

# DESENVOLVIMENTO DE UMA FERRAMENTA EM VRML PARA VISUALIZAÇÃO CIENTÍFICA E SEU USO NA VISUALIZAÇÃO DA SIMULAÇÃO DE ACIDENTES DE DERRAMAMENTO DE PETRÓLEO EM ÁGUAS LITORÂNEAS

JOÃO PAULO FERNANDES CARVALHO FREIRE<sup>1</sup> & EMERSON ALEXANDRE DE OLIVEIRA LIMA<sup>2</sup>

1. Aluno do Curso de Ciência da Computação do PIBIC da UNICAP. E-mail:

[jpfreire@unicap.br](mailto:jpfreire@unicap.br)

2. Professor do Departamento de Matemática e Orientador do PIBIC da UNICAP. E-mail:

[eal@unicap.br](mailto:eal@unicap.br)

## INTRODUÇÃO

Existe atualmente um grande interesse por parte da sociedade da melhoria da qualidade de vida de todos e é, certamente, um consenso que, sem uma preservação intensa do meio-ambiente, isto não é possível. Desta forma, os governos estão sendo pressionados pela sociedade a fiscalizarem e coíberem qualquer atividade ou prática que danifique o meio-ambiente prejudicando assim o bem estar da sociedade.

Uma forma de fazê-lo, adotada em diversos países e, mais recentemente, em alguns estados brasileiros, é o de exigir um estudo do impacto ambiental de qualquer atividade que se pretenda desenvolver a fim de minimizar seus impactos no meio-ambiente.

Determinados estudos, pelo seu custo, extensão e até mesmo por seu *impacto* ambiental, são inviáveis de serem realizados na prática mesmo em escala reduzida devendo, desta forma, serem realizados por meio de estudos teóricos ou, conforme vem sendo mais recentemente feito, por intermédio de simulações computacionais que são modelos ambientais (e que, portanto, seguem as mesmas leis físicas) do ambiente no qual se quer estudar o impacto ambiental de certas atividades.

Uma vez modelado o ambiente, o mesmo passa, geralmente, a ser descrito por um conjunto de equações diferenciais cuja solução (algébrica ou, conforme é mais geralmente feito, numérica) fornece a descrição da evolução temporal do mesmo. As simulações do ambiente consistiram, desta forma, do estudo ao longo do tempo das soluções destas equações.

Uma vez realizadas as simulações, contudo, seguem o problema, de forma alguma trivial, de interpreta-las, o que pode ser simplificado sobremaneira pela utilização de técnicas de visualização computacional.

Os sistemas atualmente disponíveis, entretanto, somente fornecem capacidade de visualização dos dados na forma de gráficos ou modelos bidimensionais simplificados, geralmente, não iterativos, ou seja, se o usuário quiser obter alguma informação particular sobre o problema, terá de recorrer a ajuda especializada (o suporte

humano do simulador) para obtê-la ou terá, conforme é geralmente feito, de escrever ele mesmo código de computador específico para resolver o problema o que, devido a complexidade dos sistemas computacionais atuais, nem sempre é possível.

Neste trabalho, propõe-se a utilização de uma ferramenta **tridimensional** de visualização dos dados oriundos da simulação de acidentes de derramamento de petróleo em águas do litoral próximo – desenvolvido como tema de estudo em iniciação científica no ano de 2001/2002 – que permite não apenas a visualização dos dados gerados pela simulação mas também do próprio ambiente que se deseja simular permitindo ao usuário, inclusive, interação com o simulador, diferentes ângulos de visão do ambiente e mudança das variáveis do ambiente enquanto se desenvolve a simulação do mesmo: **O VRML**.

VRML é o acrônimo de Virtual Reality Modelling Language. Esta linguagem permite descrever, através de elementos geométricos, ambientes computacionais (mundos, *worlds*) pelos quais o usuário pode navegar e com cujas componentes o visitante pode interagir. Seu principal poder consiste na simplicidade com que estes mundos são descritos. Em nosso estudo, utilizamos o VRML para simular o ambiente do litoral próximo de uma praia fictícia e visualizar a evolução ao longo do tempo de uma mancha proveniente de um derramamento de petróleo em um ponto daquele litoral.

## METODOLOGIA

A Primeira parte do trabalho consistiu no estudo detalhado do problema que se queria modelar: A evolução temporal do escoamento de um líquido em meio líquido imiscível com o escoante: o sistema Petróleo-Água Salobra.

A literatura descreve a equação diferencial parcial de 2ª ordem que rege o fenômeno como

$$\frac{\partial c}{\partial t}(x, y, z; t) = -\operatorname{div}(-\alpha \vec{J}(x, y, z; t) + \vec{V} \cdot c) + f(x, y, z; t)$$

onde  $c(x, y, z; t)$  é a concentração do petróleo na posição espacial  $(x, y, z)$  no tempo  $t$ ;  $\vec{V} = \vec{V}(x, y, z; t)$  é o campo vetorial de velocidades da água;  $f(x, y, z; t)$

representa a dinâmica do derramamento (fonte do petróleo);  $\alpha$  representa a difusibilidade ou a facilidade de escoamento de petróleo na água. O termo  $f$  pode ainda conter termos relativos a eliminação do petróleo tais como evaporação, sedimentação e ação de microorganismos.

A primeira aproximação dada ao problema foi reduzi-lo ao caso bidimensional (de fato, conforme descrito na literatura, em 6 horas, a mancha de petróleo aflora quase totalmente a superfície, ficando assim, em um escoamento bidimensional). Em seguida, o termo de fluxo,  $J$ , foi estabelecido como  $\nabla c$  o que indica a direção preferencial de escoamento como aquela no qual a concentração é maior, conforme observado na prática.

Apesar de ser descrito como melhor método na simulação destes sistemas o método dos elementos finitos, foi escolhida a técnica de diferenças finitas, menos precisa a longo prazo, mas com precisão bastante satisfatória em previsões de curto prazo (na ordem de dias) e de bem mais fácil implementação computacional. O sistema foi implementado em Java após um estudo detalhado da modelagem das classes necessárias visando a facilidade de aperfeiçoamento e continuidade em futuros trabalhos.

Após a implementação do sistema e correção de suas falhas iniciais, foi implementado um visualizador 3D em VRML com interface direta com o programa em Java.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

As simulações inicialmente realizadas concordaram com mais de 95% de confiança com os resultados descritos na literatura, apesar de somente terem sido modelados ambientes simplificados com campo de velocidades na direção litoral-oceano (fluxo relativo apenas as marés) e a interface litoral-oceano ter sido suposta impenetrável pelo petróleo.

Quanto a visualização dos dados, é patente a superioridade do sistema iterativo em VRML com relação aos sistemas disponíveis na literatura e Internet.

Como desenvolvimentos futuros, pretende-se melhorar a informação dada pelo simulador com a implementação do método de elementos finitos e percolação e simular ambientes mais próximos da

realidade com interesse particular pelo sistema Suape-Litoral Próximo por este ser o ponto mais crítico de acidentes de derramamento de petróleo no litoral da região próxima a Recife.

**PALAVRAS-CHAVE:** Petróleo, Simulação Computacional, VRML

## AGRADECIMENTOS

Este trabalho somente foi possível devido ao suporte financeiro e material da Universidade Católica de Pernambuco através do programa PIBIC-UNICAP.

## BIBLIOGRAFIA

- BATSCHULET, E. *Matemática para Biocientistas*, Blüschner, 1989.
- CUESTA, I., GRAU, F. X. e GIRALT, F. *Numerical Simulation of Oil Spills in a Generalized Domain. Oil & Chemical Pollution*, no. 7, pp. 143-159, 1990.
- FAY, J. A. *The Spread of Oil Slicks on a Calm Sea. Oil in the Sea*, Plenum Press, pp. 53-63, 1969.
- MARCHUK, G. I. *Mathematical Models in Environmental Problems*. North Holland, 1986.
- MEYER, J. F. C. A. *Derrames de Petróleo em Águas Costeiras: Modelagem Matemática e Simulação Numérica*, in IIIo Simpósio de Ecossistemas da Costa Brasileira, pp. 238-247 - Serra Negra - São Paulo, 1993.
- MURRAY, J. D. *Mathematical Biology, Biomathematics #19*, Springer, 1989.
- PIELOU, E. C. *Mathematical Ecology*, Wiley Interscience, 1997.
- BATSCHULET, E. *Matemática para Biocientistas*, Blüschner, 1989.
- BECKER, E. B., CAREY, G. F. e ODEN, J. T. *Finite Elements v. 1. An Introduction*, Prentice-Hall, 1981.
- BECKER, E. B., CAREY, G. F. e ODEN, J. T. *Finite Elements v. 2. A Second Course*, Prentice-Hall, 1981.
- BENQUÉ, E. J. P., HAUGUEL, A. e VIOLLET, P. L. In: *Engineering Application of Computational Hydraulics*, H. Pitman, 1982.