

Dimensionamento Altair (SP) - região de São José do Rio Preto

Esta apresentação irá mostrar passo a passo os cálculos e as decisões envolvidas no dimensionamento. O tempo de cada apresentação: 12 minutos.

Objetivo: converter áreas de pastagem em cana-de-açúcar

Pastagem bem formada

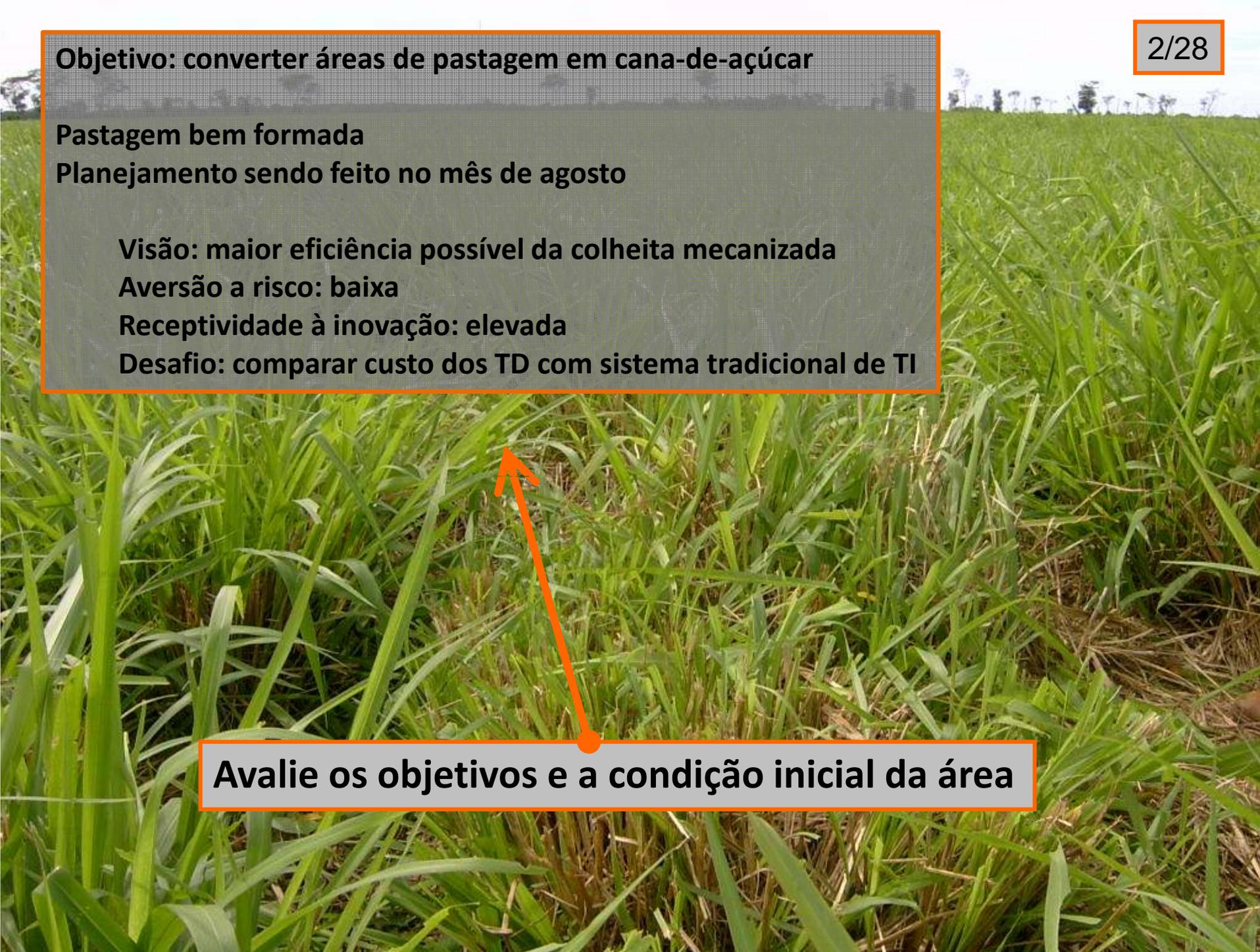
Planejamento sendo feito no mês de agosto

Visão: maior eficiência possível da colheita mecanizada

Aversão a risco: baixa

Receptividade à inovação: elevada

Desafio: comparar custo dos TD com sistema tradicional de TI



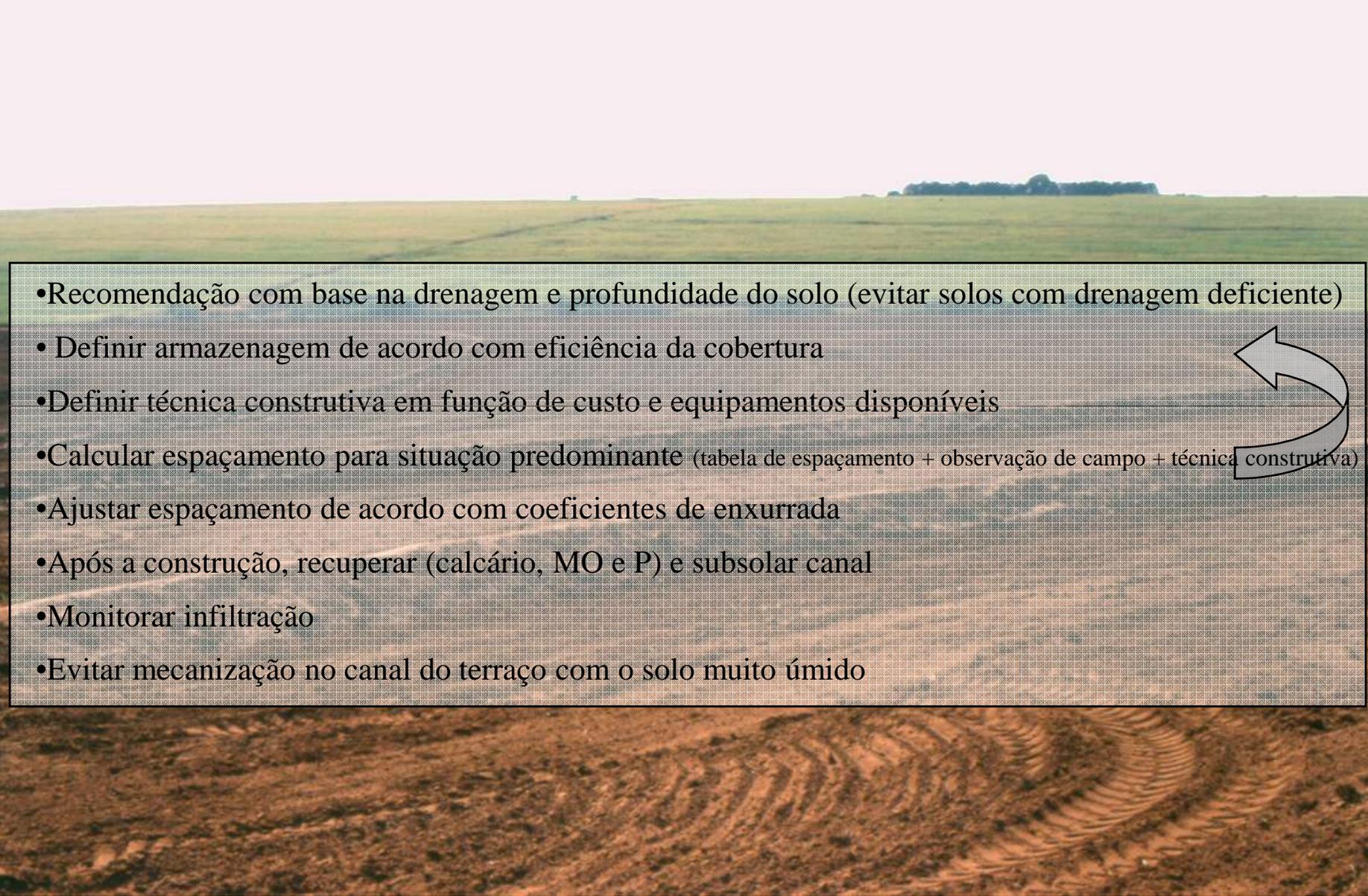
Avalie os objetivos e a condição inicial da área

Custo e rendimento de construção em função do tipo de terraço e seção

	Seção		Rendimento			Custo	
	$L m^{-1}$	$m h^{-1}$	$R\$ h^{-1}$	$R\$ m^{-1}$	$R\$ m^{-3}$		
Com aterro feito com terraceador	900	390	35	0,09	0,10		
Com aterro feito com terraceador e acabamento de canal com motoniveladora	2.500	200	60	0,30	0,12		
Embutido feito com terraceador e motoniveladora	1.500	220	75	0,34	0,23		
Embutido feito com motoniveladora	1.200	150	75	0,50	0,42		
Embutido feito com terraceador e esteira	2.500	50	65	1,30	0,52		
Embutido feito com esteira	3.500	30	55	1,83	0,52		

Data de referência 2004

Dependendo do espaçamento e tamanho pode variar de R\$ 200 a 500/ha

- 
- Recomendação com base na drenagem e profundidade do solo (evitar solos com drenagem deficiente)
 - Definir armazenagem de acordo com eficiência da cobertura
 - Definir técnica construtiva em função de custo e equipamentos disponíveis
 - Calcular espaçamento para situação predominante (tabela de espaçamento + observação de campo + técnica construtiva)
 - Ajustar espaçamento de acordo com coeficientes de enxurrada
 - Após a construção, recuperar (calcário, MO e P) e subsolar canal
 - Monitorar infiltração
 - Evitar mecanização no canal do terraço com o solo muito úmido

Cálculo de espaçamento de terraços de infiltração

$$AR_1 = AR_2$$

$$\text{Seção (L/m)} / AR \text{ (mm)} = DH \text{ (m)}$$

Valores de referência: 25 a 45 mm de enxurrada (60 a 100 mm de precipitação)

AR = capacidade de armazenagem de enxurrada no terraço ($L m^{-1}$)

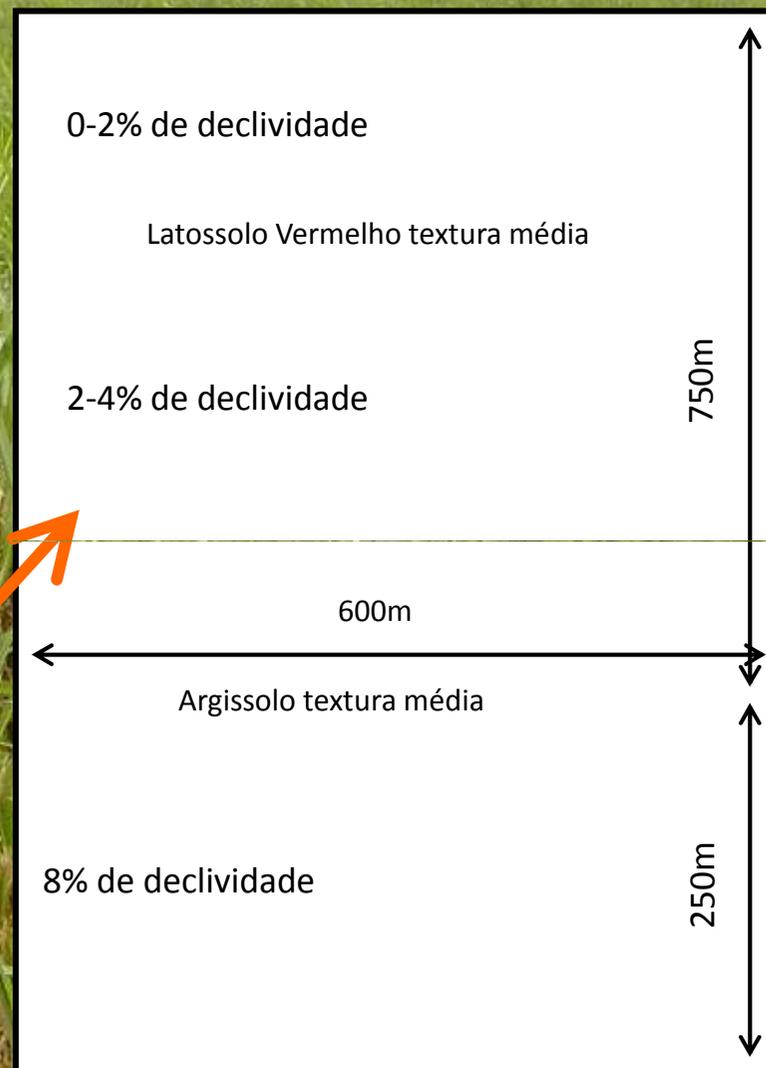
An aerial photograph of a terraced agricultural field. The terraces are arranged in a series of curved, parallel steps down a slope. The soil is a reddish-brown color. Two specific terraces are highlighted with black numbers: '1' is on a lower terrace in the foreground, and '2' is on a higher terrace further up the slope. The background shows a flat, green landscape under a clear sky.

2

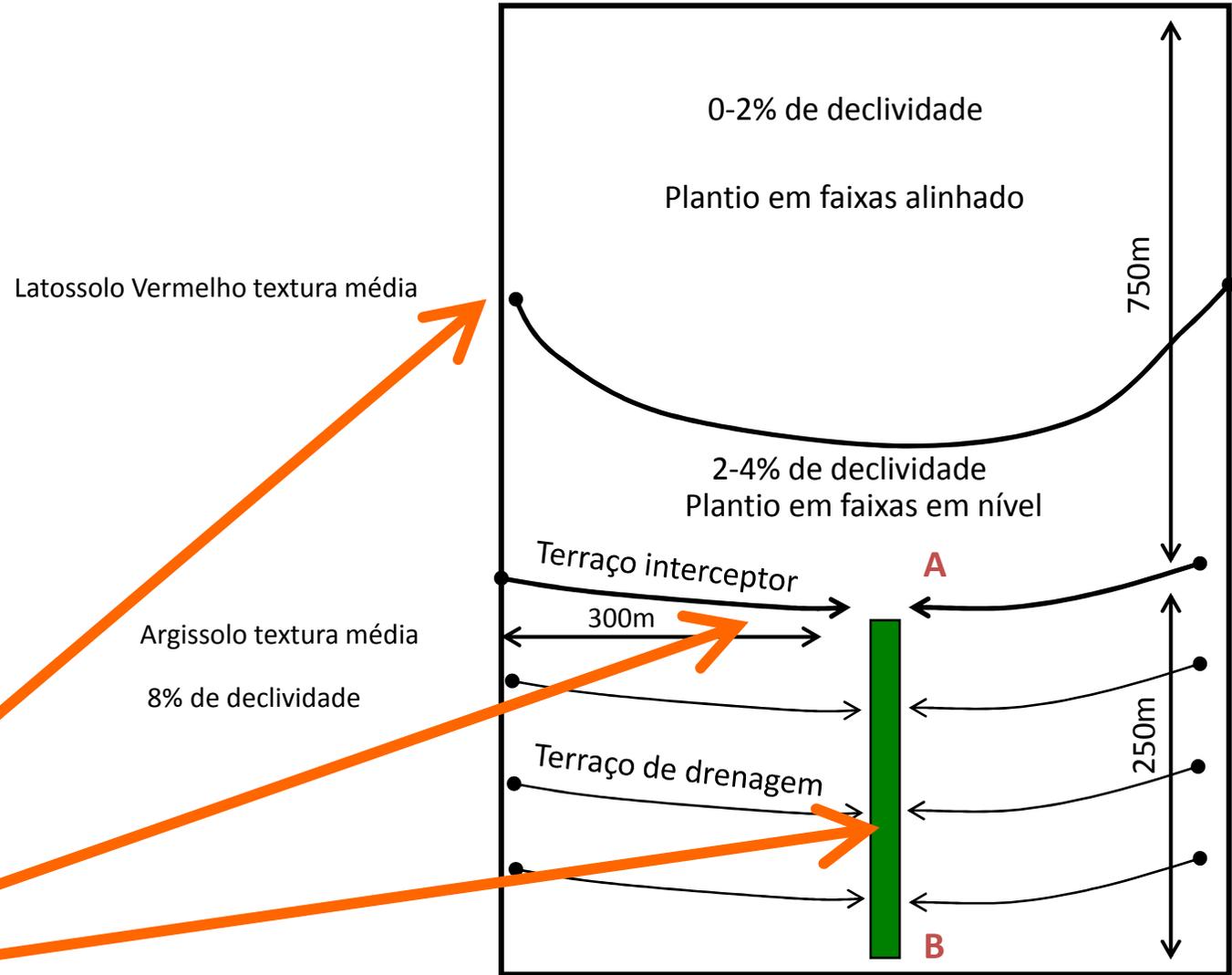
1

Croqui da área:

6/28

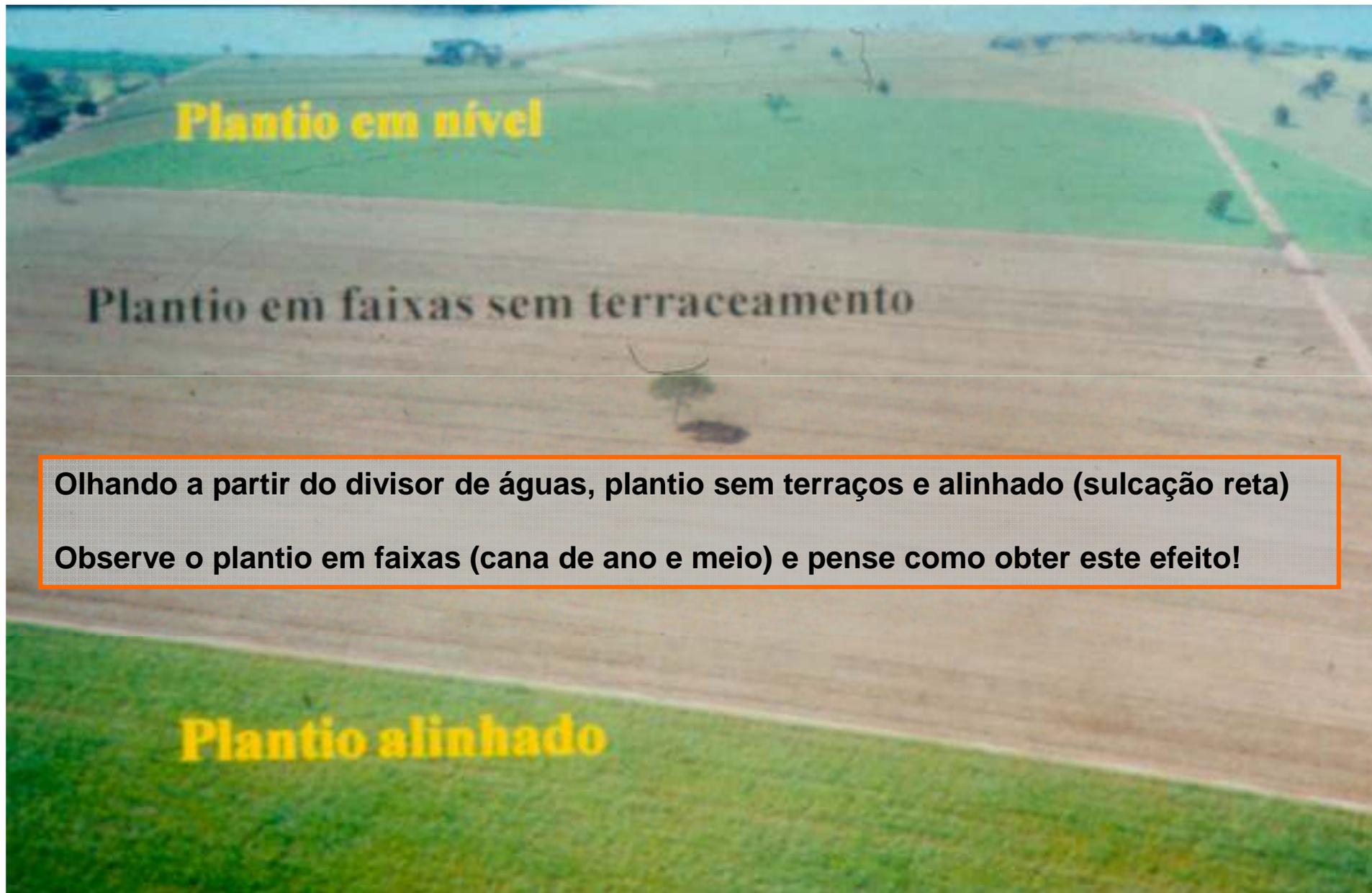


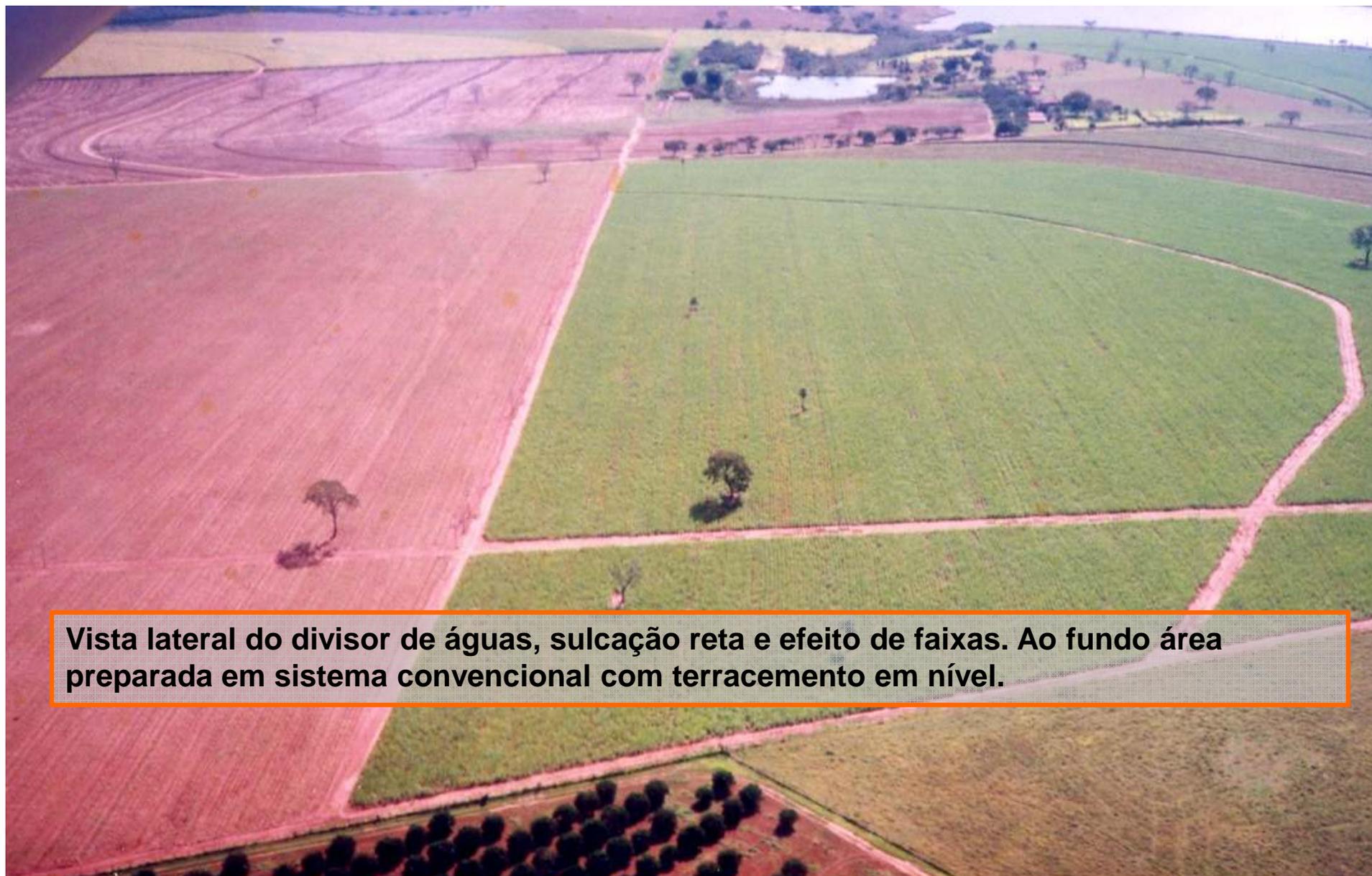
Analise o croqui da área, anote os principais detalhes



Observe os seguintes detalhes do projeto, você vai vê-los em fotos

Canal escoadouro





Vista lateral do divisor de águas, sulcação reta e efeito de faixas. Ao fundo área preparada em sistema convencional com terracimento em nível.



Primeiro terraço da área (interceptor) e início do canal escoadouro. Plantio em nível sem terraços a montante do terraço interceptor



Vista lateral do terraço interceptor, canal escoadouro e terraços paralelos a jusante.

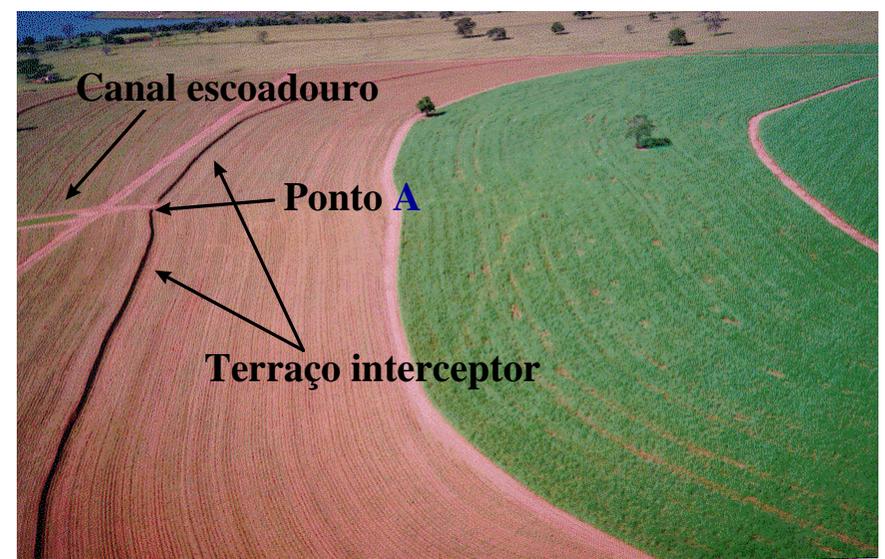


Terraços paralelos: sem interferência na sulcação!
Pense em como implantar esta técnica!





Segue o cálculo das dimensões no ponto A e B, passo a passo!



Estimativa do tempo de concentração e intensidade da chuva:

Velocidade da água no terraço interceptor: 0,8 m/s

Velocidade da água no canal escoadouro: 1,2 m/s

Tempo de recorrência: 15 anos

Terraço interceptor: cultivado com cana-de-açúcar: $n = 0,06$

Canal escoadouro: plantado com grama: $n = 0,08$

Construção do terraço interceptor: motoniveladora ($L = 4m$)

Veja os dados que você vai precisar! Alguns vem de tabelas, outros você precisa definir, e outros dependem das condições operacionais locais. Procure identificar cada grupo de variáveis, dependendo de sua origem! **Anote os valores, você vai precisar deles durante os cálculos.**

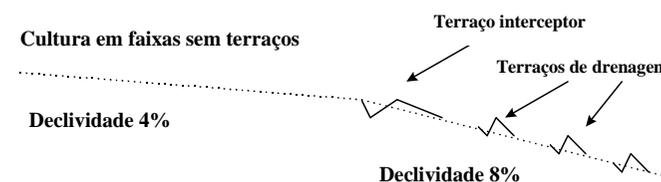
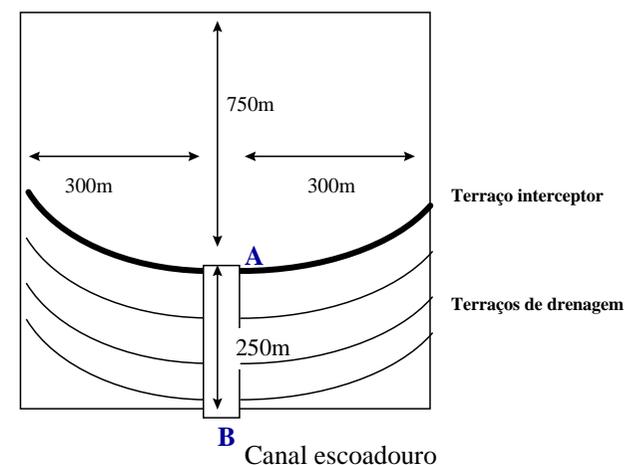


Calcule o Tempo de Concentração nos pontos A e B:

Velocidade de escoamento superficial (V , $m s^{-1}$) em função do tipo de superfície e do declive (I , %)

Uso da terra	Velocidade, $m s^{-1}$
Florestas ou mata natural	$V=0,08 I^{1/2}$
Área reflorestada ou em cultivo mínimo	$V=0,15 I^{1/2}$
Pastagens	$V=0,21 I^{1/2}$
Áreas cultivadas	$V=0,27 I^{1/2}$
Solo descoberto	$V=0,30 I^{1/2}$
Canais vegetados de formato irregular	$V=0,45 I^{1/2}$
Áreas pavimentadas	$V=0,60 I^{1/2}$

O primeiro cálculo é o do Tempo de Concentração. Além da velocidade da água no terraço e no canal escoadouro, você precisa estimar a velocidade da enxurrada não concentrada na área a montante! Utilize as equações acima e faça os cálculos de tempo de concentração em A e B!



Calcule o Tempo de Concentração nos pontos A e B:

$$\frac{750}{0,54} + \frac{300}{0,8} = 1.764s \quad (\text{TC no ponto A}) \quad \text{Equivalente a } 29,4'$$

$$\frac{750}{0,54} + \frac{300}{0,8} + \frac{250}{1,2} = 1.972s \quad (\text{TC no ponto B}) \quad \text{Equivalente a } 32,8'$$

Confira os valores do tempo de concentração em A e B!

Calcule a intensidade da precipitação extrema com duração igual ao Tempo de Concentração em A e B:

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

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 precipitação e da localidade (ver anexo)

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

		α												
		5min	15min	30min	1h	2h	4h	8h	14h	24h	48h	3d	4d	6d
		0,108	0,122	0,138	0,156	0,166	0,174	0,176	0,174	0,17	0,166	0,16	0,156	0,152
		β												
Local	UF	5min	15min	30min	1h a 6d	a	b	c						
Estado de São Paulo	SP	-0,01	0,09	0,11	0,11	0,38	26,73	21,75						

Calcule as precipitações (Intensidade, mm/h) correspondentes aos Tempos de Concentração para os pontos A e B!

Calcule a intensidade da precipitação extrema com duração igual ao Tempo de Concentração em A e B:

Ponto A: $P = 49\text{mm}$ e $I = 99 \text{ mm/h}$

Ponto B: $P = 53\text{mm}$ e $I = 97 \text{ mm/h}$

Confira os valores as intensidades de precipitação em A e B!

Chuvas Extremas (Pfafstetter, 1957)

	Local	Estado	
Número do Local:	31	Estado de São Paulo	SP
Duração da Precipitação:			<u>Verificar número na planilha locais</u>
min	29,4		
horas			
dias			
Tempo de Recorrência:	15	anos	
Precipitação Máxima:	49	mm	
Intensidade Máxima:	99	mm h ⁻¹	

Calcule as precipitações (Intensidade, mm/h) correspondentes aos Tempos de Concentração para os pontos A e B, utilizando a planilha de cálculo. Verifique se os resultados são semelhantes!

Calcule a vazão máxima em A e B:

$$Q_{\max} = \frac{\bar{C} \times I_{t=TC} \times A}{360}$$

Q_{\max} = vazão máxima esperada, $m^3 s^{-1}$

\bar{C} = coeficiente de enxurrada médio (ponderado pela área de ocorrência) da área (A).

$I_{t=TC}$ = intensidade ($mm h^{-1}$) da precipitação máxima esperada com certo período de retorno (T, anos) de duração igual ao Tempo de Concentração (TC) da área de captação do ponto em que está sendo calculada Q_{\max} .

A = área de captação no ponto de dimensionamento, ha

Coeficiente de enxurrada em função da cobertura vegetal, permeabilidade do solo e declividade.

Agora vem o cálculo da vazão provocada pelas chuvas que você definiu anteriormente. Para isto, basta substituir os valores na equação acima. Para o cálculo do fator C médio, utilize a tabela ao lado e faça a média ponderada pela área de ocorrência de cada solo

Cobertura vegetal e declividade	Permeabilidade do Solo		
	Alta	Média	Baixa
Matas			
0-5%	0,10	0,30	0,40
5-10%	0,25	0,35	0,50
10-30%	0,30	0,50	0,60
Pastagens			
0-5%	0,10	0,30	0,40
5-10%	0,16	0,36	0,55
10-30%	0,22	0,42	0,60
Culturas			
0-5%	0,30	0,50	0,60
5-10%	0,40	0,60	0,70
10-30%	0,52	0,72	0,82
Áreas Urbanas			
0-5%	0,40	0,55	0,65
5-10%	0,50	0,65	0,80

Calcule a vazão máxima em A e B:

22/25

C do ponto A: 0,3

C ponto B:
$$\frac{0,3 \times 45ha + 0,6 \times 15ha}{45ha + 15ha} = 0,38$$

Q ponto A: 1,86 m³/s

Q ponto B: 6,14 m³/s

Confira o cálculo do valor C e as vazões nos pontos A e B!

Arquivo Editar Exibir Inserir Formatar Ferramentas Dados Janela ?

Vazão de Entrada assumindo tempo de recorrência de 15 anos

Número do Local: 31 Estado de São Paulo Verificar número na planilha locais

Área de Captação:

ha 22,5

alq

Tempo de Concentração:

min 29,4

horas

Intensidade da Precipitação: 99 mm h⁻¹

Coefficiente de Enxurrada: 0,3

Vazão de Entrada: 1,86 m³s⁻¹

Vazão de Entrada definindo a Intensidade de Precipitação

Área de Captação:

ha 60

alq

Intensidade da Precipitação: 97 mm h⁻¹

Coefficiente de Enxurrada: 0,38

Vazão de Entrada: 6,14 m³s⁻¹

Repita os cálculos na planilha e veja se os valores são semelhantes. Verifique se os resultados são semelhantes!

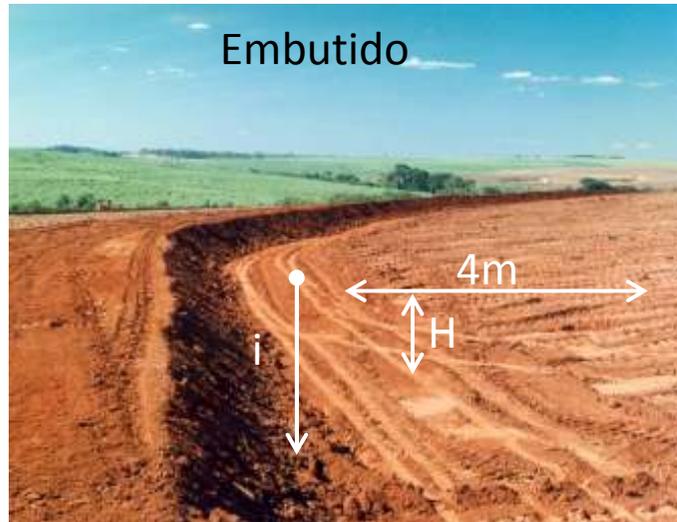
Vazão Canal Vazão Terraço **Vazão Entrada** Locais

Dimensione o terraço no Ponto A:

$$L = 4\text{m}$$

$$H = ??$$

$$d = ??$$



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

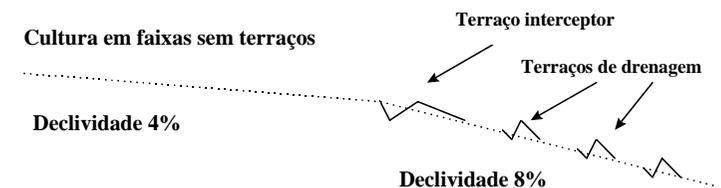
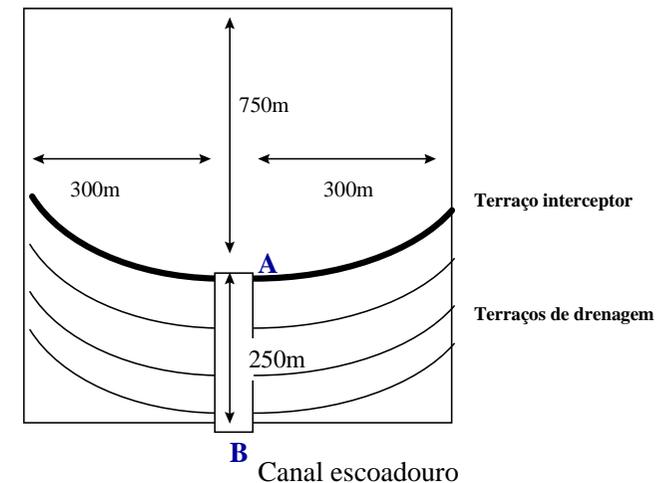
V = velocidade da água em canal aberto, m s^{-1} (vel. máxima em terraços = $1,0 \text{ m s}^{-1}$ e em canais vegetados $1,5 \text{ m s}^{-1}$)

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)

d = declividade do canal, m/m

Vamos calcular primeiro o terraço!
Perceba que há duas variáveis faltando (H e d). Como H é função de L e Q, fica fácil de resolver! Basta resolver a equação de Manning para d!



Dimensione o terraço no Ponto A:



Terraço

Dados:

$v = 0,8 \text{ m/s}$

$Q = 1,86 \text{ m}^3/\text{s}$

$L = 4 \text{ m}$

$n = 0,06$

$S = \frac{L \times H}{2}$ $Q = S \times v$

$v = \frac{1}{n} \left(\frac{L \times H}{2} \right)^{2/3} \sqrt{i}$

Dimensione o terraço:

$1,86 = S \times 0,8 \Rightarrow S = 2,325 \text{ m}^2$

$2,325 = \frac{4 \times H}{2} \Rightarrow H = 1,163 \text{ m}$

$0,8 = \frac{1}{0,06} \left(\frac{4 \times 1,163}{2} \right)^{2/3} \sqrt{i}$

$0,8 = 16,67 \times 0,588 \sqrt{i} \Rightarrow$

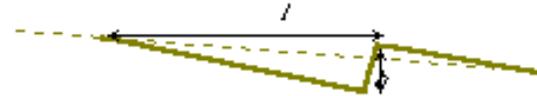
$i = 0,0067 \text{ m/m}$ ou $0,67\%$

$L = 4 \text{ m}$
 $H = 1,2 \text{ m}$
 $i = 0,67\%$

Veja a solução ao lado!

Arquivo Editar Exibir Inserir Formatar Ferramentas Dados Janela ?

Terraço sem aterro (embutido)



m^3s^{-1}

Vazão de Entrada 1 **1,86**

Vazão de Entrada 2 **6,14**

Terraço com aterro (parbólico)



Estimativa a partir da Velocidade

	<i>l</i>	<i>h</i>	Declividade
<i>l</i>	4		4,00 m
<i>h</i>	1,16		1,16 m
Área Molhada			2,3 m ²
Raio Hidráulico			0,45 m
Coefficiente Rugosidade	0,06		0,060
Declividade			0,007 m m ⁻¹
			0,67 %
Velocidade Escoamento	0,8		0,80 m s ⁻¹
Vazão			1,86 m ³ s ⁻¹

Repita os cálculos na planilha e veja se os valores são semelhantes. Verifique se os resultados são semelhantes!

Vazão Canal Vazão Terraço Vazão Entrada Locais

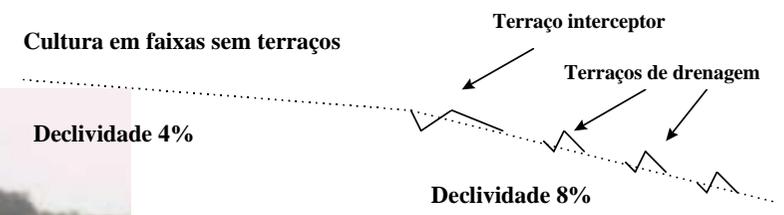
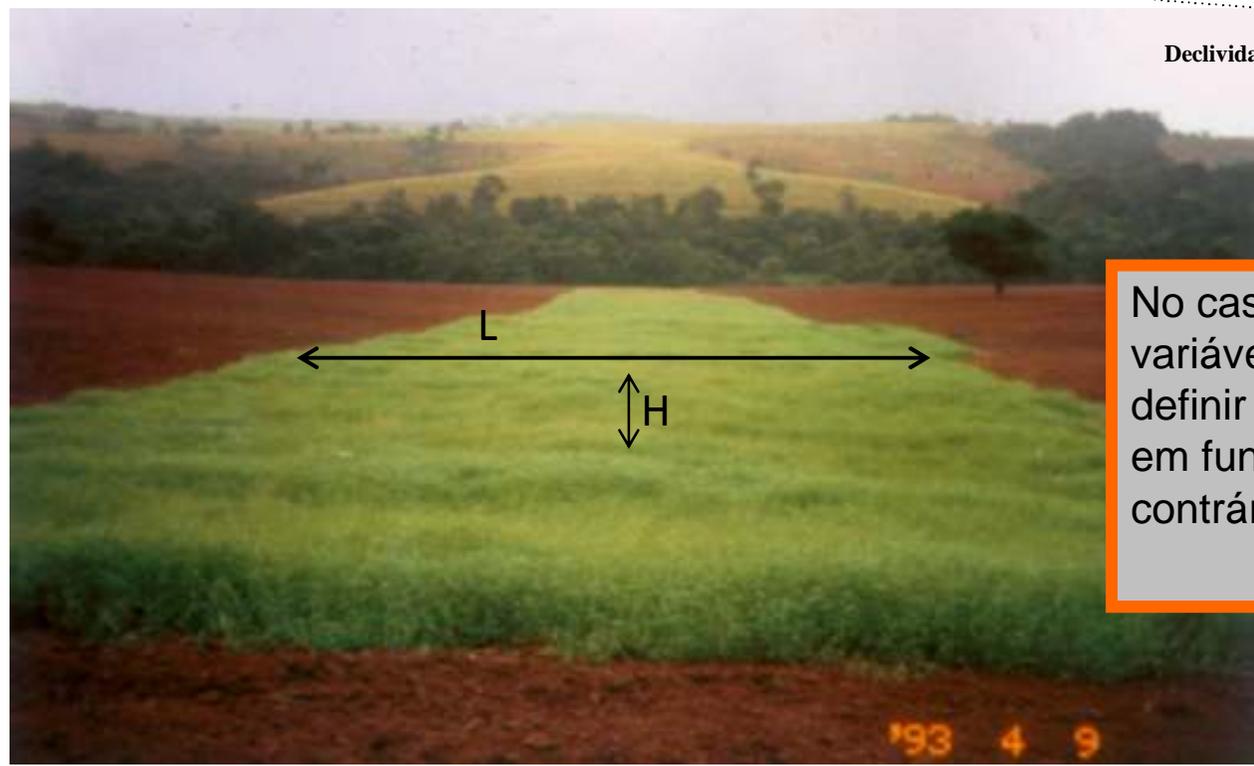
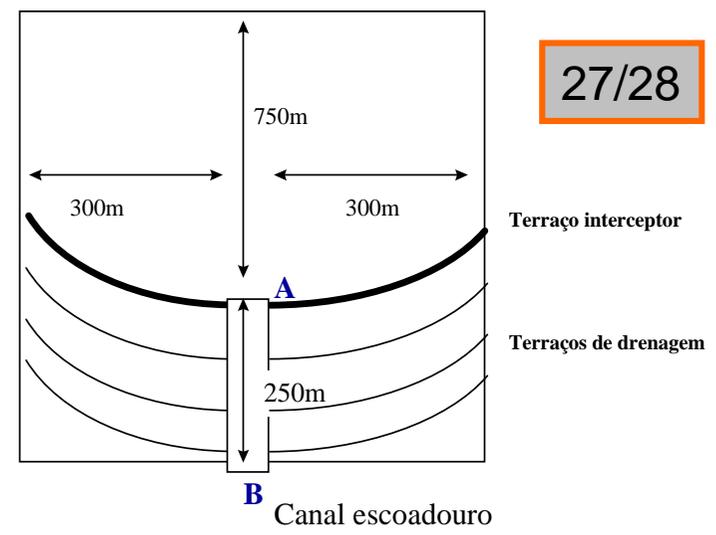
Dimensione o cana escoadouro no Ponto B:

L = ??

H = ??

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

V = velocidade da água em canal aberto, m s⁻¹ (vel. máxima em terraços = 1,0 m 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)
 d = declividade do canal, m/m



No caso do canal escoadouro há duas variáveis (L e H). Você vai ter que definir duas equações para resolver L em função do valor de H (ou ao contrário!) Pense em como fazer isto!

Dimensione o cana escoadouro no Ponto B:

Canal
 20/25

$V = 1,2 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$
 $Q = 6,14 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$
 $n = 0,08$
 $d = 28 \text{ m}$ $0,08 \text{ m}^{-1}$

$S = L \cdot H$
 $Q = 1 \text{ m} \cdot R^{2/3} \cdot J^{1/2}$
 $R = \frac{L \cdot H}{2}$

$6,14 = S \cdot 1,2 \rightarrow S = \frac{6,14}{1,2} = 5,117 \text{ m}^2 = L \cdot H$

$1,2 = \frac{1}{0,08} \cdot \left(\frac{5,117}{L \cdot 2H} \right)^{2/3} \cdot \sqrt{0,08}$

$\rightarrow \left(\frac{5,117}{L \cdot 2H} \right)^{2/3} = \frac{1,2}{0,283 \cdot 16,5} = 0,339$

$\rightarrow \left(\frac{5,117}{L \cdot 2H} \right)^{3/2} = (0,339)^{3/2}$

$\frac{5,117}{L \cdot 2H} = 0,198 \rightarrow 5,117 = 0,198L + 0,3957H$

$H = \frac{5,117}{L} \rightarrow 5,117 = 0,198L + 0,395 \frac{5,117}{L}$

$5,117L = 0,198L^2 + 2,021 \rightarrow 0,198L^2 - 5,117L + 2,021 = 0$

$L = \frac{-5,117 \pm \sqrt{5,117^2 - 4 \cdot 0,198 \cdot 2,021}}{2 \cdot 0,198} = 25,44$

$L'' = 12,921 - 12,520 = 0,40$

$H = \frac{5,117}{25,44} = 0,201$ $\left[\begin{array}{l} L = 25 \text{ m} \\ H = 0,2 \text{ m} \end{array} \right]$

$L = 25$
 $H = 0,2$

Veja os cálculos ao lado e repita os na planilha!

Parabéns, você chegou ao final do exercício!