

## MODELAGEM BASEADA EM AGENTES PARA DERRAME DE ÓLEO NA COSTA MARANHENSE

Pedro Lucas Sanches Fonseca Silva (Eng. de Petróleo - UniCEUMA);

Jennifer Slayder Santos Sousa (Eng. De Petróleo – UniCEUMA);

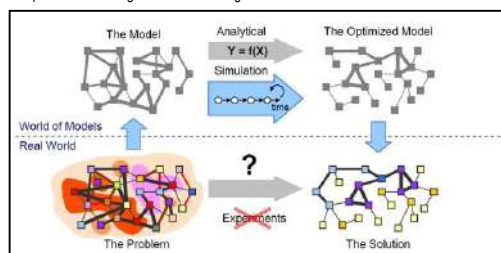
Prof. Dr. Luís Jorge Mesquita de Jesus (Orientador, Departamento de Eng. de Petróleo – UniCEUMA);

plfonseka@gmail.com; slayder.je@gmail.com; luisjorged25@hotmail.com

### INTRODUÇÃO

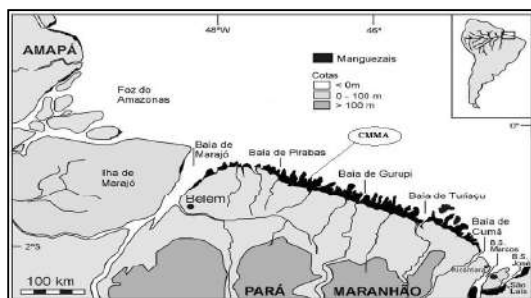
A Modelagem Baseada em Agentes (MBA) é uma técnica de modelagem extremamente rica que permite lidar com sistemas complexos a partir de suas unidades constituintes e gerar resultados através das interações entre estas.

Figura 1 – Esquema de Modelagem Baseada em Agentes



Fonte: BORSHCHEV (2004)

Figura 2 - Mapa de localização da Costa de Macromaré de Manguezais da Amazônia (CMMA)



Fonte: FILHO (2005)

A área conhecida como Reentrâncias Maranhenses é caracterizada pela sua expressiva faixa contínua de manguezal, sendo responsável por 50% da maior extensão do mundo deste tipo.

### METODOLOGIA

#### ESTRUTURA DO SIMULADOR (NETLOGO)

##### ESPAÇO FÍSICO / FLOW MODULE

MAR + TERRA → DIVIDIDOS EM CÉLULAS QUADRADAS

##### COMPORTAMENTO DO ÓLEO / TRANSPORT-FATE MODULE

Volume de Óleo dividido em uma série de pequenas partículas (células menores)

Cada partícula de óleo se movimenta de acordo com um campo de velocidades discreto, com um vetor velocidade atribuído a cada célula. Cada partícula se movimenta com base nos processos de **advecção** e **espalhamento** e está sujeita a processos de **evaporação**, **emulsificação**, **dispersão** e **mudanças na densidade e viscosidade**, cuja intensidade depende da atribuição de condições externas à célula onde a partícula está localizada. Cada processo foi descrito matematicamente para a simulação.

As partículas de óleo podem ainda ser modificadas por mudanças na massa, teor de água, volume, evaporação e taxa de dispersão. Processos que serão as saídas do simulador.

Como valores iniciais são definidas condições do tipo: **temperatura**, **ventos** e **correntes marinhas**, que representam as condições externas atribuídas a cada célula de representação do espaço físico (mar ou terra).

### RESULTADOS E DISCUSSÃO

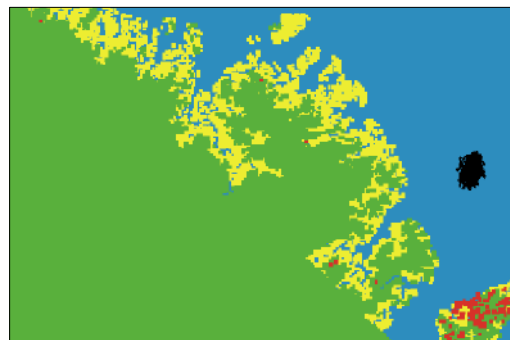
Várias simulações foram feitas para as condições apresentadas pela topologia variando o tamanho do passo de tempo, a quantidade de óleo derramada e o tempo de interação água/óleo.

Tabela 1 – Condições iniciais da simulação apresentada

| Condições iniciais              |                       |
|---------------------------------|-----------------------|
| tamanho da célula               | 10 m                  |
| massa inicial de óleo           | 1 t                   |
| time step                       | 600 s                 |
| densidade do óleo               | 835 kg/m <sup>3</sup> |
| massa inicial de cada partícula | 10 kg                 |
| tempo total                     | 200 h                 |

Fonte: Autor

Figura 3 – Topologia da área de estudo dividida em células ativas



Fonte: Autor

A figura 3 mostra a interface gráfica do software NetLogo com a topologia da área de estudo plotada em células ativas (agentes), as quais foram divididas em AMARELO (ecossistema manguezal), VERDE (demais vegetações) e VERMELHO (áreas antropizadas). A parte em PRETO apresenta a pluma de óleo que interage com as células da topologia regidas pelos fenômenos já citados.

### CONCLUSÃO

Diante do panorama exposto, podemos concluir que os dados e resultados aqui apresentados, ainda que parciais, mostram o potencial da pesquisa, bem como o seu alto grau de importância para o monitoramento de possíveis acidentes envolvendo o derrame de óleo na costa Maranhense. Os resultados obtidos com as simulações estão em acordo com os presentes na literatura, metodologia utilizada como validação. A intenção é construir um simulador amplamente funcional, que poderá ser aplicado a quaisquer tipos de topologias para estudos futuros.

### AGRADECIMENTOS

Os autores gostariam de agradecer ao Laboratório de Modelagem e Simulação de Sistemas Energéticos e à Universidade Ceuma pelo apoio a esta pesquisa.

### REFERÊNCIAS

- BORSHCHEV, Andrei, and Alexei Filippov. "From system dynamics and discrete event to practical agent based modeling: reasons, techniques, tools." *Proceedings of the 22nd international conference of the system dynamics society*. Vol. 22. Oxford: System Dynamics Society, 2004.
- WOLFRAM, S. 1983. Statistical mechanics of cellular automata. *Reviews of Modern Physics*, Vol. 55, No. 3: 602-644.
- BEZERRA, D. S. O ecossistema manguezal em meio urbano no contexto de políticas públicas de uso e ocupação do solo na bacia do Rio Anil, São Luís-MA. Dissertação de mestrado apresentada ao programa de pós-graduação em Saúde e Ambiente da Universidade Federal do Maranhão (UFMA), 122 p. 2008.
- SOUZA FILHO, R.W.M. Costa de manguezais de macromaré da Amazônia: cenários morfológicos, mapeamento e quantificação a partir de dados de sensores remotos. *Rev. Bras. Geof.*, v.23, p.427-435, 2005.