

SIMULAÇÃO NUMÉRICA DE DISPERSÃO DE POLUENTES: ANÁLISE DE LOCAIS PARA IMPLEMENTAÇÃO DE EMISSÁRIO SUBMARINO NAS PROXIMIDADES DA ILHA DE SANTA CATARINA

ALUNO: Vinícios Prestes Morigi (vinicios.morigi@ufrgs.br)

ORIENTADORA: Profª Drª Edith Beatriz Camaño Schettini (bcamano@iph.ufrgs.br)

INTRODUÇÃO

O saneamento básico é um direito da população garantido por lei, pois a sua falta é um agente causador de doenças. Desta forma, a correta disposição dos efluentes urbanos é de fundamental importância para a saúde pública. Em vários lugares do mundo, rios e oceanos são destinos destes efluentes. Isto pode ser um problema complexo em alguns locais, como em Florianópolis, onde existem áreas de preservação ambiental próximas e uma grande população ocupando locais adjacentes às Estações de Tratamento de Esgoto (ETEs). Portanto, é de fundamental importância compreender a dinâmica do escoamento e a distribuição espaço-temporal dos poluentes. Neste âmbito, as simulações numéricas se apresentam como uma ferramenta versátil, pois são capazes de apontar soluções efetivas e testar diversos cenários a um custo relativamente baixo.

Assim, é objetivo do trabalho simular a dispersão de poluentes nas proximidades da ilha de Santa Catarina, principalmente na região da ETE da Lagoa da Conceição, analisando diferentes vazões e locais para o despejo do efluente.

METODOLOGIA

Foi utilizado o código SuLi (Monteiro, 2014), que simula escoamentos com superfície livre com aproximação não-hidrostática para a pressão. Resolve as equações da Continuidade e Navier-Stokes, dadas por:

$$\nabla \cdot \vec{V} = 0,$$

$$\rho_0 \left(\frac{\partial \vec{V}}{\partial t} + \vec{V} \cdot \nabla \vec{V} \right) = -\nabla p + \mu \nabla^2 \vec{V} + \rho \vec{g}$$

em que \vec{V} é a velocidade, p , a pressão, μ , a viscosidade, \vec{g} , a aceleração da gravidade, ρ_0 , a massa específica da água, que se relaciona com a massa específica da mistura água-polvente (ρ) através da equação:

$$\rho = \rho_0(1 + \alpha_c \phi)$$

onde, α_c é uma constante e ϕ , a concentração. Neste trabalho foi adicionado ao código uma equação de Advecção-Difusão:

$$\frac{\partial \phi}{\partial t} + \vec{V} \cdot \nabla \phi = k \nabla^2 \phi$$

em que k é um parâmetro de difusividade. Essa equação é resolvida com um esquema *upwind* de primeira ordem, que utiliza o valor da concentração e da velocidade no ponto vizinho para o cálculo do termo advectivo e apenas o valor da concentração nos dois pontos vizinhos adjacentes na direção da diferenciação para o termo convectivo.

O domínio de simulação utilizado foram as proximidades da ETE da Lagoa da Conceição em Florianópolis, SC, localizada na Latitude 48°33'22" S e Longitude 27°35'59" W. Para a representação do fundo submarino, foram utilizados dados disponibilizados pelo Centro Hidrográfico da Marinha do Brasil (carta 1902), representados na figura 1.



Fig 1 – Dados batimétricos utilizados para representar a proximidade da ETE Lagoa da Conceição, Florianópolis e local de definição do domínio simulado.

A batimetria foi inserida utilizando o Método das Fronteiras Imersas (*IBM – Immersed Boundary Method*). Como condições de contorno adotou-se o deslizamento livre para a velocidade nas fronteiras laterais e na superfície livre. No fundo, foi adotada condição de não deslizamento para a velocidade e de deslizamento livre para a concentração. Para simular o despejo do efluente, estabeleceu-se uma condição de contorno interna de concentração e velocidade. Como condição inicial adotou-se concentração e velocidade nulas.

É considerado um poluente genérico que não se degrada com o tempo. Não são consideradas mudanças oriundas de temperatura, radiação solar ou atividade biológica.

RESULTADOS

Validação

Para validar a dinâmica da equação de Advecção-Difusão, foi simulada uma frente de corrente de densidade, analisada a propagação de sua frente e comparada com Shin et al. (2004) (figura 2)

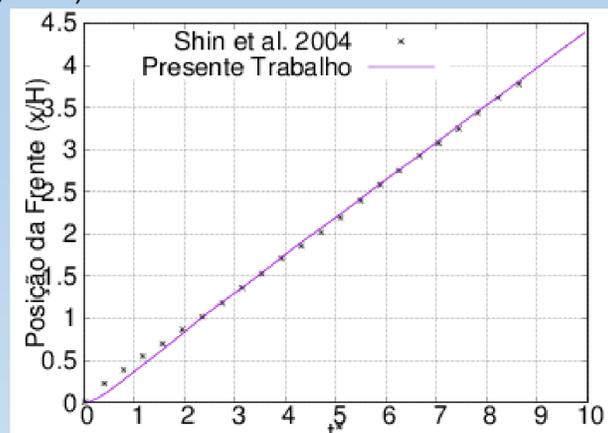


Fig 2 – Validação da dinâmica com frente de Corrente de Densidade de Shin et al. (2004)

Variação da Vazão

Foram simulados cenários com a vazão atual da ETE, de 296 L/s, e com uma eventual ampliação para 612 L/s. A figura 3 mostra as duas situações no tempo $t = 320s$, respectivamente, também sendo apresentada a batimetria do local. A situação de maior vazão apresenta uma maior área atingida pela concentração.

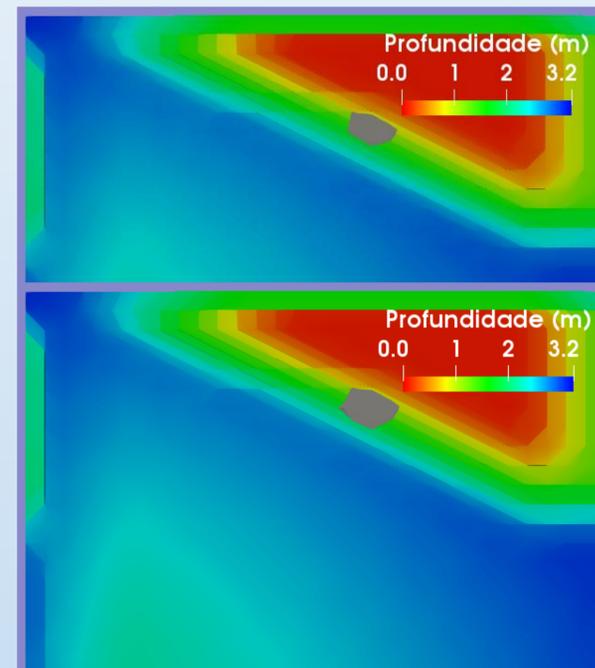


Fig 3 – Áreas atingidas pela concentração (em cinza) com vazões de 296 L/s (acima) e de 612 L/s (abaixo) no tempo $t = 320s$. Também representada a batimetria do local.

CONCLUSÃO

Foi simulado o transporte de um poluente na região da ETE da Lagoa da Conceição em Florianópolis, SC. A ampliação da vazão traz um aumento das áreas atingidas pelo poluente, assim, o conhecimento do relevo de fundo e a localização do emissário são de fundamental importância para a correta disposição do efluente, bem como as atividades exercidas nas proximidades.

AGRADECIMENTOS

O autor agradece a UFRGS e ao CNPq pela concessão da bolsa de iniciação científica.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Centro Hidrográfico da Marinha do Brasil. Cartas Náuticas em formato raster, disponível em: <https://www.marinha.mil.br/chm/dados-do-segnav/cartas-raster>, acessado em 10 de novembro de 2017.
- Monteiro, L. R. Simulação numérica de escoamentos com superfície livre com aproximação não-hidrostática. Dissertação de Mestrado PPGHSA, IPH, UFRGS, 2014.
- Oliveira, A., and Baptista, A. On the role of tracking on eulerian-lagrangian solutions of the transport equation. *Advances in Water Resources* 21, 539-554, 1998.
- Shin, J. O.; Dalziel, S. B.; Linden, P. F. Gravity currents produced by lock exchange. *Journal of Fluid Mechanics*, v. 521, p. 1-34, 2004.