

Os modelos ambientais de multimeios

Entende-se por modelo matemático o conjunto de equações que descrevem aspectos de um determinado fenômeno natural. A utilização de modelos matemáticos com capacidade preditiva é de importância fundamental para a definição de estratégias no gerenciamento ambiental. Modelos ambientais de multimeios são uma descrição matemática da distribuição das substâncias entre os compartimentos que formam um ambiente. Estes modelos são ferramentas de baixo custo, relativamente simples, mas bastante poderosas para investigar o destino de contaminantes descartados no ambiente.

Os primeiros modelos de multimeios, baseados no balanço de massa, foram introduzidos nos anos 1970 e provaram ser “ferramentas poderosas, que integram informações sobre emissões, propriedades químicas, características ambientais e processos de transporte em um sistema espacial (lago, rio, etc.) para avaliar o destino e distribuição de substâncias químicas que entram no ambiente” (Tell & Parkerton, 1996). O poder dos modelos de multimeios está em sua simplicidade. Os modelos de multimeios simplificam o ambiente ao considerar que o mesmo é formado por compartimentos homogêneos, que representam o ar, a água, o sedimento, etc. Estes modelos geralmente requerem informação de entrada concernente a características ambientais específicas, taxas de emissões químicas no ambiente definido e dados das propriedades físico-químicas do contaminante (Renner, 1995).

Os modelos de multimeios estão fundamentados no princípio de balanço de massa, assim como em propriedades termodinâmicas, como a fugacidade, e de transporte aplicadas nos compartimentos que representam o ambiente, com a finalidade de prever as concentrações dos poluentes.

As concentrações previstas são essenciais para estimar os riscos para a saúde das populações da flora e da fauna dos ecossistemas expostos pela presença de substâncias químicas nocivas.

Na Tabela 2.1 mostra as sete principais áreas de aplicação dos modelos de multimeios. Muitas destas são usadas por órgãos governamentais, não governamentais e pela indústria. Estes modelos proporcionam valores limites de contaminação e que podem ser utilizados como índices de risco ou perigo de contaminação por poluentes. Os valores limites assim obtidos podem ser usados como critérios para a disposição e tratamento de rejeitos perigosos (Sexton, 1995).

Os países da Comunidade Européia e Canadá estão usando estes modelos para avaliar a segurança de substâncias químicas para as populações e o ambiente. Além de usos reguladores, algumas empresas industriais estão usando os modelos para prever o destino ambiental de substâncias químicas novas (Renner, 1995). Apesar do reconhecimento e uso destes modelos ter aumentado consideravelmente durante os últimos 30 anos, também aumentaram as críticas para este tipo de enfoque do problema. É improvável que os modelos de multimeios sejam aceitos de forma irrestrita enquanto eles não forem melhor validados (Cowen et al., 1997).

Muitos modelos de multimeios estão sendo desenvolvidos e usados em países como Estados Unidos (CalTOX), Canadá (ChemCAN) e Europa (HAZCHEM e SimpleBox). Uma descrição breve destes modelos pode ser achada na "The multi-media fate model: A vital tool for predicting the fate of chemicals", (Cowen et al., 1997).

Modelos de multimeios geralmente requerem dois tipos de dados relacionados às condições ambientais e as propriedades físico-químicas do contaminante. Estes modelos normalmente incluem os compartimentos primários como solo, ar, água, e sedimento. Além destes, os compartimentos secundários podem ser incluídos, dependendo do modelo. Exemplos de compartimentos secundários que podem ser incluídos são a vegetação e os peixes. Os modelos também diferem quanto ao tamanho e tipo de características ambientais que descrevem. Por exemplo, o modelo CalTox em seu modelo descreve paisagens residenciais, comerciais e industriais na Califórnia. O modelo ChemCAN descreve as 24 regiões canadenses além de áreas genéricas. O modelo HAZCHEM descreve as regiões européias e o modelo SIMPLEBOX descreve, por sua vez, a seu modo regiões que estão próximas ou abaixo do nível do mar.

O modelo **“Quantitative Water Air Sediment Interaction (QWASI)”** tem por objetivo estimar as concentrações de poluentes em um sistema aquático

formado pelos compartimentos ar, água e sedimento. O modelo baseia-se nas equações de balanço de massa unidimensional em estado estacionário e utiliza o conceito de fugacidade que está relacionando-o com a concentração.

Com o número crescente de instalações como tanques de armazenagem, terminais, oleodutos que atravessam rio, entre outras na indústria de petróleo nas proximidades dos estuários, derramamentos de óleo em cursos d'água vêm se tornando mais freqüentes do que no oceano. Em consequência do aumento de derramamentos em cursos d'água e do fato de que estes podem gerar grandes impactos ambientais e econômicos devido à proximidade de centros urbanos, existem vários trabalhos sobre o transporte de contaminantes. Dentre estes, citam-se Hoult & Suchon (1970), Leendertse (1970), Tsahalis (1979), Shen & Yapa (1988), e Shen et al. (1993) sobre a modelagem de derrames de óleo em rios. Basicamente todos estes modelos quantificam o escoamento através de modelos hidrodinâmicos 1-D, 2-D ou quase 3-D sendo o transporte calculado apenas na superfície em duas dimensões. Todos os modelos de transporte consideram a advecção, a difusão turbulenta e a dispersão mecânica. Os processos físico-químicos como evaporação, dissolução, mistura vertical e deposições no sedimento são considerados na maioria dos modelos, e os efeitos biológicos são considerados apenas no modelo desenvolvido por Reed et al. (1991).

Entre os trabalhos onde são aplicados modelos de transporte de contaminantes em ambientes específicos têm-se: Xiao Yong (1989) que modela correntes de maré e transporte de poluentes na Baía de Taipong na China, Phanikumar et al. (1992) sobre o estudo de dispersão de poluentes no córrego de Thane na Índia, Al-Rabeh & Gunay (1992) que aplica um modelo de dispersão de partículas ao efluente de uma instalação “off-shore” de petróleo, Heslop & Allen (1993) que modela o transporte de poluentes no rio Severn (Inglaterra) usando um modelo de caminho aleatório.

Entre os trabalhos relacionados a modelos de transporte de óleo e contaminantes na Baía de Guanabara destacam-se: Vilela (1992) que modela a circulação hidrodinâmica da Baía e verifica o efeito do vento na sua hidrodinâmica, Santos (1995) que estuda o emissário de Icaraí, Xavier (1996) que fez o estudo do transporte de contaminante no estuário do Rio Iguaçu – Baía de Guanabara, Rosso (1997) sobre o modelo hidrodinâmico para o transporte de manchas de óleo em regiões costeiras.

Não foi encontrado na bibliografia nenhum modelo de multimeios aplicado à Baía de Guanabara.

A Fig. 2.1 mostra a evolução do número de trabalhos desenvolvidos nos últimos anos sobre o uso dos problemas direto e inverso na modelagem ambiental (Sun, 2002)

Tabela 2.1 - Principais áreas de aplicação dos modelos de multimeios (Cowen et al 1997).

Avaliação de riscos de substâncias químicas novas e existentes.
Classificação de substâncias químicas nocivas.
Administração de rejeitos perigosos.
Otimização, aperfeiçoamento, teste e monitoramento de estratégias.
Avaliação de exposição indireta.
Determinação do tempo de dispersão global e do tempo de recuperação.
Teste da coerência da qualidade ambiental.

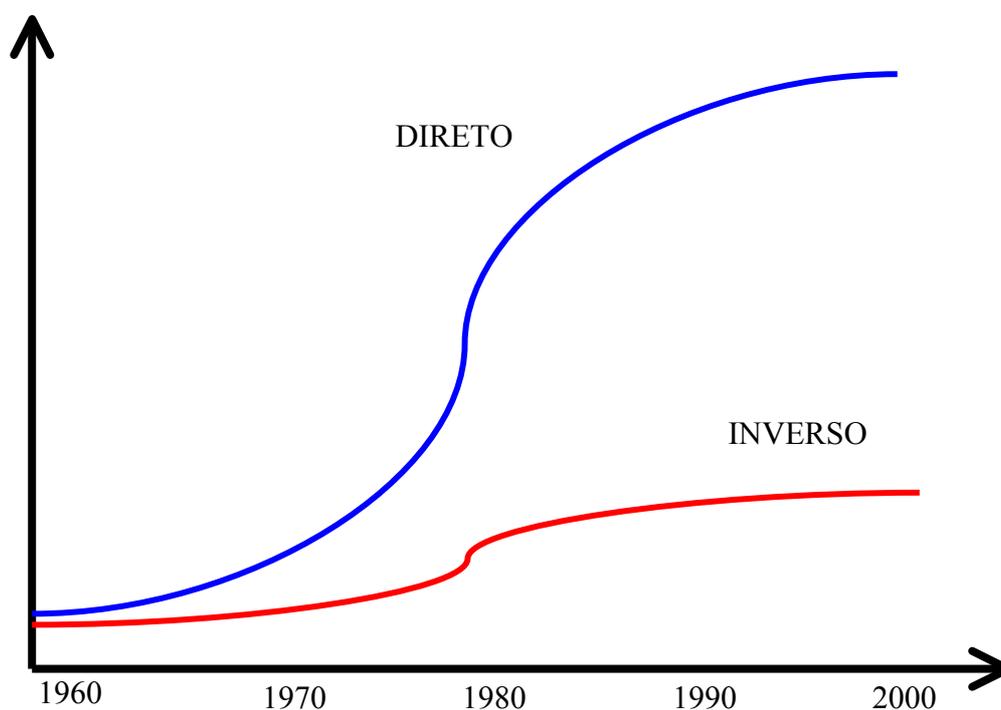


Figura 2.1 – Evolução do uso dos problemas direto e inverso na modelagem ambiental