

MEDIÇÃO DE VAZÃO EM CURSOS DE ÁGUA POR  
MEIO DE VERTEDORES DE PAREDES DELGADAS

- Procedimento -

SUMÁRIO

	Páginas
1 Objetivo.....	1
2 Referência.....	1
3 Definições e Simbologia.....	1
4 Condições Gerais.....	3
5 Condições Específicas.....	6
6 Erros na Medição de Vazão.....	20
Anexo A.....	23
Anexo B.....	25

1 OBJETIVO

1.1 Esta Norma fixa as condições exigíveis para a medição de vazão em pequenos cursos de água, por meio de vertedores.

1.2 Esta Norma aplica-se a vertedores retangulares (com ou sem contração lateral) e triangulares de soleira delgada; para fluxos considerados uniformes à montante do vertedor.

2 REFERÊNCIA

Na aplicação desta Norma pode ser necessário consultar a ISO-1438.

3 DEFINIÇÕES E SIMBOLOGIA

Para efeito desta Norma são adotadas as seguintes definições:

3.1 Vertedor

Dispositivo utilizado para controlar e medir pequenas vazões de líquidos em canais abertos. Consta basicamente de um entalhe de forma e acabamento geometricamente bem definidos, praticado numa placa resistente, pelo qual se escoam o líquido, mantendo a superfície livre.

### 3.2 Altura

Diferença de cotas entre o fundo do canal de aproximação e a crista, medida à montante e junto do vertedor. O mesmo que profundidade.

### 3.3 Carga hidráulica

Altura atingida pela água a contar da cota da crista ou soleira do vertedor.

### 3.4 Coeficiente de descarga

Relação entre a vazão medida e a vazão calculada teoricamente.

### 3.5 Contração de fundo

Redução da altura efetiva do fluxo em um vertedor de parede delgada.

### 3.6 Contração lateral

Redução da largura efetiva do fluxo em um vertedor de parede delgada em consequência de seu estreitamento lateral com relação à largura do canal de aproximação.

### 3.7 Crista da soleira

Ponto mais baixo do entalhe. No vertedor triangular, a crista é o vértice do entalhe; no vertedor retangular, a crista é o bordo horizontal do entalhe.

### 3.8 Faces

Bordos verticais do entalhe, em um vertedor retangular ou bordos inclinados do entalhe, em um vertedor triangular.

### 3.9 Lâmina d'água

Veia líquida que transpõe o vertedor.

### 3.10 Largura do vertedor

Comprimento do bordo horizontal do entalhe, em um vertedor retangular.

### 3.11 Largura do Curso d'água

Largura entre as paredes laterais do curso d'água.

### 3.12 Velocidade de aproximação

Velocidade média em uma seção transversal situada a montante, a uma distância de até 10 vezes a largura da soleira do vertedor.

### 3.13 Símbolos e unidades

Q	- Vazão - m <sup>3</sup> /s
C <sub>e</sub>	- Coeficiente de descarga - adimensional
g	- Aceleração da gravidade - m/s <sup>2</sup>
	- Ângulo interno entre os lados do entalhe em "V" - Graus
h <sub>e</sub>	- Carga hidráulica - metro
p	- Cota da crista da soleira com referência ao plano da base do canal - metro
B	- Largura do canal a montante do vertedor - metro
K <sub>h</sub> e K <sub>b</sub>	- Valores determinados empiricamente para correção da tensão superficial e viscosidade - metro
h	- Carga hidráulica medida diretamente - m
b <sub>e</sub>	- Largura efetiva do entalhe - metro
V <sub>a</sub>	- Velocidade de aproximação do líquido - m/s
J	- Constante - depende da forma do vertedor
σ	- Desvio padrão
Δ	- Diferença entre cada medida e a média dos valores obtidos
σ <sub>m</sub>	- Desvio padrão da média
n	- Número de medidas
X	- Erro total na medida da vazão - %
X <sub>ce</sub>	- Erro percentual de C <sub>e</sub> - %
X <sub>be</sub>	- Erro percentual de b <sub>e</sub> (ou tgα/2 para vertedores "V")
X <sub>he</sub>	- Erro percentual de h <sub>e</sub> - %
ψ	- Índice adimensional dependendo da forma do entalhe do vertedor
ε <sub>be</sub>	- Erro percentual na medida b <sub>e</sub>
1 <sup>ε<sub>h</sub></sup> , 2 <sup>ε<sub>h</sub></sup>	- Erros percentuais na medida da carga hidráulica h
ε <sub>kb</sub>	- Erro percentual de k <sub>b</sub>
ε <sub>kh</sub>	- Erro percentual de k <sub>h</sub>

## 4 CONDIÇÕES GERAIS

### 4.1 Critérios para escolha do vertedor de medição

Quando da escolha do tipo de vertedor a ser usado para medição de uma vazão, devem ser considerados os seguintes itens:

- carga hidráulica mínima em vertedores triangulares de 6 cm e os retangulares de 2 cm, a fim de evitar que a lâmina d'água fique aderente à soleira;
- carga hidráulica máxima aceitável de 50 cm, a fim de evitar problemas de erosão e construtivos;
- deve sempre, ser dada preferência ao uso de vertedores retangulares para vazões estimadas superiores a 300 l/s, por possuírem coeficientes de vazão mais bem definidos oferecendo, conseqüentemente, maior precisão no cálculo das vazões;
- para vazões estimadas inferiores a 30 l/s, os vertedores triangulares com ângulos de entalhe de 90° são os que oferecem maior precisão;
- para vazões estimadas entre 30 l/s e 300 l/s, os vertedores triangulares oferecem a mesma precisão dos vertedores retangulares;
- por motivos de ordem prática, o uso de vertedores retangulares é feito para vazões estimadas não superior a 1 000 l/s.

## 4.2 Instalação do vertedor de medição

Ums sistema completo de medição é formado pelo canal de aproximação, estrutura de medição, indicadores do nível d'água (ou medição da carga) e canal a jusante. A condição técnica de cada um desses elementos influi diretamente na precisão das medições.

### 4.2.1 Canal de aproximação

Deve atender às seguintes exigências:

- a) seção transversal a mais regular possível;
- b) comprimento em trecho reto suficiente para assegurar um fluxo o mais laminar possível;
- c) condições de assegurar um fluxo regular, com velocidade de aproximação uniforme;
- d) margens estáveis e fundo regular sem saliências e reentrâncias que possam perturbar o fluxo;
- e) leito impermeável e solo adequado no local da instalação, para permitir fixação segura da estrutura de medição com um mínimo de obras de fundações e escoramento;
- f) canal artificial encaixado para que o represamento provocado pela instalação da estrutura de medição não conduza a espraçamento ou elevação excessiva do nível a montante;
- g) seção transversal deve ser uniforme e o trecho escolhido deve ser retilíneo numa extensão mínima de 10 vezes a largura do canal, caso a largura do vertedor for igual do que a metade da largura do canal de aproximação;

NOTA: Este comprimento pode ser reduzido caso a largura do vertedor seja menor do que a metade da largura do canal de aproximação.

- h) a fim de se conseguir uma distribuição o mais regular possível de velocidade do fluxo, caso a entrada do líquido no canal de aproximação seja através de uma curva acentuada ou através de tubo de seção transversal menor do que a do canal, há necessidade de que o comprimento do mesmo seja maior que o adotado na alínea g);
- i) a uniformização do escoamento pode ser conseguida com grades colocadas transversalmente ao sentido do fluxo;
- j) as condições desejáveis de uniformidade de velocidade são conseguidas através de placas defletoras verticais de madeira; entretanto tais placas devem estar, no mínimo, a uma distância a montante do vertedor de 10 vezes a máxima carga hidráulica a ser medida.

### 4.2.2 Estrutura de medição

4.2.2.1 As estruturas que formam o vertedor, devem ser rígidas, isentas de vazamento, capazes de suportar a sobrecarga devida a enchentes, sem fissurar ou deformar.

4.2.2.2 A estrutura onde se fixa a lâmina vertedora, deve ser isenta de saliências na face a montante e a jusante e não apresentar interferências que prejudiquem aeração da veia líquida.

4.2.2.3 A estrutura de medição mais comum é constituída de uma placa de madeira inserida no canal do curso d'água natural. Entretanto, em alguns casos, torna-se necessário construir uma estrutura completa compreendendo o canal artificial encaixado que representa o canal de aproximação, a placa de medição e um

trecho do canal de restituição. Esta última solução é utilizada para medição de vazões de até 200 l/s e quando for difícil a instalação da placa no curso d'água.

#### 4.2.3 Canal de jusante

A parte de jusante do vertedor deve permitir, em qualquer condição, escoamento com lâmina desafogada.

**NOTA:** A confluência de cursos d'água, comportas e outros tipos de dispositivos de controle que podem causar afogamento da lâmina devem ser evitados.

Logo a jusante do vertedor, o canal deve ser protegido com pedra de mão, brita, concreto ou madeira, a fim de evitar erosão.

#### 4.2.4 Manutenção

4.2.4.1 A manutenção constante do canal de aproximação, estrutura de medição e canal a jusante é importante, a fim de conseguir precisão satisfatória nas medições.

4.2.4.2 Não deve ser permitido o acúmulo de agentes perturbadores (exemplos :- Todo, vegetação, algas, etc.), nos canais de aproximação e a jusante, bem como a possibilidade de desenvolvimento de flora microbiana na crista do vertedor.

4.2.4.3 Os vazamentos na estrutura devem ser cuidadosamente reparados.

### 4.3 Medição de carga hidráulica

#### 4.3.1 Instrumentos de medição

A carga hidráulica deve ser medida com limnômetro de ponta recurvada, régua graduada ou medidor de nível tubular graduado quando não são exigidas medições contínuas ou com flutuadores registradores (limnógrafos) quando necessitam de registro ou de medições contínuas.

#### 4.3.2 Posicionamento do instrumento

4.3.2.1 De preferência, o instrumento medidor de carga hidráulica deve estar instalado em um poço indicador de nível, a fim de reduzir os efeitos de flutuações.

4.3.2.2 Quando a medição é feita em poço indicador de nível, poderá haver necessidade de correção devida à diferença de densidade do líquido no poço e na lâmina d'água caso houver essa diferença.

#### 4.3.3 Poço para limnógrafo

4.3.3.1 Quando existe poço para o limnógrafo, este deve ser vertical e ter suas paredes prolongadas 60 cm acima do máximo nível de água previsto.

4.3.3.2 No caso de instalar-se um limnógrafo, o poço deve possuir dimensões que permitam a perfeita instalação do flutuador.

4.3.3.3 O tubo de conexão entre o poço e curso de água deve ser dimensionado de tal forma, que as variações do nível de água do curso sejam, observadas imediatamente no poço indicador de nível.

4.3.3.4 No poço para o limnógrafo, deve ser prevista a maneira para decantar a lama, bem como meios para sua remoção.

#### 4.3.4 Aferição do limnógrafo

4.3.4.1 Deve ser previsto dispositivo para zerar o instrumento que registra as cargas hidráulicas no vertedor.

Este dispositivo consiste, geralmente, de uma régua posicionada no canal de aproximação ou no poço do limnógrafo com o início da escala no nível da soleira do vertedor.

NOTA 1: A zeragem do limnógrafo deve ser feita com o vertedor seco, ou seja independente de posição de linha d'água quando cessa o escoamento do vertedor.

NOTA 2: A instalação de um limnógrafo, não dispensa a instalação de outro dispositivo mais simples, como régua limnimétrica ou tubo graduado.

## 5 CONDIÇÕES ESPECÍFICAS

### 5.1 Vertedores triangulares de paredes delgadas

Dentro dos limites definidos para este tipo de vertedor, os vertedores triangulares de paredes delgadas são os mais precisos, econômicos, simples de construir e de instalar.

#### 5.1.1 Especificações construtivas

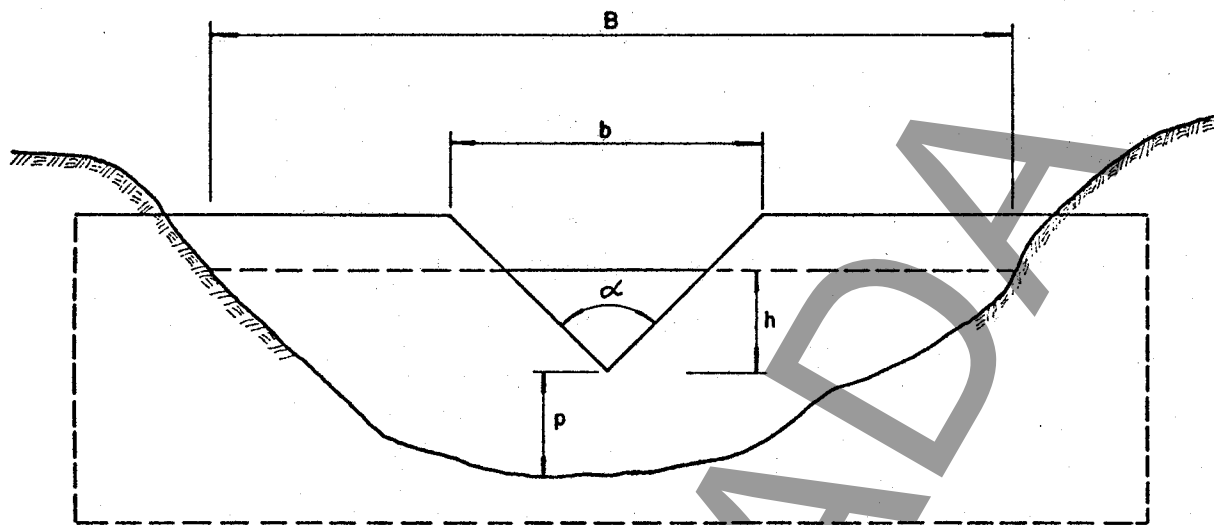
Os seguintes requisitos devem ser observados:

- a) o vertedor triangular consiste de um entalhe em formato "V" em uma chapa metálica fina (Figura 1), devendo a bissetriz do ângulo do entalhe ser vertical e equidistante aos lados do canal de aproximação;
- b) a chapa de que é formada o vertedor deve ser plana, acabamento liso e uniforme (acabamento de metal laminado), principalmente na face que fica a montante do curso d'água;
- c) a superfície metálica que constitui a crista do vertedor e as laterais do entalhe a montante, deve ficar perpendicular à direção do fluxo d'água, possuir espessura entre 1 e 2 mm e estar isenta de rebarbas, riscos de usinagem ou sinais de lixa. A jusante, deve ser feito chanfro não menor do que  $45^\circ$  quando a espessura da chapa for superior à prevista para a crista do vertedor (Figura 2);
- d) o metal de que é formada a soleira deve ser resistente à erosão e corrosão.

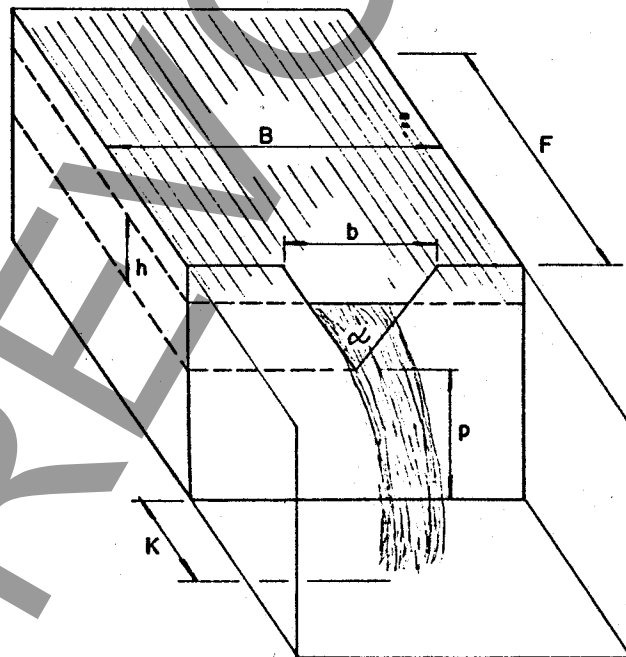
#### 5.1.2 Especificações para instalação

Além das especificações gerais para vertedores de paredes delgadas mencionadas no item 4, os requisitos abaixo devem ser observados:

- a) o vertedor deve ser localizado em parte retangular do canal, em seção reta, onde haja a mínima rugosidade nas laterais e fundo;



a) ESTRUTURA COMUM



b) ESTRUTURA COMPLETA

Figura 1

- b) quando existe uma grande diferença entre a seção do entalhe do vertedor e seção transversal do canal a montante do local de sua instalação, os efeitos da velocidade de aproximação são desprezíveis e conseqüentemente, o vertedor pode ser localizado em seção transversal do canal diferente da seção retangular preconizada;
- c) os comprimentos previstos para o canal de aproximação poderão ser os mencionados em 4.2.1, desde que garantida a distribuição uniforme de velocidade do fluxo na descarga sobre o vertedor. Caso não se verifique esta condição, deve-se introduzir telas, defletores, ou outros dispositivos com os quais se cumprem os requisitos desejados de velocidade do fluxo;
- d) o vertedor deve ser localizado em plano perpendicular às paredes e fundos do canal de aproximação;
- e) quando o medidor for instalado com caixa de aproximação e canal de jusante, conforme Figura 1 b), poderão ser observadas as seguintes dimensões mínimas de caixa do vertedor triangular  $F=5B$  e  $B=1,2b$ .

### 5.1.3 Localização da seção para instalação do medidor da carga hidráulica

Quando da escolha da seção, deve ser observado o seguinte:

- a) é recomendável que os piezômetros ou pontas limnimétricas sejam localizados a uma distância máxima a montante do vertedor igual à tres ou quatro vezes o valor da carga hidráulica máxima;
- b) o medidor deve ser instalado em região estabilizada, existente a montante do vertedor;
- c) evitar que o medidor seja instalado a uma distância tal do vertedor, que obrigaria a ser levada em consideração a diferença de energia entre as duas seções.

### 5.1.4 Precaução quanto à ventilação

Para garantir a ventilação da lâmina de água imediatamente a jusante do vertedor deve ser observado o seguinte:

- a) garantir uma distancia mínima entre a parede do vertedor a jusante e a parte inferior da veia líquida, a fim de assegurar a pressão atmosférica nesse espaço;
- b) para assegurar a exigência da alínea a), recomenda-se que o nível de água a jusante do vertedor esteja, no mínimo, 0,10 m abaixo do ponto mais baixo do entalhe "V".

## 5.2 Cálculo das vazões nos vertedores triangulares

5.2.1 Para o cálculo das vazões nos vertedores triangulares de paredes delgadas, será adotada a equação:

$$Q = C_e \frac{8}{15} \sqrt{2g} \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} h_e^{5/2}$$

Onde:

Q - vazão em  $m^3/s$

$C_e$  - coeficiente de descarga (adimensional)

g - aceleração da gravidade em  $m/s^2$

$\alpha$  - ângulo interno entre os lados do entalhe em "V"

$h_e$  - carga hidráulica medida a montante do vertedor na região estabilizada (metro)



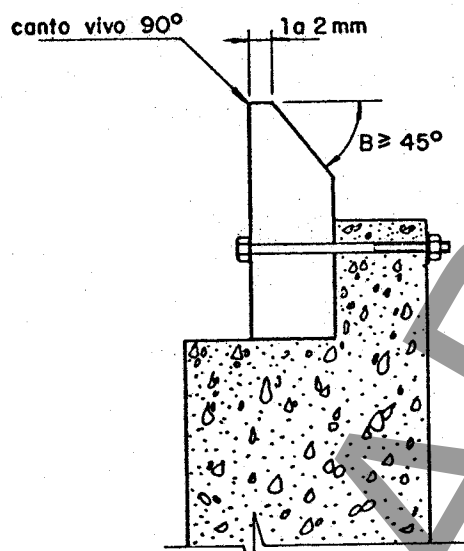


FIGURA 2

5.2.1.1 Para águas em temperaturas entre 5° e 30°C, o coeficiente experimental de descarga  $C_e$  é função das variáveis:

$$C_e = f\left(\frac{h}{p}, \frac{p}{B}, \alpha\right)$$

onde:

- h - carga hidráulica medida na região estabilizada (em metro)
- p - altura do vértice com referência ao plano da base do canal (em metro)
- B - largura do canal a montante do vertedor (em metro)

5.2.1.2 A carga hidráulica ( $h_e$ ) da equação é definida pela equação:

$$h_e = h + k_h \text{ em metro)}$$

onde  $k_h$  é determinado experimentalmente para corrigir erros devidos à tensão superficial e viscosidade.

### 5.2.2 Valores de $C_e$ e $k_h$

Os valores empíricos que relacionam  $h/p$  e  $p/B$  para a determinação do coeficiente  $C_e$  foram pesquisados apenas para  $\alpha = 90^\circ$ . Recomenda-se que para este valor de  $\alpha$ , um valor constante para  $k_h = 0,85$  mm (Figura 3).

NOTA: Para os valores de  $\alpha$  compreendidos entre  $10^\circ$  e  $120^\circ$ , executando o valor  $\alpha = 90^\circ$ , os demais valores de  $C_e$ , dependem somente de  $\alpha$ , não havendo influência de  $p/B$  ou  $h/p$ . (Figura 4). Os valores pesquisados para  $k_h$  são os constantes na Figura 5. Para os valores constantes da Figuras 4 e 5, os coeficientes correspondentes aos valores  $20^\circ > \alpha > 100^\circ$  não devem ser usados devido à falta de confirmação.

### 5.2.3 Limitação prática das relações h/p, p/B, h e p

5.2.3.1 As limitações de h/p e p/B são devidas a erros de medição da carga hidráulica, devido ao aumento de tensão e ondas que ocorrem no canal de aproximação quando a velocidade de aproximação é grande em comparação com a altura da lâmina do fluxo. Os valores de h/p e p/B indicados na Figura 3 (para  $\alpha = 90^\circ$  somente) são dados práticos eficientes.

5.2.3.2 A fim de garantir descarga estável do fluxo (sem colamento da lâmina d'água no vertedor) recomenda-se o valor mínimo de  $h = 0,06$  m para  $20^\circ < \alpha < 100^\circ$ . O valor mínimo recomendável de p é de 0,10 metro (quando não há possibilidade de assoreamento).

### 5.2.4 Efeitos da distribuição da velocidade no canal de aproximação

5.2.4.1 Nas instalações de vertedores considera-se a velocidade do fluxo do canal de aproximação a montante da instalação uniformemente distribuída, as paredes isentas de rugosidade e a seção transversal de forma retangular. Quando tais condições não são observadas, haverá uma variação grande na distribuição da velocidade de aproximação e conseqüentemente, erro de medição.

5.2.4.2 Caso sejam observadas as limitações estipuladas no gráfico da Figura 3, a influência da distribuição da velocidade no canal de aproximação pode ser desprezada para fins de medição.

### 5.2.5 Precisão na medição

5.2.5.1 A precisão nas medidas das vazões em vertedores triangulares de paredes delgadas, depende da precisão da medição da carga hidráulica, da precisão do acabamento do entalhe e da precisão dos coeficientes a serem aplicados na fórmula adotada para cálculo.

5.2.5.2 As variações de erros encontrados nas medições feitas em modelos, não diferem mais de 1% daquelas feitas sem vertedores construídos e instalados por equipes experientes.

### 5.2.6 Ângulos de entalhe mais usados em vertedores triangulares de paredes delgadas

5.2.6.1 Os ângulos ( $\alpha$ ) de entalhe recomendados são:

- ângulo ( $\alpha$ ) de  $90^\circ$  ( $\text{tg } \alpha/2 = 1$ );
- ângulo ( $\alpha$ ) de  $53^\circ 8'$  ( $\text{tg } \alpha/2 = 0,5$ );
- ângulo ( $\alpha$ ) de  $28^\circ 4'$  ( $\text{tg } \alpha/2 = 0,25$ ).

5.2.6.2 A equação de 5.2.1 se associada aos coeficientes dados nas Figuras 4 e 5, transforma-se em:

$$\text{a) } \text{ângulo } 90^\circ \quad Q = C_e \frac{8}{15} \sqrt{2g} h^{5/2} \quad (\text{Tabela 1})$$

$$\text{b) } \text{ângulo } 53^\circ 8' \quad Q = C_e \frac{4}{15} \sqrt{2g} h^{5/2} \quad (\text{Tabela 2})$$

$$\text{c) } \text{ângulo } 28^\circ 4' \quad Q = C_e \frac{2}{15} \sqrt{2g} h^{5/2} \quad (\text{Tabela 3})$$

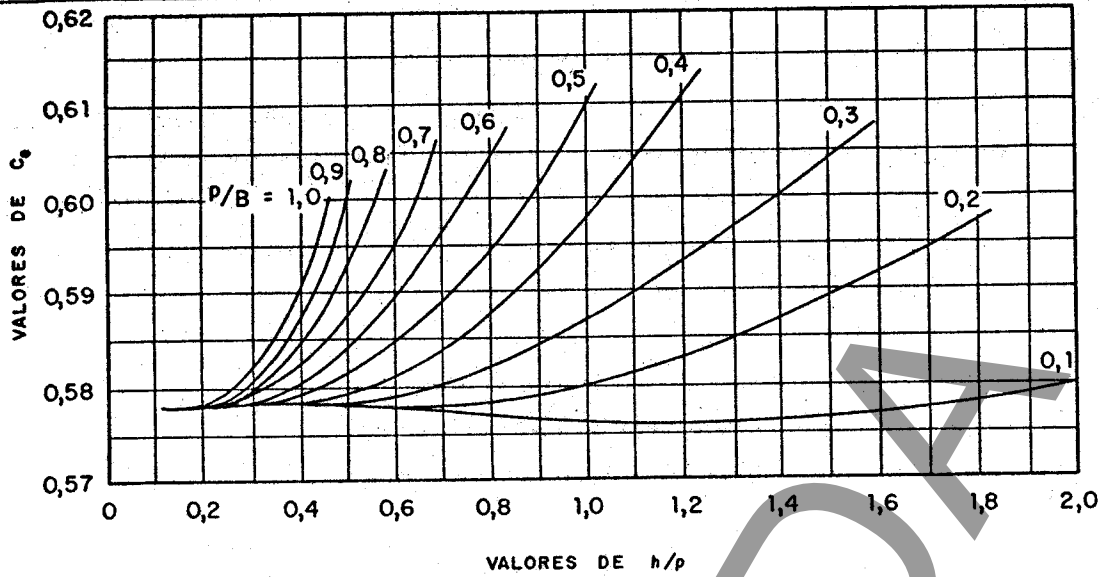


FIGURA 3 - COEFICIENTE DE DESCARGA  $C_e$  ( $\alpha = 90^\circ$ )

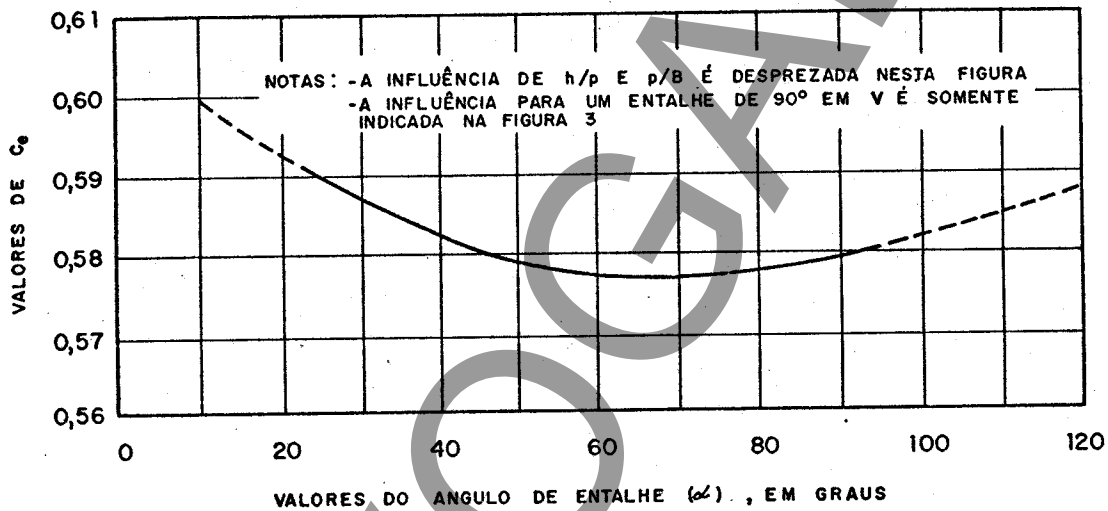


FIGURA 4 - COEFICIENTE DE DESCARGA  $C_e$  EM FUNÇÃO DO ÂNGULO DE ENTALHE

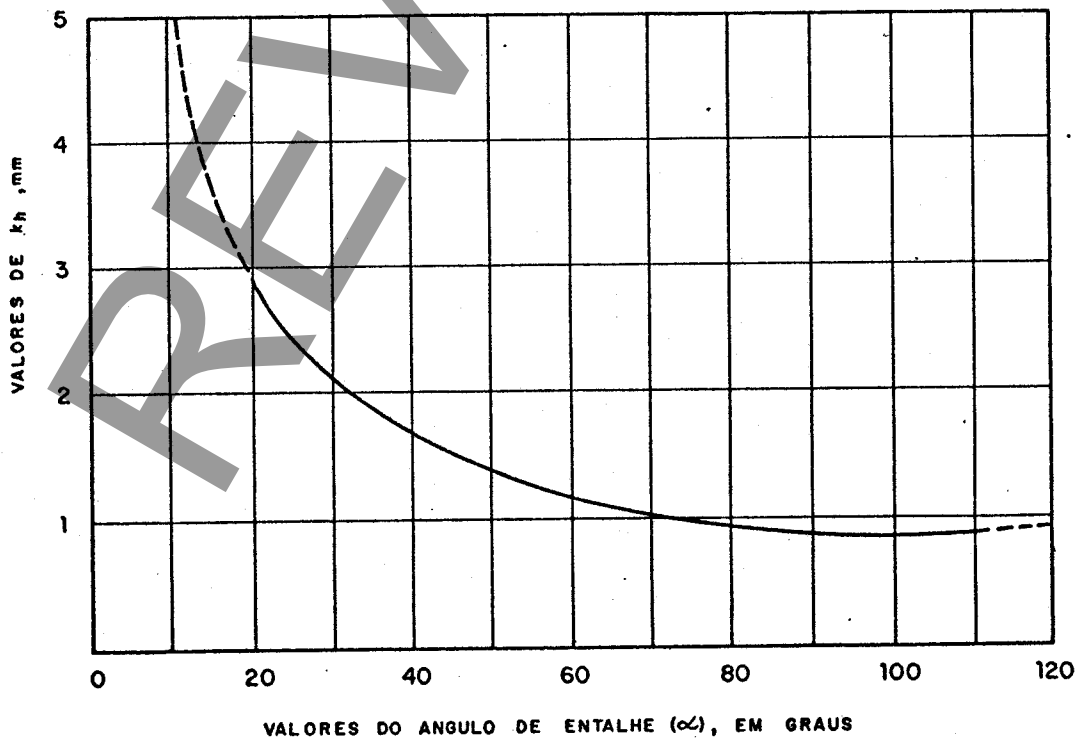


FIGURA 5 - VALORES DE  $K_h$  EM FUNÇÃO DO ÂNGULO ( $\alpha$ ) DE ENTALHE

NOTA 1: Os valores de  $C_e$  e  $Q$  dados nas Tabelas 1, 2 e 3 do Anexo B, foram obtidos através de medidas reais de  $h$  não havendo conseqüentemente necessidade de correções em  $h$ ,  $C_e$  ou  $Q$ .

NOTA 2: Quando o ângulo do entalhe do vertedor for diferente de  $90^\circ$  ( $\alpha \neq 90^\circ$ ), para mais correta determinação de  $C_e$ ,  $h$  e  $Q$ , as seguintes limitações práticas para  $p$ ,  $h/p$ ,  $B$  e  $h/B$  devem ser observadas:

- a)  $0,38 \text{ m} > h > 0,05 \text{ m}$
- b)  $h/p < 0,4 \text{ m}$
- c)  $p > 0,45 \text{ m}$
- d)  $B > 1,2 \text{ m}$
- e)  $h/B < 0,20 \text{ m}$

NOTA 3: Para medições de vazão com menor precisão, pode ser utilizada a fórmula:

$$Q = 1,4 h^{5/2}$$

5.2.6.3 Quando o fundo e as paredes do canal de aproximação estão distantes do entalhe do vertedor, não há influência desses elementos sobre a lâmina d'água, sendo esta considerada totalmente contraída.

### 5.3 Vertedores retangulares de paredes delgadas

No vertedor retangular de paredes delgadas o entalhe é retangular com largura igual do curso d'água (sem contração) ou com largura menor que a do mesmo ( com contração) Figura 6.

#### 5.3.1 Especificações construtivas

- a) o entalhe retangular do vertedor deve ser disposto simetricamente e na vertical da chapa que o constitui;
- b) a placa deve ser plana, sem ondulações ou asperezas, principalmente na face que fica a montante do curso d'água;
- c) a superfície metálica que constitui a crista e as laterais do entalhe do vertedor, devem ser formadas de superfícies planas e perpendiculares ao fluxo d'água. As superfícies devem igualmente formar ângulo reto nas interseções dos seus planos (das superfícies metálicas) e com a direção da corrente a montante;
- d) quando instalado o vertedor, verificar se a placa inferior está na horizontal e se as colunas laterais estão aprumadas;
- e) a espessura da crista, medida perpendicularmente à direção da corrente a montante do curso d'água, deve estar entre 1 e 2 mm (Figura 7);
- f) a linha da crista deve ser horizontal e as superfícies laterais do entalhe devem formar ângulo perfeito de  $90^\circ$  com a mesma;
- g) a superfície da crista na face a montante, deve ser isenta de rebarbas, riscos de usinagem ou sinais de lixa; na face a jusante, quando a espessura da placa é superior a 2 mm, a mesma deve ser chanfrada em ângulo não inferior a  $45^\circ$  com a superfície da crista (Figura 7);
- h) o metal de que é formada a soleira deve ser resistente à corrosão e erosão.

#### 5.3.2 Especificações para instalação

Além das especificações gerais para vertedores de paredes delgadas mencionadas

em 4.2.1 os requisitos abaixo devem ser observados:

- a) o vertedor deve ser localizado em parte retangular do canal em seção reta, onde haja a mínima rugosidade nas paredes laterais e fundo;
- b) quando existe uma grande diferença entre a seção do entalhe do vertedor e seção transversal do canal a montante do local de instalação, os efeitos da velocidade de aproximação são desprezíveis; consequentemente o mesmo pode ser localizado em seção transversal do canal diferente da seção retangular preconizada;
- c) quando o comprimento da crista do vertedor é igual à largura do canal (vertedor sem contração lateral), é indispensável que as laterais do canal sejam verticais, planas, paralelas entre si e sem rugosidade nas suas vizinhanças. As bordas do canal, para vertedores sem contração lateral, devem estender-se a jusante do mesmo, em um plano superior ao da crista a uma distância mínima de  $0,3 h_{m\acute{a}x}$  ( $h$  é indicado na Figura 6);
- d) os comprimentos previstos para o canal de aproximação poderão ser os mencionados em 4.2.1, desde que seja garantida a distribuição uniforme da velocidade do fluxo na descarga sobre o vertedor

NOTA: Caso não se verifique esta condição, deve-se introduzir equipamentos (telas, defletores, etc.) pelos quais se obtêm os requisitos desejados de velocidade de fluxo.

### 5.3.3 Localização da seção para instalação do medidor de carga hidráulica

Quando da escolha da seção, deve ser observado o seguinte:

- a) é recomendável que os piezômetros ou limnômetros sejam localizados a uma distância máxima a montante do vertedor, igual a três ou quatro vezes o valor da carga hidráulica máxima;
- b) o medidor deve ser instalado na região estabilizada existente a montante do vertedor;
- c) evitar que o medidor seja instalado a uma distância tal do vertedor que obrigar a ser levado em consideração a diferença de energia entre as duas seções.

### 5.3.4 Precaução quanto à ventilação

Cuidados devem ser tomados para que seja garantida a pressão atmosférica em todos os lados da lâmina d'água, imediatamente a jusante do vertedor. Se necessário, podem ser instalados dispositivos que garantam ventilação necessária, especialmente quando a lâmina vertente ocupar a largura do canal, isto é, sem contração.

### 5.3.5 Cálculo das vazões nos vertedores retangulares

5.3.5.1 Para o cálculo das vazões nos vertedores retangulares de paredes delgadas, será adotada a equação:

$$Q = C_e \frac{2}{3} \sqrt{2g} b_e h_e^{3/2}$$

onde:

$Q$  - volume, em  $m^3/s$

$C_e$  - coeficiente de descarga (adimensional)

- g - aceleração da gravidade, em  $m/s^2$   
 $b_e$  - largura efetiva do entalhe, em metro  
 $h_e$  - carga hidráulica medida a montante do vertedor na região estabilizada (em metro)

5.3.5.2 Para águas em temperaturas entre  $5^\circ$  e  $30^\circ C$ , o coeficiente experimental de descarga é função das variáveis:

$$C_e = f \left( \frac{b}{B}, \frac{h}{p} \right)$$

onde:

- b - largura medida do entalhe  
h - medida da carga hidráulica  
B - largura do canal a montante do vertedor  
p - altura máxima da base do entalhe com referência ao plano da base do canal (metro)

5.3.5.3 A largura e altura efetivas ( $b_e$  e  $h_e$ ) da equação são definidas pelas equações:

$$b_e = b + k_b$$

$$h_e = h + k_h$$

onde  $k_b$  e  $k_h$ , valores em metro, determinados experimentalmente para corrigir tensão superficial e viscosidade do líquido.

### 5.3.6 Valores de $C_e$ , $k_b$ e $k_h$

5.3.6.1 Esta Norma prevê coeficientes a serem considerados para cálculo das vazões de água em todos os vertedores retangulares de paredes delgadas encontrados na prática.

5.3.6.2 A Figura 8 permite determinar os valores obtidos experimentalmente para  $C_e$  em função de  $b/B$  e  $h/p$ .

5.3.6.3 A Figura 9 permite determinar os valores mais recomendados em  $k_b$  em função de  $b/B$ .

5.3.6.4 O valor de  $k_h = +1$  é o mais recomendado para ser usado com todos os valores de  $b/B$  e  $h/p$ .

### 5.3.7 Fórmulas que determinam os valores de $C_e$ para valores específicos de $b/B$

Observa-se na Figura 8 que  $C_e$  varia linearmente com  $h/p$ , podendo-se escrever:

$$C_e = a + a' \frac{h}{p}$$

Os valores de a e a' mais típicos para a relação  $b/B$  são encontradas na Figura 8 e nas equações abaixo:

$$(b/B = 1,0) \quad C_e = 0,602 + 0,075 \, h/p$$

$$(b/B = 0,9) \quad C_e = 0,598 + 0,064 \, h/p$$

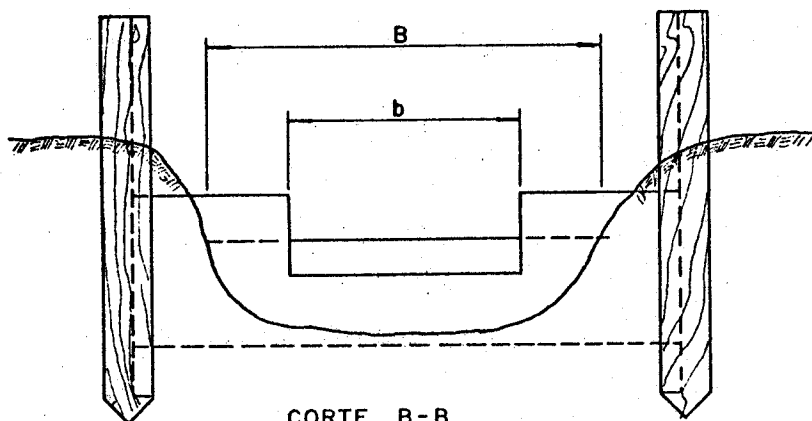
$$(b/B = 0,8) \quad C_e = 0,596 + 0,045 \, h/p$$

$$(b/B = 0,7) \quad C_e = 0,594 + 0,030 \, h/p$$

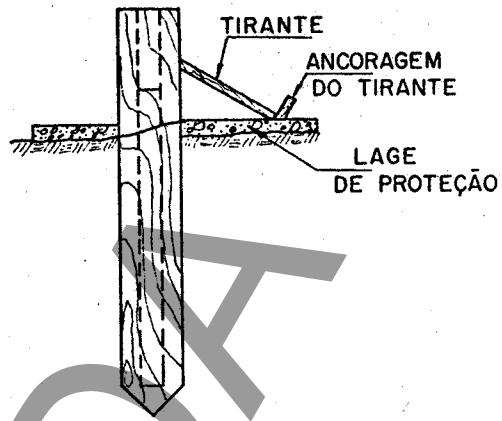
$$(b/B = 0,6) \quad C_e = 0,593 + 0,018 \, h/p$$

$$(b/B = 0,4) \quad C_e = 0,591 + 0,0058 \, h/p$$

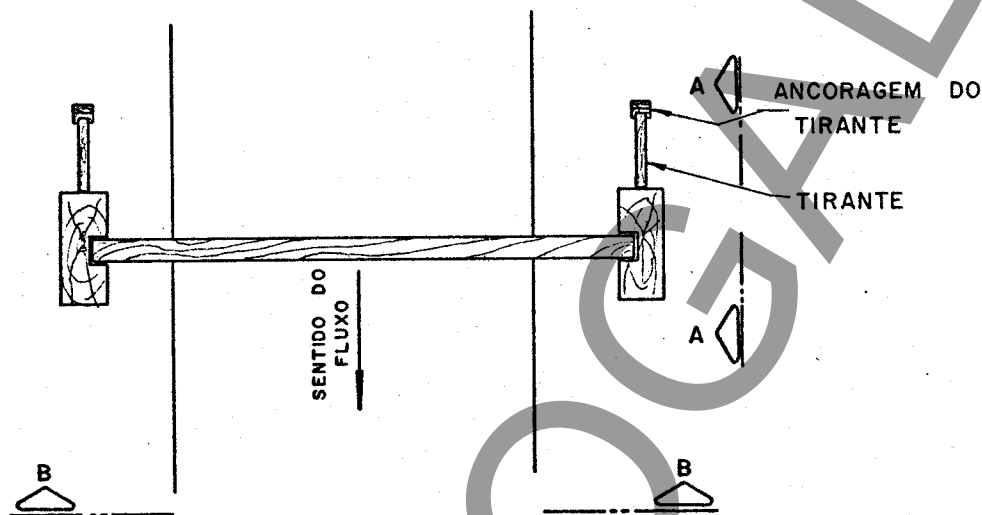
SENTIDO DO FLUXO



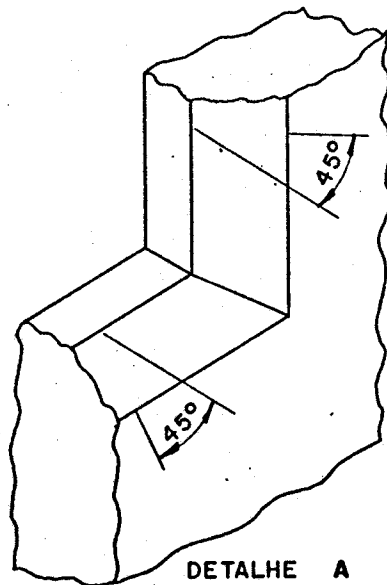
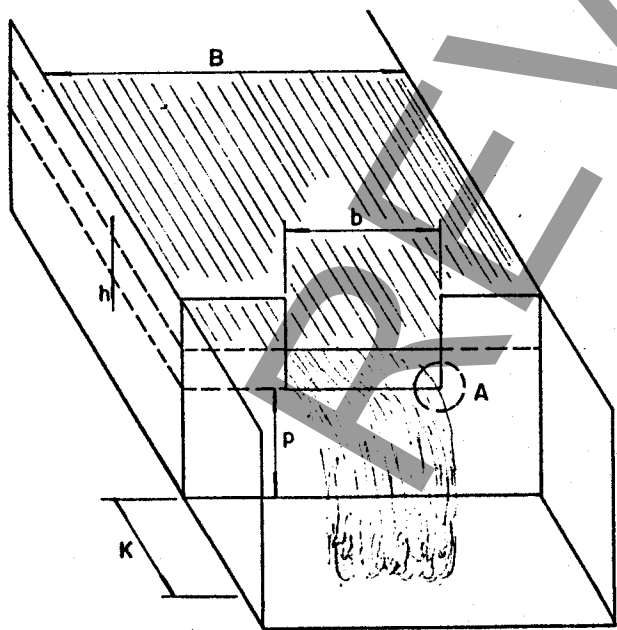
CORTE B-B



CORTE A-A



a) ESTRUTURA COMUM



DETALHE A  
DO ENTALHE RETANGULAR

FIGURA 6

b) ESTRUTURA ARTIFICIAL

$$(b/B = 0,2) C_e = 0,588 - 0,0018 h/p$$

$$(b/B = 0) C_e = 0,587 - 0,0023 h/p$$

### 5.3.8 Limitações práticas de h/p, h, b e p

As limitações para os valores de h/p, h, b e p, são as seguintes:

- as limitações práticas de h/p são relacionadas com as dificuldades de medição da carga hidráulica e erros devidos a aumento de tensão ou ondas que ocorrem no canal de aproximação devido grandes valores h/p em combinação a valores também grandes de b/B. O maior valor recomendado é h/p = 2,0;
- as limitações práticas de h são devidas ao colamento do fluxo d'água sobre o vertedor; este fenômeno é ocasionado por valores inadequações de h. A fim de assegurar um fluxo livre e constante, é recomendável o valor mínimo de h = 0,03 m;
- as limitações práticas de b são devidas às incertezas na determinação da tensão superficial e os efeitos da viscosidade que influenciam no valor de  $k_b$ . O valor mínimo recomendável é b = 0,15 m;
- as incorreções verificadas nas medidas, na maioria das vezes estão relacionadas aos pequenos valores de p e (B - b), especialmente quando relacionados com grandes valores de h/p e b/B. É recomendável que o valor de p e (B - b)/2 estejam limitados a valores superiores a 0,10 m.

### 5.3.9 Efeito da distribuição da velocidade no canal de aproximação

5.3.9.1 Dentre as especificações, para as instalações de vertedores, conclui-se que:

- a velocidade do fluxo no canal de aproximação (a montante da instalação) deve ser uniformemente distribuída;
- as paredes do canal tenham rugosidade mínima e que a seção transversal do canal tenha forma retangular. Os valores recomendados de  $C_e$ ,  $k_b$  e  $k_h$  foram obtidos de instalações que preenchem estas condições.

5.3.9.2 Caso a instalação existente apresente variações pequenas de construção em relação àquelas aqui mencionadas, o erro cometido é insignificante. Essas condições somente podem ser observadas em canais artificiais ou dispositivos construídos especificamente para este fim. Em canais naturais ou curso de água, será necessária uma boa regularização do leito a montante, conforme especificado no item 5.3.2. Para maior precisão, deve ser adotado B o valor medido a meia distância da carga sobre o vertedor (Figura 6).

### 5.3.10 Precisão na medição

A precisão das medidas das vazões em vertedores retangulares de paredes delgadas depende da precisão na medição da carga hidráulica, das medidas de largura e da precisão dos coeficientes a serem adotados para o cálculo. As variações de erros encontrados nas medições feitas em modelos não diferem mais de 1% daquelas feitas em vertedores construídos e instalados por equipes experientes. Os métodos para avaliação dos erros serão vistos no item 6.



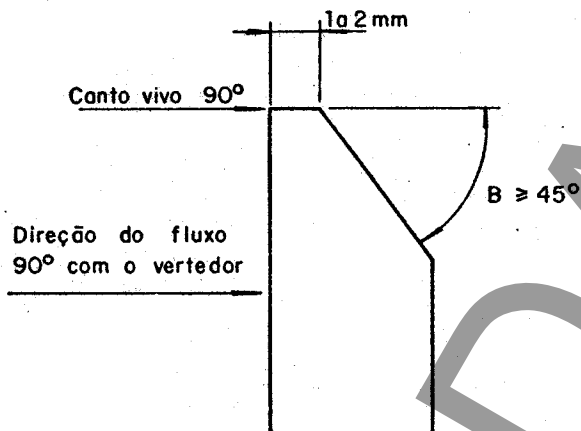


FIGURA 7

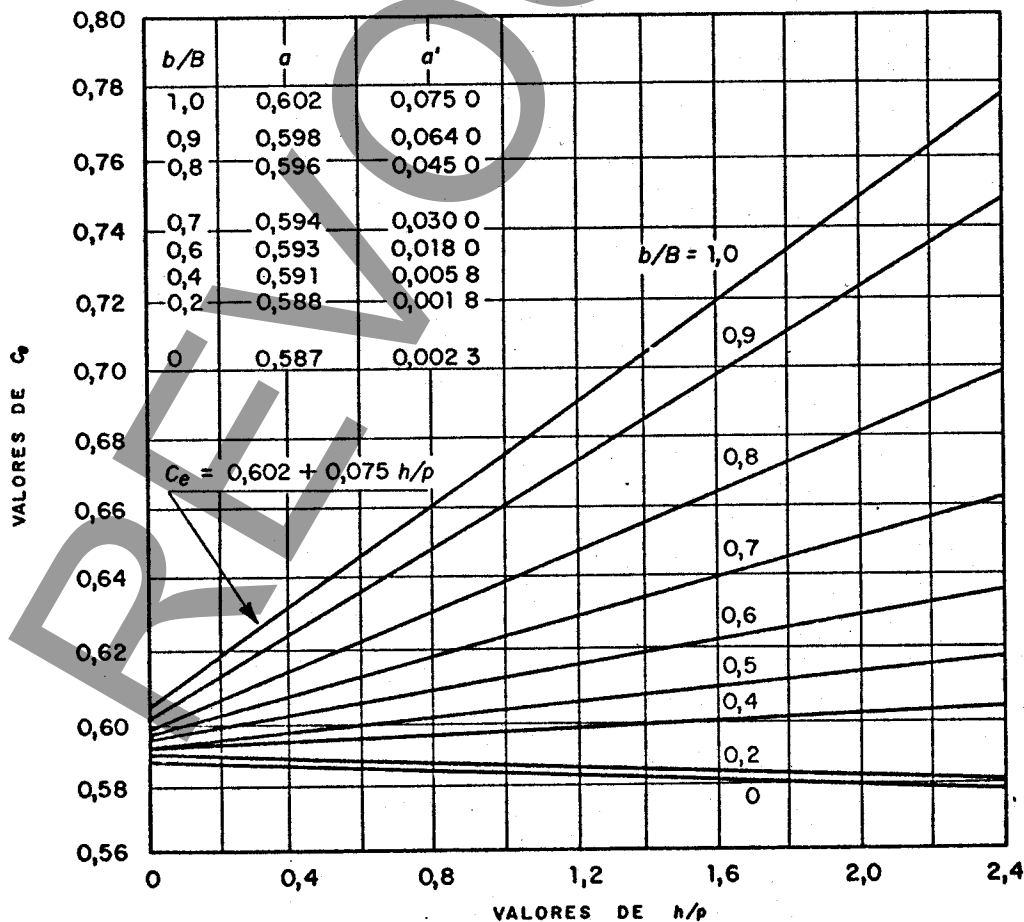


FIGURA 8 - COEFICIENTE DE DESCARGA  $C_e$

### 5.3.11 Equação alternativa (Sociedade Suíça de Engenheiros Arquitetos) para vertedores retangulares

5.3.11.1 Dentro dos limites dados a seguir, a equação  $Q = C_e \frac{2}{3} \sqrt{2g} b h^{3/2}$  pode ser usada para cálculo das vazões.

onde  $C_e$  é dado pela equação:

$$C_e = \left[ 0,578 + 0,037 \left(\frac{b}{B}\right)^2 + \frac{0,003615 - 0,0030 \left(\frac{b}{B}\right)^2}{h + 0,0016} \right] \times \left[ 1 + 0,5 \left(\frac{b}{B}\right)^4 \left(\frac{h}{h+p}\right)^2 \right]$$

sendo  $h$ ,  $b$ ,  $B$  e  $p$  em metro.

5.3.11.2 As condições gerais de instalação devem estar de acordo com os itens 5.3.1, 5.3.2, 5.3.3 e 5.3.4. Além disso, as limitações abaixo para  $h/p$ ,  $b/B$ ,  $h$ ,  $b$  e  $p$  devem ser rigorosamente observadas para aplicação da equação da Sociedade Suíça de Engenheiros Arquitetos:

- $h/p < 1,0$
- $0,8 \text{ m} > h > 0,025 B/b$
- $b/B \geq 0,3$
- $p \geq 0,30 \text{ m}$

5.3.11.3 Para vertedores sem contração ( $b/B = 1,0$ )

$$C_e = \left[ 0,615 + \frac{0,000615}{h + 0,0016} \right] \left[ 1 + 0,5 \left(\frac{h}{h+p}\right)^2 \right]$$

sendo  $h$  e  $p$  em metro.

### 5.3.12 Equação alternativa para vertedores retangulares sem contração lateral (Rehbock)

5.3.12.1 A equação de Rehbock como alternativa é aceitável, desde que em sua equação básica ( $Q = C_e \frac{2}{3} \sqrt{2g} b h_e^{3/2}$ ) sejam adotados:

- $C_e = 0,602 + 0,083 h/p$
- $h_e = h + k_h$
- $k_h = 1,2 \text{ mm}$

5.3.12.2 As condições gerais de instalação devem estar de acordo com os itens 5.3.1, 5.3.2, 5.3.3 e 5.3.4. Além disso as limitações abaixo, para  $h/p$ ,  $h$ ,  $b$  e  $p$  rigorosamente observadas para aplicação da equação de Rehbock:

- $\frac{h}{p} < 1,0$
- $0,03 \text{ m} < h < 0,75 \text{ m}$
- $b \geq 0,30 \text{ m}$
- $p \geq 0,10 \text{ m}$

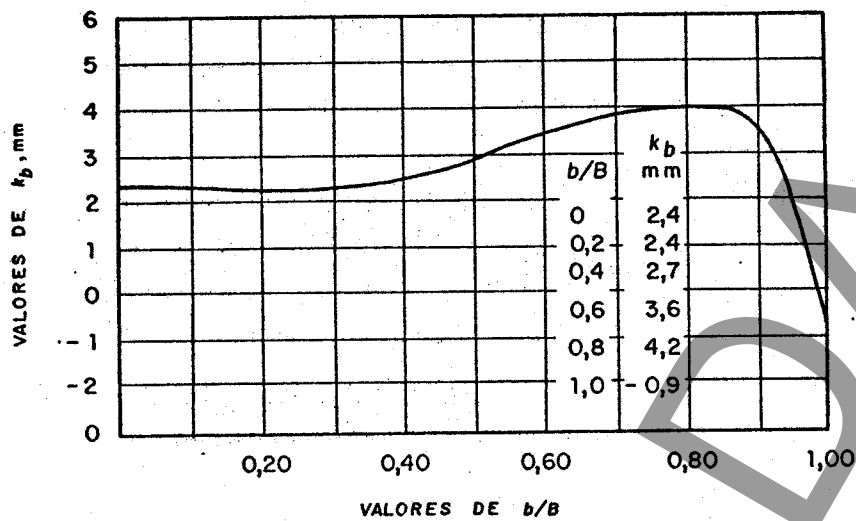


FIGURA 9 - VALORES DE kb EM FUNÇÃO DE b/B

### 5.3.13 Equação alternativa para vertedores retangulares com contração lateral (Hamilton Smith)

5.3.13.1 A equação de Hamilton Smith é aceitável, desde que em sua equação básica  $Q = C_e \frac{2}{3} \sqrt{2g} b h^{3/2}$  seja adotado:

$$C_e = 0,616 (1 - 0,1 h/b)$$

5.3.13.2 As condições gerais de instalação devem estar de acordo com os itens 5.3.1, 5.3.2, 5.3.3 e 5.3.4. Além disso, as limitações abaixo, para h/b, h, B-b e p devem ser rigorosamente observadas para a correta aplicação de equação de Hamilton Smith:

- as paredes do canal de aproximação devem estar a uma distância dos lados do entalhe do vertedor, maior ou igual a duas vezes a carga hidráulica máxima  $(B - b)/2 \geq 2 h_{\text{máx}}$ ;
- o valor de p deve ser igual ou maior que duas vezes a carga hidráulica máxima, e não menor do que 0,30 m;
- o valor de h/b deve ser igual ou menor que 0,5 ( $h/b \leq 0,5$ );
- o valor de h deve estar entre 0,075 m e 0,60 m ( $0,60 \text{ m} > h > 0,075 \text{ m}$ );
- o valor de b deve ser igual ou maior que 0,30 m ( $b \geq 0,30 \text{ m}$ );
- quando  $B(h + p)$  é menor do que 10 bh, a influência da velocidade no canal de aproximação não pode ser desprezada.

Neste caso o valor de h na equação  $C_e = 0,616 (1 - 0,1 h/b)$  deve ser substituído por  $h' = h + 1,4 \frac{Va^2}{2g}$

**NOTA:** Desde que o canal de aproximação seja suficientemente largo para permitir que a uniformidade da velocidade de aproximação seja desprezada e que o vertedor preencha as condições de 5.3.1, 5.3.2, 5.3.3 e 5.3.4, a forma do canal de aproximação não é importante.

## 6 ERROS NA MEDIÇÃO DE VAZÕES

### 6.1 Introdução

6.1.1 O erro nas medições da vazão podem ser avaliados desde que combinados aos vários dados que o originam. De uma maneira geral, essas contribuições parciais para o cálculo do erro total podem ser estabelecidas antecipadamente, indicando previamente se as vazões podem ser obtidas dentro dos limites de erros previstos.

6.1.2 O limite desejável de erro não deve exceder de 5%.

### 6.2 Origem dos erros

A origem de um erro pode ser detectado adotando a seguinte equação de descarga de vertedores:

$$Q = C_e J \sqrt{2g b_e h_e^\psi}$$

onde:

$$b_e = b + k_b$$

$$h_e = h + k_h$$

J - constante que depende da forma do vertedor (não sujeito a erro)

g - aceleração da gravidade

$\psi$  - índice que só é significativo na avaliação da parcela de erro de h com relação ao erro total.

### 6.3 Erros a serem considerados

São as seguintes as origens de erros a serem considerados:

- coeficiente de descarga  $C_e$ ;
- precisão dimensional na construção da estrutura do vertedor;
- precisão na determinação do valor de h (carga hidráulica);
- para os fatores de correção  $k_b$  e  $k_h$  é admissível uma tolerância de 0,3 mm.

NOTA 1: A precisão na avaliação dos elementos mencionados em b) e c) de 6.3, devem ser estimadas.

NOTA 2: Os erros decorrentes das dimensões construtivas da estrutura do vertedor têm demonstrado, na prática, ser muito insignificante com relação aos demais erros a serem considerados.

NOTA 3: A precisão na determinação da medida da carga hidráulica depende da precisão do instrumento de medição, aferição e zeragem do instrumento e da técnica de medição usada. Estes erros podem ser reduzidos se um vernier ou micrômetro for acoplado ao instrumento para zeragem do mesmo.

### 6.4 Tipos dos erros

#### 6.4.1 Classificação dos erros

Os erros são classificados em fortuitos e sistemáticos; os primeiros afetam na precisão das medidas e os últimos a real exatidão.

#### 6.4.2 Desvio padrão da série

O desvio padrão da série de medidas pode ser estimado pela equação:

$$\sigma^2 = \frac{\sum \Delta^2}{n - 1}$$

$\Delta$  - diferença de cada uma das "n" medidas em relação à média dos valores observados.

#### 6.4.3 Desvio padrão da média

O desvio padrão da média é dado por:

$$\sigma_m^2 = \frac{1}{n} \sigma^2$$

sendo o erro médio duas vezes  $\sigma_m$  (para 95% de probabilidade).

Essa é a contribuição dos erros fortuitos em qualquer medida. Uma medida pode também estar sujeita ao erro sistemático. A média dos valores medidos difere ainda do verdadeiro valor da quantidade medida. Um erro na zeragem do instrumento de medição do nível d'água em relação ao nível da crista, por exemplo, produz uma diferença sistemática entre o valor medido da carga e o valor real. Como a repetição da medida não elimina erros sistemáticos, o valor real só pode ser obtido através de uma medição independente.

#### 6.4.4 Erros nos valores das quantidades

6.4.4.1 Todos os erros desta categoria são sistemáticos.

6.4.4.2 As tolerâncias nos coeficientes de correção ( $k_b$  e  $k_h$ ) indicados nos itens precedentes, foram baseados em "desvios" de dados experimentais de vários trabalhos.

#### 6.4.5 Erros nas medidas devidos aos operador

6.4.5.1 Os erros incluídos nesta categoria são fortuitos e sistemáticos.

6.4.5.2 Como nesta Norma não são especificados métodos nem roteiros para medição, deve o operador estimar os erros levando em consideração os fatores indicados em 6.2 por exemplo, levando em consideração a maneira que mediu a largura do vertedor retangular, ou ângulo do vertedor triangular, podendo o operador determinar os erros prováveis nessas medidas.

6.4.5.3 O erro na medida da carga hidráulica deve ser determinado a partir de uma avaliação dos erros de várias origens: sensibilidade do aparelho; o erro na zeragem; folgas existentes no mecanismo de indicação, etc.

6.4.5.4 A tolerância na medida da carga é a raiz quadrada da soma dos quadrados dos erros parciais.

#### 6.4.6 Combinação dos erros para se obter a tolerância total numa medida de vazão

6.4.6.1 O erro total é resultante de vários erros contribuintes, os quais tam  
bem podem ser erros compostos.

6.4.6.2 O erro na medida da vazão é calculada pela equação:

$$X = \pm \sqrt{(X_{C_e}^2 + X_{b_e}^2 + \psi X_{h_e}^2)}$$

onde:

$X_{C_e}$  - erro percentual de  $C_e$

$X_{b_e}$  - erro percentual de  $b_e$  (ou  $\text{tg } \alpha/2$  para vertedores "V")

$X_{h_e}$  - erro percentual de  $h_e$

$\psi$  - índice cujos valores são:

1,5 - para vertedores retangulares

2,5 - para vertedores triangulares

Os valores de  $X_{b_e}$  e  $X_{h_e}$  são:

$$X_{b_e} = 100 \frac{\sqrt{\epsilon_{b_e}^2 + \epsilon_{k_b}^2}}{b_e}$$

$$X_{h_e} = 100 \frac{\sqrt{1\epsilon^2 + 2\epsilon_h^2 + \dots + 4\sigma_m^2}}{h_e}$$

onde:

$\epsilon_{b_e}$  - erro percentual na medida de  $b_e$

$1\epsilon_h, 2\epsilon_h$  - erros percentuais na medição da carga hidráulica  $h$

$\epsilon_{k_b}$  - erro percentual de  $k_b$

$\epsilon_{k_h}$  - erro percentual de  $k_h$

$2\sigma_m$  - o erro médio de "m" medidas da carga hidráulica  $h$

NOTA: Deve estar bem claro que o erro  $X$  não é o único valor para um dado dispositivo, ele varia com a descarga. Consequentemente há necessidade de computar os erros de várias vazões calculadas.

## ANEXO A

## EXEMPLO DE CÁLCULO

A-1 A título de exemplo será feita uma aplicação da fórmula dos vertedores triangulares trabalhando com uma carga hidráulica de 152,4 mm, sendo  $X_c = 1,0\%$ :

A-2 Para a medição da carga hidráulica o instrumento de medição é dotado de um vernier, dividido em intervalos de 0,1 mm (consequentemente, os intervalos de leitura são de  $\pm 0,05$  mm). A zeragem é feita dentro do intervalos  $\pm 0,1$  mm.

A-3 O erro de  $k_h$  é  $\pm 0,1$  mm; o erro residual médio de dez medidas da carga hidráulica ( $2\sigma_m$ )<sup>h</sup> é admitido ser 0,2 mm.

$$X_{h_e} = 100 \frac{\sqrt{(0,1524)^2 + (0,1)^2 + (0,1)^2 + (0,2)^2}}{152,4}$$

$$X_{h_e} = 0,17\%$$

A-4 Caso a largura máxima ( $b = 457,2$  mm = 18") do entalhe em "V" seja medido dentro de um erro de 0,397 mm em 457,2 mm.

$$X_{b_e} = 100 \frac{0,397}{457,2} = 0,09\%$$

Logo:

$$X = \pm \sqrt{\frac{1,00^2}{1,00^2} + \frac{0,09^2}{0,09^2} + (2,5 \times 0,30)^2} = \pm 1,11\%$$

ANEXO B

TABELAS

TABELA 1 - Vazões em vertedores triangulares

$$Q = 2,3625 C_e h^{5/2}$$

$$(g = 9,8066 \text{ m/s}^2)$$

h m	Coefficient $C_e$	Discharge Q m <sup>3</sup> /s x 10	h m	Coefficient $C_e$	Discharge Q m <sup>3</sup> /s x 10
0,060	0,603 2	0,012 57	0,120	0,588 5	0,069 35
0,061	0,602 8	0,013 09	0,121	0,588 3	0,070 79
0,062	0,602 3	0,013 62	0,122	0,588 2	0,072 24
0,063	0,601 9	0,014 17	0,123	0,588 1	0,073 72
0,064	0,601 5	0,014 73	0,124	0,588 0	0,075 22
0,065	0,601 2	0,015 30	0,125	0,588 0	0,076 73
0,066	0,600 8	0,015 88	0,126	0,587 9	0,078 27
0,067	0,600 5	0,016 48	0,127	0,587 8	0,079 82
0,068	0,600 1	0,017 10	0,128	0,587 7	0,081 39
0,069	0,599 8	0,017 72	0,129	0,587 6	0,082 98
0,070	0,599 4	0,018 36	0,130	0,587 6	0,084 58
0,071	0,599 0	0,019 01	0,131	0,587 5	0,086 21
0,072	0,598 7	0,019 67	0,132	0,587 4	0,087 85
0,073	0,598 3	0,020 35	0,133	0,587 3	0,089 51
0,074	0,598 0	0,021 05	0,134	0,587 2	0,091 19
0,075	0,597 8	0,021 76	0,135	0,587 2	0,092 89
0,076	0,597 5	0,022 48	0,136	0,587 1	0,094 61
0,077	0,597 3	0,023 22	0,137	0,587 0	0,096 34
0,078	0,597 0	0,023 97	0,138	0,586 9	0,098 10
0,079	0,596 7	0,024 73	0,139	0,586 9	0,099 87
0,080	0,596 4	0,025 51	0,140	0,586 8	0,101 67
0,081	0,596 1	0,026 30	0,141	0,586 7	0,103 48
0,082	0,595 8	0,027 10	0,142	0,586 7	0,105 32
0,083	0,595 5	0,027 92	0,143	0,586 6	0,107 17
0,084	0,595 3	0,028 76	0,144	0,586 6	0,109 04
0,085	0,595 0	0,029 61	0,145	0,586 5	0,110 93
0,086	0,594 8	0,030 48	0,146	0,586 4	0,112 84
0,087	0,594 5	0,031 36	0,147	0,586 3	0,114 76
0,088	0,594 2	0,032 25	0,148	0,586 2	0,116 71
0,089	0,594 0	0,033 16	0,149	0,586 2	0,118 67
0,090	0,593 7	0,034 09	0,150	0,586 1	0,120 66
0,091	0,593 5	0,035 03	0,151	0,586 1	0,122 67
0,092	0,593 3	0,035 98	0,152	0,586 0	0,124 71
0,093	0,593 1	0,036 96	0,153	0,586 0	0,126 76
0,094	0,592 9	0,037 95	0,154	0,585 9	0,128 83
0,095	0,592 7	0,038 95	0,155	0,585 9	0,130 93
0,096	0,592 5	0,039 97	0,156	0,585 9	0,133 04
0,097	0,592 3	0,041 01	0,157	0,585 8	0,135 17
0,098	0,592 1	0,042 06	0,158	0,585 8	0,137 32
0,099	0,591 9	0,043 12	0,159	0,585 7	0,139 50
0,100	0,591 7	0,044 20	0,160	0,585 7	0,141 69
0,101	0,591 4	0,045 30	0,161	0,585 7	0,143 91
0,102	0,591 2	0,046 41	0,162	0,585 6	0,146 14
0,103	0,591 0	0,047 54	0,163	0,585 6	0,148 40
0,104	0,590 8	0,048 69	0,164	0,585 5	0,150 67
0,105	0,590 6	0,049 85	0,165	0,585 5	0,152 97
0,106	0,590 4	0,051 03	0,166	0,585 5	0,155 29
0,107	0,590 2	0,052 22	0,167	0,585 4	0,157 63
0,108	0,590 1	0,053 44	0,168	0,585 4	0,159 99
0,109	0,589 9	0,054 67	0,169	0,585 3	0,162 37
0,110	0,589 8	0,055 92	0,170	0,585 3	0,164 77
0,111	0,589 7	0,057 19	0,171	0,585 3	0,167 19
0,112	0,589 6	0,058 47	0,172	0,585 2	0,169 64
0,113	0,589 4	0,059 77	0,173	0,585 2	0,172 10
0,114	0,589 2	0,061 08	0,174	0,585 1	0,174 59
0,115	0,589 1	0,062 42	0,175	0,585 1	0,177 09
0,116	0,589 0	0,063 77	0,176	0,585 1	0,179 63
0,117	0,588 9	0,065 14	0,177	0,585 1	0,182 19
0,118	0,588 8	0,066 53	0,178	0,585 1	0,184 78
0,119	0,588 6	0,067 93	0,179	0,585 1	0,187 38



TABELA 1.1 (Continuação)

Carga h	Coefficiente $C_e$	Vazão Q	Carga h	Coefficient $C_e$	Discharge Q
m		$m^3/s \times 10$	m		$m^3/s \times 10$
0,180	0,585 1	0,190 01	0,240	0,584 6	0,389 73
0,181	0,585 1	0,192 65	0,241	0,584 6	0,393 80
0,182	0,585 0	0,195 31	0,242	0,584 6	0,397 90
0,183	0,585 0	0,198 00	0,243	0,584 6	0,402 02
0,184	0,585 0	0,200 71	0,244	0,584 6	0,406 17
0,185	0,585 0	0,203 45	0,245	0,584 6	0,410 34
0,186	0,585 0	0,206 21	0,246	0,584 6	0,414 54
0,187	0,585 0	0,208 99	0,247	0,584 6	0,418 77
0,188	0,585 0	0,211 80	0,248	0,584 6	0,423 02
0,189	0,585 0	0,214 63	0,249	0,584 6	0,427 30
0,190	0,585 0	0,217 48	0,250	0,584 6	0,431 60
0,191	0,585 0	0,220 34	0,251	0,584 6	0,435 93
0,192	0,584 9	0,223 22	0,252	0,584 6	0,440 28
0,193	0,584 9	0,226 12	0,253	0,584 6	0,444 66
0,194	0,584 9	0,229 06	0,254	0,584 6	0,449 07
0,195	0,584 9	0,232 03	0,255	0,584 6	0,453 50
0,196	0,584 9	0,235 01	0,256	0,584 6	0,457 96
0,197	0,584 9	0,238 02	0,257	0,584 6	0,462 45
0,198	0,584 9	0,241 06	0,258	0,584 6	0,466 96
0,199	0,584 9	0,244 11	0,259	0,584 6	0,471 50
0,200	0,584 9	0,247 19	0,260	0,584 6	0,476 06
0,201	0,584 9	0,250 28	0,261	0,584 6	0,480 65
0,202	0,584 8	0,253 39	0,262	0,584 6	0,485 27
0,203	0,584 8	0,256 52	0,263	0,584 6	0,489 91
0,204	0,584 8	0,259 69	0,264	0,584 6	0,494 58
0,205	0,584 8	0,262 88	0,265	0,584 6	0,499 28
0,206	0,584 8	0,266 10	0,266	0,584 6	0,504 00
0,207	0,584 8	0,269 34	0,267	0,584 6	0,508 76
0,208	0,584 8	0,272 61	0,268	0,584 6	0,513 53
0,209	0,584 8	0,275 90	0,269	0,584 6	0,518 34
0,210	0,584 8	0,279 21	0,270	0,584 6	0,523 17
0,211	0,584 8	0,282 54	0,271	0,584 6	0,528 02
0,212	0,584 8	0,285 88	0,272	0,584 6	0,532 91
0,213	0,584 7	0,289 24	0,273	0,584 6	0,537 82
0,214	0,584 7	0,292 64	0,274	0,584 6	0,542 76
0,215	0,584 7	0,296 07	0,275	0,584 6	0,547 72
0,216	0,584 7	0,299 53	0,276	0,584 6	0,552 72
0,217	0,584 7	0,303 01	0,277	0,584 6	0,557 74
0,218	0,584 7	0,306 51	0,278	0,584 6	0,562 82
0,219	0,584 7	0,310 04	0,279	0,584 7	0,567 94
0,220	0,584 7	0,313 59	0,280	0,584 7	0,573 06
0,221	0,584 7	0,317 17	0,281	0,584 7	0,578 19
0,222	0,584 7	0,320 77	0,282	0,584 7	0,583 35
0,223	0,584 7	0,324 39	0,283	0,584 7	0,588 53
0,224	0,584 7	0,328 03	0,284	0,584 7	0,593 75
0,225	0,584 6	0,331 68	0,285	0,584 7	0,598 99
0,226	0,584 6	0,335 35	0,286	0,584 7	0,604 25
0,227	0,584 6	0,339 07	0,287	0,584 7	0,609 55
0,228	0,584 6	0,342 82	0,288	0,584 7	0,614 87
0,229	0,584 6	0,346 59	0,289	0,584 7	0,620 23
0,230	0,584 6	0,350 39	0,290	0,584 7	0,625 60
0,231	0,584 6	0,354 21	0,291	0,584 7	0,631 01
0,232	0,584 6	0,358 06	0,292	0,584 7	0,636 45
0,233	0,584 6	0,361 93	0,293	0,584 7	0,641 95
0,234	0,584 6	0,365 82	0,294	0,584 8	0,647 48
0,235	0,584 6	0,369 74	0,295	0,584 8	0,653 03
0,236	0,584 6	0,373 69	0,296	0,584 8	0,658 58
0,237	0,584 6	0,377 66	0,297	0,584 8	0,664 16
0,238	0,584 6	0,381 66	0,298	0,584 8	0,669 76
0,239	0,584 6	0,385 68	0,299	0,584 8	0,675 39

TABELA 1 (Continuação)

Charge h	Coefficiente C <sub>e</sub>	Vazão Q	Head h	Coefficiente C <sub>e</sub>	Discharge Q
m		m <sup>3</sup> /s x 10	m		m <sup>3</sup> /s x 10
0,300	0,584 8	0,681 06	0,350	0,585 2	1,001 92
0,301	0,584 8	0,686 75	0,351	0,585 2	1,009 12
0,302	0,584 8	0,692 46	0,352	0,585 2	1,016 33
0,303	0,584 8	0,698 21	0,353	0,585 2	1,023 56
0,304	0,584 8	0,703 98	0,354	0,585 2	1,030 82
0,305	0,584 8	0,709 80	0,355	0,585 2	1,038 12
0,306	0,584 8	0,715 68	0,356	0,585 2	1,045 45
0,307	0,584 9	0,721 59	0,357	0,585 2	1,052 80
0,308	0,584 9	0,727 50	0,358	0,585 2	1,060 19
0,309	0,584 9	0,733 41	0,359	0,585 2	1,067 67
0,310	0,584 9	0,739 36	0,360	0,585 3	1,075 19
0,311	0,584 9	0,745 34	0,361	0,585 3	1,082 73
0,312	0,584 9	0,751 35	0,362	0,585 3	1,090 24
0,313	0,584 9	0,757 38	0,363	0,585 3	1,097 78
0,314	0,584 9	0,763 44	0,364	0,585 3	1,105 36
0,315	0,584 9	0,769 54	0,365	0,585 3	1,112 97
0,316	0,584 9	0,775 66	0,366	0,585 3	1,120 63
0,317	0,584 9	0,781 81	0,367	0,585 3	1,128 37
0,318	0,584 9	0,788 02	0,368	0,585 4	1,136 15
0,319	0,585 0	0,794 28	0,369	0,585 4	1,143 91
0,320	0,585 0	0,800 57	0,370	0,585 4	1,151 67
0,321	0,585 0	0,806 85	0,371	0,585 4	1,159 47
0,322	0,585 0	0,813 14	0,372	0,585 4	1,167 30
0,323	0,585 0	0,819 47	0,373	0,585 4	1,175 16
0,324	0,585 0	0,825 83	0,374	0,585 4	1,183 10
0,325	0,585 0	0,832 22	0,375	0,585 5	1,191 11
0,326	0,585 0	0,838 63	0,376	0,585 5	1,199 14
0,327	0,585 0	0,845 08	0,377	0,585 5	1,207 12
0,328	0,585 0	0,851 55	0,378	0,585 5	1,215 15
0,329	0,585 0	0,858 06	0,379	0,585 5	1,223 20
0,330	0,585 0	0,864 59	0,380	0,585 5	1,231 28
0,331	0,585 0	0,871 16	0,381	0,585 5	1,239 40
0,332	0,585 0	0,877 75			
0,333	0,585 0	0,884 38			
0,334	0,585 0	0,891 03			
0,335	0,585 0	0,897 72			
0,336	0,585 0	0,904 48			
0,337	0,585 1	0,911 28			
0,338	0,585 1	0,918 11			
0,339	0,585 1	0,924 91			
0,340	0,585 1	0,931 75			
0,341	0,585 1	0,938 62			
0,342	0,585 1	0,945 51			
0,343	0,585 1	0,952 44			
0,344	0,585 1	0,959 40			
0,345	0,585 1	0,966 38			
0,346	0,585 1	0,973 40			
0,347	0,585 1	0,980 45			
0,348	0,585 1	0,987 53			
0,349	0,585 1	0,994 71			

**TABELA 2**  
**VAZÕES EM VERTEDORES TRIANGULARES**  
**(ÂNGULO ENTALHE 1/2 90°)**

UNIDADES MÉTRICAS

$$Q = 1,181 25 C_e h^{5/2}$$

$$(g = 9,806 6 \text{ m/s}^2)$$

Carga h	Coefficiente $C_e$	Vazão Q	Carga h	Coefficient $C_e$	Vazão Q
m		m <sup>3</sup> /s x 10	m		m <sup>3</sup> /s x 10
0,060	0,611 4	0,006 37	0,120	0,598 9	0,035 29
0,061	0,611 1	0,006 63	0,121	0,598 8	0,036 02
0,062	0,610 8	0,006 91	0,122	0,598 7	0,036 77
0,063	0,610 5	0,007 18	0,123	0,598 5	0,037 51
0,064	0,610 1	0,007 47	0,124	0,598 4	0,038 27
0,065	0,609 8	0,007 76	0,125	0,598 2	0,039 04
0,066	0,609 5	0,008 06	0,126	0,598 1	0,039 82
0,067	0,609 2	0,008 36	0,127	0,598 0	0,040 60
0,068	0,609 0	0,008 67	0,128	0,597 9	0,041 40
0,069	0,608 7	0,008 99	0,129	0,597 8	0,042 20
0,070	0,608 4	0,009 32	0,130	0,597 6	0,043 02
0,071	0,608 1	0,009 65	0,131	0,597 5	0,043 84
0,072	0,607 9	0,009 99	0,132	0,597 3	0,044 67
0,073	0,607 6	0,010 33	0,133	0,597 2	0,045 51
0,074	0,607 3	0,010 69	0,134	0,597 1	0,046 36
0,075	0,607 1	0,011 05	0,135	0,597 0	0,047 22
0,076	0,606 8	0,011 41	0,136	0,596 8	0,048 09
0,077	0,606 6	0,011 79	0,137	0,596 7	0,048 97
0,078	0,606 4	0,012 17	0,138	0,596 6	0,049 86
0,079	0,606 1	0,012 56	0,139	0,596 5	0,050 75
0,080	0,606 0	0,012 96	0,140	0,596 4	0,051 66
0,081	0,605 8	0,013 36	0,141	0,596 2	0,052 58
0,082	0,605 6	0,013 77	0,142	0,596 1	0,053 51
0,083	0,605 4	0,014 19	0,143	0,596 0	0,054 44
0,084	0,605 2	0,014 62	0,144	0,596 0	0,055 39
0,085	0,605 0	0,015 05	0,145	0,595 9	0,056 35
0,086	0,604 8	0,015 49	0,146	0,595 8	0,057 32
0,087	0,604 6	0,015 94	0,147	0,595 7	0,058 30
0,088	0,604 4	0,016 40	0,148	0,595 6	0,059 29
0,089	0,604 2	0,016 86	0,149	0,595 6	0,060 29
0,090	0,604 0	0,017 34	0,150	0,595 5	0,061 30
0,091	0,603 8	0,017 82	0,151	0,595 4	0,062 31
0,092	0,603 6	0,018 30	0,152	0,595 2	0,063 34
0,093	0,603 4	0,018 80	0,153	0,595 2	0,064 37
0,094	0,603 2	0,019 30	0,154	0,595 1	0,065 42
0,095	0,603 0	0,019 81	0,155	0,595 0	0,066 48
0,096	0,602 8	0,020 33	0,156	0,594 9	0,067 55
0,097	0,602 6	0,020 86	0,157	0,594 8	0,068 63
0,098	0,602 4	0,021 39	0,158	0,594 8	0,069 71
0,099	0,602 2	0,021 94	0,159	0,594 7	0,070 81
0,100	0,602 1	0,022 49	0,160	0,594 6	0,071 92
0,101	0,601 9	0,023 05	0,161	0,594 5	0,073 04
0,102	0,601 7	0,023 62	0,162	0,594 4	0,074 17
0,103	0,601 6	0,024 20	0,163	0,594 4	0,075 31
0,104	0,601 4	0,024 78	0,164	0,594 3	0,076 46
0,105	0,601 3	0,025 37	0,165	0,594 2	0,077 62
0,106	0,601 1	0,025 98	0,166	0,594 1	0,078 79
0,107	0,600 9	0,026 59	0,167	0,594 1	0,079 98
0,108	0,600 8	0,027 20	0,168	0,594 0	0,081 17
0,109	0,600 6	0,027 83	0,169	0,593 9	0,082 37
0,110	0,600 5	0,028 47	0,170	0,593 8	0,083 58
0,111	0,600 3	0,029 11	0,171	0,593 7	0,084 81
0,112	0,600 2	0,029 76	0,172	0,593 7	0,086 04
0,113	0,600 0	0,030 42	0,173	0,593 6	0,087 28
0,114	0,599 8	0,031 09	0,174	0,593 5	0,088 54
0,115	0,599 7	0,031 77	0,175	0,593 4	0,089 80
0,116	0,599 5	0,032 46	0,176	0,593 3	0,091 08
0,117	0,599 4	0,033 15	0,177	0,593 3	0,092 37
0,118	0,599 2	0,033 86	0,178	0,593 2	0,093 67
0,119	0,599 1	0,034 57	0,179	0,593 1	0,094 97

TABELA 2 (Continuação)

Carga h	Coefficiente $C_e$	Vazão Q	Carga h	Coefficient $C_e$	Vazão Q
m		m <sup>3</sup> /s x 10	m		m <sup>3</sup> /s x 10
0,180	0,593 0	0,096 29	0,240	0,590 1	0,196 68
0,181	0,592 9	0,097 62	0,241	0,590 0	0,198 72
0,182	0,592 9	0,098 96	0,242	0,590 0	0,200 79
0,183	0,592 8	0,100 32	0,243	0,590 0	0,202 87
0,184	0,592 7	0,101 68	0,244	0,589 9	0,204 96
0,185	0,592 6	0,103 05	0,245	0,589 9	0,207 05
0,186	0,592 6	0,104 44	0,246	0,589 8	0,209 16
0,187	0,592 5	0,105 84	0,247	0,589 8	0,211 27
0,188	0,592 5	0,107 26	0,248	0,589 8	0,213 40
0,189	0,592 4	0,108 67	0,249	0,589 8	0,215 55
0,190	0,592 3	0,110 10	0,250	0,589 8	0,217 72
0,191	0,592 3	0,111 55	0,251	0,589 8	0,219 90
0,192	0,592 2	0,113 00	0,252	0,589 8	0,222 09
0,193	0,592 2	0,114 47	0,253	0,589 7	0,224 29
0,194	0,592 1	0,115 95	0,254	0,589 7	0,226 49
0,195	0,592 0	0,117 43	0,255	0,589 7	0,228 73
0,196	0,592 0	0,118 93	0,256	0,589 7	0,230 98
0,197	0,591 9	0,120 44	0,257	0,589 7	0,233 23
0,198	0,591 9	0,121 97	0,258	0,589 6	0,235 49
0,199	0,591 9	0,123 51	0,259	0,589 6	0,237 77
0,200	0,591 8	0,125 06	0,260	0,589 6	0,240 05
0,201	0,591 8	0,126 62	0,261	0,589 5	0,242 35
0,202	0,591 7	0,128 19	0,262	0,589 5	0,244 66
0,203	0,591 7	0,129 77	0,263	0,589 4	0,246 99
0,204	0,591 6	0,131 36	0,264	0,589 4	0,249 33
0,205	0,591 6	0,132 96	0,265	0,589 4	0,251 68
0,206	0,591 5	0,134 57	0,266	0,589 3	0,254 04
0,207	0,591 5	0,136 20	0,267	0,589 3	0,256 42
0,208	0,591 4	0,137 84	0,268	0,589 2	0,258 81
0,209	0,591 3	0,139 49	0,269	0,589 2	0,261 21
0,210	0,591 3	0,141 15	0,270	0,589 2	0,263 63
0,211	0,591 2	0,142 82	0,271	0,589 1	0,266 06
0,212	0,591 2	0,144 50	0,272	0,589 1	0,268 51
0,213	0,591 1	0,146 20	0,273	0,589 1	0,270 98
0,214	0,591 1	0,147 92	0,274	0,589 1	0,273 47
0,215	0,591 0	0,149 64	0,275	0,589 1	0,275 96
0,216	0,591 0	0,151 38	0,276	0,589 0	0,278 45
0,217	0,591 0	0,153 13	0,277	0,589 0	0,280 97
0,218	0,590 9	0,154 89	0,278	0,589 0	0,283 51
0,219	0,590 9	0,156 66	0,279	0,589 0	0,286 07
0,220	0,590 8	0,158 44	0,280	0,589 0	0,288 63
0,221	0,590 8	0,160 24	0,281	0,588 9	0,291 19
0,222	0,590 8	0,162 04	0,282	0,588 9	0,293 77
0,223	0,590 7	0,163 86	0,283	0,588 9	0,296 38
0,224	0,590 7	0,165 70	0,284	0,588 9	0,299 01
0,225	0,590 6	0,167 54	0,285	0,588 9	0,301 63
0,226	0,590 6	0,169 40	0,286	0,588 8	0,304 27
0,227	0,590 6	0,171 27	0,287	0,588 8	0,306 91
0,228	0,590 5	0,173 15	0,288	0,588 8	0,309 59
0,229	0,590 5	0,175 04	0,289	0,588 8	0,312 29
0,230	0,590 4	0,176 95	0,290	0,588 8	0,314 99
0,231	0,590 4	0,178 86	0,291	0,588 7	0,317 69
0,232	0,590 4	0,180 79	0,292	0,588 7	0,320 40
0,233	0,590 3	0,182 74	0,293	0,588 7	0,323 15
0,234	0,590 3	0,184 69	0,294	0,588 7	0,325 91
0,235	0,590 2	0,186 66	0,295	0,588 7	0,328 69
0,236	0,590 2	0,188 64	0,296	0,588 6	0,331 46
0,237	0,590 2	0,190 63	0,297	0,588 6	0,334 24
0,238	0,590 1	0,192 63	0,298	0,588 6	0,337 04
0,239	0,590 1	0,194 65	0,299	0,588 5	0,339 85

TABELA 3

VAZÕES EM VERTEDORES TRIANGULARES

(ÂNGULO ENTALHE 1/4 90°)

$$Q = 0,590\ 625\ C_e\ h^{5/2}$$

$$(g = 9,806\ 6\ m/s^2)$$

UNIDADES MÉTRICAS

Carga h	Coefficient C <sub>e</sub>	Vazão Q	Carga h	Coefficient C <sub>e</sub>	Discharge Q
m		m <sup>3</sup> /s x 10	m		m <sup>3</sup> /s x 10
0,060	0,641 7	0,003 34	0,120	0,616 2	0,018 15
0,061	0,641 0	0,003 48	0,121	0,616 0	0,018 53
0,062	0,640 3	0,003 62	0,122	0,615 8	0,018 91
0,063	0,639 6	0,003 76	0,123	0,615 5	0,019 29
0,064	0,639 0	0,003 91	0,124	0,615 3	0,019 68
0,065	0,638 3	0,004 06	0,125	0,615 1	0,020 07
0,066	0,637 6	0,004 21	0,126	0,614 8	0,020 46
0,067	0,637 0	0,004 37	0,127	0,614 6	0,020 86
0,068	0,636 4	0,004 53	0,128	0,614 4	0,021 27
0,069	0,635 8	0,004 70	0,129	0,614 1	0,021 68
0,070	0,635 2	0,004 86	0,130	0,613 9	0,022 09
0,071	0,634 6	0,005 03	0,131	0,613 7	0,022 51
0,072	0,634 0	0,005 21	0,132	0,613 5	0,022 94
0,073	0,633 5	0,005 39	0,133	0,613 3	0,023 37
0,074	0,632 9	0,005 57	0,134	0,613 1	0,023 80
0,075	0,632 4	0,005 75	0,135	0,612 9	0,024 24
0,076	0,631 8	0,005 94	0,136	0,612 7	0,024 68
0,077	0,631 3	0,006 13	0,137	0,612 5	0,025 13
0,078	0,630 8	0,006 33	0,138	0,612 3	0,025 59
0,079	0,630 3	0,006 53	0,139	0,612 1	0,026 04
0,080	0,629 8	0,006 73	0,140	0,611 9	0,026 51
0,081	0,629 3	0,006 94	0,141	0,611 7	0,026 97
0,082	0,628 9	0,007 15	0,142	0,611 5	0,027 44
0,083	0,628 5	0,007 37	0,143	0,611 3	0,027 92
0,084	0,628 0	0,007 59	0,144	0,611 2	0,028 40
0,085	0,627 6	0,007 81	0,145	0,611 0	0,028 89
0,086	0,627 2	0,008 03	0,146	0,610 8	0,029 38
0,087	0,626 7	0,008 26	0,147	0,610 6	0,029 88
0,088	0,626 4	0,008 50	0,148	0,610 5	0,030 38
0,089	0,626 0	0,008 74	0,149	0,610 3	0,030 89
0,090	0,625 6	0,008 98	0,150	0,610 2	0,031 40
0,091	0,625 2	0,009 22	0,151	0,610 0	0,031 92
0,092	0,624 8	0,009 47	0,152	0,609 9	0,032 45
0,093	0,624 4	0,009 73	0,153	0,609 7	0,032 97
0,094	0,624 0	0,009 98	0,154	0,609 5	0,033 50
0,095	0,623 6	0,010 25	0,155	0,609 3	0,034 04
0,096	0,623 3	0,010 51	0,156	0,609 1	0,034 58
0,097	0,622 9	0,010 78	0,157	0,609 0	0,035 13
0,098	0,622 6	0,011 06	0,158	0,608 8	0,035 68
0,099	0,622 2	0,011 33	0,159	0,608 7	0,036 24
0,100	0,621 9	0,011 61	0,160	0,608 5	0,036 80
0,101	0,621 5	0,011 90	0,161	0,608 3	0,037 37
0,102	0,621 2	0,012 19	0,162	0,608 2	0,037 94
0,103	0,620 9	0,012 49	0,163	0,608 0	0,038 52
0,104	0,620 5	0,012 78	0,164	0,607 9	0,039 11
0,105	0,620 2	0,013 09	0,165	0,607 7	0,039 69
0,106	0,619 9	0,013 39	0,166	0,607 6	0,040 29
0,107	0,619 6	0,013 71	0,167	0,607 4	0,040 89
0,108	0,619 3	0,014 02	0,168	0,607 3	0,041 49
0,109	0,619 0	0,014 34	0,169	0,607 1	0,042 10
0,110	0,618 7	0,014 66	0,170	0,607 0	0,042 72
0,111	0,618 4	0,014 99	0,171	0,606 9	0,043 34
0,112	0,618 1	0,015 33	0,172	0,606 8	0,043 97
0,113	0,617 9	0,015 66	0,173	0,606 7	0,044 60
0,114	0,617 6	0,016 01	0,174	0,606 5	0,045 24
0,115	0,617 3	0,016 35	0,175	0,606 3	0,045 88
0,116	0,617 1	0,016 70	0,176	0,606 2	0,046 53
0,117	0,616 9	0,017 06	0,177	0,606 1	0,047 18
0,118	0,616 6	0,017 42	0,178	0,606 0	0,047 84
0,119	0,616 4	0,017 78	0,179	0,605 9	0,048 51

TABELA 3 (Continuação)

Carga h	Coefficiente C <sub>e</sub>	Vazão Q	Carga h	Coefficient C <sub>e</sub>	Vazão Q
m		m <sup>3</sup> /s X 10	m		m <sup>3</sup> /s X 10
0,180	0,605 7	0,049 18	0,240	0,600 8	0,100 13
0,181	0,605 6	0,049 86	0,241	0,600 7	0,101 16
0,182	0,605 5	0,050 54	0,242	0,600 6	0,102 20
0,183	0,605 4	0,051 22	0,243	0,600 6	0,103 25
0,184	0,605 3	0,051 92	0,244	0,600 5	0,104 30
0,185	0,605 1	0,052 61	0,245	0,600 4	0,105 36
0,186	0,605 1	0,053 32	0,246	0,600 3	0,106 42
0,187	0,605 0	0,054 03	0,247	0,600 3	0,107 50
0,188	0,604 9	0,054 75	0,248	0,600 2	0,108 58
0,189	0,604 8	0,055 47	0,249	0,600 2	0,109 67
0,190	0,604 7	0,056 20	0,250	0,600 2	0,110 77
0,191	0,604 5	0,056 93	0,251	0,600 1	0,111 87
0,192	0,604 4	0,057 66	0,252	0,600 1	0,112 99
0,193	0,604 3	0,058 41	0,253	0,600 0	0,114 10
0,194	0,604 2	0,059 16	0,254	0,600 0	0,115 23
0,195	0,604 1	0,059 92	0,255	0,600 0	0,116 35
0,196	0,604 1	0,060 68	0,256	0,599 9	0,117 49
0,197	0,604 0	0,061 45	0,257	0,599 9	0,118 63
0,198	0,603 9	0,062 22	0,258	0,599 8	0,119 78
0,199	0,603 8	0,063 00	0,259	0,599 8	0,120 94
0,200	0,603 8	0,063 79	0,260	0,599 7	0,122 10
0,201	0,603 7	0,064 58	0,261	0,599 6	0,123 26
0,202	0,603 5	0,065 37	0,262	0,599 6	0,124 43
0,203	0,603 4	0,066 17	0,263	0,599 5	0,125 61
0,204	0,603 3	0,066 98	0,264	0,599 5	0,126 80
0,205	0,603 3	0,067 80	0,265	0,599 5	0,127 99
0,206	0,603 2	0,068 62	0,266	0,599 4	0,129 20
0,207	0,603 1	0,069 44	0,267	0,599 4	0,130 41
0,208	0,603 0	0,070 28	0,268	0,599 3	0,131 62
0,209	0,602 9	0,071 11	0,269	0,599 3	0,132 84
0,210	0,602 9	0,071 96	0,270	0,599 2	0,134 07
0,211	0,602 8	0,072 81	0,271	0,599 2	0,135 29
0,212	0,602 7	0,073 66	0,272	0,599 1	0,136 53
0,213	0,602 6	0,074 53	0,273	0,599 1	0,137 78
0,214	0,602 5	0,075 39	0,274	0,599 0	0,139 03
0,215	0,602 5	0,076 27	0,275	0,599 0	0,140 30
0,216	0,602 4	0,077 15	0,276	0,599 9	0,141 57
0,217	0,602 3	0,078 03	0,277	0,598 9	0,142 84
0,218	0,602 2	0,078 93	0,278	0,598 9	0,144 13
0,219	0,602 2	0,079 82	0,279	0,598 8	0,145 42
0,220	0,602 1	0,080 73	0,280	0,598 8	0,146 71
0,221	0,602 0	0,081 64	0,281	0,598 7	0,148 02
0,222	0,601 9	0,082 55	0,282	0,598 7	0,149 33
0,223	0,601 8	0,083 47	0,283	0,598 7	0,150 65
0,224	0,601 8	0,084 41	0,284	0,598 6	0,151 97
0,225	0,601 7	0,085 35	0,285	0,598 6	0,153 30
0,226	0,601 7	0,086 29	0,286	0,598 5	0,154 64
0,227	0,601 6	0,087 24	0,287	0,598 5	0,155 98
0,228	0,601 5	0,088 19	0,288	0,598 5	0,157 34
0,229	0,601 5	0,089 15	0,289	0,598 4	0,158 70
0,230	0,601 4	0,090 11	0,290	0,598 4	0,160 06
0,231	0,601 3	0,091 08	0,291	0,598 3	0,161 43
0,232	0,601 3	0,092 07	0,292	0,598 3	0,162 81
0,233	0,601 2	0,093 06	0,293	0,598 3	0,164 20
0,234	0,601 2	0,094 05	0,294	0,598 2	0,165 59
0,235	0,601 1	0,095 04	0,295	0,598 2	0,166 99
0,236	0,601 0	0,096 05	0,296	0,598 1	0,168 40
0,237	0,601 0	0,097 06	0,297	0,598 1	0,169 82
0,238	0,600 9	0,098 08	0,298	0,598 1	0,171 24
0,239	0,600 9	0,099 10	0,299	0,598 0	0,172 67

TABELA 35 (Continuação)

Carga h	Coefficiente C <sub>e</sub>	Vazão Q	Carga h	Coefficient C <sub>e</sub>	Discharge Q
m		m <sup>3</sup> /s x 10	m		m <sup>3</sup> /s x 10
0,300	0,598 0	0,174 10	0,350	0,596 0	0,255 12
0,301	0,597 9	0,175 55	0,351	0,596 0	0,256 93
0,302	0,597 9	0,177 00	0,352	0,595 9	0,258 75
0,303	0,597 9	0,178 45	0,353	0,595 9	0,260 57
0,304	0,597 8	0,179 92	0,354	0,595 9	0,262 40
0,305	0,597 8	0,181 39	0,355	0,595 8	0,264 24
0,306	0,597 8	0,182 87	0,356	0,595 8	0,266 09
0,307	0,597 7	0,184 35	0,357	0,595 7	0,267 94
0,308	0,597 7	0,185 85	0,358	0,595 7	0,269 81
0,309	0,597 6	0,187 35	0,359	0,595 7	0,271 68
0,310	0,597 6	0,188 85	0,360	0,595 6	0,273 55
0,311	0,597 6	0,190 37	0,361	0,595 6	0,275 44
0,312	0,597 5	0,191 89	0,362	0,595 5	0,277 33
0,313	0,597 5	0,193 42	0,363	0,595 5	0,279 23
0,314	0,597 4	0,194 95	0,364	0,595 5	0,281 14
0,315	0,597 4	0,196 50	0,365	0,595 4	0,283 06
0,316	0,597 4	0,198 05	0,366	0,595 4	0,284 98
0,317	0,597 3	0,199 60	0,367	0,595 4	0,286 91
0,318	0,597 3	0,201 17	0,368	0,595 3	0,288 85
0,319	0,597 2	0,202 74	0,369	0,595 3	0,290 80
0,320	0,597 2	0,204 32	0,370	0,595 2	0,292 75
0,321	0,597 2	0,205 90	0,371	0,595 2	0,294 72
0,322	0,597 1	0,207 50	0,372	0,595 2	0,296 69
0,323	0,597 1	0,209 10	0,373	0,595 1	0,298 67
0,324	0,597 0	0,210 71	0,374	0,595 1	0,300 65
0,325	0,597 0	0,212 32	0,375	0,595 0	0,302 64
0,326	0,597 0	0,213 95	0,376	0,595 0	0,304 65
0,327	0,596 9	0,215 58	0,377	0,595 0	0,306 66
0,328	0,596 9	0,217 21	0,378	0,594 9	0,308 67
0,329	0,596 8	0,218 86	0,379	0,594 9	0,310 70
0,330	0,596 8	0,220 51	0,380	0,594 8	0,312 73
0,331	0,596 8	0,222 17	0,381	0,594 8	0,314 77
0,332	0,596 7	0,223 84			
0,333	0,596 7	0,225 51			
0,334	0,596 7	0,227 19			
0,335	0,596 6	0,228 88			
0,336	0,596 6	0,230 58			
0,337	0,596 5	0,232 28			
0,338	0,596 5	0,234 00			
0,339	0,596 5	0,235 72			
0,340	0,596 4	0,237 44			
0,341	0,596 4	0,239 18			
0,342	0,596 3	0,240 92			
0,343	0,596 3	0,242 67			
0,344	0,596 3	0,244 42			
0,345	0,596 2	0,246 19			
0,346	0,596 2	0,247 96			
0,347	0,596 1	0,249 74			
0,348	0,596 1	0,251 52			
0,349	0,596 1	0,253 32			