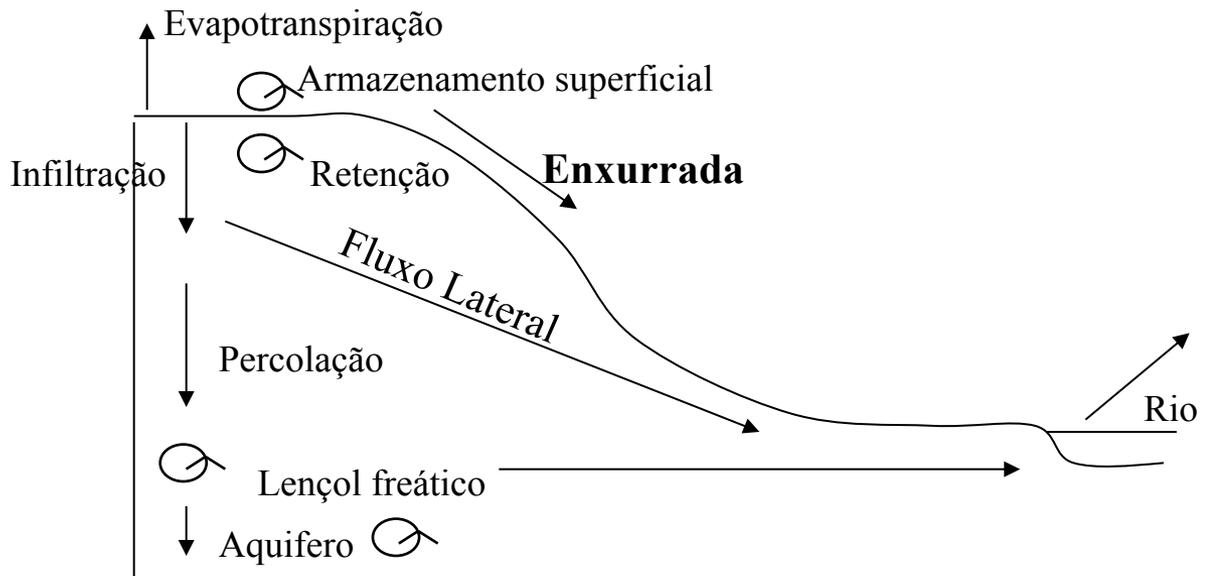
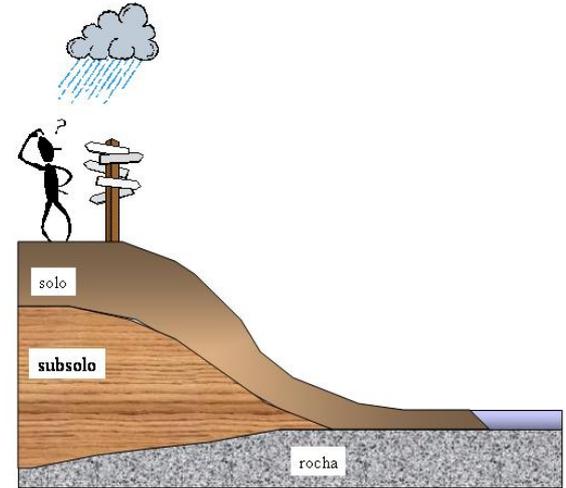




Erosão do Solo: Conceitos

**Prof Miguel Cooper
Depto de Ciência do Solo
ESALQ/USP
E-mail: mcooper@usp.br**



Mecânica da erosão pela água

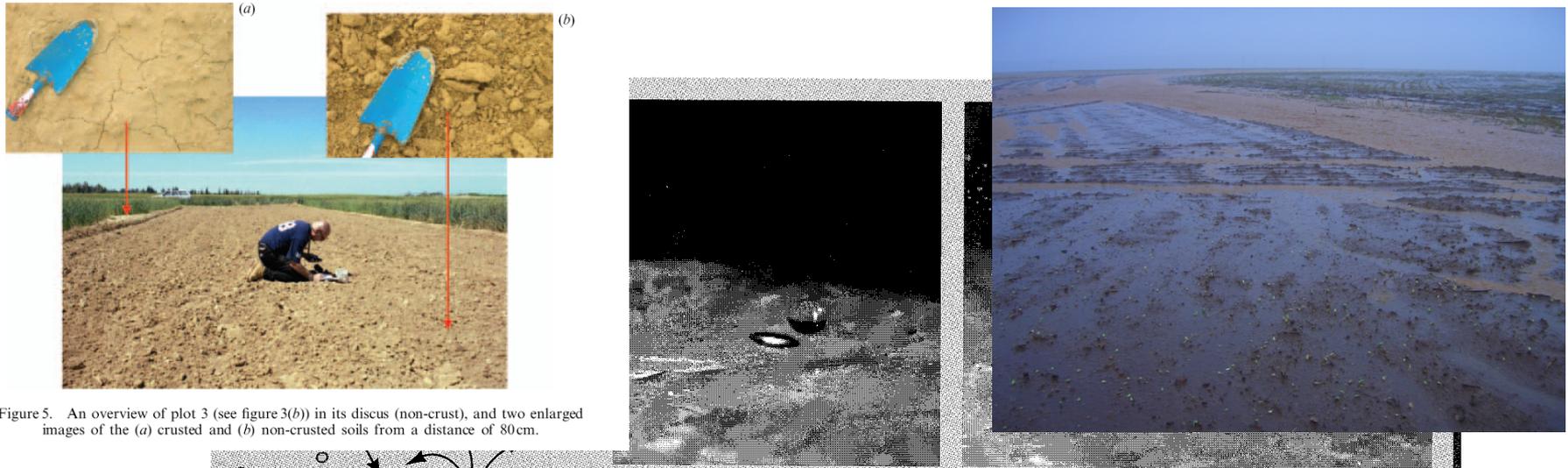
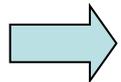
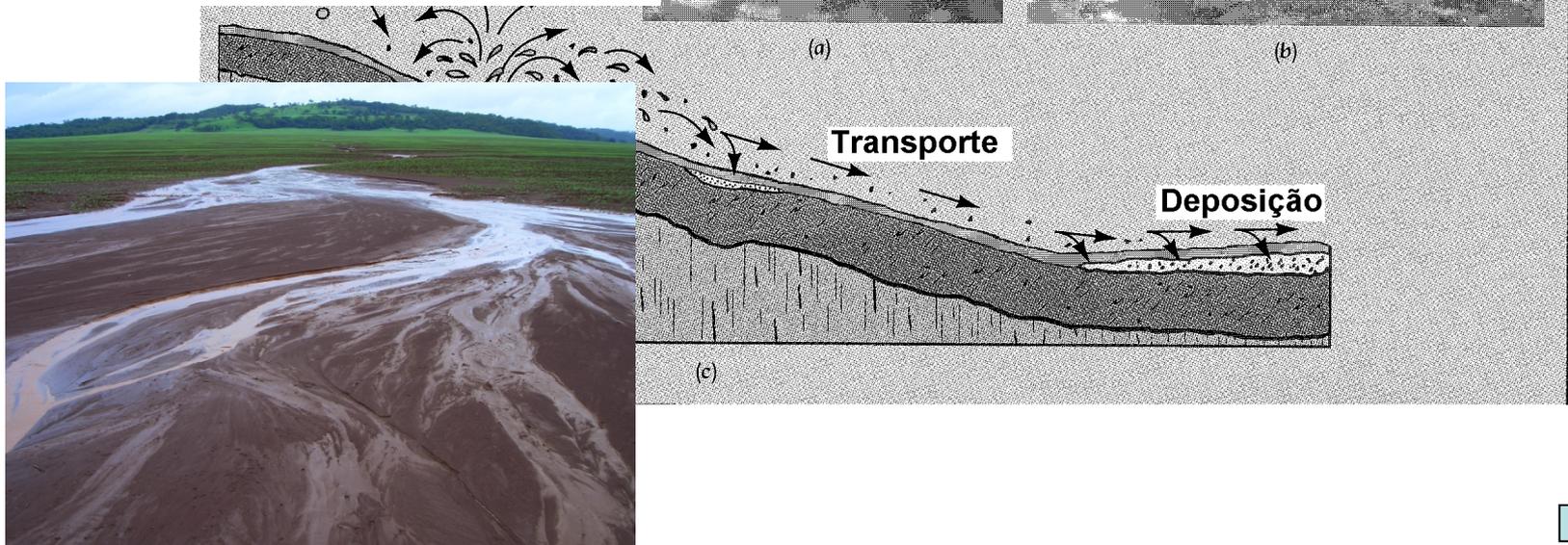


Figure 5. An overview of plot 3 (see figure 3(b)) in its discus (non-crust), and two enlarged images of the (a) crusted and (b) non-crusted soils from a distance of 80cm.





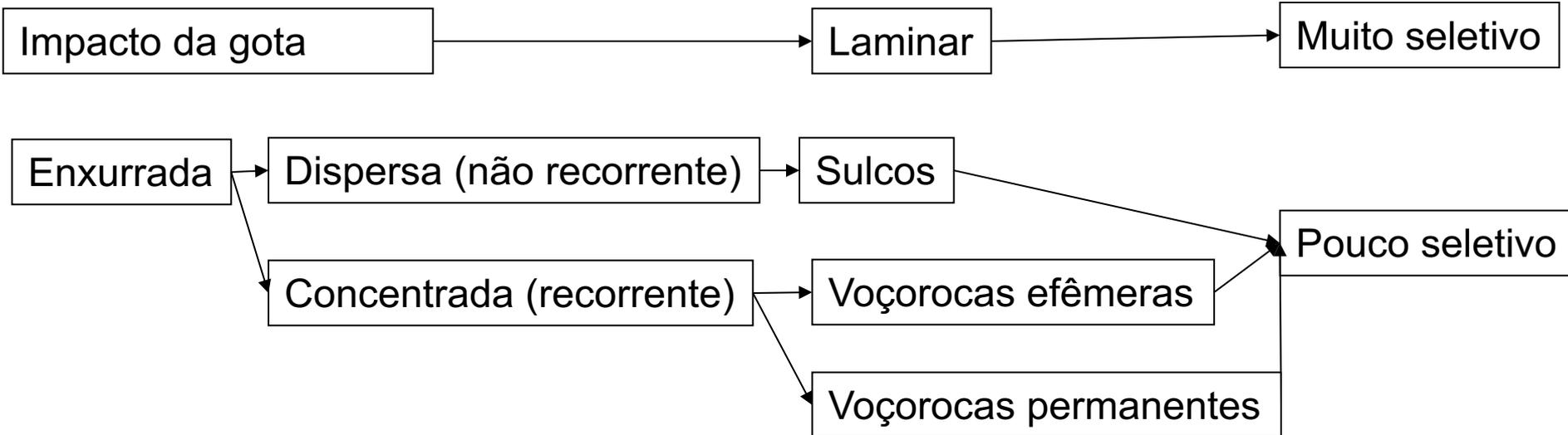




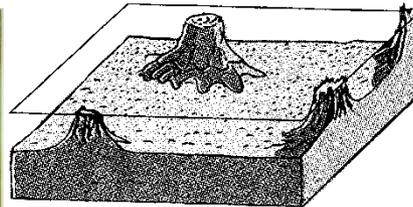
Tipos de erosão

Desprendimento ->

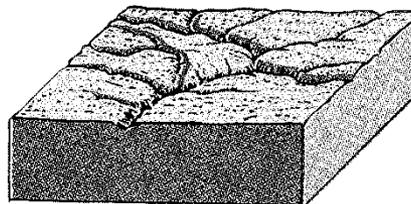
Transporte&Deposição



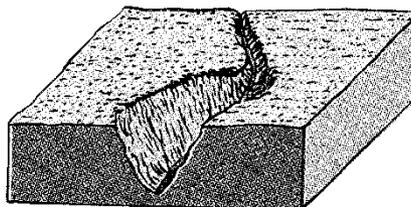
Tipos de erosão



(a) Erosão laminar



(b) Voçorocas efêmeras



(c) Voçorocas



Large Storm effects:

Edwards and Owness (1991):

“With more than 4,000 rainfall events during the study period (28 years), the five biggest erosion-producing events on each watershed (of 229) accounted for 66% of the total erosion”

Strom Rank	Cumulative % of 25 year
1	25
2	41
3	52
4	60
5	66







Baixos investimentos na conservação do solo

Impactos intrínsecos e extrínsecos

Produtividade agronômica

Qualidade ambiental

Infra-estrutura e indústria

Curto prazo

- Inundação
- Recobrimento
- Dano às culturas por químicos no runon

Longo prazo

- Mudanças na profundidade do solo
- Recobrimento da superfície do solo

Qualidade da água

- Eutrofização
- Contaminação
- Alto conteúdo de sedimentos

Qualidade do ar

- Concentração de pó
- Emissões de GHG

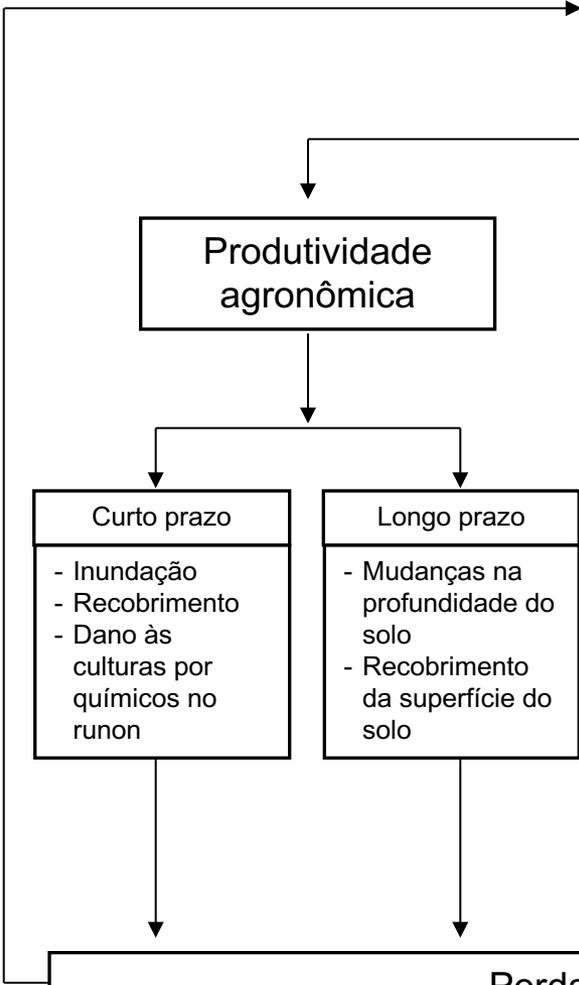
Danos à infraestrutura

- Construção civil
- Canais de água e reservatórios

Dano à indústria

- Inundação
- Aqüicultura
- Facilidades de recreação

Perda de poder aquisitivo e baixa qualidade ambiental





Erosão do Solo: controle

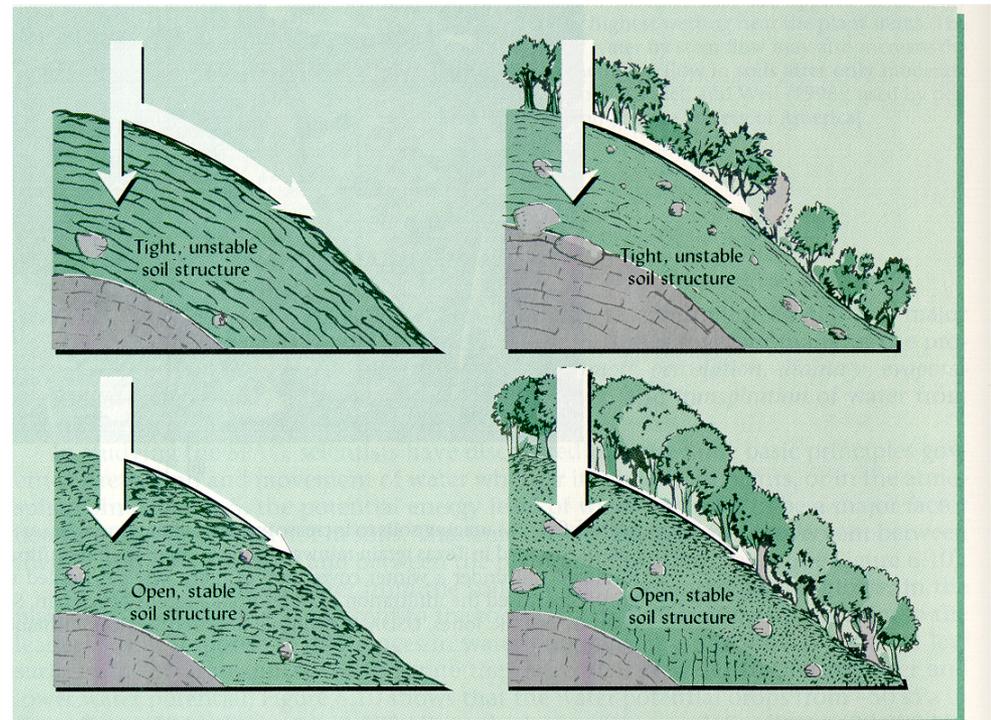
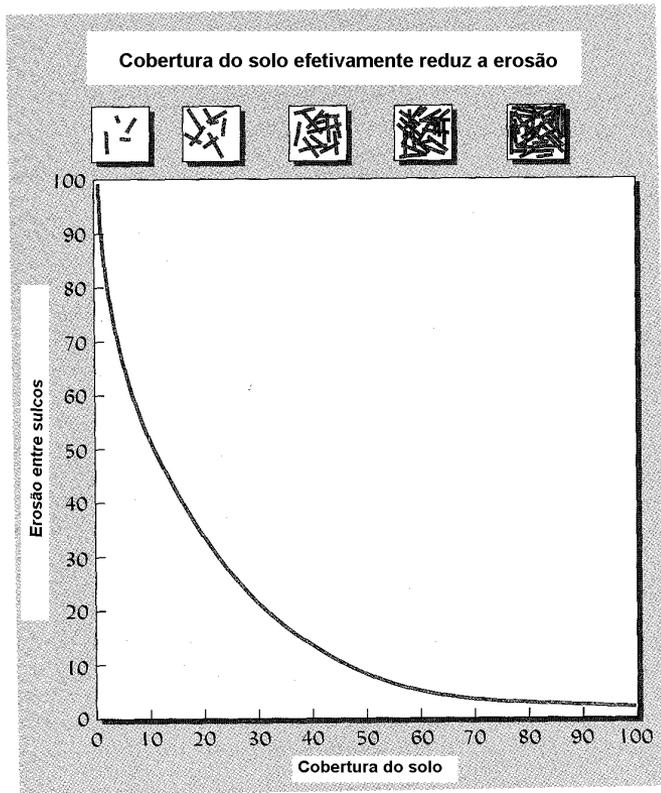
**Prof Miguel Cooper
Depto de Ciência do Solo
ESALQ/USP
E-mail: mcooper@usp.br**

Sem terraços (plântio alinhado)





Controle da erosão – práticas vegetativas



Prática auxiliar ao manejo de cobertura:

- **Plantio Direto**
- Faixas
- Cobertura verde



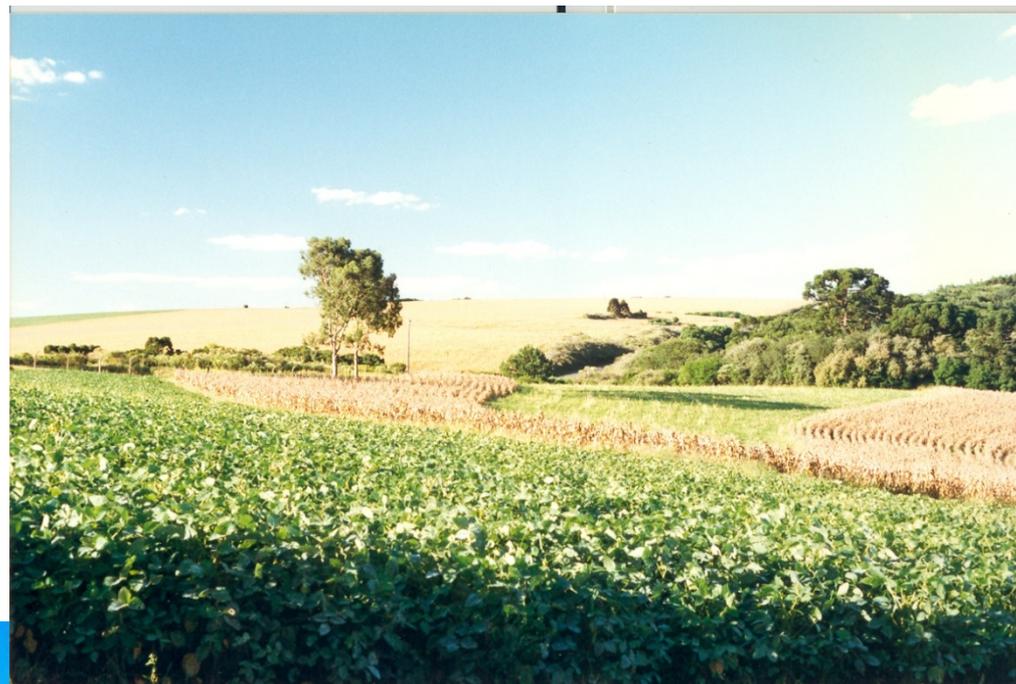
Prática auxiliar ao manejo de cobertura:

- **Plantio Direto**
- Faixas
- Cobertura verde



Prática auxiliar ao manejo de cobertura:

- Plantio Direto
- **Faixas**
- Cobertura verde



Prática auxiliar ao manejo de cobertura:

- Plantio Direto
- **Faixas**
- Cobertura verde



Prática auxiliar ao manejo de cobertura:

- Plantio Direto
- Faixas
- **Cobertura verde**



Terraceamento agrícola

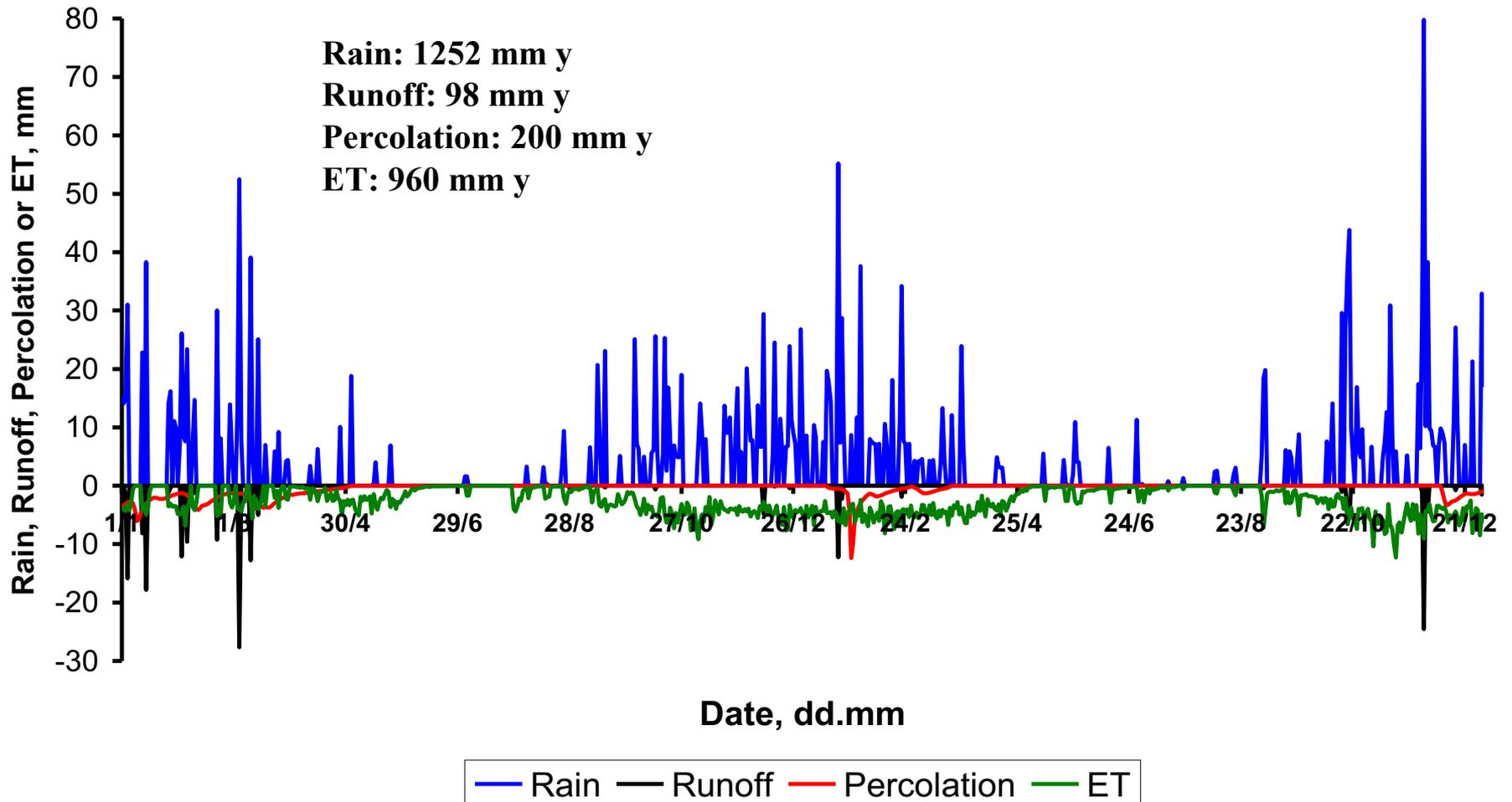
- Funcionamento
- Tipos
- Construção
- Recomendação
- Problemas

Funcionamento: Interceptação do excesso de enxurrada (eventos extremos)
Controle de voçorocas (permanentes e efêmeras) e conservação de estradas



Funcionamento: Pouca influência no ciclo hidrológico geral

Rain, runoff, percolation and ET (cane)



Funcionamento:

Infiltração: terraços em nível, curvas de nível, **terraços de infiltração**



Funcionamento:

Drenagem: terraços em desnível, curvas em desnível, **terraços de drenagem**



Tipos: Embutido



Com aterro, parabólico, base larga

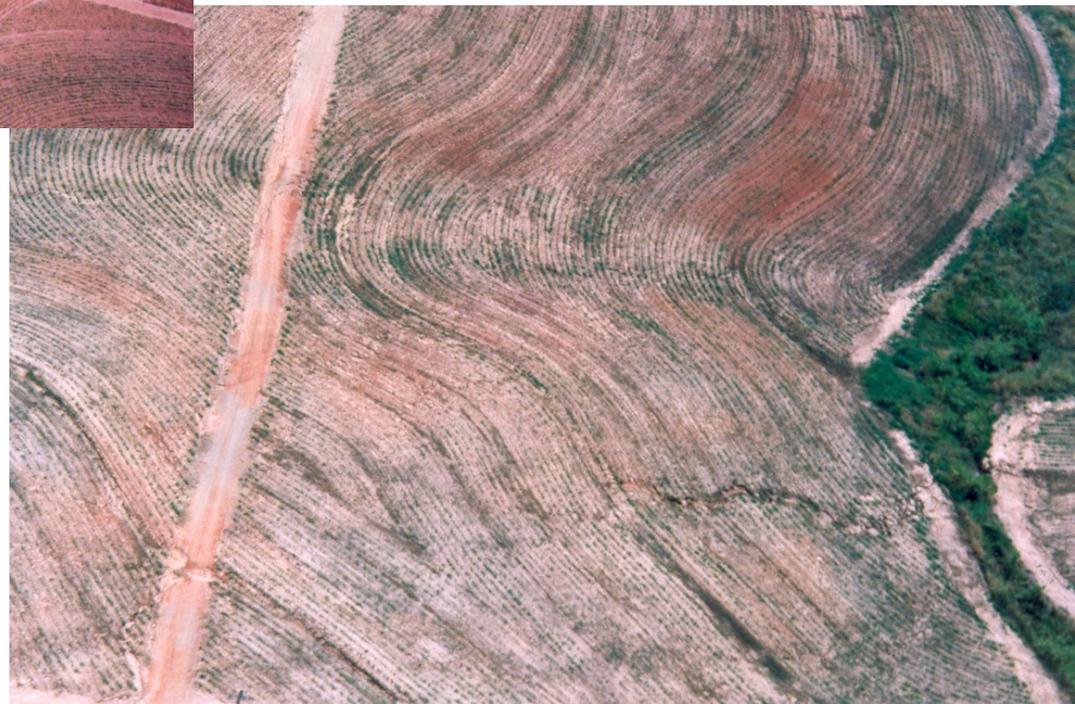


Problemas do terraceamento:

Infiltração e drenagem: linhas mortas



Linhas mortas

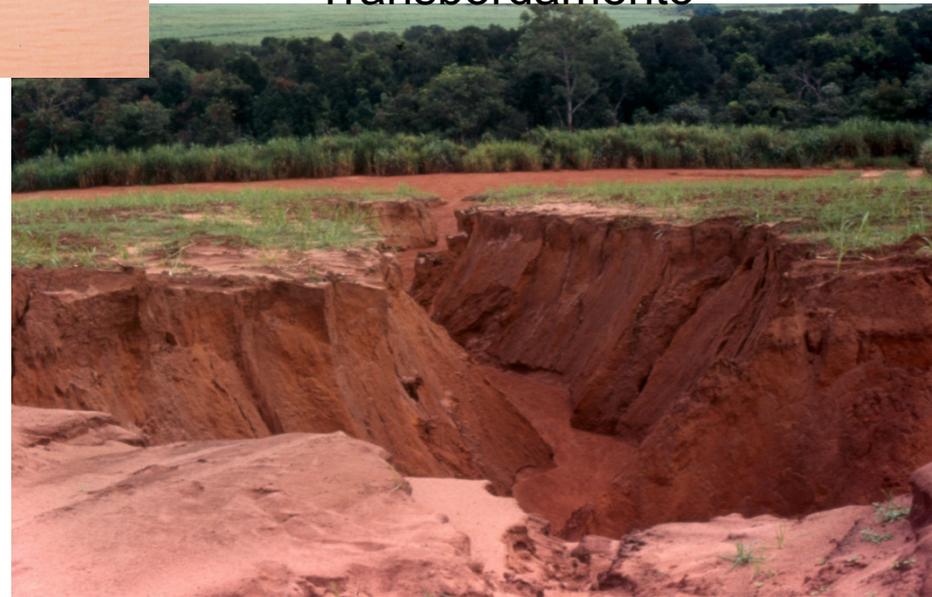


Principais problemas: Infiltração



Impermeabilização

Transbordamento









Terraços de Infiltração com EV cte

$$EV_1 = EV_2; EH_1 \ll EH_2 \rightarrow AR_1 \gg AR_2$$





Principais problemas: Drenagem



Dimensionamento complexo

$$P = \left\{ T^{\left(\alpha + \frac{\beta}{T^{0,25}} \right)} \right\} \times \{ a \times t + b \times \log(1 + c \times t) \}$$

P = Precipitação máxima, mm

T = tempo de recorrência, anos

t = tempo de duração da chuva, h

α = constante que depende da duração precipitação (ver anexo)

β = constante que depende da duração da e da localidade (ver anexo)

a , b , e c = constantes que dependem da localidade (ver anexo)

$$V = \frac{1}{n} \times R^{\frac{2}{3}} \times \sqrt{i}$$

V = velocidade da água num canal aberto, m s⁻¹ (vel. máxima em terraços = 0,5m s⁻¹ e em canais vegetados 1,5m s⁻¹)

n = coeficiente de rugosidade, varia de 0,06 a 0,1 em canais de terra vegetados

R = raio hidráulico do canal (área molhada / perímetro molhado)

i = declividade do canal, m/m

$$Q_{max} = \frac{C \times i \times A}{360}$$

Q_{max} = vazão máxima esperada, m³ s⁻¹

C = coeficiente de enxurrada.

i = intensidade (mm h⁻¹) da precipitação máxima esperada com certo período de retorno (normalmente 15 anos) e de duração igual ao tempo de concentração da área.

A = área de captação no ponto de dimensionamento, ha





Principais problemas: Drenagem



Escoamento em florestas



Assoreamento
Eliminação de banco de sementes
Sucessão

Controle de voçorocas

Fatores antrópicos

Actividades agrícolas

- desmatamento
- queimadas
- uso de áreas marginais
- sobre-pastoreio

Actividades urbanas

- prédios e condomínios
- trilhas
- minas de areia

Estradas

- mal projetadas e bloqueio de cursos de água naturais
- drenos mal dimensionados
- manutenção defeituosa

Avaliação da situação atual:

- fonte e quantidade de enxurrada
- cabeças da voçoroca
- propriedades dos solos
- Microbacia hidrográfica e declividade do canal da voçoroca
- padrão de drenagem
- vegetação
- características da chuva
- uso da terra atual
- capacidade de uso da terra

Identificar as necessidades de conservação para as diferentes unidades de relevo

Proteger as cabeceiras das voçorocas com cercas ou cercas vivas

Desviar a água da enxurrada para fora da voçoroca

Mudar o uso da terra na microbacia que alimenta a voçoroca

- uso de coberturas vegetativas
- reflorestamento

Instalar estruturas de engenharia

- paliçadas de madeira ou pedra
- diques
- gabiões
- pneus

Voçoroca de Avaré (SP)





















2006







1996

2006











1996



2006

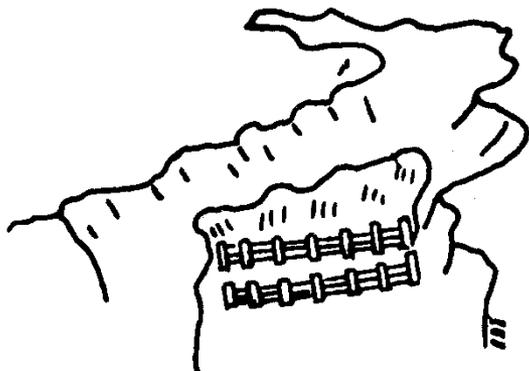




(A) BARRAGEM DE PEDRA



(B) BARRAGEM DE TI



(C) BARRAGEM DE TOCOS DE ÁRVORES E DE FOLHAS DE PLANTAS LENHOSAS

Figura 8.28. Barragens para controle de voçorocas.

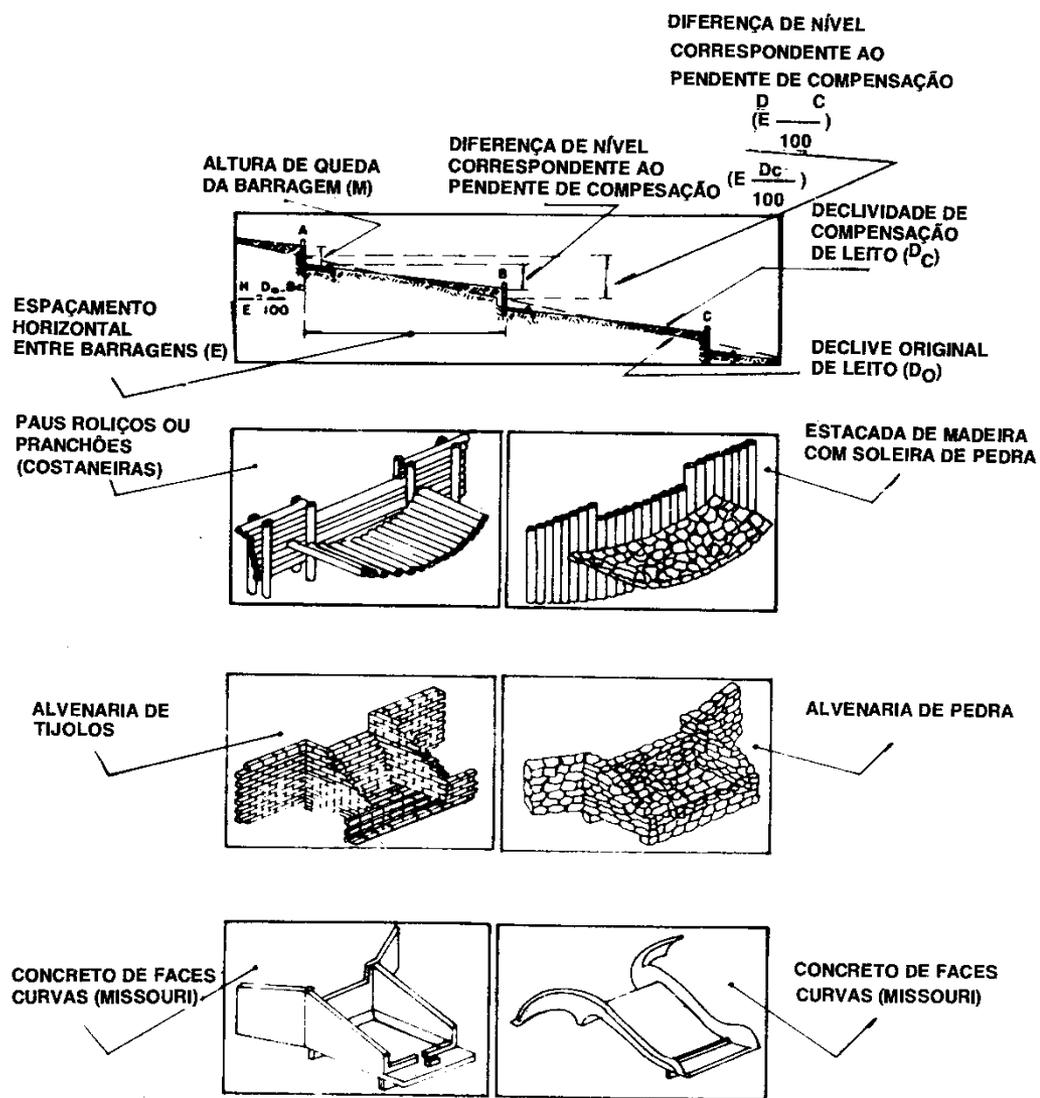


Figura 8.29. Estruturas para barragens de redução de declividade no leito vegetado de canais escoadouros (desenho de J.Q.A. Marques)



Riparian Buffer System

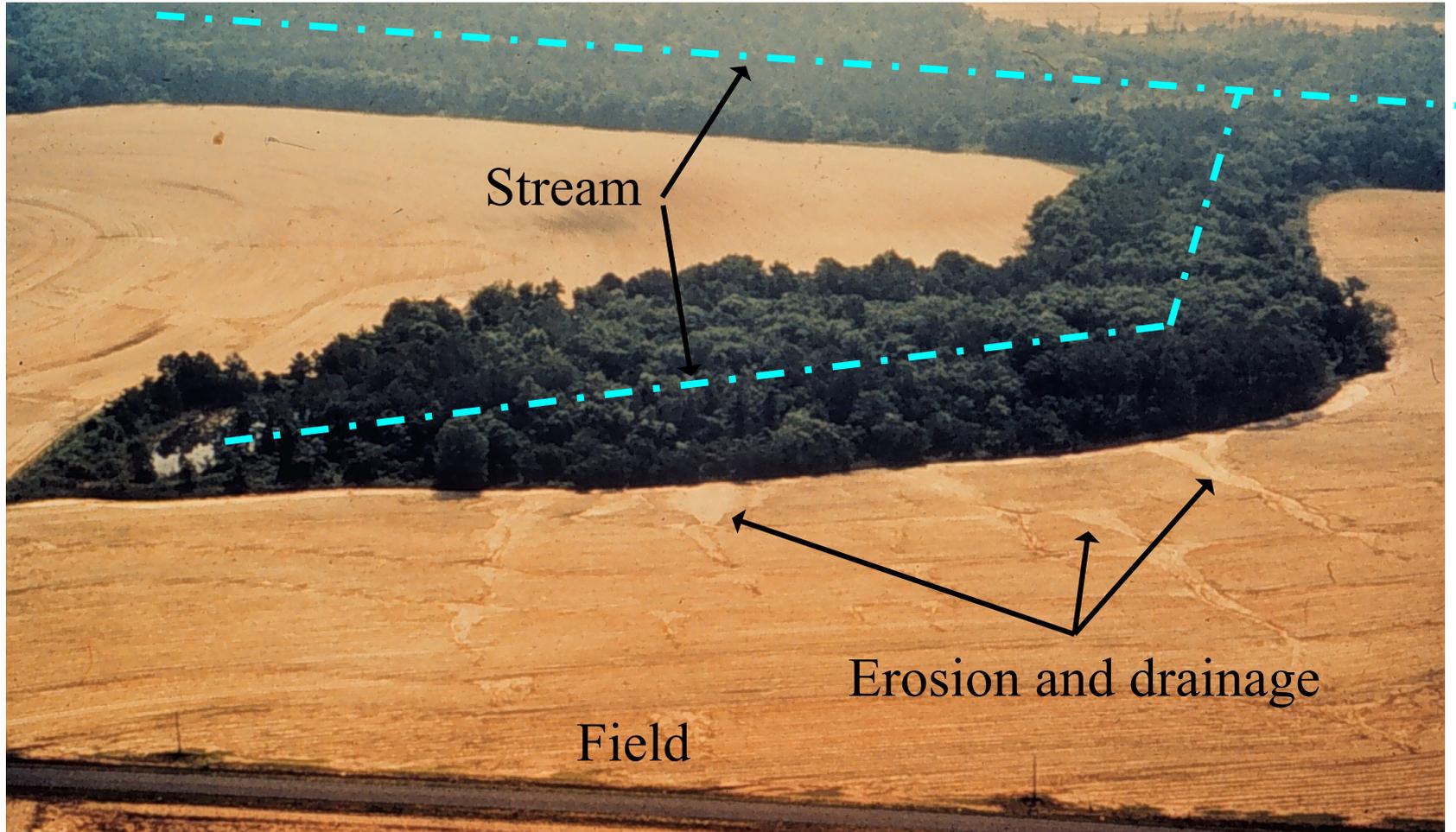
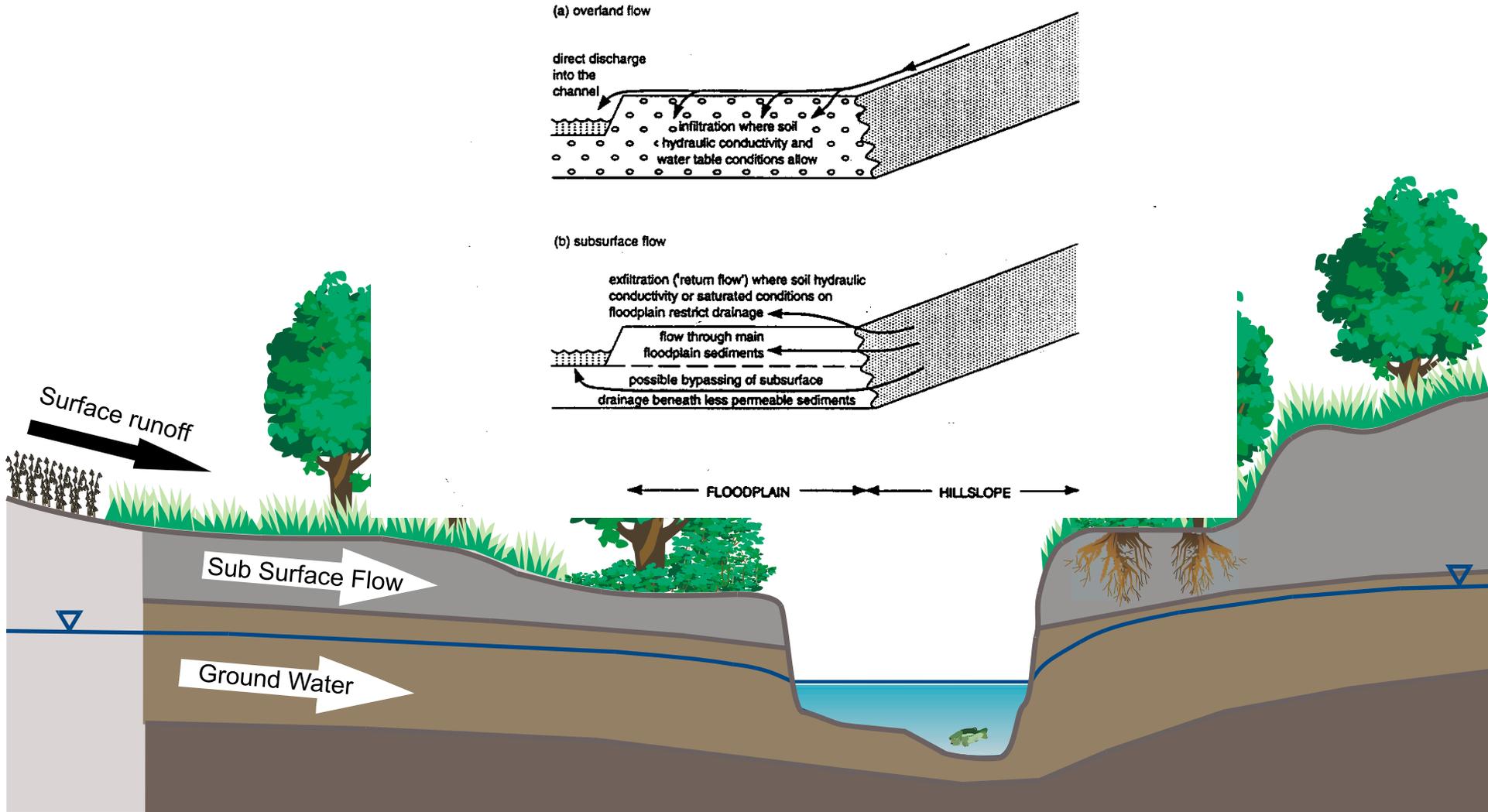
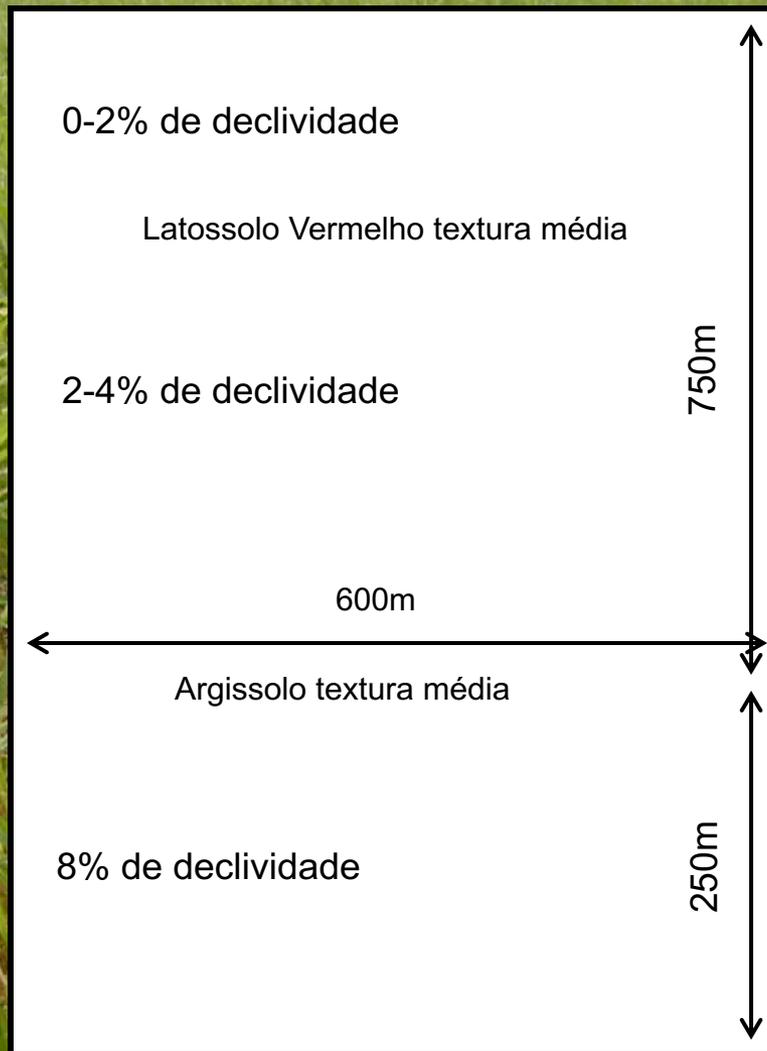


Figure 6. Summary of main flow paths by which hillslope discharge moves through a floodplain to reach the channel: (a) for surface water inputs from upslope; (b) for subsurface water inputs from upslope.





Altair (SP)
Conversão de pastagem para cana-de-açúcar
Ênfase na mecanização da colheita



Projeto Conservacionista

Altair (SP)

Conversão de pastagem para cana-de-açúcar

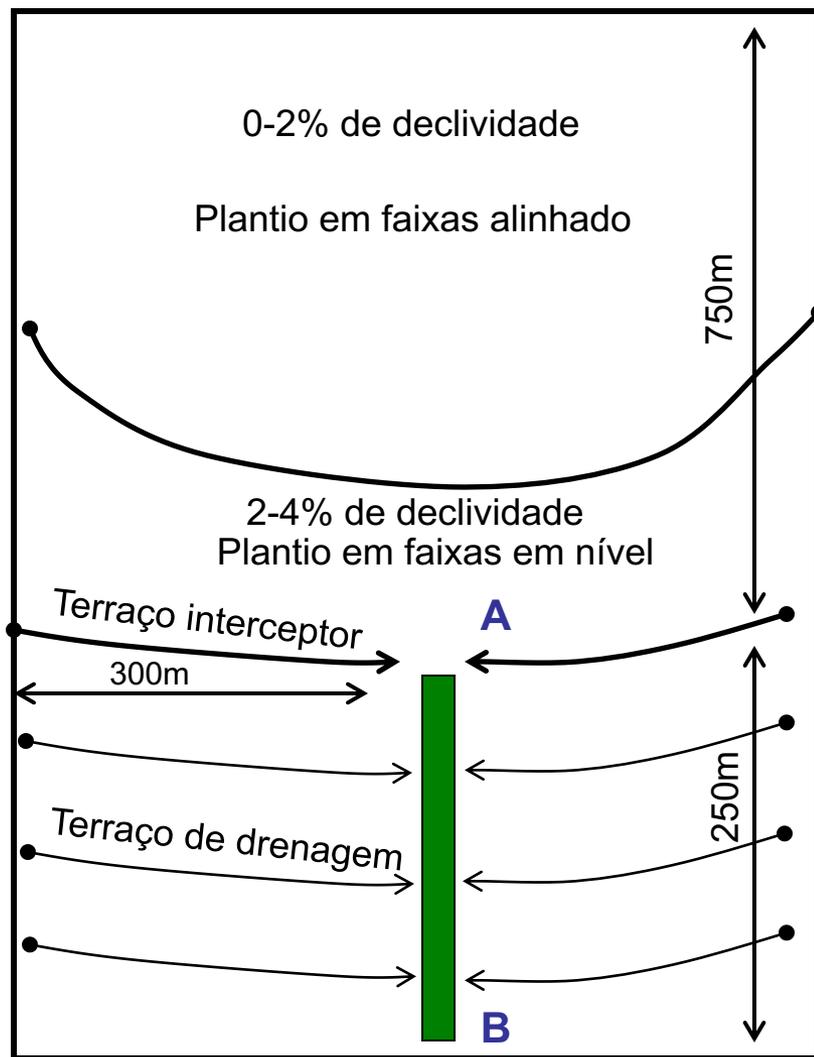
Colheita mecanizada

Pouca sensibilidade a risco

Latossolo Vermelho textura média

Argissolo textura média

8% de declividade



Canal escoadouro



Plantio em nível

Plantio em faixas sem terraceamento

Plantio alinhado













Muito obrigado