

UNIVERSIDADE PRESIDENTE ANTÔNIO CARLOS
INSTITUTO DE ESTUDOS TECNOLÓGICOS



Paulo Assis Abbud Alves

OS CICLOS HIDROLÓGICOS

Juiz de Fora

2005

Paulo Assis Abbud Alves

OS CICLOS HIDROLÓGICOS

Monografia de conclusão de curso apresentada ao curso de Tecnologia em Meio Ambiente do Instituto de Estudos Tecnológicos da Universidade Presidente Antônio Carlos como requisito parcial à obtenção do título de Tecnólogo em Meio Ambiente.

Orientador: Professor Marconi Moraes

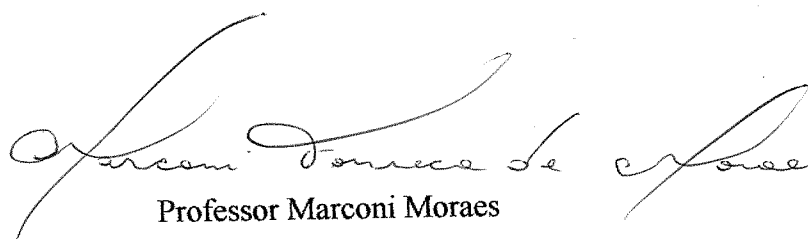
Juiz de Fora

2005

Paulo Assis Abbud Alves

O CICLO HIDROLÓGICO

Monografia de conclusão de curso apresentada
ao curso de Tecnologia em Meio Ambiente do
Instituto de Estudos Tecnológicos da
Universidade Presidente Antônio Carlos como
requisito parcial à obtenção do título de
Tecnólogo em Meio Ambiente a ser aprovada
pelo seguinte professor:



Professor Marconi Moraes

UNIVERSIDADE PRESIDENTE ANTÔNIO CARLOS

Juiz de Fora

2005

Dedico essa monografia, aos meus Pais e aos meus amigos, responsáveis por eu ter chegado até aqui.

AGRADECIMENTOS

Agradeço, antes de mais nada, aos meus familiares pelo incentivo para que eu pudesse cursar uma Faculdade com uma enorme importância no dia a dia. Também, não posso deixar de agradecer aos professores por terem levado ao meu conhecimento assuntos de extrema importância. Com certeza serei um profissional com experiência altamente qualificada para trabalhar tentando amenizar os impactos causados por nós mesmos.

RESUMO

No presente trabalho pretende-se mostrar que os ciclos hidrológicos criam a ilusão de que a água é um recurso infinito, porém eles apenas transferem a água dos lagos, rios e oceanos para a atmosfera e continentes, trazendo-os de volta, mais tarde, para os mesmos lagos, rios e oceanos.

Também será abordado o fato de que o homem começou a alterar o meio ambiente, irrigando o solo para o cultivo de alimentos, construindo reservatórios e diques para geração de energia, entre outras atividades e com isso o homem começou a destruição do meio ambiente até chegar na situação atual.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	8
2. ETAPAS DO CICLO HIDROLÓGICO	10
2.1. Precipitação	10
2.1.1. Formação das precipitações e tipos	10
3. ESCOAMENTO SUPERFICIAL	12
3.1. Componentes do escoamento dos cursos de água	13
4. INFILTRAÇÃO	14
4.1. Fases da infiltração	14
5. EVAPORAÇÃO E TRANSPIRAÇÃO	17
5.1. Grandezas e características	17
5.2. Fatores intervenientes	17
5.2.1. Grau de umidade relativa do ar atmosférico	17
5.2.2. Temperatura	18
5.2.3. Vento	18
5.2.4. Radiação Solar	18
5.2.5. Pressão Barométrica	18
5.2.6. Salinidade da água	19
5.3. Evaporação na superfície do solo	19
5.4. Transpiração	19
5.5. Evaporação da superfície das águas	20
5.6. Águas subterrâneas	20
6. QUALIDADE E USOS DA ÁGUA	21
7. COMPOSIÇÃO DA ÁGUA	25
7.1. Composição da água de chuva	25
7.2. Composição das águas superficiais	26

7.3. Composição da água subterrânea-----	27
8. CONCLUSÃO-----	29
9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS-----	30

1. INTRODUÇÃO

O Conceito de ciclo hidrológico está ligado ao movimento e a troca de água nos seus diferentes estados físicos, que ocorrem na hidrosfera, entre os oceanos, as calotas de gelo, as águas superficiais, as águas subterrâneas e a atmosfera.

Pode-se considerar que toda água utilizável pelo homem provenha da atmosfera, apesar deste conceito ter apenas um mérito de definir um ponto inicial de um ciclo que, na realidade, é fechado. A água pode ser encontrada na atmosfera em forma de vapor ou de partículas líquidas, ou como gelo ou neve.

Quando as gotículas de água, formadas por condensação, atingem determinada dimensão, precipitam-se em forma de chuva. Se na sua queda atravessam zona com temperatura abaixo de zero, pode haver formação de partículas de gelo, dando origem ao granizo. No caso de a condensação ocorrer sob temperaturas abaixo do ponto de congelamento, haverá a formação de neve.

Parte da precipitação não atinge o solo, parte nele se infiltra, parte se escoia sob a superfície é parte se evapora, seja diretamente ou através das plantas, no fenômeno conhecido como transpiração.

A infiltração e o processo de penetração de água no solo. Quando a intensidade da precipitação excede a capacidade da infiltração no solo, a água se escoia superficialmente. Inicialmente são preenchidas as depressões do terreno e em seguida inicia-se o escoamento propriamente dito, procurando, naturalmente, a água os canais naturais, que vão se concentrando nos canais principais, formando os cursos dos rios, para finalmente dirigirem-se aos grandes volumes de água constituídos pelos lagos, mares e oceanos.

Nesse processo pode ocorrer infiltração ou evaporação, conforme as características do terreno e da umidade ambiente da zona atravessada. A água retida nas depressões ou como umidade superficial do solo pode ainda evaporar-se ou infiltrar-se.

A água em estado líquido, pela energia recebida do sol ou de outras fontes, pode retorna-se ao estado gasoso, fenômeno que se denomina evaporação.

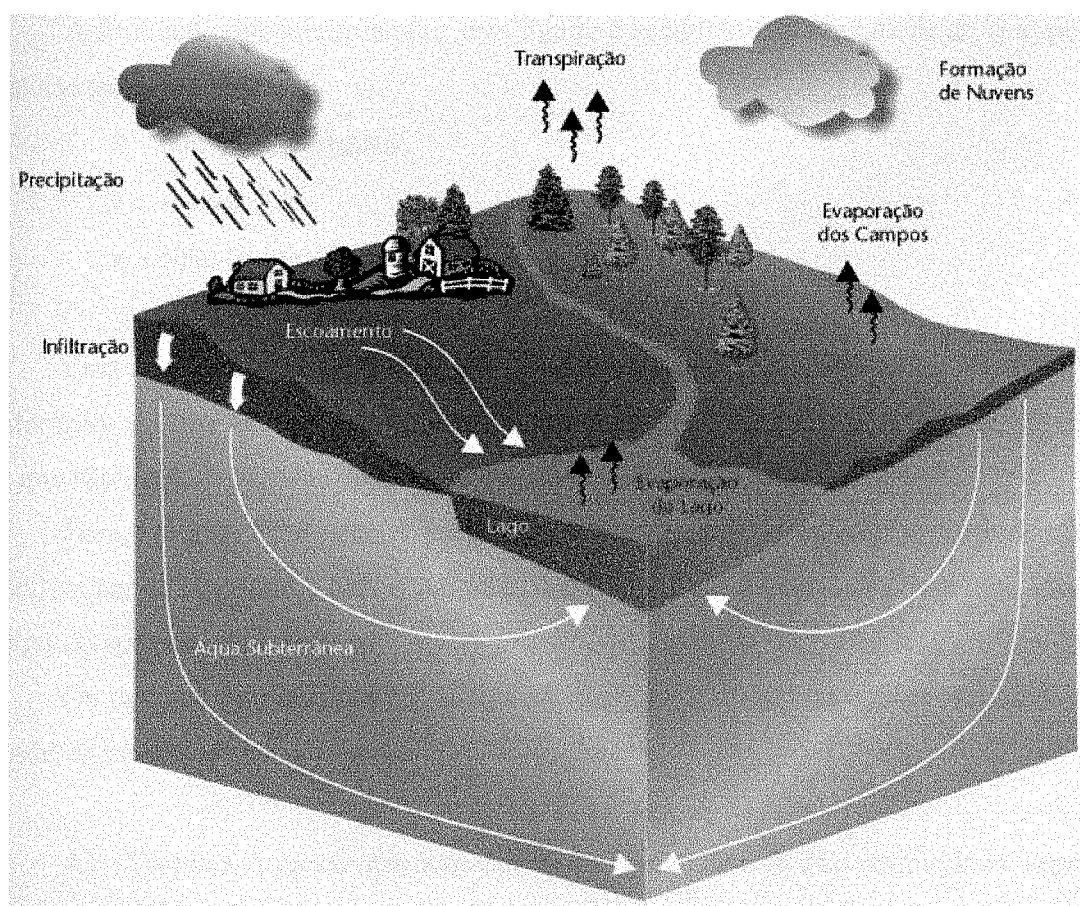
E pela evaporação que se mantém o equilíbrio do ciclo hidrológico. É interessante registrar os valores aproximados, obtidos para os estados unidos, referentes as proporções das principais fases do movimento da água. Do volume total que atinge o solo, cerca de 25% alcançam os oceanos na forma de escoamento superficial, enquanto 75% retornam a atmosfera por evaporação. Destes 40% irão precipitar se diretamente sobre os oceanos, 35%

novamente sobre os continentes, somando-se a contribuição de 65% resultantes da evaporação das grandes massas líquidas para completar o ciclo. (PINTO, 2000)

Para viver, as plantas retiram umidade do solo, utilizam-na em seu crescimento e a eliminam na atmosfera sob a forma de vapor. A esse processo dá-se o nome de transpiração. Em muitos estudos a evaporação do solo e das plantas são consideradas em conjunto pela denominação de evapotranspiração.

A água que se infiltra no solo movimenta-se através dos vazios existentes, por percolação, e eventualmente, atinge uma zona totalmente saturada, formando o lençol subterrâneo. O lençol poderá interceptar uma vertente, retornando a água a superfície, alimentando rios ou mesmo os próprios oceanos, ou poderá se formar entre as camadas impermeáveis em lençóis artesianos. (figura 1)

Figura 1: O Ciclo Hidrológico



Fonte: AFUBRA. 2004

2. ETAPAS DO CICLO HIDROLÓGICO

2.1 Precipitação.

Denomina-se *precipitação* a água proveniente do vapor de água da atmosfera depositada na superfície terrestre de qualquer forma, como chuva, granizo, orvalho, neblina, neve ou geada.

2.1.1 Formação das precipitações e tipos

A atmosfera é como um vasto reservatório e um sistema de transporte e distribuição do vapor de água. Todas as transformações aí realizadas são a custo de calor recebido do sol.

A formação das precipitações está ligada à ascensão das massas de ar, que pode ser devida aos seguintes fatores:

- convecção térmica;
- relevo;
- ação frontal de massas

Essa ascensão do ar provoca um resfriamento que pode fazê-lo atingir o seu ponto de saturação, ao que se seguirá a condensação do vapor de água em forma de minúsculas gotas que são mantidas em suspensão, como nuvens ou nevoeiros,

Para a precipitação ocorrer é necessário que essas gotas cresçam a partir de núcleos, que podem ser gelo, poeira e outras partículas, até atingirem o peso suficiente para vencerem as forças de sustentação e caírem.

Os tipos de precipitação são dados a seguir, de acordo com o fator responsável pela ascensão da massa de ar.

A) Frontais-Aqueles que ocorrem ao longo da linha de descontinuidade, separando duas massas de ar de características diferentes.

B) Orográficas-Aquelas que ocorrem quando o ar é forçado a transpor barreiras de montanhas.

C) Convectivos-Aquelas que são provocadas pela ascensão de ar devida as diferenças de temperatura na camada vizinha da atmosfera. São conhecidas como tempestades

ou trovoadas, que tem curta duração e são independentes das “frentes” e caracterizadas por fenômenos elétricos, rajados de vento e forte precipitação. Interessam quase sempre a pequenas áreas.

Os dois primeiros tipos ocupam grande área, tem intensidade de baixa a moderada, longa duração e são relativamente homogêneas.

No ponto de vista da engenharia, os dois primeiros tipos interessam ao projeto de grandes trabalhos de obras hidráulicas, controle de cheias e navegação, enquanto que o ultimo tipo interessa as obras em pequenas bacias, como o cálculo de bueiros, galerias de águas pluviais, etc. (BOTELHO, 1984)

3. ESCOAMENTO SUPERFICIAL

O escoamento superficial é o segmento do ciclo hidrológico que estuda o deslocamento das águas na superfície da terra.

Esse estudo considera o movimento da água a partir da menor porção de chuva que, caindo sobre um solo saturado de umidade ou impermeável, escoar pela superfície, formando sucessivamente as enxurradas ou torrentes, córregos, ribeirões, rios e lagos ou reservatórios de acumulação.

O escoamento superficial tem origem fundamentalmente nas precipitações.

Parte da água precipitada é interceptada pela vegetação e outros obstáculos, de onde se evapora posteriormente. Do volume da chuva que atinge a superfície do solo, parte é retida em depressões do terreno, parte se infiltra e o restante escoar pela superfície logo que a intensidade da precipitação supere a capacidade de infiltração no solo e o espaço nas superfícies retentoras tenha sido preenchido.

No início do escoamento superficial formam-se uma película laminar que aumenta de espessura, à medida que a precipitação prossegue, até atingir um estado de equilíbrio.

As trajetórias descritas pela água no seu movimento são determinadas, principalmente, pelas linhas de maior declive do terreno e são influenciadas pelos obstáculos existentes. Nesta fase temos o movimento das águas livres.

A medida que as águas vão atingindo os pontos mais baixos do terreno, passam a escoar em cânulos que formam a microrrede de drenagem. Sob a ação da erosão, vai aumentando a dimensão desses cânulos e o escoamento se processa, cada vez mais, por caminhos preferenciais. Formam-se as torrentes, cuja duração está associada, praticamente, à precipitação; a partir delas, formam-se os cursos de água propriamente ditos, com regime de escoamento dependendo da água superficial e da contribuição do lençol de água subterrâneo. São as chamadas águas sujeitas.

Chama-se rede de drenagem ao conjunto dos cursos de água, desde os pequenos córregos formadores até o rio principal.

3.1 Componentes do escoamento dos cursos de água

As águas provenientes das chuvas atingem o leito dos cursos de água por quatro vias diversas:

- Escoamento superficial
- Escoamento subsuperficial
- Escoamento subterrâneo
- Precipitação direta sobre a superfície livre.

4. INFILTRAÇÃO

Denomina-se infiltração ao fenômeno de penetração da água nas camadas de solo próximas a superfície do terreno, movendo-se para baixo, através dos vazios, sob a ação da gravidade, até atingir uma camada-suporte, que a retém, formando a água no solo.

4.1. Fases da infiltração

Na infiltração podem ser destacadas três fases:

- Fase de intercâmbio;
- Fase de descida;
- Fase de circulação.

Na fase de intercâmbio, a água está próxima à superfície do terreno, sujeita a retornar à atmosfera por uma aspiração capilar, provocada pela ação da evaporação ou absorvida pelas raízes das plantas e em seguida transpirada pelo vegetal.

Na fase de descida dá-se o deslocamento vertical da água quando a ação do seu peso próprio supera a adesão e a capilaridade. Esse movimento se efetua até atingir uma camada-suporte de solo impermeável. Na fase de circulação, devido ao acúmulo da água, são constituídos os lençóis subterrâneos, cujo movimento se deve também à ação da gravidade, obedecendo às leis de escoamento subterrâneo. Dois tipos de lençóis podem ser definidos. (GARCEZ, 1988)

- Lençol freático, quando a sua superfície é livre e esta sujeita à pressão atmosférica;
- Lençol cativo, quando está confinada entre duas camadas impermeáveis, sendo a pressão na superfície superior diferente da atmosférica.

Nos lençóis de água freáticos podem ser distinguidas duas zonas. A primeira é constituída pela parte superior, ocupada pela água de capilaridade formando uma franja cuja altura depende do material de solo, atingindo valores de 30 a 60 cm para areias finas e até 3,0 m para argilas. A segunda zona é ocupada pela água do lençol compreendida entre a franja e a superfície da camada-suporte impermeável. (GARCEZ, 1988)

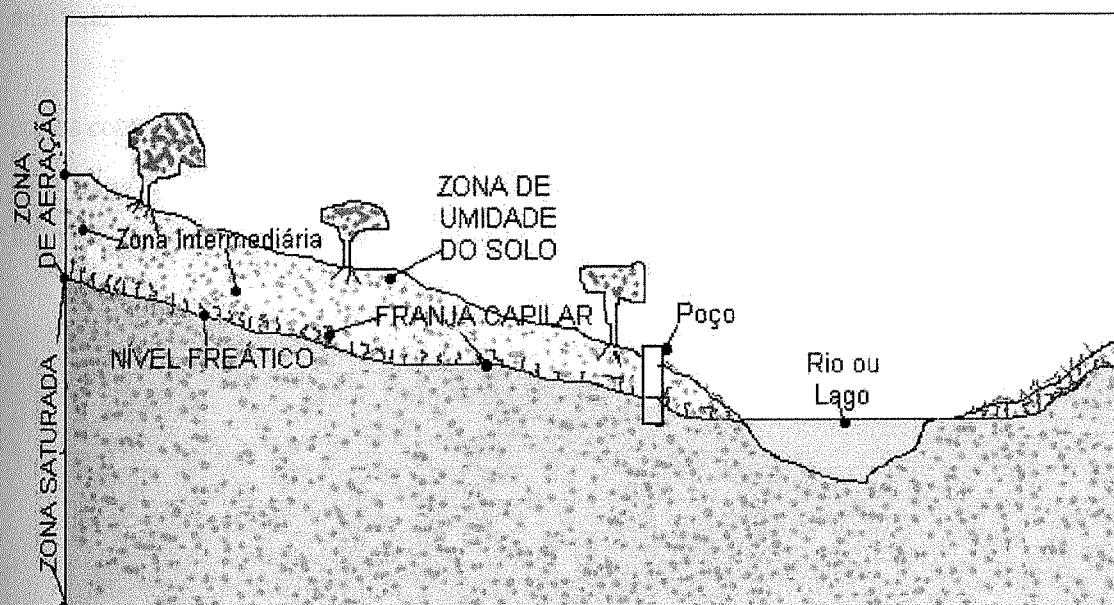
A região de solo onde acontece o fenômeno da infiltração pode ser dividida em duas zonas:

A zona de aeração- onde ocorrem as fases de intercâmbio e de descida; inclui a franja de ascensão por capilaridade;

Zona de saturação onde se dá o movimento da água do lençol subterrâneo (fase de circulação).

A figura abaixo mostra as formas em que a água pode estar no solo. (figura 2)

Figura 2: Zonas de ocorrência da água no solo de um aquífero freático.



Fonte: <http://www.meioambiente.pro.br/agua/guia/ocorrencia.htm>

Zona de aeração é a parte do solo que está parcialmente preenchida por água. Nesta zona a água ocorre na forma de películas aderidas aos grãos do solo. Solos muito finos tendem a ter mais umidade do que os mais grosseiros, pois há mais superfícies de grãos onde a água pode ficar retida por adesão.

Na zona de aeração podemos distinguir três regiões:

- Zona de umidade do solo: é a parte mais superficial, onde a perda de água de adesão para a atmosfera é intensa. Em alguns casos é muito grande a quantidade de sais que se precipitam na superfície do solo após a evaporação desta água, dando origem a solos salinizados ou a crostas ferruginosas (lateríticas). (GARCEZ, 1988)

- Franja de capilaridade: é a região mais próxima ao nível d'água do lençol freático, onde a umidade é maior devido à presença da zona saturada logo abaixo.

- Zona intermediária: região compreendida entre as duas anteriores e com umidade menor do que na franja capilar e maior do que na zona superficial do solo.

A capilaridade é maior em terrenos cuja granulometria é muito fina.

Em áreas onde o nível freático está próximo da superfície, a zona intermediária pode não existir, pois a franja capilar atinge a superfície do solo. São brejos e alagadiços, onde há uma intensa evaporação da água subterrânea.

- Zona de Saturação: é a região abaixo do lençol freático (nível freático) onde os poros ou fraturas da rocha estão totalmente preenchidos por água, que em um poço escavado num aquífero deste tipo a água o estará preenchendo até o nível freático.

Em aquíferos freáticos o nível da água varia segundo a quantidade de chuva. Em épocas com mais chuva o nível freático sobe e em épocas em que chove pouco o nível freático desce. Um poço perfurado no verão poderá ficar seco caso sua penetração na zona saturada for menor do que esta variação do nível d'água. (GARCEZ, 1988)

5. EVAPORAÇÃO E TRANSPIRAÇÃO

Evaporação é o conjunto dos fenômenos de natureza física que transformam em vapor a água da superfície do solo, a dos cursos de água, lagos reservatórios de acumulação e mares.

Transpiração é a evaporação devida a ação fisiológica dos vegetais. As plantas, através de suas raízes, retiram do solo a água para suas atividades vitais. Parte dessa água é cedida à atmosfera, sob a forma de vapor, na superfície das folhas.

Ao conjunto das duas ações denomina-se evapotranspiração.

5.1 Grandezas e características

Perda por evapotranspiração (ou por transpiração) é a quantidade de água evaporada por unidade de área horizontal durante um certo intervalo de tempo. Essa grandeza é medida em altura de líquido que se evaporou, suposto distribuído uniformemente pela área planimétrica e expressa, entre nós, em milímetros.

Intensidade de evaporação (ou de transpiração) é a velocidade com que se processam as perdas por evaporação. Pode ser expressa em mm/hora ou em mm/dia.

5.2. Fatores intervenientes

5.2.1 Grau de umidade relativa do ar atmosférico

O grau de umidade relativa do ar atmosférico é a relação entre a quantidade de vapor de água aí presente e a quantidade de vapor em água no mesmo volume de ar se estivesse saturado de umidade. Essa grandeza é expressa em porcentagem. (AFUBRA, 2004)

Quanto maior for a quantidade de vapor de água no ar atmosférico, tanto maior o grau de umidade e menor a intensidade da evaporação.

A intensidade da Evaporação é função direta da diferença entre a pressão de saturação do vapor de água no ar atmosférico e a pressão atual do vapor de água.

5.2.2 Temperatura.

O aumento da temperatura tem influência direta na evaporação porque eleva o calor da pressão de saturação do vapor de água, permitindo que maiores quantidades de vapor de água possam estar presentes no mesmo volume de ar, para o estado de saturação. (AFUBRA, 2004)

5.2.3. Vento

O vento atua no fenômeno da evaporação renovando o ar em contato com as massas de água ou com a vegetação, afastando do local as massas de ar que já tinham grau de umidade elevado.

5.2.4. Radiação Solar

O calor radiante fornecido pelo sol constitui a energia motora para o próprio ciclo hidrológico. O fluxo de energia que atravessa a unidade de superfície, perpendicular aos raios solares é situado no limite superior da atmosfera, é a chamada constante solar. Johnson calculou para ela o valor de $2 + \text{ou} - 0,04$ calorias por minuto e por centímetro quadrado ($1,39 \text{ Kw/m}^2$). A potência média anual da radiação solar incidente sobre a superfície da terra é de $0,1$ a $0,2 \text{ Kw/m}^2$, valor suficiente para evaporar uma lâmina de água de $1,30$ a $2,60$ m de altura. (AFUBRA, 2004)

5.2.5 Pressão Barométrica

A influência da pressão barométrica é pequena, só sendo apreciada para grandes variações de altitude. Quanto maior a altitude, menor a pressão barométrica e maior a intensidade da evaporação. A influência da pressão barométrica não é considerada na maioria dos fenômenos hidrológicos. (AFUBRA, 2004)

5.2.6. Salinidade da água

A intensidade da evaporação diminui com o aumento no teor de sal na água. Em igualdade de todas as outras condições, ocorre uma redução de 2 a 3 % na intensidade da evaporação. (AFUBRA, 2004)

5.3. Evaporação na superfície do solo

Além dos fatores já visto anteriormente, a evaporação da superfície do solo depende do tipo do solo e do grau de umidade contido neste.

Em solos arenosos saturados, a intensidade da evaporação pode ser superior a das superfícies das águas; em solos argilosos saturados, pode reduzir-se a 75% daquele valor; se o solo é alimentado pelo lençol freático, por capilaridade, a intensidade da evaporação é menor; a evaporação chega a se anular se a profundidade do nível de água do lençol freático é superior a altura de ascensão da água por capilaridade. (PINTO, 2000)

A vegetação existente diminui as perdas por evaporação da superfície do solo. Essa diminuição é compensada pela ação da transpiração do vegetal, assim podendo aumentar a perda total por evaporação do solo provido de vegetação.

5.4. Transpiração

A vegetação presente retira a água do solo e a transmite para a atmosfera através da ação de transpiração das suas folhas. Esse fenômeno é devido da capacidade de evaporação da atmosfera, dependendo, portanto, do grau de umidade relativa do ar, da temperatura e da velocidade do vento.

A luz, o calor e a maior umidade do ar, abrem os poros das folhas e influenciam diretamente sobre a transpiração.

As condições de solo exercem influência na transpiração também. A natureza do solo, o seu grau de umidade e a posição do nível do lençol freático influenciam a umidade do solo da zona ocupada pelas raízes dos vegetais. A umidade do solo por sua vez está na dependência do regime das precipitações.

5.5. Evaporação da superfície das águas

A evaporação da superfície das águas, além dos outros fatores, é influenciada também pela profundidade de massa de água; quanto mais profunda a massa de água, maior a diferença entre a temperatura do ar e da água devido a maior demora na homogeneização da temperatura do líquido.

Os problemas naturais também podem atenuar a influência da ação do vento.

5.6. Águas subterrâneas

As águas que atingem a superfície do solo a partir das precipitações, retidas nas depressões do terreno, ou escoando superficialmente ao longo dos talvegues, podem infiltrar-se por efeito das forças de gravidade e de capilaridade. O seu destino será função das características do sub solo, do relevo do terreno e da ação da vegetação, dizendo o que se poderia denominar de fase subterrânea do ciclo hidrológico.

A distribuição das águas subterrâneas, seu deslocamento e eventual ressurgimento na superfície, natural ou artificialmente, envolve problemas variados e complexos, nos domínios da geologia e da hidráulica do escoamento em meios porosos, constituindo um amplo campo de estudo especializado. O seu tratamento, ainda que forçosamente limitado em extensão e profundidade, justifica-se, não só pela importância das águas subterrâneas, cujas reservas são dezenas de vezes maiores que o volume de água doce superficial, como pela sua estreita inter-relação com as águas superficiais.

6. QUALIDADE E USOS DA ÁGUA

A água constitui parte integrante do organismo humano, representando proporção considerável (cerca de 70%) de sua composição. Além disso, desempenha funções fisiológicas, como: dissolver e diluir todos os componentes solúveis que entram no organismo ou que permanecem como constituintes celulares: constituir veículo de elementos e compostos a serem excretados; regular a temperatura corporal pelo processo de absorção de calor de evaporação no processo contínuo de transpiração. Nenhum outro solvente apresenta, reunidas às temperaturas e pressões normais na superfície de nosso planeta, as propriedades físicas, químicas e físico-químicas tão compatíveis com os processos biológicos essenciais que reconhecemos na água. Pode-se dizer com certeza, que os processos biológicos têm as características atuais porque se desenvolveram a partir dessa disponibilidade: caso contrário, o caminho da evolução deveria ter sido completamente diverso. (PINTO, 2000)

Além do que foi dito acima a água é importante como ambiente para a vida. A maioria dos seres vivos da terra são aquáticos, e houve época em que os seres terrestres não existiam. Na verdade, a vida em contato com o ar seco só se tornou possível quando alguns seres, a partir de inúmeras “tentativas de erro” – o que caracteriza o processo de evolução por seleção natural – conseguiram adaptações que consistiam no desenvolvimento de mecanismos de armazenagem e economia de água.

Por todos esses motivos, a água constitui elemento vital não só à natureza de um modo geral, como as atividades desenvolvidas pelo homem. Neste caso além das necessidades ligadas aos processos biológicos, como alimento, matéria-prima, irrigação de vegetais úteis, a água é necessária à navegação, à operação de energia elétrica, à refrigeração de máquinas, aos processos químicos industriais e construtivos, à limpeza de ruas e ao transporte de dejetos e resíduos em geral.

É compreensível que cada um desses usos da água requeira características qualitativas diferentes, isto é, as exigências quanto ao grau de pureza absoluta ou relativa variam com o emprego que será feito da água. Assim, a água empregada em processos químicos de alta precisão, como em laboratórios de análise ou mesmo em baterias de automóveis deve ser, tanto quanto possível, isentas de sais e outras substâncias químicas estranhas em solução ou suspensão. Já para a navegação ou para a geração de energia, no extremo oposto, a água deverá apenas atender ao requisito de não ser altamente agressiva às estruturas intervenientes. Para os processos biológicos em geral, isto é, sustentação de vida

aquática, irrigação e alimentação do homem e animais as exigências são intermediárias. Não se prestam, a esta utilização, as águas com elevado grau de pureza química, uma vez que os seres vivos necessitam de vários tipos de sais e gases em solução que, normalmente, são fornecidos pela própria água. Além disso, a água em contato com o corpo deve possuir um valor osmótico tal que não comprometa a manutenção das concentrações internas nos tecidos do organismo.

Considerando todas essas propriedades e razões, a *qualidade da água* não se refere a um grau de pureza absoluto como se requer, em geral, para outras substâncias, compostos ou materiais. Refere-se, isso sim, a um padrão tão próximo quanto possível do *natural*, isto é, da água tal como se encontra nos rios e nascentes, antes do contato com o homem. Além disso, há um grau de pureza desejável, o qual depende do uso que dela será feito. Essa qualidade varia, pois, de uma água destinada à pesca, ao uso industrial, à geração de energia, a irrigação ou a potabilização. Mesmo tomando-se o uso potável como o mais nobre, a variações extremas de tolerância as impurezas, pelo sistema de tratamento que será submetida, dependendo do processo e instalação empregados. Sendo assim, embora existam possibilidades técnicas quase infinitas de depuração, sempre haverá uma limitação econômica que consegue para as águas a serem submetidas ao tratamento, seja exigida uma qualidade mínima a ser preservada no manancial. Daí a conveniência do estabelecimento de políticas de preservação compreendendo: realização freqüente ou sistemática de levantamentos sanitários, o zoneamento preventivo, variável o disciplinamento do uso dos solos nas bacias hidrográficas e medidas de interceptação, derivação ou tratamento de águas residuárias ou poluídas.

Sendo assim, qualquer uso que dela se faça (com exceção do emprego em trabalhos de laboratório que requeiram altíssimo grau de pureza química), a água se constitui de uma solução diluída de inúmeros elementos e compostos, sólidos, líquidos, ou gasosos, em proporções variadas. Esses elementos são provenientes do ar, já durante o processo de condensação e precipitação pluviométrica; dos solos e das rochas sobre as quais circula ou é armazenada e, finalmente, do contato com as atividades humanas. Esse conjunto de elementos em solução e, também, em suspensão, é responsável pelas características apresentadas, seja do ponto de vista físico, como químico e também organoléptico. (PINTO, 2000)

Os aspectos a serem considerados comumente são :

- Estéticos: cor, turbidez, odor, sabor.
- Fisiológicos: toxicidade, patogenicidade, salinidade.
- Ecológicos: pH, oxigênio dissolvido, produtividade.

Os parâmetros estéticos afetam quase exclusivamente os usos humanos da água. Por si só, a cor, o odor, o sabor, a presença de espumas, a turbidez, o teor de matérias em suspensão ou flutuantes na água não constituem óbices ao seu uso na alimentação, na irrigação ou na sustentação de vida vegetal ou animal. (BRAGA, 2002)

Fisiológicos ou sanitários propriamente ditos são os fatores que afetam a saúde, especialmente do ser humano que bebe a água. A água para ser considerada potável deve ser isenta de microorganismos patogênicos bem como de substâncias tóxicas.

Os parâmetros ecológicos são os que visam a proteção à vida e a reprodução dos organismos aquáticos. Neste caso, a água é considerada não apenas como um veículo ou como uma substância que pode ser consumida, mas sim como um ambiente propício à vida.

Vários são os parâmetros utilizados para a avaliação da "habitabilidade" do meio aquático. O primeiro deles é representado pela concentração de oxigênio dissolvido e suas variações. Essas variações, em águas sujeitas à introdução de compostos orgânicos degradáveis, isto é, passíveis de decomposição, são devidas à demanda de oxigênio que é criada pelos próprios microorganismos aquáticos que promovem essa degradação, os quais se multiplicam em escala proporcional à quantidade de matéria orgânica (alimento) que é introduzida. Segundo BRAGA (2000), trata-se assim, de um processo de desequilíbrio ecológico, um fenômeno de superpopulação e consumo respiratório excessivo dificilmente compensável pela homeostase, dada a baixa solubilidade e difusibilidade do oxigênio na água que depende da sua recuperação – mesmo em contato direto com a atmosfera – na mesma velocidade em que se dá o consumo. A ausência total de oxigênio em uma região aquática não impede totalmente a presença da vida. Normalmente nas águas profundas de lagos, oceanos e mesmo de rios, principalmente quando seu leito é coberto de uma camada mais ou menos espessa de vasa ou lodo orgânico, os extratos mais profundos são habitados por vida anaeróbia. Entretanto, as regiões superficiais são dificilmente destituídas de oxigênio e de vida aeróbia se não estiverem recebendo significativas cargas orgânicas de origem exógena. A presença de oxigênio reflete, sendo, uma condição saudável do corpo da água que, de sobra, é exigida pelas formas superiores de vida animal que são todas anaeróbias.

A produtividade de um corpo d'água, isto é, a sua capacidade de conter biomassa viva pode ser medida diretamente, pela avaliação do desenvolvimento da biomassa, ou pode ser avaliado em termos de produção potencial através da medida dos fatores químicos responsáveis pela proliferação dos seres vivos. Num todo, a quantidade de vida (biomassa) possível em um corpo d'água é determinada pela quantidade do componente químico que se acha presente em quantidade mínima relativamente a sua exigência específica. Se todos os

elementos químicos formadores dos seres vivos estiverem presentes na água, a biomassa crescerá até que um deles se torne limitante. A partir daí em diante será este o fator que determinará a quantidade de biomassa presente e não os outros, que existem em excesso. O conceito de fator limitante torna importante não só para a finalidade de se estimular artificialmente, a produtividade do meio (como se faz, usualmente, na agricultura, dosando fertilizantes químicos no solo) como, ao contrário, para reconhecer a causa de desenvolvimento excessivo de certos microorganismos aquáticos gerando desequilíbrios ecológicos e danos a qualidade das águas como é o caso muito comum de crescimento de algas em mananciais destinados ao abastecimento. A esse processo de fertilização progressiva causado pela introdução de elementos limitantes, tais como o fósforo ou nitrogênio, dá-se o nome de eutrofização. (BRAGA, 2000)

7. COMPOSIÇÃO DA ÁGUA

7.1. Composição da água de chuva

A composição média da atmosfera terrestre é mostrada na tabela a seguir. As atividades humanas, as atividades biológicas das plantas e animais e a decomposição, a atividade vulcânica entre outros, produzem variações locais nessa composição. A poluição do ar junto aos centros urbanos e pólos industriais altera essa composição introduzindo uma série de contaminantes. Gases como H_2O , SO_2 , NH_3 , NO_2 , HCL , CO , CO_2 são produzidos em quantidades significativas pela queima de combustíveis fósseis e processos industriais. (PINTO, 2000)

Tabela 01: Composição média da atmosfera

Gás	Porcentagem em volume
N_2	78,1
O_2	20,9
Ar	0,93
H_2	0,1 – 2,8
CO_2	0,03
Ne	1,8
He	5,2
CH_4	1,5
Kr	1,1
CO	(0,06 – 1)
SO_2	1
NO_2	5
H_2	5

Fonte: (PINTO, 2000)

A água em estado líquido na atmosfera tende a dissolver até o nível de saturação todos esses gases, sendo que a concentração na solução será proporcional à solubilidade e à

pressão parcial de cada um deles numa dada temperatura. Além disso, material particulado com fragmentos minerais levantados do solo pelo vento, cinzas de origem vulcânica ou sais provenientes de agitação do oceano também estão presentes na atmosfera, e podem atingir como núcleos de condensação para o vapor d'água ou serem dissolvidos pela precipitação. (AFUBRA, 2000)

A composição da chuva varia com a localização geográfica do ponto de amostragem, com as condições meteorológicas (intensidade, duração e tipo de chuva, regime de ventos, estação do ano, etc.), com a presença ou não de vegetação e também com a presença de carga poluidora. Próximo ao oceano, a água da chuva apresenta elementos como sódio, potássio, magnésio, cloro e cálcio em concentrações proporcionais às encontradas na água do mar. Diante da costa, os elementos presentes são de origem terrestre: partículas de solo que podem conter sílica, alumínio e ferro por exemplo, e elementos cuja emissão é de origem biológica como nitrogênio, fósforo e enxofre. Em áreas como centros urbanos e pólos industriais passam a ser encontradas alterações nas concentrações naturais da água da chuva devido a poluentes do ar como dióxido de enxofre (SO_2), óxidos de nitrogênio (NO_x), ou ainda chumbo, zinco e outros. (BOTELHO, 1984)

A reação de certos gases da atmosfera como dióxido de carbono (CO_2), dióxido de enxofre (SO_2) e óxidos de nitrogênio (NO_x) com a água forma ácidos que levam a diminuição do pH da água da chuva. Se tivermos água destilada saturada com CO_2 , o pH dessa solução será 5,6. Pode-se dizer, então, que o pH da chuva tende a ser sempre ácido, o que se verifica é que mesmo em regiões inalteradas encontra-se valores de pH ao redor de 5,0. Em regiões poluídas pode chegar a valores como 3,5, quando se tem o fenômeno da "chuva ácida". (BOTELHO, 1984)

7.2. Composição das águas superficiais

A água da chuva quando atinge o solo e escoar sobre ele, inicia-se um processo de dissolução e arraste que transportará material retirado do solo até os rios e oceanos. Impurezas comumente encontradas nas águas superficiais incluem íons como cálcio, magnésio, sódio, potássio, bicarbonatos, cloretos, sulfatos, nitratos e outros. Aparecem ainda traços de chumbo, cobre, arsênio, manganês, e um largo espectro de compostos orgânicos. Os compostos orgânicos são provenientes da decomposição da matéria orgânica de origem animal e vegetal, e podem incluir resíduos de áreas agrícolas e despejos de efluentes de origem

doméstica e industrial. Esses compostos podem, portanto, incluir desde ácidos húmicos até compostos orgânicos sintéticos como detergentes, pesticidas e solventes. (SILVA, 2004)

A qualidade das águas superficiais depende do clima e da litologia da região, da vegetação circundante, do ecossistema aquático e da influência do homem.

A influência do clima se dá pela distribuição da chuva, temperaturas e ventos que ocorrem na região. Esses fatores influenciam o processo de decomposição da rocha e erosão do solo e, dependendo do tipo de rocha, aparecerão em maior quantidade aqueles elementos que fazem parte de sua composição. Em rochas cristalinas como exemplo, baixos teores de cálcio produzirão águas com menos dureza e quase ausência de moluscos. (PINTO, 2000)

O clima influencia também o tipo de vegetação existente na região e, conseqüentemente, a qualidade natural da água. Climas úmidos exibem vegetação abundante, em geral baixas concentrações de sólidos na água e altos teores de compostos orgânicos. A influência do clima não se dá apenas na quantidade de material presente na água, mas também na flutuação das concentrações ao longo do ano.

Os seres vivos presentes na água também alteram sua composição. Algas fazem fotossíntese consumindo CO_2 da água e liberando O_2 . Um ciclo diário bem definido indica a flutuação do pH na água, o mesmo acontecendo com as concentrações de carbonato e bicarbonato de cálcio, por exemplo, devido ao processo de produção e consumo de CO_2 . Plantas aquáticas utilizam nutrientes dissolvidos na água. Toda a cadeia alimentar é sustentada com base no teor de nutrientes presente e, conseqüentemente, tais concentrações regulam a produtividade do ecossistema. (SILVA, 2004)

A ação antropogênica sobre o meio aquático é talvez a responsável pelas maiores alterações da composição da água. Os rios vem sendo depositários de rejeitos por muitos anos, alterando profundamente o estado natural do meio aquático. Os esgotos urbanos lançam efluentes orgânicos, as indústrias uma série de compostos sintéticos e metais pesados, a agricultura é responsável pela presença de pesticidas e excesso de fertilizante na água. As alterações da qualidade da água representam uma das maiores evidências do impacto das atividades humanas sobre a biosfera.

7.3. Composição da água subterrânea

A composição química da água subterrânea é altamente dependente da litologia do local do aquífero, uma vez que o tempo de exposição da água à rocha é muito maior do que para águas superficiais.

A água que infiltra-se e não volta mais para a superfície por evapotranspiração, percola até o aquífero. Os movimentos da água no solo são bastante lentos e reações de solução, precipitação, adsorção e troca iônica ocorrem nos filmes que a água forma com as superfícies minerais.

Durante a percolação, a água atravessa a zona não saturada e, durante esse movimento pode apresentar teores de solução superiores aos do aquífero, e a variação da qualidade da água com a profundidade é função da litologia das diversas camadas que a água atravessa. Variações no tempo das concentrações encontradas no aquífero são muito pouco frequentes, visto que o movimento da água é muito lento.

O movimento da água e seus solutos através da zona não saturada tem sido estudado exaustivamente nos últimos anos porque esse é o meio de penetração de poluentes nas reservas subterrâneas de água. Poluentes de diversos tipos percolam até o aquífero a partir de áreas urbanas e rurais. (<http://www.meioambiente.pro.br/agua/guia/ocorrencia.htm>)

A contaminação de aquíferos é um fenômeno muito mais preocupante do que a das águas superficiais, tanto que estas rapidamente se renovam e se recuperam após cessar o lançamento de efluentes. Em lençóis subterrâneos, pode ser tão demorada a recuperação da qualidade que muitas vezes se dá o aquífero como perdido. Esta contaminação pode se dar a partir de infiltração de fossas sépticas, disposição de resíduos sólidos como os aterros sanitários, vazamentos em tanques de armazenamento de produtos tóxicos como derivados de petróleo e outros. A agricultura também tem grande responsabilidade, contribuindo com a contaminação por agrotóxicos, nitratos, impurezas contidas nos fertilizantes ou mesmo a salinização do aquífero pela lixiviação de solos salinos irrigados.

8. CONCLUSÃO

A água é um bem econômico de altíssimo valor, por isso nenhum setor da atividade humana deve gastá-la de maneira desordenada. A movimentação da água na atmosfera depende do clima e da natureza da distribuição da cobertura vegetal. Ainda, tem-se que considerar a precipitação local e regional e a sua distribuição ao longo do tempo. Outro fator importante que tem grande influência na circulação da água é a evapotranspiração da cobertura vegetal, a qual está muito relacionada com as condições da atmosfera, ou seja, a temperatura, os ventos, a luminosidade e a exposição do relevo.

O consumo de água no mundo está aumentando de maneira muito veloz, principalmente pelo crescimento das necessidades de refrigeração industrial. O acesso à água potável está se tornando cada vez mais difícil, principalmente causado pela contaminação provocada pelo homem nas suas mais diversas formas.

Na atualidade, é mais evidente o mau uso dos recursos naturais, daí as necessidades básicas continuarem não sendo satisfeitas. Hoje, grande parte da água doce existente é inaproveitável por causa da poluição provocada pelo próprio homem e pela falta de condições estruturais adequadas nos países em desenvolvimento; sendo que apenas uma parcela da população mundial têm acesso à água limpa e saudável.

Toda essa realidade deve ser meditada e conduzida para decisões importantes no sentido de defender a manutenção da água, das nascentes e dos mananciais. Dentro da grande amplitude dos fatores que interagem para manter o equilíbrio ecológico da natureza, a água é um dos elementos vitais para que este processo ocorra. A água é elemento importante, pois impulsiona os ciclos da produção de alimentos, sem os quais não existiria a vida. Daí a necessidade da séria consciência de preservação e manutenção de sua potabilidade.

9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AFUBRA- A floresta e a água. 2004

BOTELHO, Manoel Henrique Campos. **Águas de chuva. Engenharia das águas Pluviais nas cidades**. Ed. Edgard Blucher Ltda. São Paulo, 1984.

BRAGA, Benedito et.al. **Introdução a Engenharia Ambiental**. São Paulo: Prentice Hall, 2002.

GARCEZ, Lucas. **Hidrologia**. Ed. São Paulo; Edgard Blucher, 1988.

OCORRÊNCIA DE ÁGUA SUBTERRÂNEA. Disponível em:
<<http://www.meioambiente.pro.br/agua/guia/ocorrencia.htm>> Acesso em 21 Set. 2004.

NA NATUREZA NADA SE PERDE, NADA SE CRIA, APENAS SE TRANSFORMA.
Projeto Caminhos Geológicos. Disponível em:
<<http://www.drm.rj.gov.br/item.asp?chave=115>> Acesso em 11 Junho. 2005.

PINTO, Nelson. **Hidrologia Básica**. 7 ed. Edgard Blucher Ltda. Sao Paulo, 2000.

SILVA, Rosa. **Como se da a poluição do solo e das águas**. In. (Org). **Agentes poluidores**. Abril, 2001. Disponível em: <<http://www.areaverde.com.br>\ Acesso em 11 Junho. 2004.