

# A ÁGUA A Água na Natureza

## I.1. Generalidades

### I.1.1. Quantificação

A água é a substância simples mais abundante no planeta Terra e pode ser encontrada tanto no estado líquido, gasoso ou sólido, na atmosfera, sobre ou sob a superfície terrestre, nos oceanos, mares, rios e lagos. Também o constituinte inorgânico mais presente na matéria viva: cerca de 60% do peso do homem é constituído de água e em certos animais aquáticos esta percentagem alcança 98% (SPERLING, 1996, p. 12). Cientistas estimam que o nosso planeta tem *três quartos* de sua massa só de água ( $1,36 \times 10^{18} \text{ m}^3$  segundo SPERLING, 1996, p. 12), ou seja, 1 trilhão e 360 bilhões de quilômetros cúbicos, com  $1,5 \times 10^{12}$  metros cúbicos em estado livre no planeta (A. NETTO *et alli*, 1998, p. 536). Os mares e os oceanos contêm cerca de 97,4 % de toda essa massa, formada pela água salgada. 2 % da água total está estocada sob a forma de neve ou gelo, no topo das grandes cadeias de montanhas ou nas zonas polares. Assim apenas cerca de 0,6 % do total encontra-se disponível como água doce nos aquíferos subterrâneos (0,5959 %), os rios e lagos superficiais (0,0140 %) e na atmosfera na forma de vapor d'água (0,001 %). A maior parte das águas subterrâneas encontra-se em condições inadequadas ao consumo ou em profundezas que inviabilizam sua exploração. Diante desta situação é de importância fundamental para o futuro da humanidade, e sua própria sobrevivência, que se valorize a preservação dos recursos hídricos do planeta em suas condições naturais.

### I.1.2. O ciclo hidrológico

Conhecida a distribuição da água na Terra, é importante também que se saiba como ela se movimenta no planeta. Ao seu permanente movimento de mudanças de estado (sólido, líquido ou gasoso) ou de posição (superficial, subterrânea ou atmosférica) em relação à superfície da Terra, denominou-se de *ciclo hidrológico*. Por definição, então, *ciclo hidrológico* é a descrição do comportamento natural da água em volta do globo terrestre. Essencial para o desenvolvimento da vida na Terra, é composto de três fenômenos principais: evaporação para a atmosfera, condensação em forma de nuvens e precipitação, mais freqüentemente em forma de *chuva*, sobre a superfície terrestre, onde ela se dispersa sobre as mais variadas maneiras, de acordo com a superfície receptora, escoando sobre a superfície, infiltrando-se e/ou evaporando-se.

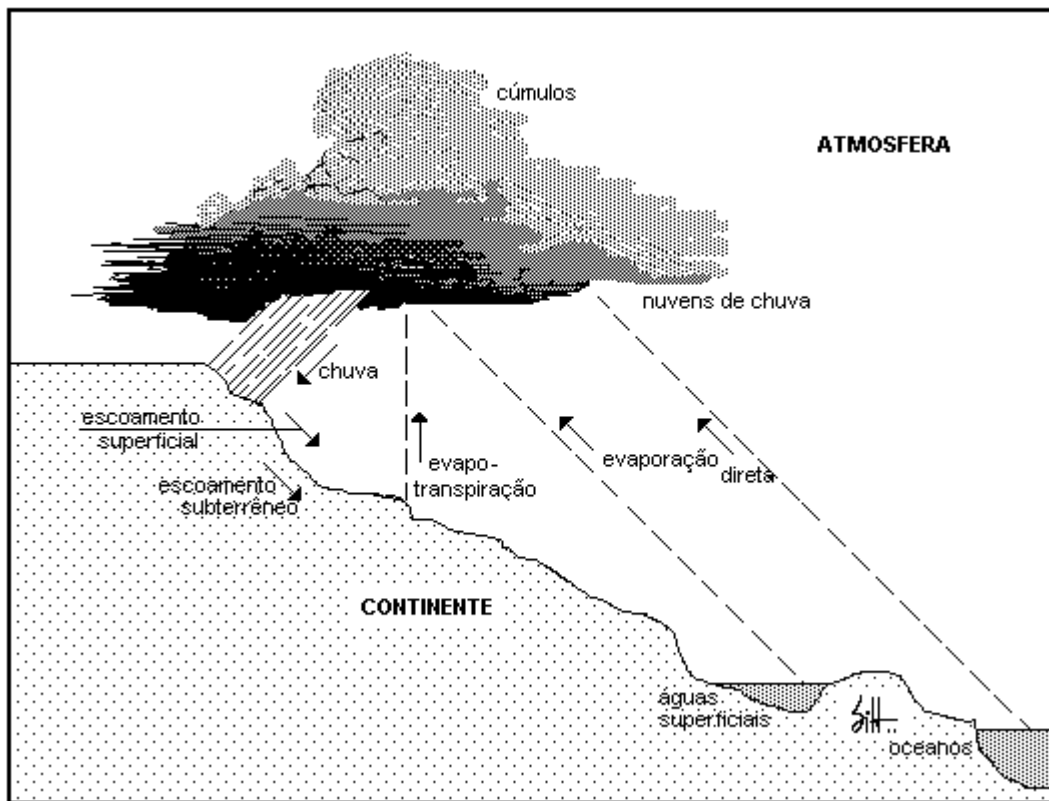
A cada ano, a energia do Sol faz com que um volume de aproximadamente  $500.000 \text{ Km}^3$  de água se evapore, especialmente dos oceanos, embora também de águas e rios. Essa água retorna para os continentes e ilhas, ou para os oceanos, sob a forma de precipitações: chuva ou neve. Os continentes e ilhas têm um saldo positivo nesse processo. Estima-se que eles "retirem" dos oceanos perto de  $40.000 \text{ Km}^3$  por ano. É esse saldo que alimenta as nascentes dos rios, recarrega os depósitos subterrâneos, e depois retorna aos oceanos pelo deságüe dos rios.

A água é encontrada na atmosfera mais freqüentemente sob a forma de vapor ou de partículas líquidas, embora não seja raro sob a forma de *neve* ou de *gelo*. Para que ocorra uma precipitação é necessário que o vapor atmosférico sofra condensação em gotículas que, ao atingir determinado peso, não podem continuar em suspensão, caindo em forma de chuva. Se durante essa precipitação essas gotas atravessarem camadas atmosféricas com temperaturas negativas poderá ocorrer o congelamento e a precipitação ocorrer na forma de partículas de gelo, o *granizo*. Se essa condensação ocorrer sob temperaturas de congelamento, a precipitação se dará em forma de *neve*.

Embora sem importância para estudos de abastecimento de água, em função de sua insignificante contribuição para a formação de escoamentos superficiais, ainda se pode registrar que quando a condensação for originada do contato do vapor atmosférico com uma superfície sólida, o solo por exemplo, e em temperaturas do ar circundante muito baixas, não necessariamente de congelamento, ocorre a formação do *orvalho* ou das *geadas*. A ocorrência destes tipos de condensação é de extrema importância em áreas agrícolas, assim como a precipitação em forma de *granizo*.

Resumindo, as precipitações pluviométricas podem ocorrer tanto da forma mais comum conhecida como chuva, como em formas mais moderadas como neblinas, garoas ou geadas, ou mais violentas como acontecem nos furacões, precipitações de granizo, nevascas, etc.

Quando a chuva alcança o solo, parte da água se infiltra e parte fica temporariamente sobre a superfície, em função da intensidade da chuva e da capacidade de infiltração do solo. Da parcela superficial parte é retida, passa do estado líquido para o gasoso pelo processo de evaporação natural, e volta a atmosfera. A intensidade desse fenômeno natural depende da temperatura ambiente, da ventilação e da umidade relativa do ar. O restante escoar sobre a superfície livre do terreno indo abastecer os corpos receptores naturais como rios lagos e oceanos. Da parcela infiltrada, a que fica retida nos interstícios próximos à superfície volta a atmosfera na forma de vapor e o restante penetra mais profundamente e vai abastecer o lençol freático e outros aquíferos subterrâneos. A Figura III.1 representa esquematicamente o ciclo hidrológico com seus principais componentes.



**Figura III.1 – Principais fases do ciclo hidrológico**

Em áreas cobertas por densa vegetação o volume de água que é transferido para a atmosfera, através do fenômeno de transpiração, pode ser bastante significativo, em função da dimensão dessa área. Nesse processo a água é retirada do solo pelas raízes, transferida para as folhas e, então, evaporada. Assim, numa área de floresta, por exemplo, a superfície de exposição das folhas é muito grande e em função da temperatura ambiente e da insolação, pode se tornar o fator determinante do teor de umidade atmosférica (numa área equatorial, por exemplo).

Evidentemente o ciclo hidrológico, embora seja um fenômeno contínuo da natureza, não tem comportamento uniforme em cada uma de suas fases, principalmente quanto à evaporação e à precipitação. Essas variam de intensidade aleatoriamente com o tempo, principalmente ao longo das estações climáticas. Na realidade qualquer observação sistemática de chuvas em determinado local caracterizar-se-á por notáveis variações nas quantidades precipitadas anualmente e não mostrará ocorrências cíclicas dos fenômenos. A maior quantidade de observações ao longo de um tempo mais longo (mais de trinta anos) permitirá condições de se apurar valores médios mais consistentes.

A fase atmosférica do fenômeno das precipitações é de interesse dos meteorologistas, porém a partir do momento em que ela atinge o solo, torna-se o elemento fundamental dos estudos ligados à *Hidrologia*. Segundo o United States Federal Council of Science and Technology, Committee for Scientific Hidrology (1962), *Hidrologia* é a ciência que estuda a água da terra, sua ocorrência, circulação e distribuição, suas propriedades físicas e químicas, e suas reações com o meio-ambiente, incluindo suas relações com a vida (Villela & Mattos, 1975, p. 1), ou seja, é a ciência que estuda a presença da água na natureza. Ainda denomina-se de Hidrologia de superfície o estudo referente ao movimento da água sobre o solo, isto é, do escoamento superficial das águas, que é o que interessa para projetos de drenagem superficial. Pode-se dizer que como ciência é um estudo recente, pois seus fundamentos teóricos só começaram a se formar nos tempos do cientista italiano Leonardo da Vinci (1452-1519), com a concepção do ciclo hidrológico, e só foi aceita como disciplina específica em fins do século XIX, embora os antigos egípcios já ensaiassem o controle das cheias do Rio Nilo, a cerca de 3000 anos antes de Cristo (Pinto et all, 1976, p. 2).

No entanto, o ritmo acelerado de desmatamentos das últimas décadas, e o crescimento urbano e industrial, que necessita sempre de mais água, vem alterando esse ciclo hidrológico. Estudos da ONU mostraram que o desmatamento e o pastoreio excessivo diminuem a capacidade do solo em atuar como uma grande esponja, absorvendo águas das chuvas e liberando seus conteúdos lentamente. Na ausência de coberturas vegetais, e com solos compactados, a tendência das chuvas é escorrer pela superfície e escoar rapidamente pelos cursos de água, o que traz como conseqüência as inundações, aceleração no processo de erosão e diminuição das estabilidade dos cursos de água, que ficam diminuídos fora do período de cheias, comprometendo assim a agricultura e a pesca. Não faltam sinal de escassez de água doce. O nível dos lençóis freáticos baixa constantemente, muitos lagos encolhem e pântanos secam. Na agricultura, na indústria e na vida doméstica, as necessidades de água não param de aumentar, paralelamente ao crescimento demográfico e ao aumento nos padrões de vida, que multiplicam o uso da água. Nos anos 50, por exemplo, a demanda de água por pessoa era de 400 m<sup>3</sup> por ano, em média no planeta, ao passo que hoje essa demanda já é de

800 m<sup>3</sup> por indivíduo. Em países cada vez mais populosos, ou com carência em recursos hídricos, já se atingiu o limite de utilização de água. Constatou-se que atualmente 26 países, a maioria situada no continente africano, totalizando 235 milhões de pessoas, sofrem de escassez de água. As outras regiões do mundo também não são poupadas. Sintomas de crises já se manifestam em países que dispõem de boas reservas. Nos locais onde o nível de bombeamento (extração) das águas subterrâneas é mais intenso que sua renovação natural, se constata um rebaixamento do nível de lençóis freáticos, que, por esse motivo, exigem maiores investimentos para serem explorados e ao mesmo tempo vão se tornando mais salinos.