

Dispersão de Poluentes na Laguna Mundaú, Alagoas

Abdeladhim Tahimi¹, Rinaldo V. S. Júnior²

Rivaldo M. N. Pereira³

CECA-UFAL, Rio Largo, AL

A Laguna Mundaú, localizada no estado de Alagoas, Brasil, faz parte do Complexo Estuarino Lagunar Mundaú-Manguaba (CELMM). Com aproximadamente 27 km² de área, a laguna constitui o baixo curso da bacia hidrográfica do Rio Mundaú. Este complexo é de grande importância econômica e turística, mas enfrenta sérios problemas ambientais e sociais, como a redução da produção de pescado e alterações que comprometem seu equilíbrio ecológico [7]. A crescente presença de poluentes, acumulados ao longo dos anos, tem gerado sérias preocupações devido aos seus impactos negativos no ecossistema aquático e na saúde humana. Os principais poluentes encontrados na Laguna Mundaú incluem resíduos sólidos, produtos químicos resultantes de atividades industriais e agrícolas, e esgoto doméstico não tratado [1].

O acúmulo de poluentes pode causar eutrofização, morte de organismos aquáticos, contaminação dos sedimentos e comprometimento da balneabilidade das águas [6]. Além disso, esses poluentes representam um risco à saúde pública, uma vez que a população local pode ser exposta a substâncias tóxicas, como mercúrio, por meio do consumo de água contaminada ou de organismos aquáticos afetados [2]. Diante desse cenário, é essencial implementar medidas de monitoramento, controle e mitigação da poluição para preservar esse ecossistema único e garantir a qualidade de vida das comunidades locais.

O transporte de poluentes na laguna é regido pela equação de advecção-difusão, que leva em consideração os fenômenos de advecção, difusão, decaimento da concentração e a produção do poluente na laguna pelas fontes poluidoras. A evolução da concentração do poluente em cada ponto da superfície da laguna, $P = (x, y)$, e a cada instante de tempo, $t \in [tL, tR]$, como segue [9]

$$\begin{cases} \Omega : \frac{\partial \phi}{\partial t} + \nabla \cdot (u\phi) = \nabla \cdot (\Gamma \nabla \phi) - \sigma \phi + \omega \\ \partial \Omega : \nabla \phi \cdot \eta = 0 \\ \Omega : \phi(0) = \phi_0 \end{cases} \quad (1)$$

onde Ω é o domínio de estudo, que corresponde a uma região bidimensional plana delimitada pelas margens do laguna, ϕ é a concentração do poluente objeto de análise, t é o instante de tempo, u é o vetor velocidade da água na superfície da laguna, Γ é o coeficiente de difusão isotrópica do poluente na água, σ é o coeficiente do decaimento da concentração do poluente com o tempo e ω representa a taxa de produção do poluente nas fontes [5].

Na fronteira do domínio, $\partial \Omega$, é aplicada a condição de Neumann, que indica que não há fluxo do poluente através das margens da laguna $\partial \Omega : \nabla \phi \cdot \eta = 0$, com η sendo o versor normal externo. A condição inicial é $\phi = \phi_0$, onde ϕ_0 , é um dado campo escalar que descreve a distribuição inicial do poluente.

¹abdeladhim.tahimi@ceca.ufal.br

²rinaldo.silva@ceca.ufal.br

³rivaldo.pereira@ceca.ufal.br

Este trabalho propõe a simulação da dispersão de poluentes utilizando ferramentas computacionais. O modelo computacional baseia-se na utilização do Método dos Volumes Finitos (MVF), com o auxílio do módulo Fipy, disponível na linguagem Python [4] [8]. A discretização transforma a equação de advecção-difusão, sendo uma equação diferencial contínua no domínio Ω , em um sistema linear de equações algébricas, que solucionado, estima o valor da variável dependente no centro de cada volume de controle (VC) [3]. O uso do MVF consiste na geração da malha regular, por meio do software Gmsh (gerador de malhas), representando a discretização da superfície da Laguna por células. O objeto malha é crucial para a caracterização do modelo.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio do Campus de Engenharias e Ciências Agrárias (CECA) - UFAL.

Referências

- [1] E. L. Andrade, A. N. S. Oliveira e S. A. M. G. Júnior. “Análise da dispersão estimada de coliformes termotolerantes para os períodos de inverno e verão na laguna Mundaú, Alagoas”. Em: **[TESTE] Revista Contexto Geográfico** 1.2 (2016), pp. 95–106.
- [2] E. S. S. Barros. “Contaminação ambiental da Laguna Mundaú (Maceió-AL): determinação de mercúrio em amostras ambientais e biológicas”. Dissertação de mestrado. Universidade Federal de Alagoas, 2023.
- [3] T. J. Chung. **Computational fluid dynamics**. Cambridge university press, 2002. ISBN: 0521594162.
- [4] J. E. Guyer, D. Wheeler e J. A. Warren. “FiPy: Partial differential equations with Python”. Em: **Computing in Science & Engineering** 11.3 (2009), pp. 6–15.
- [5] R. V. S. Júnior, T. F. Oliveira, A. M. Cordeiro, G. S. Batista, A. B. de Sousa e J. F. C. M. Meyer. “Um Modelo de Dispersão de Poluentes no Lago da Perucaba, Arapiraca-AL”. Em: **Proceeding Series of the Brazilian Society of Computational and Applied Mathematics** 9.1 (2022). DOI: <https://doi.org/10.5540/03.2022.009.01.0319>.
- [6] T. E. B. Luz. “Influência das diferentes configurações de embocadura na qualidade da água do Complexo Estuarino Lagunar Mundaú-Manguaba (CELMM)”. Dissertação de mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2021.
- [7] M. M. Normande et al. “Avaliação do impacto ambiental da subsidência na Lagoa Mundaú na produtividade de sururu”. Em: (2023).
- [8] A. Tahimi. **Pollutant dispersion in the Perucaba lack in the city of Arapiraca, AL, Brasil**. Versão v1.0.0. Jun. de 2023. DOI: 10.5281/zenodo.8057898.
- [9] A. Tahimi, R. V. Silva e R. M. N. Pereira. “Simulação da dispersão de poluentes no Lago Perucaba - por Método dos Volumes Finitos”. Em: **Anais do COREMA** (2023).