

PCS – 502 CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA

Aula 8

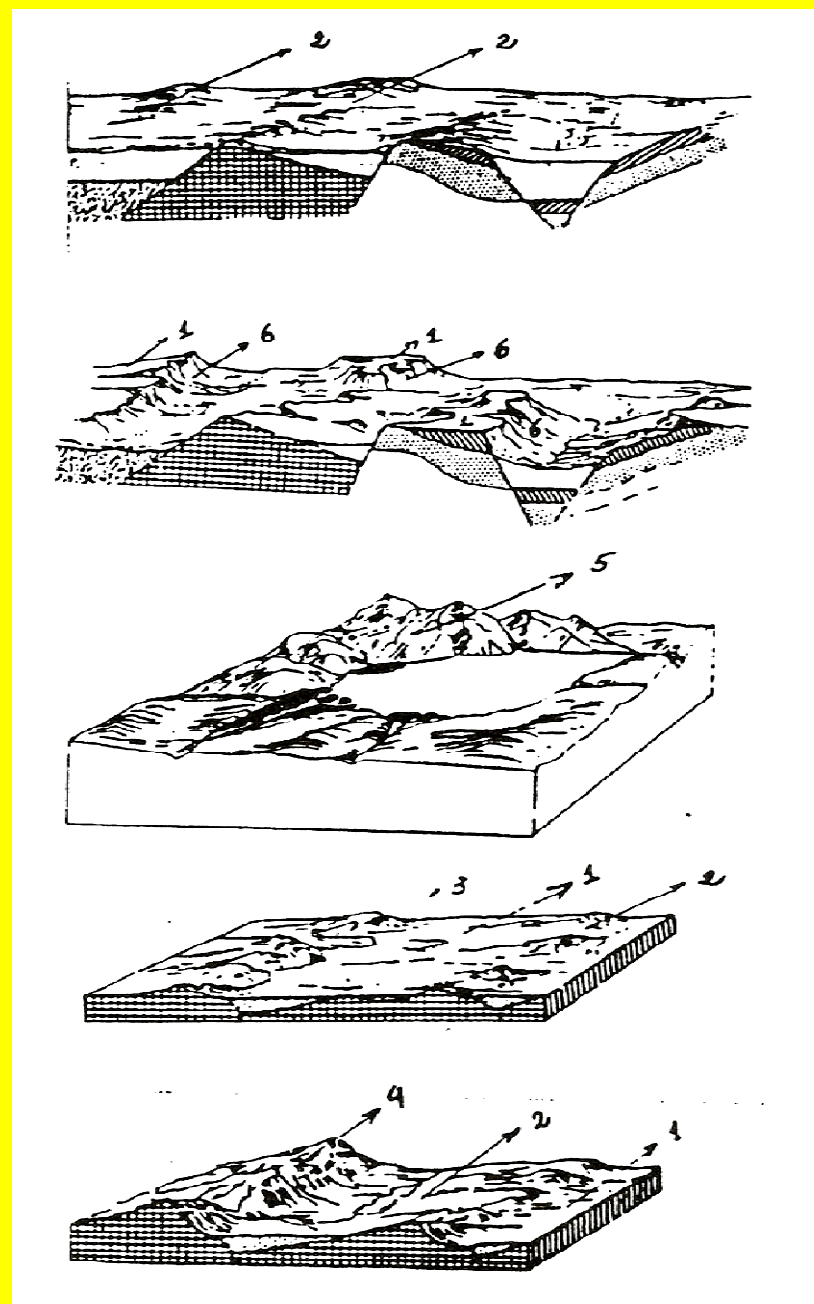
- DECLIVIDADE DO SOLO.**
- CONCEITOS E DEFINIÇÕES DE TERRAÇOS.**
- CÁLCULO DO ESPAÇAMENTO ENTRE TERRAÇOS.**
- LOCAÇÃO DE TERRAÇOS.**
- CONSTRUÇÃO DE TERRAÇOS.**

PROF. MARX LEANDRO NAVES SILVA

DECLIVIDADE DO SOLO

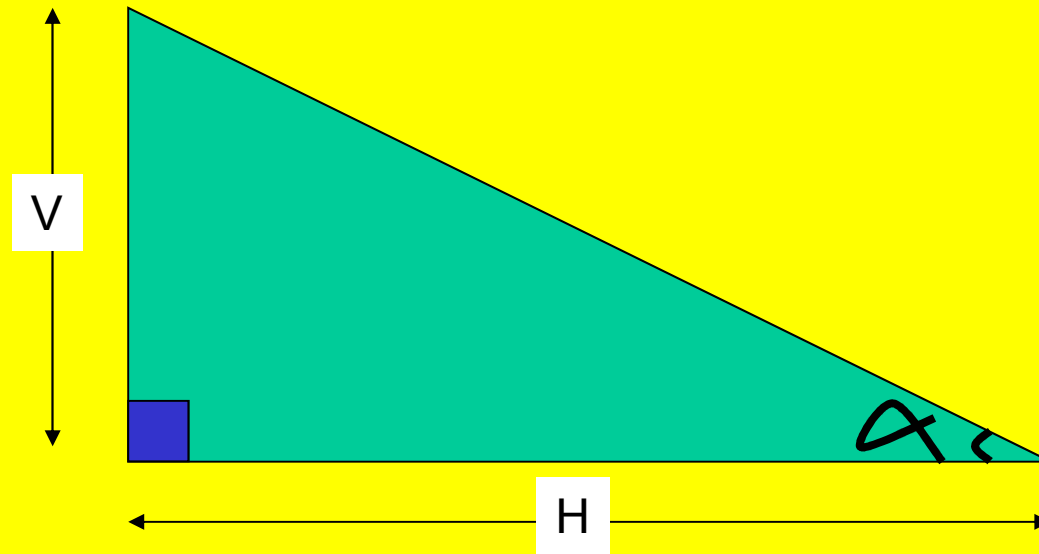
Classes de Relevo e Declividade do Solo

- (1) 0 – 3% plano
- (2) 3 – 8% suave ondulado
- (3) 8 – 13% mod. ondulado
- (3) 13 – 20% ondulado
- (4) 20 – 45% forte ondulado
- (5) 45 - 100% montanhoso
- (6) > 100% escarpa



Definição:

Declividade do solo é a inclinação que a superfície do solo faz com o plano horizontal (H)



$$\operatorname{tg} \alpha = V/H$$

$$\alpha = \operatorname{arc} \operatorname{tg} V/H$$

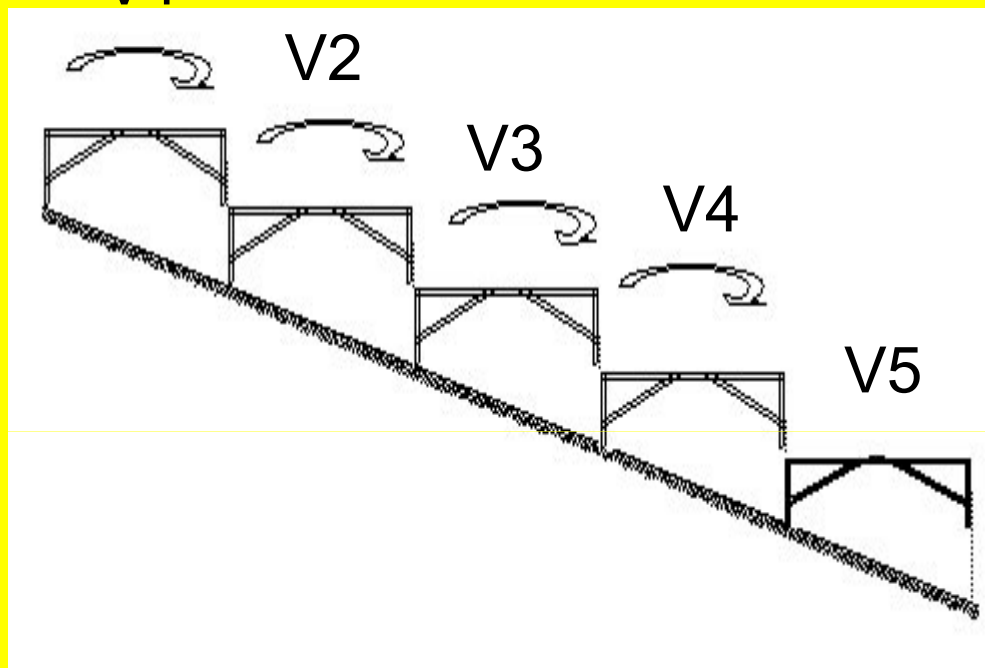
$$\frac{H}{100 - D} = \frac{V}{D}$$

$$D = H/V \cdot 100$$

EQUIPAMENTOS UTILIZADOS PARA DETERMINAÇÃO DA DECLIVIDADE

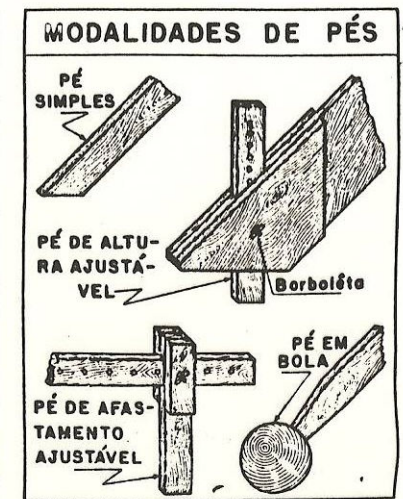
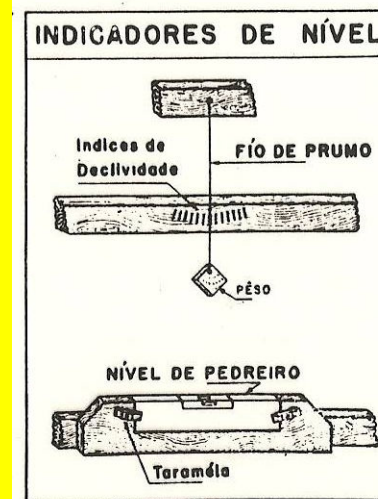
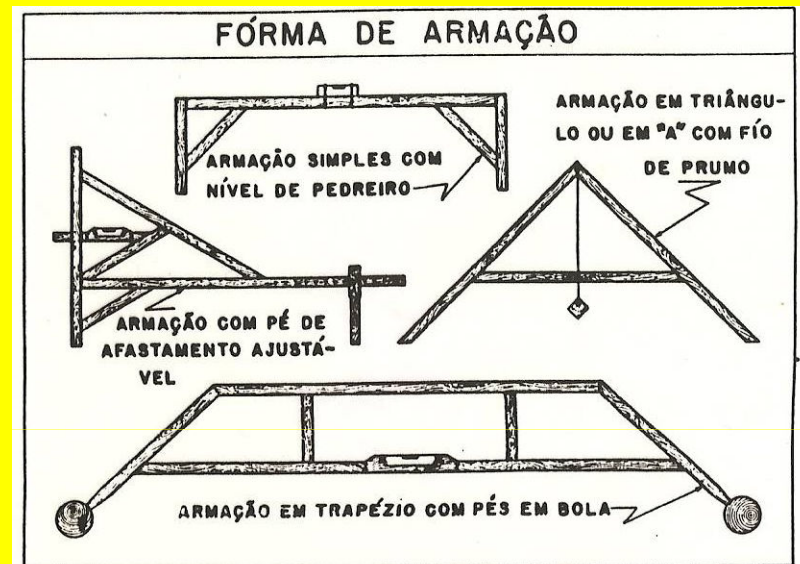
Nível tipo A, trapezoidal e Retangular

V1

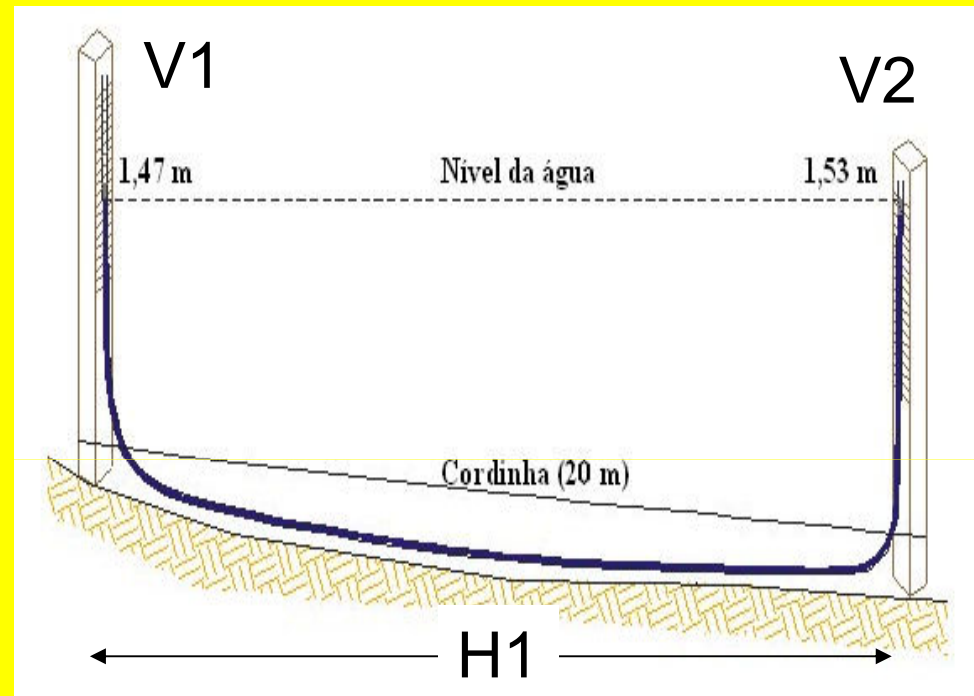
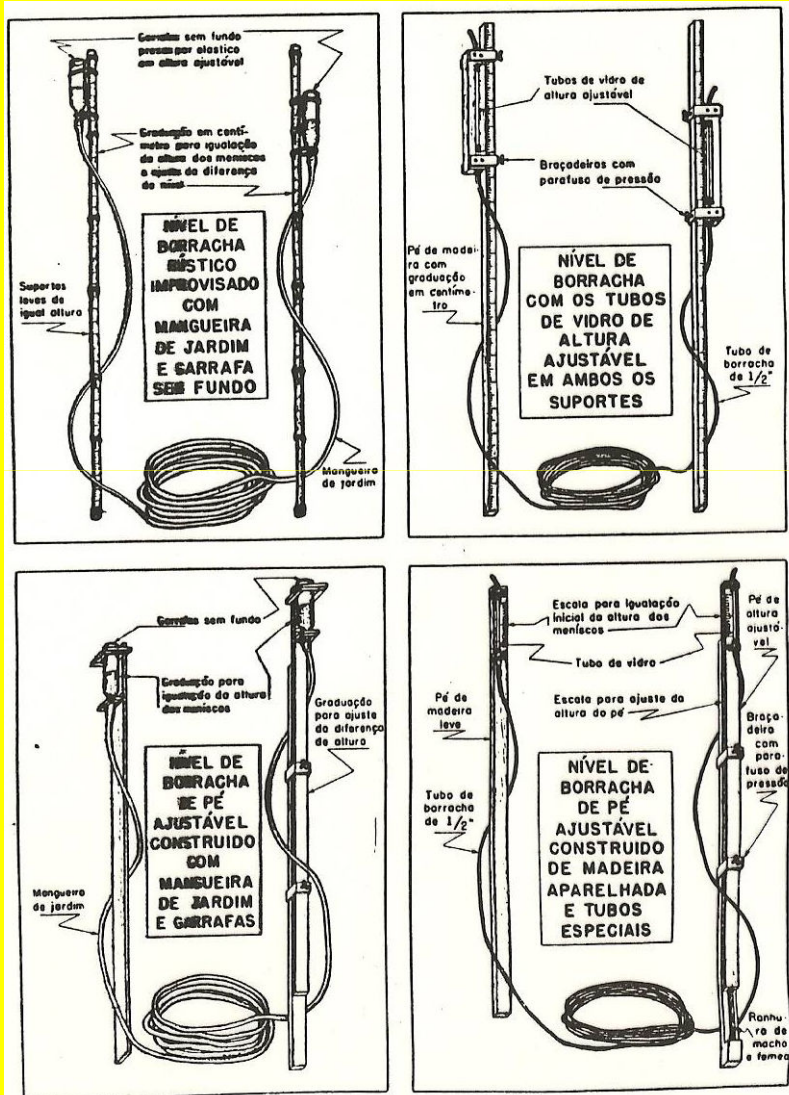


$$V = V_1 + V_2 + V_3 + V_4 + V_5$$

$$H = N^{\circ} \text{ caminhou} \times 3$$



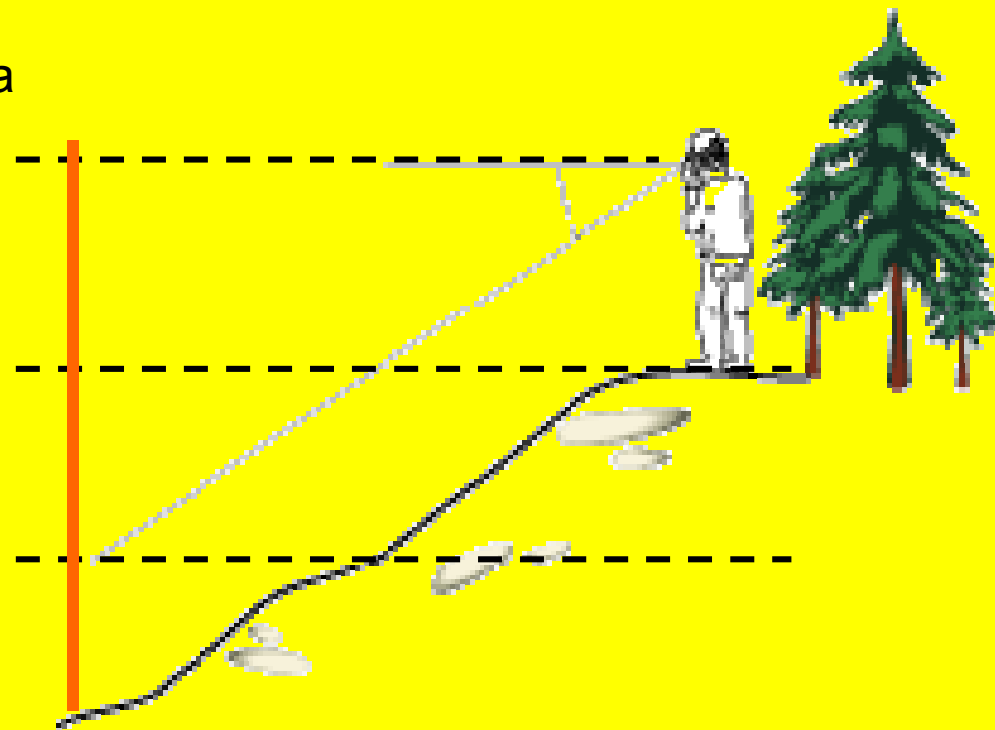
Nível de Borracha



$$V = (V_2 - V_1) + (V_n - V_{n+1}) \dots$$

$$H = H_1 + H_n \dots$$

Clinômetro do tipo Abney e bússola



Bússola

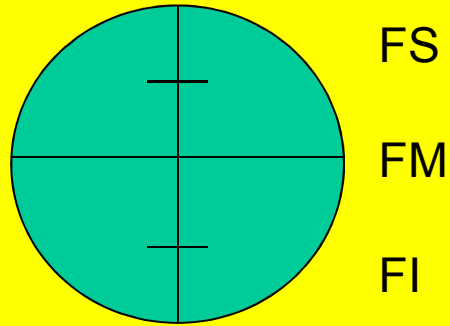


Princípio de funcionamento é o paralelismo existente entre os feixes ótico e a superfície do terreno.

Nível Ótico

$$H = [FS - FI] \cdot K$$

$$V = FM - AI$$



FS

FM

FI

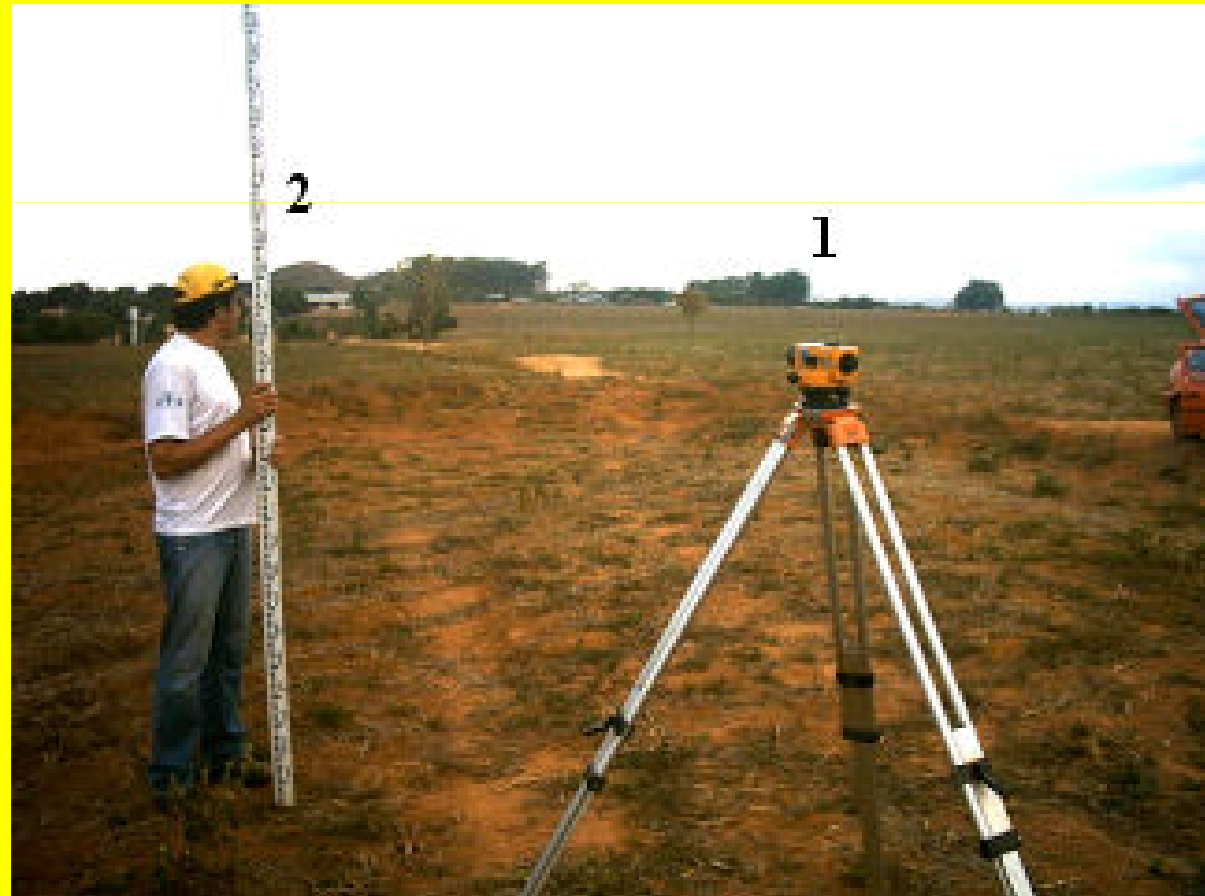


$$V = FM1 - FM2$$

$$H = H1 + H2$$

$$H1 = [FS1 - FI1] K$$

$$H2 = [FS2 - FI2] K$$



DETERMINAÇÃO EM MAPAS

Selecionar no mapa
as principais Rampas
Homogêneas ou todas.

$$D (\%) = EH/EV$$

D = Declividade em %

EH = Distância entre linhas ajustado na escala do mapa.

EV = diferença dos valores das curvas indicados no mapa.

$$1 \text{ cm} = 10.000 \text{ cm}$$

$$25 \text{ cm} = EH$$

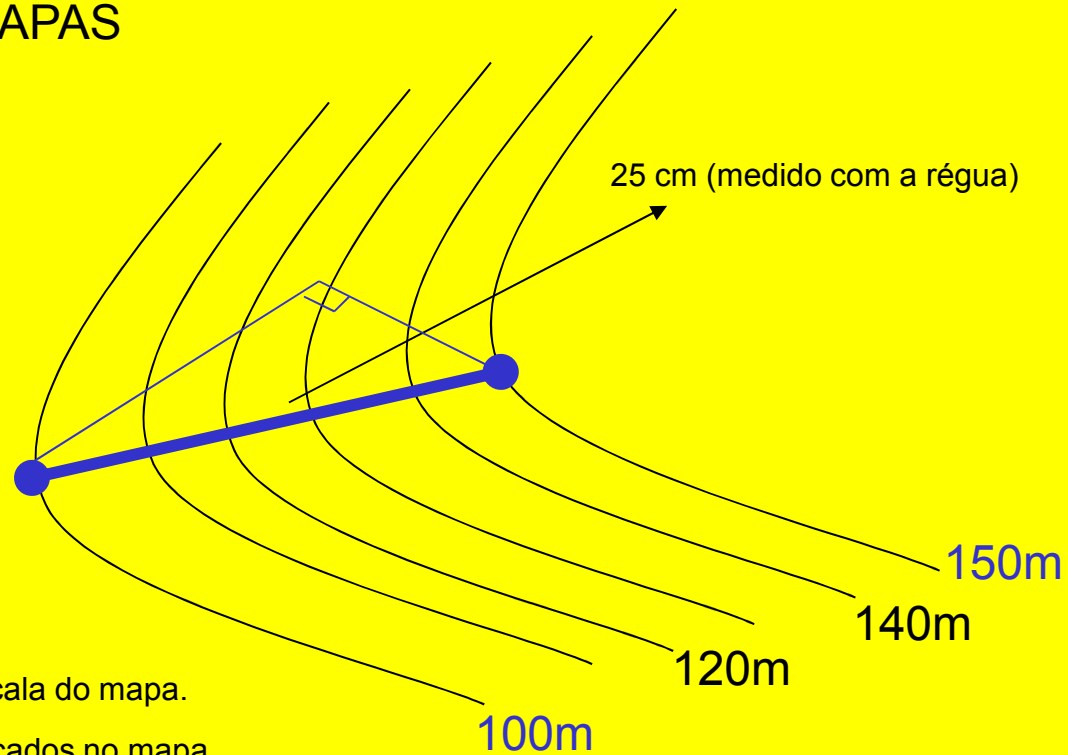
$$EH = 25 \times 10.000$$

$$EH = 250.000 \text{ cm} = 2500 \text{ m}$$

$$EV = 150 \text{ m} - 100 \text{ m} = 50 \text{ m}$$

$$D (\%) = 2500/50$$

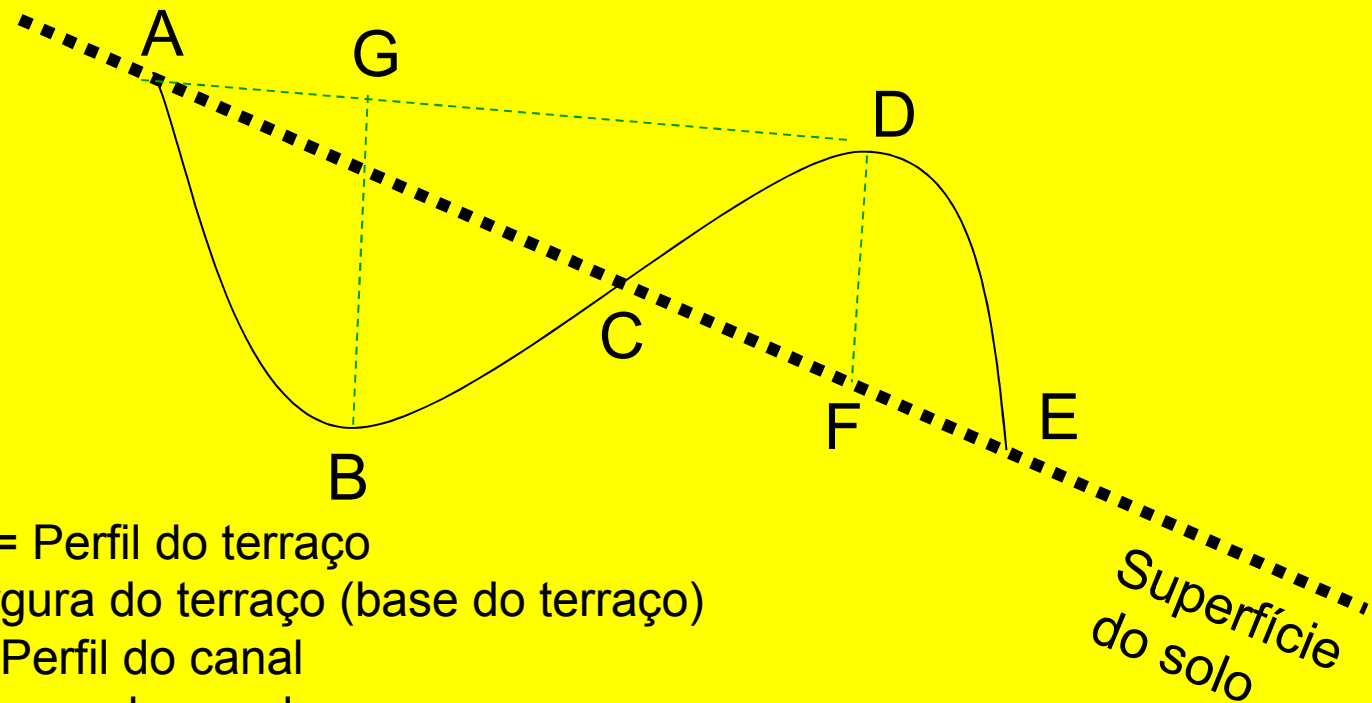
$$D = 50\%$$



CONCEITOS DE TERRAÇOS E CANAIS

Definições

Série de diques e canais, construídos na direção das curvas em nível ou em desnível, com a função de reter ou escoar lentamente as águas.



ABCDE = Perfil do terraço

AE = Largura do terraço (base do terraço)

ABCD = Perfil do canal

AD = Largura do canal

BG = Profundidade do canal

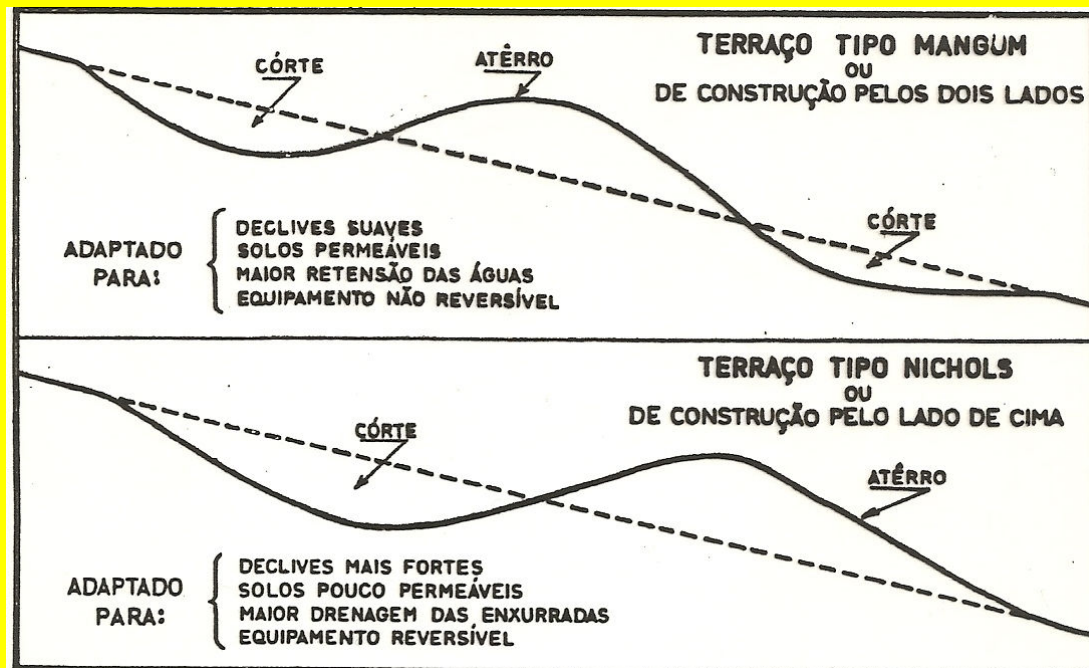
CDE = Perfil do camalhão

CE = Largura do camalhão

DF = Altura do camalhão

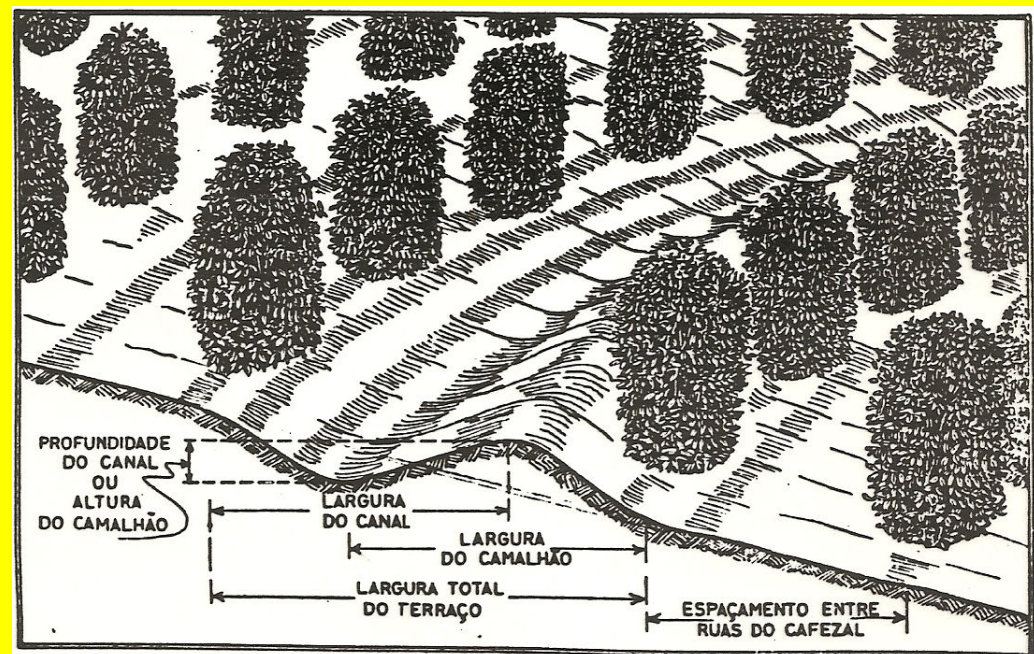
Divisão

- **Terraços quanto a função**
Infiltração (Nível) ou Drenagem (Desnível)
- **Terraços quanto a construção**
Nichols e Mangun ou camalhão
- **Terraços quanto ao tamanho e movimentação de solo**
Base estreita (2-3m), base média (3-6m), base larga (6-12m)
- **Terraços quanto a forma**
Embutido, leirão, patamares sequeiro e irrigação, banquetas individuais e contínuas



Terraço do tipo Nichols
 - Implemento reversível
 Terraço do tipo Mangun
 - Implemento fixo

Disposição dos terraços em
 Relação as linhas de
 plantio – perda da área < 7%.



Terraço de base estreita (2-3 m)

- ✓ declividades $> 16\%$;
- ✓ pequenas lavouras;
- ✓ deficiência de implementos;
- ✓ pequenas propriedades;
- ✓ construção com ferramentas manuais e tração animal e mecânica;



Terraço de Base Média (3-6 m)

- ✓ **Não pode ser cultivado em sua extensão;**
- ✓ **arado discos ou aivecas;**
- ✓ **pequenas e médias lavouras;**
- ✓ **maquinário de pequeno ou médio porte;**
- ✓ **declividade máxima de 8 - 13%;**

Terraço de base larga (6-12 m)

- ✓ **lavouras extensas;**
- ✓ **Cultivo em toda a sua extensão;**
- ✓ **declividade de $< 8\%$;**
- ✓ **manutenção feito com preparo normal do solo.**





TSTA - Terraceador Super Tatu de Arrasto

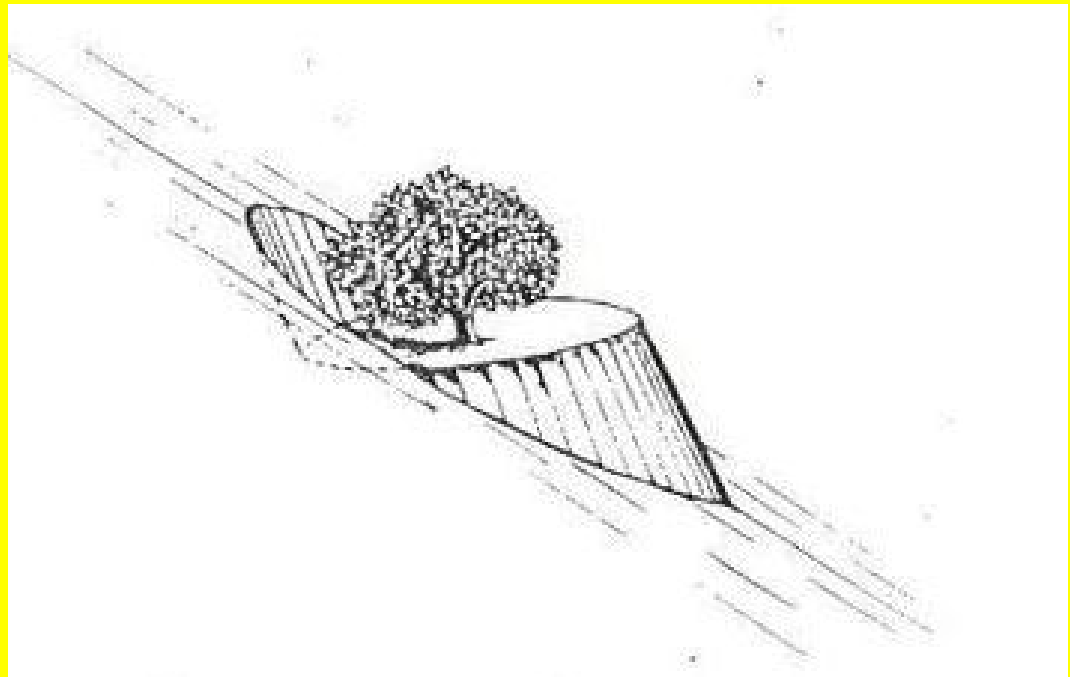
O TSTA efetua a construção dos terraços de base larga com elevado rendimento e baixo custo operacional. Projetado para médias e grandes áreas, possui um eficiente sistema de rodagem, mancais especiais à óleo DUROMARK e discos de alta resistência ao desgaste e aos impactos. Construindo em média 600 a 800 metros de terraço por hora, o uso do TSTA permite manter a camada fértil do solo, com aproveitamento total da área para o plantio.



Terraços quanto à forma:

Banquetas individuais e ou contínuas

- ✓ **Terrenos com obstáculos;**
- ✓ **Deficiência de máquinas;**
- ✓ **Variação do patamar;**
- ✓ **Construídos manualmente;**
- ✓ **Culturas perenes.**



O uso de práticas conservacionistas é milenar

Terraço agrícola de Moray - Peru



Terraço Moray criada provavelmente pelos Incas. Alguns pesquisadores consideram o Moray uma estrutura criada para pesquisa em conservação do solo e da água.



Puyupatamarca



Tailândia



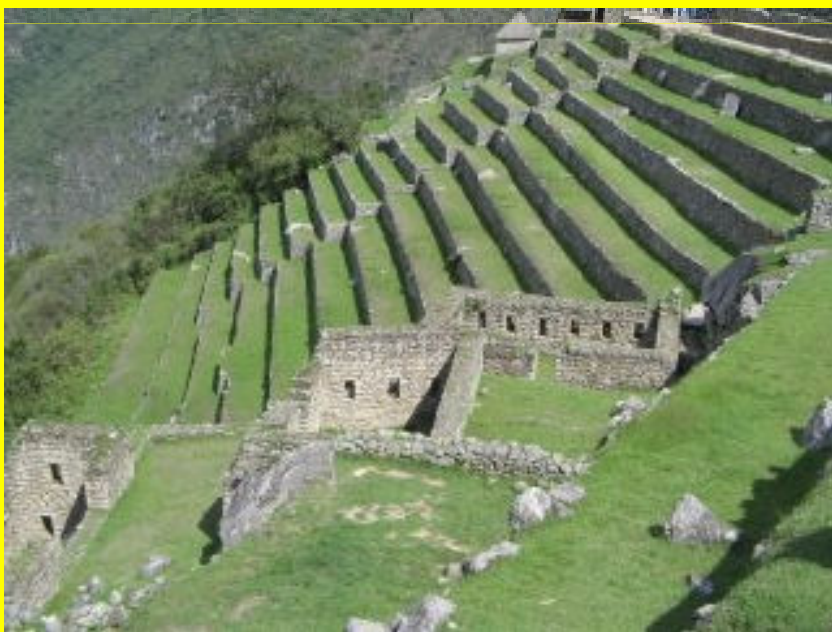
Indonésia



Peru



Cultivo de arroz em terraços criados sobre encostas, na Indonésia, alternativa de baixo impacto ambiental.
foto: Stock Photos



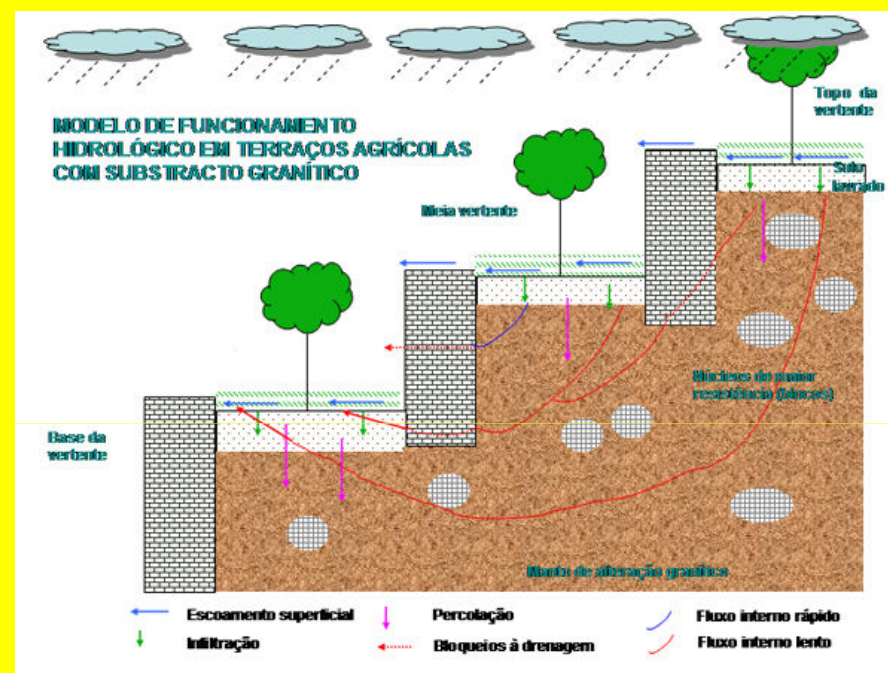
O Império inca teve seu período mais próspero no século XV e início do século XVI, quando chegou a reunir mais de 12 milhões de pessoas. A maioria delas trabalhava como lavrador, cultivando principalmente milho, batata-doce, abacate e batata. Os incas desenvolveram uma sofisticada técnica de cultivo, plantando em terraços nas encostas das montanhas. As terras eram trabalhadas pelas famílias camponesas que constituíam a maioria da população. Um conjunto de famílias aparentadas formavam uma comunidade, o ayllu. Cada ayllu possuía um chefe, o kuraka. A terra do ayllu compreendia campos cultivados e pastos coletivos, onde jovens pastoreavam os lhamas e as alpacas (animal de carga semelhante ao lhama).



Puyupatamarca

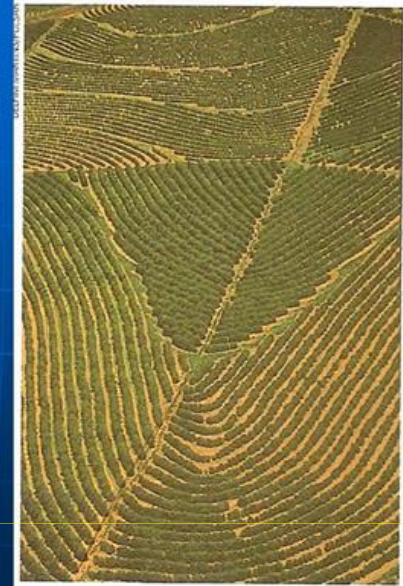


Terraço agrícola para plantação de arroz Tailândia





CURVAS DE NÍVEL



Plantação de café em curvas de nível



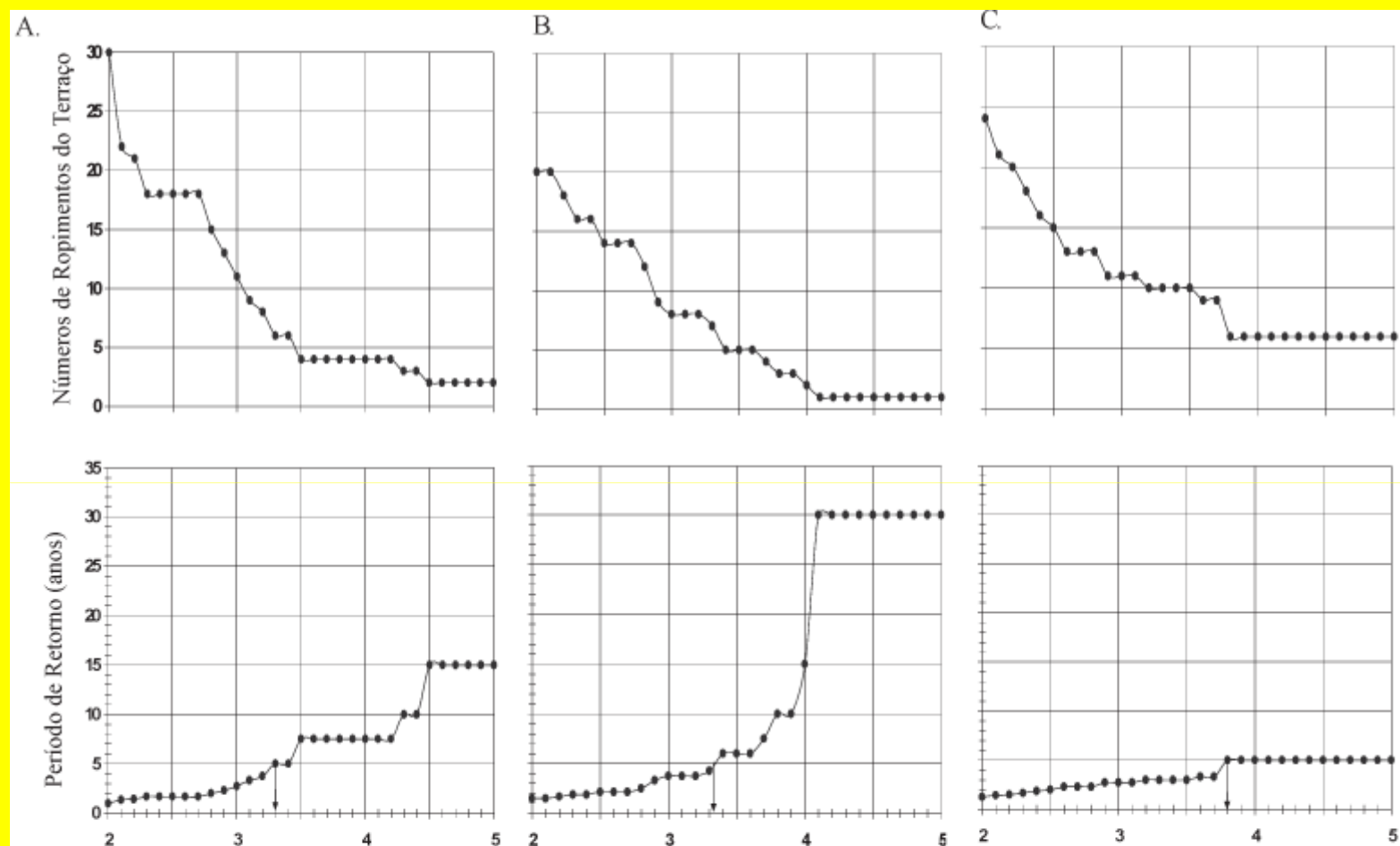


Figura 3. Representação gráfica do número de rompimentos do terraço e valores de período de retorno, em função dos valores da largura (m) superior da seção do terraço para 3 localidades: Araçatuba (A), Piracicaba (B) e Natividade da Serra (C)

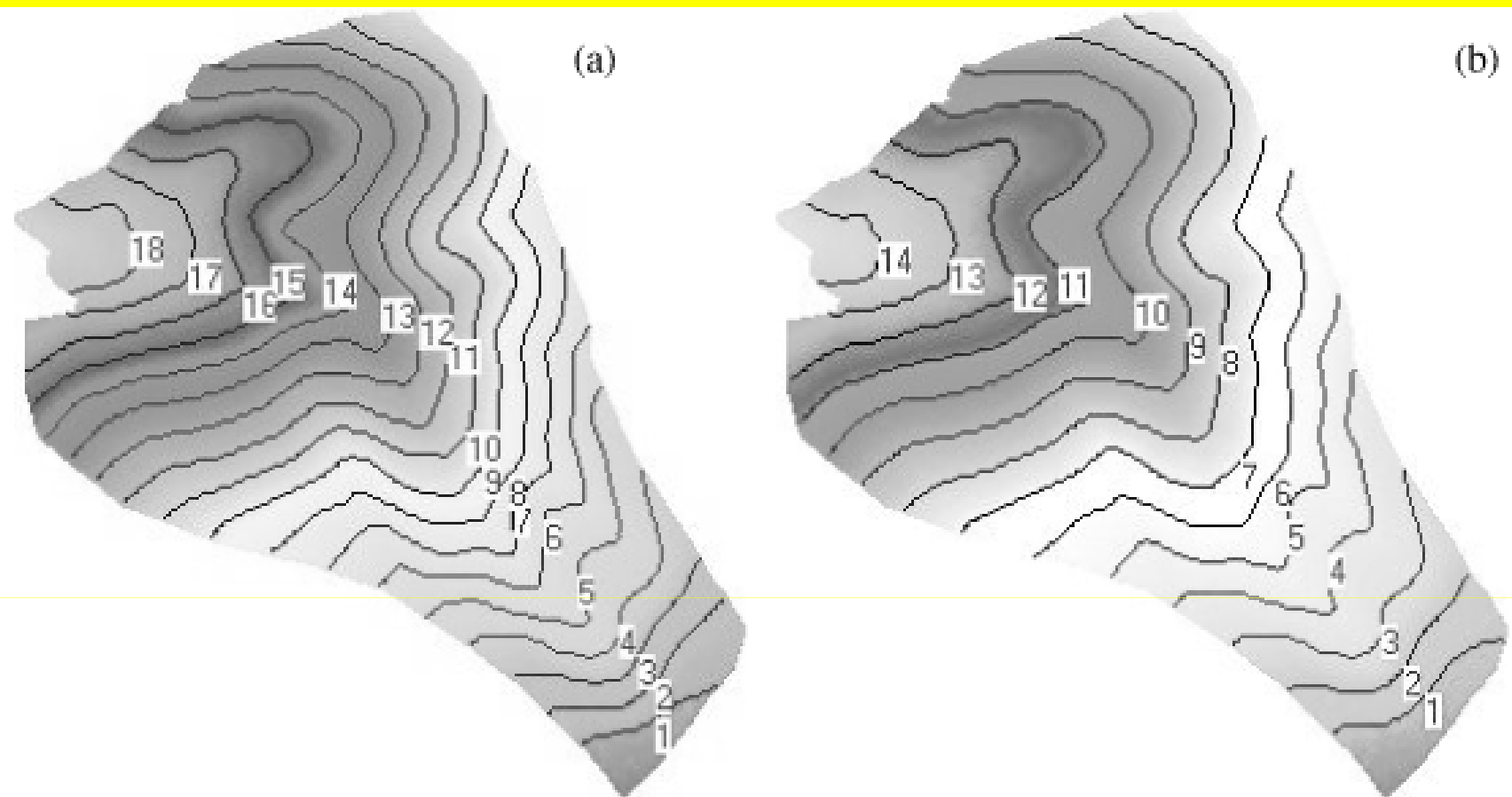


FIGURA 2. Modelo digital de elevação (MDE) e disposição de terraços na área de aplicação do modelo desenvolvido com a cultura do feijão (a) e do milho (b).

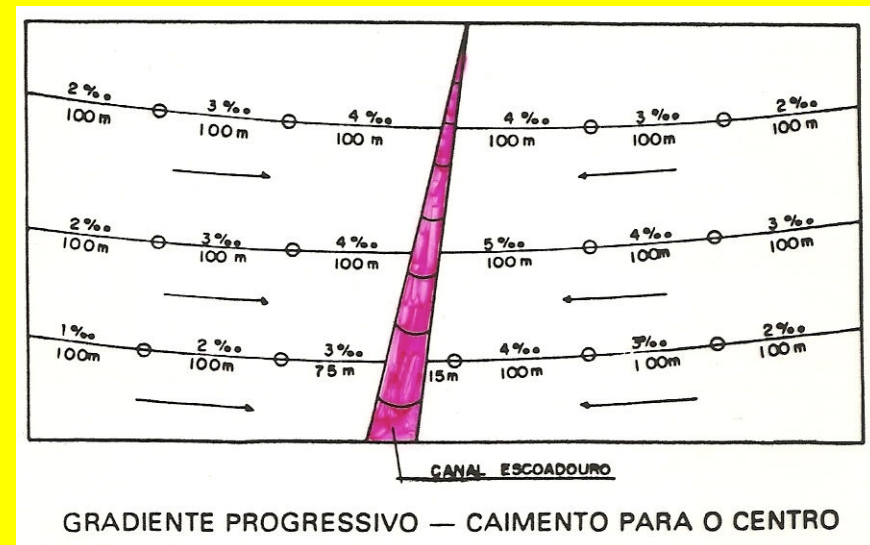
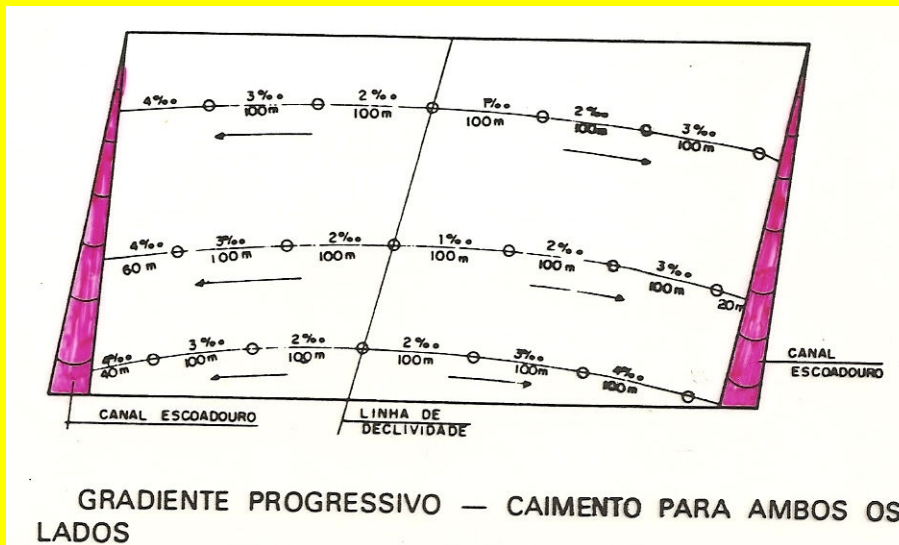
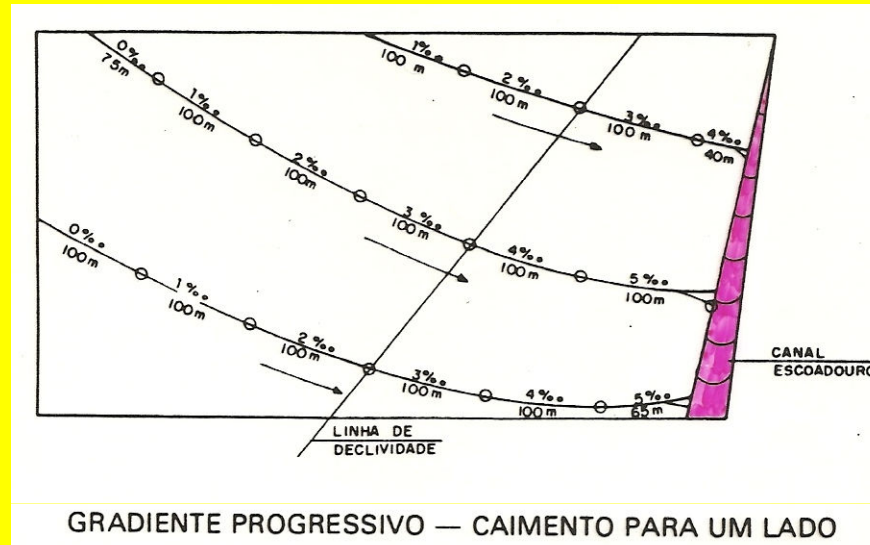


Canais escoadouros: quando utilizados como complemento ao sistema de terraços com gradiente.

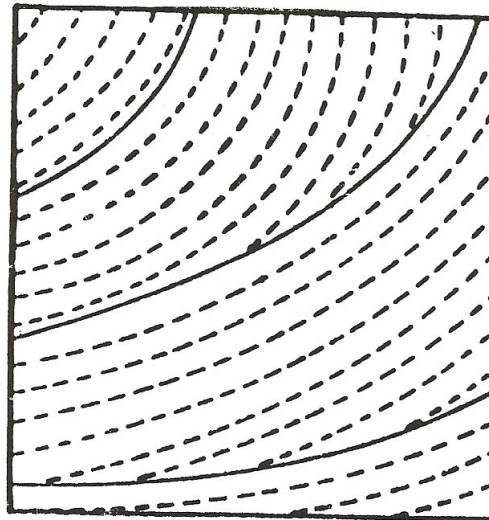
Canais escoadouros Divergente: quando utilizados para assegurar a proteção de áreas situadas a jusante ou a montante das áreas cultivadas ou degradadas em processo de recuperação.

Canais escoadouros laterais: quando utilizados como complemento de estradas em desnível para evitar erosão hídrica nas áreas vicinais e no leito de trânsito.

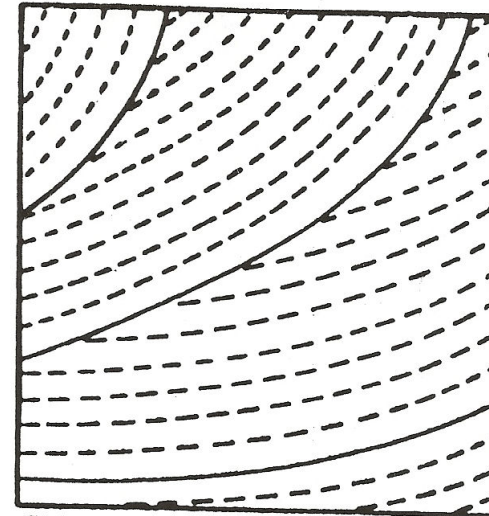
Disposição do canal escoador



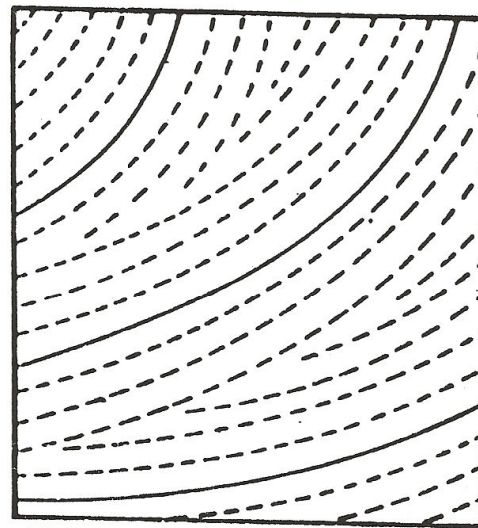
Disposição das linhas de plantio e os terraços



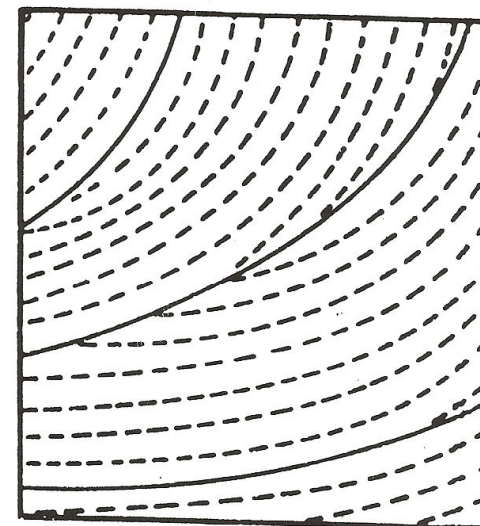
(A) PARALELAS PARA BAIXO DAS NIVELADAS



(B) PARALELAS PARA CIMA DAS NIVELADAS



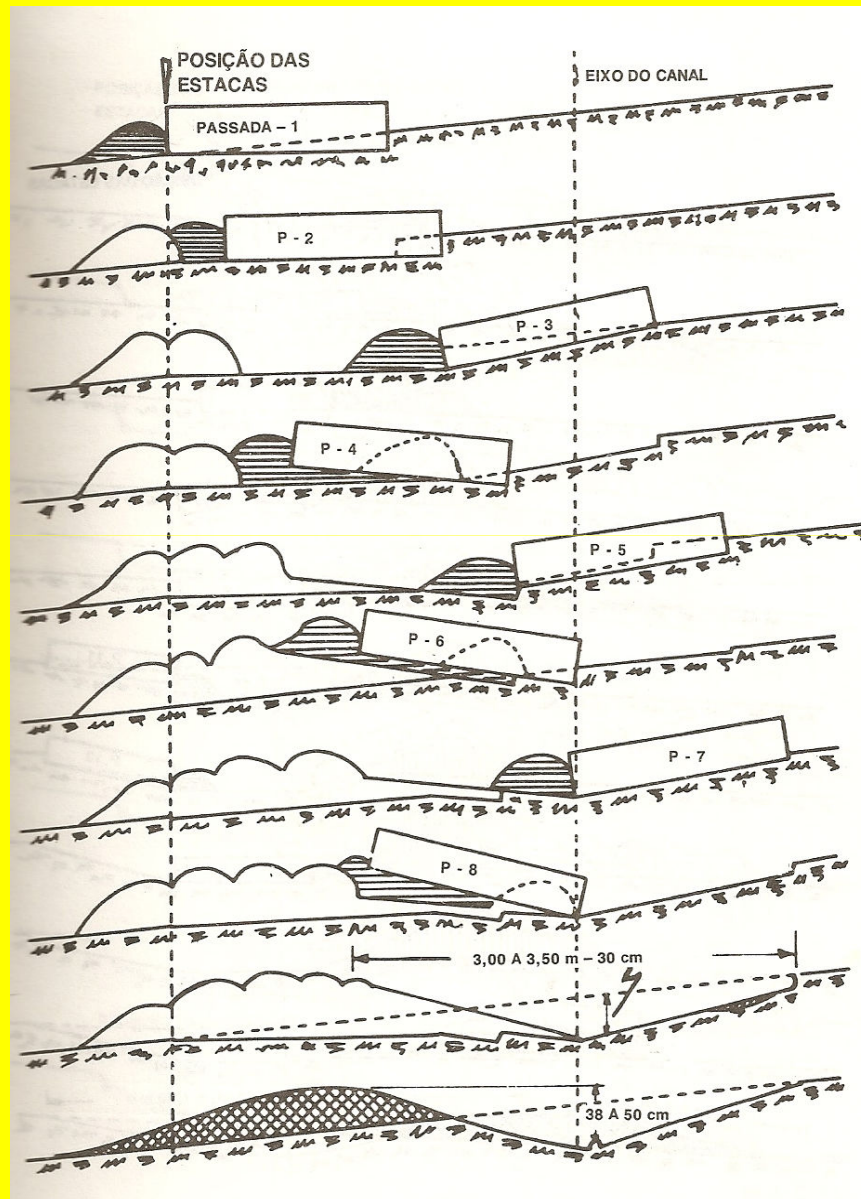
(C) PARALELAS TANTO PARA BAIXO COMO PARA CIMA



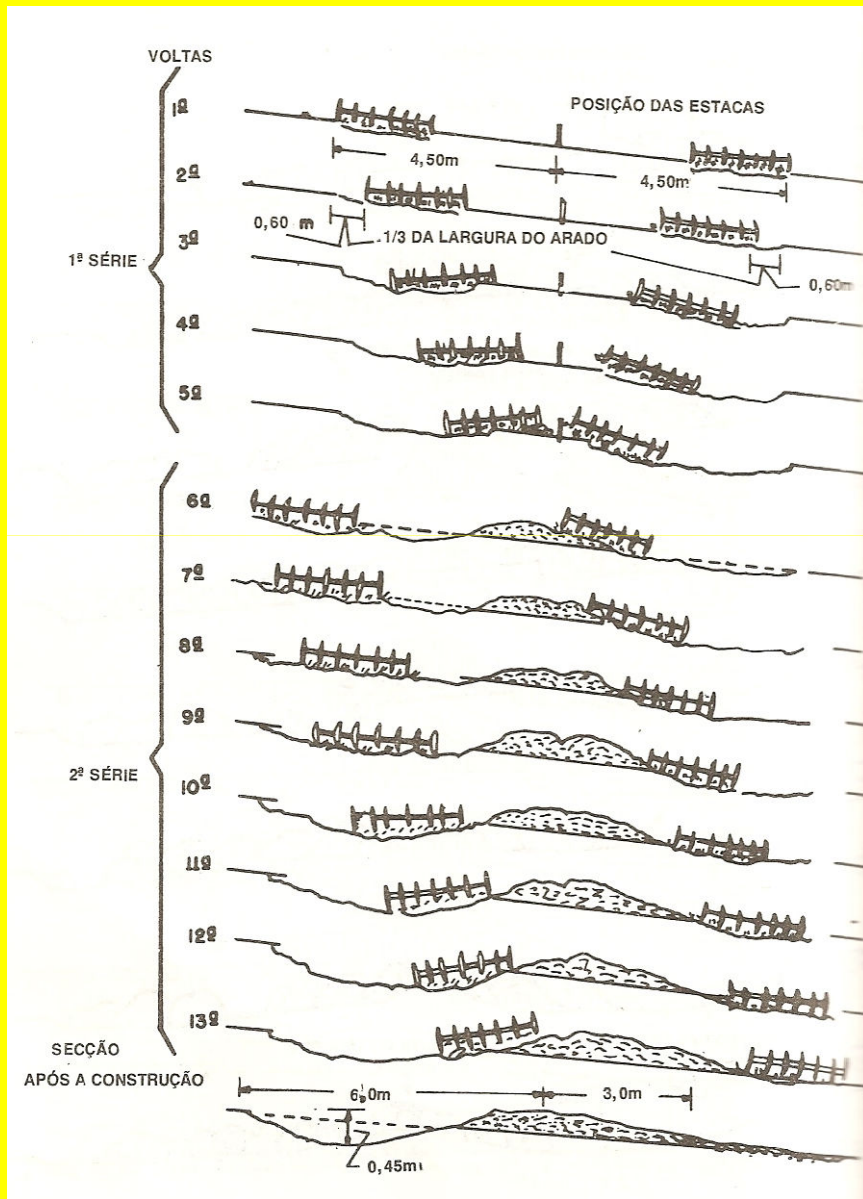
(D) PARALELAS ORA PARA BAIXO ORA PARA CIMA

CONSTRUÇÃO DE TERRAÇOS

TERRACEADOR DE LAMINA



ARADO GRADEADOR COM DISCO



Espaçamento entre Terraços

Método de Embrapa (1980) – fórmula de Bentley

$$EV = (2 + D.X).0,305$$

EV é o espaçamento vertical em metros;

D é o declive do terreno em %;

X é o fator que depende do tipo de solo e sua resistência à erosão, do tipo de cultura e das condições das chuvas da região.

$$EH = EV/D . 100$$

Prática Mecânica					Prática Vegetativa			Fator X
Terraços					Cordões		Faixas	
C. Permanente			C. Anual		C. Permanente		C. Anual	
R E S I S T Ê N C I A A E R O S Ã O H I D R I C A	Desní vel	Nível	Desní vel	Nível	Desnível	Nível	Nível	
	A						A	1,5
	M						M	2,0
	B	A					B	2,5
		M						3,0
		B	A					3,5
			M		A			4,0
			B	A	M			4,5
				M	B	A		5,0
				B		M		5,5
						B		6,0

Método de Bertoni (1959)

$$EV = 0,4518 \cdot K \cdot D^{0,58}$$

Método de Lombardi Neto et. al., (1989):

$$EV = 0,4518 \cdot K \cdot D^{0,58} \cdot (U + M)/2$$

EV é o espaçamento vertical em metros;

K é o índice que reflete a capacidade do solo em absorver água e resistência dele à ação erosiva da água;

D é a declividade do terreno em %.

U é o índice que reflete a cobertura oferecida por diversas culturas;

M é o índice que leva em consideração o preparo do solo e o manejo dos restos culturais.

Fator K – Resistência a erosão hídrica

Grupo de resistência à erosão	Principais Características					
	Profundidade	Permeabilidade	Textura	Razão Textural*	Grandes Grupos de Solos	Índice k
A alto	muito profundo (>2,0m) ou profundo (1 a 2m)	rápida/rápida moderada/rápida	média/média m. arg. /m. arg. argilosa/arg	< 1,2	LR, LE, LV, LH, LVr, LVt, Lea e LVa	1,25
B moderado	profundo	rápida/rápida rápida/moderada	arenosa/média arenosa/argilosa média/argilosa argil./m. argilosa	1,2 a 1,5	PLn, TE, PVls, R, RPV, RLV, Lea*** e LVa***	1,10
C baixo	profundo moderadamente profundo	lenta/rápida lenta/moderada rápida/moderada	arenosa/média** média/argilosa** arenosa/argilosa arenosa/m. arg.	>1,5	Pml, PVp, PVls, PC e M.	0,90
D muito baixo	moderadamente profundo	Rápida/moderada ou lenta/lenta	muito variável	muito variável	Li-b, Li-ag, gr, Li-fi, Li-ac, e PVp (rasos)	0,75

*Média da porcentagem de argila do horizonte B (excluindo B₃) sobre a média da porcentagem de argila de todo horizonte. ** Somente com mudança textural abrupta entre os horizontes A e B. *** Somente aqueles com horizonte A arenoso.

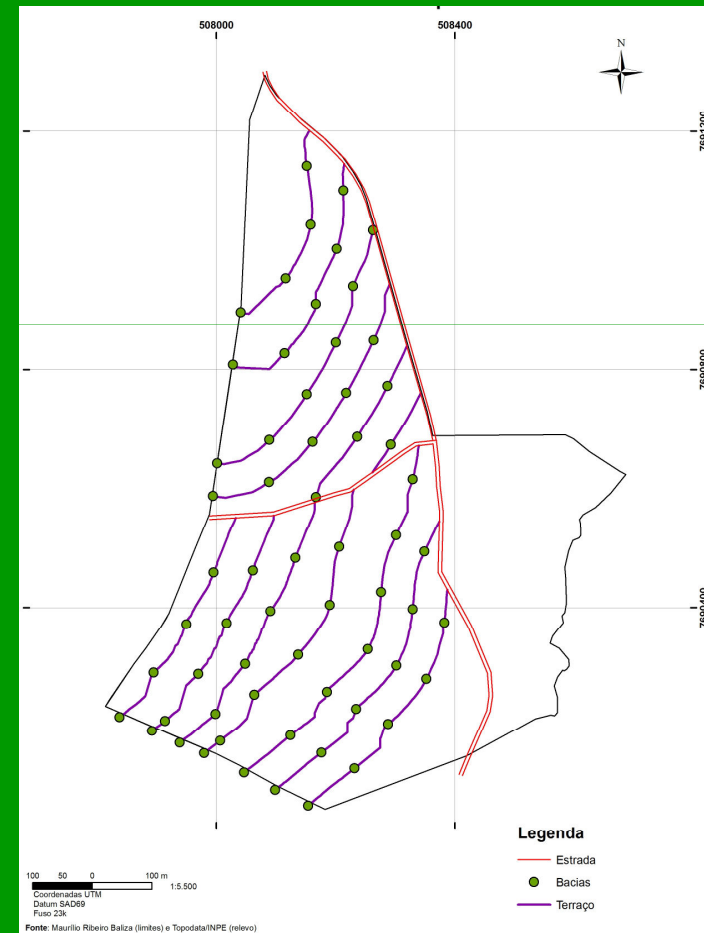
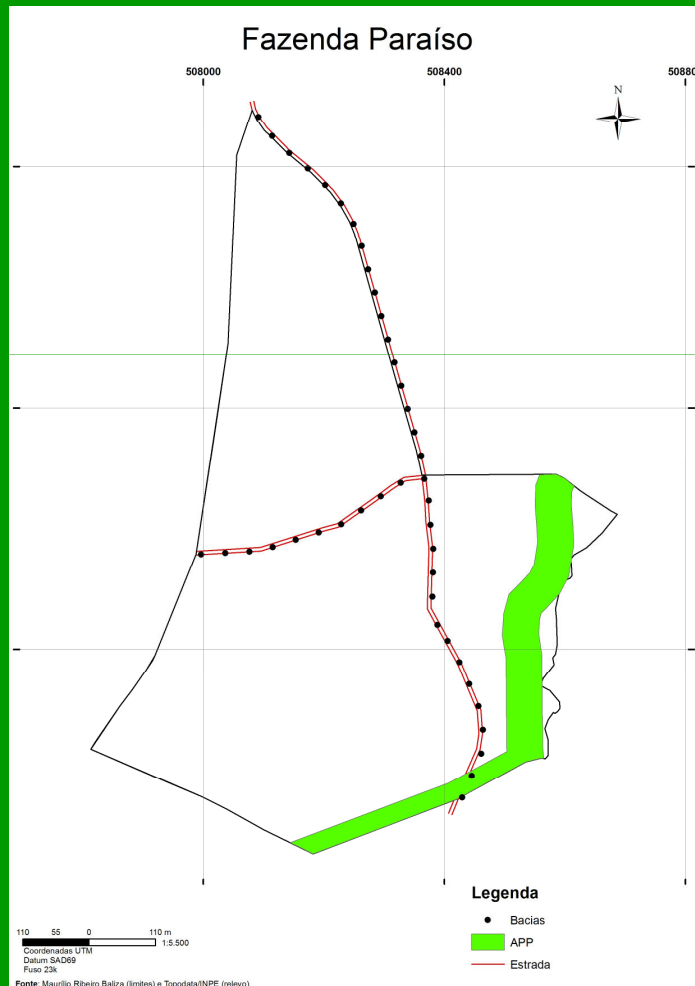
Fator U – Cobertura do solo

Grupo	Cultura	Índices (U)
1	Feijão e mandioca	0,50
2	Amendoim, algodão, arroz, alho, cebola, girassol e fumo	0,75
3	Soja, batata, melancia, abóbora, melão e leguminosas (plantas de cobertura)	1,00
4	Milho, sorgo, cana de açúcar, trigo, aveia, centeio, cevada, outras culturas de inverno e frutíferas de ciclo curto (abacaxi)	1,25
5	Banana, café, citros e frutíferas permanentes	1,50
6	Pastagens e capineiras	1,75
7	Cacau, seringueira, Eucalipto, pinos e araucária	2,00

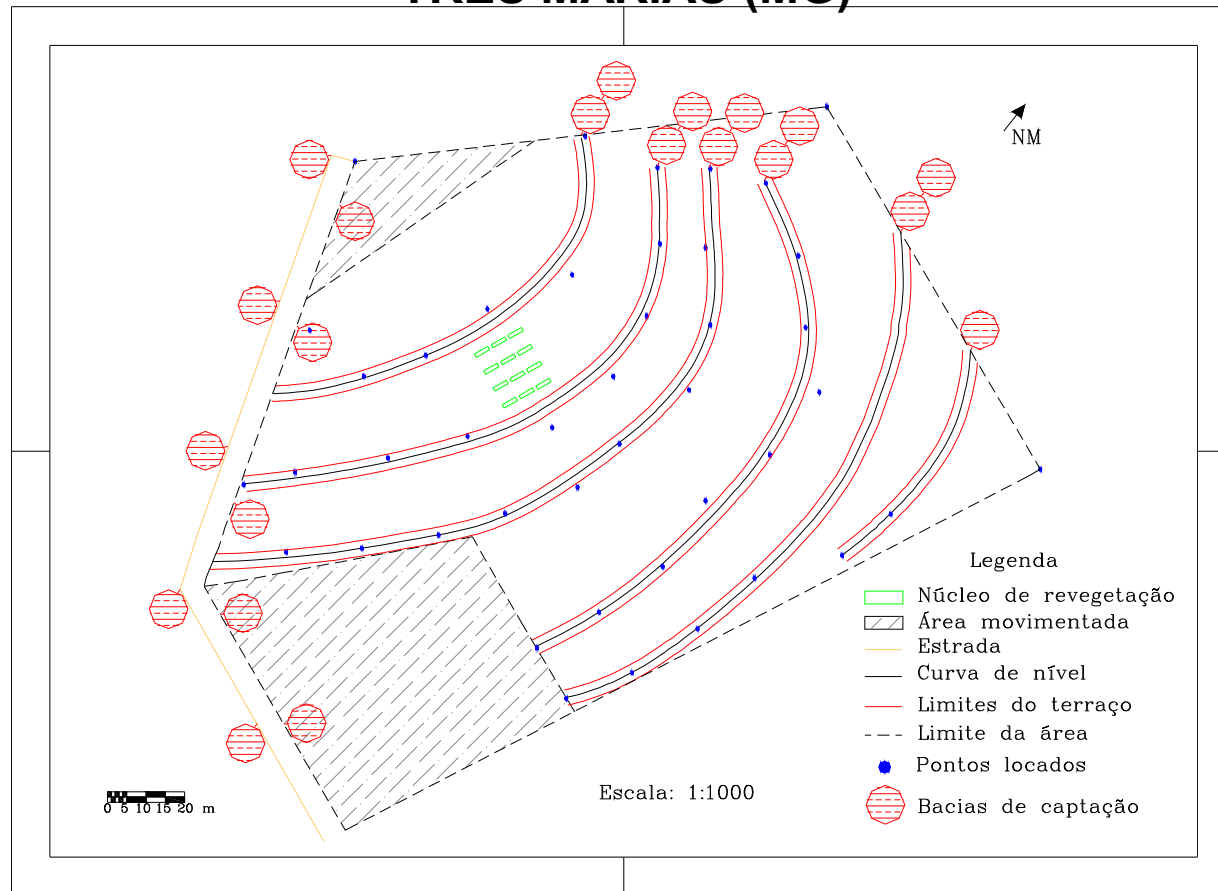
Fator M – Manejo do solo na operação de preparo

GRUPOS DE PREPARO DO SOLO E MANEJO DE RESTOS CULTURAIS COM SEUS RESPECTIVOS ÍNDICES				
GRUPO	MANEJO DO SOLO			ÍNDICE M
	PREPARO PRIMÁRIO	PREPARO SECUNDÁRIO	RESTOS CULTURAIS	
1	GRADE ARADORA (OU PESADA) OU ENXADA ROTATIVA	GRADE NIVELADORA	INCORPORADOS OU QUEIMADOS	0,50
2	ARADO DE DISCO OU AIVECA	GRADE NIVELADORA	INCORPORADOS OU QUEIMADOS	0,75
3	GRADE LEVE	GRADE NIVELADORA	PARCIALMENTE INCORPORADOS COM OU SEM ROTAÇÃO DE CULTURAS	1,00
4	ARADO ESCARIFICADOR	GRADE NIVELADORA	PARCIALMENTE INCORPORADOS COM OU SEM ROTAÇÃO DE CULTURAS	1,50
5	_____	PLANTIO SEM REVOLVIMENTO DO SOLO, ROÇADEIRA, ROLO FACA, HERBICIDAS (PLANTIO DIRETO)	SOBRE A SUPERFÍCIE DO TERRENO	2,00

Terraceamento e bacias de captação de água em estradas e terraços Fazendas com cultivo de café



TERRACEAMENTO EM ÁREA DE USTULAÇÃO – CMM TRÊS MARIAS (MG)



**CONTAMINAÇÃO
COM Zn, Cd e Pb**



**CONSTRUÇÃO
DE TERRAÇOS**



**BACIAS DE
CAPTAÇÃO**



BACIAS DE CAPTAÇÃO E TERRAÇOS EM FUNCIONAMENTO



PRECIPITAÇÃO (mm)
CMM - TRÊS MARIAS (MG)

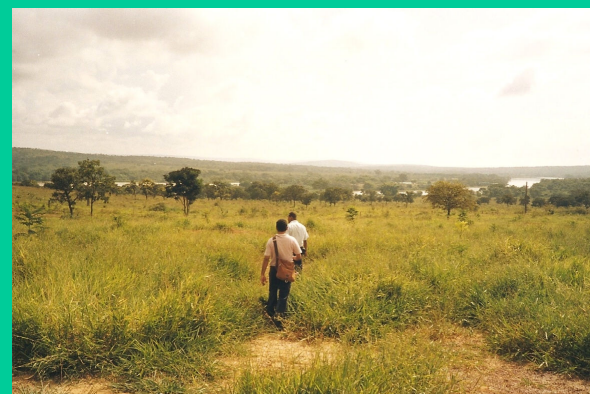
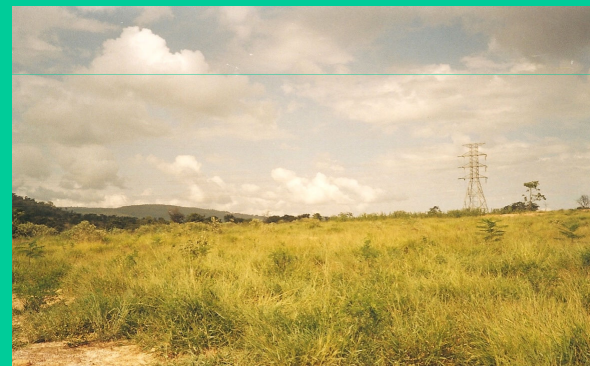
1/11	1
2	0
3	17
4	9
5	5
6	0
7	0
8	0
9	11
10	0
11	0
12	17
Total	60

TERRACEAMENTO E BACIAS DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA

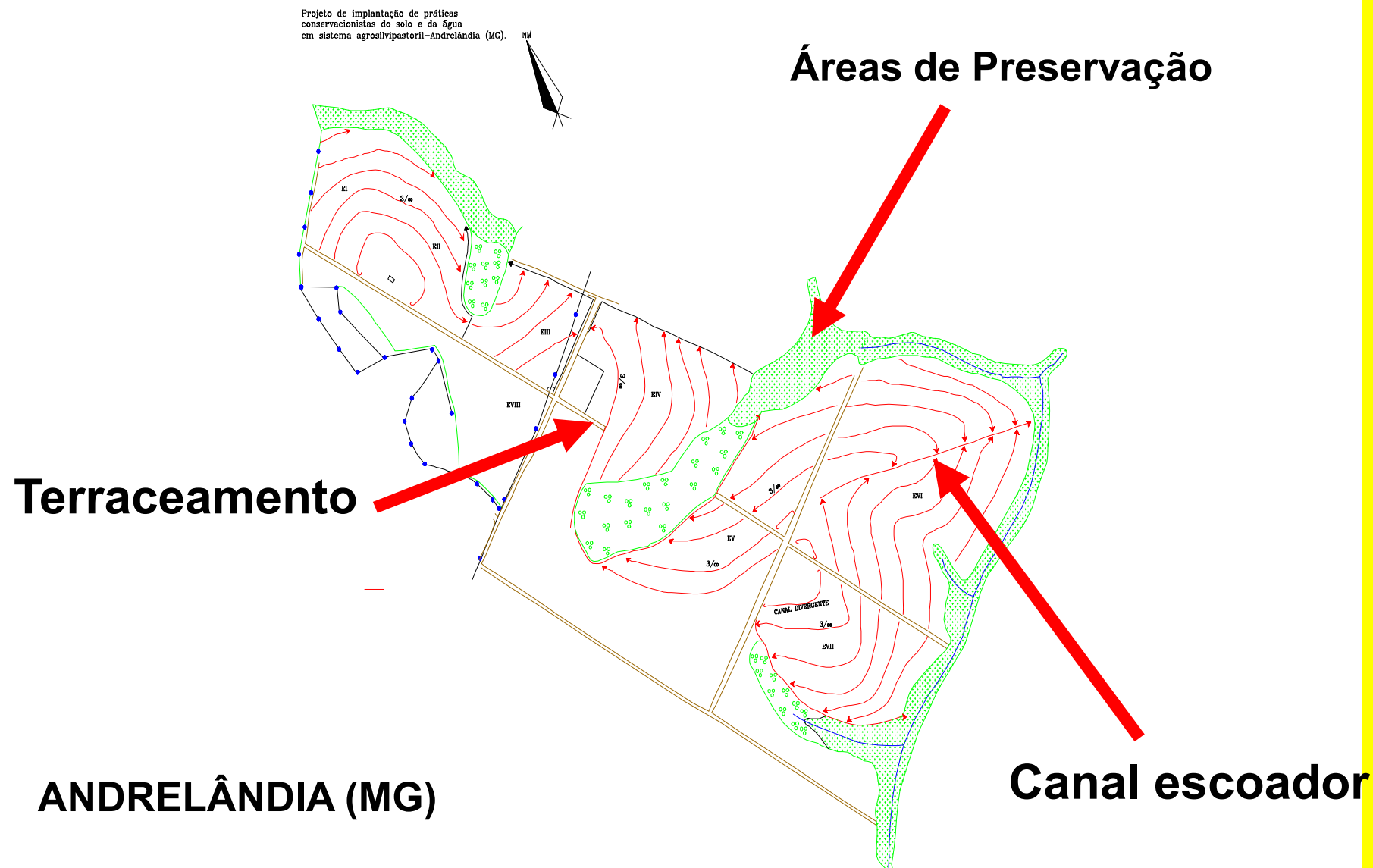


ANTES

DEPOIS



PROJETO DE IMPLANTAÇÃO DE TERRAÇOS EM SISTEMA AGROSILVIPASTORIL

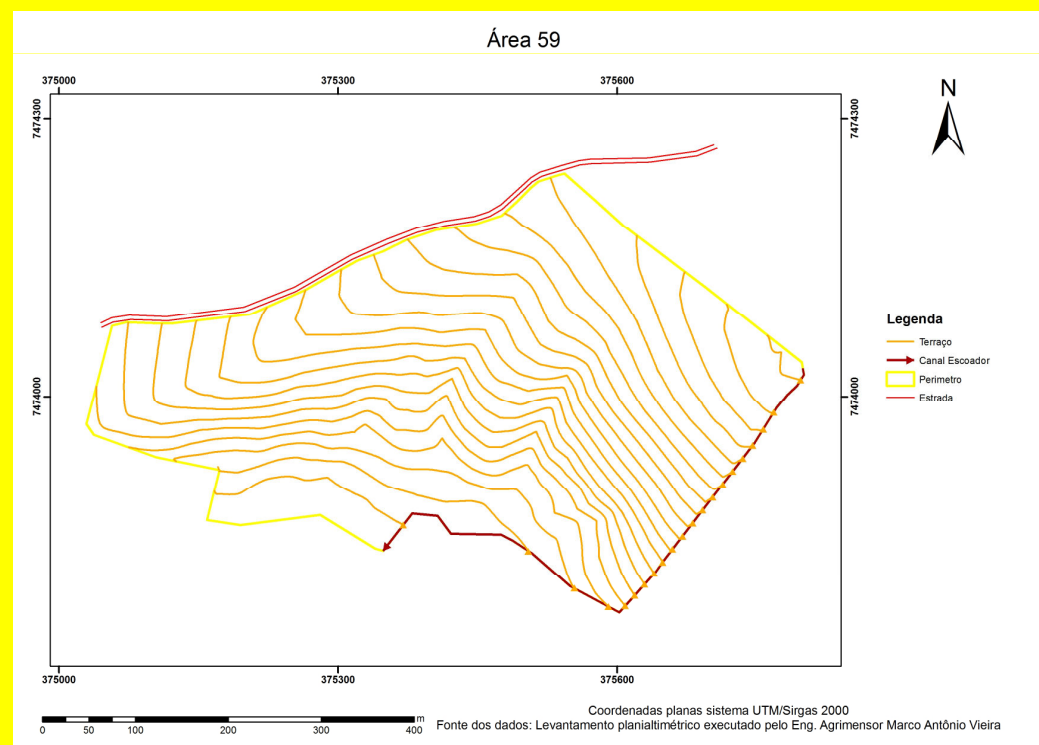






Terraceamento na Sub-bacia do Salto de Cima, Extrema - MG.

Projeto de locação dos terraços e canais escoadouros.



Locação de terraços

Locação

- **Terraços em nível**

Alta infiltração e baixa coesão – Latossolo

- **Terraços em desnível com gradiente constante**

baixa infiltração e alta coesão – Argissolo Amarelo

- **Terraços em desnível com gradiente progressivo**

baixa infiltração e baixa coesão – Cambissolo

Comprimento linear do terraço (m)	Gradiente (‰)
0 – 100	0
100 – 200	1
200 – 300	2
300 – 400	3
400 – 500	4
500 – 600	5