ **inverno de 1997;**
- **Local** ‣ **Sarandi, RS;**
- **Área** ‣ **149 ha;**
- **Solo** ‣ **Latossolo Vermelho típico, muito argiloso;**
- **Declividade média do terreno** ‣ **3 a 22 %;**
- **Comprimento médio das pendentes** ‣ **400 m;**
- **Manejo de solo e culturas** ‣ **sistema plantio direto há 12 anos;**
- **Terraceamento existente** ‣ **base larga em desnível.**

## **VALIDAÇÃO DO TERRAÇO FOR WINDOWS**

**Dados requeridos pelo software:**

- ▶ **Taxa de infiltração básica de água no solo ▶ 72 mm/h;**
- ▶ **Precipitação máxima esperada ▶ 130 mm em 24 horas, para o tempo de retorno de 15 anos**
- ▶ **Tipo, forma e dimensão do terraço desejado ▶ base larga, em nível, com canal triangular de 0,45 m de profundidade**



## VALIDAÇÃO DO TERRAÇO FOR WINDOWS

### Características do terraceamento projetado:

#### ▶ Espaçamento horizontal

▶ 0 a 4 % > 110 m

▶ 14 a 20 % = 40 m

▶ Área útil agregada = 14 ha

**Validação**

▶ 10 outubro 1997: 142 mm  T = 25 anos

▶ 30 outubro 1997: 125 mm  T = 12 anos

## VALIDAÇÃO DO TERRAÇO FOR WINDOWS

### Características do terraceamento projetado:

▶ **Espacamento horizontal**

▶ **0 a 4 % > 110 m**

▶ **4 a 20 % = 40 m**

▶ **20 a 40 % = 14 ha**

**20 ANOS EM  
FUNCIONAMENTO**

▶ **16 outubro 1997**

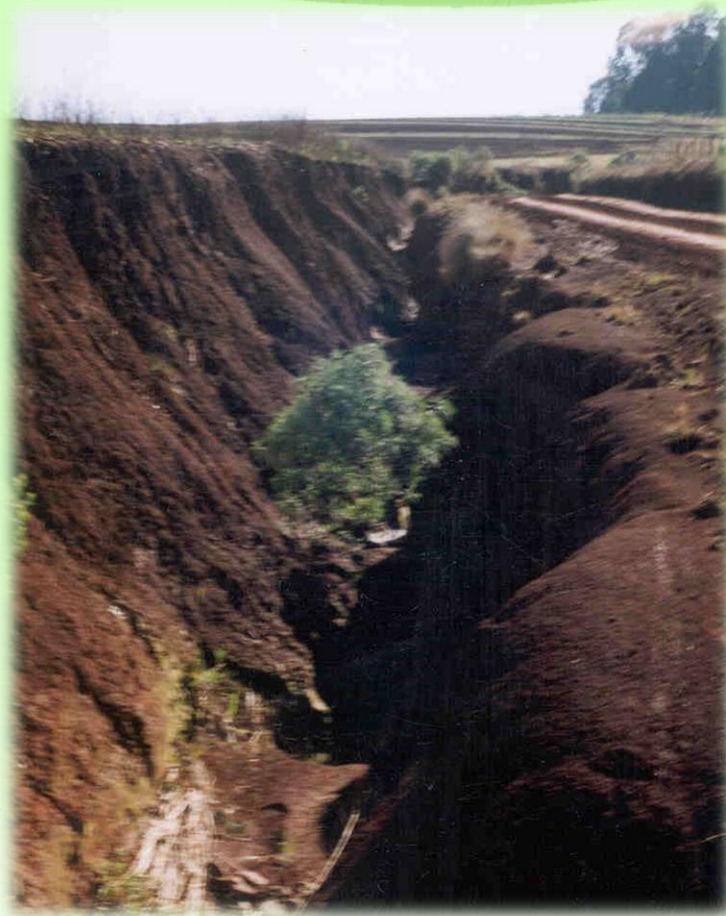
**T = 25 anos**

▶ **30 outubro 1997 125 mm**

**T = 12 anos**

**Validação**

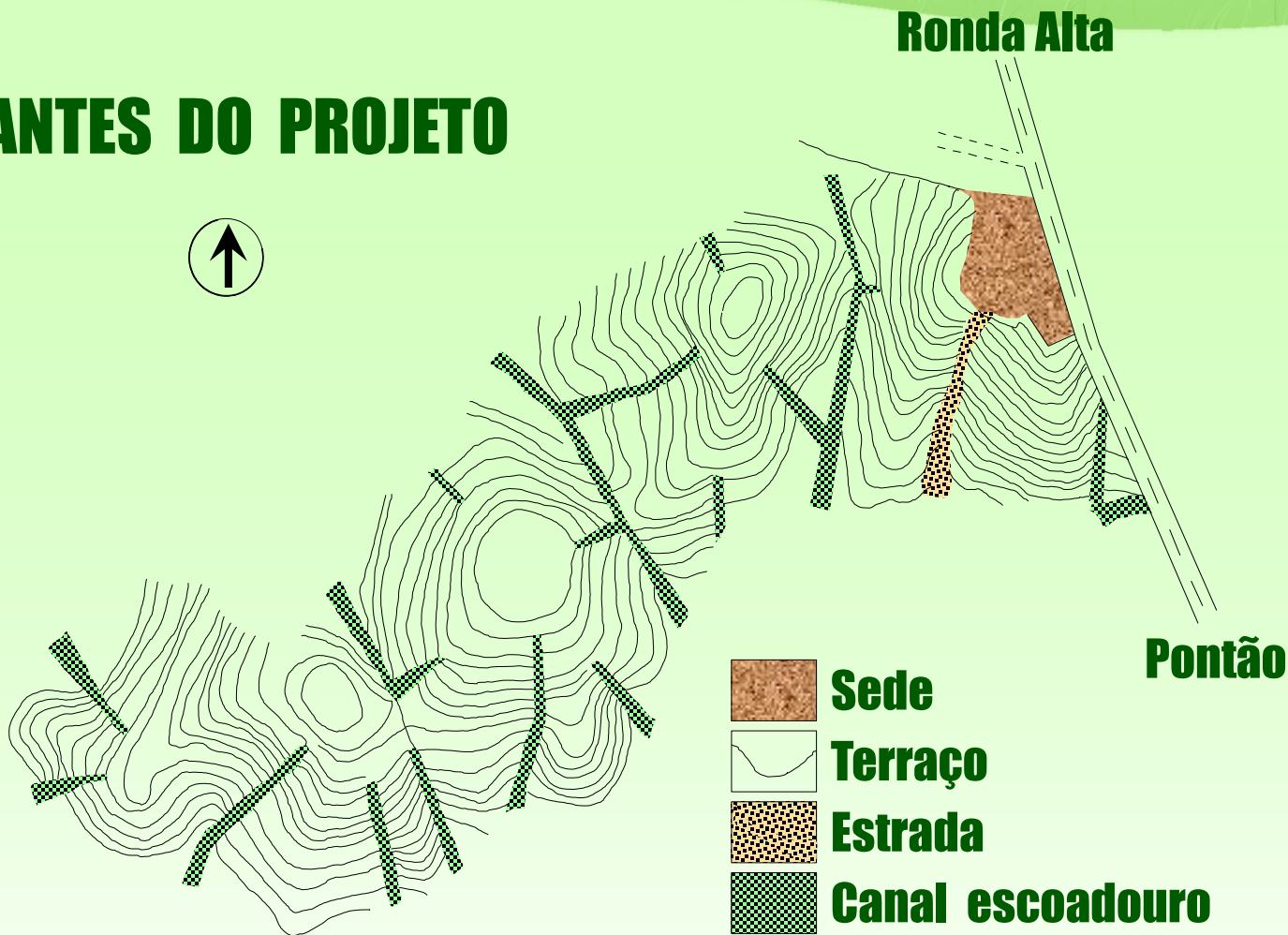
## VALIDAÇÃO DO TERRAÇO FOR WINDOWS





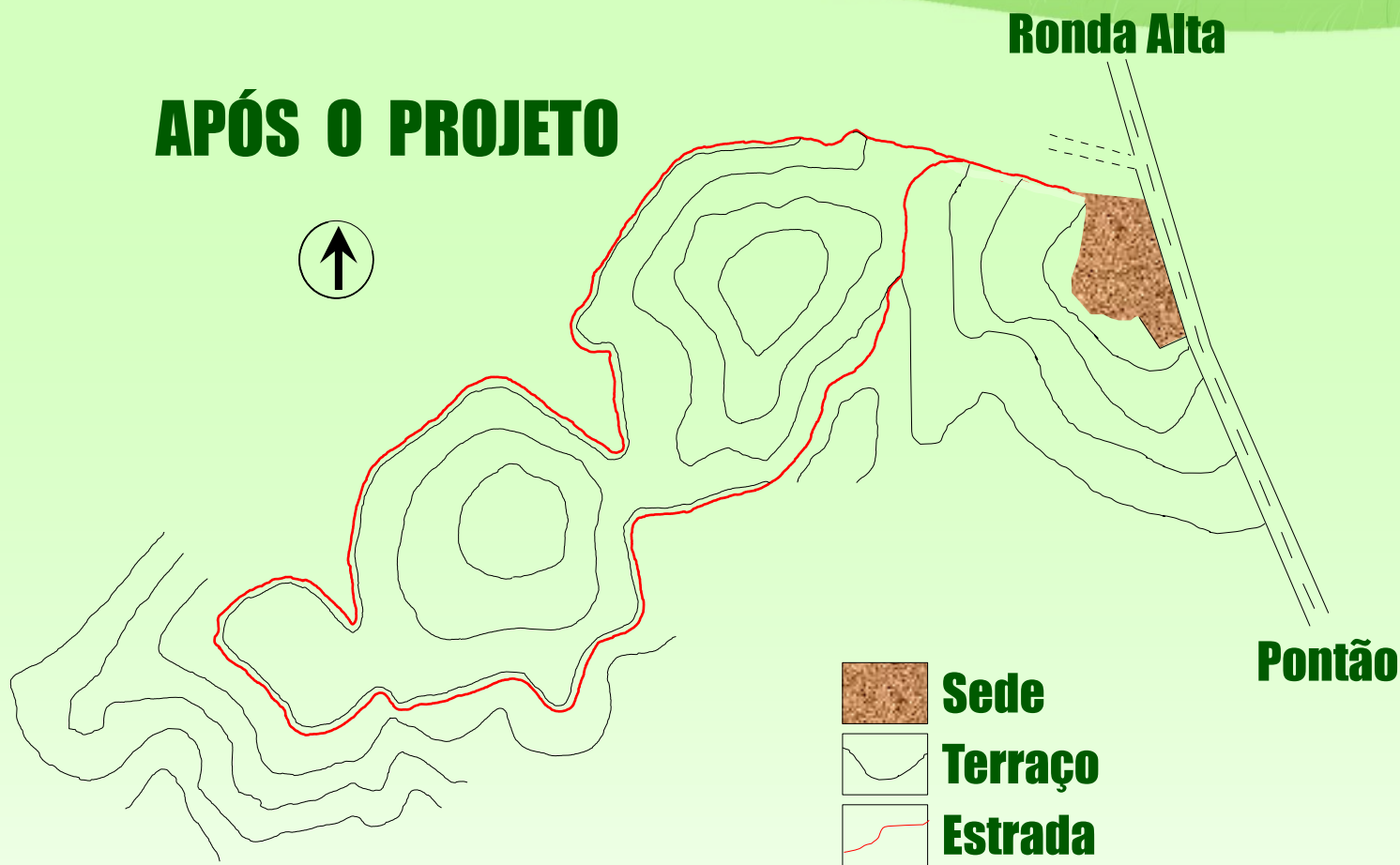
## VALIDAÇÃO DO TERRAÇO FOR WINDOWS

### ANTES DO PROJETO



## VALIDAÇÃO DO TERRAÇO FOR WINDOWS

**APÓS O PROJETO**



## TERRAÇOS AGRÍCOLAS

✎ Base média em nível ➔ indesejável.





## TERRAÇOS AGRÍCOLAS

✎ **Base larga em nível → desejável.**





## TERRAÇOS AGRÍCOLAS

✎ **Base larga em nível → desejável.**





## TERRAÇOS AGRÍCOLAS

 **Canal escoadouro revestido** → escoamento do excesso de água.





## TERRAÇOS AGRÍCOLAS

*R* Em região de clima temperado



## TERRAÇOS AGRÍCOLAS

 **Em região de clima temperado**





## TERRAÇOS AGRÍCOLAS

*R* Em região de clima temperado





## AGRICULTURA INCA






## AGRICULTURA CHINESA





## AGRICULTURA CONSERVACIONISTA



**A agricultura é praticado na  
estrutura conservacionista  
aplicada à terra!**





**ESSA IDEIA NECESSITA EMERGIR NA  
AGRICULTURA BRASILEIRA**



## **ÁGUA QUE INFILTRA NO SOLO**

**↳ É água útil, que gera benefícios ▶ nutre as plantas, abastece o lençol freático e mantém as nascentes, evidenciando o solo como o regulador dos fluxos das águas que tocam a superfície da terra.**

## **ÁGUA QUE ESCOA SOBRE O SOLO**

**↳ É água perdida, que causa danos ▶ não nutre as plantas, não abastece o lençol freático, não mantém as nascentes, carrega solo, insumos agrícolas e material orgânico para os mananciais de superfície, danifica estradas e polui os sistemas do entorno.**



## **RETER A ÁGUA ONDE ELA CAI**

**↳ Elevar a taxa de infiltração de água no solo:**

**↳ Mitigar a compactação do solo;**

**↳ Homogeneizar os indicadores da fertilidade química do solo;**

**↳ Converter Plantio Direto em Sistema Plantio Direto.**

**↳ Conhecer os princípios da mecânica da erosão:**

**↳ Diferenciar a mecânica dos processos erosivos.**

**↳ Dissipar a energia da enxurrada**

**↳ Seccionar pendentes com práticas mecânicas.**

## **MECÂNICA DA EROSÃO**

**↳ Interpretada como trabalho mecânico, resulta da interação dos fatores:**

**▶ Incidência de energia ▶ Ação**

- **Erosividade da chuva**
- **Comprimento da pendente**
- **Declividade do terreno**

**▶ Dissipação de energia ▶ Reação**

- **Resistência do solo à erosão**
  - **Manejo de culturas**
  - **Práticas mecânicas**

## **MECÂNICA DA EROSÃO**

### ***R* Equação Universal de Perdas de Solo por Erosão - EUPS**

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



## MECÂNICA DA EROSÃO

### Equação Universal de Perdas de Solo por Erosão - EUPS

$$E = RLS \cdot KCP$$

**ENERGIA  
INCIDENTE**

**DISSIPAÇÃO DE  
ENERGIA**

## MECÂNICA DA EROSÃO

*R* **Energia da gota de chuva e da enxurrada**

$$E_c = \frac{m v^2}{2}$$

## MECÂNICA DA EROSÃO

*R* **Energia da gota de chuva e da enxurrada**

$$E_c = \frac{mv^2}{2}$$