



## **SIMULAÇÃO DOS CAMPOS DE ONDAS GERADOS POR VENTOS SEVEROS NO RESERVATÓRIO DA HIDRELÉTRICA DE BELO MONTE**

Ana Carolina de Lima Barizão (PIC/Uem), Marcelo Marques (Orientador),  
e-mail: carolina.barizao@gmail.com

Universidade Estadual de Maringá / Centro de Tecnologia/ Umuarama, PR.

**Área:** Engenharias/ **Subárea:** Grande Área

**Palavras-chave:** ONDACAD, onda, vento

### **Resumo**

A distribuição espacial de campos de ondas gerados por ventos severos sobre o reservatório de Belo Monte é simulada pelo presente estudo. A técnica de simulação adotada é denominada Paramétrica Bidimensional pela qual um campo de fetch é convertido em um campo de ondas pela aplicação de um modelo paramétrico. Decidiu-se pelo modelo JONSWAP. A técnica é aplicada pelo modelo computacional ONDACAD, desenvolvido em linguagem computacional LISP e plataforma CAD. A simulação dos campos de ondas foi realizado para 16 direções sob a ação de campos uniformes de ventos de 5, 10, 15, e 20ms<sup>-1</sup>, totalizando 64 mapas temáticos. O estudo contribui para a estimativa da magnitude das alturas de ondas no reservatório em construção e para a definição dos locais expostos pela ação de ondas.

### **Introdução**

Uma parcela significativa da população mundial vive em áreas próximas a margens de oceanos, lagos e rios. Historicamente, estes sistemas naturais vêm sendo desenvolvidos e manipulados para o benefício da sociedade sem a devida consideração aos impactos gerados (MARQUES, et. al., 2013). Visto que o vento constitui-se no principal forçante do processo de circulação hidrodinâmica e formação das ondas o presente trabalho visa à simulação de campos de ondas para 16 direções sob a ação de campos uniformes de ventos de 5, 10, 15, e 20 ms<sup>-1</sup>. O processo de simulação será realizado pela adoção da técnica de modelagem paramétrica bidimensional (MPB) concebida por Marques (2013). A aplicação do método será realizada pela aplicação do modelo ONDACAD pela incorporação do método JONSWAP.



## Materiais e métodos

A técnica de modelagem MPB parte do conceito de campo de fetch. Trata-se de um método que leva em conta a geometria das margens para gerar um campo que quantifica o potencial de transferência de energia do vento na geração de ondas (Marques, 2013). Pela técnica de modelagem MPB um campo de fetch é convertido em um campo de ondas pelo emprego de uma equação paramétrica na forma. Pela técnica de modelagem MPB. Os campos de ondas foram determinados através da aplicabilidade do método de JONSWAP. O método estabelece fórmulas de previsão de altura significativa e período de ondas considerando uma velocidade de vento constante e incluindo as limitações de pista e de duração para o desenvolvimento da onda, tais equações podem ser aplicadas quando a altura e o período das ondas são limitadas pelo fetch, tão quanto para quando as mesmas são limitadas pela duração do vento (Marques, et. al., 2013). A aplicabilidade do modelo se dá primeiramente através da discretização do reservatório, tendo as margens como fronteira. Em cada nó é então aplicado o fetch, comprimento sobre a superfície da água na qual a intensidade e direção do vento são constantes, através do método geométrico de Saville. A altura significativa da onda foi obtida pela aplicação do modelo computacional ONDACAD, permitindo a geração do campo de ondas.

## Resultados e Discussão

Na aplicação do modelo foi gerada uma malha de 250m de resolução totalizando pouco mais de 15 mil nós. Foram gerados 64 mapas temáticos de altura de ondas. Devido à impossibilidade de apresentar todos os mapas gerados, e pelo interesse nos valores extremos serão apresentados pela Figura 1 os mapas relativos à direção le-nordeste sob campo de vento uniforme de 5, 10, 15, e 20ms<sup>-1</sup>, com as maiores alturas de onda apresentadas pela tabela 1.

Tabela 1: Maiores alturas de onda em metros para cada direção.

Veloc.	Direções															
	S	SSE	SE	ESE	E	ENE	NE	NNE	N	NNW	NW	WNW	W	WSW	SW	SSW
5 ms <sup>-1</sup>	0,3	0,35	0,35	0,37	0,37	0,37	0,35	0,35	0,35	0,35	0,37	0,37	0,35	0,35	0,37	0,37
10 ms <sup>-1</sup>	0,6	0,6	0,58	0,58	0,6	0,6	0,6	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,52	0,53	0,56	0,58
15 ms <sup>-1</sup>	0,8	0,75	0,75	0,79	0,72	0,85	0,85	0,85	0,83	0,75	0,75	0,75	0,75	0,8	0,85	0,85
20 ms <sup>-1</sup>	1,15	1	1,03	1,15	1,15	1,18	1,12	1,12	1,12	1,02	1,08	1,08	1,08	1,1	1,12	1,05

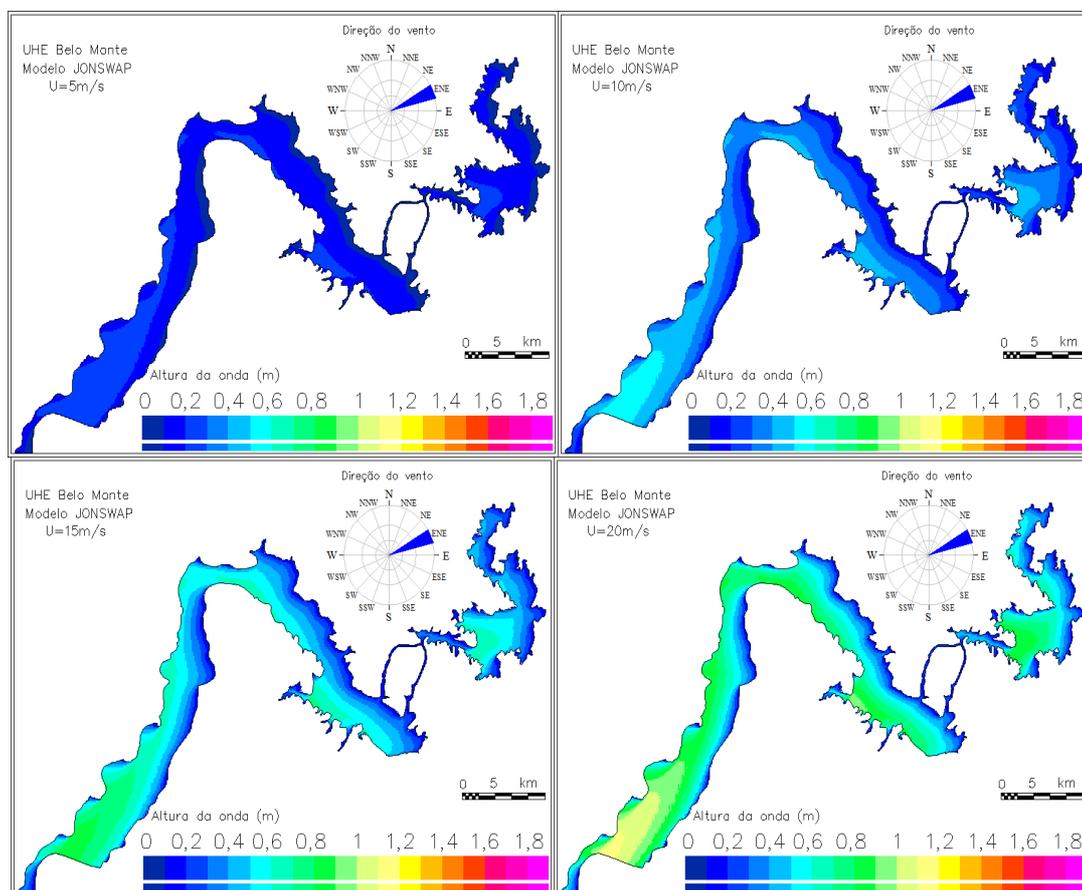


Figura 1: Maiores alturas de ondas para a direção ENE sob ventos de 5, 10, 15, e 20ms<sup>-1</sup>

Os valores de alturas de ondas verificados para cada direção se mantiveram entre 0,3 e 1,18, mostrando-se sensivelmente superiores para ventos dirigidos aos quadrantes pares. A maior dimensão livre do reservatório dirige-se predominantemente na direção dos quadrantes ímpares. Na Figura 1, através de escala cromática é possível identificar a altura de onda máxima verificada para o reservatório, que é de 1,18 para ventos vindos de les-nordeste. Para as quatro velocidades de vento utilizadas verificou-se que as maiores alturas de ondas são localizadas na margem inferior esquerda do reservatório.

## Conclusões

Pelo presente trabalho foi apresentado o conceito do aplicativo computacional denominado ONDACAD, que a partir do modelo JONSWAP determinou o campo de ondas para o reservatório de Belo Monte. As alturas



máximas de ondas atingidas ocorreram para ventos provenientes dos quadrantes ímpares e foram de 1,12, 1,15 e 1,18 m, para ventos de 20ms-1.

### **Agradecimentos**

À Universidade Estadual de Maringá, ao orientador Dr. Marcelo Marques e ao Núcleo de Pesquisa em Engenharia de Recursos Hídricos e Ambiental (NUPEHIDRO).

### **Referências**

MARQUES, M.; ANDRADE, F.; OKAWA, C. M. P.; VITAL, E. P. A.; MANICH, M.; TAKEDA, A. K.; GUETTER, A. K., (2013). **Simulação de altura de ondas pela ação de ventos severos no reservatório de Porto Primavera. Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos.** Bento Gonçalves.

MARQUES, M. (2013). **Modelagem paramétrica bidimensional para simulação de ondas em águas continentais.** Tese de Doutorado> Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Recursos Hídricos e Ambiental. Curitiba. Universidade Federal do Paraná.