

4

A Hidrosfera ou A Água

Sabe-se que a água ocupa aproximadamente 70% da superfície da Terra. Alguns modelos utilizam deste fato para avaliar a distribuição de substâncias químicas em ambientes extensos. Similarmente à atmosfera, as substâncias alcançam determinados limites (profundidade) e estes podem ser delimitados da seguinte forma: 100 m para oceanos e em situações de maior interesse ambiental cerca de 10 m. Assim, se um modelo considera uma área total de $100\,000\text{ m}^2$, tem-se como área de água um valor de $700\,000\text{ m}^2$ e um volume de $7\,000\,000\text{ m}^3$. Para os casos de modelagem em municípios, normalmente estima-se uma área de água igual a 10% , o que resulta aproximadamente em um volume de 10^6 m^3 . Além disso, geralmente considera-se a água pura, isto é, não contendo eletrólitos dissolvidos, apenas com partículas suspensas.

4.1. Matéria Particulada

Exercendo um papel fundamental no comportamento das substâncias, a matéria particulada consiste de uma ampla variedade de materiais. Possui uma capacidade de absorção e/ou adsorção e é composta por matéria mineral sob a forma de argila ou sílica. Além disso, pode conter também detritos orgânicos e substâncias húmicas.

A matéria particulada (MP) é constituída de matéria mineral (MM) e matéria orgânica (MO), que por sua vez contém carbono orgânico (CO). Em geral, utiliza-se o processo de secagem para medir a quantidade de CO na MO: secam-se os sólidos para posterior queima, tendo como produto final cerca de 50% de CO. Para fins de modelagem, considera-se para cada metro cúbico de água 5 g ou $2,5\text{ cm}^3$ (massa específica = $2\text{ g} \times \text{cm}^{-3}$) de MM e 2,5 g ou cm^3 (massa específica = $1\text{ g} \times \text{cm}^{-3}$) de MO, resultando numa densidade média $1,5\text{ g} \times \text{cm}^{-3}$ de partícula.

Estima-se que em águas limpas a concentração de partículas é de aproximadamente $1 \text{ g} \times \text{m}^{-3}$ ou o equivalente $1 \text{ mg} \times \text{L}^{-1}$. Entretanto, em grande parte dos casos a concentração é alta, em torno de $5 \text{ a } 20 \text{ g} \times \text{m}^{-3}$. Para os casos de águas turvas e barrentas indica-se uma concentração de $100 \text{ g} \times \text{m}^{-3}$.

Assim, para uma concentração de $7,5 \text{ g} \times \text{m}^{-3}$ de matéria particulada e uma massa específica de $1,5 \text{ g} \times \text{cm}^{-3}$, tem-se como fração volumétrica de partículas um valor de 5×10^{-6} e conseqüentemente para um volume de água de $2 \times 10^{11} \text{ m}^3$, tem-se 10^6 m^3 de material particulado.

4.1.2. Deposição do Material Particulado

Assim como os aerossóis, o material particulado serve como transporte de substâncias químicas do meio aquoso para seu respectivo sedimento. A deposição torna-se rápida nos processos envolvendo substâncias hidrofóbicas, devido à tendência acumulativa nas partículas. Em geral, a velocidade de deposição é cerca de $0,02 \text{ a } 0,08 \text{ m} \times \text{h}^{-1}$ e esta é suficiente para remover a maioria do material suspenso de muitos lagos ao longo do ano. Grande parte deste material é resuspenso do fundo do sedimento pela ação de correntes, tempestades e por perturbações causadas por peixes e invertebrados.

4.2. Biota Aquática

Sendo bastante utilizados nos modelos avaliativos, os peixes destacam-se pela elevada capacidade de bioacumulação de metais e outras substâncias químicas prejudiciais ao ambiente e/ou a saúde. Para fins da modelagem, estima-se que para cada um milhão de m^3 de água, tem-se um m^3 de peixe. Assim, se uma determinada região apresenta $7 \times 10^6 \text{ m}^3$ de água, nela encontram-se 7 m^3 de peixe. Além disso, torna-se importante conhecer a taxa de lipídio (gordura) do peixe, que em geral é de 5%.

Mesmo existindo uma vasta variedade de biota aquática, os peixes são utilizados pelos modelos devido (também) à elevada posição trófica. Geralmente estima-se 10^{-6} como fração volumétrica de peixe.

Em águas rasas ou próximo a costa, existem plantas com elevada capacidade de sorção, mas são desconsideradas para fins da modelagem, devido a dificuldade e limitações em estimar as quantidades sorvidas.

4.3.Sedimentos

Inspeções realizadas para determinar as condições dos fundos das lagoas, revelam a existência de uma camada ativa na interface água/sedimento. Esta camada consiste tipicamente de 95% de água e 5% de partículas, possuindo alta quantidade de matéria orgânica. Além disso, pode também conter material fecal e partículas vindas da coluna d'água. Seu movimento é resultante das correntes e da ação da variedade biótica presente no fundo. O sedimento torna-se mais consolidado a maiores profundidades e o conteúdo de água tende a diminuir para 50%.

No topo do sedimento, vivem organismos que se alimentam de outros e de matéria orgânica. Devido ao movimento desses organismos, quase toda camada ativa é revirada, identificando-se então um fenômeno denominado bioturbação. Dependendo das condições da camada ativa, esta pode ser aeróbia ou anaeróbia. A camada ativa também influi consideravelmente no destino de substâncias inorgânicas, como os metais e arsênio. Os sedimentos mais profundos são menos acessíveis, chegando a ponto do material (juntamente com as substâncias químicas) permanecer quase todo enterrado. Estima-se que a maioria das atividades nos sedimentos ocorrem aproximadamente nos primeiros 5 cm de profundidade. Os sedimentos mais profundos são em geral ignorados, devido à dificuldade de investigação.

4.3.1.Deposição, Resuspensão e Soterramento

É possível estimar a taxa de deposição, isto é, a quantidade de material depositado anualmente no fundo da coluna d'água. Normalmente, utiliza-se bandejas para coletar as partículas que decaem. Porém, as medidas de deposição são prejudicadas pela resuspensão simultânea, causada pelas correntes e pela atividade biótica. A taxa de soterramento varia muito, mas em geral considera-se tipicamente $1 \text{ mm} \times \text{ano}^{-1}$.

Em geral, para um sedimento com 3 cm de profundidade, tem-se 67% de água e 33% de sólidos(10% de matéria orgânica e 5% de carbono orgânico). Uma parte do material depositado é resuspenso, outra é degradada e o restante permanece soterrado.

Para uma área de 1 m^2 , tem-se uma taxa de deposição de $1000 \text{ cm}^3 \times \text{ano}^{-1}$ por ano. Como em geral, a massa específica da partícula é em torno de $1,7 \text{ g} \times \text{cm}^{-3}$, tem-se $1700 \text{ g} \times \text{ano}^{-1}$ dos quais 500 g é MO (matéria

orgânica) e 1200 g é MM (matéria mineral). É suposto que 40% do material é resuspenso, isto é, 200 g de MO e 480 g de MM. Dos 300 g de MO remanescentes, aproximadamente 233 g são degradadas e 67 g são aterradas juntamente com 720 g de MM. Assim, todas as substâncias presentes nos sedimentos são primariamente removidas pela degradação, resuspensão e soterramento.

Estima-se que para um sedimento com taxa de soterramento de $1 \text{ mm} \times \text{ano}^{-1}$ e com uma espessura de 3 cm, tem-se 30 anos para que todo o sólido do sedimento seja soterrado. Durante este tempo, estes sólidos lançam substâncias sorvidas de volta a coluna d'água, causando um dos problemas mais comuns dos sedimentos contaminados.