

# O CICLO HIDROLÓGICO

*Malin Falkenmark*

## Introdução

As atividades humanas mudam a superfície terrestre. Após a II GM, as mesmas passaram a comprometer a integridade do meio ambiente, mais especificamente a água e a terra, afetando por sua vez a capacidade de suporte do sistema. Estes efeitos negativos crescem juntamente com a população, que aumenta de uma Índia a cada década. Em contrapartida, as medidas de recuperação e a política ambiental seguem a uma velocidade muito mais lenta que o agravamento dos problemas ambientais.

A água só é útil à vida na forma líquida, fato que, no sistema solar, só ocorre no planeta Terra. Devido à proximidade com o Sol, Mercúrio e Vênus só têm água na forma gasosa. De Marte em diante a água só ocorre na forma sólida (gelo) devido às baixas temperaturas. Na Terra, a disponibilidade de água determina onde e como as civilizações/sociedades irão se desenvolver. Na antiguidade, elas se estabeleceram perto dos grandes rios. Quanto maior é a disponibilidade de água, maiores são as chances de desenvolvimento. E à medida que a tecnologia se sofisticava, aumenta o descaso com a água.

A preocupação com a água só surgiu após a missão da NASA à Marte, quando então questionou-se “quão importante é a água para a vida na Terra?” A resposta é bem simples: ela permite a vida. O ciclo da água no planeta, no entanto, é extremamente complexo, a despeito da maneira simplista com que cada profissional a vê dentro do seu campo de atuação.

Este artigo descreve a importância da água, o funcionamento do ciclo hidrológico e sua interação com a biosfera e a geosfera.

## A importância da água

Basicamente, a água tem cinco grandes funções na natureza e na sociedade:

1. **Possibilitadora.** A localização das cidades está estreitamente relacionada à disponibilidade de água.
2. **Limitadora.** Da mesma forma, a escassez de água em regiões áridas impede a vida humana e a produção de alimentos.
3. **Mantenedora** da biomassa. A fotossíntese só é possível quando da existência de água e de radiação solar.
4. **Transportadora** de poluentes, de substâncias dissolvidas e de nutrientes para as plantas e dentro das plantas.
5. **Propagadora** das mudanças climáticas, uma vez os maiores impactos do aquecimento global refletem-se nas fases do ciclo hidrológico.

A água é ainda uma fornecedora de radicais OH na atmosfera, funciona como meio para reações químicas, participa da formação dos solos na litosfera.

## O ciclo hidrológico

O ciclo hidrológico é comandado pela radiação solar, que fornece energia para evaporação de grandes quantidades de água dos oceanos. O vapor d'água assim formado desloca-se para os continentes por meio das correntes atmosféricas, abastecendo-os através da precipitação. A água nos continentes é matéria prima para o processo de fotossíntese, permitindo o desenvolvimento da biomassa vegetal, iniciando assim a cadeia alimentar. O retorno para os oceanos dá-se através do escoamento (processo de *runoff*) desta água pelos solos, até atingir os rios, que desaguarão nos oceanos.

Cerca de 75% da água evaporada para a atmosfera provem dos oceanos e os demais 25% são provenientes da evaporação de superfícies úmidas e da transpiração das plantas. O desenvolvimento da biomassa vegetal provê oxigênio à atmosfera através da fotossíntese e vapor d'água através da transpiração. Este vapor d'água compensa as perdas pela precipitação nos continentes. Desta forma, a biota (parte viva do planeta) permite o ciclo hidrológico. O tempo de vida do vapor d'água é cerca de 10 dias.

O vapor d'água e o dióxido de carbono são gases de efeito estufa responsáveis pelo aquecimento natural do planeta (90% e 10% respectivamente). Sem eles, a Terra seria 30°C mais fria.

No ciclo da água existem interações verticais, caracterizadas pelos fenômenos de precipitação e horizontais, e interações horizontais, caracterizadas pelo escoamento da água no solo e transporte de umidade na atmosfera. Após atingir a superfície terrestre, por exemplo, a água pode seguir um fluxo vertical de retorno à atmosfera ou um fluxo horizontal de escoamento em direção aos rios.

Cada vez mais faz-se necessário aprender com os erros do passado, de modo que a população saiba desenvolver-se de modo sustentável, sem destruir os recursos dos quais depende para sobreviver. Para isso, deve haver a compreensão do funcionamento do sistema como um todo, o qual pode ser subdividido em subsistemas (atmosfera, oceano, terra, calotas e biota) e suas interligações (fluxos de energia e elementos químicos).

A ciclo hidrológico funciona como o meio de transporte para estes fluxos. A circulação da água no planeta permite a ciclagem de elementos como o carbono, o nitrogênio, o fósforo, entre outros, além de funcionar como um modelador do clima, do tempo e das fisionomias vegetais.

As mudanças de fase da água envolvem grandes quantidades de energia, a qual é carreada do equador para os pólos através da água, promovendo uma compensação pelas grandes perdas de calor que ocorrem nas altas latitudes. Ainda assim, há um gradiente latitudinal de temperatura no globo. A circulação global do planeta pode ser dividida em 5 grandes células, definidas pelos sistemas de ventos e pelas cadeias montanhosas: Atlântico Norte, Atlântico Sul, Pacífico Norte, Pacífico Sul e Índico.

Em ambientes extremamente áridos, não há excesso de água para estoque no solo e nos aquíferos, e nem para escoamento (*runoff*). Toda a água da precipitação é utilizada pelas plantas, que por sua vez transpiram pouco como estratégia de adaptação. Ou seja, toda água retorna à

atmosfera. À medida que a quantidade de chuva aumenta, as plantas aumentam suas taxas de transpiração. Garantido um suprimento seguro das plantas, começa a surgir o escoamento. As plantas possuem um valor máximo de transpiração, chamado de evapotranspiração potencial. Atingido este ponto, todo o restante da água é escoado. A evapotranspiração potencial pode ser atingida em ecossistemas úmidos, quando então pode-se encontrar os maiores valores de *runoff*. A eficiência da precipitação varia com a umidade e a temperatura da atmosfera. Em ambientes áridos, a quantidade de água necessária para a produção de uma tonelada de biomassa vegetal é cerca de 5 vezes maior que nas regiões úmidas. E nas regiões mais frias do planeta, é possível manter culturas agrícolas altamente exigentes de água com a mesma quantidade de chuva com que é possível manter apenas um pasto nas regiões mais quentes.

A superfície terrestre pode ser dividida em áreas de carga (divisores de água, com movimento descendente) e de descarga de água (retorno da água para os rios pelo solo). As características químicas da água quando ela entra em uma bacia são diferentes de quando ela sai, devido à sua interação com o solo e com a vegetação. Ao entrar, a quantidade de sólidos dissolvidos é bem mais baixa que ao sair.

### *A influência da água na sociedade*

O regime hidroclimático não só influencia o tipo de vegetação e o padrão de drenagem que uma região irá apresentar, como também determina a atividade humana predominante. Em regiões mais áridas e secas, onde há deficiência no estoque de água (balanço negativo), predomina o nomadismo. Quando o balanço torna-se positivo (existência de água excedente), já é possível encontrar a agricultura de subsistência, e à medida que as taxas de precipitação aumentam mais, estabelecem-se os sistemas agroflorestais.

As interações entre as atividades humanas e o meio ambiente podem ser entendidas definindo-se dois elementos: a **esfera social** e a **esfera ambiental**. Na esfera social, temos o Homem necessitando de água, alimento e energia para sobreviver e para progredir. Esta “matéria-prima” é colhida na esfera ambiental. Esta colheita gera impactos no meio ambiente, acrescido do fato de que o lixo produzido das atividades humanas também é depositado de volta ao meio ambiente, sem maiores cuidados. Aos poucos, estas más condições do meio ambiente começam a degradar a capacidade de suporte do sistema como um todo, gerando uma série de efeitos nocivos à própria sociedade, frustrando-a no que tange a satisfação de suas necessidades básicas e não básicas. Somente neste estágio, são pensadas e desenvolvidas as políticas públicas ambientais, que acabam por limitar certos maus hábitos da sociedade.