



12º SILUSBA

Gestão da Água e do Território:
Perspetivando Sinergias

Simpósio de Hidráulica e Recursos Hídricos
dos Países de Língua Portuguesa

SIMULAÇÃO DO CAMPO DE ONDAS GERADAS PELA AÇÃO DO VENTO NO RESERVATÓRIO DE PORTO COLÔMBIA

Marcelo Marques^{1*}; Fernando O. de Andrade²; Elaine P. Arantes³; Cristhiane M. P. Okawa⁴

^{1*}Universidade Estadual de Maringá, Umuarama, Paraná, Brasil. www.marcelomarques.com; mmarques@uem.br

² Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, Paraná, Brasil, fandrade@utfpr.edu.br

³ Universidade Estadual de Maringá, Umuarama, Paraná, Brasil, eparantes@uem.br

⁴ Universidade Estadual de Maringá, Maringá, Paraná, Brasil, cmpokawa@uem.br

Resumo: O presente trabalho apresenta a simulação de ondas geradas pela ação do vento no reservatório de Porto Colômbia. As alturas de ondas foram estimadas pelo método JONSWAP pela aplicação da técnica de modelagem Paramétrica Bidimensional. O método fora aplicado através do modelo computacional ONDACAD. Pelo método foram obtidos quatro mapas para cada uma das dezesseis direções, totalizando sessenta e quatro mapas de simulação. Pela análise dos resultados foi demonstrado que as maiores alturas de onda para certa intensidade do vento são pouco sensíveis com a direção do vento.

Palavras-chave: onda, vento, reservatório

Tema: A utilização das TIC na gestão de recursos hídricos

Introdução

Intuitivamente parece razoável afirmar que a geometria de um corpo de água influencia o campo de ondas gerado pela ação do vento. Ao observar as proximidades da margem de um corpo de água sob a ação do vento, visto do alto, percebe-se que a rugosidade que se forma na água pelo contato com o vento tende a acompanhar o formato das margens. Logo, algumas regiões do reservatório estão mais sujeitas à ação do vento e, provavelmente, estão mais sujeitas à ocorrência de ondas de maior amplitude. Em águas continentais é verificada a presença de ondas geradas pelo vento, tanto quanto em áreas oceânicas, porém com uma importante diferença de que em águas continentais verifica-se a interferência da margem, a qual afeta diretamente a transferência de energia do vento, atenuando a altura da onda. A onda recebe energia do vento e, em águas interiores de grandes espelhos de água, a conformação das margens constitui-se no principal atenuador da transferência de energia das ondas. Esta influência é quantificada na determinação do fetch pelo método de Saville (1954), um método de natureza geométrica.

Fundamentação Teórica

O fetch está relacionado à superfície da água em contato com o vento. Pelo conceito apresentado por Marques et al. (2013) e Marques (2013) passa a ser possível representar o fetch no espaço bidimensional. Deste modo, o método que define um campo de fetch pode, em teoria, ser utilizado para expressar o potencial de transferência de energia pelo vento e, conseqüentemente, permitir a obtenção do campo de ondas.

Pelo conceito de campo de fetch foi possível a concepção da técnica de modelagem denominada Paramétrica Bidimensional (MPB). A técnica é aplicável em águas continentais e está fundamentada na capacidade de transformar um campo de fetch em um campo de ondas pela aplicação de uma equação paramétrica, possibilitando a geração de resultados semelhantes aos produzidos por um modelo numérico de base física. A técnica é aplicada ao reservatório de Porto Colômbia, no rio Grande, entre os Estados de Minas Gerais e São Paulo, com superfície de 143 km² e 10,6m de profundidade média. A equação paramétrica adotada é o modelo SMB, representada pela equação [1]. Segundo Bretschneider (1966), o método referido como SMB foi inicialmente proposto por Sverdrup & Munk (1947) e posteriormente modificado pelo autor, recebendo as letras iniciais do sobrenome de seus idealizadores.

$$H_{1/3} = \frac{U_{10}^2}{g} 0,283 \tanh \left[0,0125 \left(\frac{gF}{U_{10}^2} \right)^{0,42} \right] \quad (1)$$

sendo U_{10} a altura significativa da onda, g a aceleração gravitacional e F o comprimento do fetch.

Método e Resultados Obtidos

A aplicação da técnica MPB foi viabilizada pela elaboração do modelo computacional ONDACAD, concebido em linguagem LISP em plataforma CAD. Pelo uso do modelo foram gerados 16 mapas de campo de ondas para cada uma das quatro condições de vento, totalizando 64 mapas. Com base nos mapas foi identificada a maior altura de onda para cada direção e elaborada a Tabela 1. Os quatro mapas gerados para a direção leste são representados de modo ilustrativo pela Figura 1.

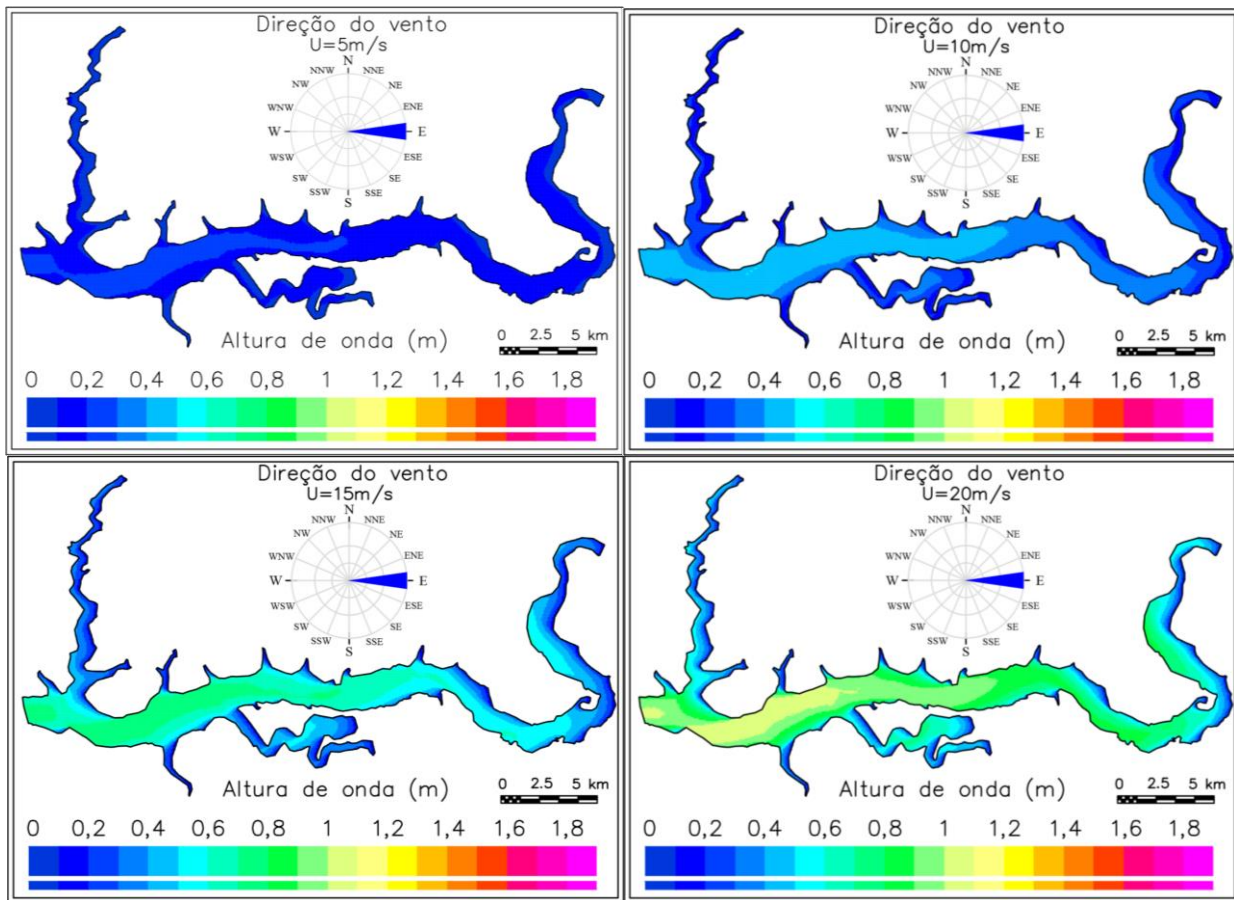


Figura 1 Campos de onda para vento soprando na direção do maior fetch

Tabela 1 Maior altura de onda para cada direção

Direção	E	ENE	NE	NNE	N	NNW	NW	WNW	W	WSW	SW	SSW	S	SSE	SE	ESE
U(m/s) 5	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
10	0,5	0,5	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4	0,5
15	0,8	0,8	0,8	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,8	0,8	0,8	0,7	0,7	0,7	0,7	0,8
20	1,1	1,1	1,1	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,1	1,1	1,1	1,0	1,0	1,0	1,0	1,1

Conclusões

Apesar do aspecto dendrítico do contorno do reservatório de Porto Colômbia, verifica-se que as maiores alturas de onda para certa intensidade do vento mostraram uma fraca dependência com a direção do vento. Isso tem dois motivos principais: (1) a atenuação do fetch pelo método geométrico de Saville. (2) a potência do termo que envolve o fetch na equação paramétrica, por constituir-se em um número menor do que um.

É constatada a independência entre localização das maiores alturas de onda e a intensidade do vento. Ventos de diferentes intensidades não alteraram a localização das maiores ondas.

A generalização dessas conclusões demanda estudos complementares, mas demonstra a importância que pode assumir a utilização da técnica de modelagem adotada.

Apesar de se tratar de um reservatório de formato sinuoso e dendrítico, as alturas máximas de onda obtidas oscilaram segundo a altura média de 0,2; 0,5; 0,8 e 1,1 metros em ordem crescente das intensidades de vento estabelecidas.

A técnica MPB se mostrou viável e o processo de validação pela comparação com os resultados gerados por um modelo numérico de base física poderá ser realizada por um trabalho futuro. O estudo permitiu a obtenção confiável dos campos de ondas neste importante reservatório do Brasil.

Referências

Bretschneider, C. L. (1966). Wave generation by wind, deep and shallow water. In: A.T. Ippen (Editor), Estuary and Coastline Hydrodynamics. McGraw-Hill, New York, 744 pp.

Marques, M. (2013). Modelagem paramétrica bidimensional para simulação de ondas em águas continentais. Tese de doutorado - Programa de Pós-Graduação Engenharia de Recursos Hídricos e Ambiental. Curitiba: Universidade Federal do Paraná. 219p.

Saville, T. (1954). The effect of fetch width on wave generation. Journal Technical Memorandum, n. 70, 1954.

Sverdrup, H.U. & Munk, W.H. (1947). Wind, sea and swell: Theory of relations for forecasting. Publication 601, Hydrographic Office, U.S. Navy, 50 pp.