

UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA  
FACULDADE DE ENGENHARIA  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

USOS DA ÁGUA E NECESSIDADES DE  
TRATAMENTO PARA CONSUMO HUMANO

RENAN DA SILVA PASCHOAL

JUIZ DE FORA  
FACULDADE DE ENGENHARIA DA UFJF

2012

UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

USOS DA ÁGUA E NECESSIDADES DE  
TRATAMENTO PARA CONSUMO HUMANO

RENAN DA SILVA PASCHOAL

JUIZ DE FORA

2012

RENAN DA SILVA PASCHOAL

USOS DA ÁGUA E NECESSIDADES DE  
TRATAMENTO PARA CONSUMO HUMANO

Trabalho Final de Curso  
apresentado ao Colegiado do  
Curso de Engenharia Civil da  
Universidade Federal de Juiz de  
Fora, como requisito parcial à  
obtenção do título de Engenheiro  
Civil.

Área de Conhecimento:  
Engenharia Civil

Orientador: Marconi Fonseca de  
Moraes

Juiz de Fora

Faculdade de Engenharia da UFJF

2012

# USOS DA ÁGUA E NECESSIDADES DE TRATAMENTO PARA CONSUMO HUMANO

RENAN DA SILVA PASCHOAL

Trabalho Final de Curso submetido à banca examinadora constituída de acordo com o Artigo 9º do Capítulo IV das Normas de Trabalho Final de Curso, estabelecidas pelo Colegiado do Curso de Engenharia Civil, como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Engenheiro Civil.

Aprovado em: \_\_\_/\_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_

Por:

---

Prof. D.Sc. Marconi Fonseca de Moraes

---

Eng. Esp. José de Almeida Guedes

---

Prof. M.Sc. Fabiano César Tosetti Leal

# AGRADECIMENTOS

Agradeço em primeiro lugar a Deus, que sempre me deu força e fé para superar os momentos mais difíceis, não só durante os anos de faculdade, mas também pela vida toda.

A meus pais, Dulcelena e Fernando, pela educação, conhecimentos, conselhos, e, principalmente APOIO. Além de meus pais vocês são meus amigos!

Agradeço também a todos os meus familiares, de um modo especial, a meu irmão Diego e avó Edina. Afinal, Família é a base de tudo.

Agradeço a todos os meus amigos pelos momentos de diversão e de dificuldades. De um modo especial, obrigado, Tayan, João Marcos e Rodrigo, que estiveram comigo desde o início do curso.

À Gabriela, pela compreensão, e por estar comigo neste fim de curso me apoiando, sendo bem mais que uma namorada.

Ao engenheiro e amigo Eduardo Rocha, agradeço a oportunidade de estágio, os conhecimentos, a amizade, a paciência e todo o suporte solicitado, sendo sempre um grande orientador profissionalmente.

Agradeço aos meus amigos e colegas de trabalho Weder e Alexandre por me ajudarem de todas as formas possíveis durante o tempo em que trabalhamos juntos.

Agradeço também a todos os professores que contribuíram para minha formação acadêmica. De maneira diferenciada, agradeço ao professor Marconi, por me orientar sempre com boa vontade, me transmitindo sabedoria e competência.

Por fim, porém não menos importantes, agradeço a todos os funcionários, que sempre forneceram conforto e condições necessárias para meu aprendizado.

Obrigado a todos!

# RESUMO

Face ao crescimento populacional, faz-se mais que necessário o tratamento da água utilizada para consumo. É de suma importância garantir a saúde e o bem estar da massa populacional.

O presente trabalho visa abordar as técnicas existentes no processo de tratamento de água para abastecimento doméstico, primeiramente fazendo uma abordagem sobre a importância da água para o homem e para o planeta e o seu histórico de utilização desde os primórdios até a era moderna.

Posteriormente, serão abordados temas a respeito da utilização dos recursos hídricos, fazendo uma análise de onde e como a água pode ser utilizada, bem como as consequências em nível de poluição que esse uso pode gerar, potabilidade e padrões de qualidade da água, apresentando alguns indicadores e explicando como a água é considerada potável para os usos a que se deseja.

Por fim, serão apresentados os processos de tratamento de água, explicando como é o sistema de coleta e abastecimento, posteriormente abordando as diversas técnicas para tratamento da mesma.

# Sumário

<b>1</b>	<b>Introdução</b> .....	<b>7</b>
<b>2</b>	<b>Importância da água</b> .....	<b>8</b>
2.1.	Distribuição da água no planeta.....	9
2.2.	A água como meio de transporte de substâncias.....	10
2.3.	Ciclo hidrológico.....	11
2.4.	Água como recurso hídrico.....	12
2.5.	Gerenciamento dos recursos hídricos.....	13
<b>3</b>	<b>Histórico de utilização da água</b> .....	<b>16</b>
<b>4</b>	<b>Utilização dos recursos hídricos</b> .....	<b>18</b>
4.1.	Conflitos de usos dos recursos hídricos.....	29
4.2.	Os impactos nos recursos hídricos.....	29
4.3.	Poluição dos recursos hídricos.....	33
<b>5</b>	<b>Potabilidade e padrões de qualidade da água</b> .....	<b>35</b>
5.1.	Indicadores físicos.....	35
5.2.	Indicadores químicos.....	37
5.3.	Indicadores biológicos.....	41
5.4.	Potabilidade.....	42
<b>6</b>	<b>Processos de tratamento de água</b> .....	<b>44</b>
6.1.	Abastecimento de água.....	44
6.1.1.	Manancial.....	44
6.1.2.	Captação.....	44
6.1.3.	Adução.....	44
6.1.4.	Tratamento.....	45
6.1.5.	Reservação.....	45
6.1.6.	Distribuição.....	45
6.2.	Tratamento da água.....	45
6.2.1.	Sedimentação ou decantação.....	47
6.2.2.	Coagulação/floculação.....	47
6.2.3.	Filtração.....	48
6.2.4.	Desinfecção.....	48
6.2.5.	Remoção da dureza.....	48
6.2.6.	Aeração.....	48
6.2.7.	Remoção de ferro e manganês.....	49
6.2.8.	Remoção de sabor e odor.....	49
6.2.9.	Controle de corrosão.....	50
6.2.10.	Fluoretação.....	50
<b>7</b>	<b>Conclusão</b> .....	<b>51</b>
<b>8</b>	<b>Referências Bibliográficas</b> .....	<b>52</b>

## 1- Introdução

Sem água não haveria vida em nosso planeta. Ela é de extrema importância para a vida de todos os seres vivos que habitam a Terra. Embora este recurso seja encontrado em abundância em nosso planeta, somente uma pequena parcela de todo o total de água é doce.

Levando em conta o alto índice de crescimento populacional no planeta e que esse número continua crescendo, é de fundamental importância que o ser humano busque formas de consumir a água de forma racional e inteligente. Economizar água para que não falte no futuro é o grande desafio ambiental neste início de milênio.

Além disso, a utilização de técnicas de tratamento de água é de extrema importância para a adequação das águas impróprias para consumo humano aos níveis de potabilidade para posterior abastecimento à população para os diversos usos a que a água se destina.



## 2- Importância da água

A água é uma das substâncias mais comuns existentes na natureza, cobrindo cerca de 70% da superfície do planeta (Braga et al, 2002). A água é, provavelmente, o único recurso natural que tem envolvimento com todos os aspectos humanos, desde a utilização em indústrias e o desenvolvimento de atividades agrícolas aos valores culturais e religiosos da sociedade. Sendo assim, a água é um recurso natural essencial, seja como componente bioquímico de seres vivos, como meio de vida de várias espécies vegetais e animais, como elemento representativo de valores sociais e culturais e até como fator de produção de vários bens de consumo final e intermediário.

A ingestão de água tratada é muito importante para a manutenção da saúde humana, pois esta é considerada o solvente universal, auxilia na prevenção das doenças (cálculo renal, infecção de urina, etc.) e proteção do organismo contra o envelhecimento.

Nenhuma substância solvente, nas condições normais de temperatura e pressão, apresenta propriedades físico-químicas tão compatíveis com os processos biológicos do ser humano como a água.

Dentre as funções fisiológicas fundamentais que a água desempenha estão:

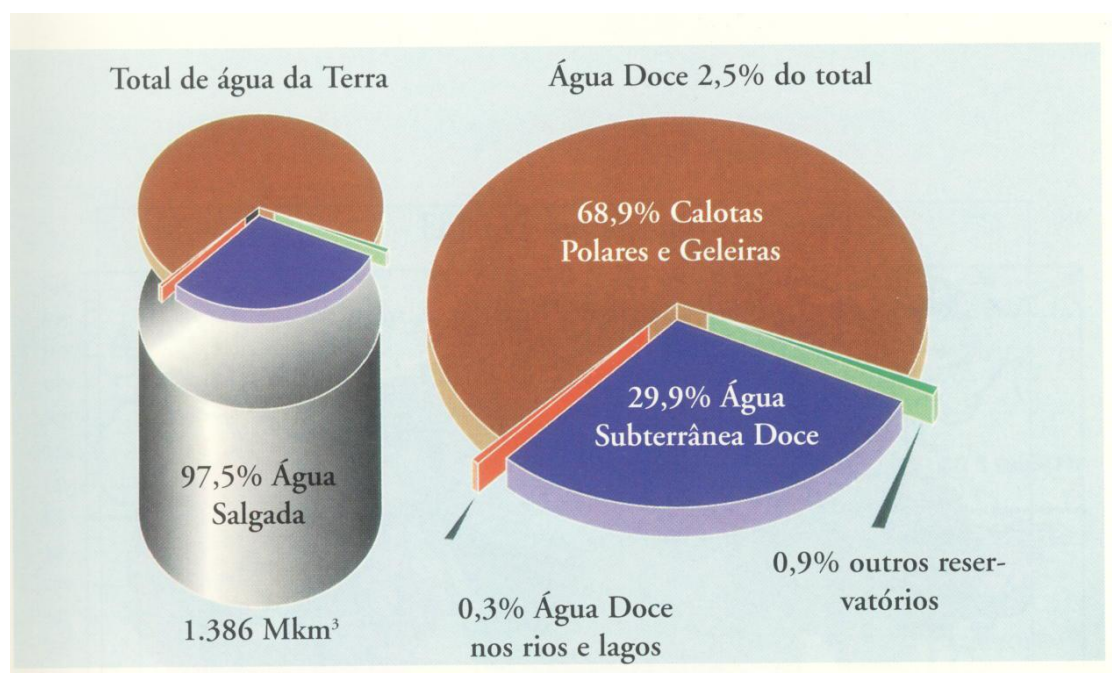
- dissolve os componentes solúveis que entram no organismo ou que aí permaneçam;
- é o veículo dos elementos e compostos que precisam ser eliminados pelo organismo;

- regula a temperatura corporal através da transpiração.

## 2.1. Distribuição da água no planeta

Segundo Braga et al (2002), a massa total de água estimada no planeta é de aproximadamente 265400 trilhões de toneladas. Deste total, somente 0,5% representa água doce explorável sob o ponto de vista tecnológico e econômico, que pode ser extraída de rios, lagos e aquíferos subterrâneos. Se retirarmos a parcela de água doce que se encontra em locais de difícil acesso ou poluída, restam apenas 0,003% do volume total de água do planeta diretamente utilizável. Isto quer dizer que a maior parte da água disponível e própria para consumo é mínima perto da quantidade total de água existente no Planeta. A Figura 1 mostra a distribuição da água no planeta.

Figura 1- Distribuição da água no planeta.



Fonte: Adaptado de Shiklomanov (1998).

Apesar de existir em abundância, nem toda a água disponível é aproveitada diretamente pelo homem. Como exemplo, podemos citar a água salgada dos oceanos, que não pode ser diretamente utilizada para consumo humano, pois seu tratamento é um processo muito caro se comparado aos utilizados para tratamento de água para uso doméstico. Outra fonte valiosa de água que não pode ser utilizada diretamente são as existentes nas geleiras, que apresenta a dificuldade de estar localizada em regiões muito distantes dos centros consumidores, necessitando de elevados gastos para o transporte até os mesmos. A extração de águas muito profundas também está sujeita a limitações econômicas devido aos gastos na implantação das tecnologias disponíveis para tal retirada.

A água doce é distribuída de maneira bastante heterogênea no espaço e no tempo. A distribuição no espaço pode ser observada pela existência dos desertos, caracterizados por baixa umidade, e das florestas tropicais, caracterizadas pela alta umidade. A variabilidade temporal das precipitações em função das condições climáticas se deve ao movimento de translação da Terra.

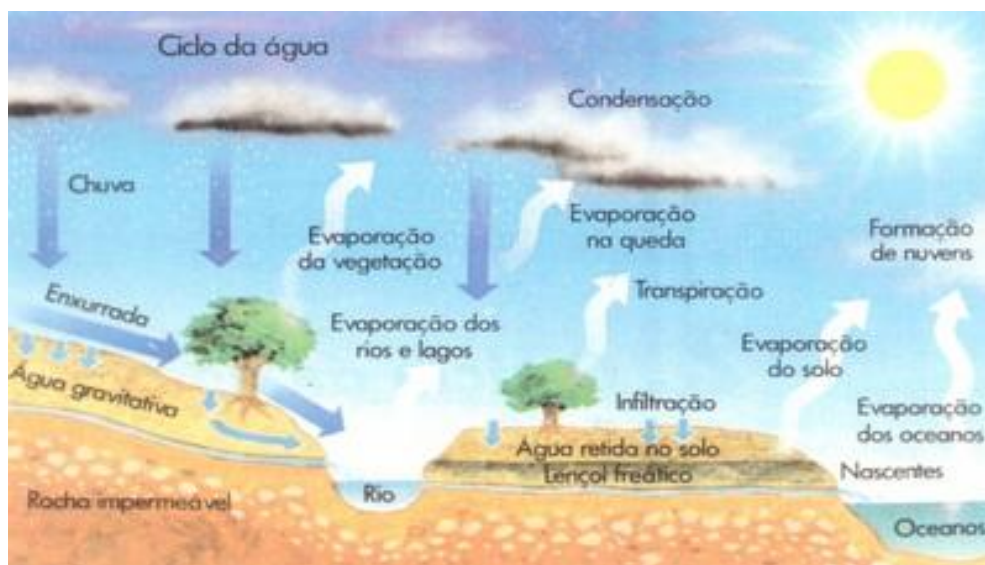
## 2.2. A água como meio de transporte de substâncias

A água é um importante meio de transporte de substâncias de um local para o outro e pode ser considerada um agente de integração ambiental, pois transporta substâncias orgânicas e inorgânicas entre os ecossistemas terrestres e destes para os marinhos.

### 2.3. Ciclo Hidrológico

O ciclo da água (Figura 2), também conhecido como ciclo hidrológico, consiste em um processo onde a água passa por diversos estágios. Para melhor explicar como ocorre esse ciclo podemos começar pela evaporação da água dos oceanos. O vapor resultante das águas oceânicas é transportado pelo movimento das massas de ar. Sob determinadas condições, o vapor se condensa, formando as nuvens, que por sua vez podem resultar em precipitação. A precipitação pode ocorrer em forma de chuva, neve ou granizo. A maior parte fica temporariamente retida no solo, próxima de onde caiu, e uma parcela finalmente retorna à atmosfera por evaporação e transpiração das plantas. Uma parcela da água precipitada escoar sobre a superfície do solo ou do solo para os lençóis d'água, outra parte infiltra profundamente no solo e vai abastecer o lençol freático e artesianos.

Figura 2 – Ciclo Hidrológico



Fonte: Faria 2007.

Além das variações naturais características das fases do ciclo hidrológico, intervenções humanas, com ou sem intenção, têm provocado outras importantes alterações nas fases desse ciclo. Como exemplo, a ocorrência de vapor atmosférico pode ser alterada pela presença de reservatórios, pela modificação da cobertura vegetal, causada pelo desmatamento, e também por alterações climáticas causadas por gases estufa. Tais modificações podem acarretar mudanças no regime de precipitações, afetando, portanto, a disponibilidade de água.

#### 2.4. Água como recurso hídrico

Geralmente encontrada no estado líquido, a água é um recurso renovável por meio do ciclo hidrológico. Uma vez que todos os seres vivos precisam de água para sobreviver, as disponibilidades da mesma em condições físicas, químicas e biológicas adequadas são de extrema importância.

A água que podemos utilizar para consumo não deve conter substâncias prejudiciais aos diversos organismos e ainda deve conter substâncias essenciais à vida. Assim, água disponível para consumo é aquela que possui características satisfatórias aos seres vivos que dela necessitam.

O termo recurso hídrico é utilizado quando consideramos que a água possui valor econômico de utilização para diversas finalidades. Como exemplo, quando uma determinada parcela de água não tem viabilidade econômica para uso podemos dizer que esta não é um recurso hídrico.

Quando em abundância, a água pode ser tratada sem valor econômico, entretanto, quando escassa devido ao crescimento da demanda, esta passa a ser vista com valor econômico (Braga et al, 2002).

Os recursos hídricos podem ser caracterizados, com relação à sua quantidade e com relação à sua qualidade, características essas intimamente relacionadas. A qualidade da água depende diretamente da quantidade de água existente para dissolver, diluir e transportar as substâncias benéficas e maléficas para os seres vivos.

## 2.5. Gerenciamento dos recursos hídricos

Gerenciamento dos recursos hídricos se faz quando, para benefício humano ou ambiental, lançamos mão da construção de estruturas (ex: barragens e adutoras) ou simplesmente quando se faz programas ou atividades que controlam os sistemas hídricos, naturais ou artificiais. (Campos e Studart, 2001, apud. Campos, 2005).

Os recursos hídricos são muito importantes para o crescimento de várias atividades econômicas como a agricultura e a indústria. Em algumas plantas, a água representa até 90% de sua constituição física (Gomes, 2011) e na indústria a mesma é utilizada em quantidades que muitas vezes superam as fornecidas necessitando de maior eficiência no gerenciamento dos recursos hídricos para suprir essa demanda.

Abaixo são citados alguns dados que demonstram a grande necessidade de utilização da água de forma adequada, evitando que a poluição e o desperdício gerem uma falta da mesma. Segundo Gomes (2011):

- cerca de um sexto da população do planeta ainda não possui acesso à água em condições de consumo;

- 40% dos habitantes do planeta não tem acesso a serviços de saneamento básico;

- a falta de condições sanitárias ideais causa a morte diária de aproximadamente 8 mil crianças por doenças relacionadas à água em todo o mundo.

- segundo a ONU, até 2025, se a utilização da água seguir os padrões atuais, duas em cada três pessoas não terão acesso à água.

No futuro, é possível que a escassez de água possa ser motivo de guerras entre países. Entretanto, é necessário ressaltar que, na maioria dos países, a quantidade de água não é o motivo de escassez e sim a qualidade da água, cada vez com menos condição de uso devido à poluição.

Segundo Ortolano, 1997 (apud. Grassi, 2001), em todo o mundo a eminência da falta de água tem gerado tensões entre países e em alguns casos existem disputas entre nações que utilizam o mesmo manancial para suprir suas necessidades agrícolas, industriais e urbanas.

De acordo com Nebel e Wright, 2000 (apud. Grassi, 2001), especialistas no assunto acreditam que em cerca de 20 anos o mundo viverá uma grande

crise em busca de água de boa qualidade, crise esta que poderá tornar a água em uma *commodity*\* assim como ocorreu na crise do petróleo de 1973.

Commodity - No idioma inglês, significa mercadoria, sendo um termo de referência de produtos de base em estado bruto, considerado "matéria-prima". Além do nível de matéria-prima, é aquele produto que apresenta grau mínimo de industrialização.



### 3- Histórico de Utilização da Água

Desde os primórdios das sociedades que o homem vêm se preocupando com a água pois esta é de importância vital para os seres vivos. Sendo assim, pelo menos desde que povos antigos ocuparam regiões próximas às margens dos rios que as comunidades tem feito obras como diques, barragens, poços, que envolvem a gestão da água.

De acordo com Folha de S.Paulo (2003), há cerca de 4500 anos surgiu o primeiro sistema de abastecimento de água, entretanto, o homem conseguiu armazenar água para uso próprio tempos antes.

Segundo Folha de S.Paulo (2003), a cronologia de utilização da água pode ser descrita como:

Primórdios:

- alguns potes de barro não cozidos surgiram aproximadamente 9000 a.C. e a cerâmica, que possibilitou um melhor armazenamento de água, por volta de 7000 a.C.;

- civilizações antigas começaram a fazer uso da água para irrigação em 5000 a.C. na Mesopotâmia e no Egito, assim como alguns canais de drenagem para recuperação de áreas pantanosas foram utilizados no delta do rio Nilo e dos rios Tigre e Eufrates;

- em 2900 a.C.e 1300 a.C. foram construídas, respectivamente, a primeira represa para armazenamento de água no Egito e a primeira represa de pedra pelos assírios;

- em 2500 a.C., no vale do Indo, na Índia, surgiu o primeiro sistema de distribuição de água que possuía canais que levavam a água até as casa e ainda um sistema de coleta de esgoto gerado;

- por volta de 700 a.C. foi construído o primeiro aqueduto para abastecer a cidade de Jerusalém e em 691 a.C., Senaqueribe, da Assíria fez a construção de um aqueduto de 30km e um canal de 80km.

Era moderna:

- já no século XVIII, foi construída no Chile, em Las Salinas a primeira usina de dessalinização, utilizando energia solar para evaporar e condensar a água. Entretanto, apenas em 1949, no Kuwait, que a primeira grande usina foi instalada;

- no século XIX, em 1829, foi construída em Londres a primeira estação de tratamento de água para filtrar com areia as águas do rio Tâmisa. Posteriormente, no mesmo século começou a ser feita a adição de cloro para tratamento;

- a adição de flúor começou a ser feita já no século XX, em 1951.

#### 4- Utilização dos Recursos Hídricos

A água é uma substância utilizada de diversas formas pelo homem, sendo assim, os usos da água são classificados em consuntivos e não consuntivos.

Os usos consuntivos são aqueles nos quais apenas uma parte da água captada de um manancial retorna ao reservatório natural, caracterizando uma perda entre o que foi retirado e o que retornou ao manancial. Já os usos não consuntivos são aqueles em que toda a água captada e utilizada retorna ao manancial de origem, não caracterizando perda de água no processo de utilização.

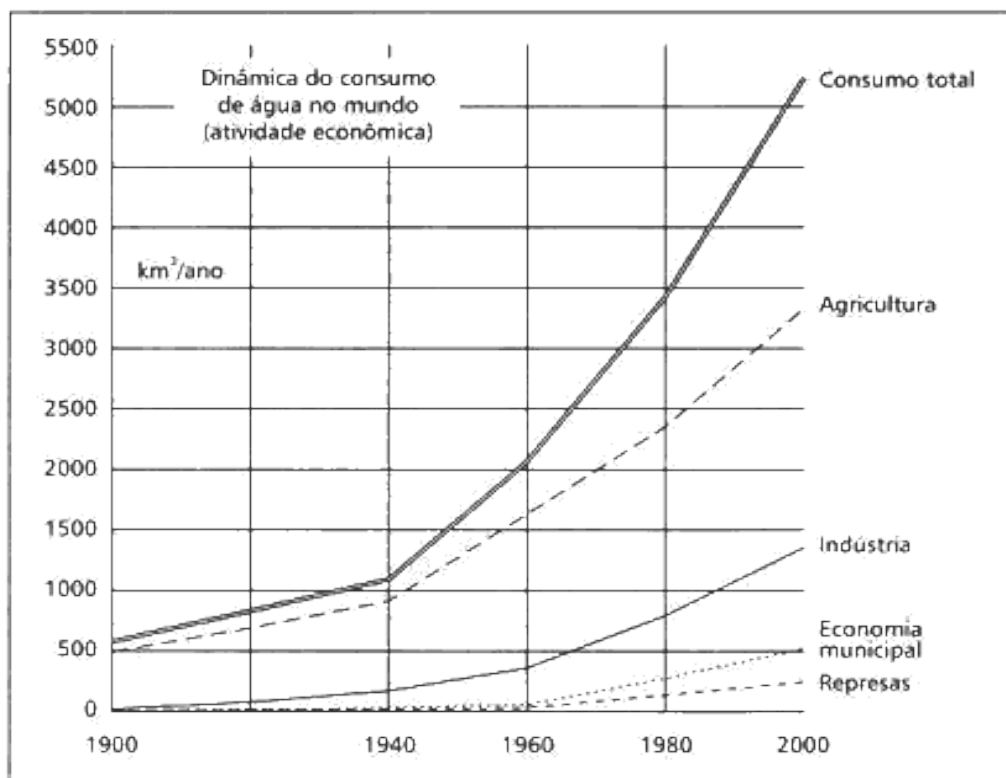
Como exemplo de uso consuntivo da água pode-se citar a irrigação, pois do total de água utilizada para este fim apenas uma parte retorna ao manancial de origem através do escoamento e outra parte se perde no processo de evapotranspiração das plantas ou se infiltra no solo.

Para o caso de uso não consuntivo, como exemplo, temos a geração de energia hidrelétrica, onde a quantidade total de água que passa pelas turbinas é a mesma que delas saem, não causando perda ao manancial. Outro uso não consuntivo da água é a navegação, que claramente não altera o volume de água disponível nos mananciais.

Outra forma de classificação dos usos da água pode ser feita de acordo com a retirada ou não da mesma dos rios ou lagos. Alguns usos como a recreação, geração de energia hidrelétrica e a navegação não exigem a retirada da água, já outros como o abastecimento humano, industrial e agrícola exigem a retirada de água do manancial utilizado (Collischonn et al, 2011).

Segundo Tundisi (2003), a água sempre foi de suma importância para o desenvolvimento e crescimento econômico devido aos diversos usos a que se destina. Dentre as diferentes finalidades que a água tem podemos destacar o uso doméstico, industrial, agrícola e para geração de energia. Dessa forma, conforme tais atividades cresçam o consumo de água cresce e esse aumento tem sido cada vez mais acelerado, gerando uma demanda cada vez maior de água em condições de uso. A Figura 3 apresenta as tendências no consumo global de água.

Figura 3 – Tendências no consumo global de água, 1900-2000.



Fonte: Tundisi, 2003.

O crescimento populacional cada vez mais acelerado e a consequente urbanização gera uma necessidade cada vez maior por grandes volumes de água e modifica o ciclo hidrológico. Devido a isso, são necessários cada vez mais recursos para tratamento de água, produção de energia para posterior distribuição além de provocar impactos significativos nos mananciais utilizados para captação.

Conforme o crescimento econômico e o consequente aumento da renda per capita, maiores são as quantidades de água utilizadas causando grandes impactos sobre os recursos hídricos. Algumas estimativas podem ser feitas a respeito dos usos futuros da água, porém, variam bastante o que gera uma incerteza a respeito da demanda de água necessária para suprir as necessidades da população no futuro. Tais estimativas podem ser feitas considerando aspectos de economia da água ou até pela cobrança do uso da mesma.

Os parágrafos que seguem descrevem com um pouco mais de detalhe alguns dos principais usos de água.

#### - Abastecimento Humano

O abastecimento humano é considerado o uso mais nobre dos recursos hídricos, pois dele depende a sobrevivência da espécie. Os seres humanos não só utilizam a água para beber como também fazem uso da mesma para higiene pessoal, limpeza, preparação de alimentos e lavagem de roupas e utensílios, utilidades estas que garantem uma boa qualidade de vida para as pessoas.

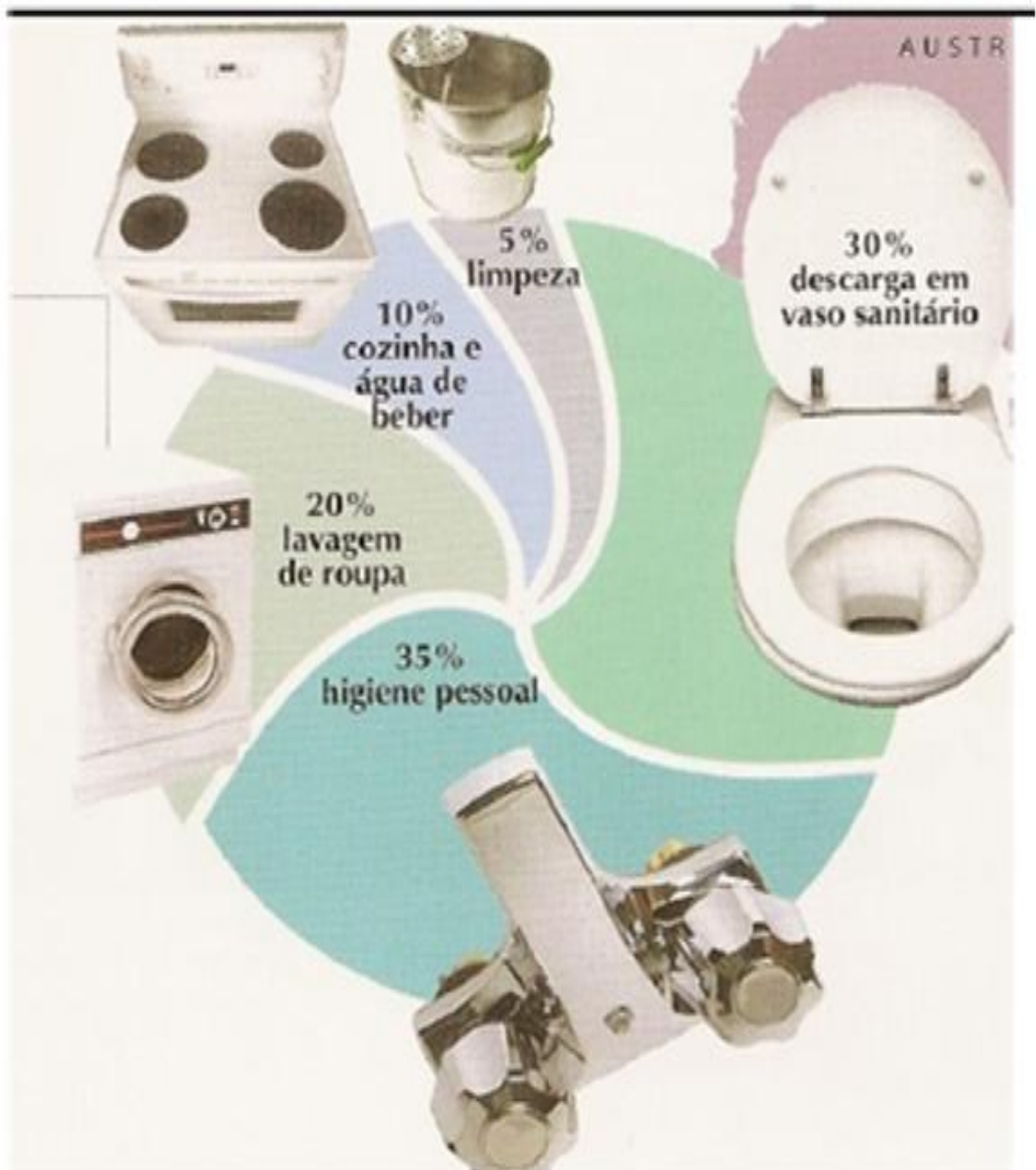
Estima-se, para uso doméstico, que um habitante consome 200 litros de água por dia, sendo que uma grande parcela deste total (80%) saem das residências com uma qualidade muito inferior em forma de esgoto (Collischonn et al, 2011).

A água utilizada para abastecimento doméstico deve estar isenta de organismos patogênicos e de substâncias tóxicas, para prevenção de danos à saúde e garantia do bem-estar das pessoas. Os organismos patogênicos como as bactérias, vírus, parasitas e protozoários são aqueles que transmitem doenças pela ingestão ou simples contato com água contaminada. Segundo Braga (2002), a Organização Mundial da Saúde estima em 13700 o número de pessoas que morrem por dia devido a doenças relacionadas à água, sendo que deste total, mais da metade são crianças com menos de 5 anos. Doenças estas facilmente evitáveis quando se tem um sistema de saneamento básico adequado.

Água potável é aquela que não causa danos à saúde (isenta de elementos patogênicos, tóxicos e radioativos) nem estranheza aos sentidos. Deve-se ter certa preocupação com a aparência da água utilizada para distribuição, pois um consumidor que estranha o aspecto da água pode acabar buscando outras fontes que possam ter melhor aspecto visual, porém que contenham substâncias nocivas à saúde.

A Figura 4 apresenta uma estimativa aproximada das quantidades de água em cada um dos usos domésticos.

Figura 4: Proporção aproximada dos usos da água em ambiente doméstico.



Fonte: Clarke e King, 2005 (apud. Collischonn et al, 2011).

#### - Abastecimento Industrial

Nas indústrias a água pode ser utilizada em processos de resfriamento, lavagem, caldeiras, produção de vapor e outros. Para cada tipo de indústria a água deve atender a diferentes exigências com relação à sua qualidade. Indústrias alimentícias, de bebidas e farmacêuticas necessitam de um elevado nível de qualidade tanto químico como bacteriológico. Indústrias que fazem uso da água para resfriamento devem ter cuidado com a presença de substâncias que geram corrosão ou incrustações nas tubulações. Já as fábricas de tecidos e louças devem estar atentas aos produtos causadores de manchas.

#### - Navegação

A utilização da navegação para transporte (Figura 5) e consequente desenvolvimento econômico é interessante quando se trata de produtos com baixo valor por tonelada, como minérios e grãos.

Neste uso, a água deve estar isenta de substâncias químicas que prejudiquem a estrutura das embarcações e/ou que propiciem a proliferação excessiva de plantas aquáticas.

A navegação pode causar danos ambientais na medida em que são despejadas das embarcações substâncias poluidoras, seja de forma acidental ou proposital. Qualquer acidente que ocorre com algum navio que carrega substâncias nocivas ao ambiente marinho causa prejuízos ambientais.



Figura 5 – Navegação para transporte de cargas



Fonte: Klein, 2010

- Geração de energia elétrica

A água pode ser utilizada para a produção de energia tanto em usinas termoelétricas através da geração de vapor quanto em usinas hidrelétricas, onde se faz uso da energia potencial ou cinética para geração elétrica. Nestes casos, só se deve ter cuidado com a água que apresentar substâncias que possam prejudicar os equipamentos utilizados.

Na realização de projetos de usinas hidrelétricas os estudos hidrológicos são necessários, segundo Collischonn et al (2011), para a escolha dos equipamentos (turbinas) e determinação da potência instalada, análise da disponibilidade de energia e suas variações com o tempo, estimativa de vazões máximas para o caso de eventos atípicos para dimensionamento das estruturas extravasoras, a maximização da geração de energia quando

interligadas usinas termoeletricas e hidrelétricas e a análise do conflito de uso da água utilizada para geração de energia e a necessária para irrigação, abastecimento humano, industrial, recreação, navegação e outros.

Collishonm et al (2011) diz:

*No Brasil a geração de energia elétrica está fortemente ligada à hidrologia porque a quase totalidade da energia gerada e consumida é oriunda de usinas hidrelétricas. Considerando os dados da década de 1990, o Brasil é o terceiro maior produtor de energia hidrelétrica do mundo, atrás apenas dos Estados Unidos e do Canadá e a frente da China, da Rússia e da França. Entretanto, a energia hidrelétrica no Brasil corresponde a mais de 97% do total da energia elétrica gerada, enquanto que, na maior parte dos outros países, a energia hidrelétrica corresponde a percentuais muito menores do total. Destes países apenas a Noruega apresenta uma dependência semelhante da água no setor de energia, com 99% da energia de origem hidrelétrica. A dependência mundial da energia hidrelétrica é de apenas 20%.*

Nas usinas termelétricas, assim como nas usinas hidrelétricas, a água é de fundamental importância, gastando-se grandes volumes para resfriamento e geração de vapor. Como exemplo dos grandes volumes necessários nas usinas termelétricas, podemos citar os Estados Unidos, que gastam cerca de

260 bilhões de metros cúbicos por ano (47% do total utilizado no país). É importante mencionar que nem toda a água é consumida e que uma grande parcela retorna aos rios, o que demonstra a necessidade da construção das usinas termelétricas próximas a fontes abundantes e com as qualidades exigidas (Collishonm et al, 2011).

A geração de energia elétrica pelo uso dos recursos hídricos geralmente causa impactos ambientais significativos gerados pela utilização de grandes quantidades de água, alterações no curso dos rios como a construção de barragens para a criação de desníveis (hidrelétricas) ou até mesmo a devolução de água a altas temperaturas (termelétricas).

#### - Diluição de despejos

Os cursos d'água são utilizados pelo homem para o transporte e consequente diluição de despejos, sejam eles de origem doméstica ou industrial. É importante destacar que mesmo tendo essa capacidade de diluição, os rios e lagos possuem certo limite quanto às concentrações de poluentes. Valores muito elevados podem prejudicar a utilização para outros usos como a recreação, pois quando lançados em quantidades não suportadas, os despejos causam a contaminação/ poluição desses cursos d'água.

A capacidade de assimilação do corpo receptor depende da relação entre a vazão do rio e a vazão do poluente além de suas características físicas, químicas e biológicas. Sendo assim, são necessários estudos hidráulicos,

hidrológicos, biológicos, físicos e químicos antes de desejar poluentes nos corpos d'água.

Os rios e lagos também são utilizados para o transporte de poluentes para locais distantes dos de origem. Tal atividade muitas vezes é praticada de forma clandestina e muito prejudicial ao ecossistema.

Mesmo para os casos onde o esgoto doméstico ou industrial é tratado, pode ocorrer dos despejos possuírem concentrações de algumas substâncias superiores às encontradas originalmente nos corpos de água. Sendo assim, não se deve trocar o tratamento dos esgotos pela prática da diluição dos despejos, uma vez que pode causar danos ao meio ambiente

#### - Preservação da flora e fauna

A preservação da fauna e flora é importante para o homem, pois o equilíbrio ecológico do meio aquático propicia a propagação de espécies que posteriormente servirão para alimentação.

Para que ocorra a manutenção e o equilíbrio dos ecossistemas, alguns requisitos de qualidade da água são exigidos, principalmente quando estão diretamente envolvidos na sobrevivência das espécies. Quando estes animais são utilizados para alimentação humana, é preciso que a água apresente padrões de qualidade sanitários, uma vez se a água estiver contaminada as espécies que nela vivem também estarão.

## - Aquicultura

A prática da criação de espécies aquáticas de interesse para o homem necessita de padrões de qualidade semelhantes aos necessários para a preservação da fauna e flora. Alguma limitação que pode ocorrer é relativa à presença de algumas substâncias que favoreçam a proliferação de algumas espécies específicas que se deseja.

## - Recreação

Assim como a navegação, a recreação é um uso não consuntivo da água, pois a quantidade de água no manancial não se altera após a utilização do mesmo.

O uso dos cursos de água para recreação é limitado pela qualidade e aparência da água, sendo assim, não deve apresentar substâncias tóxicas ou organismos patogênicos que possam vir a causar doenças e prejuízos à saúde, bem como não deve apresentar aspecto ruim, mesmo que apresente os requisitos de qualidade necessários, pois as pessoas de um modo geral não fazem uso direto de cursos d'água com mau aspecto.

A recreação envolve diversas atividades, sejam elas de contato direto, como a natação e a prática de alguns esportes aquáticos, ou indiretos, como a pesca (Collischonn et al, 2011).

A poluição representa um grave inconveniente para estas atividades pois gera a liberação de odores desagradáveis e a presença de substâncias flutuantes. Infelizmente, nos locais onde os cursos d'água se encontram

próximos aos grandes centros urbanos, estes não apresentam condições de utilização para a recreação devida às péssimas condições de poluição.

#### 4.1. Conflitos de usos dos recursos hídricos

Como a água é utilizada para diversas atividades, é muito comum o conflito de usos dos recursos hídricos e esse choque ocorre quando um determinado uso gera problemas para outros. Como exemplo, a utilização de um rio para a geração de energia elétrica em muitos casos causa prejuízos para a preservação da fauna e da flora uma vez que a construção da estrutura necessária causa alterações no curso no rio afetando diretamente seu ecossistema.

Para que uma atividade não interfira em outra é necessário que se faça um estudo que possibilite uma utilização ordenada dos recursos hídricos, de modo a permitir o mais amplo aproveitamento.

#### 4.2- Os impactos nos recursos hídricos

O uso de forma desordenada, sem estudo devido dos recursos hídricos, pode causar sérios danos aos mesmos e alterações indesejadas e significativas de seus volumes de água. Tais alterações podem causar grandes prejuízos à população e desastres, como o ocorrido com o Mar de Aral, que secou devido ao mau uso dos recursos hídricos.

Os impactos na qualidade das águas também geram graves consequências na utilização dos cursos d'água, limitando suas diversas atividades e gerando gastos para que estas possam ser tratadas e utilizadas para, por exemplo, abastecimento humano. Como exemplos de usos excessivos e consequências dos mesmos têm-se: (Tundisi, 2003).

- A construção de represas altera o escoamento dos rios, o transporte de nutrientes e sedimentos, interferindo na migração e reprodução das espécies de peixes, alterando o ambiente aquático, a pesca comercial e esportiva, além de alterar os deltas e suas economias.

- A construção de canais e diques destrói a ligação dos rios com as áreas inundáveis, causando perda da fertilidade natural das várzeas e os controles das enchentes.

- A alteração do curso natural dos rios prejudica ecologicamente os mesmos, modificando os fluxos, afetando os habitats e a pesca comercial e esportiva. Também afeta a produção de hidroeletricidade e transporte.

- A drenagem de áreas antes alagadas elimina um componente importante dos ecossistemas aquáticos, provocando a perda de biodiversidade, de funções naturais de filtragem e reciclagem de nutrientes, além de causar danos à área de vivência de peixes e aves aquáticas.

- Desmatamento do solo altera padrões de drenagem, inibe a recarga natural dos aquíferos e aumenta a sedimentação, alterando a qualidade e a quantidade da água, pesca comercial, biodiversidade e controle de enchentes.

- A poluição não controlada diminui a qualidade da água diminuindo o suprimento de água e aumentando os custos de tratamento. Altera também a pesca comercial, diminui a biodiversidade e afeta a saúde humana.

- Remoção excessiva de biomassa diminui os recursos vivos e a biodiversidade, alterando a pesca comercial e esportiva, diminuindo a biodiversidade e alterando os ciclos naturais dos organismos.

- A introdução de espécies exóticas nos rios e lagos eliminam as espécies nativas e altera ciclos de nutrientes e biológicos, causando a perda de habitats, alteração da pesca comercial, da biodiversidade natural e estoques genéticos das espécies.

- Poluentes do ar (chuva ácida) e metais pesados alteram a composição química de rios e lagos prejudicando a pesca comercial, a biota aquática, a recreação, a saúde humana e a agricultura.

- Mudanças globais no clima afetam drasticamente o ciclo hidrológico, modificando o volume dos recursos hídricos, alterando padrões de distribuição de precipitação e evaporação, afetando assim o suprimento de água, transporte, produção de energia elétrica, produção agrícola e pesca, além de aumentar as enchentes e o fluxo de água em rios.

- O crescimento da população e padrões gerais do consumo humano aumenta a pressão para construção de hidrelétricas, aumenta a poluição da água e a acidificação de lagos e rios, alterando os ciclos hidrológicos e afetando praticamente todas as atividades econômicas que dependem dos serviços dos ecossistemas aquáticos.



Face ao crescimento populacional cada vez mais acentuado, utilização simultânea exponencial dos diversos usos a que se destina a água e ao crescente processo de urbanização, faz-se cada vez mais necessários estudos a respeito da utilização racional e inteligente dos recursos hídricos, bem como o aperfeiçoamento de técnicas de tratamento da água. A gestão dos recursos hídricos se mostra cada vez mais importante para o planeta uma vez que com o aumento do consumo, a pressão e os impactos sobre os cursos d'água são cada vez maiores. Os prejuízos e consequências quanto ao mau uso da água são cada vez maiores e foram resumidas por Tundisi (2003) em:

*- Degradação da qualidade da água superficial e subterrânea.*

*- Aumento das doenças de veiculação hídrica e impactos na saúde humana.*

*- Diminuição da água disponível per capita.*

*- Aumento no custo da produção de alimentos.*

*- Impedimento ao desenvolvimento industrial e agrícola e comprometimento dos usos múltiplos.*

*- Aumento dos custos de tratamento de água.*

Os mananciais não só estão sujeitos à prejuízos causados pelo homem como também por mudanças globais que também alteram a disponibilidade dos recursos hídricos. Mudanças essas que modificam a temperatura das águas e alteram o processo de transpiração das plantas, gerando mudanças diretas no ciclo hidrológico. Variações como estas causam danos a atividades humanas como a agricultura e o abastecimento urbano e industrial na medida em que podem alterar a quantidade e a qualidade da água.

#### 4.3- Poluição dos recursos hídricos

A poluição de um recurso hídrico é entendida como qualquer modificação de suas características naturais e contaminação quando se torna prejudicial às formas de vida que ele normalmente abriga ou que dificulte ou impeça um uso benéfico definido para ele.

As principais fontes de poluição e contaminação da água são:

- Esgotos domésticos. São aqueles predominantemente oriundos das casas.

- Esgotos industriais. São os esgotos despejados pelas indústrias e seu conteúdo depende do tipo de processamento que se tem.

- Águas do escoamento superficial geram poluição quando carregadas de substâncias e materiais poluentes.

- De origem natural podemos citar a decomposição de vegetais, erosão das margens, salinização entre outras. Geralmente a poluição de origem

natural não causa grandes problemas, a menos que sejam intensificados pela ação do homem.

- De origem agropastoril temos os excrementos de animais, pesticidas, fertilizantes. Alguns inseticidas causam sérios danos ao ecossistema aquático na medida em que sua permanência no mesmo pode durar vários anos.

- Resíduos sólidos. A presença de resíduos dessa natureza prejudica a qualidade da água em seus aspectos físico, químico e biológico. O chorume, produzido pela decomposição dos resíduos, por exemplo, é um grande poluente e altera a qualidade de mananciais subterrâneos e superficiais.

## 5- Potabilidade e padrões de qualidade da água.

Por ser um excelente solvente, a água só é encontrada pura na atmosfera na forma de vapor. No instante em que a água passa do estado gasoso para o líquido e se precipita, vários gases começam a se dissolverem na mesma. Por ser um ótimo solvente, para caracterização da qualidade da água são necessários indicadores químicos, físicos e biológicos para consequente avaliação do teor de impurezas dissolvidas na água.

As substâncias encontradas na água variam de um ambiente para outro uma vez que a água dissolve as substâncias características das regiões em que passa. Assim, como exemplo, em locais próximos aos oceanos a água provavelmente apresentará altos teores de cloreto de sódio e em locais de floresta, devido a presença de matéria orgânica dissolvida, a água deverá apresentar coloração mais escura.

Para avaliar a qualidade da água são feitos exames e análises de acordo com normas pré-estabelecidas. As variáveis físicas são medidas em escalas próprias, as químicas em concentração (ppm;PPB;) e as biológicas pela densidade populacional dos devidos microrganismos objetos de estudo.

### 5.1. Indicadores físicos

#### - Temperatura:

A temperatura é medida pela intensidade de calor e modifica algumas propriedades da água como densidade, viscosidade e oxigênio dissolvido,

tendo influência direta na vida aquática. A temperatura pode variar naturalmente ou por ação do homem, como no despejo de águas utilizadas para resfriamento de caldeiras.

#### - Cor

A cor é uma característica que varia com as substâncias dissolvidas na água, geralmente devida a presença de matéria orgânica, apresentando coloração mais escura conforme maior quantidade, e despejos industriais.

#### - Turbidez

A turbidez na água se deve à presença de material suspenso e de microscópicos organismos e tem como característica desviar raios luminosos.

#### - Sabor e odor

São propriedades causadas pela presença de despejos industriais ou outras substâncias indesejáveis, tais como matéria orgânica em decomposição, algas, etc.

Algumas características físicas podem prejudicar alguns usos da água. A cor, por exemplo, pode tornar a água inadequada para o uso em algumas indústrias e pode tornar a mesma imprópria ao consumo humano pelo aspecto estético. As águas com sabor e odor são rejeitadas para consumo humano. A

turbidez acentuada impede a penetração de raios solares prejudicando a fotossíntese, causando problemas ecológicos para o meio aquático.

## 5.2. Indicadores químicos

As características químicas da água ocorrem em função da presença de substâncias dissolvidas na mesma. Entre as características químicas podemos destacar:

### - Dureza

A dureza é uma característica que a água adquire com a presença de sais de metais alcalino terrosos (cálcio e magnésio) e alguns outros metais em menor intensidade. É uma característica indesejada pois confere à água sabor desagradável, extinção da formação de espuma pelo sabão e ainda provoca incrustações em tubulações, hidrômetros, caldeiras, etc.

### - Alcalinidade

Causada pela presença de carbonatos, hidróxidos e bicarbonatos, quase sempre de metais alcalinos ou alcalino-terrosos (sódio, potássio, cálcio, magnésio). A medida alcalinidade determina a capacidade da água de neutralizar os ácidos, gera sabor desagradável à água, quando em altos teores e tem influência nos processos de tratamento da água para uso doméstico.

#### - Salinidade

A salinidade confere à água características incrustantes e sabor salino, além de indicar possível poluição por esgotos domésticos. Caracteriza-se pela presença de inúmeros sais dissolvidos na água.

#### - Corrosividade

A medida da corrosividade indica a tendência da água de corroer os metais. Pode ser causada pela presença de ácidos minerais ou pela existência em solução de oxigênio, gás carbônico e gás sulfídrico. De um modo geral, o oxigênio é fator de corrosão dos produtos ferrosos, o gás sulfídrico dos não ferrosos e o gás carbônico dos materiais à base de cimento.

#### - Ferro e manganês

A presença de ferro e manganês na água confere à mesma sabor metálico, coloração avermelhada (ferro) e marrom (manganês). As águas ferruginosas mancham roupas, aparelhos sanitários e podem ficar depositados nas tubulações. Podem ser de origem da mistura de compostos do solo ou de poluentes industriais.

#### - Cloretos

Os cloretos são característicos de águas que dissolveram minerais ou que sofreram mistura, recente ou remota, com águas do mar. Podem também ser oriundos de esgotos domésticos e industriais. Apresentam o inconveniente de conferir sabor salgado à água.

#### - Nitrogênio

O nitrogênio se apresenta na água de diversas formas (molecular, amônia, nitrito, nitrato). O nitrogênio é um elemento indispensável ao crescimento de algas, mas, em excesso, pode ocasionar a indesejada eutrofização (exagerado desenvolvimento desses organismos). O nitrato pode causar a metemoglobinemia\* e a amônia é tóxica aos peixes.

A presença de nitrogênio na água se deve principalmente a despejos industriais, domésticos, agrícolas (fertilizantes) e excrementos de animais.

\* A metemoglobinemia, como próprio nome sugere, é um distúrbio hematológico no qual a hemoglobina é oxidada a metemoglobina, tornando a molécula funcionalmente incapaz de transportar oxigênio. Desenvolve-se então um quadro parecido à cianose, na ausência de anormalidades cardíacas ou respiratórias (ANDRADE, 1998. apud. Barbosa, 2003).



#### - Fluoretos

Os fluoretos são benéficos no combate às cáries, entretanto, em concentrações mais elevadas, podem ser a causa de alterações da estrutura óssea ou a fluorose dentária (manchas escuras nos dentes).

#### - Matéria orgânica

A matéria orgânica em condições ideais é benéfica pois é necessária aos seres heterótrofos, na sua nutrição, e aos autótrofos, como fonte de sais nutrientes e gás carbônico, porém, em grandes quantidades, podem causar cor, odor, turbidez e consumo do oxigênio dissolvido pelos seres decompositores, o que gera desequilíbrios no ecossistema, podendo ser motivo da extinção de espécies aeróbias. Para a verificação do teor de matéria orgânica da água, normalmente, são utilizados a Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) e a Demanda Química de Oxigênio (DQO).

#### - Componentes Inorgânicos

Alguns componentes inorgânicos presentes na água, entre eles os metais pesados (arsênio, cádmio, cromo, chumbo, mercúrio, prata, cobre e zinco) são extremamente tóxicos ao homem. Além dos metais, podem-se citar

os cianetos despejados geralmente por indústrias, atividades agrícolas, de mineração e garimpo.

- Componentes orgânicos

Alguns componentes orgânicos são tóxicos e se acumulam na cadeia alimentar. Como exemplo os agrotóxicos, alguns detergentes e outros.

### 5.3. Indicadores biológicos

- Coliformes

Os coliformes são ótimos indicadores de presença de microrganismos causadores de doenças na água. Esses microrganismos não são originalmente do meio aquático e são despejados, principalmente, juntamente com esgotos domésticos. Por não serem organismos aquáticos, não sobrevivem muito tempo nesse ambiente, entretanto, causam doenças no homem após ingestão ou contato com essas águas contaminadas.

Por causa da imensa variedade de organismos patogênicos que podem existir na água, ao invés de detectá-los individualmente é mais fácil fazer uma verificação quanto a presença de material fecal na água e assim avaliar a possibilidade de presença desses organismos.

Para avaliar a indicação da poluição sofrida pela água, foram escolhidas as bactérias do grupo coliforme, seres estes que vivem normalmente no

organismo humano e em animais de sangue quente. Assim, quando detectado sua presença, significa que a água foi poluída por material fecal, podendo conter organismos patogênicos.

#### - Algas

As algas são de extrema importância para o equilíbrio do ambiente aquático, pois são responsáveis pela presença de parte do oxigênio presente na água, gerado pelo processo de fotossíntese. Entretanto, as algas também podem acarretar alguns problemas como a formação de grande massa orgânica (gera quantidade excessiva de lodo e liberação de compostos orgânicos, que podem ser tóxicos), cor, turbidez (gera a redução do oxigênio da água, pois impede a penetração da luz solar), causa o entupimento de filtros de areia em estações de tratamento, o ataque às paredes de reservatórios e piscinas e a corrosão de estruturas de ferro e concreto.

### 5.4. Potabilidade

#### - Padrões de potabilidade

A água pode ser considerada potável quando não causa danos a saúde do homem, é agradável aos sentidos e adequada aos diversos usos domésticos a que se deseja. Sendo assim, por exemplo, uma água com elevado teor de dureza não pode ser considerada potável uma vez que atrapalha muito o desenvolvimento das atividades domésticas. Para uma água ser considerada potável, é de fundamental importância que durante o tratamento

sejam eliminadas todas as substâncias que lhe conferem características indesejadas.

Os padrões de potabilidade são os limites nos quais as substâncias indesejadas na água não ultrapassam, conferindo a esta potabilidade. Com o passar dos anos, os padrões de potabilidade têm se tornado cada vez mais rigorosos e isso ocorre devido ao surgimento de novas técnicas de tratamento e aperfeiçoamento das já existentes, associadas a descobertas científicas no sentido de combate às doenças pelo desenvolvimento do saneamento básico.

Nos países desenvolvidos, estes padrões costumam ser mais rigorosos na medida em que se tem maior disponibilidade financeira para investimento em saneamento e em novas tecnologias mais eficientes de tratamento de água.

De uma forma geral, a avaliação destes padrões se dividem em físicas (cor, turbidez, sabor e odor) químicas (presença de substâncias químicas tóxicas) e biológicas (microrganismos patogênicos) e os países e regiões se orientam pelas indicações da Organização Mundial de Saúde (OMS).

No Brasil os padrões de potabilidade são definidos pelo Ministério da Saúde, na PORTARIA N.º 2914, DE 12 DE DEZEMBRO DE 2011, sendo publicada no dia 14 de dezembro de 2011.

## 6- Processos de tratamento de água

### 6.1. Abastecimento de água

O sistema de abastecimento de água é composto de varias etapas e é iniciado com a captação da água do meio ambiente, mais precisamente de algum manancial. Posteriormente, essa água é levada às estações de tratamento onde é tratada para depois ser distribuída aos consumidores em quantidades que atendam as necessidades dos mesmos.

O sistema de abastecimento de água consiste em todo o conjunto de obras, equipamentos e serviços destinados à distribuição de água potável para a população para fins domésticos, públicos, industriais e outros.

Esse sistema é composto pelas diversas etapas descritas a seguir:

6.1.1. Manancial: é o local de onde se retira a água. Este local deve ter água disponível em abundância e qualidade compatível com os processos de tratamento.

6.1.2. Captação: é o conjunto de equipamentos e instalações utilizados para coleta da água do manancial.

6.1.3. Adução: a água captada nos mananciais é aduzida através de tubulações sem derivações até as ETAs (Estações de Tratamento de Água) ou das ETAs aos reservatórios de distribuição. A adução pode ser por gravidade, recalque ou

mista. Deve-se priorizar a adução por gravidade para se evitar gastos adicionais de energia.

6.1.4. Tratamento: é uma série de operações que visam remover as impurezas existentes, bem como eliminar os organismos patogênicos, tornando a água potável, dentro dos padrões de qualidade exigidos.

6.1.5. Reservatório de distribuição: é empregado para acumular água com o propósito de atender à variação do consumo horário, manter as pressões de serviço mínimas e máximas de acordo com a especificação e atender às demandas de emergência, como em casos de incêndio, ruptura de adutoras, etc.

6.1.6. Distribuição: é a última etapa do processo, onde a água potável é distribuída aos consumidores.

## 6.2. Tratamento da água

O tratamento da água se faz necessário quando a água a ser captada no manancial não apresenta os padrões de qualidade exigidos para distribuição à população. As técnicas de tratamento são variadas e muito eficientes. Praticamente não existem limites técnicos para a alteração da qualidade da água, os limites são praticamente todos de viabilidade econômica.

O tratamento de água pode ser feito para atender a várias finalidades:

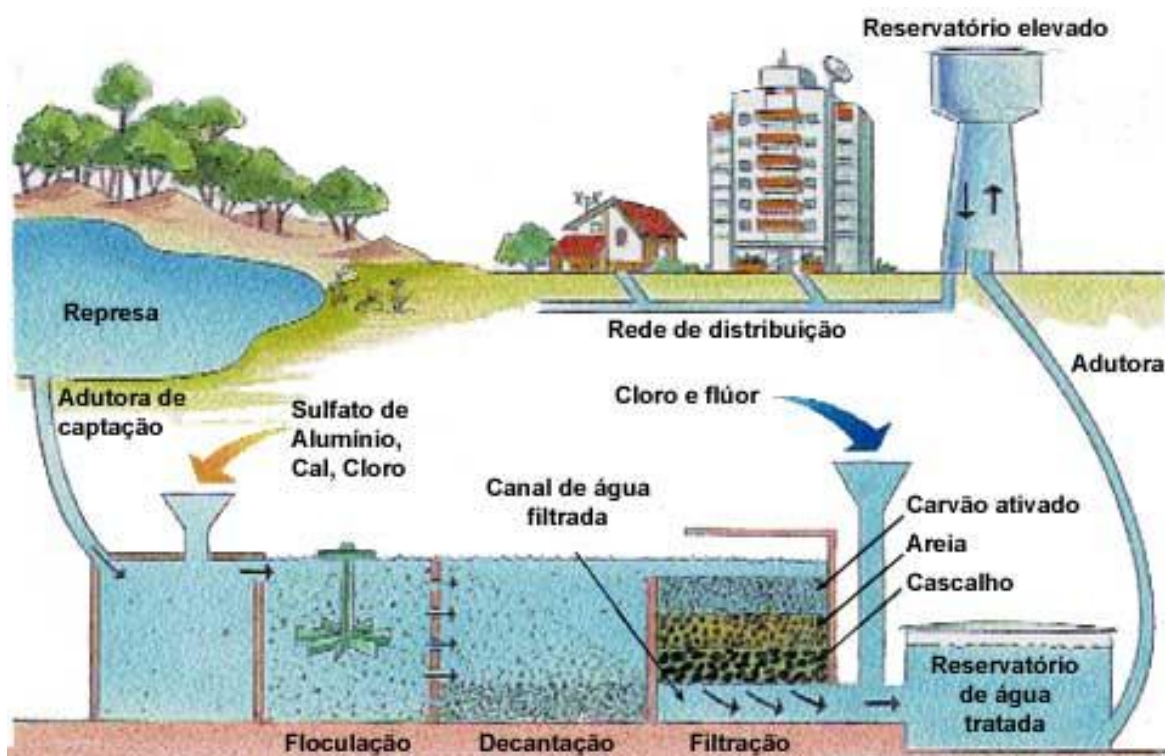
- sanitárias – remoção de bactérias, protozoários, vírus e outros microrganismos prejudiciais, de substâncias tóxicas ou nocivas, redução do excesso de impurezas e de teores elevados de compostos orgânicos;

- estéticas – correção de turbidez, cor, odor e sabor;

- econômicas – redução de corrosividade, dureza, cor, turbidez, ferro, manganês, etc.

A seguir, segundo Braga et al (2002), são descritos os principais processos de tratamento de água (Figura 6). É muito frequente a associação de vários desses processos e quase nunca são utilizados isoladamente.

A figura 6 mostra todo o processo de tratamento de água.



Fonte: Oliveira et al, 2004.

### 6.2.1. Coagulação/floculação

Esta técnica consiste em aplicar produtos químicos que fazem com que partículas de difícil sedimentação se juntem e formem partículas de mais fácil remoção. O material resultante dessa aglomeração são chamados flocos e são posteriormente removidos pelos processos de sedimentação e/ou filtração.

O sulfato de alumínio e sais de ferro são geralmente empregados como coagulantes nas estações de tratamento. Em águas com alcalinidade adequada, o sulfato de alumínio reage formando o hidróxido de alumínio, que vem a constituir o floco. Quando a alcalinidade não existe na água bruta ou se a existente é insuficiente, torna-se necessária a introdução de cal em suas diversas formas.

### 6.2.2. Sedimentação ou decantação

A sedimentação é um processo eficiente na remoção da matéria em suspensão, mas depende do tamanho e da densidade das partículas existentes e do tempo disponível para o processo. Partículas grandes ou pesadas são sedimentadas em menor intervalo de tempo que partículas menores e leves. Para altas concentrações de matérias não sedimentáveis, este processo sozinho não é eficiente e será preciso o emprego conjunto com outros mais eficientes para esses casos.



### 6.2.3. Filtração

A filtração da água é feita pelo uso de materiais de granulometria fina como areia, antracito, diatomita e outros materiais. É também capaz de remover impurezas muito leves ou finamente divididas para serem retiradas pela sedimentação.

### 6.2.4. Desinfecção

É um processo que tem por finalidade a eliminação de organismos patogênicos e geralmente é feita com a aplicação de cloro ou compostos de cloro. A desinfecção é a etapa mais importante no combate a ação bacteriológica na água.

### 6.2.5. Remoção da dureza

Algumas substâncias como o cálcio e o magnésio conferem dureza à água. A retirada desses elementos é chamada de abrandamento e é feita com a aplicação de produtos químicos que provocam a precipitação do cálcio como carbonato de cálcio e do magnésio como hidróxido de magnésio.

### 6.2.6. Aeração

É um processo que consiste em introduzir gases (principalmente oxigênio) na água, transferindo substâncias solúveis do ar para a água.

Aumenta os teores de oxigênio e nitrogênio da água e remove outros gases indesejáveis. Este é um processo utilizado para vários propósitos. É um processo útil no combate ao sabor e ao odor desagradáveis, uma vez que remove substâncias voláteis, que podem ter influência nesses aspectos. Dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), que tem efeito corrosivo, também pode ser retirado por esse processo. Finalmente, por suprir oxigênio dissolvido, a aeração frequentemente é útil na remoção de sais de ferro.

#### 6.2.7. Remoção de ferro e manganês

Processo só utilizado em águas que contém quantidades além dos limites permissíveis desses elementos, que podem, em altas concentrações causar problemas.

#### 6.2.8. Remoção de sabor e odor

Outros processos já fazem a retirada do sabor e o do odor da água. Processos que visam somente a retirada dessas características só são empregados em casos extremos. Como explicado anteriormente, a aeração faz a remoção de alguns odores e outros requerem a adsorção ou oxidação para um controle eficiente.

#### 6.2.9. Controle de corrosão

É um controle utilizado para remoção de dióxido de carbono (aeração), causador de corrosões. Em outros casos são inseridos produtos químicos alcalinos como cal e carbonato de sódio para combate da corrosão.

#### 6.2.10. Fluoretação

Este é um processo importante e confere à água uma concentração suficiente de compostos de flúor para dar às pessoas maior resistência no combate a cáries dentárias.

## 7- Conclusão

A água é um recurso fundamental para a existência da vida e, embora exista em abundância em nosso planeta, nem sempre pode ser utilizada da forma que a encontramos na natureza.

Com a utilização em larga escala pelo homem e conseqüente poluição, faz-se necessária a utilização de técnicas de tratamento que possibilitem que as águas, que não se encontram em condições adequadas de uso, se tornem potáveis e assim possam ser distribuídas à população.

O acesso ao abastecimento de água potável é vital para a saúde. A água não só é essencial para as funções fisiológicas, mas também é necessária para a boa higiene e o saneamento, os quais ajudam a proteger a saúde e garantir o bem estar populacional. Sendo assim, necessita-se de técnicas de tratamento de água eficientes para que esta possa ser utilizada para o consumo humano.

Os avanços conquistados na área de saneamento básico, especialmente no desenvolvimento de técnicas de tratamento de água, têm contribuído para a melhoria da qualidade de vida de grande parte da população de nosso planeta. Contudo, é importante mencionar que uma parcela significativa da população mundial ainda não tem acesso à água tratada.

## 8- Referências Bibliográficas

ADASA. ABASTECIMENTO DE ÁGUA – CONCEITO.

[http://www.adasa.df.gov.br/index.php?option=com\\_content&view=article&id=838%3Aabastecimento-de-agua&catid=74&Itemid=316](http://www.adasa.df.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=838%3Aabastecimento-de-agua&catid=74&Itemid=316)

BARBOSA, C. P. - USO DE ANESTÉSICOS LOCAIS EM GESTANTES.  
Maringá, 2003.

<http://pt.scribd.com/doc/50203645/15/A-PRILOCAINA-E-O-RISCO-DE-METEMOGLOBINEMIA>

BRAGA, B.; HESPANHOL, I.; CONEJO, J. G. L.; BARROS, M. T. L.;  
SPENCER, M.; PORTO, M.; NUCCI, N.; JULIANO, N.; EIGER, S..  
INTRODUÇÃO À ENGENHARIA AMBIENTAL - São Paulo: Prentice Hall, 2002.

CAMPOS, C.R.P.. APLICAÇÃO DA METODOLOGIA NEOCLÁSSICA DA  
DEMANDA “TUDO OU NADA” COMO SUBSÍDIO À COBRANÇA PELO USO  
DOS RECURSOS HÍDRICOS – Belém/PA, 2005.

[http://www.cprm.gov.br/publique/media/diss\\_catharinacampos.pdf](http://www.cprm.gov.br/publique/media/diss_catharinacampos.pdf)

CAPOBIANCO, J. P. R.. IMPORTÂNCIA DA ÁGUA.

<http://www.mundovestibular.com.br/articles/569/1/IMPORTANCIA-DA-AGUA/Paacutegina1.html>

COLLISCHONN, W.; TASSI, R.. INTRODUCINDO HIDROLOGIA. Versão 8, 2011.

[http://galileu.iph.ufrgs.br/collischonn/apostila\\_hidrologia/cap%201%20-%20Introdu%C3%A7%C3%A3o.pdf](http://galileu.iph.ufrgs.br/collischonn/apostila_hidrologia/cap%201%20-%20Introdu%C3%A7%C3%A3o.pdf)

FARIA, C.. CICLO HIDROLÓGICO (CICLO DA ÁGUA) - 2007

<http://www.infoescola.com/geografia/ciclo-hidrologico-ciclo-da-agua/>

FOLHA DE S. PAULO. VEJA CRONOLOGIA DO USO DA ÁGUA PELO HOMEM AO LONGO DA HISTÓRIA, 2003.

<http://www1.folha.uol.com.br/folha/ciencia/ult306u9256.shtml>

FRANCISCO, W. C . ÁGUA – ELEMENTO DE IMPORTÂNCIA PARA A VIDA.

<http://www.brasilecola.com/geografia/agua.htm>

GOMES, M. A. F.. ÁGUA: SEM ELA SEREMOS O PLANETA MARTE DE AMANHÃ, 2011.

[https://docs.google.com/viewer?a=v&q=cache:Xtbt593Jx3UJ:www.cnpma.embrapa.br/down\\_hp/464.pdf+import%C3%A2ncia+da+%C3%A1gua&hl=pt-BR&gl=br&pid=bl&srcid=ADGEEESgrgDVBRph9joXB8Xnyc\\_1bTMaYhnL1rmOjAM\\_hkMIVkrqX569ISPthfG26ABrW1VwUuyI1KcAeb6G1A1J7D7QsNQk-oABE7odBywYj9-jt3ap1hFpLmqeo7fzqh2\\_XhJHqZoWU&sig=AHIEtbSOkeK0R-LmXoBiChP\\_ZvR2Czzt8Q](https://docs.google.com/viewer?a=v&q=cache:Xtbt593Jx3UJ:www.cnpma.embrapa.br/down_hp/464.pdf+import%C3%A2ncia+da+%C3%A1gua&hl=pt-BR&gl=br&pid=bl&srcid=ADGEEESgrgDVBRph9joXB8Xnyc_1bTMaYhnL1rmOjAM_hkMIVkrqX569ISPthfG26ABrW1VwUuyI1KcAeb6G1A1J7D7QsNQk-oABE7odBywYj9-jt3ap1hFpLmqeo7fzqh2_XhJHqZoWU&sig=AHIEtbSOkeK0R-LmXoBiChP_ZvR2Czzt8Q)

GRASSI, M. T.. AS ÁGUAS DO PLANETA TERRA, 2001.

<http://qnesc.s bq.org.br/online/cadernos/01/aguas.pdf>

KETTELHUT, J. T. S.. ÁGUA SUBTERRÂNEA E DESENVOLVIMENTO.

<http://www.cf h.ufsc.br/~laam/palestra/11.pdf>

KIEIN, R.. VANTAGENS DA NAVEGAÇÃO, 2010.

<http://clustervaledocai.blogspot.com.br/2010/01/129-vantagens-da-navegacao.html>

LEITE, M. A.. GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS E OS ASPECTOS LEGAIS.

[http://www.feis.unesp.br/noticias/SemanaCiv/palestras-da-3-semana-agua/1\\_Gestao\\_de\\_Recurso\\_Hidricos.pdf](http://www.feis.unesp.br/noticias/SemanaCiv/palestras-da-3-semana-agua/1_Gestao_de_Recurso_Hidricos.pdf)

OLIVEIRA, F.R.; SILVEIRA, A.A.; GOMES, T.L.; SILVA, S.A.; GALVÃO, D.M. – O SISTEMA DE CAPTAÇÃO, TRATAMENTO E DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA EM BARRETOS, 2004

[http://www.cdcc.usp.br/ciencia/artigos/art\\_28/agua2.html](http://www.cdcc.usp.br/ciencia/artigos/art_28/agua2.html)

SHIKLOMANOV, I. A.. World Water Resources. St Petesburg, Russia, 1998.

<http://www.ce.utexas.edu/prof/mckinney/ce385d/Papers/Shiklomanov.pdf>

TUNDISI, J. G.. RECURSOS HÍDRICOS. São Carlos- SP, 2003.

[http://www.multiciencia.unicamp.br/artigos\\_01/A3\\_Tundisi\\_port.PDF](http://www.multiciencia.unicamp.br/artigos_01/A3_Tundisi_port.PDF)