



CONCEPÇÃO DE UMA EQUAÇÃO PARAMÉTRICA DE ALTURA DE ONDAS NO RESERVATÓRIO DA HIDRELÉTRICA DE BELO MONTE

Carlos Henrique Oliva Grudzin Braga (PIBIC/Uem), Cristhiane Michiko Passos Okawa (Orientadora), Marcelo Marques (Co-orientador); e-mail: crisokawa@gmail.com

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

Área: Engenharia / **Subárea:** Grandes Áreas

Palavras-chave: SWAN, vento, fetch.

Resumo

Dos fenômenos gerados pelo vento em águas continentais, a altura da onda é o elemento de maior interesse para as aplicações de engenharia. Pela utilização de técnicas de simulação computacional é possível obter soluções no espaço bidimensional. Os modelos numéricos de base física constituem-se nos modelos mais utilizados. Recentemente, foi desenvolvida uma nova técnica de simulação do campo de ondas denominada Paramétrica Bidimensional, vantajosa pela geração rápida de resultados e por depender somente da intensidade e direção do vento como variáveis dinâmicas. Pela técnica, um campo de fetch é transformado em um campo de altura de ondas pela aplicação de uma equação paramétrica no espaço bidimensional. Além de fundamentar o conceito de campo de fetch, a validação da técnica de modelagem permite a geração de resultados semelhantes aos gerados pelo modelo numérico de base física SWAN. A equação paramétrica específica para o reservatório é obtida pela correlação dos resultados de simulação de um campo de ondas pelo modelo SWAN e do campo de fetch pelo modelo ONDACAD. No presente trabalho, será aplicada ao futuro reservatório da usina hidrelétrica de Belo Monte.

Introdução

O vento constitui-se a forçante de maior influência no processo de circulação hidrodinâmica e na formação de ondas. A energia do vento é transferida para a onda no decorrer da pista de vento ou fetch. Pela utilização de técnicas de simulação computacional é possível a simulação de altura de ondas no espaço bidimensional. Os modelos numéricos de base física constituem-se nos modelos mais utilizados. Aplicam sofisticados



métodos numéricos visando a solução de uma equação de balanço de energia, incluindo soluções espectrais.

A demonstração da existência de correlação entre os campos de onda gerados pelo modelo numérico de base física SWAN e campos de fetch gerados pelo modelo paramétrico ONDACAD foi realizada por Marques (2013) e constitui-se no objetivo do presente trabalho para o futuro reservatório de Belo Monte. A validação será realizada pela geração de mapas de desvio para intensidades do vento de 5, 10, 15 e 20 ms^{-1} .

Materiais e métodos

A Usina Hidrelétrica de Belo Monte está sendo construída no Rio Xingú, no estado brasileiro do Pará, nas proximidades da cidade de Altamira. O reservatório da usina inundará uma área de 516 km^2 da Amazônia Legal.

No processo de modelagem pelo modelo SWAN decidiu-se por não utilizar o formato dendrítico de reservatório devido aos problemas relatados por Marques (2013) pelo qual o modelo tende a gerar resultados incoerentes próximo as margens. Optou-se por adotar o método dos prismas equivalentes, desenvolvido por Marques (2013).

O prisma equivalente consiste na representação do corpo de água por um paralelepípedo de dimensões L_1 , $L_2/2$ e d , ilustrado na figura 1.

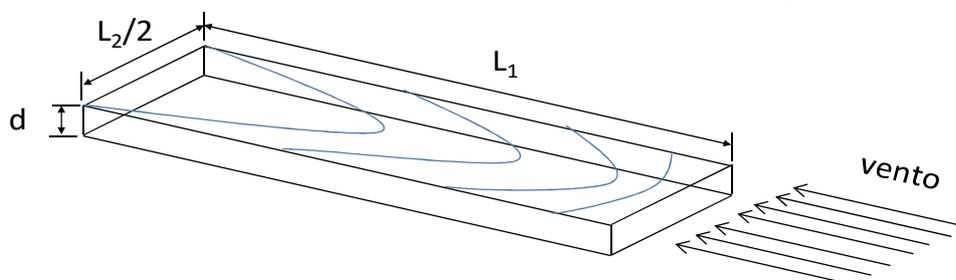


Figura 1: Representação do Prisma Equivalente.

Para se obter os valores de L_1 e L_2 traça-se a maior reta livre possível no interior do reservatório, de comprimento L_1 em seguida traça-se um segundo segmento de reta, tão extensa quanto possível, perpendicular à primeira, de comprimento L_2 . A composição das linhas dá origem a um trapézio com área $L_1L_2/2$.

Resultados e Discussão

Aplicando o prisma ao modelo SWAN para vento norte, são apresentados os resultados na Figura 2, para ventos de intensidade 5, 10, 15 e 20 ms^{-1} .

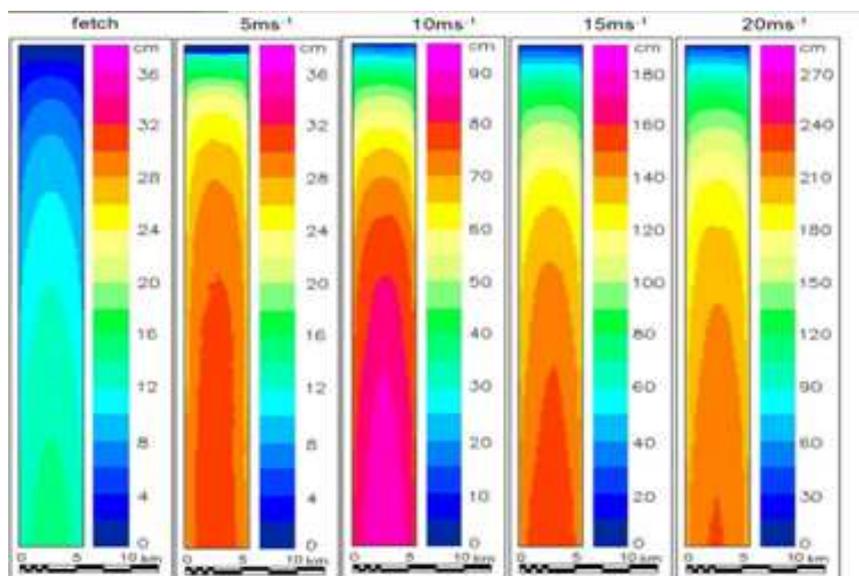


Figura 2: Campos de onda e fetch para o vento Norte.

Com base nos mapas de fetch campos de ondas foi gerado o diagrama adimensional, conforme Figura 3.

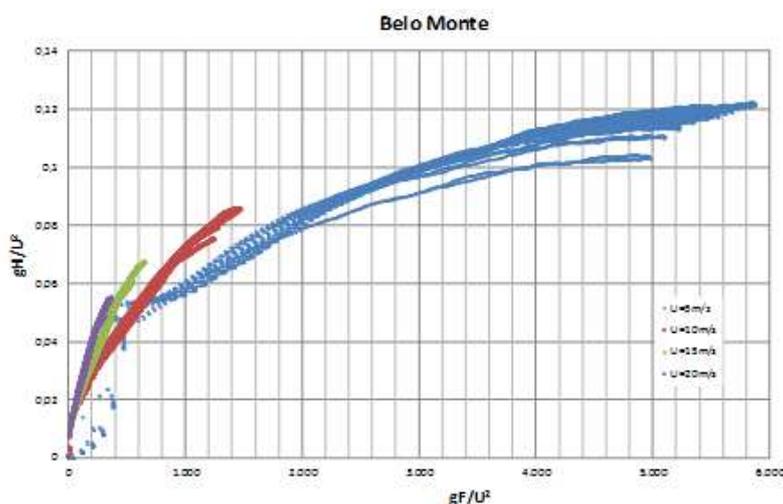


Figura 3: Diagrama de fetch adimensional (F^*) versus altura de onda adimensional (H^*) para o futuro reservatório de Belo Monte

Pela Figura 3, cada nuvem de pontos é condicionada a uma intensidade do vento. Para cada nuvem de pontos foi ajustada uma curva do tipo potência do tipo $H^* = \alpha(F^*)^\beta$, sendo que os valores de alfa e beta são representados pela Tabela 1.



Tabela 1: Coeficientes da equação do tipo potência condicionados pela intensidade do vento

U (m/s)	5	10	15	20
alfa	0,0012	0,001235	0,0013	0,00135
beta	0,5409	0,5867	0,615	0,64

Pelos dados mostrados pela Tabela 1, verifica-se que os coeficientes são condicionados à intensidade do vento, como constatou Marques (2013). A equação paramétrica específica para o reservatório de Belo Monte pela utilização dos coeficientes da Tabela 1 foram implementadas no modelo ONDACAD permitindo a simulação dos campos de ondas. Com base nos resultados do SWAN e do ONDACAD foram gerados diagramas comparativos e obtidos os seguintes coeficientes de correlação conforme Tabela 2.

Tabela 2: Coeficientes de correlação de acordo com a intensidade do vento

U (m/s)	5	10	15	20
R ²	0,9243	0,9923	0,9917	0,9899

Conclusões

Os coeficientes de correlação revelam uma excelente correlação entre os resultados gerados pelo modelos SWAN e ONDACAD. Deste modo os resultados confirmam as conclusões de Marques (2013) de que a conversão de um campo de fetch em um campo de ondas, desde que utilizada uma equação paramétrica adequada, permite a obtenção de resultados tão bons quanto os obtidos pelo modelo SWAN, este que está entre os mais difundidos e confiáveis modelos de simulação de altura de ondas geradas pelo vento que existe.

Agradecimentos

Agradeço ao CNPq pela bolsa de iniciação científica e ao Núcleo de Pesquisa em Engenharia de Recursos Hídricos e Ambiental (NUPEHIDRO) da Universidade Estadual de Maringá.

Referências

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.