

2.1. Introdução

Um Sistema de Abastecimento de Água pode ser concebido e projetado para atender a pequenos povoados ou a grandes cidades, variando nas características e no porte de suas instalações. Caracteriza-se pela retirada da água da natureza, adequação de sua qualidade, transporte até os aglomerados humanos e fornecimento à população em quantidade compatível com suas necessidades.

Como definição o Sistema de Abastecimento Público de Água constitui-se no conjunto de obras, instalações e serviços, destinados a produzir e distribuir água a uma comunidade, em quantidade e qualidade compatíveis com as necessidades da população, para fins de consumo doméstico, serviços públicos, consumo industrial e outros usos.

A água constitui elemento essencial à vida vegetal e animal. O homem necessita de água de qualidade adequada e em quantidade suficiente para atender a suas necessidades, para proteção de sua saúde e para propiciar o desenvolvimento econômico.

Sob o ponto de vista sanitário, a solução coletiva é a mais interessante por diversos aspectos como:

- mais fácil proteger o manancial;
- mais fácil supervisionar o sistema do que fazer supervisão de grande número de mananciais e sistemas;
- mais fácil controlar a qualidade da água consumida;
- redução de recursos humanos e financeiros (economia de escala).

Os sistemas individuais são soluções precárias para os centros urbanos, embora indicados para as áreas rurais onde a população é dispersa e, também, para as áreas periféricas de centros urbanos, para comunidades urbanas com características rurais ou, ainda, para as áreas urbanas, como solução provisória, enquanto se aguardam soluções mais adequadas. Mesmo para pequenas comunidades e para áreas periféricas, a solução coletiva é, atualmente, possível e economicamente interessante, desde que se adotem projetos adequados.

2.2. Generalidades

2.2.1. Importância Sanitária e Social

Sob o aspecto sanitário e social, o abastecimento de água visa, fundamentalmente, a:

- controlar e prevenir doenças;
- implantar hábitos higiênicos na população como, por exemplo, a lavagem das mãos, o banho e a limpeza de utensílios e higiene do ambiente;

- facilitar a limpeza pública;
- facilitar as práticas desportivas;
- propiciar conforto, bem estar e segurança;
- aumentar a esperança de vida da população.

Em 1958, o extinto Serviços Especial de Saúde Pública (SESP), realizou pesquisas na cidade de Palmares, situada no Estado de Pernambuco, onde demonstrou-se a possibilidade de redução de mais de 50% na mortalidade infantil por diarreia com a implantação do sistema de abastecimento de água.

2.2.2. Importância Econômica

Sob o aspecto econômico, o abastecimento de água visa, em primeiro lugar, a:

- aumentar a vida média pela redução da mortalidade;
- aumentar a vida produtiva do indivíduo, quer pelo aumento da vida média quer pela redução do tempo perdido com doença;
- facilitar a instalação de indústrias, inclusive a de turismo, e conseqüentemente ao maior progresso das comunidades;
- facilitar o combate a incêndios.

2.3. Doenças Relacionadas com a Água

De várias maneiras a água pode afetar a saúde do homem: através da ingestão direta, na preparação de alimentos; na higiene pessoal, na agricultura, na higiene do ambiente, nos processos industriais ou nas atividades de lazer.

Os riscos para a saúde relacionados com a água podem ser distribuídos em duas categorias:

- riscos relacionados com a ingestão de água contaminada por agentes biológicos (bactérias, vírus e parasitos), através de contato direto, ou por meio de insetos vetores que necessitam da água em seu ciclo biológico;
- riscos derivados de poluentes químicos e radioativos, geralmente efluentes de esgotos industriais, ou causados por acidentes ambientais.

Os principais agentes biológicos encontrados nas águas contaminadas são as bactérias patogênicas, os vírus e os parasitos. As bactérias patogênicas encontradas na água e/ou alimentos constituem uma das principais fontes de morbidade e mortalidade em nosso meio. São responsáveis por numerosos casos de enterites, diarreias infantis e doenças epidêmicas (como o cólera e a febre tifóide), que podem resultar em casos letais.

Quadro 5 - Doenças Relacionadas com o Abastecimento de Água

Transmissão	Doença	Agente Patogênico	Medida
Pela água	Cólera Febre tifóide Leptospirose Giardíase Amebíase Hepatite infecciosa Diarréia aguda	<i>Vibrio cholerae</i> <i>Salmonella typhi</i> <i>Leptospira interrogans</i> <i>Giardia lamblia</i> <i>Entamoeba histolytica</i> <i>Hepatite virus A</i> Balantidium coli, Cryptosporidium, Bacillus cereus, S. aureus, Campylobacter, E. coli enterotoxogênica e enteropatogênica, Shigella, Yersinia enterocolitica, Astrovirus, Calicivirus, Norwalk, Rotavirus A e B	<ul style="list-style-type: none"> - Implantar sistema de abastecimento e tratamento da água, com fornecimento em quantidade e qualidade para consumo, uso doméstico e coletivo; - Proteção de contaminação dos mananciais e fontes de água;
Pela falta de limpeza, higienização com a água	Escabiose Pediculose (piolho) Tracoma Conjuntivite bacteriana aguda Salmonelose Tricuríase Enterobíase Ancilostomíase Ascaridíase	<i>Sarcoptes scabiei</i> <i>Pediculus humanus</i> <i>Clamidia trachoma</i> <i>Haemophilus aegyptius</i> <i>Salmonella typhimurium</i> <i>Trichuris trichiura</i> <i>Enterobius vermiculares</i> <i>Ancylostoma duodenale</i> <i>Ascaris lumbricoides</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Implantar sistema adequado de esgotamento sanitário; - Instalar abastecimento de água preferencialmente com encanamento no domicílio; - Instalar melhorias sanitárias domiciliares e coletivas; - Instalar reservatório de água adequado com limpeza sistemática;
Através de vetores que se relacionam com a água	Malária Dengue Febre amarela Filariose	<i>Plasmodium vivax, P. malarie e P. falciparum</i> <i>Grupo B dos arbovírus</i> <i>RNA vírus</i> <i>Wuchereria bancrofti</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Eliminar o aparecimento de criadouros com inspeção sistemática e medidas de controle (drenagem, aterro e outros); - Dar destinação final adequada aos resíduos sólidos;
Associada à água	Esquistossomose	<i>Schistosoma mansoni</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Controle de vetores e hospedeiros intermediários;

Fonte: Adaptado de SAUNDERS, 1976.

2.4. A Água na Natureza

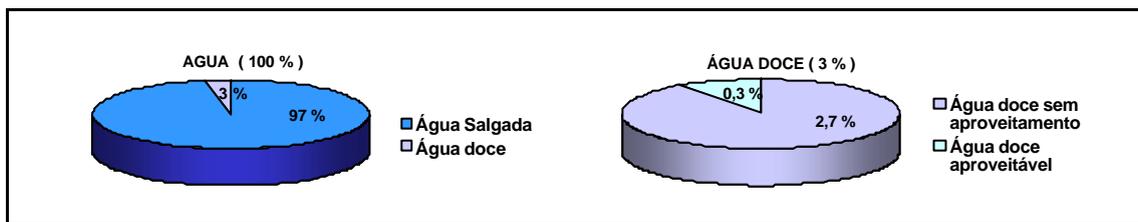
A água abrange quase 4/5 da superfície terrestre; desse total, 97,0% referem-se aos mares e os 3% restantes às águas doces. Dentre as águas doces, 2,7% são formadas por geleiras, vapor de água e lençóis existentes em grandes profundidades (mais de 800m), não sendo economicamente viável seu aproveitamento para o consumo humano.

Em consequência, constata-se que somente 0,3% do volume total de água do planeta pode ser aproveitado para nosso consumo, sendo 0,01% encontrada em fontes de superfície (rios, lagos) e o restante, ou seja 0,29%, em fontes subterrâneas (poços e nascentes).

A água subterrânea vem sendo acumulada no subsolo há séculos e somente uma fração desprezível é acrescentada anualmente através das chuvas ou retirada pelo homem. Em compensação, a água dos rios é renovada cerca de 31 vezes, anualmente.

A precipitação média anual, na terra, é de cerca de 860mm. Entre 70 e 75% dessa precipitação voltam à atmosfera como evapotranspiração (**Figura 4**).

Figura 4 – Distribuição da Água na Natureza



2.4.1. Ciclo Hidrológico

O ciclo hidrológico é o contínuo movimento da água em nosso planeta. É a representação do comportamento da água no globo terrestre, incluindo ocorrência, transformação, movimentação e relações com a vida humana. É um verdadeiro retrato dos vários caminhos da água em interação com os demais recursos naturais.

A água existe em forma de vapor, na atmosfera, e é proveniente da evaporação de todas as superfícies líquidas (oceanos, mares, rios, lagos, lagoas) ou das superfícies umedecidas com água, como a superfície dos solos. Parte da água que se encontra na atmosfera, resulta de fenômenos hidrológicos e também de fenômenos vitais, como a respiração e transpiração (**Figura 5**).

2.4.1.1. Precipitação

A precipitação compreende toda a água que cai da atmosfera na superfície da terra. A umidade atmosférica provém da evaporação da água das camadas líquidas superficiais, por efeito da ação térmica das radiações solares. O resfriamento desses vapores condensados, em formas de nuvens, leva à precipitação pluvial, sobre a

superfície do solo e dos oceanos. A parcela da água precipitada sobre a superfície sólida pode seguir duas vias distintas que são: escoamento superficial e infiltração. As principais formas de precipitação são: chuva, granizo, orvalho ou neve.

2.4.1.2. Escoamento Superficial

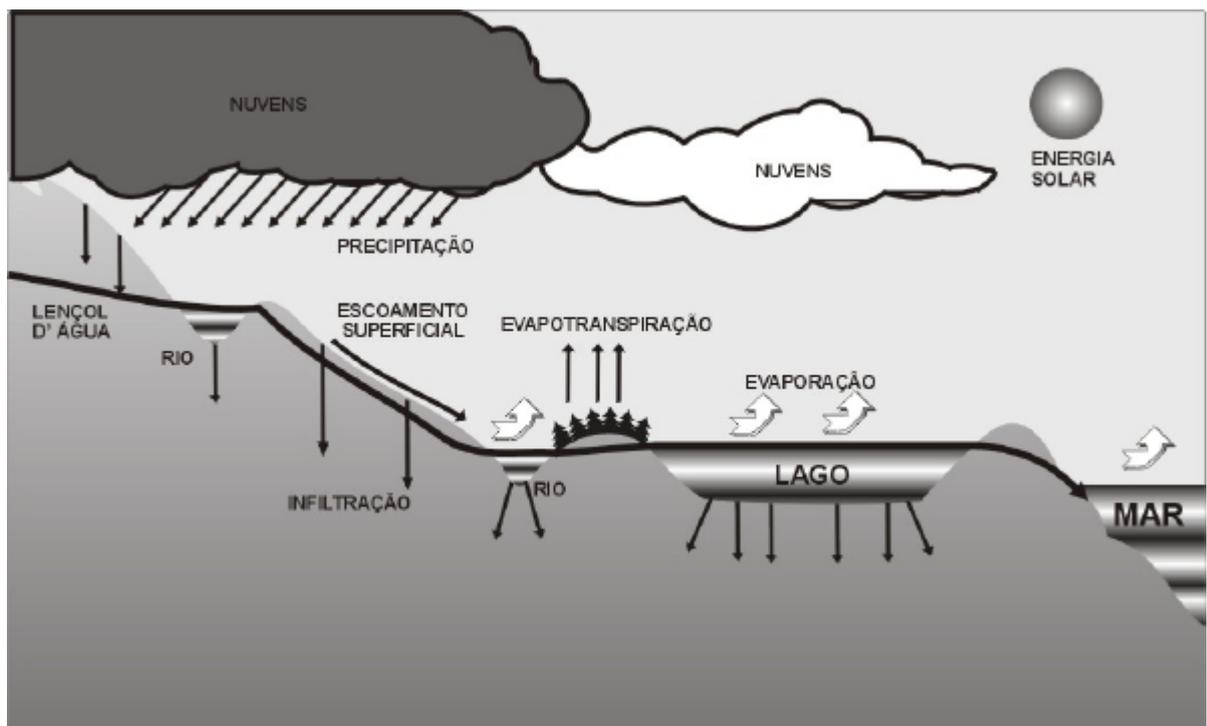
É a água de chuva que, atingindo o solo, corre sobre as superfícies do terreno, preenche as depressões, fica retida em obstáculos e, finalmente, atinge os córregos, rios, lagos e oceanos. Na grande superfície exposta dos oceanos ela entra em processo de evaporação e condensação, formando as nuvens que voltam a precipitar sobre o solo.

2.4.1.3. Infiltração

É por meio da infiltração que a água de chuva penetra por gravidade nos interstícios do solo, chegando até as camadas de saturação, constituindo assim os aquíferos subterrâneos, ou lençol freático. Estes depósitos são provedores de água para consumo humano e também para a vegetação terrestre. Dependendo do modo como esteja confinada, essa água pode afluir em certos pontos em forma de nascentes. A água acumulada pela infiltração é devolvida à atmosfera, por meio da evaporação direta do próprio solo e pela transpiração dos vegetais através das folhas. A este conjunto de evaporação e transpiração, chamamos evapotranspiração.

Convém ressaltar, que a maior ou menor proporção do escoamento superficial, em relação à infiltração, é influenciada fortemente pela ausência ou presença de cobertura vegetal, uma vez que esta constitui barreira ao rolamento livre, além de tornar o solo mais poroso. Esse papel da vegetação, associado à função amortecedora do impacto das gotas de chuva sobre o solo, é, pois, de grande importância na prevenção dos fenômenos de erosão, provocados pela ação mecânica da água sobre o solo.

Figura 5 – Ciclo Hidrológico



2.4.2. Qualidade da Água

A água não é encontrada pura na natureza. Ao cair em forma de chuva, já carrega impurezas do próprio ar. Ao atingir o solo seu grande poder de dissolver e carrear substâncias altera ainda mais suas qualidades.

Dentre o material dissolvido encontram-se as mais variadas substâncias como, por exemplo, substâncias calcárias e magnesianas que tornam a água dura; substâncias ferruginosas que dão cor e sabor diferentes à mesma e substâncias resultantes das atividades humanas, tais como produtos industriais, que a tornam imprópria ao consumo. Por sua vez, a água pode carrear substâncias em suspensão, tais como partículas finas dos terrenos por onde passa e que dão turbidez à mesma; pode também carrear substâncias animadas, como algas, que modificam seu sabor, ou ainda, quando passa sobre terrenos sujeitos à atividade humana, pode levar em suspensão microorganismos patogênicos.

2.4.2.1. Padrões de Potabilidade

A água própria para o consumo humano, ou água potável, deve obedecer a certos requisitos de ordem:

- **organoléptica:** não possuir sabor e odor objetáveis;
- **física:** ser de aspecto agradável; não ter cor e turbidez acima dos limites estabelecidos nos padrões de potabilidade;
- **química:** não conter substâncias nocivas ou tóxicas acima dos limites de tolerância para o homem;
- **biológica:** não conter microorganismos patogênicos;
- **radioativa:** não ultrapassar o valor de referência previsto na Portaria 036 do Ministério da Saúde, de 19.01.90;
- segundo recomendações da Portaria 036/90 do M.S, o pH deverá ficar situado no intervalo de 6,5 a 8,5 e a concentração mínima de cloro residual livre em qualquer ponto da rede de distribuição, deverá ser de 0,2mg/l.

As exigências humanas quanto à qualidade da água crescem com o progresso humano e o da técnica. Justamente para evitar os perigos decorrentes da má qualidade da água, são estabelecidos padrões de potabilidade. Estes apresentam os Valores Máximos permissíveis (VMP) com que elementos nocivos ou características desagradáveis podem estar presentes na água, sem que esta se torne inconveniente para o consumo humano.

- **Características Físicas e Organolépticas**
 - a água deve ter aspecto agradável. A medida é pessoal;
 - deve ter sabor agradável ou ausência de sabor objetável. A medida do sabor é pessoal;
 - não deve ter odores desagradáveis ou não ter odor objetável. A medida do odor é também pessoal;
 - a cor é determinada pela presença de substâncias em dissolução na água e não afeta sua transparência;

- a turbidez é devida a matéria em suspensão na água (argila, silte, matéria orgânica, etc.) e altera sua transparência.

- **Características Químicas**

São fixados limites de concentração por motivos de ordens sanitária e econômica.

- **Substâncias relacionadas com aspectos econômicos:**

- a) substâncias causadoras de dureza, como os cloretos, sulfatos e bicarbonatos de cálcio e magnésio. As águas mais duras consomem mais sabão e, além disso, são inconvenientes para a indústria, pois incrustam-se nas caldeiras e podem causar danos e explosões.

- **Substâncias relacionadas com o pH da água:**

- a) a água de baixo pH, isto é, ácida, é corrosiva. Águas de pH elevado, isto é, alcalinas, são incrustativas. Alcalinidade e dureza são expressas em mg/L de CaCO_3 .

- **Substâncias indicadoras de poluição por matéria orgânica:**

- a) compostos nitrogenados: nitrogênio amoniacal, nitritos e nitratos. Os compostos de nitrogênio provêm de matéria orgânica e sua presença indica poluição recente ou remota. Quanto mais oxidados são os compostos de nitrogênio, tanto mais remota é a poluição. Assim, o nitrogênio amoniacal indica poluição recente e os nitratos indicam que a poluição ocorreu há mais tempo;
- b) oxigênio consumido: a água possui normalmente oxigênio dissolvido em quantidade variável conforme a temperatura e a pressão. A matéria orgânica em decomposição exige oxigênio para sua estabilização; conseqüentemente, uma vez lançada na água, consome o oxigênio nela dissolvido. Assim, quanto maior for o consumo de oxigênio, mais próxima e maior terá sido a poluição;
- c) cloretos: os cloretos existem normalmente nos dejetos animais. Estes, sob certas circunstâncias, podem causar poluição orgânica dos mananciais.

- **Características Bacteriológicas**

A água é normalmente habitada por vários tipos de microorganismos de vida livre e não parasitária, que dela extraem os elementos indispensáveis à sua subsistência. Ocasionalmente, são aí introduzidos organismos parasitários e/ou patogênicos que, utilizando a água como veículo, podem causar doenças, constituindo, portanto, um perigo sanitário potencial.

É interessante notar que a quase totalidade dos seres patogênicos é incapaz de viver em sua forma adulta ou reproduzir-se fora do organismo que lhe serve de

hospedeiro e, portanto, tem vida limitada quando se encontram na água, isto é, fora do seu habitat natural.

Alexander Houston demonstrou, em 1908, que, quando uma água contaminada com bacilos de febre tifóide era armazenada por uma semana, mais de 90% dessas bactérias eram destruídas. São vários os agentes de destruição normal de organismos patogênicos nas águas armazenadas. Além da temperatura, destacam-se os efeitos da luz, a sedimentação, a presença ou não de oxigênio dissolvido, parasitas ou predadores de bactérias, substâncias tóxicas ou antibióticas produzidas por outros microorganismos como algas e fungos, etc.

Entre os principais tipos de organismos patogênicos que podem encontrar-se na água, estão as bactérias, vírus, protozoários e helmintos.

Devido à grande dificuldade para identificação dos vários organismos patogênicos encontrados na água, dá-se preferência, para isso, a métodos que permitam a identificação de bactérias do “grupo coliforme” que, por serem habitantes normais do intestino humano, existem, obrigatoriamente, em águas poluídas por matéria fecal.

As bactérias coliformes são normalmente eliminadas com a matéria fecal, à razão de 50 a 400 bilhões de organismos por pessoa por dia. Dado o grande número de coliformes existentes na matéria fecal (até 300 milhões por grama de fezes), os testes de avaliação qualitativa desses organismos na água têm uma precisão ou sensibilidade muito maior do que a de qualquer outro teste.

Observação: “No Brasil os padrões de potabilidade da água para o consumo humano são estabelecidos pelo Ministério da Saúde”, atualmente encontra-se em vigor a portaria MS-036/90.

2.4.3. Planejamento e Coleta de Amostras de Água para Análise

A qualidade da água é avaliada por meio de análises.

Analisar toda a massa de água destinada ao consumo é impraticável; por isso, colhem-se amostras e, através de sua análise, conclui-se qual a qualidade da água. Os métodos de análise fixam o número de amostras e o volume de água necessário, a fim de que o resultado seja o mais correto possível ou, em outras palavras, represente melhor o que realmente se passa em uma massa líquida cuja qualidade se deseja saber.

O resultado da análise de uma amostra de água de um manancial, rede pública, etc., dada a variação constante das águas dos mesmos, na realidade revela, unicamente, as características apresentadas pela água no momento em que foi coletada.

A amostra de água para análises físico-químicas comuns deve ser coletada em frasco apropriado e convenientemente tampado. As amostras devem ser enviadas com a máxima brevidade ao laboratório.

- **Planejamento**

Planejamento é a elaboração de um roteiro para realização de determinada tarefa. Ao coletar, deve-se realizar um planejamento para obter uma amostra

representativa e resultados satisfatórios dentro da realidade da amostragem. Um bom planejamento de amostragem inclui:

- metodologia de coleta;
- tipos de amostras (simples ou composta);
- pontos de amostragem;
- tempo de coleta;
- preservação;
- transporte;
- equipamentos necessários;
- coletor bem treinado;
- parâmetros a serem analisados.

- **Cuidado na Obtenção de Amostras**

Em caso de água de torneira, ou proveniente de bomba, deixar escorrer por certo tempo, desprezando as primeiras águas. Em água de poço raso, não se deve coletar da superfície, mas mergulhar o frasco com a boca para baixo. Em água de rio, coletar a amostra abaixo da superfície, colocando o gargalo em sentido contrário ao da corrente (**Figuras 6, 7, 8 e 9**).

- **Amostras para Exames Bacteriológicos**

O frasco de coleta deve ser fornecido pelo laboratório.

Para amostras de água clorada, este frasco deverá conter antes da esterilização Tiosulfato de Sódio em concentração suficiente para neutralizar o cloro residual.

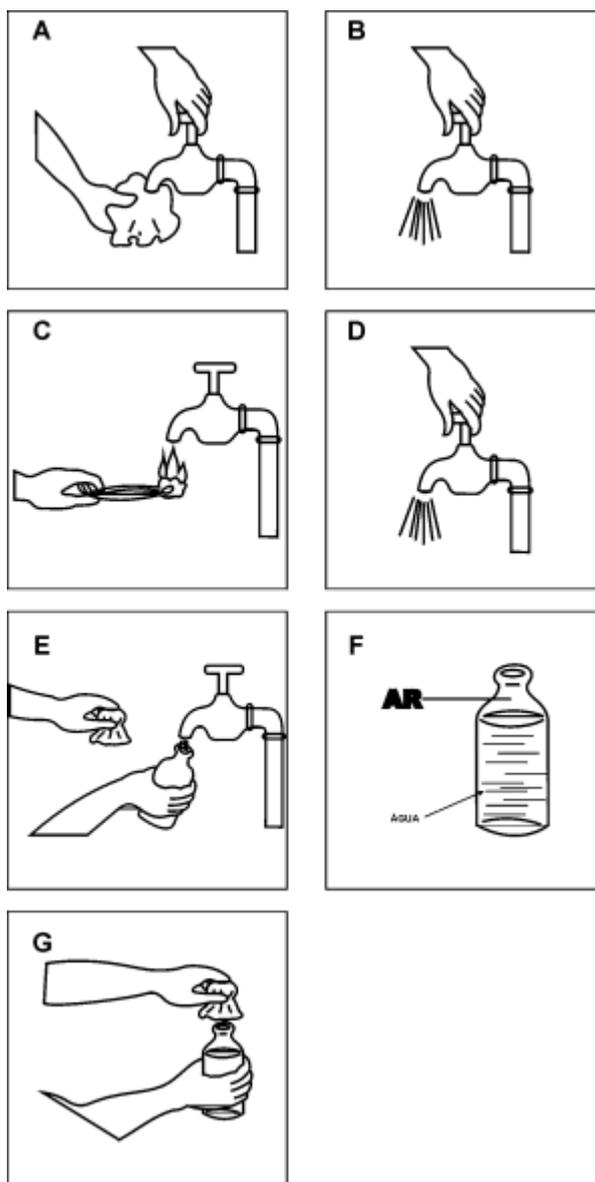
Para amostras de água que recebem resíduos domésticos ou industriais ou que contenham altas concentrações de íons de metais pesados como cobre e zinco etc., adiciona-se um quelante (Ácido Etilenodiaminotetracético (EDTA), que complexa os íons dos metais pesados) e o Tiosulfato de Sódio antes da esterilização.

- **Cuidados na Amostragem para Análise Bacteriológica**

- verificar se o ponto de amostragem recebe água diretamente da rede de distribuição;
- em caso de água de torneira ou bombas deixar correr as primeiras águas (torneira de dois a três minutos e bombas cinco minutos);
- não tocar com os dedos na parte da tampa que fica no interior do vidro.

A análise bacteriológica deve ser feita o mais cedo possível. As amostras devem ser conservadas a temperatura de 4^o a 10^oC, para evitar a proliferação dos microorganismos. O tempo máximo permitido entre a coleta da amostra e a análise é de seis a oito horas para águas pouco poluídas, e de até 24 horas para água clorada.

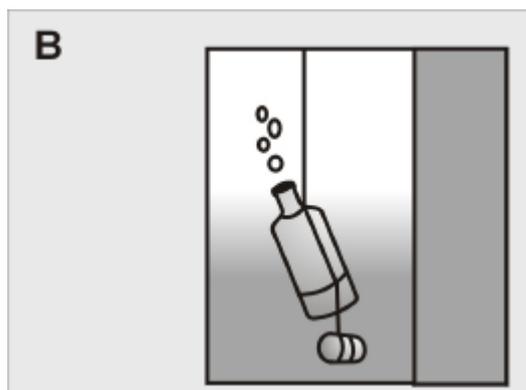
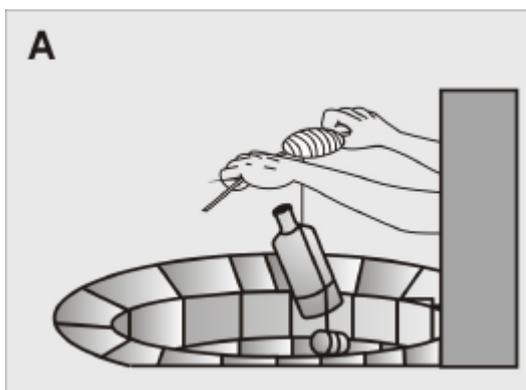
Figura 6 – Coleta de Amostra de Água para Exame



Fonte: OPAS , 1987

- A** – Limpar a torneira;
- B** – Deixar escorrer por dois a três minutos;
- C** – Flambar ou desinfetar a torneira, se necessário;
- D** – Deixar escorrer por dois a três minutos;
- E** – Coletar a amostra;
- F** – Deixar pequeno espaço vazio;
- G** – Colocar a tampa, homogeneizar e identificar.

Figuras 7 e 8 - Coleta de Amostra de Água em Poço Raso

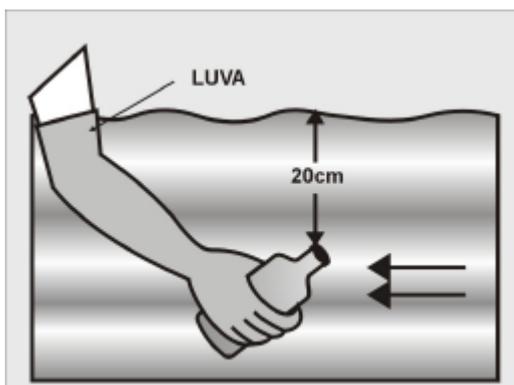


Fonte: OPAS, 1987

A - Descer lentamente o cordão sem permitir que o frasco toque nos lados do poço.

B - Submergir o frasco, permitindo que se obtenha amostra mais profunda.

Figura 9 - Coleta de Amostra em Mananciais Superficiais



Observar o sentido da correnteza e a profundidade mínima.

Fonte: OPAS, 1987

- **Amostras para Análise Físico-Química e Radioativas:**

Consultar as normas analíticas referentes aos parâmetros de interesse, bem como os responsáveis pelas análises sobre os detalhes, tipos de frascos, volume de amostra a ser coletado, preservação, transporte e demais cuidados que devem ser tomados por ocasião da amostragem, como exemplificado no **Quadro nº 6**.

Quadro 6 – Parâmetro para Análise Físico-Química

Parâmetro	Volume	Frasco	Preservação	Prazo
Cor	500 ml	P.V.	R	48 Horas
Turbidez	200 ml	P.V.	R	24 Horas
Dureza	200 ml	P.V.	Ácido Nítrico até pH<2	6 meses
Cloreto	200 ml	P.V.	Não há	28 Dias
Fluoreto	500 ml	P.	Não há	28 Dias
Nitrato	200 ml	P.V.	R	48 Horas

Abreviaturas:

P = Polietileno

V = Vidro neutro ou borossilicato

R = Refrigerar a 4^o C

- **Ficha de Coleta**

Registrar todas as informações possíveis de serem obtidas no campo, preenchendo uma ficha por amostra contendo os dados referentes ao parâmetro de interesse.

Dados mínimos necessários:

- identificar a localidade, município e estado;
- número do registro da amostra;
- identificar o tipo de amostra;
- registrar a ocorrência de chuvas nas últimas 24 horas;
- registrar análises de campo (temperatura da amostra, temperatura do ar, pH, Cloro residual, etc.);
- data e hora da coleta;
- nome e assinatura do responsável pela coleta.

2.5. Quantidade de Água para Fins Diversos

O homem precisa de água com qualidade satisfatória e quantidade suficiente, para satisfazer suas necessidades de alimentação, higiene e outras, sendo um princípio considerar a quantidade de água, do ponto de vista sanitário, de grande importância no controle e na prevenção de doenças, como nos casos de gastroenterites.

O volume de água necessário para abastecer uma população é obtido levando em consideração os seguintes aspectos:

2.5.1. Parcelas Componentes dos Diferentes Usos da Água

- **Demanda de Água**

- **Doméstico:**
 - a) bebida;
 - b) cozinha;
 - c) banho;
 - d) lavagem de roupas e utensílios;
 - e) limpeza da casa;
 - f) descarga dos aparelhos sanitários;
 - g) rega de jardins;
 - h) lavagem dos veículos.

- **Comercial:**
 - a) hotéis;
 - b) pensões;
 - c) restaurantes;
 - d) estabelecimento de ensinos particulares;
 - e) postos de abastecimento de combustível;
 - f) padarias;
 - g) açougues.

- **Industrial:**
 - a) transformação de matéria prima;
 - b) entra na composição do produto;
 - c) fins agropecuários;
 - d) clubes recreativos.

- **Público:**
 - a) fontes;
 - b) irrigação de jardins públicos;
 - c) limpeza pública;
 - d) edifícios públicos.

- **Segurança:**
 - a) combate de Incêndio.

É necessário o desenvolvimento de estratégias para redução de perdas físicas de água nas unidades de adução, tratamento, reservação, rede de distribuição e ramais prediais.

O desperdício nas unidades de consumo deve ser evitado.

2.5.2. Consumo Médio de Água por Pessoa por Dia (Consumo Per Capita)

O "per capita" de uma comunidade é obtido, dividindo-se o total de seu consumo de água por dia pelo número total da população servida.

A quantidade de água consumida por uma população varia conforme a existência ou não de abastecimento público, a proximidade de água do domicílio, o clima, os hábitos da população. Havendo abastecimento público, varia, ainda, segundo a existência de indústria e de comércio, a qualidade da água e o seu custo.

Nos projetos de abastecimento público de água, o "per capita" adotado varia de acordo com a natureza da cidade e o tamanho da população. Normalmente adota-se as seguintes estimativas de consumo:

- **População Abastecida sem Ligações Domiciliares:**

Adota-se os seguintes consumos per capita:

- abastecida somente com torneiras públicas ou chafarizes, de 30 a 50 l/hab/dia;
- além de torneiras públicas e chafarizes, possuem lavanderias públicas, de 40 a 80 l/hab./dia;
- abastecidas com torneiras públicas e chafarizes, lavanderias públicas e sanitário ou banheiro público, de 60 a 100 l/hab./dia.

- **Populações Abastecidas com Ligações Domiciliares:**

Quadro 7

População de Fim de Plano - Habitantes -	Per Capita Litros/Hab. / Dia
Até 6.000	de 100 a 150
de 6.000 até 30.000	de 150 a 200
de 30.000 até 100.000	de 200 a 250
Acima de 100.000	de 250 a 300

Observação: População flutuante : adotar o consumo de 100 l/hab/dia

2.5.3. Fatores que Afetam o Consumo de Água em Uma Cidade

- **De Caráter Geral:**

- tamanho da cidade;
- crescimento da população;
- características da cidade (turística, comercial, industrial);
- tipos e quantidades de indústrias;
- clima mais quente e seco, maior o consumo de água verificado;
- hábitos e nível sócio-econômico da população.

- **Fatores Específicos:**

- qualidade de água (sabor, odor, cor);
- custo da água: valor da tarifa;
- a disponibilidade de água;
- a pressão na rede de distribuição;
- percentual de medição da água distribuída;
- ocorrência de chuvas.

2.5.4. As Variações de Consumo

No sistema de abastecimento de água ocorrem variações de consumo significativas, que podem ser anuais, mensais, diárias, horárias e instantâneas. No projeto do sistema de abastecimento de água, algumas dessas variações de consumo são levadas em consideração no cálculo do volume a ser consumido. São elas:

- **Anuais:** o consumo “per capita” tende a aumentar com o passar do tempo e com o crescimento populacional. Em geral aceita-se um incremento de 1% ao ano no valor desta taxa;
- **Mensais:** as variações climáticas (temperatura e precipitação) promovem uma variação mensal do consumo. Quanto mais quente e seco for o clima maior é o consumo verificado;
- **Diária:** ao longo do ano, haverá um dia em que se verifica o maior consumo. É utilizado o coeficiente do dia de maior consumo (K1), que é obtido da relação entre o máximo consumo diário verificado no período de um ano e o consumo médio diário. O valor usualmente adotado no Brasil para K1 é 1,20;
- **Horária:** ao longo do dia tem-se valores distintos de pique de vazões horária. Entretanto haverá “uma determinada hora” do dia em que a vazão de consumo será máxima. É utilizado o coeficiente da hora de maior consumo (K2), que é a relação entre o máximo consumo horário verificado no dia de maior consumo e o consumo médio horário do dia de maior consumo. O consumo é maior nos horários de refeições e menores no início da madrugada. O coeficiente K1 é utilizado no cálculo de todas as unidades do sistema, enquanto K2 é usado apenas no cálculo da rede de distribuição.

2.6. Medições de Vazão

- **Em Pequenos Córregos e Fontes:**

O Método mais simples para medição de vazão consiste em:

- recolher a água em um recipiente de volume conhecido (tambor, barril, etc.);
- contar o número de segundos gastos para encher completamente o recipiente.

Exemplo: Se um tambor de 200 litros fica cheio em 50 segundos, a vazão será:

$$Q = \frac{200 \text{ litros}}{50 \text{ seg.}} = 4,0 \text{ litros/segundo}$$

Para ter-se a vazão em:

- Litros por minuto (l/min): multiplica-se por 60;
- Litros por hora (l/h): multiplica-se por 3.600;

- Litros por dia (l/d): multiplica-se por 86.400.

Observação: No caso de correntes de volume e velocidade muito pequenos, devem ser utilizados tambores de 18 litros de capacidade.

- **Em Função da Área e da Velocidade**

A vazão aproximada de uma corrente do tipo médio pode ser determinada através do conhecimento da velocidade da água e da área da seção transversal de um trecho da veia líquida.

- **Determinação da Velocidade**

Como é mostrado na **Figura 2**, sobre uma das margens da corrente marcam-se, a uma distância fixada, dois pontos de referência, A e B. Solta-se, a partir da referência A, e na linha média da corrente, um flutuador (rolha de cortiça, bola de borracha, pedaço de madeira, etc.) e anota-se o tempo gasto para que ele atinja a referência B.

Exemplo: se a distância entre A e B é de 10 metros e o tempo gasto pelo flutuador para percorrê-la é de 20 segundos, então, a velocidade da corrente é:

$$\text{Velocidade} = \frac{\text{Distância}}{\text{Tempo}} \quad V = \frac{10\text{m}}{20\text{s}} = 0,50\text{m/s}$$

- **Determinação da Seção Transversal**

Em corrente de seção transversal aproximadamente constante ao longo de um certo trecho, procede-se da seguinte maneira:

Escolhe-se uma seção (F-F) intermediária entre os pontos A e B e determina-se a largura que a corrente aí apresenta. Procede-se a uma sondagem ao longo da seção (F-F), utilizando-se varas, paus, ou escalas graduadas.

Exemplo: Suponhamos que os dados são os seguintes:

Largura da corrente em F-F = 4,00m

$$\text{Profundidade média} = \frac{1,00\text{m} + 1,20\text{m} + 0,80\text{m}}{3} = 1,00\text{m}$$

A área média da seção transversal será:

$$A_m = 4,00\text{m} \times 1,00\text{m} = 4,00\text{m}^2$$

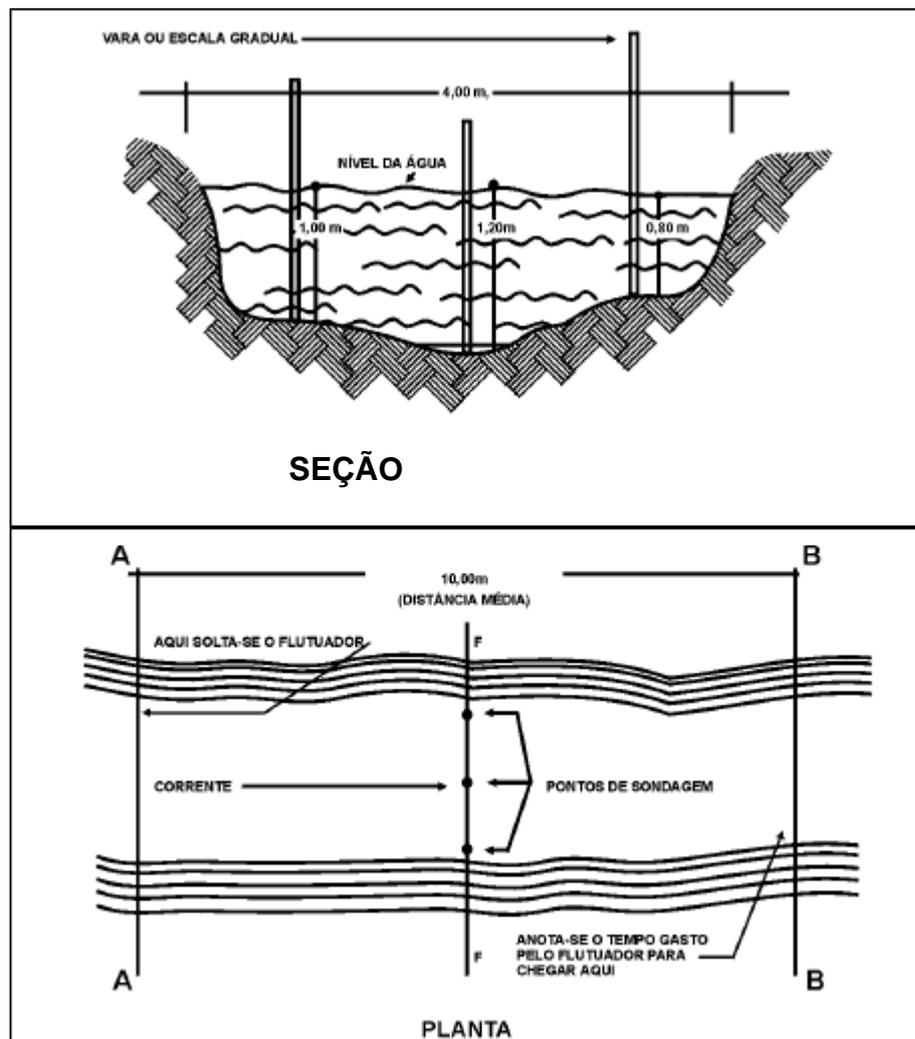
Finalmente vem para vazão da corrente:

$Q = \text{área média da seção transversal} \times \text{velocidade}$

$Q = 4,00\text{m}^2 \times 0,50\text{m/s} = 2,00\text{m}^3/\text{s} = 2.000\text{l/s}.$

Observação: Em correntes de seção transversal variável, a área média utilizada no cálculo da vazão é a média aritmética das áreas das seções transversais determinadas em A-A e B-B.

Figura 10 - Determinação da Seção Transversal



Fonte: USAID, 1961

- **Com Aplicação do Vertedouro de Madeira**

Este método é aplicável a correntes até 3,00m de largura.

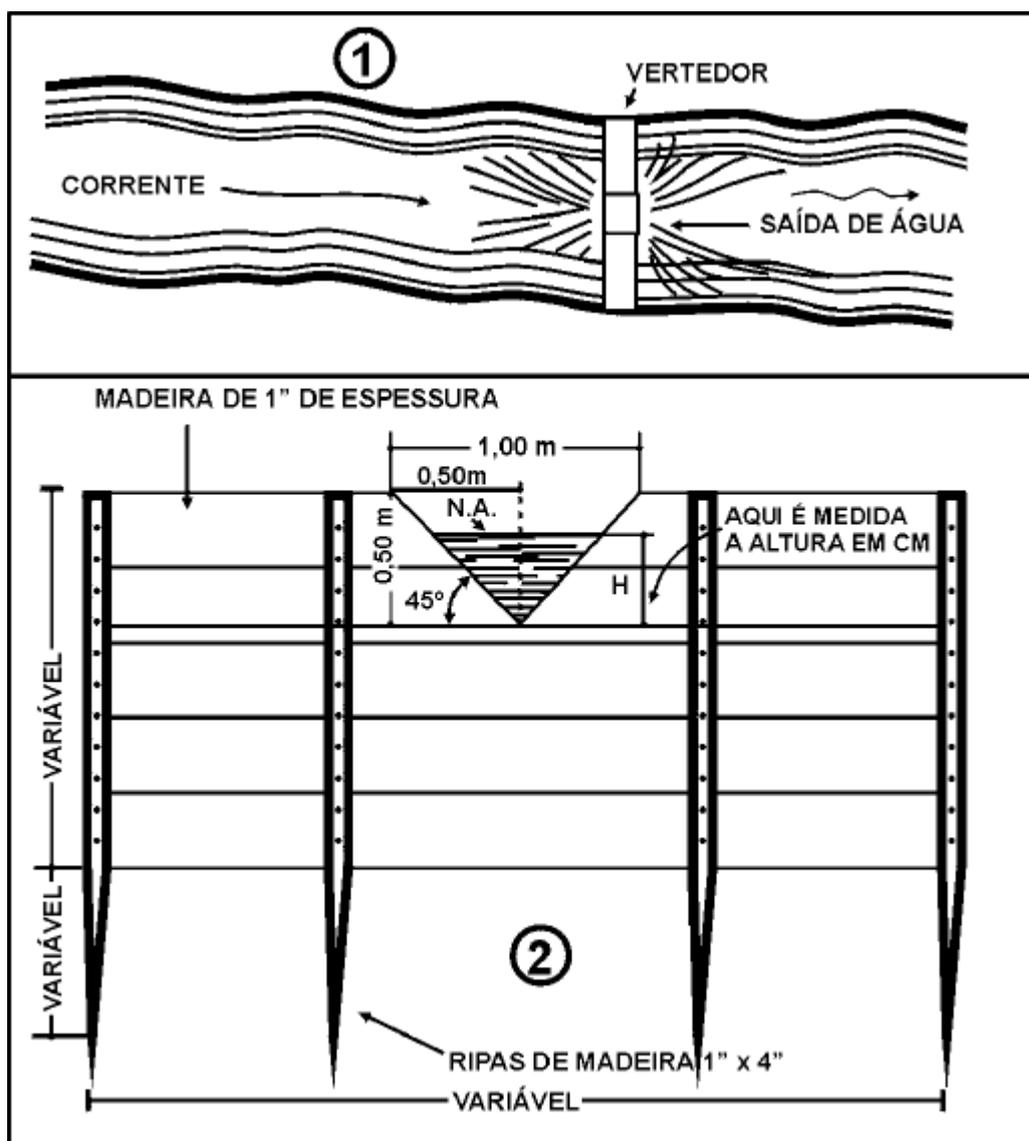
- vertedouro é colocado perpendicularmente à corrente, barrando-a e obrigando a passagem da água através da seção triangular (**Figura 11**);

- em um dos lados do vertedouro coloca-se uma escala graduada em centímetros, na qual faz-se a leitura do nível alcançado pela água (**Figura 11**).

Para determinação da vazão da corrente, toma-se a leitura na escala graduada e consulta-se a tabela para cálculo de vazão em Vertedouro Triangular (**Tabela 1**).

Exemplo: se $H = 30\text{cm}$, tem-se $Q = 67\text{l/s}$.

Figura 11 - Vertedouro de Madeira



Fonte: USAID, 1961

Tabela 1 - Tabela para Cálculo de Vazão em Vertedouro Triangular

Tabela do Vertedouro Triangular		
H(em cm)	Q(em m³/s)	Q(em l/s)
4	0,0004	0,4
5	0,0008	0,8
6	0,0012	1,2
7	0,0018	1,8
8	0,0025	2,5
9	0,0033	3,3
10	0,0043	4,3
11	0,0056	5,6
12	0,0069	6,9
13	0,0085	8,5
14	0,0110	11,0
15	0,0120	12,0
16	0,0140	14,0
17	0,0160	16,0
18	0,0190	19,0
19	0,0210	21,0
20	0,0240	24,0
21	0,0270	27,0
22	0,0320	32,0
23	0,0340	34,0
24	0,0380	38,0
25	0,0420	42,0
26	0,0470	47,0
27	0,0520	52,0
28	0,0560	56,0
29	0,0640	64,0
30	0,0670	67,0
31	0,0730	73,0
32	0,0780	78,0
33	0,0830	83,0
34	0,0910	91,0
35	0,0980	98,0
36	0,1060	106,0
37	0,1130	113,0
38	0,1210	121,0
39	0,1280	128,0
40	0,1380	138,0
41	0,1460	146,0
42	0,1560	156,0
43	0,1620	162,0
44	0,1780	178,0
45	0,1840	184,0
46	0,1940	194,0
47	0,2060	206,0
48	0,2160	216,0
49	0,2280	228,0
50	0,2390	239,0

Fonte: USAID, 1961