

## Processo evolutivo de contaminação da Baía de Chacororé

**Geraldo L. Diniz**      **Andre Krindges**

Depto de Matemática, ICET, UFMT,

78060-900, Cuiabá, MT.

E-mail: geraldo@ufmt.br, krindges@gmail.com,

**Milton O. Assunção Jr.\***

Instituto de Computação – UFMT.

78060-900, Cuiabá, MT.

E-mail: assuncao\_milton@yahoo.com.br.

### RESUMO

Neste trabalho foram considerados apenas os poluentes oriundos dos afluentes contaminados da baía, para mostrar a necessidade de investimentos do poder público em saneamento básico. No modelo, foram levados em consideração os fenômenos de difusão efetiva, transporte pelo meio aquático, os fenômenos de degradação e as fontes poluidoras para a representação o problema [1, 2]. Na construção de soluções aproximadas para equações diferenciais parciais que modelam este tipo problema se usou o método de elementos finitos de segunda ordem, após a discretização do domínio com a introdução de uma malha sobre a qual está definida a solução aproximada, devido a sua maior estabilidade para o código numérico que foi gerado. Para a discretização temporal, foi utilizado o método de Crank-Nicolson, por se tratar de um método incondicionalmente estável. O código numérico foi implementado em ambiente MATLAB®, devido a sua facilidade de interface gráfica e funcionalidade para sistemas de grande porte. Os resultados estão apresentados na forma de simulação de cenário, para uma das estações bem caracterizadas da região, no caso a estação seca, através de gráficos mostrando o processo evolutivo de contaminação na área de estudo.

**Palavras-chave:** *Poluição ambiental, modelagem matemática, equação reação-advectão-difusão.*

### Objetivos

- Descrever a contaminação da baía de Chacororé, através de um modelo matemático.
- Desenvolver códigos numéricos apropriados para simulação de cenários.
- Avaliar o modelo proposto e os códigos implementados com dados reais publicados na literatura.

### Descrição da área de estudo

A área de estudo foi delimitada a partir de uma imagem obtida através do Google Earth, cuja fronteira do domínio foi dividida em dez componentes, de  $\Gamma_0$  a  $\Gamma_9$ , das quais  $\Gamma_0$ ,  $\Gamma_2$ ,  $\Gamma_4$ ,  $\Gamma_6$  e  $\Gamma_8$  representam as margens da Baía de Chacororé, enquanto  $\Gamma_1$  e  $\Gamma_3$  ao sudoeste representam os pontos de deságue de seus tributários e que são as fontes de descarga dos poluentes. Já as componentes  $\Gamma_5$  ao sudoeste,  $\Gamma_7$  e  $\Gamma_9$  ao leste representam os pontos de sangradouro.

Essa região foi então discretizada para uma malha de elementos finitos triangulares, construída pelo software livre Gmsh – versão 2.4.2, sobre os quais foram efetuadas as aproximações, através de funções de segunda ordem.

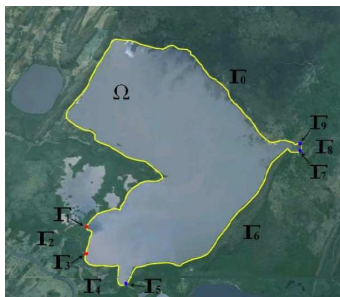
Para obter a velocidade de transporte no meio aquático, essencial para a construção do código numérico que gerou as simulações dos cenários, foi utilizada a equação de Stokes, com código numérico apropriado ao problema, em ambiente MATLAB®.

---

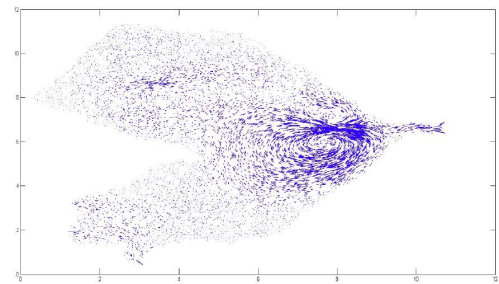
\*bolsista de Iniciação Científica PIBIC/CNPq

## Resultados

De acordo com as condições da baía (figura 1(a)) se obteve o campo de velocidade de transporte no meio aquático, gerado pela equação de Stokes (figura 1(b)).



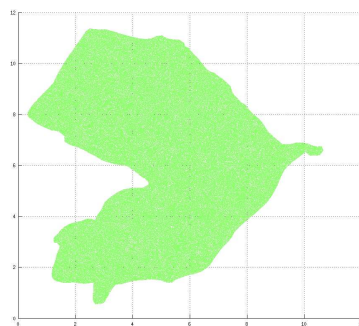
(a) Área de estudo



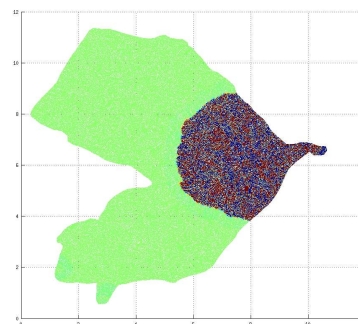
(b) Campo de transporte no meio.

Figura 1: Baía de Chacororé/MT e campo de velocidades

As figuras 2(a) e 2(b) referem-se a simulação obtida para a estação seca.



(a) Condição inicial ( $t = 0$ )



(b) Contaminação da baía em  $t = 50$ h.

Figura 2: Contaminação da Baía de Chacororé/MT – estação seca.

## Conclusões

O campo de transporte descreve a maneira como os poluentes oriundos dos afluentes são carregados no meio aquático em função do fenômeno advectivo, cabe ressaltar o surgimento de alguns vórtices devido as condições de fronteira que não estavam previstos inicialmente. Por fim, o modelo e o código numérico mostraram-se eficientes para o sistema estudado, principalmente devido ao elevado número de nós (370593) e elementos (186222).

Os resultados obtidos podem contribuir para o prosseguimento dos estudos realizados a respeito dos impactos ambientais provocados por atividades antrópicas sobre a região do pantanal mato-grossense, bem como auxiliar no desenvolvimento de práticas de preservação ambiental, uma vez que alterando os valores de entrada do código é possível simular diferentes cenários de contaminação ou descontaminação.

## Referências

- [1] R. C. Bassanezi e W. C. Ferreira Jr., “Equações Diferenciais com Aplicações”, Ed. Harbra, S. Paulo, 1988.
- [2] P. E. Carreras e A. N. Menéndez, Mathematical simulation of pollutant dispersion, *Ecological Modelling*, 52 (1990) 29-40.