

Aula 8. Energia específica aplicada ao problema de elevação ou rebaixamento da soleira.

Hidráulica II

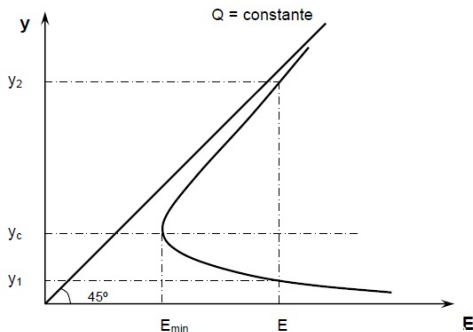
Maria M. Gamboa

1º Semestre de 2019. 30/04/2019

...da aula anterior. Energia específica, E

$$\text{Para canal qualquer: } E = y + \frac{V^2}{2g} = y + \frac{Q^2}{2gA^2}$$

$$\text{Para um canal retangular: } E = y + \frac{q^2}{2gy^2}$$



...da aula anterior. Energia específica, E

Várias das múltiplas análises da Energia Específica relacionados com: dos tipos de escoamento possíveis no mesmo canal, para a mesma vazão, mesma Energia. (Ver video)

A mudança entre tipos (regimes) de escoamento é motivada por algum **controle**.

Seção de Controle

Estabelecimento de condições do escoamento → Controle.

Seção de Controle

Estabelecimento de condições do escoamento \rightarrow Controle.
Seção com relação única entre Q e $y \rightarrow$ Seção de controle.

Seção de Controle

Estabelecimento de condições do escoamento \rightarrow Controle.
Seção com relação única entre Q e y \rightarrow Seção de controle.
Exemplos de controle:

- Controle com profundidade crítica
Caixas medidoras de vazão. Vertedores
- Controle por condição de escoamento uniforme
Canais prismáticos longos
- Seção de nível fixo
Comportas.

Seção de Controle

Efeito do controle é diferente segundo tipo de escoamento:

Seção de Controle

Efeito do controle é diferente segundo tipo de escoamento:

Escoamento subcrítico

Seção de Controle

Efeito do controle é diferente segundo tipo de escoamento:

Escoamento subcrítico

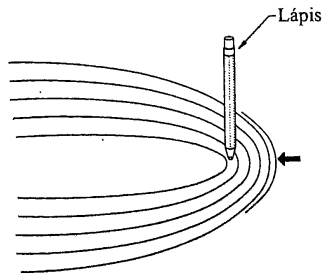
O controle está a jusante do escoamento fluvial.

Seção de Controle

Efeito do controle é diferente segundo tipo de escoamento:

Escoamento subcrítico

O controle está a jusante do escoamento fluvial.



$V < c$ - Fluvial

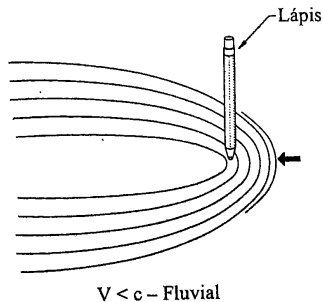
Seção de Controle

Efeito do controle é diferente segundo tipo de escoamento:

Escoamento subcrítico

Escoamento supercrítico

O controle está a jusante do escoamento fluvial.

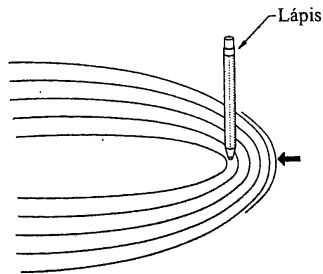


Seção de Controle

Efeito do controle é diferente segundo tipo de escoamento:

Escoamento subcrítico

O controle está a jusante do escoamento fluvial.



$V < c$ - Fluvial

Escoamento supercrítico

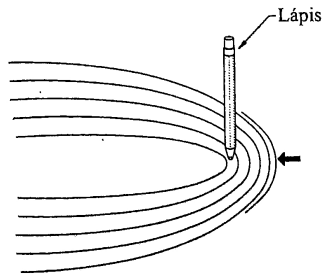
O controle está a montante do escoamento torrencial.

Seção de Controle

Efeito do controle é diferente segundo tipo de escoamento:

Escoamento subcrítico

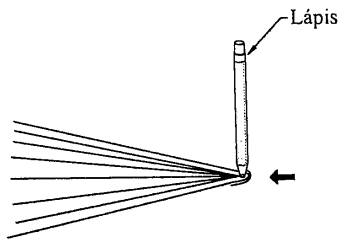
O controle está a jusante do escoamento fluvial.



$V < c$ - Fluvial

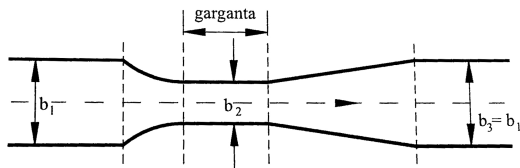
Escoamento supercrítico

O controle está a montante do escoamento torrencial.



$V > c$ - Torrencial

...da aula anterior. Redução da largura



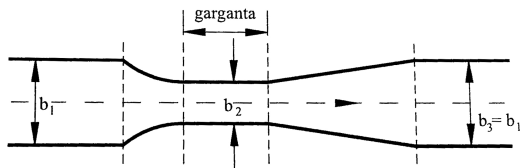
Efeito na altura devido à redução de largura depende de Q → medidores de vazão.

- Se pouca redução, não faz mudar energia e entrada é fluvial:

$$q = f(y_{montante}, y_{garganta})$$

Calha Venturi. Comum para irrigação.

...da aula anterior. Redução da largura



Efeito na altura devido à redução de largura depende de Q → medidores de vazão.

- Se pouca redução, não faz mudar energia e entrada é fluvial:

$$q = f(y_{montante}, y_{garganta})$$

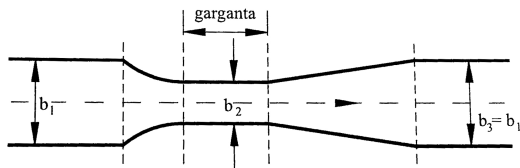
Calha Venturi. Comum para irrigação.

- Se forte redução, escoamento passa do crítico:

$$q = f(y_{montante})$$

Calha Parshall. Em estações de tratamento.

...da aula anterior. Redução da largura



Efeito na altura devido à redução de largura depende de Q → medidores de vazão.

- Se pouca redução, não faz mudar energia e entrada é fluvial:

$$q = f(y_{montante}, y_{garganta})$$

Calha Venturi. Comum para irrigação.

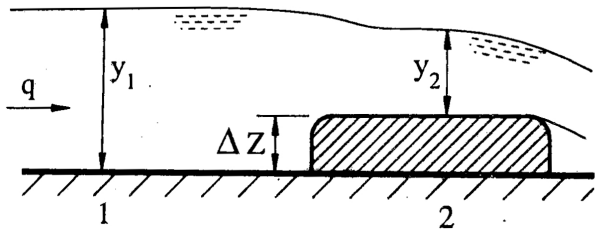
- Se forte redução, escoamento passa do crítico:

$$q = f(y_{montante})$$

Calha Parshall. Em estações de tratamento.

Video, e Kahoot

Elevação no nível de fundo



Desprezando as perdas de carga, por equilíbrio de energia:

$$E_1 = E_2 + \Delta Z$$

Para canal retangular:

$$y_1 + \frac{q_1^2}{2gy_1^2} = y_2 + \frac{q_2^2}{2gy_2^2} + \Delta Z$$

Elevação no nível de fundo

- Elevação 'pequena'. $E_1 - \Delta Z > E_c$. E_1 inalterada.

Elevação no nível de fundo

- Elevação 'pequena'. $E_1 - \Delta Z > E_c$. E_1 inalterada.

- Se 1 é fluvial:

$$y_1 > y_2 > y_c$$

- Se 1 é torrencial:

$$y_1 < y_2 < y_c$$

Elevação no nível de fundo

- Elevação 'pequena'. $E_1 - \Delta Z > E_c$. E_1 inalterada.
 - Se 1 é fluvial:
$$y_1 > y_2 > y_c$$
 - Se 1 é torrencial:
$$y_1 < y_2 < y_c$$
- Elevação limite. $y_2 = y_c$. Máximo ΔZ para E_1 inalterada
 - Se 1 é fluvial:
$$y_1 > y_2 = y_c$$

Elevação no nível de fundo

- Elevação 'pequena'. $E_1 - \Delta Z > E_c$. E_1 inalterada.
 - Se 1 é fluvial:
$$y_1 > y_2 > y_c$$
 - Se 1 é torrencial:
$$y_1 < y_2 < y_c$$
- Elevação limite. $y_2 = y_c$. Máximo ΔZ para E_1 inalterada
 - Se 1 é fluvial:
$$y_1 > y_2 = y_c$$
 - Se 1 é torrencial:
$$y_1 < y_2 = y_c$$
- Elevação maior, E_1 insuficiente ($E_1 - \Delta Z < E_c$), muda para $E^* = E_c + \Delta Z$

Elevação no nível de fundo

- Elevação 'pequena'. $E_1 - \Delta Z > E_c$. E_1 inalterada.
 - Se 1 é fluvial:
$$y_1 > y_2 > y_c$$
 - Se 1 é torrencial:
$$y_1 < y_2 < y_c$$
- Elevação limite. $y_2 = y_c$. Máximo ΔZ para E_1 inalterada
 - Se 1 é fluvial:
$$y_1 > y_2 = y_c$$
 - Se 1 é torrencial:
$$y_1 < y_2 = y_c$$
- Elevação maior, E_1 insuficiente ($E_1 - \Delta Z < E_c$), muda para $E^* = E_c + \Delta Z$
 - Se 1 é fluvial:

Remanso. $y_1^* > y_1$ e $y_2^* = y_c$

Elevação no nível de fundo

- Elevação 'pequena'. $E_1 - \Delta Z > E_c$. E_1 inalterada.
 - Se 1 é fluvial:
$$y_1 > y_2 > y_c$$
 - Se 1 é torrencial:
$$y_1 < y_2 < y_c$$
- Elevação limite. $y_2 = y_c$. Máximo ΔZ para E_1 inalterada
 - Se 1 é fluvial:
$$y_1 > y_2 = y_c$$
 - Se 1 é torrencial:
$$y_1 < y_2 = y_c$$
- Elevação maior, E_1 insuficiente ($E_1 - \Delta Z < E_c$), muda para $E^* = E_c + \Delta Z$
 - Se 1 é fluvial:

Remanso. $y_1^* > y_1$ e $y_2^* = y_c$
 - Se 1 é torrencial:

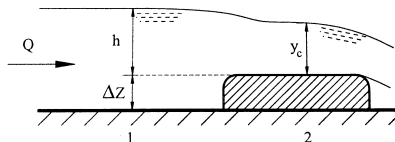
Ressalto hidráulico. Perda de energia.

Elevação no nível de fundo

- Elevação 'pequena'. $E_1 - \Delta Z > E_c$. E_1 inalterada.
 - Se 1 é fluvial:
$$y_1 > y_2 > y_c$$
 - Se 1 é torrencial:
$$y_1 < y_2 < y_c$$
- Elevação limite. $y_2 = y_c$. Máximo ΔZ para E_1 inalterada
 - Se 1 é fluvial:
$$y_1 > y_2 = y_c$$
 - Se 1 é torrencial:
$$y_1 < y_2 = y_c$$
- Elevação maior, E_1 insuficiente ($E_1 - \Delta Z < E_c$), muda para $E^* = E_c + \Delta Z$
 - Se 1 é fluvial:
Remanso. $y_1^* > y_1$ e $y_2^* = y_c$
 - Se 1 é torrencial:
Ressalto hidráulico. Perda de energia.

Vertedor de parede espessa

Elevação $\Delta Z > \text{limite}$, altera condições a montante e obriga $y_2 = y_c$



$$E_1 = E_c + \Delta Z$$

$$\text{com } \frac{q_1^2}{2gy_1^2} \ll y_1 \rightarrow E_1 \approx y_1$$

$$(y_1 - \Delta Z) = h = E_c = \frac{3}{2} \left(\frac{q^2}{g} \right)^{1/3}$$

$$Q = 1.704 b h^{3/2}$$

Se saída livre e borda suave

Exercicio

Um escoamento permanente uniforme, com altura d'água igual a $y_o = 1.5m$, ocorre em um canal retangular de $b = 3.0m$ de largura com vazão de $Q = 8.2m^3/s$. Determine:

- Tipo de escoamento uniforme
- o que acontece (montante e jusante) se altura do degrau for maior/menor à altura limite?
- mínima altura de um degrau que pode ser colocado no fundo do canal para produzir escoamento crítico
- sem degrau, qual seria a máxima largura de contração na seção para produzir escoamento crítico?