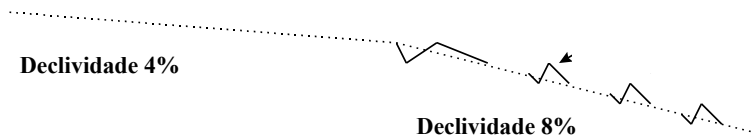
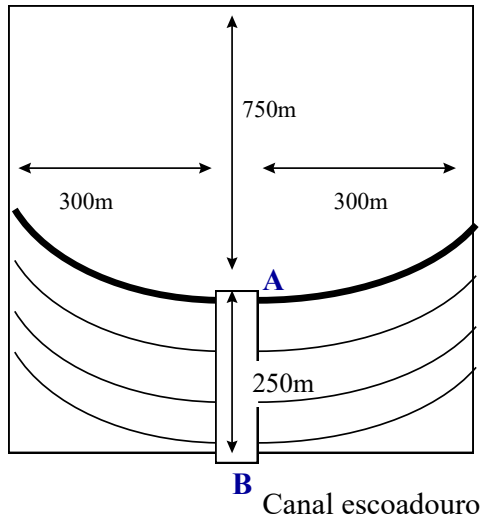


LSO-660 - TECNOLOGIA DO SOLO

Estudo dirigido sobre Dimensionamento de Terraços/Canais Escoadouros

Considere a área da figura cultivada com cana de açúcar localizada no estado de SP. O solo que domina na área é um Latossolo Vermelho Amarelo textura média na parte mais plana (declividade 4%) e um Argissolo Vermelho-Amarelo abrupto na parte mais declivosa (declividade 8%).



Dimensionamento de terraços de infiltração para a área em estudo.

Dimensione para a área um sistema de terraços de infiltração com espaçamento horizontal entre terraços de 50m e uma chuva de 100mm diária com tempo de retorno de 10 anos.

- Calcule o volume total de enxurrada esperado.
- Calcule a seção, largura e altura do terraço considerando a utilização de uma motoniveladora na sua construção (Quadro 3).

Obs. 1: Utilize o Quadro 2 para obter o coeficiente de enxurrada.

Obs. 2: Volume de enxurrada:

$$V = A \cdot h \cdot C \quad \text{onde;}$$

A= área a ser drenada em m²

C= coeficiente de enxurrada

h= chuva máxima diária com 10 anos de recorrência (m)

Dimensionamento de terraços de drenagem para a área em estudo

A primeira etapa no dimensionamento de terraços de drenagem é a definição de seu espaçamento. Os critérios para esta definição devem considerar características do solo como a susceptibilidade à erosão em sulcos e capacidade de infiltração de água no solo, aspectos do relevo como declividade e comprimento das vertentes, o sistema de produção como o tipo de cultura, manejo dos restos de cultura e preparo do solo. Critérios para a definição do espaçamento de terraços foram desenvolvidos por Bertoni (1978) e Lombardi Neto et. al., (1989). De qualquer forma, a definição do espaçamento entre os terraços deve ser feita por um método que a experiência local indique como sendo eficiente. Uma vez definido o espaçamento entre os terraços, será necessário calcular as suas dimensões.

Dimensione um sistema de terraços de drenagem considerando as informações acima descritas e um espaçamento horizontal entre terraços de 80m. Considere a presença de um canal escoadouro dividindo a área no meio.

Os métodos sugeridos consistem do cálculo da **Vazão de Entrada** decorrente da enxurrada e da **Vazão de Saída** definida pelas características do sistema de drenagem superficial da área, composto de terraços de drenagem, terraços interceptores, canais escoadouros ou drenos tubulares. No dimensionamento a **Vazão de Entrada** e a **Vazão de Saída** são calculados e devem ter o mesmo valor.

- 1) Calcule o tempo de concentração máxima da área até a saída do terraço.

$$TC = (\text{max. comprimento da área ou terraço}) / (\text{velocidade de escoamento})$$

Obs.1: Lembre-se de somar o TC da área e o do terraço, considerando uma velocidade de escoamento dentro dele de 0,8 m/s.

Obs. 2: Utilize o Quadro 1 para o cálculo da velocidade de escoamento da área.

- 2) Calcule a precipitação máxima com um tempo de recorrência de 15 anos e uma duração da precipitação igual ao TC na saída do terraço. Utilize a equação de Pfafstetter (1957).
- 3) Calcule a partir do resultado anterior a intensidade de precipitação esperada em mm.h^{-1}
- 4) Calcule a vazão de entrada. Utilize o Quadro 2 para obter o coeficiente de enxurrada da área.
- 5) Calcule a seção do canal sabendo que a velocidade de escoamento dentro do terraço é igual a 0,8 m/s. Utilize a seguinte equação:

$$Q = S \cdot V$$

- 6) Utilizando uma motoniveladora como ferramenta construtiva (Quadro 3), calcule a partir do valor da seção do canal, a altura e largura do canal.
- 7) Calcule o raio hidráulico do terraço.
- 8) Utilizando a equação da velocidade de escoamento calcule a declividade do canal em m/m. Considere um coeficiente de rugosidade de 0,06.
- 9) Converta a declividade do canal em %.

10) Coloque os resultados na tabela a seguir:

Vazão de entrada	m ³ /s
Seção do terraço	m ²
Altura do terraço	m
Largura do terraço	m
Declividade do terraço	%

Dimensionamento de canal escoadouro para a área em estudo

1) Calcule o tempo de concentração máxima da área até a saída do canal escoadouro (Ponto B).

$$TC = (\text{max. comprimento da área ou terraço}) / (\text{velocidade de escoamento})$$

Obs.1: Lembre-se de somar o TC da área plana, da área íngreme e o do terraço, considerando uma velocidade de escoamento dentro do canal escoadouro de 1,2 m/s e dentro do terraço de 0,8 m/s.

Obs. 2: Utilize o Quadro 1 para o cálculo da velocidade de escoamento da área.

- 2) Calcule a precipitação máxima com um tempo de recorrência de 15 anos e uma duração da precipitação igual ao TC na saída do canal escoadouro. Utilize a equação de Pfafstetter (1957).
- 3) Calcule a partir do resultado anterior a intensidade de precipitação esperada em mm.h⁻¹
- 4) Calcule a vazão de entrada. Utilize o Quadro 2 para obter o coeficiente de enxurrada da área.
- 5) Calcule a seção do canal escoadouro sabendo que a velocidade de escoamento dentro do canal é igual a 1,2 m/s. Utilize a seguinte equação:

$$Q = S . V$$

- 6) Calcule a partir do valor da seção do canal escoadouro, a altura e largura do canal utilizando a equação de Manning referente ao cálculo da velocidade de escoamento. Considere um coeficiente de rugosidade de 0,08 (canal plantado com grama).

Dados e equações

Quadro 1. 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	$V=0,30 I^{1/2}$
Talvegues ou canais vegetados	$V=0,45 I^{1/2}$
Áreas pavimentadas	$V=0,60 I^{1/2}$

Quadro 2. Coeficiente de enxurrada em função da cobertura vegetal, permeabilidade do solo e declividade.

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

Quadro 3: Alturas de máximas de terraço atingidas por diferentes máquinas utilizadas na construção de terraços.

Técnica construtiva	Altura do terraço
Grade terraceadora	<1,0m
Motoniveladora	1,0 – 1,2m
Máquina de esteira	>1,2m

Equação de Pfafstetter (1957):

$$P = \left\{ T^{\left(\alpha + \frac{\beta}{T^{0,25}} \right)} \right\} \times [a \times t + b \times \log l + c \times t] \quad \text{onde:}$$

P = Precipitação máxima, mm

T = tempo de recorrência, anos

t = tempo de duração da chuva, h

α = constante que depende da duração da precipitação (15'=0,122; 30'=0,138; 1h=0,156; 2h=0,166; 4h=0,174 e 24h=0,170)

β = constante que depende da duração da precipitação e da localidade (5' = - 0,01; 15' = 0,09; 30' = 0,11
1h a 6 d = 0,11)

a, b, e c = constantes que dependem da localidade (a= 0,38; b= 26,73; c= 21,75)

Para o cálculo da **Vazão de Entrada**, que consiste no cálculo da maior vazão esperada da enxurrada, é aplicado o método racional (Ramser, 1927) indicado por Bertoni & Lombardi Neto (1985) como sendo o método mais utilizado para esta finalidade em dimensionamento de terraços. Este método se baseia na aplicação da seguinte fórmula:

$$Q_{max} = \frac{C \times i \times A}{360} \quad \text{onde:}$$

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 e de duração igual ao tempo de concentração da área.

A = área de captação no ponto de dimensionamento, há

A **Vazão de Saída** é calculada pela multiplicação do valor da seção pela velocidade de escoamento.

Equação de Manning:

A velocidade de escoamento é estimada pela fórmula de Manning, apresentada a seguir:

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

V = velocidade da água num canal aberto, m s⁻¹

n = coeficiente de rugosidade

R = raio hidráulico (área molhada / perímetro molhado), m

i = declividade do canal, m m⁻¹