



Associação Brasileira de Recursos Hídricos



AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA DE DIFERENTES VAZÕES DE PICO NO COMPARTAMENTO DA PROPAGAÇÃO DO HIDROGRAMA DE RUPTURA DA BARRAGEM DE PEDRA DO CAVALO – BA “10819”

Murilo Pereira da Silva Conceição¹

Andrea Sousa Fontes²

pereiramurilos@gmail.com



OBJETIVO

- O presente trabalho tem como objetivo avaliar como diferentes critérios no processo da definição da vazão de pico influenciam na propagação da onda para um mesmo cenário de ruptura. Para essa análise foi utilizado como caso de estudo a Barragem de Pedra no Cavalo – BA.



METODOLOGIA

- (I) Determinação e caracterização da área de estudo;
- (II) definição do cenário de ruptura;
- (III) definição das características da brecha;
- (IV) geração do hidrograma de ruptura e;
- (V) propagação do hidrograma de ruptura para diferentes hidrogramas.



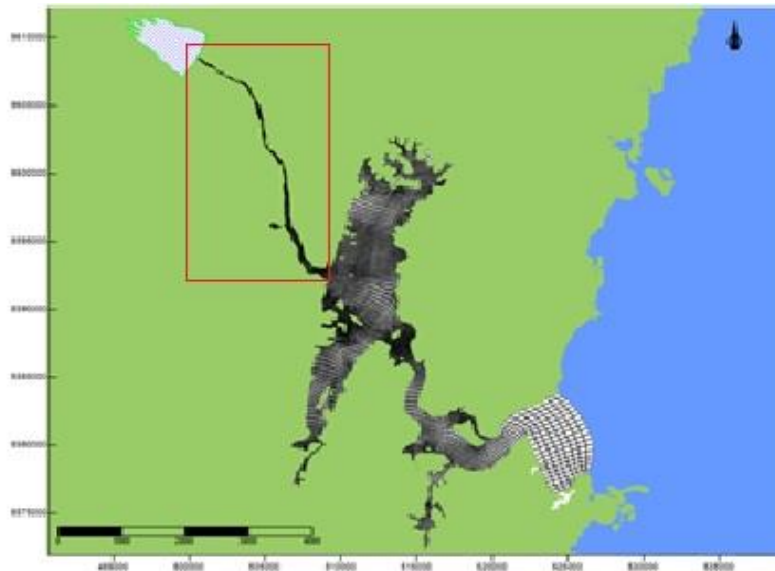
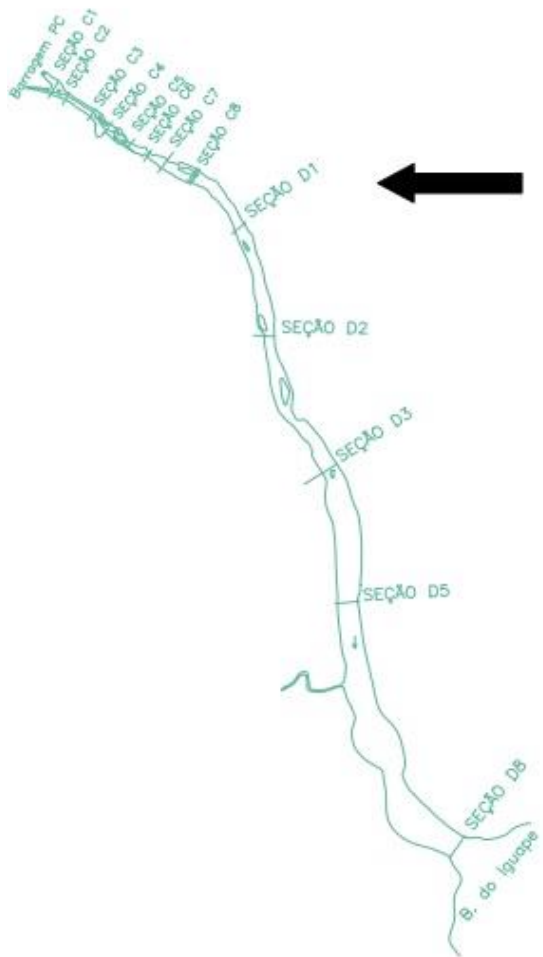
METODOLOGIA

- (I) Determinação e caracterização da área de estudo;
 - Barragem de Pedra do Cavalo

Quadro 1 – Características da barragem de Pedra do Cavalo

| Barragens/ Características | Altura (m) | Área de Inundação (m ²) | Comprimento da crista (m) | Volume armazenado (Hm ³) | Tipo de Barramento |
|-------------------------------|---------------|--|------------------------------|---|------------------------|
| Pedra do Cavalo | 142,50 | 198.890.000 | 470,00 | 4630,96 | Terra / enrocamento |

Fonte: Inema (2017)



Quadro 2 – Equações empíricas utilizadas para a estimativa das características da brecha



| | Equações | Faixas de valores |
|-------------------|--|--|
| Largura da brecha | Espanha (2001), Froehlich (1995), Thun e Gillette (1990). | USACE (1980), FERC (1988), Fread (2006), Eletrobrás (2003), USBR (1989), Singh (1989), DOE (1992), Viseu (2006). |
| Tempo de ruptura | Froehlich (1987), Froehlich (1995), Thun e Gilette (1990) (1), Thun e Gilette (1990) (2), Thun e Gilette (1990) (3), Thun e Gilette (1990) (4), Hartford e Kartha (1995), Espanha (2001, USBR (1988). | USBR(1989), Singh (1989), Eletrobrás (2003) |
| Vazão de pico | Lou (1981), Hagen (1982), Saint-Venant (-) apud USACE (1997), Schoklistch (1917) apud ICOLD (1998), USBR (1989), Singh (1996), Wetmore e Fread (1981) apud French (1985), Kirkpatrick (1977), Costa (1985) (1), Costa (1985) (2), Costa (1985) (3), Froehlich (1995), Institution of Civil Engineers (1996), Webby (1996), Lemperière(1996), Espanha – Ministério de Meio Ambiente (1998). | |

Fonte: Adaptado de Eletrobrás (2003), Espanha (2001), Viseu (2006) e Wahl (2004)

METODOLOGIA

- (IV) Geração do hidrograma de ruptura
 - Hidrograma parabólico de acordo com Barfield et al. (1981) apud Walther (2000).
 - Foram gerados os hidrogramas de propagação da onda de acordo com duas alternativas:
 - Alternativa 1 – Utilizou-se a menor vazão de pico encontrada;
 - Alternativa 2 – Utilizou-se a maior vazão de pico encontrada, possível de propagar na geometria disponibilizada, sem o extravasamento das seções;

METODOLOGIA

- (V) Propagação do hidrograma de ruptura para diferentes hidrogramas.
 - Modelo hidrodinâmico HEC-RAS 4.1;
 - Análise unidimensional;
 - Regime de fluxo não permanente.



PRINCIPAIS RESULTADOS

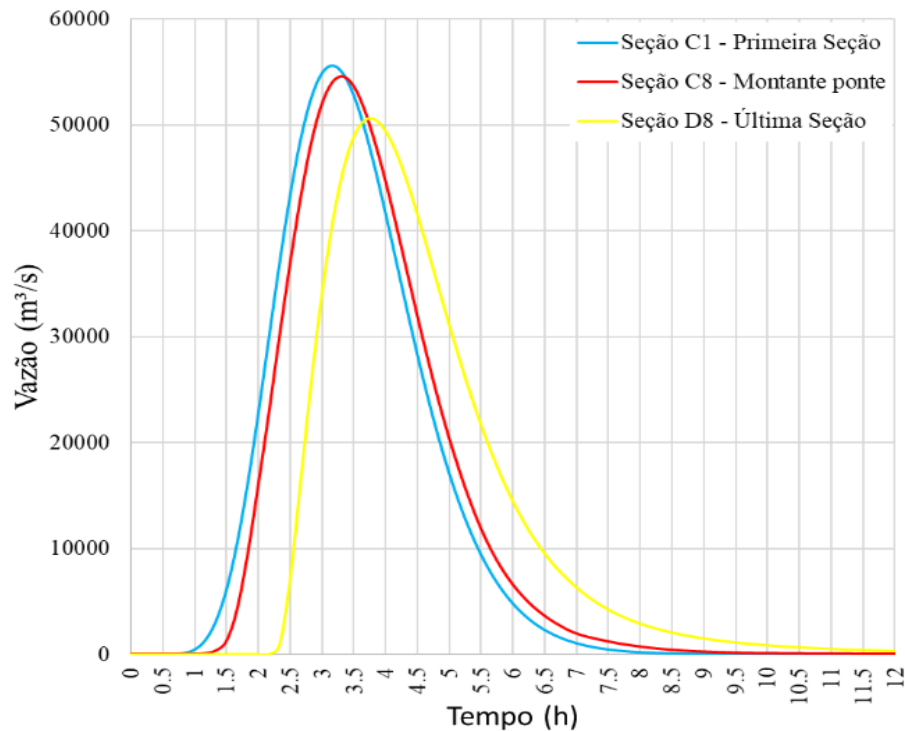


Figura 2 – Propagação do hidrograma de ruptura gerado pela Alternativa 1

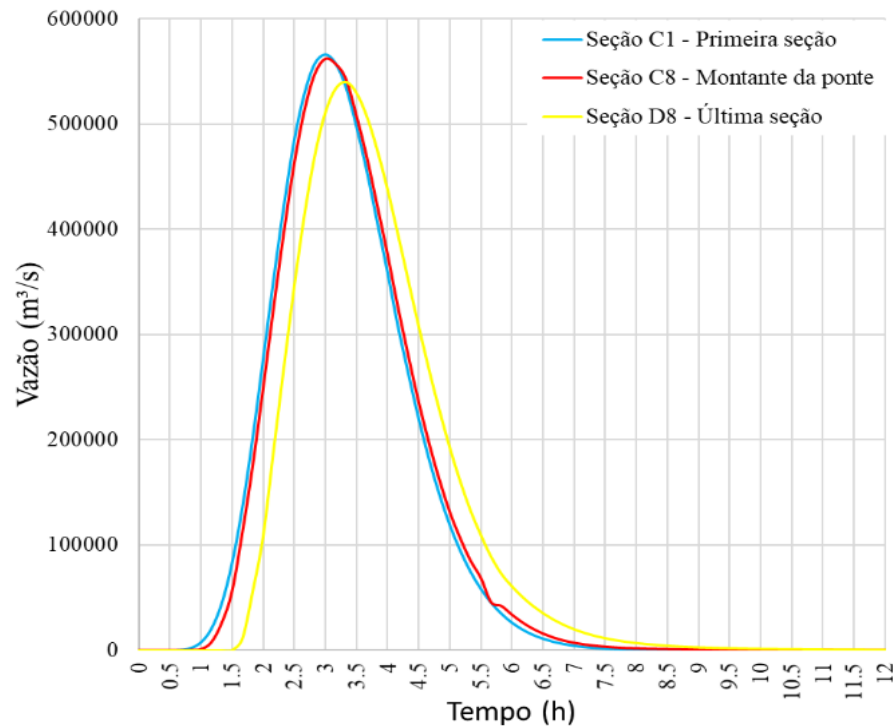


Figura 3 – Propagação do hidrograma de ruptura gerado Alternativa 2.

PRINCIPAIS RESULTADOS

Tabela 3 – Altura máxima da lâmina d'água simuladas para as alternativas 1 e 2

| Seção | Altura máxima da lâmina d'água (m) | | Diferença (m) | Relação (%) |
|----------|---------------------------------------|---------------|------------------|----------------|
| | Alternativa 1 | Alternativa 2 | | |
| Seção C1 | 31,50 | 112,10 | 80,6 | 356 |
| Seção C2 | 32,20 | 113,14 | 80,9 | 351 |
| Seção C3 | 32,25 | 105,82 | 73,6 | 328 |
| Seção C4 | 33,52 | 110,91 | 77,4 | 331 |
| Seção C5 | 31,62 | 88,48 | 56,9 | 280 |
| Seção C6 | 28,77 | 63,09 | 34,3 | 219 |
| Seção C7 | 27,83 | 54,45 | 26,6 | 196 |
| Seção C8 | 29,97 | 74,59 | 44,6 | 249 |
| Seção D1 | 27,50 | 89,50 | 62,0 | 325 |
| Seção D2 | 23,26 | 71,24 | 48,0 | 306 |
| Seção D3 | 21,55 | 78,40 | 56,9 | 364 |
| Seção D5 | 19,38 | 66,38 | 47,0 | 343 |
| Seção D8 | 18,71 | 54,13 | 35,4 | 289 |

PRINCIPAIS RESULTADOS

Tabela 3 – Altura máxima da lâmina d'água simuladas para as alternativas 1 e 2

| Seção | Altura máxima da lâmina d'água (m) | | Diferença (m) | Relação (%) |
|----------|---------------------------------------|---------------|------------------|----------------|
| | Alternativa 1 | Alternativa 2 | | |
| Seção C1 | 31,50 | 112,10 | 80,6 | 356 |
| Seção C2 | 32,20 | 113,14 | 80,9 | 351 |
| Seção C3 | 32,25 | 105,82 | 73,6 | 328 |
| Seção C4 | 33,52 | 110,91 | 77,4 | 331 |
| Seção C5 | 31,62 | 88,48 | 56,9 | 280 |
| Seção C6 | 28,77 | 63,09 | 34,3 | 219 |
| Seção C7 | 27,83 | 54,45 | 26,6 | 196 |
| Seção C8 | 29,97 | 74,59 | 44,6 | 249 |
| Seção D1 | 27,50 | 89,50 | 62,0 | 325 |
| Seção D2 | 23,26 | 71,24 | 48,0 | 306 |
| Seção D3 | 21,55 | 78,40 | 56,9 | 364 |
| Seção D5 | 19,38 | 66,38 | 47,0 | 343 |
| Seção D8 | 18,71 | 54,13 | 35,4 | 289 |

PRINCIPAIS RESULTADOS

Tabela 4 – Velocidade média simulada da onda em cada seção

| Seção | Velocidade (m/s) | | Diferença (m/s) | Relação (%) |
|----------|------------------|---------------|-----------------|-------------|
| | Alternativa 1 | Alternativa 2 | | |
| Seção C1 | 4.88 | 7.17 | 2.29 | 147 |
| Seção C2 | 5.10 | 5.71 | 0.61 | 112 |
| Seção C3 | 6.00 | 7.60 | 1.60 | 127 |
| Seção C4 | 4.65 | 7.94 | 3.29 | 171 |
| Seção C5 | 8.04 | 12.18 | 4.14 | 151 |
| Seção C6 | 10.96 | 32.31 | 21.35 | 295 |
| Seção C7 | 8.60 | 25.67 | 17.07 | 298 |
| Seção C8 | 4.12 | 8.02 | 3.90 | 195 |
| Seção D1 | 6.32 | 13.84 | 7.52 | 219 |
| Seção D2 | 8.35 | 12.84 | 4.49 | 154 |
| Seção D3 | 6.71 | 9.00 | 2.29 | 134 |
| Seção D5 | 6.63 | 12.10 | 5.47 | 183 |
| Seção D8 | 6.04 | 5.72 | 0.32 | 95 |

PRINCIPAIS RESULTADOS

Tabela 4 – Velocidade média simulada da onda em cada seção

| Seção | Velocidade (m/s) | | Diferença (m/s) | Relação (%) |
|----------|------------------|---------------|-----------------|-------------|
| | Alternativa 1 | Alternativa 2 | | |
| Seção C1 | 4.88 | 7.17 | 2.29 | 147 |
| Seção C2 | 5.10 | 5.71 | 0.61 | 112 |
| Seção C3 | 6.00 | 7.60 | 1.60 | 127 |
| Seção C4 | 4.65 | 7.94 | 3.29 | 171 |
| Seção C5 | 8.04 | 12.18 | 4.14 | 151 |
| Seção C6 | 10.96 | 32.31 | 21.35 | 295 |
| Seção C7 | 8.60 | 25.67 | 17.07 | 298 |
| Seção C8 | 4.12 | 8.02 | 3.90 | 195 |
| Seção D1 | 6.32 | 13.84 | 7.52 | 219 |
| Seção D2 | 8.35 | 12.84 | 4.49 | 154 |
| Seção D3 | 6.71 | 9.00 | 2.29 | 134 |
| Seção D5 | 6.63 | 12.10 | 5.47 | 183 |
| Seção D8 | 6.04 | 5.72 | 0.32 | 95 |

PRINCIPAIS CONCLUSÕES

- Com o estreitamento do vale as velocidades do fluxo aumentavam e as diferenças entre as velocidades das alternativas também se elevavam, com efeito de contração do canal influenciando mais significativamente para a Alternativa 2 que foi utilizada a maior vazão.
- Aumento da altura máxima da lâmina d'água após a onda passar pela seção C8, devido ao mesmo efeito de redução de seção transversal devido ao coeficiente de contração da ponte Imperial Dom Pedro II.

PRINCIPAIS CONCLUSÕES

- Necessidade de um estudo mais criterioso para determinação da vazão de pico e caracterização do vale a jusante da barragem, pois, foi verificado que dentro de um mesmo cenário a escolha de diferentes parâmetros na determinação da vazão e as características do vale a jusante influenciam significativamente no resultado da simulação mesmo utilizado o mesmo cenário de ruptura extrema.



AGRADECIMENTOS

- **AGRADECIMENTOS** - Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq e a Universidade Federal do Recôncavo da Bahia pelo apoio financeiro.

