

PCS – 502 CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA

Aula 9

- DIMENSIONAMENTO DE CANAIS ESCOADOUELOS E DE TERRAÇOS.**
- CONSERVAÇÃO DE ESTRADAS NÃO PAVIMENTADAS.**
- DIMENSIONAMENTO DE BACIAS DE CAPTAÇÃO.**

PROF. MARX LEANDRO NAVES SILVA

TERRAÇO DE INFILTRAÇÃO (NÍVEL)

$$V_t = A \cdot I \cdot C$$

V_t é o volume máximo da enxurrada (m^3);

A é a área de drenagem (m^2);

I é a precipitação máxima (m);

C é o coeficiente de enxurrada.

$$V_t = V_c$$

$$V_c = CL \cdot S$$

V_c é o volume do canal (m^3);

CL é o comprimento linear do canal (m);

S é a área da seção do canal (m^2).

TERRAÇO DE DRENAGEM (DESNÍVEL)

$$Q_t = C . I . A / 3600$$

Q_t é a vazão total da área (m^3s^{-1});

C é o coeficiente de enxurrada;

I é a intensidade máxima de chuva (m);

A é a área de contribuição entre dois terraços (m).

$$Q_c = S . V$$

Q_c é a vazão do canal (m^3s^{-1});

S é a área da seção do canal (m^2);

V é a velocidade média da enxurrada no canal (ms^{-1});

A é a área de contribuição entre dois terraços (m).

$$Q_c \geq Q_t$$

Coeficientes de enxurrada (C) para diferentes condições de topografia e cobertura vegetal

CLASSE DE DECLIVIDADE

C

I. ONDULADA (5 a 10% de declive)

Com culturas anuais/perenes 0,60

Com pastagens 0,36

Com florestas 0,18

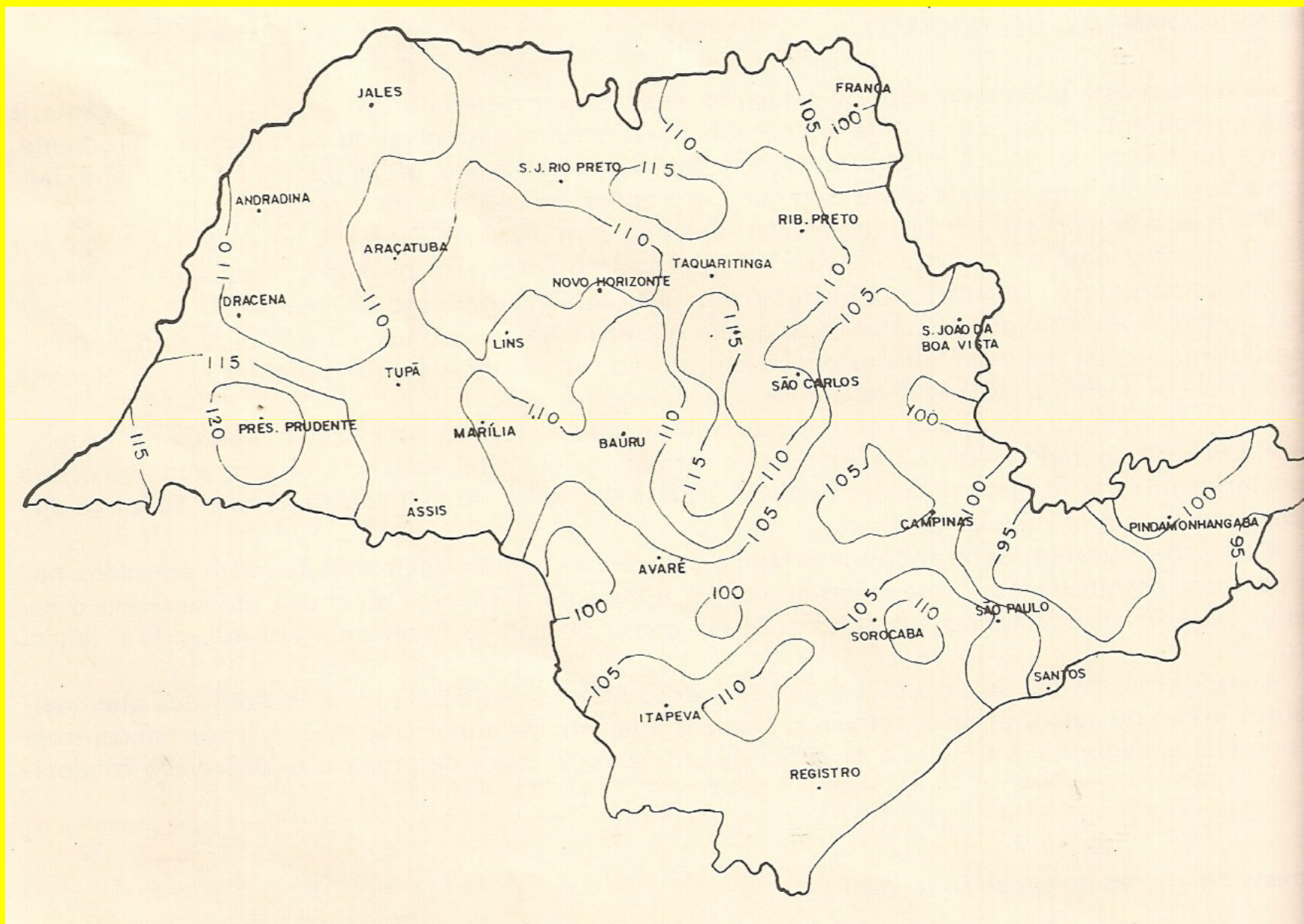
II. MONTANHOSA (10 a 30% de declive)

Com culturas anuais/perenes 0,72

Com pastagens 0,42

Com florestas 0,21

**ISOLINHAS DE PRECIPITAÇÕES DIÁRIAS MÁXIMAS PARA O ESTADO DE SÃO PAULO,
PARA O PERÍODO DE RETORNO DE 10 ANOS.**





Plúvio 2.1

Copyright (2005) © GPRH



RELATÓRIO

Parâmetros da Equação de Intensidade, Duração e Frequência da Precipitação

LOCALIZAÇÃO:

Localidade: Três Pontas **Estado:** Minas Gerais

Latitude: 21°22'00"

Longitude: 45°30'45"

PARÂMETROS DA EQUAÇÃO:

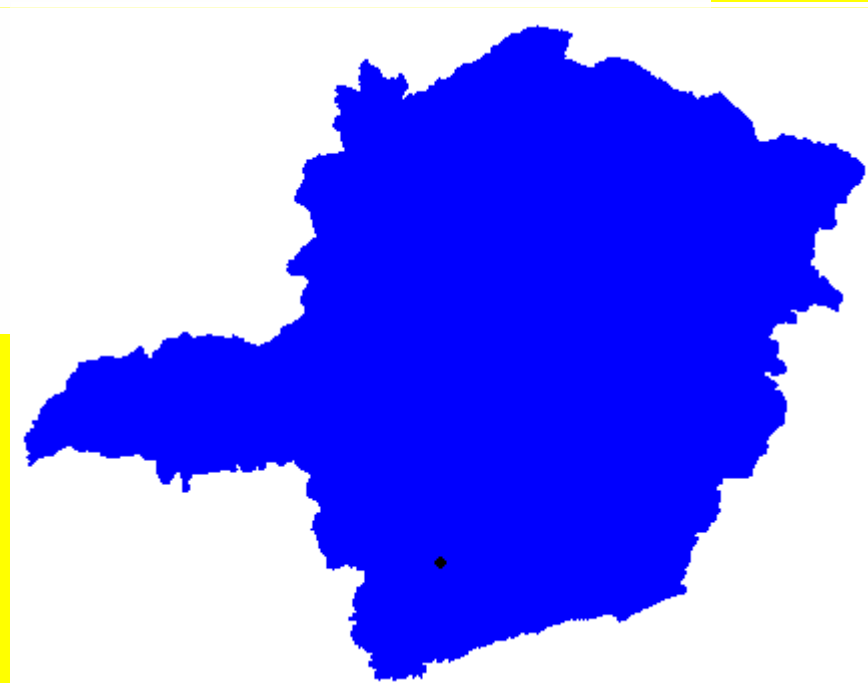
K: 5690.461

a: 0.200

b: 32.626

c: 1.080

MAPA DE LOCALIZAÇÃO:



$$I_m = K T^a / (t + b)^c$$

$$I_m = 67,8 \text{ mm/h}$$

$$V = 1/n \cdot R^{2/3} \cdot i^{1/2}$$

V é a velocidade media da enxurrada dentro do canal (m²s⁻¹);
n é o coeficiente de rugosidade;
R é o raio hidráulico do canal (m);
i é a declividade do canal (m).

$$R = S/P_m$$

R é o raio hidráulico do canal (m);
S é a área da seção do canal (m²);
P_m é o perímetro molhado do canal (m).

VALORES DE COEFICIENTE DE RUGOSIDADE

TIPO DE CANAL	n
Revestimento de diversos materiais	
- Concreto mal acabado	0,015
- Concreto bem acabado	0,013
- Madeira aplainada	0,012
- Madeira não aplainada	0,013
- Tijolos rejuntados	0,013
Revestimento de terra	
- Fundo e lateral limpo	0,022
- Fundo limpo e arbustos nas laterais	0,035
- Fundo e laterais com vegetação densa	0,100

VALORES MÁXIMOS DE VELOCIDADE MÉDIA PARA CANAIS DE TERRA

SOLOS COM BAIXA COESÃO	$V < 0,25 \text{ m s}^{-1}$
SOLOS COM MÉDIA COESÃO	$V < 0,50 \text{ m s}^{-1}$
SOLOS COM ALTA COESÃO	$V < 1,0 \text{ m s}^{-1}$

MEDIDAS GERAIS DO CANAL DE TERRAÇO

LARGURA DO CANAL: 1,50 a 7,50 m

PROFUNDIDADE DO CANAL: 0,20 a 1,0 m

ALTURA DO CAMALHÃO: 0,20 a 1,0 m

AMPLITUDE DA ÁREA DA SEÇÃO DO CANAL:

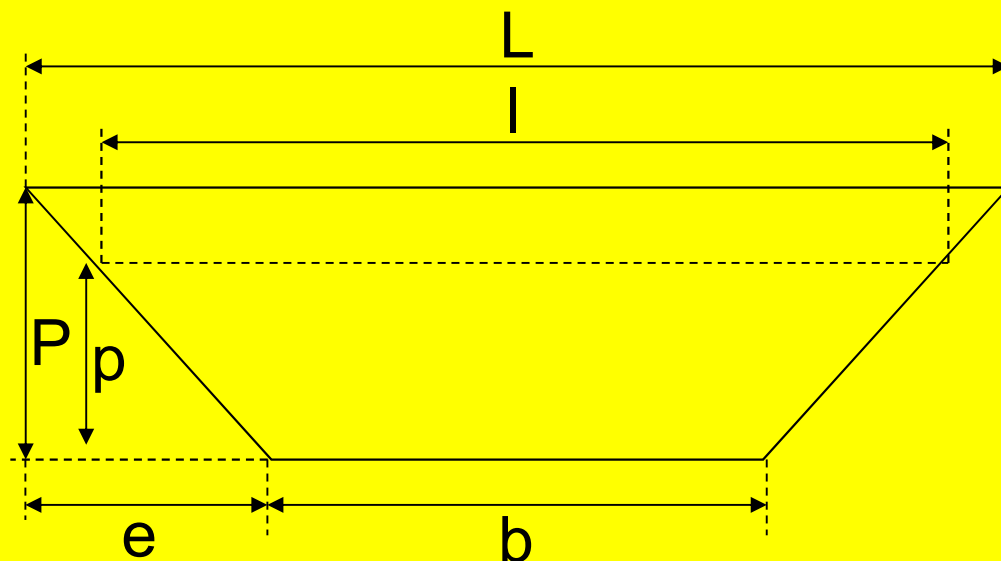
TERRAÇO DE BASE ESTREITA: 0,50 a 0,70 m²

TERRAÇO DE BASE MÉDIA: 0,70 a 0,90 m²

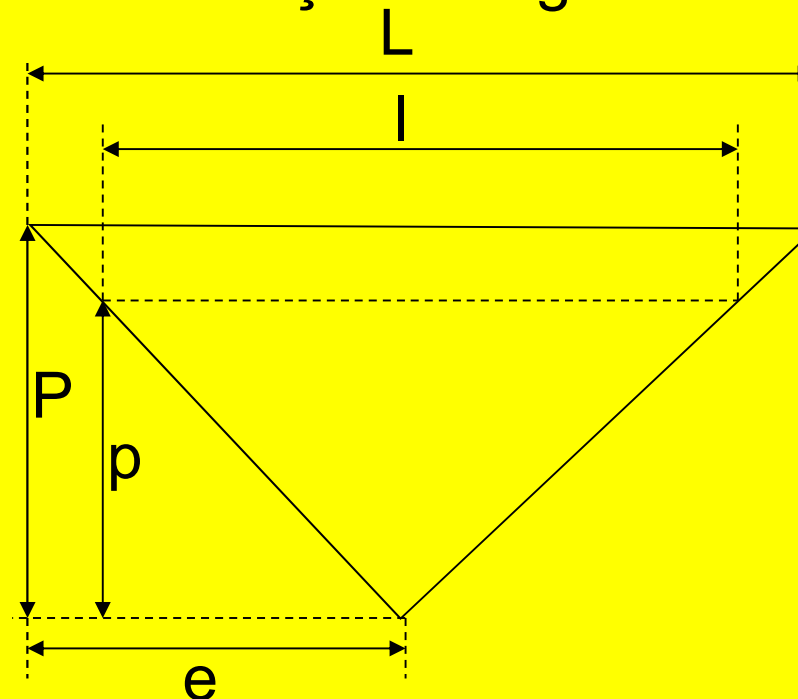
TERRAÇO DE BASE LARGA: 0,90 a 1,10 m²

FORMA DA SEÇÃO DO CANAL

Seção trapezoidal

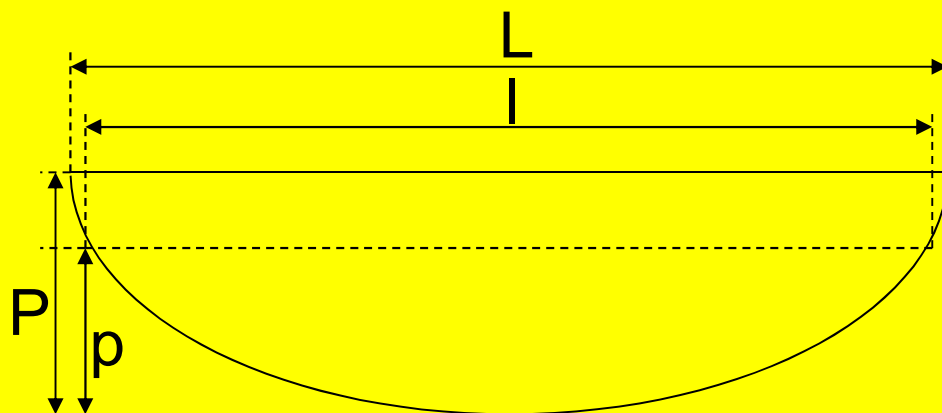


Seção triangular



$$Z = e/P = 4/1$$

Seção Parabólica



P profundidade total do canal

p profundidade útil do canal

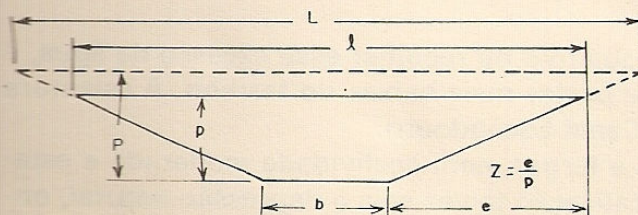
P-p borda de segurança

L largura total do canal

I largura útil do canal

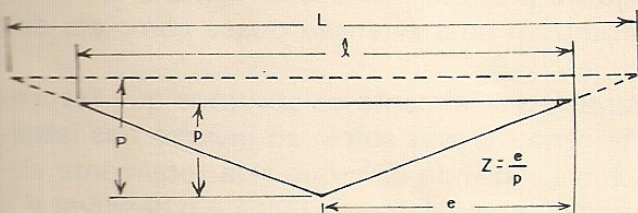
b base menor do canal trapezoidal

e projeção horizontal da parede lateral do canal



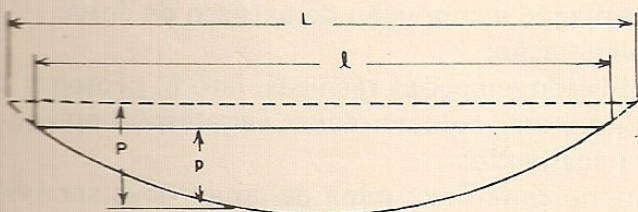
ÁREA SECCIONAL, A	PERÍMETRO MOLHADO, PM	RAIO HIDRÁULICO $R = \frac{A}{PM}$	LARGURA SUPERIOR
$bp + Zp^2$	$b + 2p\sqrt{Z^2 + 1}$	$\frac{bp + Zp^2}{b + 2p\sqrt{Z^2 + 1}}$	$l = b + 2pZ$ $L = b + 2pZ$

SEÇÃO TRAPEZOIDAL



Zp^2	$2p\sqrt{Z^2 + 1}$	$\frac{Zp}{2\sqrt{Z^2 + 1}}$ ou aprox. $\frac{p}{2}$	$l = 2pZ$ $L = \frac{p}{p} l$
--------	--------------------	--	----------------------------------

SEÇÃO TRIANGULAR



$\frac{2}{3} l p$	$l + \frac{8p^2}{3l}$	$\frac{l^2 p}{1,5 l^2 + 4p^2}$ ou aprox. $\frac{2p}{3}$	$l = \frac{A}{0,67p}$ $L = l \left(\frac{P}{p}\right)^{1/2}$
-------------------	-----------------------	---	---

SEÇÃO PARABOLÓIDE

- p - profundidade total do canal
- p - profundidade útil do canal
- p - P - bordo livre (segurança)
- L - largura total do canal
- l - largura útil do canal
- b - base menor do canal trapezoidal (fundo plano)
- e - projeção horizontal da parede lateral do canal
- z - relação entre projeção horizontal da parede lateral do canal e a profundidade útil do canal.

**CONSERVAÇÃO DE ESTRADAS NÃO
PAVIMENTADAS**

**DIMENSIONAMENTO DE BACIAS DE
CAPTAÇÃO**

A estrada não pavimentada é a principal base de toda a atividade nos sistemas de produção animal e vegetal, servindo para viabilizar o tráfego de mão-de-obra, os meios de produção e aspectos sociais, como:

- **Implantação dos talhões de plantio;**
- **Proteção (fito sanitários, combate a incêndios, etc);**
- **Colheita;**
- **Transporte dos insumos, defensivos e produtos;**
- **Transporte escolar e de saúde.**

Impactos na estrada:

Retirada da cobertura vegetal;

- **Exposição de taludes (Hor. C);**
- **Movimentação do solo;**
- **Compactação.**

Erosão hídrica: eventos de chuva erosiva e ausência de práticas conservacionistas.

Formas de Erosão Hídrica em estradas florestais: Laminar, Sulcos, Tunel, Desabamento de encostas e Voçorocas



Hor. A + B (Solum)

DMG = 4,70 mm

Silte + areia fina = 180 g kg⁻¹

Rel. silte/argila = 0,20

Estr. Blocos a granular, coerência de média a alta
E Perm de baixa a muito alta.

Hor. C

DMG = 0,27 mm

Silte + areia fina = 550 g kg⁻¹

Rel silte/argila = 1,03

Estr. Maciça, coerência e Perm. muito baixa e baixa

Ferreira (2005)

Considerações:

-  **A presença de pseudomorfos de caulinita e altos teores de silte + areia fina, estrutura ajustada face a face no horizonte C exposto, propicia uma baixa permeabilidade do solo à água, baixa coerência entre partículas, baixa estabilidade de agregados, ocasionando os processos erosivos de deslocamento de massa.**
-  **O que se observa na natureza não é um desmoronamento contínuo ao longo das paredes de um talude, mas, sim, desmoronamentos localizados. O que os faz isolados e não contínuos é a variabilidade espacial dos atributos envolvidos (erodibilidade do solo, erosividade da chuva, fator topográfico, cobertura vegetal e práticas de controle).**
-  **Essa estimativa pode ser contornado pelo emprego de técnicas estocásticas, onde as incertezas do processo, a sua propagação e as probabilidades de falha do sistema são consideradas no processo erosivo.**

Distribuição das Voçorocas no Município de Nazareno (MG).

Estradas:

64% das Voçorocas
Área superior a 344,6 ha

Solos:

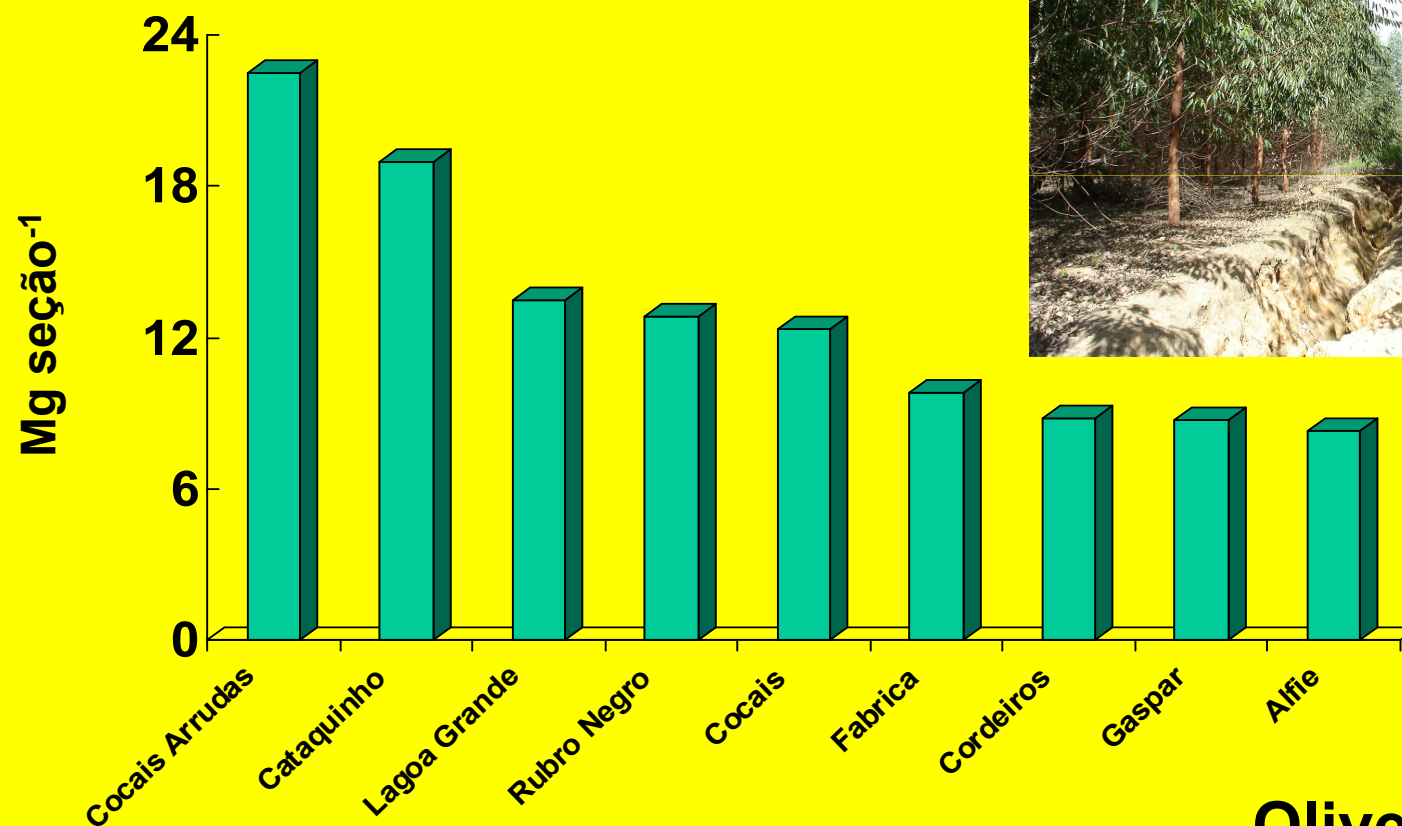
Cambissolos = 51,3%
LVA = 29,6%
LV = 19,1%



Ferreira (2005)

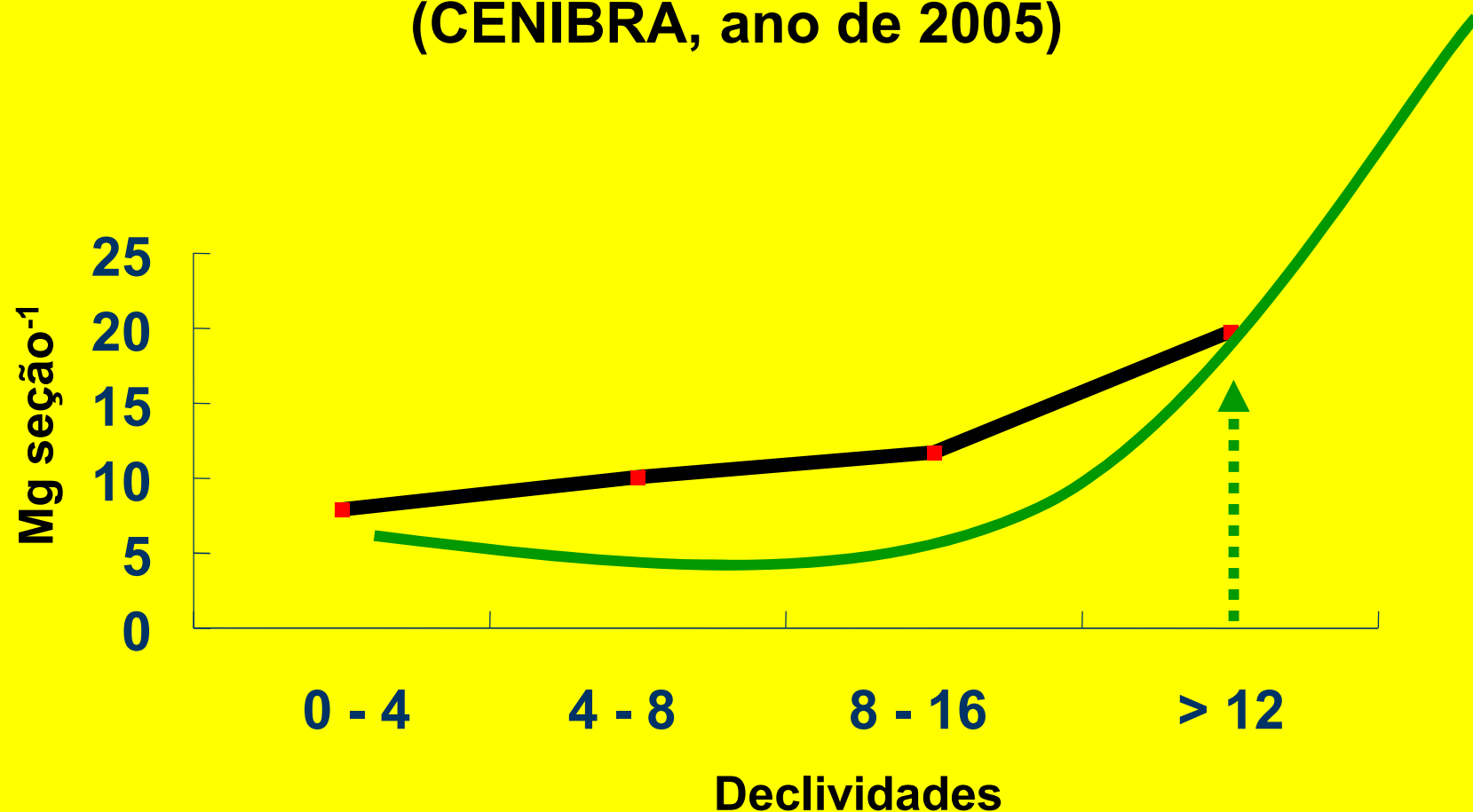


Valores médios de perdas de solo por erosão em sulcos e laminar em seção de estradas florestais na região do Vale do Rio Doce, MG (CENIBRA, ano de 2005)



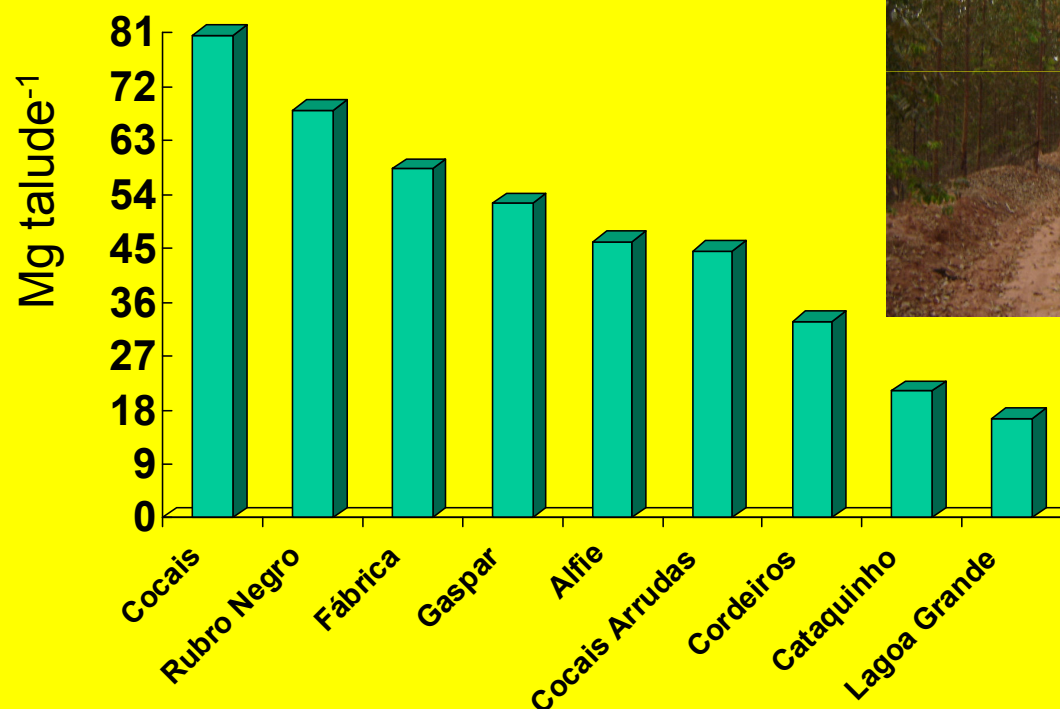
Oliveira (2006)

**Valores médios de perdas de solo por erosão em sulcos
e laminar em função da declividade das estradas
florestais na região do Vale do Rio Doce, MG
(CENIBRA, ano de 2005)**



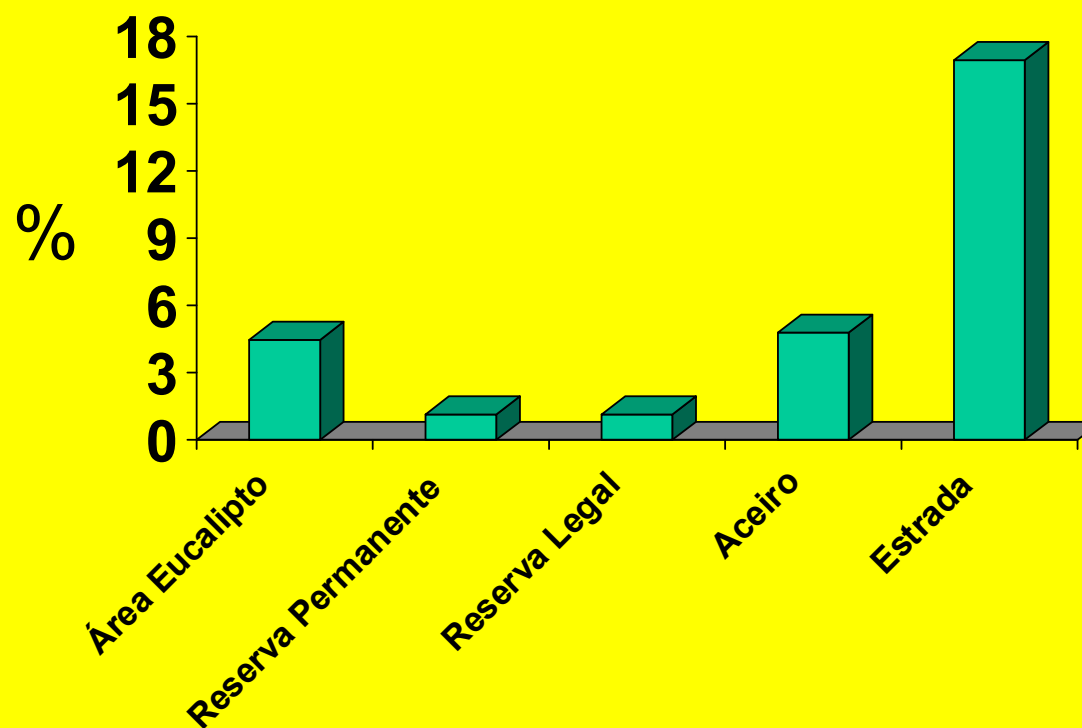
Oliveira (2006)

Valores médios de perdas de solo por deslocamento de massa em encostas e taludes de estradas florestais na região do Vale do Rio Doce, MG (CENIBRA, ano de 2005)



Oliveira (2006)

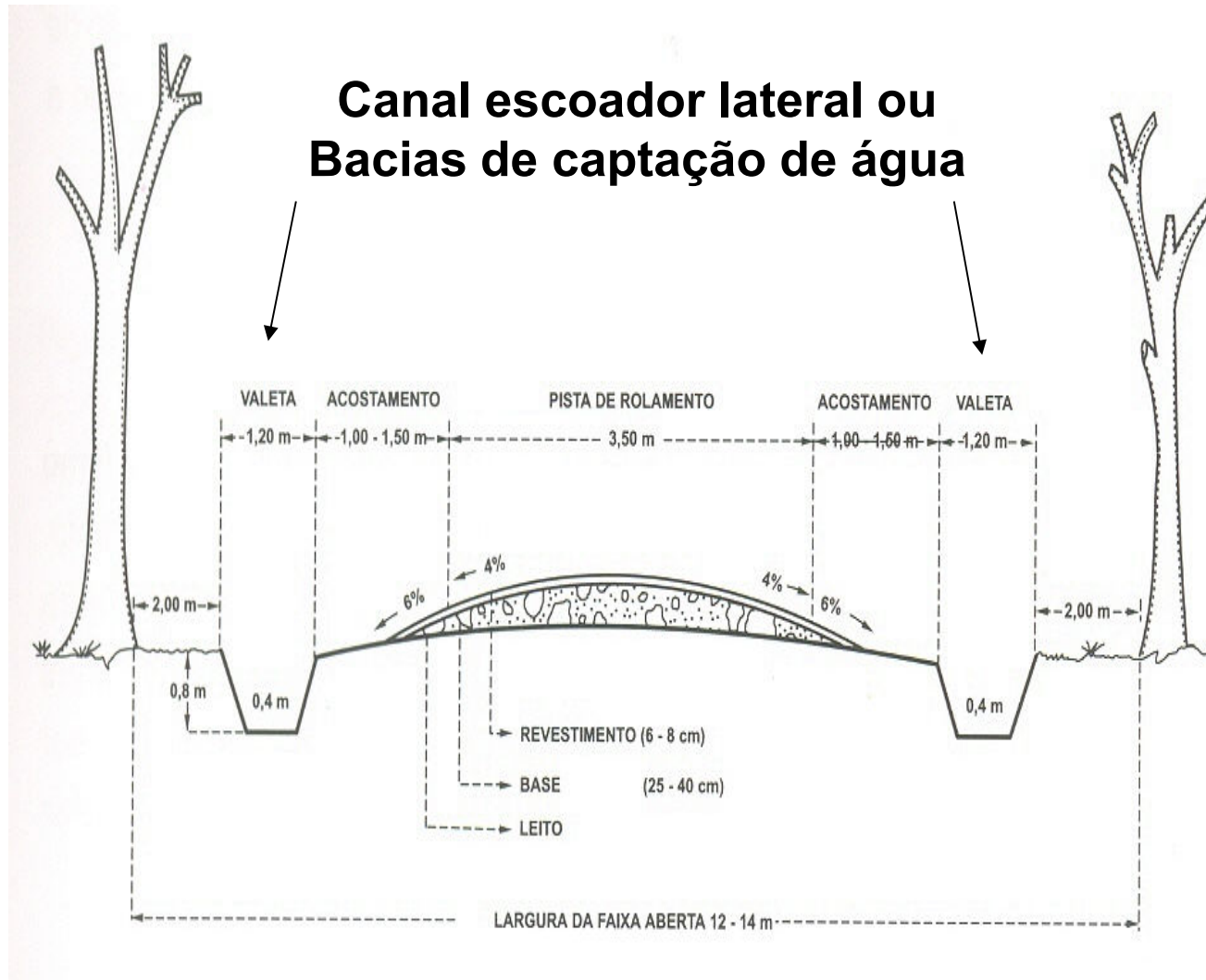
**Valores percentuais de perdas de água nas
áreas sob diferentes usos
região Vale do Rio Doce, MG
(CENIBRA, Período de 2002 – 2005)**



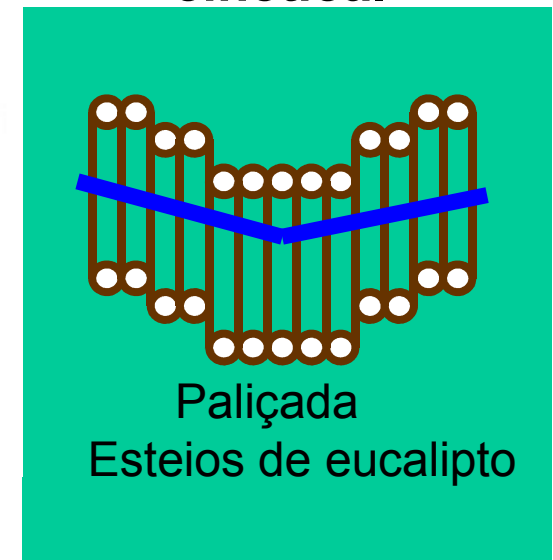
Oliveira (2006)

Práticas de conservação do solo em estradas Florestais:

Aspectos de um corte transversal de uma estrada florestal



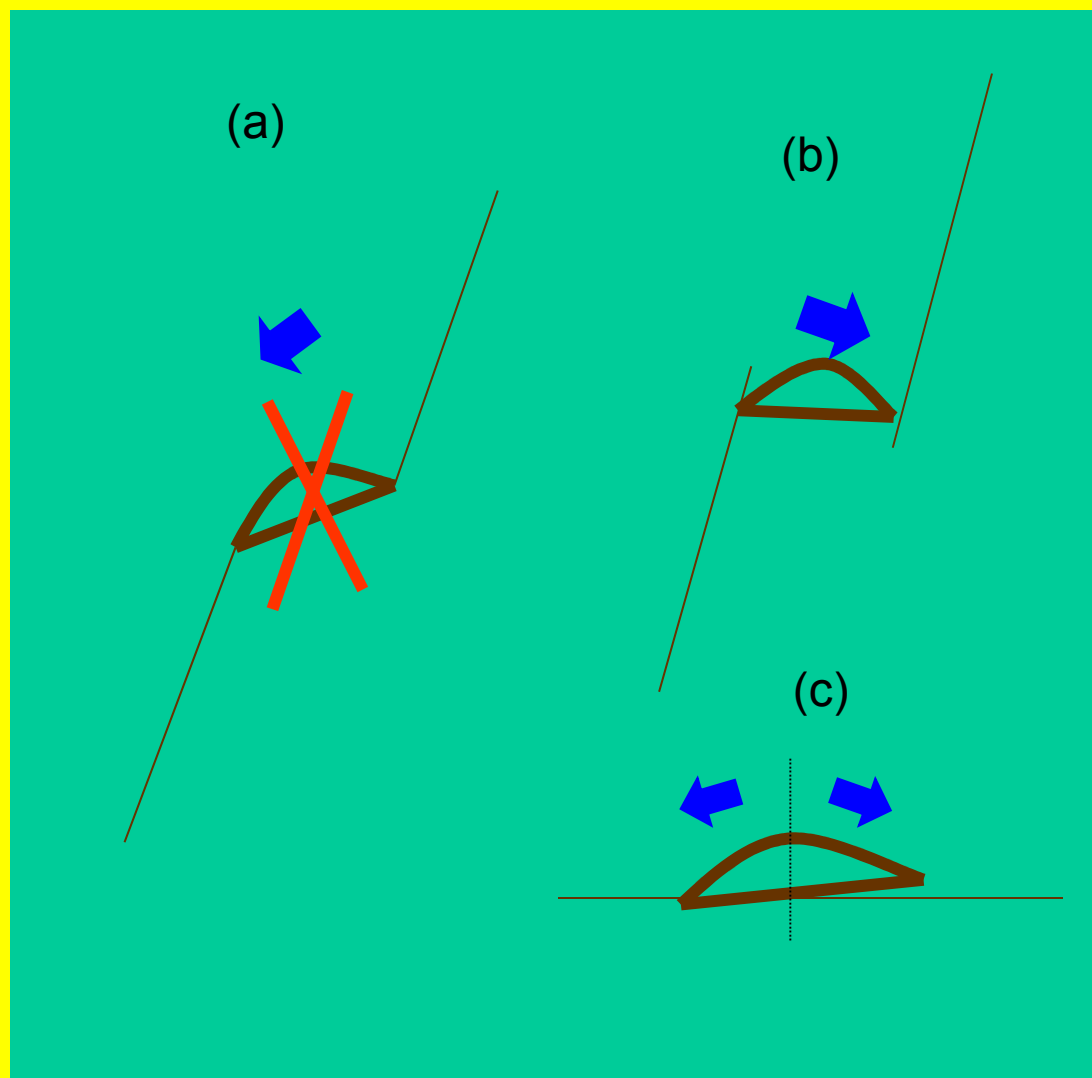
Dissipador de energia cinética.



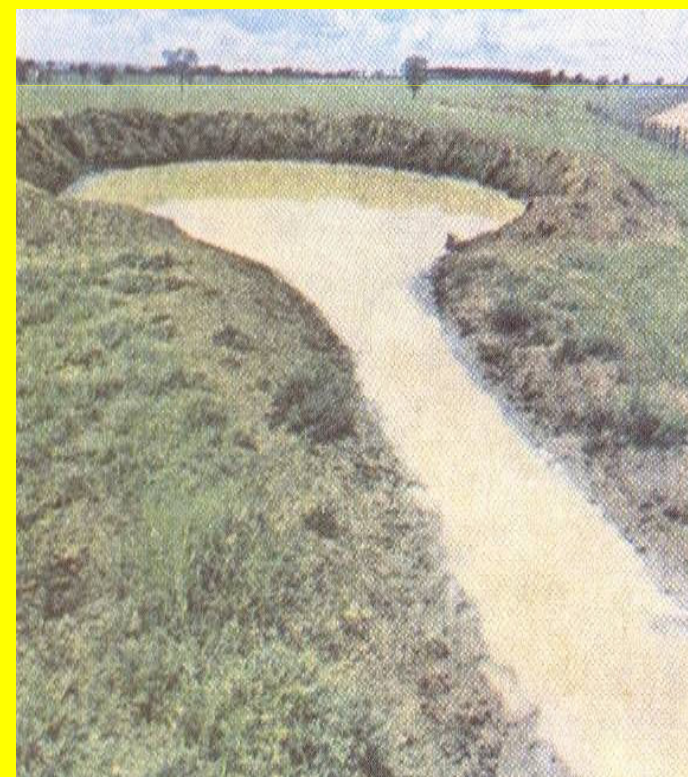
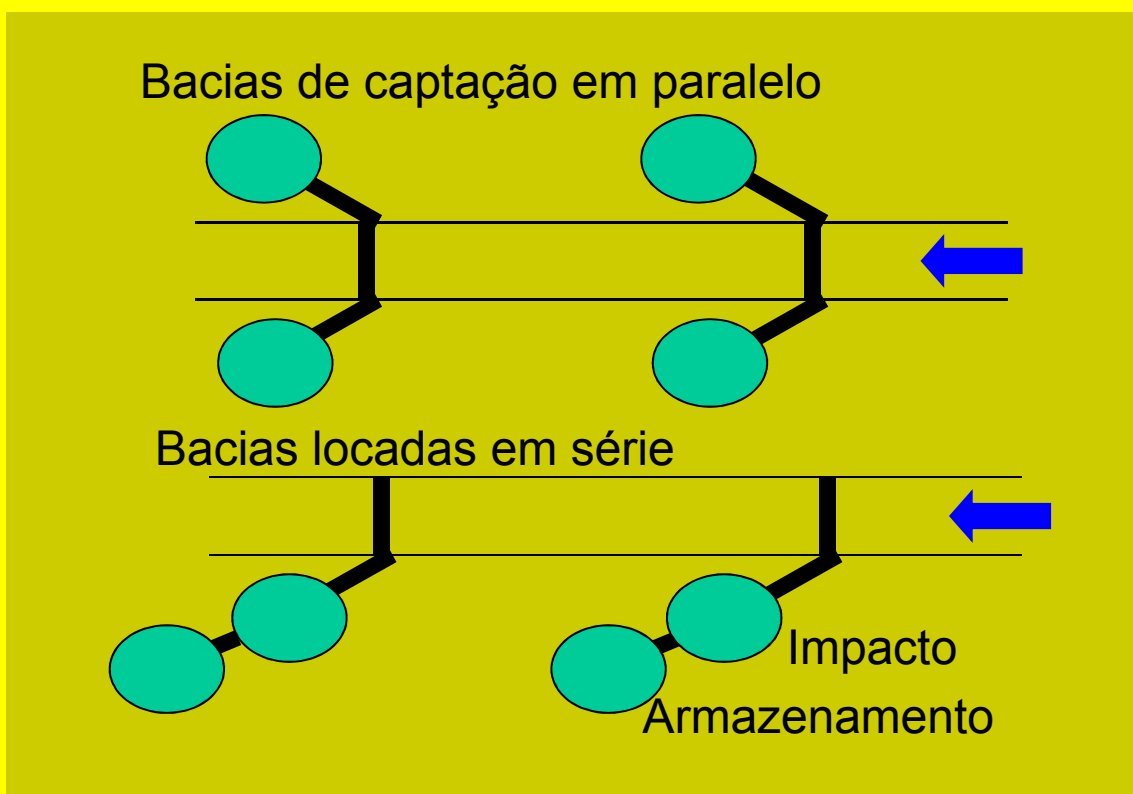
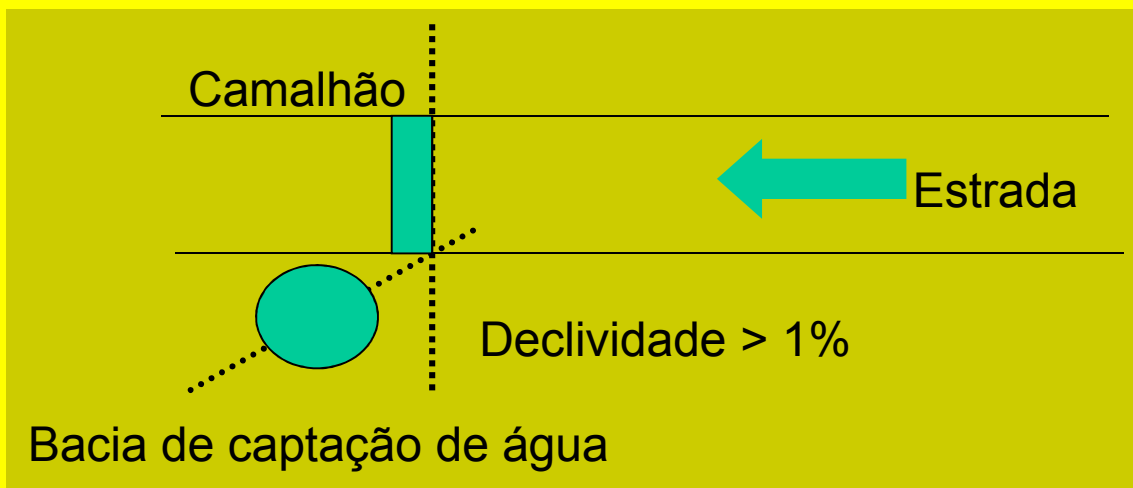
Perdoncini et al. (1986), citados por Gonçalves & Stape (2002).

BACIAS DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA EM ESTRADAS FLORESTAIS

Disposição da estrada em relação ao talude:



Locação no campo, disposição e construção



Dimensionamento de Bacias de Captação de Água

Declividade (D) =

Largura da estrada (L) =

Precip. máxima (I) =

Cálculo do Espaçamento (C) entre Bacias:

$$C = 45,18 K D^{-0,42}$$

Cálculo do Volume de captação (V):

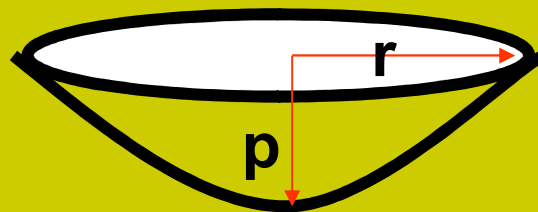
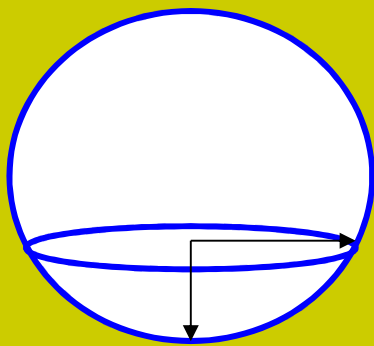
$$V = C L I$$

Com base na fórmula de uma bacia no formato circular com inclinação de aterro de 45° (talude 1:1) calculou-se o raio e a profundidade da bacia:

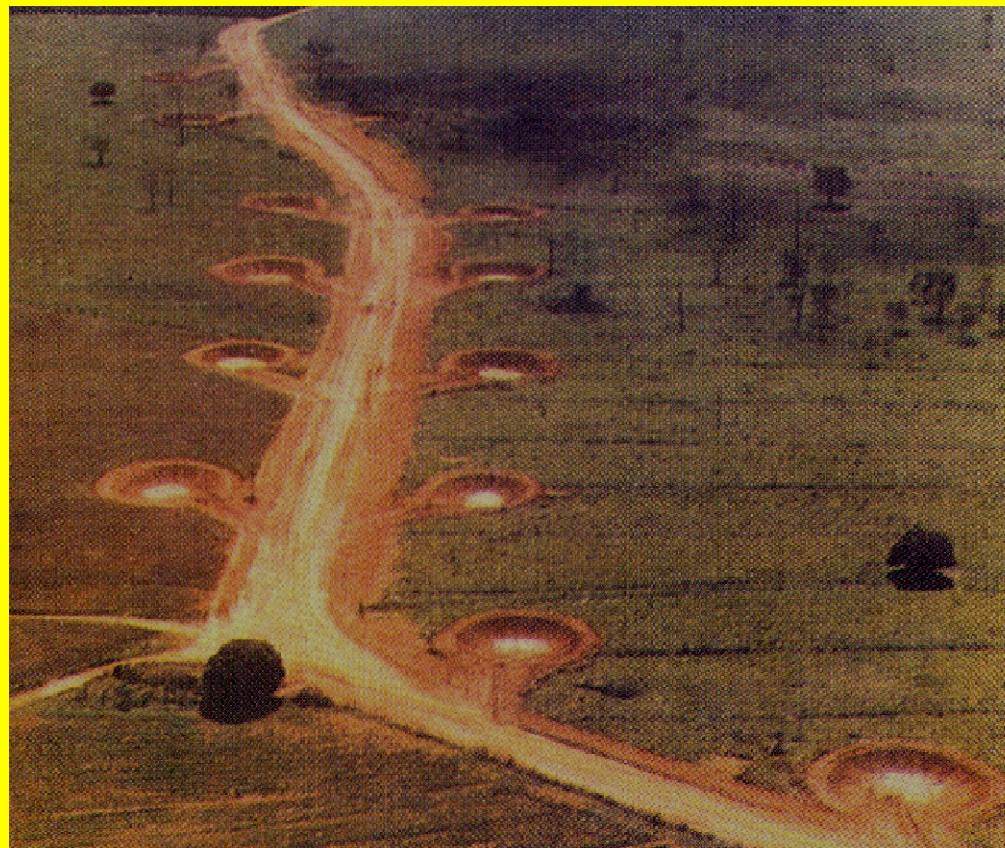
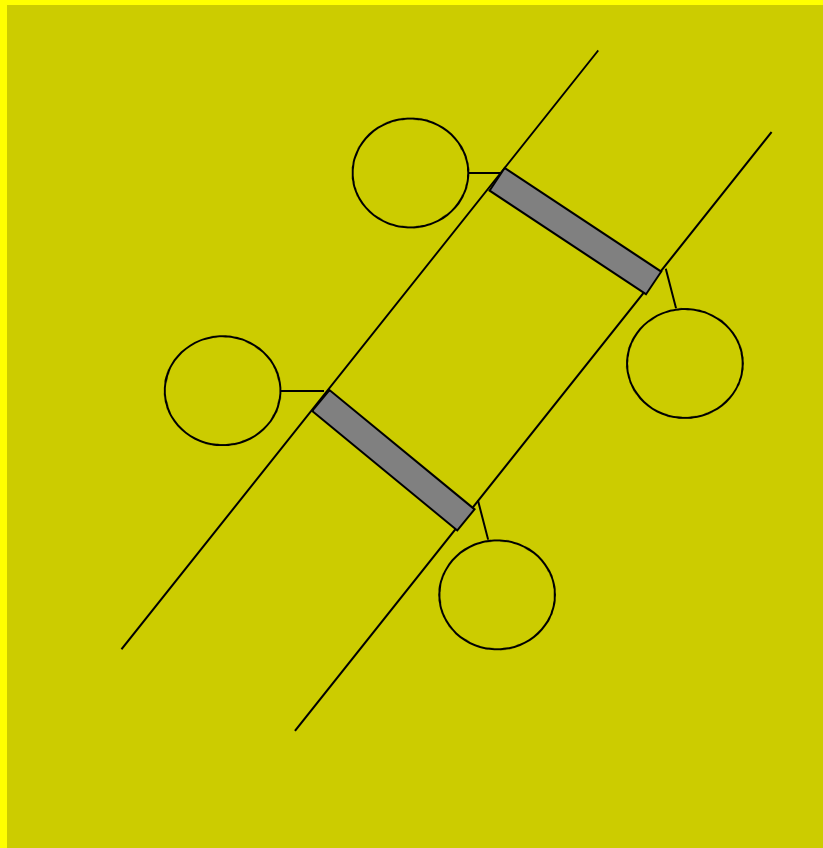
$$V = \pi p^2 (r - p/3)$$

$$p = (V/6,52)^{1/3}$$

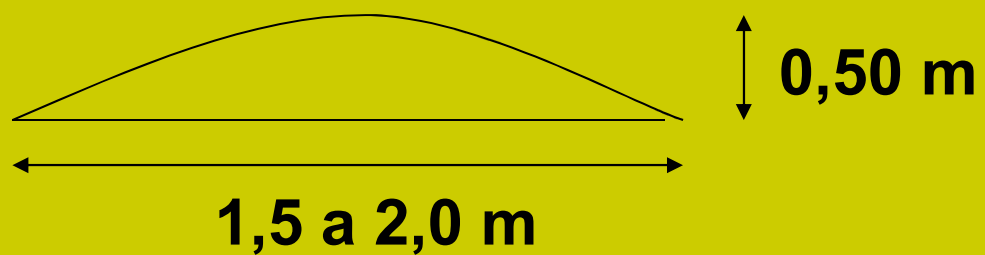
$$r = 2,41 p$$



Disposição da locação das bacias e dimensões do camalhão:



Camalhão:



Estrutura para captação de água adotada pela VCP/FIBRIA nos plantios florestais, em Cambissolos, nas regiões Sul e Campos das Vertentes de Minas Gerais, Minduri, 2004.

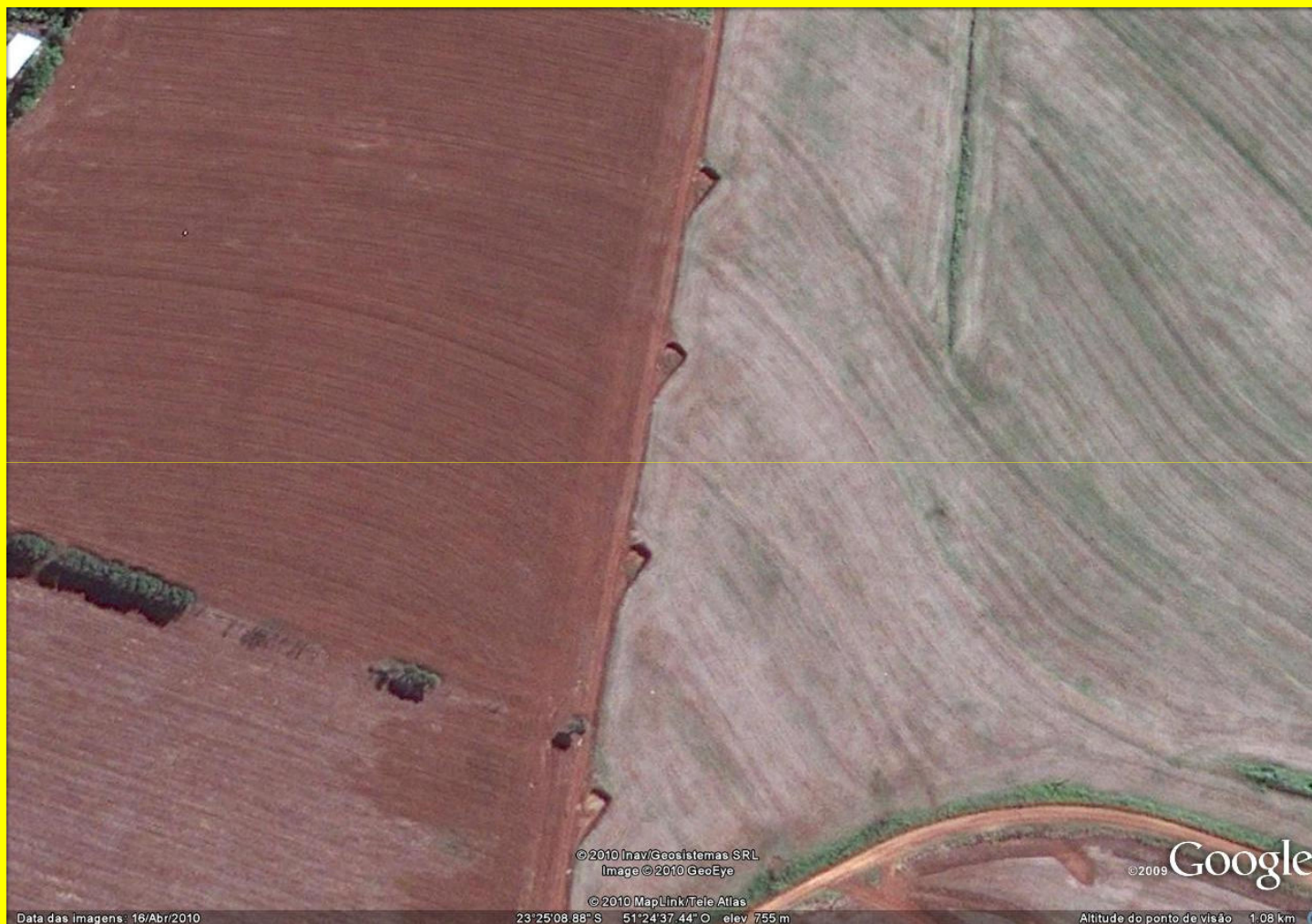
Disposição das estruturas de captação de água em uma estrada florestal.



Detalhe da estrutura de captação de água.



Bacias de captação de água em estrada não pavimentada em Rosário, MG
(data 25/02/2003)



© 2010 Inav/Geosistemas SRL
Image © 2010 GeoEye

© 2009 Google™

© 2010 MapLink/Tele Atlas

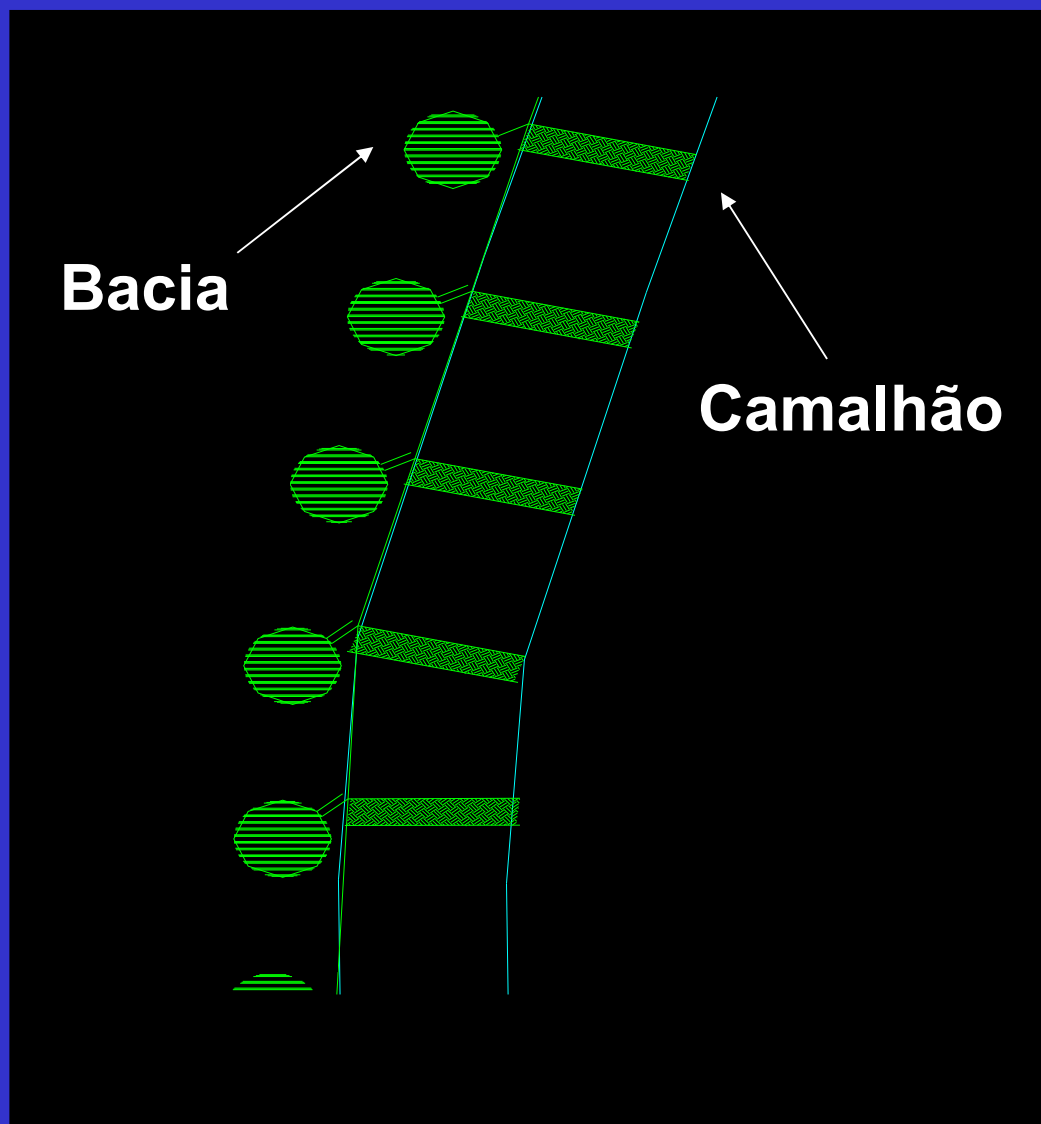
Data das imagens: 16/Abr/2010

23°25'08.88" S 51°24'37.44" O elev 755 m

Altitude do ponto de visão 1.08 km

Trecho de estrada florestal com bacias de captação de água

Região do Vale do Mucuri, Ladeira do Rio, Nanuque, MG.



EROSÃO HÍDRICA EM JAZIDAS DE EXTRAÇÃO DE PETRÓLEO AMAZONAS – VALE DO URUCU



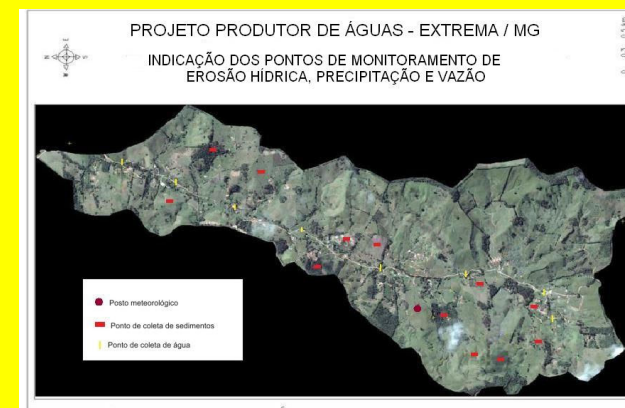
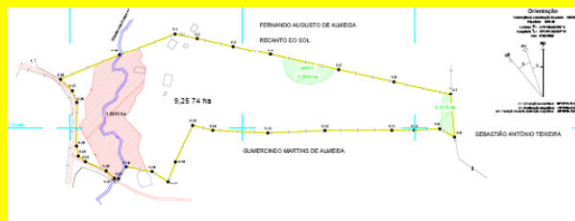
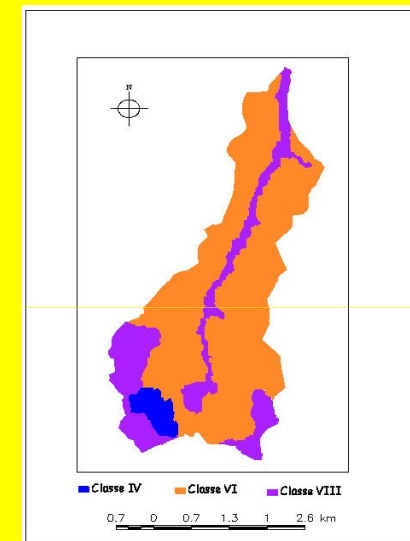
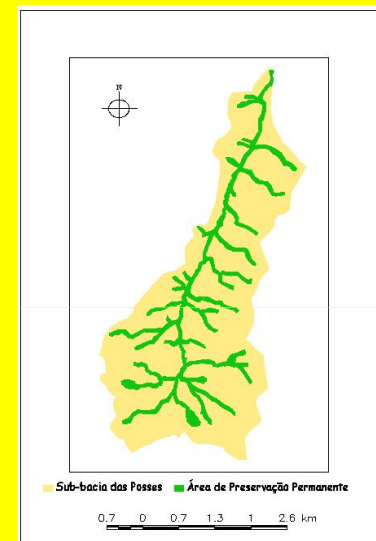
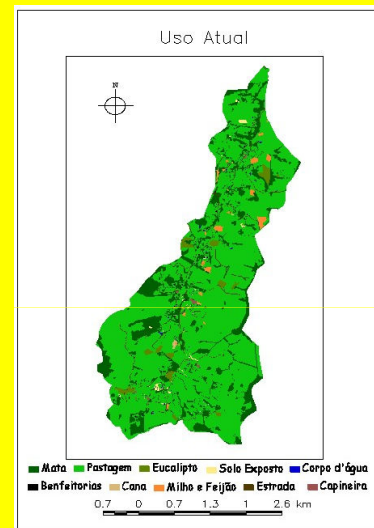
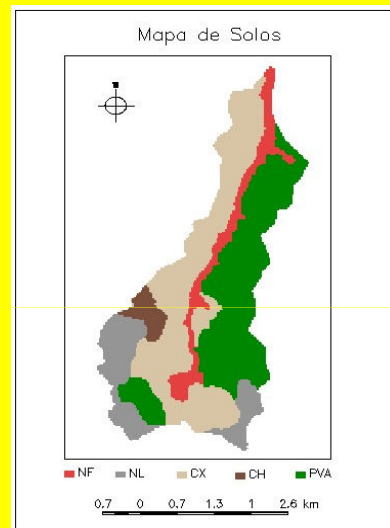
ESCADA HIDRÁULICA

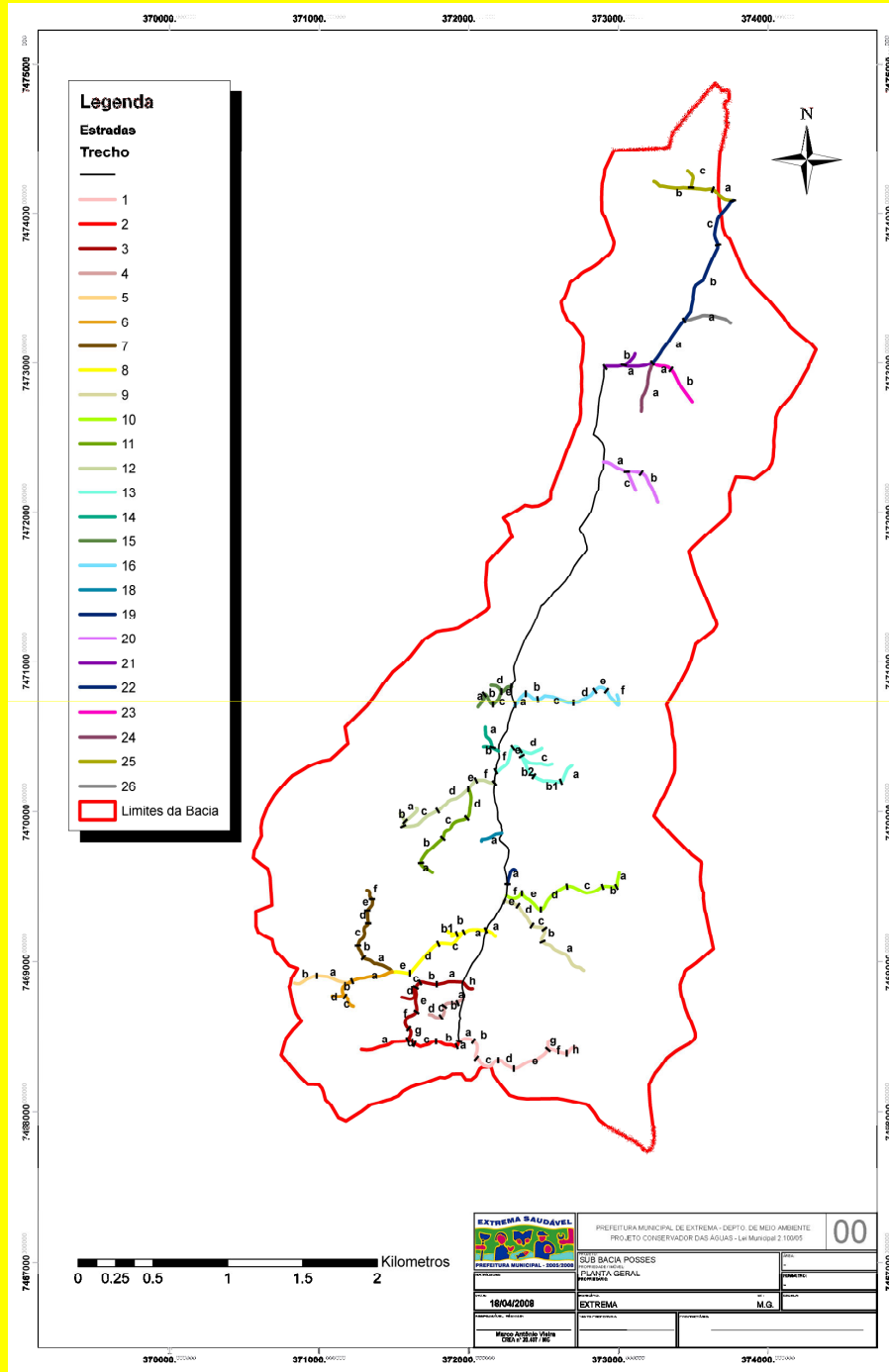


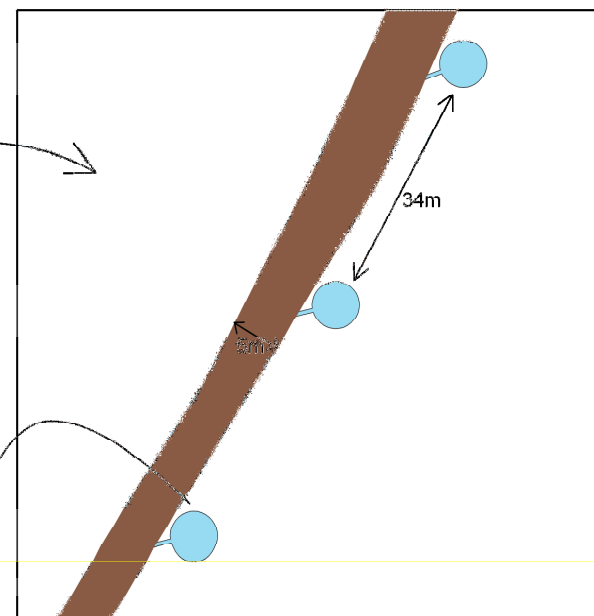
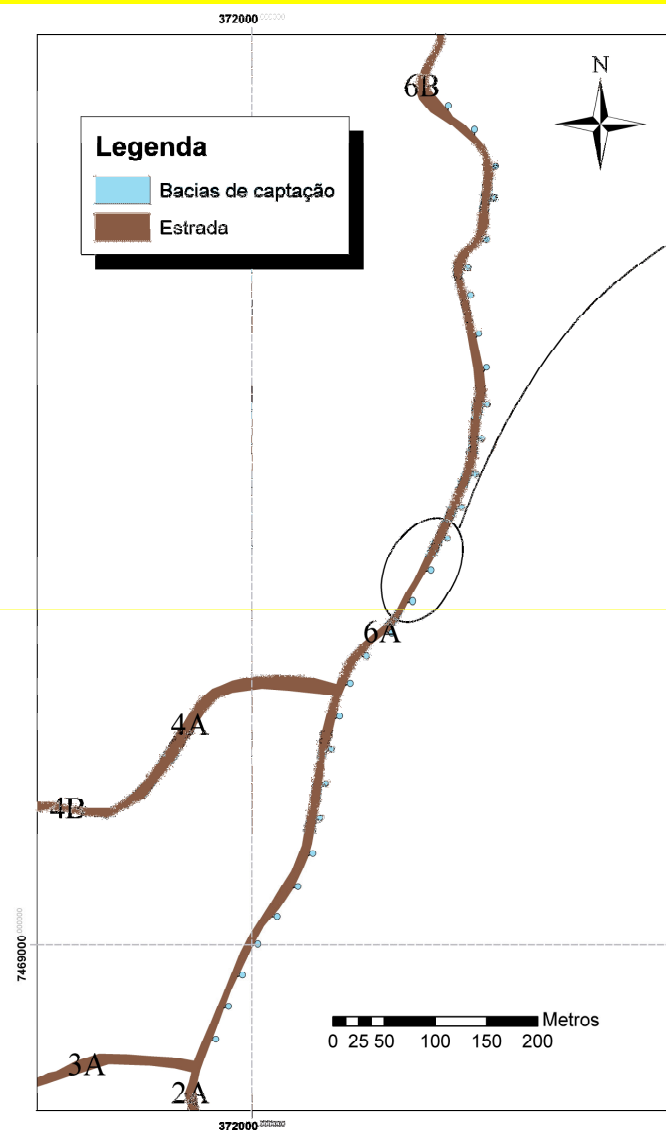
ESTUDOS DE EROSÃO HÍDRICA E RECARGA DE ÁGUA EM BACIAS HIDROGRÁFICAS

EXTREMA, MG

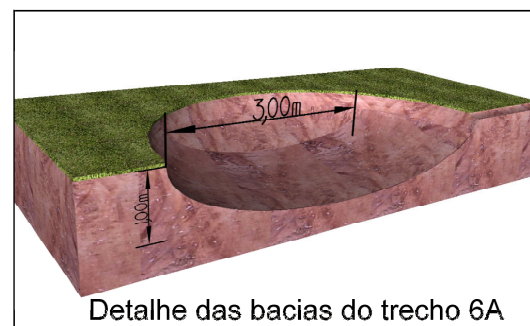
SERVIÇOS AMBIENTAIS - PRODUTOR DE ÁGUAS







Detalhe dos espaçamentos no trecho 6A



Detalhe das bacias do trecho 6A

EXTREMA SAUDÁVEL		DORRÊNCIA M. NUNES / P.F. EXTREMA - PROJ. P.F. MEV AMBIENTE		00
PREFEITURA MUNICIPAL - 2008/2009		SUB-BACIA POSSIÉS		PPA
PLANTA GERAL		EXTREMA		EXTREMA
18/04/2008		EXTREMA		M.G.
MARCOS AMARAL VIEIRA		CADERNO DE PROJETO		







Conservação de estradas não pavimentadas – CATI (SP)



Reunião com produtores rurais



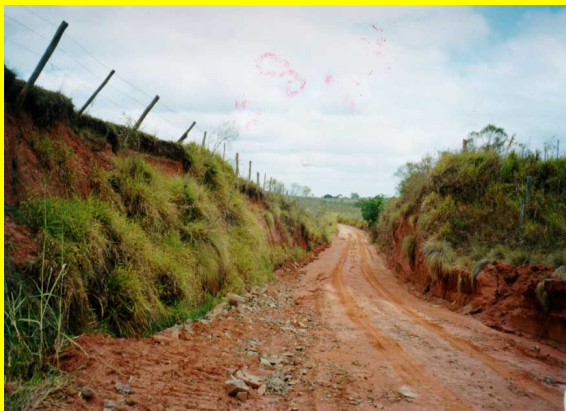
Treinamento de operadores de máquinas



**Plataforma pouco encaixada
(Antes)**



**Adequação e sem abatimento de taludes
(Depois)**



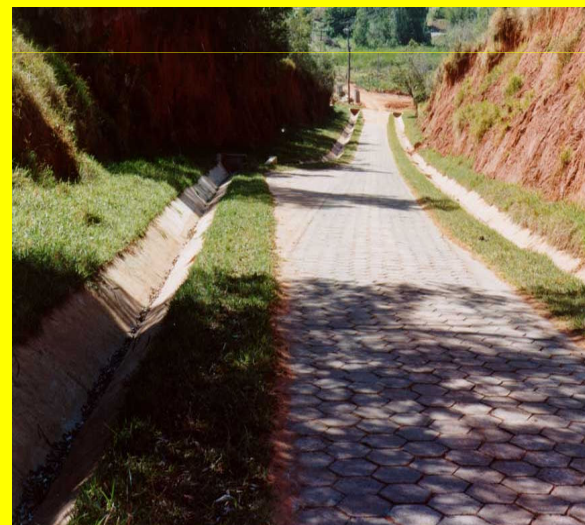
Estradas com sérios problemas e deficiência de drenagem (Antes)



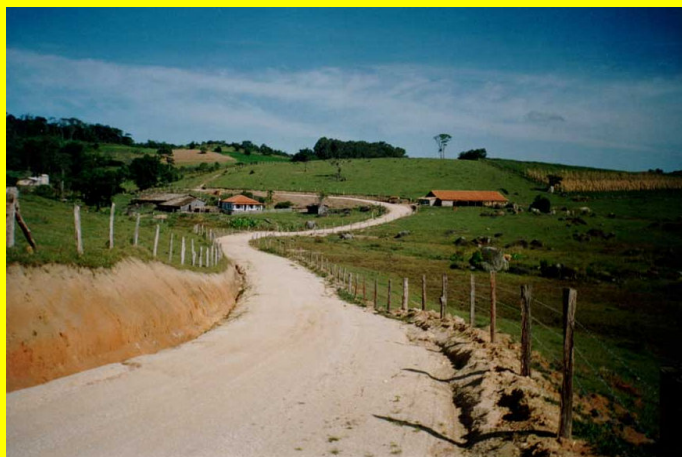
Trecho onde houve elevação do greide e implantação de sistema de drenagens (Depois)



Plataforma degradada e taludes erodidos (Antes)



Sarjetas e pista de rolamento em artefatos de concreto (Depois)



Estrada localizada em meia encosta, recomenda-se, além da melhoria da plataforma, definição de traçado mais em nível e implantação de sistemas de drenagens.

Metas alcançadas pelo componente adequação de estradas não pavimentadas

Descrição das ações	Unidade	Quantificação
Estradas Adequadas	Km	1.630
Microbacias beneficiadas	Nº	411
Investimentos em obras	R\$	68.153.890,50
Produtores beneficiados diretamente	Nº	25.000
Treinamentos de operadores de máquinas	Nº	61
Treinamento de operadores e encarregados de serviços	Nº	2.079

Custo com a manutenção das estradas rurais (Ano 2008)

Região de estudo	Custo com manutenção de estradas adequadas R\$/Km	Custo com manutenção de estradas não adequadas R\$/Km	Economia com a manutenção R\$/Km
Bauru	170,00	1.355,00	1.185,00
Jales	85,00	750,00	665,00
Marília	148,00	850,00	702,00
Média			850,00

DISTRIBUIÇÃO RACIONAL DOS CAMINHOS NA LAVOURA



**Lavoura cafeeira na Serra
do Caparaó, MG.**