

SIMULAÇÃO DA DISTRIBUIÇÃO DA PROFUNDIDADE DE MISTURA GERADA PELO VENTO NO RESERVATÓRIO DE LAJEADO, TOCANTINS

Isabela Arantes Ferreira (PIBIC/CNPq/FA/UEM)

Cristhiane Michiko Passos Okawa (Orientador)

e-mail: cmpokawa@uem.br

Universidade Estadual de Maringá / Centro de Tecnologia

Área e subárea do conhecimento:

Engenharia Civil/ Engenharia Hidráulica/ Hidráulica

Palavras-chave: Onda, vento, ONDACAD

Resumo:

O termo profundidade de mistura é definido como a profundidade máxima afetada pela onda ao se propagar. Pelo presente trabalho esse conceito é aplicado ao reservatório da barragem de Lajeado, Tocantins. Os resultados concluídos pelo estudo mostram que foram atingidas profundidades maiores para ventos norte e sul, além de a máxima profundidade atingida pelas ondas ser de 15 metros, permitindo-se concluir que a desestratificação térmica neste corpo hídrico é comum.

Introdução

A técnica de simulação computacional denominada Modelagem Paramétrica Bidimensional (MPB) foi recentemente desenvolvida e é baseada no conceito de campo de fetch. O campo de fetch quantifica a exposição da superfície da água ao vento. A técnica consiste em transformar um campo de fetch em um campo de elementos relacionados às ondas, como altura, período, energia e profundidade de mistura, sendo este último aplicado pelo presente estudo.

Materiais e métodos

O reservatório da Usina Hidrelétrica Luís Eduardo Magalhães ou Usina Hidrelétrica de Lajeado foi constituído pelo represamento do rio Tocantins, entre os municípios tocantinenses de Miracema do Tocantins e Lajeado. A UHE Luís Eduardo Magalhães fica localizada a uma distância de 26 km de Palmas. O lago formado pela usina possui 170 km de extensão, profundidade média de 8 metros. Em reservatórios, como o de Lajeado, é bastante comum a quantificação de fenômenos gerados pelo vento pela utilização do conceito de fetch, definido como o comprimento sobre a superfície da água na qual a intensidade e a direção do vento podem ser consideradas constantes (*U. S. Army Coastal Engineering Research Center, 1984*).

Pelo conceito de campo de altura de onda desenvolvido por Marques (2013) passou a ser possível tratar a altura da onda gerada com diferentes velocidades de vento através de uma abordagem bidimensional, determinando com precisão a localização dos campos em várias direções, comparando com o método JONSWAP.

A quantificação da profundidade de mistura atingida pela onda ao se propagar têm base na teoria linear de ondas, pela qual o comprimento da onda em águas profundas é definido como:

$$L = \frac{gT^2}{2\pi} \quad [1]$$

sendo T o período da onda, L o comprimento e g a aceleração gravitacional. O período da onda será determinado pelo modelo SMB, conforme a equação seguinte:

$$T = \frac{U_{10}}{g} 7,54 \tanh \left[0,077 \left(\frac{gF}{U_{10}^2} \right)^{0,25} \right] \quad [2]$$

O método SMB foi objeto de inúmeras revisões e é um dos mais importantes modelos paramétricos de previsão de ondas. É bastante empregado em função de sua simplicidade e eficiência (Marques, 2013). Substituindo a equação [2] na equação [1] e assumindo que a profundidade de mistura (p_{fm}) é a metade do comprimento da onda (L) se obtém:

$$p_{fm} = \frac{4,52U_{10}^2}{g} \left\{ \tanh \left[0,077 \left(\frac{gF}{U_{10}^2} \right)^{0,25} \right] \right\}^2 \quad [3]$$

Pela condição assumida de campo de ondas é limitado pelo fetch, informações sobre a duração do vento tornaram-se prescindíveis.

Com base na técnica de simulação computacional denominada paramétrica bidimensional, o campo de fetch é transformado em um campo de profundidade de mistura aplicando-se a equação [3]. A técnica é aplicada pelo modelo computacional ONDACAD (Marques et al., 2013).

As profundidades são determinadas com base em representações bidimensionais da superfície do corpo hídrico, obtidas pela aplicação da técnica de simulação denominada paramétrica bidimensional (MPB) através do modelo computacional ONDACAD. A obtenção da representação da profundidade de mistura em toda a superfície livre para 16 direções e para ventos de 5, 10, 15 e 20 ms⁻¹.

Resultados e Discussão

Foram simulados 64 mapas de profundidade de mistura. Os mapas referentes aos ventos Norte e Sul ilustram o aspectos dos mapas e são mostrados pela Figura 1.

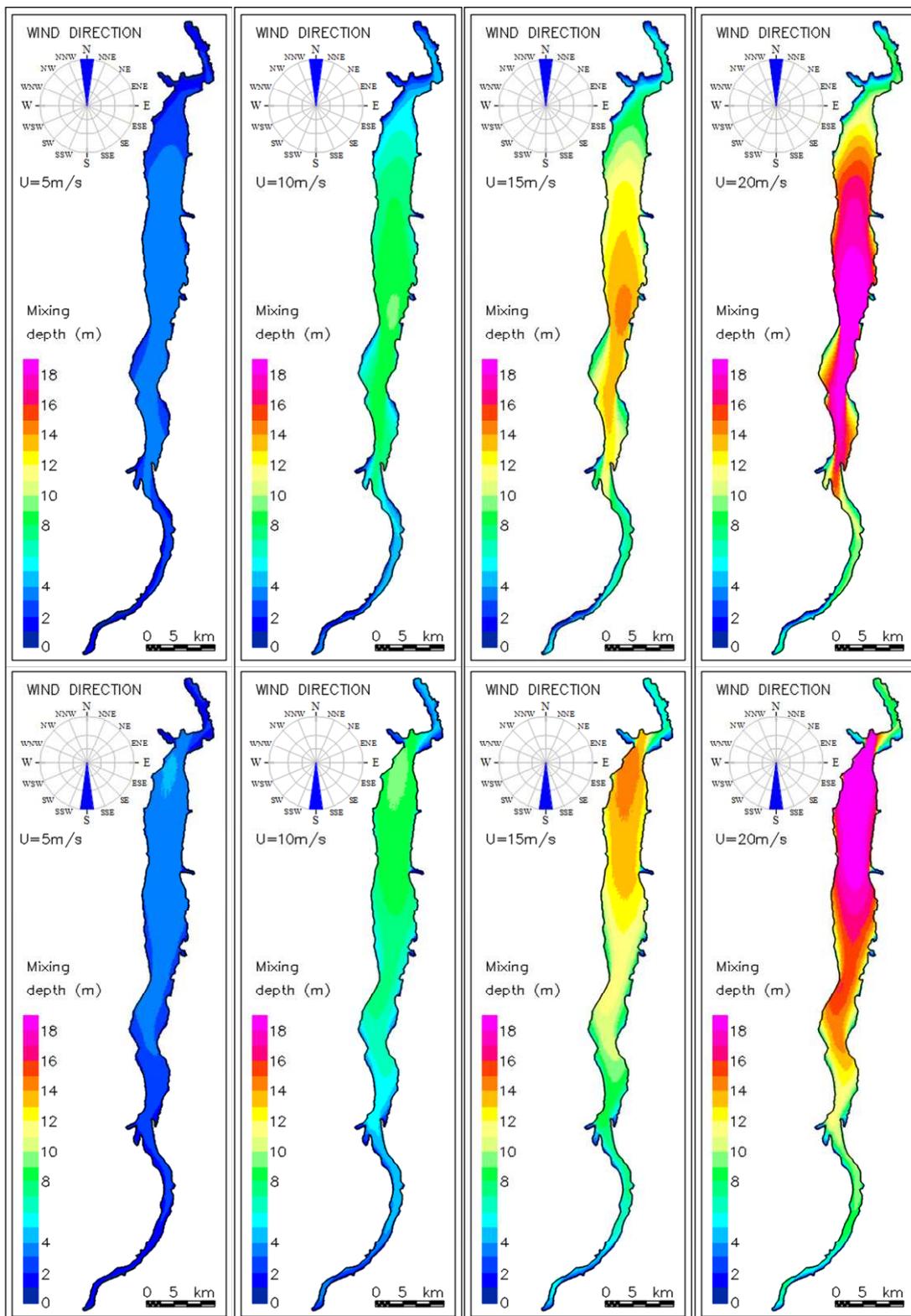


Figura 1 – Campos de profundidade de mistura para ventos Norte e Sul

O emprego da equação [3] na transformação de um campo de fetch na distribuição bidimensional da profundidade de mistura atingida pela onda permitiu a obtenção da profundidade máxima atingida pela onda. Os resultados são resumidamente mostrados pela Tabela 1.

Tabela 1 – Maiores profundidades atingidas pela onda ao se propagar

U (m/s)	Direção	E	ENE	NE	NNE	N	NNW	NW	WNW
	Fetch máx (km)	8,5	9,60	14,10	14,90	15,20	14,90	13,10	9,30
5	PFM máx (m)	3,2	3,35	3,89	3,97	4,00	3,97	3,78	3,31
10		4,5	4,62	4,95	5,00	5,01	5,00	4,89	4,59
15		8,2	8,26	8,53	8,57	8,58	8,57	8,48	8,23
20		14,6	14,71	14,94	14,98	14,99	14,98	14,90	14,69
U (m/s)	Direção	W	WSW	SW	SSW	S	SSE	SE	ESE
	Fetch máx (km)	8,30	10,10	14,30	15,80	15,90	15,40	13,60	9,20
5	PFM máx (m)	3,16	3,42	3,91	4,06	4,07	4,02	3,84	3,29
10		4,49	4,66	4,96	5,05	5,05	5,03	4,92	4,58
15		8,15	8,29	8,54	8,61	8,61	8,59	8,50	8,22
20		14,62	14,74	14,95	15,01	15,01	14,99	14,92	14,69

Conclusões

As maiores profundidades foram atingidas para ventos Norte e Ventos Sul, sendo sensivelmente superiores nesta última direção, como esperado por tratar-se das direções do eixo predominante do reservatório.

A energia das ondas atingiu a profundidade máxima de 15 metros, bem superior à profundidade média do reservatório que é de 8 metros. Deste modo conclui-se que é comum o fenômeno de desestratificação térmica no corpo hídrico.

Estudos futuros poderão dar continuidade ao presente trabalho adicionando a batimetria do reservatório de modo a estimar as tensões no fundo devido à propagação da onda. A abordagem sugerida poderá permitir a estimativa da ressuspensão de sedimentos no corpo hídrico devido à ação do vento.

Agradecimentos

Ao NUPEHIDRO da UEM, à PPG pelo zelo na coordenação das atividades de Iniciação Científica e à Fundação Araucária pela bolsa de Iniciação Científica da primeira autora.

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.

MARQUES, M.; ANDRADE, F. O.; GUETTER, A. K. (2013). Conceito do Campo de fetch e sua Aplicação ao reservatório de Itaipu. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, v. 18, p. 243-253, 2013.

U. S. ARMY COASTAL ENGINEERING RESEARCH CENTER (1984). *Shore Protection Manual. Third Edition, Volume 1. Washington, D.C.: Department of the Army Corps of Engineers.*