

ANEXO V

Modelo OILMAP e Critérios para Definição da Duração das Simulações Probabilísticas

MODELO OILMAP

O modelo *OILMAP*, desenvolvido pela *Applied Science Associates, Inc. (ASA)*, representa o estado da arte em modelagem computacional para acompanhamento e previsão do deslocamento e transformações químicas (*trajectory and fates*) de qualquer tipo de óleo derramado em acidentes com petróleo. *OILMAP* é um sistema de modelos, baseados em plataforma PC, que pode ser utilizado em Planos de Contingência, Planos de Emergência com acompanhamento em tempo real, Relatório de Controle Ambiental (RCA) e ou Estudos de Impacto Ambiental (EIA/RIMA) em qualquer região do mundo (Jayko and Howlett, 1992; Spaulding *et al* 1992a,b).

O *OILMAP* foi projetado em uma configuração modular, de forma que diferentes tipos de modelos de derrame, bem como um conjunto de ferramentas sofisticadas de dados ambientais, possam ser acoplados, dependendo do problema e situação em estudo. Como o sistema utiliza uma interface gráfica desenvolvida para ambiente Windows, as diferentes configurações são acopladas em menus visuais, que são acionados a partir de simples toques do mouse.

O sistema *OILMAP* inclui os seguintes modelos: um modelo de trajetória e transformações (*trajectory and fates*) para óleo de superfície e sub-superfície, um modelo de resposta a derrame de óleo, modelos probabilísticos e um modelo receptor que através do método inverso localiza a origem do derrame a partir de informações da posição da mancha.

O modelo de trajetória e transformações prevê o transporte e a degradação do óleo a partir de derrames instantâneos e contínuos. As estimativas demonstram a localização e concentração do óleo de superfície e sub-superfície *versus* tempo. O modelo estima a variação temporal da cobertura de área, espessura da mancha, e viscosidade do óleo. O modelo também estima o balanço da massa de óleo ou a quantidade de óleo sobre a superfície do mar, na coluna de água, evaporado, na costa, e fora da área de estudo, *versus* tempo. Os processos de transformações biogeoquímicas no modelo incluem dispersão, evaporação, entranhamento ou arrastamento, dispersão natural ou por suspensão e emulsificação. Em versão opcional, o *OILMAP* pode também calcular as interações do óleo com a camada de sedimentos e, no balanço de massa, a sedimentação associada a este processo. Uma descrição detalhada dos processos biogeoquímicos representados no modelo, bem como suas formulações matemáticas, são apresentadas em *ASA* (1997).

A dispersão e o espalhamento da mancha são representados no modelo pela formulação espessofino de Mackay *et al.* (1980, 1982)¹, utilizando-se a abordagem de mancha espessa (Mackay *et al.*, 1980, 1982)

¹ Mackay, D., S. Paterson, and K. Trudel, 1980. Um modelo matemático de comportamento de derrame de óleo do Departamento de Engenharia Química da Universidade de Toronto, Canadá, 39 pp (*A mathematical model of oil spill Behavior, Department of Chemical Engineering*).

Mackay, D., W. Shui, K. Houssain, W. Stiver, D. McCurdy, and S. Paterson, 1982. Desenvolvimento e Calibragem de um modelo de comportamento de derrame de óleo (*Development and calibration of an oil spill behavior model*), Relatório No. CG-D027-83, Centro de Pesquisa e Desenvolvimento da Guarda Costeira dos EUA (*US Coast Guard Research and Development Center*), Groton, CT.

O processo de evaporação baseia-se na formulação analítica parametrizada em termos de exposição à evaporação (Mackay *et al.*, 1980, 1982). Os processos de entranhamento e arrastamento são modelados utilizando-se a formulação de Delvigne & Sweeney's (1988)² que, explicitamente, representa índices de injeção de óleo para dentro da coluna de água por gotículas de óleo. O coeficiente de entranhamento ou arrastamento, como uma função da viscosidade do óleo, baseia-se em Delvigne & Hulsen (1994). O processo de emulsificação do óleo, em função de perdas de evaporação e alterações na porcentagem de água na mistura, baseia-se em Mackay *et al.* (1980, 1982). A interação do óleo com o litoral e linha de costa é modelada com base em uma versão simplificada de Reed *et al.* (1989)³ que formula o problema em termos de uma capacidade de retenção dependendo do tipo da costa e de um índice de remoção exponencial.

Em sua configuração básica, o *OILMAP* também inclui uma variedade de ferramentas computacionais gráficas que permitem ao usuário a especificação dos cenários, animação das trajetórias, correntes e vento, importar e exportar dados ambientais, a definição da grade computacional para qualquer área dentro do domínio, gerar correntes médias ou de maré, incluir ou editar as características dos óleos registrados no banco de dados, apresentar dados contidos em objetos georeferenciados (GIS) e determinar o impacto ambiental em recursos naturais. As funções do GIS permitem ao usuário a entrada, manipulação, e exibição de objetos na tela através de pontos, linhas, e polígonos georeferenciados ao domínio definido pelo cenário. A cada objeto pode ser atribuído dados em formato de texto, valores numéricos, ou arquivos através de link externos.

Utilizando-se o *OILMAP* em modo estatístico, é possível levar em consideração a variabilidade das forças ambientais. No modo estatístico, as simulações de derrame são realizadas através da variação aleatória do início do derrame dentro do período para o qual se têm dados meteorológicos e oceanográficos. Tanto os ventos quanto as correntes, ou ambos, podem variar estocasticamente. As múltiplas trajetórias são então utilizadas para a produção de curvas de contorno, demonstrando a probabilidade da presença de óleo em cada ponto da grade computacional (área de estudo). Os resultados em forma gráfica podem ser apresentados como contornos de probabilidade da presença de óleo na água, na costa, ou tempo de deslocamento da mancha decorrido após o início do derrame. Estas probabilidades de presença de óleo e tempo de deslocamento da mancha podem ser correlacionadas a recursos naturais armazenados no banco de dados (GIS), de forma a auxiliar na avaliação de impactos ambientais em termos da probabilidade da presença de óleo em recursos importantes.

² Delvigne, G.A.L., and L.J.M. Hulsen, 1994. Medição de laboratório simplificada de coeficiente de dispersão de óleo (*Simplified laboratory measurement of oil dispersion coefficient*) – Aplicação em cálculos de dispersão natural de óleo (*Application in computations of natural oil dispersion*). Procedimentos do Décimo Sétimo Programa de Derrame de Óleo Marítimo e Ártico (*Seventeenth Arctic and Marine Oil Spill Program*), Seminário Técnico, 8 a 10 de junho de 1994, Vancouver, BC Canada, pp. 173-187.

³ Reed, M., E. Gundlach, and T. Kana, 1989. Um modelo de derrame de óleo na zona costeira: estudos de desenvolvimento e suscetibilidade a Poluição de Óleo e Produtos Químicos (*A coastal zone oil spill model: development and sensitivity studies, Oil and Chemical Pollution*), Vol. 5, p. 411-449.

CRITÉRIO PARA DEFINIÇÃO DA DURAÇÃO DAS SIMULAÇÕES PROBABILÍSTICAS

Seguindo orientação da CEPEMAR/PETROBRAS, as simulações probabilísticas de “pior caso” deveriam prosseguir até que a mancha atingisse uma pseudo-concentração de 20 mg/L. Entretanto, para um acidente com o vazamento de 66.614 m³ esta condição foi atingida em aproximadamente 30 dias. Por esta razão, as simulações dos cenários de “pior caso” foram definidas para 30 dias.

Em reunião com o Dr. Merv Fingas da Agência Canadense “Environment Canada”, foram discutidas algumas alternativas para atender as legislações ambientais e definir a duração das simulações probabilísticas. O Dr. Fingas trabalha na agência ambiental do governo canadense desde 1974, ocupando, atualmente, o cargo de *Chief of the Emergencies Science Division*. No período 1987-1991 ele foi o *chairman* do *NATO-CCMS Committee on Spill Studies* e é considerado uma das autoridades mundiais no conhecimento e estudo da dinâmica de acidentes com petróleo, com diversos trabalhos publicados sobre o assunto (e.g. Fingas, 2002, 2001a, 2001b, 1998, 1995).

Segundo o Dr. Fingas, a utilização do critério de espessura ou pseudo-concentração não possui base científica “defensável”, uma vez que os modelos não representam adequadamente valores de espessuras tão pequenos. Além do mais, no atual estado da arte de conhecimento do comportamento do óleo, no mundo real, não é possível implementar esses processos nos modelos de forma confiável e segura. Outro aspecto refere-se à variação do filme de óleo que corresponde ao *rainbow sheen*, o qual não tem os limites bem definidos e pode variar de 0,4 micrometros a 3,0 micrometros. Há outro fenômeno, não representado no modelo, responsável pela alternância entre espalhamento e contração do filme, causando o “aparecimento” e “desaparecimento” desse filme sobre a água.

O Dr. Fingas sugeriu determinar o tempo de simulação com base na evaporação do produto simulado, estimando-se por meio de equações aceitas pela comunidade científica, o tempo necessário para evaporar um determinado percentual do total “evaporável” para aquele volume a ser simulado. A justificativa para adoção deste critério, além daquele exposto anteriormente, baseia-se no fato de que a partir desse ponto, começam a atuar processos que ainda não são bem conhecidos e ainda não estão incorporados nos modelos: emulsificação, biodegradação e foto-oxidação.