

## HISTÓRIA DA HIDROLOGIA

Texto original: **Wikipédia, a enciclopédia livre** Junho/2011

Ampliação e ilustração: **Iran Carlos Stalliviere Corrêa-IG/UFRGS**

A **Hidrologia** (do grego *Υδωρ*, *hydor*, "água"; e *λόγος*, *logos*, "estudo") é a ciência que estuda a ocorrência, distribuição e movimentação da água no planeta Terra. A definição atual deve ser ampliada para incluir aspectos de qualidade da água, ecologia, poluição e descontaminação.



Ciclo da água.

### Introdução

**Hidrologia** é, em um sentido amplo, a ciência que se relaciona com a água. Como ela se relaciona com a ocorrência primária de água na Terra, é considerada uma ciência natural. Por razões práticas, no entanto, a hidrologia restringe-se a certas áreas, por exemplo, ela não

cobre todo o estudo sobre oceanos (*oceanografia*) e também não se preocupa com usos médicos da água (*hidrologia médica*).

O termo tem sido usado para denotar o estudo do ciclo da água ou **ciclo hidrológico** na Terra, enquanto que outros termos como **hidrografia** e **hidrometria** têm sido usados para denotar o estudo da água na superfície ou em sua medição. No entanto, esses termos têm agora significados específicos:

- **Hidrologia** se refere à ciência da água.
- **Hidrografia** é a ciência que descreve as características físicas e as condições da água na superfície da Terra, principalmente as massas de água para navegação.

A **hidrologia** não é uma ciência inteiramente pura; ela tem muitas aplicações práticas. Para enfatizar-lhe a importância prática, o termo "**hidrologia aplicada**" tem sido comumente usado. Como numerosas aplicações dos conhecimentos em hidrologia ocorrem também no campo das engenharias hidráulica, sanitária, agrícola, de recursos hídricos e de outros ramos da engenharia, o termo "**engenharia hidrológica**" tem sido também empregado.

É uma disciplina considerada ampla, abrangendo grande parte do conhecimento humano. Geralmente, esta disciplina, faz parte dos cursos de engenharia civil, engenharia hidráulica, engenharia sanitária, geografia, geologia e engenharia ambiental.

A **Hidrologia** apresenta subdivisões em algumas áreas:

- **Hidrometeorologia** - é a parte da ciência que trata da água na atmosfera;
- **Limnologia** - é a parte que estuda os lagos e os reservatórios artificiais;
- **Potamologia** ou **Fluviologia** - trata do estudo dos arroios e rios;
- **Glaciologia** ou **Criologia** - é a área da ciência relacionada com a neve e o gelo na natureza;
- **Hidrogeologia** - é o campo científico que trata das águas subterrâneas.

## Definições

Várias definições de **hidrologia** já foram propostas. O Webster's Third New International Dictionary (Merriam Webster, 1961) descreve **hidrologia** como sendo *"a ciência que trata das propriedades, distribuição e circulação da água; especificamente, o estudo da água na superfície da Terra: no solo, rochas e na atmosfera, particularmente com respeito à evaporação e precipitação"*. O Painel Ad Hoc em **Hidrologia** do Conselho Federal para Ciência e Tecnologia dos Estados Unidos, 1959 recomendou a seguinte definição: *"hidrologia é a ciência que trata da água na Terra, sua ocorrência, circulação e distribuição, suas propriedades físico-químicas e sua relação com o meio ambiente, incluindo sua relação com a vida. O domínio da hidrologia abraça toda a história da água na Terra."*

Entre as definições que enfatizam a importância prática da **hidrologia** no que concerne aos recursos hídricos na Terra, Wisler e Brater oferecem a seguinte: *"hidrologia é a ciência que trata dos processos que governam a depleção e recarga dos recursos hídricos nas superfícies sobre o mar. Trata do transporte de água através do ar, sobre e abaixo da superfície e através da Terra. É a ciência das várias partes do Ciclo hidrológico."*



A água cobre cerca de 70% da superfície da Terra.

## Histórico

A **Hidrologia** é uma ciência relativamente jovem tendo seu maior impulso de desenvolvimento no século XX, devido à necessidade das grandes obras hidráulicas.

Os insucessos que vinham acontecendo anteriormente com as obras nas calhas dos rios, resultantes principalmente de estimativas insuficientes de vazões de enchentes, traziam consequências desastrosas que se agravavam com a ampliação do porte das obras e o crescimento das populações ribeirinhas, bem como, com as repercussões do colapso operacional desses empreendimentos sobre a economia das nações.

Entretanto, as primeiras notícias sobre a preocupação dos homens com os fenômenos **hidrológicos** remontam ao Antigo Egito, à Mesopotâmia, à Índia e à China, há alguns milhares de anos antes de Cristo.

Uma das primeiras etapas na história da domesticação da água foi o surgimento da agricultura, o que levou ao desenvolvimento das técnicas de irrigação. De acordo com os indícios arqueológicos, as primeiras sociedades que transferiram a água dos rios para suas lavouras foram a babilônica, no atual Iraque, e a egípcia. Esta última foi responsável também por construir, no Nilo, as primeiras barragens conhecidas, inventando o que hoje chamamos de **hidrologia**.

Os antigos tiveram de criar também uma maneira de levar água às plantações que estavam acima do nível dos rios e canais. Os mesopotâmicos foram os pioneiros, criando o **chadouf**, sistema de alavanca e contrapeso que elevava alguns metros cúbicos de água por hora. O invento foi sucedido pela **nória**, uma roda vertical com copos que alimentavam uma canaleta, responsável por transportar o líquido até as lavouras.

Outra preocupação do período foi o excesso de água. Os mesopotâmicos novamente saíram na frente e inventaram o primeiro sistema de **drenagem** da história: um pequeno declive que levava o excedente do líquido para um fosso de coleta na parte mais baixa do

terreno. Graças a essas técnicas criadas na Idade do Bronze, as superfícies cultiváveis se multiplicaram.



Nória Mesopotâmica



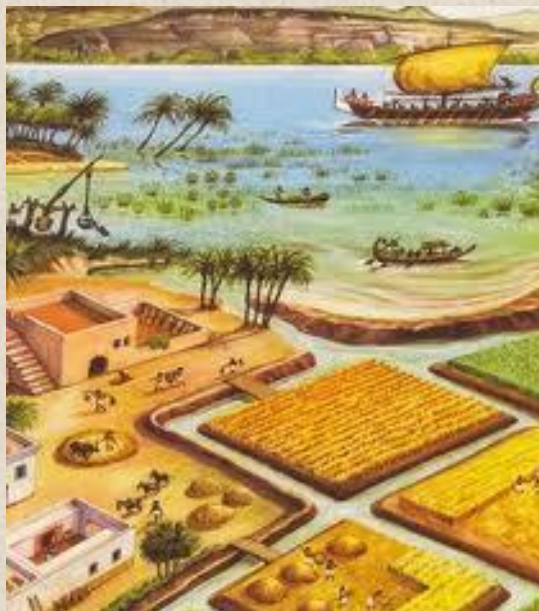
O Chadouf

Aproximadamente no ano 3000 a.C., os egípcios construíram no rio Nilo, a uns 30 km ao sul da atual cidade do Cairo, a **barragem de Sadd-el-Kafara**, em alvenaria de pedra, com cerca de 100 metros de extensão e dez metros de altura, presumivelmente para abastecimento de água potável, finalidade rara entre as obras da época, cuja quase totalidade consistia em canais e endicamentos, com o objetivo de promover a irrigação das terras pelo aproveitamento das enchentes dos rios. Essas obras de engenharia hidráulica eram realizadas em bases totalmente empíricas; as que tinham um bom desempenho eram copiadas, as que sofriam desastres eram alteradas naquilo que se julgasse ser a causa do erro.



A estrutura da barragem de Sadd-el-Kafara a 3000 a.C. Egito

Outro antigo trabalho de drenagem e irrigação é atribuídos ao Faraó Menés, fundador da primeira dinastia egípcia, que barrou o rio Nilo próximo a Mênphis, com uma barragem de 15m de altura e extensão de aproximadamente 500m, para alimentar o canal de irrigação.



Canais de irrigação

Também no Egito encontram-se os primeiros registros sistemáticos de níveis de enchentes. Estes registros datam de 3.500 a.C. e indicavam aos agricultores a época oportuna de romper os diques para inundar e fertilizar as terras agricultáveis. Nota-se que, aos egípcios, pouco importava o estudo da **Hidrologia** como ciência e sim a sua utilização.



O Palácio de Cnossos

Mas egípcios e babilônios não foram os únicos capazes de controlar a água na Antiguidade. Por volta de 2500 a.C., a ilha de Creta

já contava com um sistema de canais que levava o líquido até as casas. O palácio de Cnossos, por exemplo, possuía **água corrente**, fontes, banheiras e latrinas. Na mesma época, a civilização harappeana, originária do vale do rio Indo, no atual Paquistão, também possuía casas com chuveiros e latrinas, além de contar com uma rede urbana de esgotos. Por volta de 700 a.C., foi a vez dos assírios construírem um canal com mais de 100 km de comprimento para transportar a água das montanhas da região do atual Iraque para o palácio de Nínive.



Representação do século III a.C. mostrando uma lavoura em Acádia, na Mesopotâmia, berço das técnicas de irrigação.

Roma também se destacou na domesticação do líquido. No século VI a.C., a cidade inaugurava seu primeiro sistema de esgotos. Cerca de 300 anos depois, o primeiro **aqueduto**, chamado de *Aqua Appia*, começava a levar água até a cidade por canais de alvenaria. Os romanos souberam também explorar e aperfeiçoar as invenções dos povos que conquistavam. Em meados do século I a.C., por exemplo, a **nória mesopotâmica** era usada pelos latinos na região do estreito de Bósforo, na Turquia.

No final do império, Roma contava com 11 **aquedutos**, e o maior deles, chamado *Aqua Claudia*, percorria 68 km e transportava cerca de 1 milhão de metros cúbicos de água por dia. Isso não quer dizer que a população comum era bem abastecida. Cerca de um quarto da água que chegava à cidade ia para a casa imperial; metade ficava com os cidadãos "ilustres", como os senadores; e a população comum tinha de se contentar com apenas um quarto de todo o líquido, que era coletado nas fontes públicas.



Aqueduto Romano

Embora as civilizações antigas tenham desenvolvido vários tipos de sistemas **hidráulicos**, a sociedade medieval parece ter abandonado esses conhecimentos. O abastecimento de água do período era irrisório, e a falta de locais para coletar o líquido usado causava graves problemas.

A idéia predominante, na época, entre os gregos, incluindo-se Platão, Aristóteles (384-322 a.C.) e Tales de Mileto, era a de que as fontes e os mananciais existentes nos continentes, inclusive no alto de serras e cordilheiras, eram abastecidos por **reservatórios subterrâneos** inesgotáveis, existentes a grandes profundidades.



Reservatório Subterrâneo



Sabe-se que Aristóteles interpretou os processos de **evaporação** e **condensação** atmosférica como intimamente relacionados à precipitação e admitiu que parte da chuva contribuísse para os rios, superficialmente, e que outra se infiltrasse e pudesse chegar às nascentes. Essa contribuição, segundo ele, seria, todavia, muito pequena e a maior responsabilidade pela surgência de **água** nos continentes seria o resultado da condensação da umidade atmosférica em profundas cavernas subterrâneas, uma dupla analogia com as cavernas calcárias do litoral do Mediterrâneo, com as quais os gregos estavam muito familiarizados.

Foi Marcus Vitruvius Pollio (80a.C.-25a.C.), engenheiro e arquiteto romano que viveu na época de Cristo, quem admitiu que a chuva que caía nas altas montanhas, infiltrava-se e ressurgia no sopé das elevações, formando os rios. Foi a primeira teoria de infiltração que rompeu os tabus dos conceitos antigos consolidados na época.



Marcus Vitruvius Pollio

Esses preconceitos e essas teorias dominaram o pensamento humano até fins do século XVII, apresentando como únicas honrosas exceções, **Leonardo da Vinci** e **Bernard Palissy**. Da Vinci (1542-1519) explicou a salinidade dos mares pela ação das águas continentais que se infiltravam, dissolviam e carreavam os sais do subsolo para os oceanos, onde esses sais permaneciam. Palissy (1510-1589) concebeu uma teoria da infiltração como hoje é aceita, pela qual as águas infiltradas iam formar as fontes e nascentes, todas as águas tendo

como origem as precipitações. Essas idéias revolucionárias somente foram confirmadas e consagradas pelos estudos de **Pierre Perrault** (1608-1680), **Edmé Mariotte** (1620-1684) e **Edmond Halley** (1656-1742), franceses os dois primeiros, sendo o último o célebre astrônomo inglês. Foram eles os primeiros que puderam demonstrar, quantitativamente, as idéias de Palissy e Da Vinci, criando, dessa forma, uma **hidrologia** conceitualmente científica, libertando-a do subjetivismo a que, até então, estava subordinada.



Bernard Palissy



Edmé Mariotte



Edmond Halley

**Perrault** mediu, durante três anos, as chuvas na bacia do rio Sena até Burgundy e, estimando suas vazões, pôde concluir que as chuvas produziam um deflúvio seis vezes maior do que o que transitava pelo rio no mesmo tempo. Além disso, **Perrault** estudou o fenômeno da evaporação e constatou que, através dela, imensos volumes de água

podiam se perder para a atmosfera. **Mariotte** mediu as vazões do rio Sena em Paris por meio de flutuadores, confirmando os resultados de Perrault, e observou que as vazões das nascentes aumentavam por ocasião das chuvas. **Halley** mediu a evaporação no Mediterrâneo e verificou, por métodos mais ou menos grosseiros, que o volume evaporado do mar Mediterrâneo compensava a soma dos deflúvios de todos os rios que nele deságuam, justificando a permanência de seu nível de água.

Esses três pesquisadores podem ser considerados os fundadores da **Hidrologia**, mas não se devem esquecer figuras notáveis, como **Galileu Galilei** e **Torricelli**, ou, depois deles, Daniel Bernoulli, Henri Pitot, Antoine de Chézy, Giovanni Venturi, Henry Darcy, Jules Dupuit, Henry Bazin, Gunter Thiem, Julius Weissbach, T. Bergeron e A. Schoklitsch, os quais colaboraram, teórica ou praticamente, para o desenvolvimento da **Hidrologia** e da **Hidráulica**.

Na segunda metade do século XIX e no século XX, os Estados Unidos trouxeram uma notável contribuição para o desenvolvimento da ciência **hidrológica**, como consequência ou necessidade de seu desenvolvimento econômico e tecnológico. Podem-se citar nomes como os de Robert Manning, Allen Hazen, Adolph F. Meyer, Oscar E. Meinzer, Le Roy K. Sherman, Hans Albert Einstein, W. E. Fuller, R. E. Horton, R. K. Linsley, F. F. Snyder, Ven Te Chow, entre outros.

Entre as organizações e entidades européias que se destacaram no desenvolvimento da **Hidráulica** e de **Hidrologia** pode-se mencionar o Laboratório Nacional de Engenharia Civil (*LNEC*), em Lisboa; o Institute of Hydraulic Engineering (*IHE*), em Delft, Holanda; o Wallingford Experimental Station (*WES*) em Wallingford, Inglaterra; o Laboratoire National d'Hydraulique (*LNH*) em Chatou, França; o Institut de Mécanique de Grenoble (*IMG*); a Société Grénobloise d'Amenagements Hydrauliques (*SGAH*) em Grenoble, França;, dentre outros.

Nos Estados Unidos pode-se citar o Bureau of Reclamation do Ministério do Interior, a Colorado State University e o Corps of Engineers do USA Army, dentre outros.

No Brasil, diversas organizações públicas e privadas se destacaram, principalmente no século XX e contribuíram para o

desenvolvimento dos estudos, projetos e pesquisas nas áreas relacionadas com a **Hidráulica**, em geral, e com a **Hidrologia**, em particular, podendo-se citar: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental (*ABES*); Associação Brasileira de Recursos Hídricos (*ABRH*); Associação Brasileira de Águas Subterrâneas (*ABAS*); Associação Brasileira de Irrigação e Drenagem (*ABID*); Departamento Nacional de Obras de Saneamento (*DNOS*); Departamento Nacional de Obras contra as Secas (*DNOCS*); Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica (*DNAEE*); Companhia de Pesquisas de Recursos Minerais (*CPRM*); *ELETROBRÁS*; e as Companhias de Energia Elétrica (*FURNAS*), Companhia Hidrelétrica do São Francisco, Eletrosul, Eletronorte, Itaipu Binacional, CESP, COPPE – UFRJ, bem como, os principais laboratórios de hidráulica do país (*HIDROESB* - Laboratório Saturnino de Brito, o primeiro da América Latina, *INPH*, Instituto de Pesquisas Hidráulicas (*IPH-UFRGS*) em Porto Alegre, Brasil, *IPH-UFPR* e Laboratórios de Hidráulica da *USP* e de *FURNAS*.

O Brasil desde Maurício de Nassau possuiu ou produziu alguns dos **hidrólogos** e **hidráulicos** mais respeitados no Mundo, tais como Saturnino de Brito (1864-1929), Saturnino de Brito Filho (1899-1977), Hildebrando Góes, Lucas Nogueira Garcez, Marco Siciliano, Jorge Paes Rios, André Balança, Pedro Parigot de Sousa, José Martiniano de Azevedo Neto, Teófilo Benedito Ottoni etc.



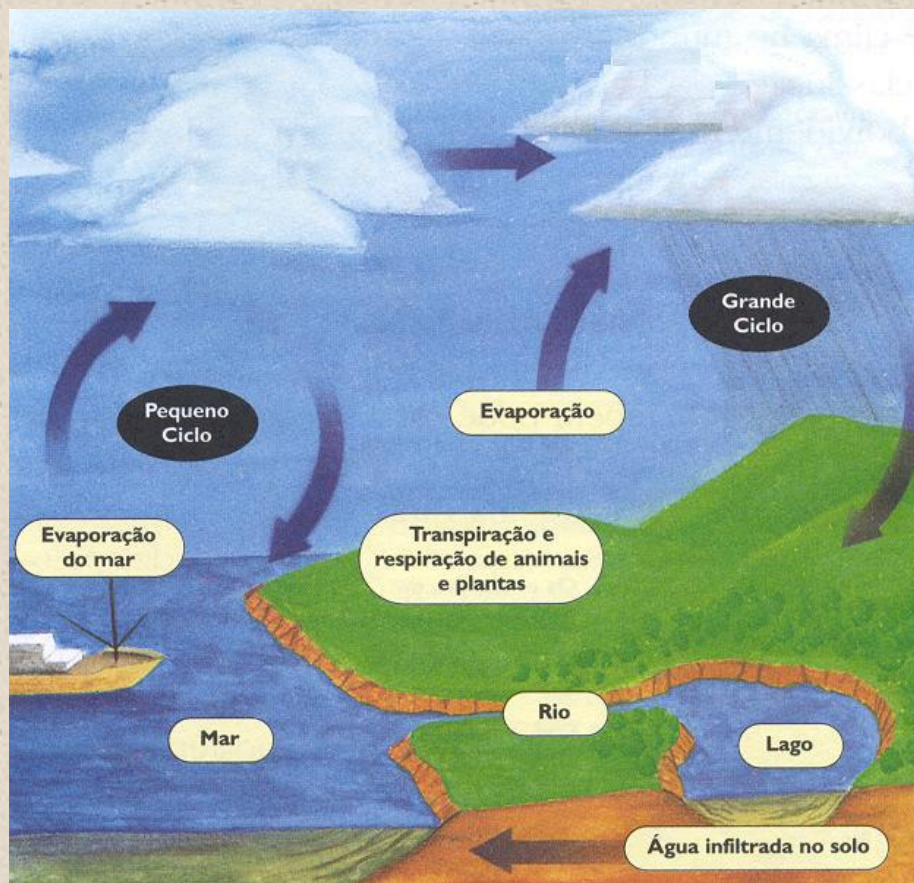
Saturnino de Brito



Saturnino de Brito Filho

A água diferencia-se dos demais recursos naturais pela notável propriedade de renovar-se continuamente, graças ao ciclo hidrológico. Embora o movimento cíclico da água não tenha princípio nem fim, costuma-se iniciar seu estudo descritivo pela evaporação da água dos oceanos, seguida de sua precipitação sobre a superfície que, coletada pelos cursos d' água, retorna ao local de partida.

A descrição acima simplifica sobremaneira o processo que realmente ocorre, uma vez que não estão computadas as eventuais interrupções que podem ocorrer em vários estágios (*Ex. precipitação sobre o oceano*) e a íntima dependência da intensidade e frequência do ciclo **hidrológico** com a geografia e o clima local.



Ciclo Hidrológico. (Fonte: Dnaee)

Alguns tópicos podem ser destacados:

1. O sol constitui-se na fonte de energia para a realização do ciclo. O calor por ele liberado atua sobre a superfície dos oceanos, rios e lagos estimulando a conversão da **água** do estado líquido para gasoso.

2. A ascensão do vapor d' **água** conduz à formação de nuvens, que podem se deslocar, sob a ação do vento, para regiões continentais.
3. Sob condições favoráveis a **água** condensada nas nuvens precipita (*sob forma de neve, granizo ou chuva*) podendo ser dispersa de várias formas:

Retenção temporária ao solo próximo de onde caiu;

- escoamento sobre a superfície do solo ou através do solo para os rios;
  - Penetração no solo profundo.
4. Atingindo os veios d' **água**, a água prossegue seu caminho de volta ao oceano, completando o ciclo.
  5. As depressões superficiais porventura existentes retêm a **água** precipitada temporariamente. Essa água poderá retornar para compor fases seguintes do ciclo pela evaporação e transpiração da plantas.
  6. O escoamento superficial e subterrâneo decorre da ação da gravidade, podendo parte desta **água** ser evaporada ou infiltrada antes de atingir o curso d' água.
  7. Atingindo os veios d' **água**, a água prossegue seu caminho de volta ao oceano, completando o ciclo.
  8. A evaporação acompanha o ciclo **hidrológico** em quase todas as suas fases, seja durante a precipitação, seja durante o escoamento superficial.

Dotado de certa aleatoriedade temporal e espacial, o ciclo **hidrológico** configura processos bem mais complexos que os acima descritos. Uma vez que as etapas precedentes à precipitação estão dentro do escopo da meteorologia, compete ao **hidrólogo** conhecer principalmente as fases do ciclo que se processam sobre a superfície terrestre, quais sejam precipitação, evaporação e transpiração, escoamento superficial e escoamento subterrâneo.

## **Campos de aplicações da Hidrologia**

O aproveitamento dos **recursos hídricos** requer concepção, planejamento, projeto, construção e operação de meios para o domínio

e a utilização das águas. Os problemas relativos aos **recursos hídricos** interessam a aquacultores, economistas, especialistas no campo das ciências políticas, geólogos, geógrafos, engenheiros ambientais, engenheiros mecânicos e eletricitas, florestais químicos, biólogos, agrônomos, técnico em hidrologia (*Hidrotécnicos*) e outros especialistas em ciências sociais e naturais.

Cada projeto de aproveitamento **hídrico** supõe um conjunto específico de condições físicas, às quais deve ser condicionado, razão pela qual dificilmente podem ser aproveitados projetos padronizados que conduzam a soluções simples e estereotipadas. As condições específicas de cada projeto devem ser satisfeitas através da aplicação integrada dos conhecimentos fundamentais de várias disciplinas.

## Campos de ação da geografia nos recursos hídricos

A água pode ter seu uso regulado para satisfazer a uma ampla gama de propósitos. A atenuação dos danos das enchentes, drenagem de terras, disposição de esgotos e projetos de bueiros são aplicações da Engenharia **Hidráulica** para o controle das águas, a fim de que não causem danos excessivos a propriedades, não tragam inconveniências ao público, ou perda de vidas. Abastecimento de água, irrigação, aproveitamento do potencial hidrelétrico e obras hidroviárias são exemplos do aproveitamento da água para fins úteis. A **poluição** prejudica a utilização da água e diminui seriamente o valor estético dos rios; portanto, o controle da poluição ou a manutenção da qualidade da água passou a ser um setor importante da engenharia sanitária ou de **recursos hídricos**.



Danos ocasionados por enchentes



Drenagem de terras

## Lista de campos de atuação da **Hidrologia**:

- Gerenciamento de bacias
- Inventário energético
- Navegação
- Irrigação
- Geração de energia
- Drenagem
- Abastecimento de água
- Controle de cheias
- Controle de poluição
- Controle de erosão
- Recreação
- Piscicultura
- Reservatórios
- Previsão hidrológica
- Barragem

## Quantidade de água



É necessário fazer estimativas para garantir a vazão da água.

Embora com risco de excessiva simplificação, o trabalho dos engenheiros com os **recursos hídricos** pode ser condensado em um certo número de perguntas essenciais. Como as obras de aproveitamento dos recursos hídricos visam ao controle do uso da água, as primeiras perguntas referem-se naturalmente às quantidades



de água. Quando se pensa na utilização da água, a primeira pergunta geralmente é: Que quantidade de água será necessária? Provavelmente é a resposta mais difícil de se obter com precisão, dentre as que se pode propor em um projeto, porque envolve aspectos sociais e econômicos, além dos técnicos. Com base em uma análise econômica, deve ser também tomada uma decisão a respeito da vida útil das obras a serem realizadas.

Quase todos os projetos de aproveitamento dependem da resposta à pergunta: com quanta água pode-se contar? Os projetos de um plano para controle de enchentes baseiam-se nos valores de pico do escoamento, ao passo que em plano que vise a utilização da água, o que importa é o volume escoado durante longos períodos de tempo. As respostas a essa pergunta são encontradas pela aplicação da **Hidrologia**, ou seja, o estudo da ocorrência e distribuição das águas naturais no globo terrestre.

Todos os projetos são feitos para o futuro, e o projetista não pode ter certeza quanto às exatas condições a que estarão sujeitas as obras. Como o exato comportamento dos  **cursos de água**  nos anos futuros não pode ser previsto algo precisa ser dito acerca das variações prováveis da vazão, de modo que o projeto possa ser elaborado mediante a admissão de um risco calculado. Lança-se mão, então, de métodos de estimativa de probabilidades relativas aos eventos **hidrológicos**. Faz-se a utilização dessas probabilidades no estudo de problemas como exemplificados na lista do tópico anterior. O estudo probabilístico requer como condição prévia a coleta de dados da natureza, na forma de séries históricas. A avaliação de eventos raros requer o estudo de uma função de distribuição de probabilidades que represente o fenômeno. Problemas de reservação de água em barragens requer que se tracem considerações acerca das seqüências de vazões nos cursos d'água que somente séries de dados muito extensas podem fornecer.

Poucos projetos são executados exatamente nas seções onde se fizeram medidas de vazão. Muitas obras são construídas em rios nos quais nunca se mediou vazão. Três métodos alternativos têm sido usados para calcular a vazão na ausência de registros. O primeiro método utiliza fórmulas empíricas, que transformam valores de

precipitação em vazão, considerando as características hidrográficas da bacia de contribuição. Uma segunda possibilidade é analisar a série de precipitações (*chuvas*) e calcular as vazões através da aplicação dos modelos computacionais que simulam o comportamento hidrológico da bacia. A terceira alternativa consiste em estimar as vazões a partir de registros obtidos em postos próximos de outra bacia. As bacias devem ser muito semelhantes para se estabelecer uma correlação aceitável entre ambas.

Os sistemas de **abastecimento de água**, de irrigação, ou hidroelétricos que contassem somente com as águas captadas diretamente dos cursos d'água, sem nenhuma regularização, não seriam capazes de satisfazer a demanda de seus usuários durante as estiagens, sobretudo se forem intensas. Muitos rios, apesar de em certas épocas do ano terem pouca ou nenhuma água, transformam-se em correntes caudalosas durante e após chuvas intensas, constituindo-se em flagelo no tocante às atividades ao longo de suas margens. A principal função de um reservatório é a de ser um regulador ou volante, visando a regularização das vazões dos cursos d'água ou atendendo às variações de demanda dos usuários.

As diferentes técnicas para a obtenção dos parâmetros a serem utilizados para o planejamento, projeto ou operação dos sistemas de **recursos hídricos** podem ter seu uso feito isolada ou conjuntamente. Isso se dará, em função da quantidade de dados hidrológicos disponíveis, dos recursos de tempo e financeiros alocados, da importância da obra e dos estágios do estudo (*projeto em nível básico, técnico ou executivo*).

## Disponibilidade Hídrica Mundial

Segundo Lvovich (*apud Raudikivi, 1979*), a ordem de grandeza e a distribuição das disponibilidades hídricas no mundo são:

<b>Fonte</b>	<b>Superfície (10<sup>6</sup> km<sup>2</sup>)</b>	<b>Volume (10<sup>6</sup> km<sup>3</sup>)</b>	<b>% do Volume Total</b>
Oceanos	360	1.370.323	93,93
Águas Subterrâneas	-	64.000	4,39
Geleiras e Neve	16	24.000	1,65

Perpétua			
Lagos	-	230	0,016
Umidade do Solo	-	75	0,005
Água na Atmosfera	510	14	0,001
Rios		1,2	0,0001
	Total	1.458.643	100

Fonte: Raudikivi (1979)

Deste total, cerca de 94% é de água salgada e apenas 6%, de água doce. Desconsiderando a quantidade de água doce sob forma de geleiras, águas subterrâneas e umidade atmosférica, ínfimos 0,0161% do total da água do Planeta estão disponíveis em rios e lagos, os quais não se encontram equitativamente distribuídos sobre todo o Planeta.

Para se dar uma pequena idéia da má distribuição espacial da água, cita-se o exemplo do Brasil, que possui cerca de 12% das reservas hídricas superficiais do mundo, mas com aproximadamente 65% destes recursos concentrados na Amazônia.

## Curiosidades sobre a Água

- O volume total da **água na Terra** mantém-se constante, variando ao longo do tempo a sua distribuição por fases.
- Se fôssemos dividir a **água do planeta** - incluindo a congelada, salgada e potável - daria 7 piscinas olímpicas para cada pessoa da Terra por toda a vida, mas se dividirmos só a **potável** daria somente 2 litros para cada habitante do planeta por toda a vida.
- Os oceanos constituem cerca de 96,4% de toda a **água do planeta**. Dos 3,6% restantes, aproximadamente 2,25% estão localizados nas calotas polares e nas geleiras, enquanto apenas 0,75% é encontrado na forma de **água subterrânea**, em lagos, rios e também na atmosfera, como vapor d'água.
- 84% da **água** que evapora para a atmosfera tem origem nos oceanos, enquanto que apenas 16% são oriundos dos continentes.
- A **água** que usamos para beber - que está nos rios, lagos e águas subterrâneas - é menos de 0,01% da água existente no planeta.

- A quantidade total de **vapor de água** na atmosfera é equivalente a cerca de uma semana de precipitação em todo o globo.
- Num ano, a atmosfera produz uma quantidade de precipitação na Terra 32 vezes maior em volume do que a sua capacidade total de armazenamento de **água**. Em média, cada molécula de água evaporada fica aproximadamente 10 dias em suspensão na atmosfera antes de voltar a cair no solo.
- De acordo com a Organização das Nações Unidas, no último meio século, a disponibilidade de **água** por ser humano diminuiu 60%, enquanto que a população aumentou 50%.
- Devido às forças tectônicas, que agem no sentido de criar montanhas, a Terra não é hoje um planeta uniformemente coberto por uma camada de 3 km de **água salgada**.
- A **água** é o mais importante dos constituintes dos organismos vivos, pois cerca de 50 a 90 % da biomassa é constituída por água. O seu papel nas funções biológicas é extremamente importante e diversificado, sendo necessária, por exemplo, para o transporte de nutrientes e dos produtos da respiração celular e para a decomposição da matéria orgânica, que libera a energia necessária para o metabolismo.
- A chuva é um purificador atmosférico.
- A **água da chuva** é carregada de bactérias.

## Bibliografia

- Baumgartner, A. 1975. The World Water Balance.
- Boletins Técnicos DAEE.
- Braga, B.P.F.; Conejo, J.G.L. Balanço Hídrico no Estado de São Paulo.
- Chow, Ven T. Handbook of Applied Hydrology.
- Garcez, L.N. 1970. Hidrologia - Ed. Edgard Blucher - São Paulo.
- Hjelmfelt, A. T. - Hydrology for Engineers and Planners.
- Lencastre, A. 1990. Lições de Hidrologia - Lisboa.
- Studart, T. e Campos, N. Hidrologia Aplicada, Capítulo 1.  
[http://www.deha.ufc.br/ticiania/Arquivos/Graduacao/Apostila\\_Hidrologia\\_grad/Cap\\_1\\_Introducao\\_2004.pdf](http://www.deha.ufc.br/ticiania/Arquivos/Graduacao/Apostila_Hidrologia_grad/Cap_1_Introducao_2004.pdf)
- Ward, R. C. - Principles of Hydrology.
- Wisler, O. C.; Brater, E. F. - Hidrologia.