



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CARIRI – UFCA  
CURSO: ENGENHARIA CIVIL  
CENTRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA  
DISCIPLINA: CÁLCULO NUMÉRICO  
PROFESSOR: RAFAEL PERAZZO BARBOSA MOTA

**ESTUDO DE CASO REFERENTE AO EXERCÍCIO PROGRAMA 2**  
**TEMA: ESCOAMENTO DE CANAL ABERTO (TÓPICO 8.2, PÁG 164)**

ALUNOS:

ANDRÉ BEZERRA JANSEN – 381394

ENGELS ZALMOM DE C LACERDA – 380279

GERSON ALENCAR SOUZA – 381412

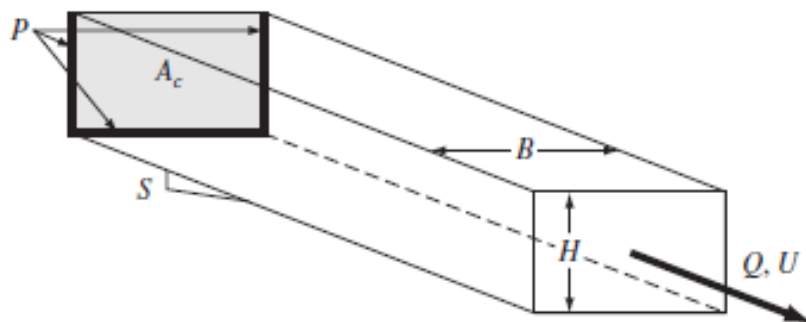
MARCELO DE SOUSA ALVES – 381424

A engenharia civil é um amplo campo que inclui diversas áreas de estudo, como é o caso de recursos hídricos e ambiental. Essas especialidades tratam tanto de poluição quanto fornecimento de água e, portanto, fazem um extenso uso da ciência da mecânica dos fluídos, buscando, por exemplo, prever o transporte e o destino de poluentes de um rio, evitando que essas matérias orgânicas possam afetar ainda mais o meio ambiente e até mesmo colaborar com o surgimento de enchentes.

Um problema geral está relacionado com o escoamento de água em canais abertos como rios e canais. A vazão, que rotineiramente medida na maioria dos principais rios e córregos, é definida como o volume de água passando por um determinado ponto por unidade de tempo,  $Q$  ( $\text{m}^3/\text{s}$ ).

Embora a vazão seja uma quantidade útil, uma outra questão se relaciona com o que acontece quando se põe uma vazão específica em um canal inclinado (figura 1). Na realidade, acontecem duas coisas: a água atinge uma profundidade específica  $H$  (m) e se move a uma velocidade específica  $U$  (m/s). Assim, a questão geral é: se for dada a vazão para um canal, como calcular a profundidade e a velocidade?

**Figura 1 – canal retangular e inclinado submetido a uma vazão específica.**



Fonte: CHAPRA, S. C.; CANALE, R. P. **Métodos numéricos para engenharia**. 5. ed. Porto Alegre: AMGH, 2011.

Dessa forma, utilizaremos duas fórmulas para o cálculo das incógnitas profundidade ( $H$ ) e velocidade ( $U$ ). Sendo elas:

**Figura 2 - fórmula para o cálculo da profundidade através da incógnita ( $H$ )**

$$f(H) = \frac{S^{1/2}}{n} \frac{(BH)^{5/3}}{(B + 2H)^{2/3}} - Q = 0$$

Fonte: CHAPRA, S. C.; CANALE, R. P. **Métodos numéricos para engenharia**. 5. ed. Porto Alegre: AMGH, 2011.

**Figura 3 - fórmula para o cálculo da velocidade através da incógnita ( $U$ )**

$$U = \frac{Q}{BH}$$

Fonte: CHAPRA, S. C.; CANALE, R. P. **Métodos numéricos para engenharia**. 5. ed. Porto Alegre: AMGH, 2011.

Por exemplo, se  $Q = 5 \text{ m}^3/\text{s}$ ,  $B = 20 \text{ m}$ ,  $n = 0,03$  e  $S = 0,0002$ , substituindo na fórmula da figura 2 com uma profundidade  $H$  de  $0,7023 \text{ m}$  é possível encontrar  $f(H) = 0,000078$ , que é muito próximo de zero, significando um ótima aproximação para a raiz. Substituindo o  $H$  na fórmula da figura 3 é possível encontrar a velocidade ( $U$ ).

Partindo para uma abordagem nos aspectos numéricos do problema, uma questão pertinente seria: como encontrar boas aproximações iniciais para o método numérico?

Levaremos em consideração os limites inferiores de  $0 \text{ m}$  e superiores de  $10 \text{ m}$  para limitação da profundidade ( $H$ ), já que todos os rios do mundo, exceto os maiores, têm menos de  $10 \text{ m}$  de profundidade. Usaremos para este caso, o método aberto da secante, pelo fato de possuir uma maior eficiência no cálculo do escoamento do canal aberto com um menor número de iterações possíveis em relação aos outros métodos intervalares e de Newton-Raphson. E ainda, com o auxílio da fórmula da figura 4 oriunda do isolamento do  $H$  na fórmula da figura 2 e considerando o limite inferior  $H = 0$ , é possível obter uma excelente aproximação inicial, dados os parâmetros do escoamento e do canal, onde  $H_0$  será o valor inicial usado no método da secante.

**Figura 4 – fórmula para a aproximação inicial**

$$H_0 = \frac{(Qn/B)^{3/5}}{S^{3/10}}$$

Fonte: CHAPRA, S. C.; CANALE, R. P. **Métodos numéricos para engenharia**. 5. ed. Porto Alegre: AMGH, 2011.

## **REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA**

CHAPRA, S. C.; CANALE, R. P. **Métodos numéricos para engenharia**. 5. ed. Porto Alegre: AMGH, 2011.