

# CAPÍTULO V

## BOCAS COLETORAS

### V.1. Definição

É uma estrutura hidráulica destinada a interceptar as águas pluviais que escoam pela sarjetas para, em seguida, encaminhá-las às canalizações subterrâneas. São também frequentemente denominadas de bocas-de-lobo.

### V.2. Classificação

Dependendo da estrutura, localização ou do funcionamento, as bocas coletoras recebem várias qualificações agrupadas como segue:

a) quanto a a estrutura da abertura ou entrada

- *simples* ou *lateral* (Figura V.1);
- *gradeadas com barras longitudinais, transversais ou mistas*;
- *combinada*;
- *múltipla*.

b) quanto a localização ao longo das sarjetas

- *intermediárias*;
- *de cruzamentos*;
- *de pontos baixos*.

c) quanto ao funcionamento

- *livre*;
- *afogada*.

Definição: chama-se de *depressão* um rebaixamento feito na sarjeta junto a entrada da boca coletora, com a finalidade de aumentar a capacidade de captação desta.

#### Comentários:

a) quanto à localização

- *as intermediárias* são aquelas que situam-se em pontos ao longo das sarjetas onde a capacidade destas atingem o limite máximo admissível;
- *as de cruzamento* situam-se imediatamente a montante das seções das sarjetas, nas esquinas dos quarteirões, nascendo da necessidade de evitar o prolongamento do escoamento pelo leito dos cruzamentos;
- as bocas coletoras *de pontos baixos* caracterizam-se por receberem contribuições por dois lados, visto que situam-se em pontos onde há a inversão côncava da declividade de rua, ou seja, na confluência de duas sarjetas de um mesmo lado da rua.

b) quanto ao funcionamento

- dependendo da altura da água na sarjeta e da abertura da boca coletora denomina-se de *livre* a que funciona como vertedor e de *afogada* a que funciona como orifício, sendo estas mais freqüentes em pontos baixos e, na maioria, com grades.

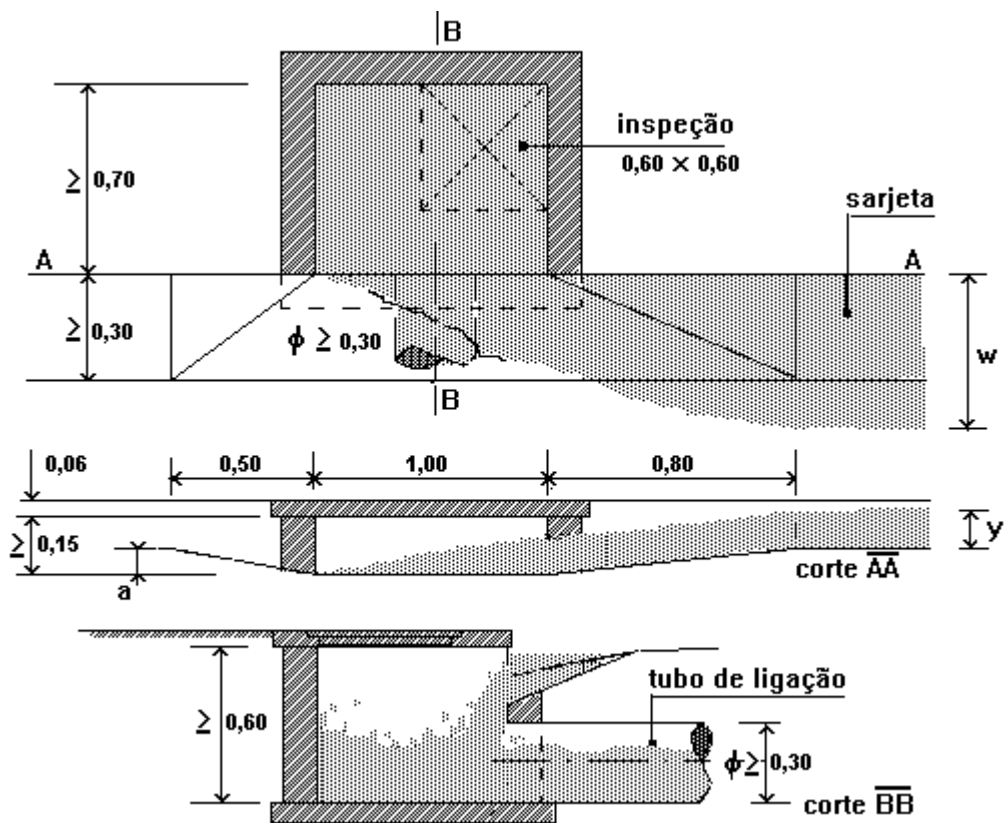


Figura V.1 - Boca coletora simples ou lateral

### V. 3. Escolha do Tipo de Boca Coletora

A indicação do tipo de boca coletora é de essencial importância para a eficiência da drenagem das águas de superfície. Para que esta opção seja correta, deve-se analisar diversos fatores físicos e hidráulicos, tais como ponto de localização, vazão de projeto, declividade transversal e longitudinal da sarjeta e da rua, interferência no tráfego e possibilidades de obstruções. A seguir são citadas, para cada tipo de boca coletora, as situações em que melhor cada uma se adapta.

#### a) Boca coletora lateral (Figura V.1)

- pontos intermediários em sarjetas com pequena declividade longitudinal ( $I \leq 5\%$ );
- presença de materiais obstrutivos nas sarjetas;
- vias de tráfego intenso e rápido;
- montante dos cruzamentos.

#### b) Boca coletora com grelha (Figura V.2)

- sarjetas com limitação de depressão;
- inexistência de materiais obstrutivos;
- em pontos intermediários em ruas com alta declividade longitudinal ( $I \geq 10\%$ ).

#### c) Combinada (Figura V.3)

- pontos baixos de ruas;
- pontos intermediários da sarjeta com declividade média entre 5 e 10%;
- presença de detritos.

#### d) Múltipla (Figura V.4)

- pontos baixos;
- sarjetas com grandes vazões.

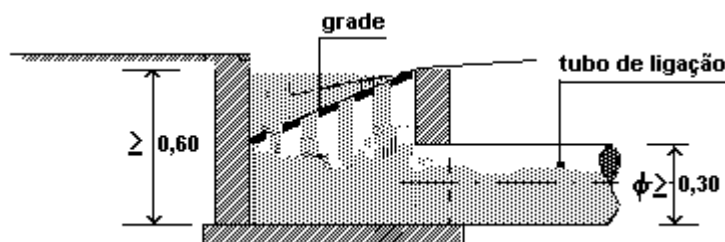


Figura V.2 - Boca coletora com grelha

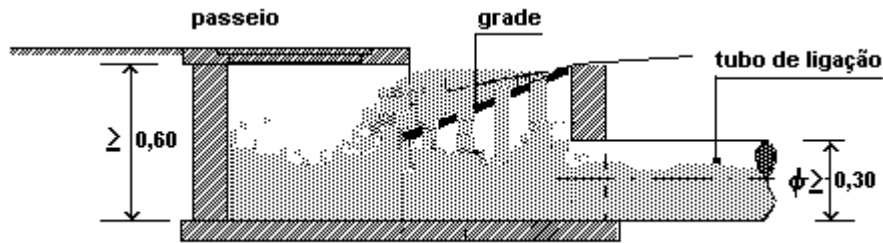


Figura V.3 - Boca coletora combinada

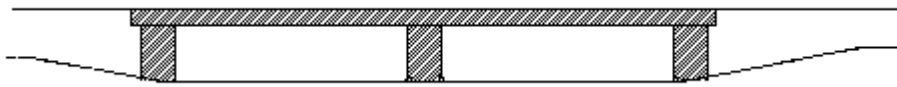


Figura V.4 - Boca coletora lateral múltipla

#### V.4. Dimensionamento Hidráulico

Como providência inicial no dimensionamento das bocas coletoras deve-se observar que as de ponto baixo devem ser dimensionadas com uma folga adicional, considerando a possibilidade de obstruções em bocas coletoras situadas à montante, caso existam, nas sarjetas contribuintes.

Ainda se sua localização for em pontos onde não houver cruzamento de ruas a unidade deverá captar obrigatoriamente 100% das vazões afluentes.

##### V.4.1. Boca Coletora Simples Intermediária e de Cruzamento

São bocas coletoras situadas sob passeios e com cobertura na guia, em geral dotadas de depressão como mostrado a Figura V.1. De posse da vazão de projeto a ser captada e da lâmina de água junto à guia, procura-se uma vazão, por metro linear, para uma depressão adequada, de modo que o comprimento da abertura não seja inferior a 0,60 m e nem superior a 1,50 m.

##### Método Hsiung-Li

Para bocas coletoras padrões com dimensões em função da depressão "a", conforme mostrado na Figura V.5, onde

$$\frac{Q}{L} = (K + C)(\sqrt{y^3 \cdot g})$$

com  $K = 0,23$  se  $z = 12$  e  $K = 0,20$  se  $z = 24$  e 48. O valor de "C" é determinado pela expressão

$$C = \frac{0,45}{1,12^M}$$

sendo "M" definido como

$$M = \frac{L \cdot F^2}{a \cdot \text{tg} \theta^2}$$

com  $\text{tg} \theta = w / [(w / \text{tg} \theta_0) + a]$  e

$$F^2 = 2 \left( \frac{E}{y} - 1 \right)$$

onde  $\omega$  é a largura do rebaixamento.

Determina-se o valor de "E" através da equação

$$E = \frac{v^2}{2g} + y$$

$$= \frac{v_0^2}{2g} + y_0 + a$$

e "y" pela Figura V.7 em função de E e  $Q_0$

#### V.4.2. Boca Coletora Intermediária e de Cruzamento com Grades e sem Depressão

Estudos realizados pelo Prof. Wen-Hsiung-Li, na Universidade Johns Hopkins, Baltimore, E.U.A., indicaram para o cálculo das dimensões de ralo grelhado a equação:

$$L = 0,326 (z \cdot I^{1/2}/n)^{3/4} \cdot [Q_0^{1/2}(w_0-w)/z]^{1/2}$$

onde, com a utilização da Figura V.7, tem-se

L - extensão total da grade, em m;

z - inverso da declividade transversal;

I - declividade longitudinal, em m/m;

n - coeficiente de rugosidade de Manning;

$Q_0$  - vazão de projeto, em m<sup>3</sup>/s;

$w_0$  - largura do espelho d'água na sarjeta, em m;

w - largura horizontal da grade, em m.

Calculada a extensão pode-se agora verificar que tipo de gradeamento pode ou deve ser utilizado. Para isto empregam-se as seguintes equações:

a)  $L_0 = 4 \cdot v_0 \cdot (y_0/g)^{1/2}$ , para barras longitudinais e

b)  $L_0' = 2 \cdot L_0$ , para barras transversais,

onde,

$L_0$  - comprimento necessário para captar toda a vazão inicialmente sobre a grade longitudinal;

$L_0'$  - idem para grade transversal;

$v_0$  - velocidade média de aproximação da água na sarjeta;

g - aceleração de gravidade.

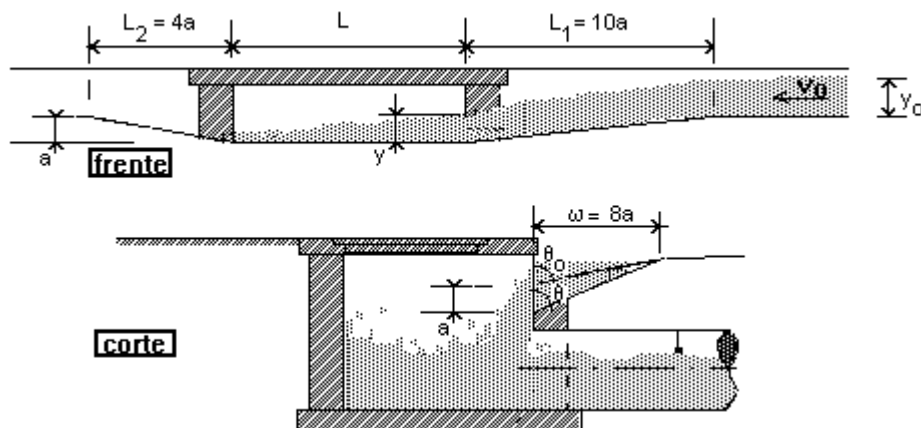


Figura V.5 - Boca lateral com depressão "a"

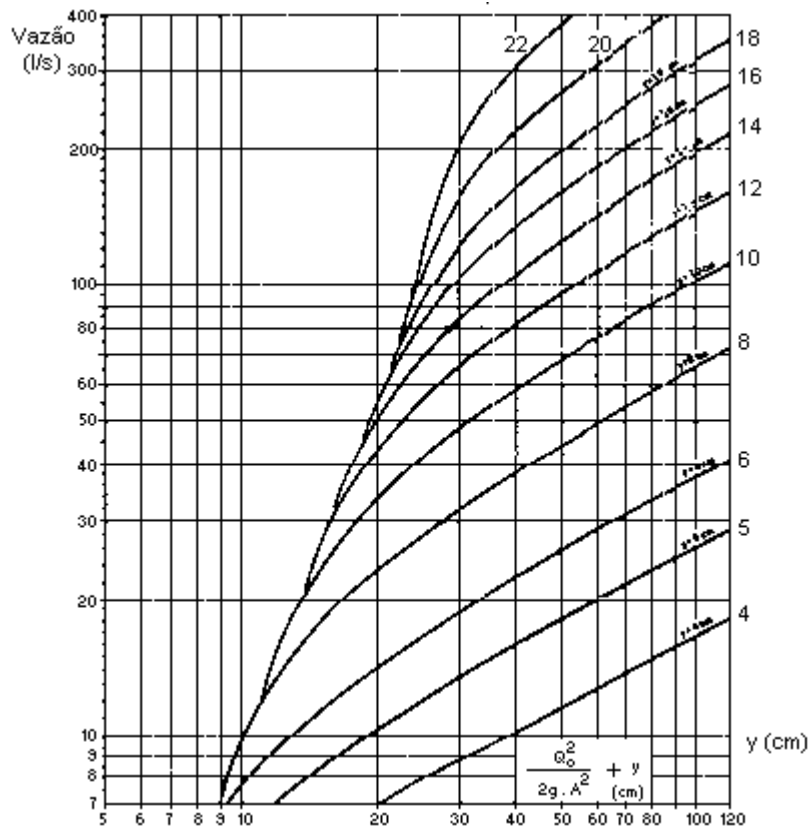


Figura V.6 - "y" em função de E e Qo

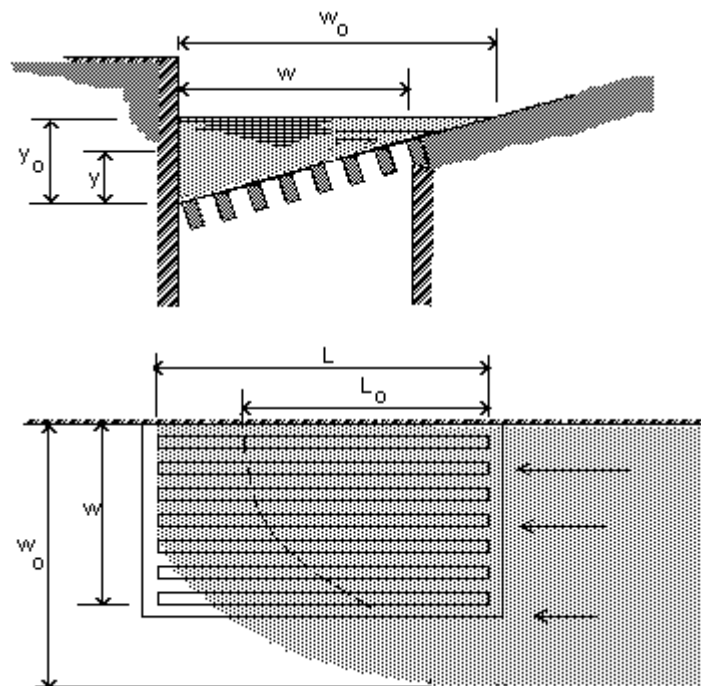


Figura V.7 - Boca Coletora Intermediária e de Cruzamento com Grades e sem Depressão

A determinação do tipo de grade é feita através das seguintes comparações:

- a) caso  $L_0$  seja menor que  $L$  pode-se empregar barras longitudinais e
- b) se  $L_0'$  menor que  $L$  calculado, barras transversais também poderão ser empregadas na construção da grade.

#### V.4.3. Boca Coletora de Pontos Baixos

Estas bocas podem ser calculadas para funcionamento afogadas ou mesmo que não o sejam, poderão vir a funcionar como tal, contribuindo para isto tormentas excessivas ou entupimentos de bocas coletoras a montante por motivos imprevistos no projeto.

#### V.4.3.1. Bocas laterais

Sendo

h - altura da abertura na guia (  $y_0$  + depressão ), em metros,

y - altura máxima da água na saída da sarjeta, em metros,

L - comprimento da abertura, em metros e

Q - vazão de projeto, em  $m^3/s$ ,

tem-se que

a) para cargas correspondentes a " $y \leq h$ ", o funcionamento é tido como de vertedor e dimensiona-se através da expressão

$$\frac{Q}{L} = 1,703 \sqrt{y^3} ;$$

b) para cargas onde " $y \geq 2h$ " o comportamento da entrada é de orifício e a expressão de cálculo é

$$\frac{Q}{L} = 3,101 \cdot h \cdot \sqrt{y - 0,5h} ;$$

c) para a razão  $1,0 < y/h < 2,0$  o funcionamento da boca é indefinido cabendo ao projetista avaliar o comportamento como vertedor ou como orifício afogado.

#### V.4.3.2. Bocas com grades

Sendo

Q - vazão de projeto a ser captada, em  $m^3/s$ ,

P - perímetro da área com abertura, em metros,

A - área total das aberturas, em  $m^2$  (Figura V.9),

y - altura da água sobre a grade, em metros e

e - espaçamento entre barras consecutivas ( máximo de 2,5 cm )

tem-se que

a) para cargas de até 12 cm, grade como vertedor,

$$\frac{Q}{P} = 1,655 \cdot \sqrt{y^3} e$$

b) para cargas iguais ou superiores a 42 cm, grades funcionando como orifício,

$$\frac{Q}{A} = 2,91 \cdot \sqrt{y}$$

onde, em ambos os casos deve-se tomar um coeficiente de segurança igual a 2,00, ou seja, uma folga sobre a capacidade teórica de uma vez mais.

c) se  $12 < y < 42$  cm, a situação é dita de transição entre vertedor e orifício ficando o projetista com a opção de escolher e justificar a hipótese de cálculo que o mesmo julgar mais adequada.

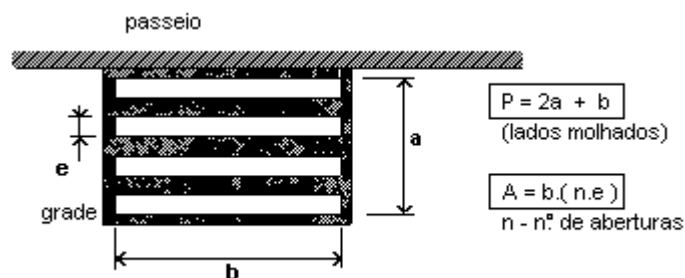


Figura V.8 - Perímetro e Área de uma B.C. com grades

#### V.4.3.3. Bocas combinadas

Normalmente indicadas para captação de vazões em pontos baixos, as equações seriam as indicadas no V.4.3.2 para as situações similares, sem aplicação dos coeficientes de segurança.

### V.5 Espaçamento entre Bocas Coletoras Consecutivas

As bocas coletoras intermediárias são frequentes em quarteirões com fachadas extensas, ou seja, onde os cruzamentos de ruas consecutivos encontram-se bastante afastados um do outro.

Um critério racional é verificar a capacidade da sarjeta para, analiticamente, determinar-se a necessidade ou não de bocas coletoras intermediárias. Há autores, no entanto, que preferem limitar o espaçamento entre dois pares consecutivos usando como critério a área da rua e outros a distância entre eles. Recomendam, por exemplo, um par de bocas coletoras a cada 500 m<sup>2</sup> de rua e outros a cada 40 m de eixo.

De um modo geral a frequência de pares de bocas coletoras ocorre a cada 40 a 60 m de extensão de rua ou a cada 300 a 800 m<sup>2</sup> de área das mesmas.

## V.6. Coeficientes de Segurança

Como toda obra de engenharia a boca coletora não deve ser dimensionada para funcionamento com sua capacidade de captação limite igual a vazão de chegada, isto é, a vazão de definição de suas dimensões deve ser um pouco superior a vazão de projeto da sarjeta que a abastecerá. Alguns fatores podem ser citados como arrazoados para este procedimento, tais como:

- obstruções causadas por detritos carreados pela água;
- irregularidades nos pavimentos das ruas, na sarjeta e na entrada da própria boca;
- hipóteses de cálculo irreais.

A ocorrência de pelo menos uma destas situações certamente provocará prejuízos ao bom funcionamento do projeto quando solicitado em suas condições limites. Por força destes argumentos costuma-se utilizar os coeficientes de reforço indicados na Tabela V.1.

**Tabela V.I - Coeficientes de Segurança para Sarjetas**

Localização	Tipo	Fator de Correção
Ponto baixo	simples	1,25
	com grelha	2,00
	combinada	1,50
Ponto intermediário		1,25
	simples	
	grelha longitudinal	1,65
	grelha transversal	2,00
	combinada com longit.	1,50
	combinada com transv.	1,80

## V.7. Exemplos de Cálculo

### V.7.1. Boca lateral intermediária

Calcular uma boca coletora intermediária com depressão  $a = 10,5$  cm, sob as seguintes condições:

$$w = 8a = 84 \text{ cm}$$

$$z = (tg \theta_o) = 12$$

$$I = 2,5\%$$

$$n = 0,016$$

capaz de captar uma vazão teórica de 64 l/s

Solução:

a) Fator de segurança (Tabela V.1)

Lateral intermediária 1,25

b) Vazão de projeto

$$Q_p = 64 \times 1,25 = 80 \text{ l/s}$$

c) Valor de K: para  $a \neq 0$  e  $z = 12$  tem-se  $K = 0,23$

d)  $v_o$  e  $y_o$

$$y_o = \{80 / [375 \times (112 / 0,016) \times 0,025^{1/2}]\}^{3/8} = 0,093 \text{ m}$$

$$v_o = 0,08 / [(0,93^2 / 2) \times 12] = 1,54 \text{ m/s}$$

e) Energia "E"

$$E = [1,54^2 (2 \times 9,81)] + 0,093 + 0,105 = 0,32 \text{ m}$$

f) Valor de "y"

Pela Figura V.7, com  $E = 0,32$  e  $Q_p = 80$ , lê-se  $y = 13 \text{ cm}$

g)  $F^2$  e  $tg\theta_o$

$$F^2 = 2 \times [(32/13) - 1] = 2,92$$

$$tg\theta_o = \{84 / [(84/12) + 10,5]\} = 4,8$$

h) Parcela "C"

A expressão de M exige um valor para "L" e como este ainda não é conhecido admite-se  $L = 1,0$  m (= 100 cm) como valor inicial para posteriormente ser feita uma verificação deste valor. Assim, para  $L=1$  tem-se:

$$M = \{(100 \times 2,92) / (10,5 \times 4,8)\} = 5,79, \text{ logo } C = 0,45 / 1,12^{5,79} = \mathbf{0,23 \text{ m}}$$

i) Vazão por metro linear

$$Q / L = (0,23 + 0,23) \times (9,81 \times 0,13^3)^{1/2} = \mathbf{68 \text{ l/s}}$$

que é um resultado insatisfatório porque, como foi admitido  $L=1\text{m}$  haveria excesso de mais de 10% da vazão de projeto a ultrapassar a boca coletora em dimensionamento, o que implica em  $L > 1,0\text{m}$ .

j) Admitindo  $L = \mathbf{1,20 \text{ m}}$ , então  $C = 0,21$  e  $Q/L = 65 \text{ l/sm}$ , então a capacidade de captação da BC é  $Q = \mathbf{1,20 \times 65 = 78 \text{ l/s}}$ , o que fornece um excesso de apenas 2 l/s ( $< 10\% Q_p$ ) (*aceito!*)

Observação: se  $a=0$  então  $C=0$  e  $y=y_0$  e  $Q/L = 20 \text{ l/s}$ , ou seja,  $L = 4,0\text{m}$ .

### V.7.2. Boca com grades

Dimensionar uma grade para coletar uma vazão de projeto igual a 80 l/s, tomando-se como largura máxima de gradeamento 0,60 m. São conhecidas ainda  $I = 0,04 \text{ m/m}$ ,  $n = 0,020$  e  $z = 20$ .

Solução:

a) cálculo de L

- cálculo de  $y_0$

$$y_0 = \{80 / [375 \times (20 / 0,020) \times 0,04^{1/2}]\}^{3/8} = \mathbf{0,08 \text{ m}}$$

- cálculo de  $w_0$

$$w_0 = 20 \times 0,08 = \mathbf{1,6 \text{ m}};$$

- cálculo de L

$$L = 0,326 \times (20 \times 0,04^{1/2} / 0,02)^{3/4} \times [0,08^{1/2} (1,60 - 0,60) / 20]^{1/2} = \mathbf{2,0 \text{ m}}$$

b) escolha da grade

- testando para barras longitudinais

$v_0 = \mathbf{0,08} / ( \mathbf{0,08^2} \times 20 / 2 ) = \mathbf{1,25}$ , então  $L_0 = 4 \times 1,25 \times (0,08 / 9,81)^{1/2} = \mathbf{0,45 \text{ m}} < L = 2,00\text{m}$ , Então podem ser usadas barras longitudinais;

- testando para barras transversais

$L_0' = 2L_0 = \mathbf{0,90 \text{ m}} < 2,00\text{m}$ , também indicando que barras transversais poderão ser utilizadas para a grade da situação