



### METODOLOGIAS SIMPLIFICADA E COMPUTACIONAL NA PREVISÃO DO ALCANCE DE ONDAS PROVENIENTES DE RUPTURA DE BARRAGENS

Autor: Igor BARCELOS

Orientador: Eder Daniel Teixeira

#### INTRODUÇÃO

No caso de uma ruptura, os efeitos ocasionados no vale de jusante são, na grande maioria, catastróficos. Estudos para determinação das áreas potencialmente inundáveis são realizados, em geral, por meio de simulações computacionais. Tais análises exigem, em alguns casos, grande quantidade de dados de entrada e tempo de processamento computacional, o que acaba tornando o processo caro e demorado. Desse modo, metodologias simplificadas tornam-se uma alternativa para que estudos semelhantes sejam feitos de maneira mais ágil, com menos dados de entrada, entretanto mantendo a qualidade da análise de modo a atingir resultados próximos aos métodos mais complexos.

#### OBJETIVO

Este trabalho tem como objetivo analisar e comparar o alcance máximo da onda de cheia, provocada pelo rompimento de uma barragem hipotética, calculado a partir de simulações hidrodinâmicas e de uma metodologia simplificada de propagação.

#### METODOLOGIA DO ESTUDO

Supõe-se o rompimento de uma barragem hipotética de 100.000.000 m<sup>3</sup> de volume de reservatório e 30 m de altura. A partir da ruptura dessa estrutura, foram avaliados os efeitos da variação do coeficiente de rugosidade de Manning na propagação de 6 hidrogramas de ruptura (Tabela 1), oriundos da combinação entre as equações de vazão de pico com as equações de tempo de pico, em um canal fictício com 300 km de comprimento e uma declividade de 0,0005 m/m.

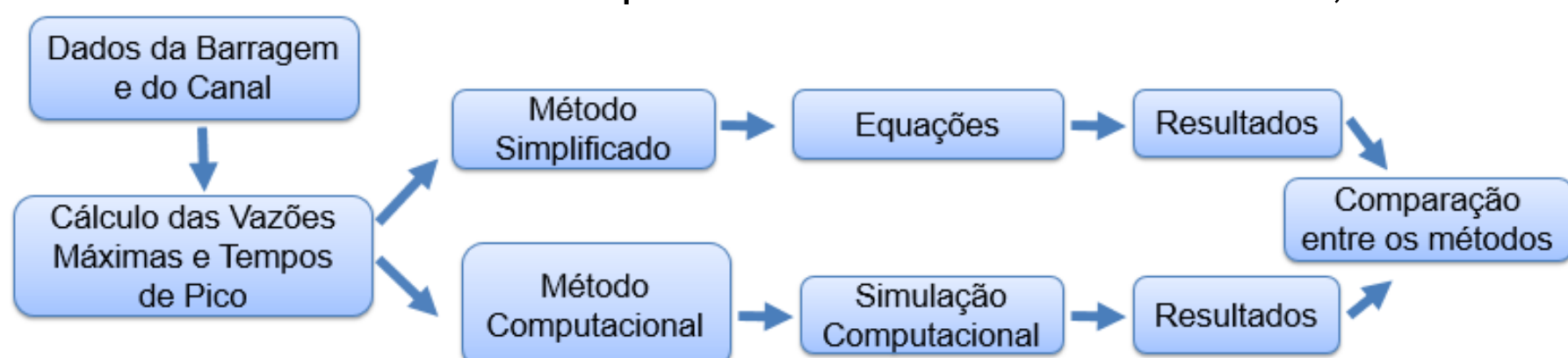


Tabela 1: Metodologias de Tempo de Pico e Vazão de Pico

Hidrograma	Metodologia de tempo de pico	Tempo de pico (min)	Metodologia de vazão pico	Vazão de Pico (m <sup>3</sup> /s)
A	Froehlich (2008)	112	Ferla (2018)	8.914
B			Froehlich (1995)	9.437
C			Kirkpatrick (1977)	6.408
D	Bureau of Reclamation (1988)	59	Ferla (2018)	8.914
E			Froehlich (1995)	9.437
F			Kirkpatrick (1977)	6.408

O canal em estudo possui 3.000 seções trapezoidais, distanciadas de 100 m uma da outra, com 6.000 m<sup>2</sup> de área transversal (Figura 1). Os coeficientes de Manning avaliados compreendem a faixa de 0,015 a 0,100. Considerou-se que os impactos a jusante são significativos sempre que as características analisadas ultrapassassem aquelas correspondentes a um período de retorno de 100 anos.

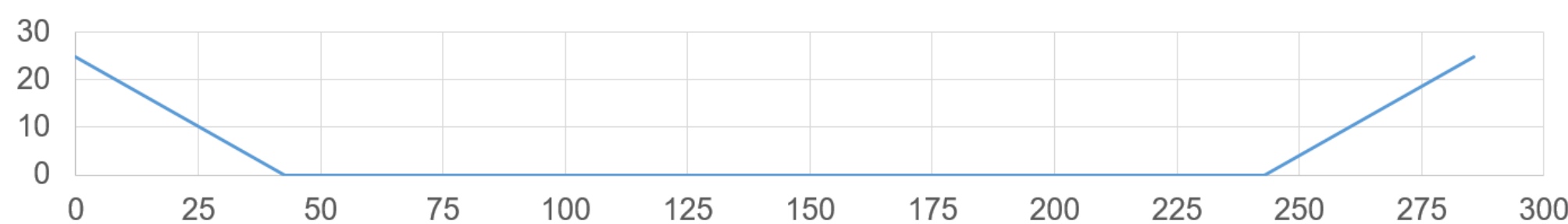


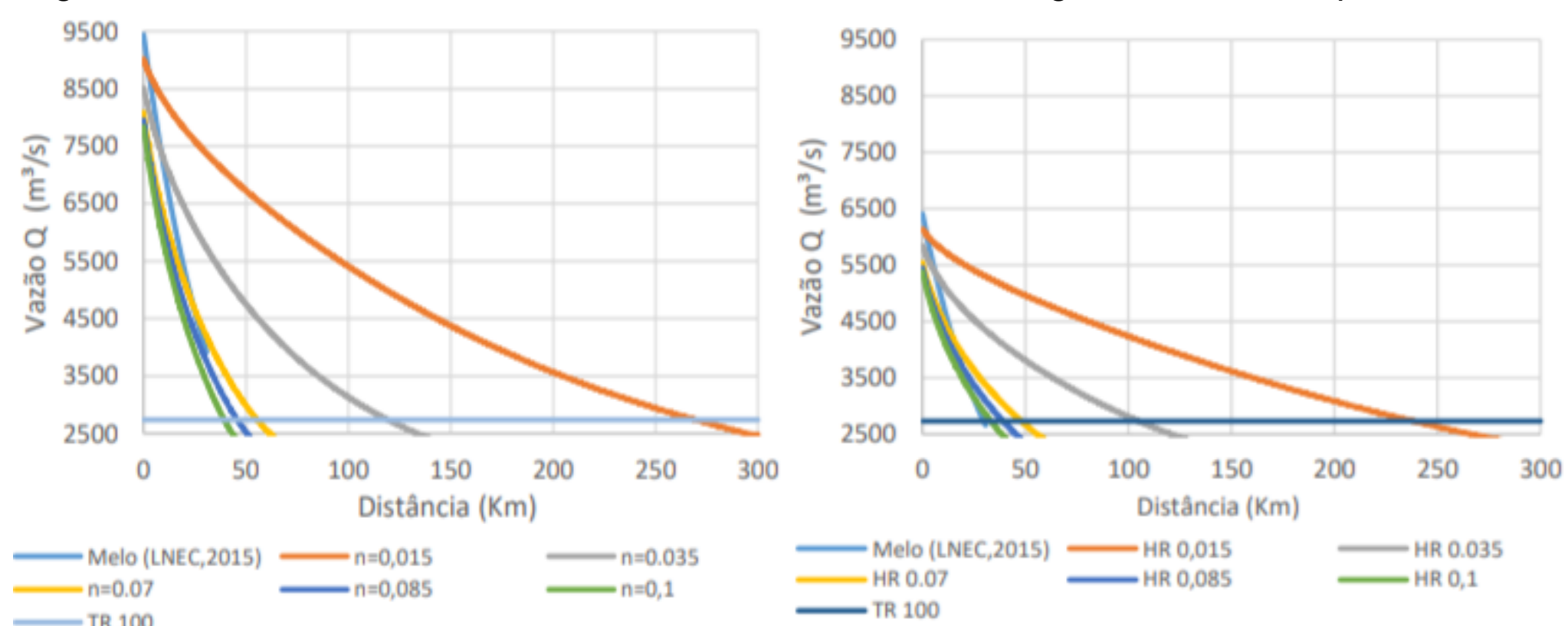
Figura 1: Seção transversal do canal fictício de 6.000 m<sup>2</sup> de área.

#### RESULTADOS

Os resultados obtidos indicam que as diferenças entre as vazões de pico transferem-se para os respectivos alcances das ondas de cheia da mesma forma que os tempos de pico do hidrograma de ruptura. Constatou-se que em ambos os casos existe uma relação direta entre a diferença média dos alcances de onda obtidos por diferentes hidrogramas e suas vazões máximas e tempos de pico.

#### AGRADECIMENTOS

Figuras 2 e 3: Alcance das ondas de cheia oriundas dos hidrogramas E e F, respectivamente.



Quanto à influência da rugosidade dos canais, observou-se uma proximidade entre as simulações hidrodinâmicas e as metodologias simplificadas para valores de coeficientes de Manning mais elevados.

Tabela 2: Valores do Alcance da Onda de Cheia.

Hidrograma	Alcance da onda de cheia (km)					
	n=0,015	n=0,035	n=0,07	n=0,085	n=0,1	Melo (2015)
A	267,3	120	53,6	31,3	36,4	30,7
B	271	121,5	54,5	41,7	36,5	
C	187,8	82,7	32,9	26	21,4	
D	263,1	117,9	52,4	40	34,6	
E	267,1	119,6	53,4	40,8	35,5	
F	272,5	103,5	42,5	26,6	27,5	

Tabela 3: Variações Relativas do Alcance da Onda de Cheia.

Hidrograma	n=0,015	n=0,035	n=0,07	n=0,085	n=0,1	Média
A-B/B	-1%	-1%	-2%	-25%	0%	-6%
(B-C)/B	-31%	-32%	-40%	-38%	-41%	-36%
D-E/E	-1%	-1%	-2%	-2%	-3%	-2%
(F-E)/E	2%	-13%	-20%	-35%	-23%	-18%

Tendo em vista os resultados obtidos, é recomendado que o método simplificado de Melo (2015) seja usado para canais que possuam características mais rugosas, evitando assim que o alcance dos efeitos negativos de uma onda de cheia proveniente de uma ruptura sejam subestimados.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

FERLA, R. (2018). "Metodologia simplificada para análise de aspectos hidráulicos em rompimento de barragens". Dissertação de mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS).  
 FROELICH, D. C. (1995). "Peak outflow from breached embankment dam". Journal of water Resources Planning and management, 121(1), 90-97.  
 MELO, J. F. (2015) – "Dam-Break Flood Risk Assessment". Second International Dam World Conference. Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC), Lisboa.  
 U.S. BUREAU OF RECLAMATION. (1988). "Downstream hazard classification guidelines". ACER Technical Memorandum No.11.  
 KIRKPATRICK, G. W. (1977). "Evaluation guidelines for spillway adequacy." In Evaluation of Dam Safety; Proceedings of the Engineering Foundation Conference.  
 FROELICH, D. C. (2008). "Embankment dam breach parameters and their uncertainties." Journal of Hydraulic Engineering, 134(12), 1708-1721.