

SIMULAÇÃO DOS CAMPOS DE PROFUNDIDADE DE MISTURA PELA AÇÃO DE VENTOS SEVEROS NA LAGOA DOS PATOS

Kathlein Aparecida Alves Bernardo (UEM - PIBIC - CNPq - FA - UEM), Marcelo Marques (Orientador). E-mail: mmarques@uem.br.

Universidade Estadual de Maringá, Centro de Tecnologia, Departamento de Meio Ambiente, Umuarama, PR.

Área e subárea do conhecimento: **Engenharia Civil / Engenharia Hidráulica.**

Palavras-chave: modelagem computacional; fetch; ondas de vento.

RESUMO

Foi realizada uma caracterização detalhada das profundidades atingidas pelas ondas, aplicando os métodos de cálculo do fetch de Saville em alta resolução aplicando-se o modelo computacional ONDACAD método paramétrico SMB. Os resultados mostraram que as maiores profundidades de mistura atingiram 41,5 metros para ventos de 20 m/s, na direção sudoeste, com uma resposta quase linear à intensidade do vento. Concluiu-se que a Lagoa dos Patos dificilmente atinge estratificação térmica e é comum a ressuspensão de sedimentos do fundo, pois as perturbações das ondas frequentemente chegam à profundidade média da lagoa. O estudo demonstrou a viabilidade e agilidade da modelagem paramétrica bidimensional

1. INTRODUÇÃO

A dinâmica das ondas geradas pelo vento exerce influência direta na mistura da coluna d'água e na ressuspensão de sedimentos em ambientes lagunares. A Lagoa dos Patos, maior laguna costeira do Brasil, apresenta condições morfológicas e climáticas que favorecem a ocorrência de ventos intensos capazes de gerar ondas de grande amplitude e, conseqüentemente, de alterar a estratificação térmica.

Este estudo teve como objetivo principal mapear e quantificar os campos de profundidade de mistura provocados pela ação de ventos persistentes, variando de 5 a 20 m s⁻¹, ao longo da Lagoa dos Patos. Para isso, aplicou-se o conceito de fetch em alta resolução, associado ao modelo computacional ONDACAD, visando compreender como diferentes direções e intensidades de vento influenciam a propagação das ondas e a profundidade de mistura.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

A Lagoa dos Patos, maior laguna do Brasil, em sua cota máxima, apresenta 265 km de comprimento, 60 km de largura, profundidade de até 7 m e área de 144 km²,

estendendo-se paralelamente ao Oceano Atlântico. Conecta-se à Lagoa do Casamento ao nordeste e ao Lago Guaíba ao noroeste, que se liga ao delta do Rio Jacuí. Ao sul, comunica-se com a Lagoa Mirim pelo Canal de São Gonçalo.

2.1 Modelo ONDACAD

A Figura 1 representa as etapas sistemáticas para obtenção dos resultados pelo modelo ONDACAD.

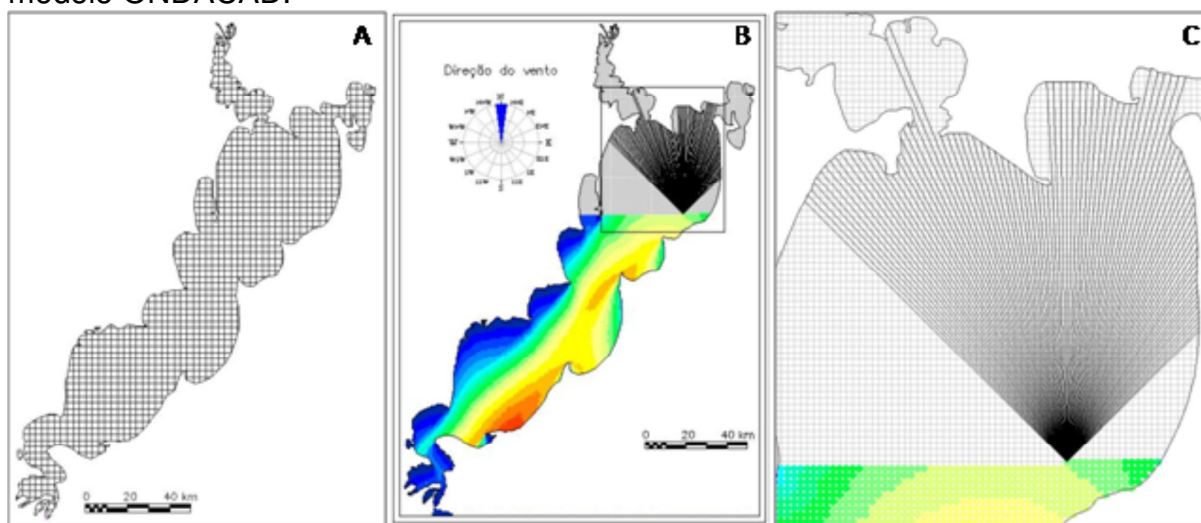


Figura 1 Etapas para obtenção dos mapas temáticos de profundidade de mistura

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Profundidades de Mistura

Os resultados indicam que a profundidade de mistura na Lagoa dos Patos é fortemente condicionada pela direção do vento e pelo comprimento de fetch. Com base nas informações extraídas dos sessenta e quatro mapas gerados, foi elaborada a Tabela 1, e os mapas referentes às maiores profundidades de mistura são mostrados pela Figura 2.

Tabela 1 – Maiores profundidades de mistura para cada direção

Direção	E	ENE	NE	NNE	N	NNW	NW	WNW	W	WSW	SW	SSW	S	SSE	SE	ESE
Fetch (km)	52	68	79	77	76	66	59	63	77	82	82	81	77	73	66	49
U(m/s)	5	6,1	6,6	6,8	6,8	6,8	6,5	6,3	6,4	6,8	6,9	6,9	6,9	6,8	6,7	6,5
	10	15,1	16,7	17,6	17,5	17,4	16,5	15,8	16,2	17,5	17,9	17,9	17,8	17,5	17,1	16,5
	15	24,5	27,4	29,1	28,8	28,7	27,1	25,8	26,6	28,8	29,5	29,5	29,4	28,8	28,2	27,1
	20	34,1	38,3	40,8	40,4	40,2	37,8	36,0	37,1	40,4	41,5	41,5	41,3	40,4	39,5	37,8

As maiores perturbações ocorreram nas direções SW e WSW, alcançando até 41,5 m para ventos de 20 m/s, enquanto os menores valores foram observados em

direções transversais, como Leste, onde a profundidade atingiu apenas 6,1 m com ventos de 5 m/s. Verifica-se que a localização das maiores profundidades não se altera com a intensidade do vento, mas acompanha sempre as direções de fetch mais longo. Mesmo em ventos moderados, a profundidade de mistura supera a média da lagoa (≈ 5 m), indicando que ondas frequentemente atingem o fundo, promovendo ressuspensão de sedimentos e dificultando a estratificação térmica.

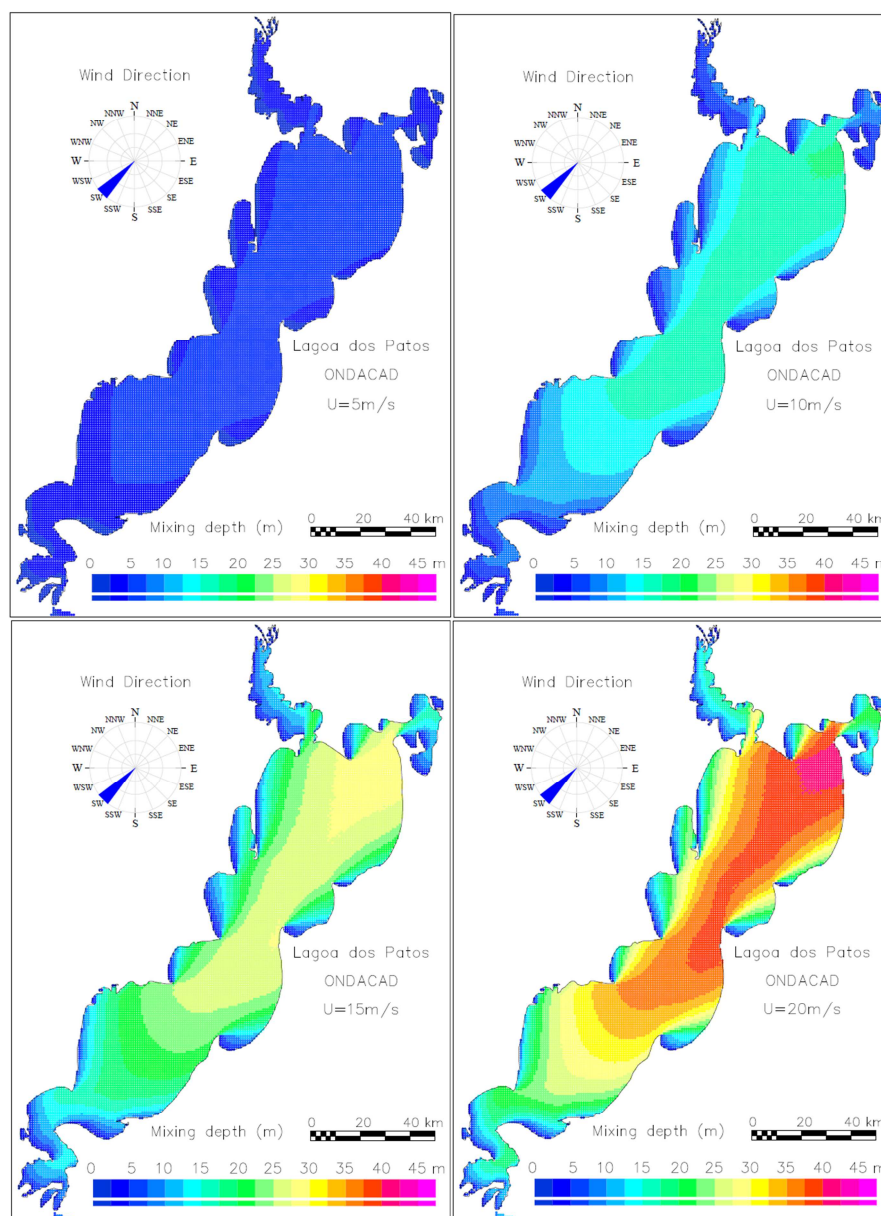


Figura 2 - Mapas de profundidade de mistura para a direção de maior fetch (SW) com diferentes velocidades de vento (5–20 m/s)

Esse comportamento reforça o papel da lagoa como um sistema predominantemente misturado, com implicações ambientais e operacionais relevantes.

CONCLUSÕES

O estudo confirmou a viabilidade de simular as profundidades de mistura na Lagoa dos Patos a partir de ondas geradas por ventos persistentes, considerando apenas a intensidade do vento e a geometria da laguna. O uso do conceito de fetch foi essencial para avaliar o potencial de geração de ondas, destacando a influência da morfologia irregular das margens na distribuição espacial. Os resultados mostraram que as maiores profundidades de mistura alcançaram 6,9; 17,9; 29,5 e 41,5 m para ventos de 5, 10, 15 e 20 m/s, evidenciando resposta quase linear à intensidade. Mesmo ventos moderados já atingem a profundidade média, promovendo ressuspensão de sedimentos e dificultando a estratificação térmica.

Conclui-se que a técnica é eficaz, podendo ser incorporada em sistemas de previsão em tempo real e aplicada ao planejamento ambiental, mitigação de impactos erosivos e otimização de infraestruturas hidráulicas.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos à UEM, à Pró-Reitoria de Pós-graduação e ao Comitê Assessor do Programa de Iniciação Científica pela oportunidade de participar deste projeto e apresentá-lo no EAIIC, ao Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica no Ensino Médio (PIBIC-EM-CNPq/UEM), bem como à supervisão da Profa. Tatiane Barros Nunes, Diretora do Colégio Dom Pedro II na cidade de Umuarama, PR.

REFERÊNCIAS

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

MARQUES, M.; ANDRADE, F. O.; GUETTER, A. K. **Conceito do campo de fetch e sua aplicação ao reservatório de Itaipu**. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, Porto Alegre, v. 18, p. 243-253, 2013.

MARQUES, M. **Fetch em lagos e reservatórios**. [livro eletrônico]. São Paulo: Bookerfield, 2021. DOI: 10.53268/BKF2011110300.

MARQUES, M.; ARANTES, E. P. **Atlas hidrodinâmico do complexo lagunar Costa Doce**. [livro eletrônico]. São Paulo: Bookerfield, 2021. DOI: 10.53268/BKF21110900.

SAVILLE, T. **The effect of fetch width on wave generation**. Journal Technical Memorandum, Washington, n. 70, 1954.