

RESUMO

Acredita-se que somente os recursos naturais não renováveis podem se extinguir o que não é verdade. Quando explorados e usados sem um pensamento voltado para a sustentabilidade, tanto os recursos naturais renováveis ou não renováveis podem chegar à exaustão. Vários conceitos e pesquisas vêm sendo realizado mundo á fora, de desenvolvimento sustentável, no intuito de se criar assim mudanças em relação ao tratamento dado aos recursos naturais de uma forma geral.

A preocupação com a herança ambiental que será deixada para as gerações futuras mudou a visão conservadora que se tinha da gestão dos recursos naturais. Estes passaram a ser bens econômicos, ou seja, escassos e por isso devem ser alocados da maneira mais eficiente possível pela sociedade.

Contudo, sendo a água um bem necessário à sobrevivência de todos os seres vivos, não pode se transformar em uma simples mercadoria. É necessário que haja ética na administração desses recursos, para que o seu acesso seja garantido a todos.

O conceito de potabilidade implica o atendimento a padrões mínimos exigidos para que a água a ser consumida não seja transmissora de doenças aos seres humanos. O processo utilizado com esta finalidade deve ser, portanto, bastante criterioso, pois envolve uma enorme responsabilidade.

O homem tem necessidade de água de qualidade adequada e em quantidade suficiente para todas as suas necessidades, não só para proteção de sua saúde, como também para o seu desenvolvimento econômico. Assim, a importância do abastecimento de água deve ser encarada sob os aspectos sanitários e econômicos.

O primeiro cuidado que se deve tomar é a da escolha de mananciais, evitando-se rios e lagos contaminados por esgoto e/ou despejos industriais. É importante, também, tomar providências para preservar o manancial escolhido. A quantidade e a qualidade da água a ser utilizada num sistema de abastecimento estão intimamente relacionadas às características do manancial.

ABSTRACT

It is believed that only non-renewable resources may be lost, which is not true. When exploited and used without a thought toward sustainability, both renewable resources and non-renewable and can reach exhaustion. Several concepts and studies have been conducted around the world, sustainable development, in order to create so changes in relation to the treatment of natural resources in general.

Concern about the environmental legacy that is left for future generations changed the conservative view that had the management of natural resources. These have become economic goods, ie, scarce and therefore should be allocated as efficiently as possible by society.

However, since water is a necessary for the survival of all living beings, can not become a mere commodity. We need ethics in management of these resources so that their access is guaranteed for all.

The concept of care involves drinking the minimum standards required for the water being consumed is not transmitting disease to humans. The process used for this purpose should therefore be very careful, because it involves an enormous responsibility.

Man needs water of adequate quality and sufficient quantity for all your needs, not only to protect their health, but also for its economic development. Thus, the importance of water supply should be considered from economic and health aspects.

The care we must first take is the choice of sources, avoiding rivers and lakes contaminated by sewage and / or industrial waste. It is also important to take steps to preserve the source chosen. The quantity and quality of water being used in a supply system are closely related to the characteristics of the watershed.

INTRODUÇÃO

Segundo a Declaração Universal dos Direitos da Água, “*o direito à água é um dos direitos fundamentais do ser humano: o direito à vida, tal qual é estipulado no artigo 30 da Declaração Universal dos Direitos do Homem*” (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2000).

É fato que as atividades humanas, alicerçadas em um estilo de vida e desenvolvimento, têm determinado alterações significativas no meio ambiente, influenciando a disponibilidade de uma série de recursos. A água, em alguns territórios, tem-se tornado um recurso escasso e com qualidade comprometida. Os crescentes desmatamentos, os processos de erosão/assoreamento dos mananciais superficiais, o uso indiscriminado de mananciais subterrâneos e a sua contaminação, os lançamentos de efluentes e detritos industriais e domésticos nos recursos hídricos têm contribuído para tal situação. Nos países em desenvolvimento essa problemática é agravada em razão da baixa cobertura da população com serviços de abastecimento de água com qualidade e quantidade.

Além das preocupações com a qualidade e a quantidade da água, acrescentam-se as de ordem econômica: o aparente e infundável acréscimo da demanda hídrica, motivado pelo crescimento dos centros urbanos e industriais, faz necessário buscar a água de abastecimento a distâncias cada vez maiores, para a busca de mananciais mais caudalosos e de melhor qualidade, já que os mananciais próximos a grandes centros urbanos têm suas águas contaminadas com todo o tipo de esgotos, sejam eles domésticos ou industriais.

Existe no mercado soluções praticamente ilimitada do ponto de vista técnico, para o tratamento e potabilização de águas poluídas. Entretanto, o custo desse tratamento e a possibilidade de ocorrências de falhas operacionais nas estações de tratamento de água levam a escolha de mananciais menos poluídos, mesmo que estes estejam muito mais distantes.

Como todos os demais tópicos da engenharia, o abastecimento tem a sua história.

Atualmente, um sistema de captação, tratamento e distribuição de água compõem-se de unidades projetadas, construídas e operadas de forma a assegurarem desempenho hidráulico satisfatório e qualidade da água adequada às finalidades a que se destina.

Um dos grandes desafios dos órgãos públicos e privados é oferecer água de qualidade e em quantidade as populações, manter os mananciais livres de poluentes e preservados.

JUSTIFICATIVA

No presente trabalho, desenvolve-se o tema, Avaliação da Eficácia do Tratamento Convencional da Água para consumo humano, procurando tratar de aspectos relevantes associados, assim como destacar a relação entre a temática abordada e a saúde. Procurando apresentar a situação atual da água no Brasil.

O abastecimento público de água em termos de quantidade e qualidade é uma preocupação crescente da humanidade, em função da escassez do recurso água e da deterioração da qualidade dos mananciais. Organismos internacionais, a exemplo da Organização Pan-Americana da Saúde (OPAS) e da Asociación Interamericana de Ingeniería Sanitaria y Ambiental (AIDS), e nacionais, como o Ministério da Saúde e o Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA), têm reconhecido a problemática da água neste início de século. Nessa perspectiva, em 1992 foi assinada em Havana uma declaração para a proteção da qualidade da água, sendo instituído o Dia Interamericano da Água.

OBJETIVO

Para apresentação deste trabalho, desenvolveu-se um projeto para apresentar a eficácia de uma estação de tratamento de água, utilizando dois mananciais. Sendo que um dos mananciais o Córrego do Laje, que abastece a cidade de Caratinga, apresenta uma pequena contribuição de contaminação com esgotos domésticos, industrial e agrícola. Já o segundo manancial, o Rio Caratinga, é apresentado em um ponto a montante da cidade de Caratinga, aproximadamente 6 km, na captação de água da cidade de Santa Rita de Minas, com uma baixa contribuição de poluentes e/ou contaminantes. E a jusante da cidade de Caratinga, aproximadamente 20 km, na captação de água da Cidade de Ubaporanga, ponto este que recebe toda a carga de esgoto doméstico e industrial da cidade de Caratinga. Foram coletadas três amostras nos mananciais e três amostras na saída da estação de tratamento de água, após todo o processo de tratamento. Com estes dois mananciais e três estações de tratamento de água, a intenção da pesquisa é apresentar a eficiência da tecnologia de tratamento da água para diferentes qualidades de água de mananciais superficiais e da água tratada. Os resultados de análises obtidos nos anos de 2008, 2009 e 2010, sempre realizadas nos meses de abril e outubro dos respectivos anos, períodos estes que historicamente intercalam as estações do ano de seca e chuvas respectivamente. As coletas e análises foram realizadas duas vezes por ano. Desta forma se teve uma visão geral da qualidade da água dos mananciais para aplicação correta da tecnologia de tratamento de água e assim oferecer um produto com qualidade dentro dos padrões exigidos pelas normas brasileiras em vigor. As análises foram realizadas nos laboratórios da COPASA (Companhia de Saneamento de Minas Gerais), especializados e de referência no setor de análises para teste da qualidade da água tratada e da água bruta. Sendo o laboratório metropolitano, localizado em Belo Horizonte certificado com o selo ISO 9001, e em processo para a obtenção do selo da ISO 17005. O que certifica a garantia e a certeza que os resultados da pesquisa são seguros e bastante exatos, dando-nos a garantia de exposição dos mesmos. Os parâmetros pesquisados estão todos dentro da portaria 518/2004 do Ministério da Saúde e da Resolução CONAMA 357/2005, entidades que regulamentam e classificam a qualidade da água potável e dos mananciais respectivamente.

1. DESENVOLVIMENTO

1.1- A vigilância da Água e a saúde humana

No Brasil, os potenciais de água doce são extremamente favoráveis para os diversos usos; no entanto, as características de recurso natural renovável, em várias regiões do país, têm sido drasticamente afetadas. Os processos de urbanização, de industrialização e de produção agrícola não têm levado em conta a capacidade de suporte dos ecossistemas (REBOUÇAS, 1997). Para este autor,

[...] Este quadro está sensivelmente associado ao lançamento – deliberado ou não – de mais de 90% dos esgotos domésticos e cerca de 70% dos efluentes industriais não tratados, o que tem gerado a poluição dos corpos de água doce de superfície em níveis nunca antes imaginados (REBOUÇAS, 1997, p. 6).

Segundo o relatório da Conferência Pan-Americana de Saúde e Ambiente Humano Sustentável, atualmente cerca de 30% da população brasileira abastece-se de água proveniente de fontes inseguras, sendo que boa parte daqueles atendidos por rede pública nem sempre recebe água com qualidade adequada e em quantidade suficiente.

De acordo com Di Bernardo (2008) a água pode veicular um elevado número de enfermidades e essa transmissão pode se dar por diferentes mecanismos. O mecanismo de transmissão de doenças mais comumente lembrado e diretamente relacionado à qualidade da água é o da ingestão, por meio do qual um indivíduo sadio ingere água que contenha componentes nocivos à saúde e a presença desses componentes no organismo humano provoca o aparecimento de doença. Um segundo mecanismo refere-se à quantidade insuficiente de água, gerando hábitos higiênicos insatisfatórios e daí doenças relacionadas à inadequada higiene – dos utensílios de cozinha, do corpo, do ambiente domiciliar. Outro mecanismo compreende a situação da água no ambiente físico, proporcionando condições propícias à vida e à reprodução de vetores ou reservatórios de doenças.

Os sistemas de abastecimento de água (SAA) são obras de engenharia que, além de objetivarem assegurar o conforto às populações e prover parte da infraestrutura das cidades, visam prioritariamente superar os riscos à saúde impostos pela água. Para que os SAAs

cumpram com eficiência a função de proteger os consumidores contra os riscos à saúde humana, é essencial um adequado e cuidadoso desenvolvimento de todas as suas fases: a concepção, o projeto, a implantação, a operação e a manutenção.

Controlar os riscos à saúde em um SAA inicia-se com a escolha do manancial de onde o sistema será suprido. Assim, mananciais livres de contaminantes naturais, mas, sobretudo protegidos contra a contaminação de natureza química ou biológica provocadas pelas mais diversas atividades antrópicas, devem ser priorizados. O controle continua com a concepção, o projeto e a operação adequada do tratamento. E se completa nas demais unidades do sistema: captação, estações elevatórias, adutoras, reservatórios e rede de distribuição. Essas unidades constituem risco potencial de comprometimento da qualidade da água e, portanto, devem ser encaradas com a visão de saúde pública.

É importante destacar que não apenas na etapa coletiva dos SAAs podem ser localizados riscos à saúde. Após a ligação predial, a água fornecida pelo sistema público ainda passa por diversas operações, desde o armazenamento predial, até os habituais tratamentos domiciliares, passando por toda a instalação predial. Essa etapa do consumo, em nosso país, impõe elevados riscos à saúde, a ponto de todo o esforço desenvolvido nas diversas unidades do sistema coletivo freqüentemente se ver comprometido por um manuseio inadequado da água no nível intradomiciliar. Adicione-se a essa situação de risco a tradicional dificuldade do poder público em estabelecer a vigilância no interior do domicílio, comumente considerado domínio sanitário do indivíduo e não da coletividade. Situação similar, e em geral ainda mais preocupante, ocorre nas localidades onde inexistem sistemas coletivos de abastecimento de água. Nesse caso, a população recorre a fontes de água diversas, muitas vezes vulneráveis à presença de contaminantes, e também nesse caso é fundamental a ação do poder público, com freqüência omissa. Nesses exemplos, fonte de água e condições de armazenamento constitui fatores de risco adicionais àqueles fatores já naturalmente presentes nas instalações domiciliares.

Tanto o controle da qualidade da água, exercido pela entidade responsável pela operação do SAA ou SAC, quanto a sua vigilância, por meio dos órgãos de saúde pública, são instrumentos essenciais para a garantia da proteção à saúde dos consumidores.

É falsa a compreensão de que basta a concepção, o projeto, a implantação, a operação e a manutenção adequada para que um SAA ou SAC esteja livre de riscos à saúde humana. Obviamente, essas etapas são essenciais, mas não suficientes, para garantir a necessária

proteção à saúde. Fatores diversos podem atingir um SAA ou SAC, por mais sanitariamente eficientes que estes sejam. As mais imprevisíveis e variadas situações podem ocorrer em um SAA, impondo riscos à saúde.

Apenas como exemplos podem ser citadas as seguintes situações de risco:

- a) descarga acidental de contaminante no manancial;
- b) lançamento clandestino de efluentes no manancial;
- c) ocorrência de pressão negativa em tubulação – adutora ou rede de distribuição – e conseqüente penetração de contaminante em seu interior;
- d) rompimento de redes e adutoras;
- e) problemas operacionais e de manutenção diversos na estação de tratamento, coagulação incorreta, produto químico adulterado, lavagem ineficiente de filtros, comprometimento do leito filtrante, danos em equipamentos de manuseio de produtos químicos, que podem resultar em distribuição de água não potável;
- f) penetração de contaminantes diversos nos reservatórios públicos;
- g) ausência de manutenção na rede distribuidora.

As características físicas, químicas e biológicas da água estão associadas a uma série de processos que ocorrem no corpo hídrico e em sua bacia de drenagem. Ao se abordar a questão da qualidade da água, é fundamental ter em mente que o meio líquido apresenta duas características marcantes, que condicionam de maneira absoluta a conformação desta qualidade:

- capacidade de dissolução;
- capacidade de transporte.

Constata-se assim que a água, além de ser formada pelos elementos hidrogênio e oxigênio na proporção de dois para um, também pode dissolver uma ampla variedade de substâncias, as quais conferem à água suas características peculiares. Além disso, as substâncias dissolvidas e as partículas presentes no seio da massa líquida são transportadas pelos cursos d'água,

mudando continuamente de posição e estabelecendo um caráter fortemente dinâmico para a questão da qualidade da água. Nesse aspecto, é bastante esclarecedora a afirmativa do filósofo grego Heráclito (**BRÜSEKE**, in **MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2003**, p. 37) de que “*nunca se cruza o mesmo rio duas vezes*”. Na segunda vez não é o mesmo rio que cruzamos, já que as características da água, em maior ou menor grau, serão seguramente distintas. A conjugação das capacidades de dissolução e de transporte conduz ao fato de que a qualidade de uma água é resultante dos processos que ocorrem na massa líquida e na bacia de drenagem do corpo hídrico.

Verifica-se, assim, que o sistema aquático não é formado unicamente pelo rio ou pelo lago, mas inclui obrigatoriamente a bacia de contribuição, exatamente onde ocorrem os fenômenos que irão, em última escala, conferir à água suas características de qualidade.

Outro aspecto bastante relevante refere-se às comunidades de organismos que habitam o ambiente aquático. Em sua atividade metabólica, alguns organismos provocam alterações físicas e químicas na água, enquanto outros sofrem os efeitos dessas alterações. Dessa forma, observa-se a ocorrência de processos interativos dos organismos com seu meio ambiente, fato este que constitui a base da ciência denominada Ecologia.

Tabela 1 – Distribuição de água no globo terrestre (LVOVITCH in Ministério da Saúde, 2006)

LOCALIZAÇÃO	VOLUME (10 ³ km ³)	PORCENTAGEM (%)
Oceanos	1.370.0000	93,94
Águas Subterrâneas	64.000	4,39
Gelo	24.000	1,65
Lagos	280	0.019
Água doce	150	-
Água salgada	125	-
Reservatórios	5.00	-
Umidade do solo	85.0	0.0060
Atmosfera	14.0	0.0010
Rios	1.20	0.0001

2-CARACTERÍSTICAS FÍSICAS, QUÍMICAS E MICROBIOLÓGICAS DA ÁGUA.

2.1– Físicas

a) Temperatura

A temperatura expressa à energia cinética das moléculas de um corpo, sendo seu gradiente o fenômeno responsável pela transferência de calor em um meio. A alteração da temperatura da água pode ser causada por fontes naturais (principalmente energia solar) ou antropogênicas (despejos industriais e águas de resfriamento de máquinas). A temperatura exerce influência marcante na velocidade das reações químicas, nas atividades metabólicas dos organismos e na solubilidade de substâncias. Os ambientes aquáticos brasileiros apresentam em geral temperaturas na faixa de 20 °C a 30 °C. “*Entretanto, em regiões mais frias, como no Sul do país, a temperatura da água em períodos de inverno pode baixar a valores entre 5 °C e 15 °C , atingindo, em alguns casos, até o ponto de congelamento*”. (LIBANO,2008, p. 20). Em relação às águas para consumo humano, temperaturas elevadas aumentam as perspectivas de rejeição ao uso. Águas subterrâneas captadas a grandes profundidades freqüentemente necessitam de unidades de resfriamento a fim de adequá-las ao abastecimento. Diversas cidades do interior do Estado de São Paulo utilizam-se de águas subterrâneas após resfriamento.

b) Sabor e odor

A conceituação de sabor “*envolve uma interação de gosto (salgado, doce, azedo e amargo) com o odor*”(LIBANO, 2008, p.27). No entanto, genericamente usa-se a expressão conjunta: sabor e odor. Sua origem está associada tanto à presença de substâncias químicas ou gases dissolvidos, quanto à atuação de alguns microorganismos, notadamente algas. Neste último caso são obtidos odores que podem até mesmo ser agradáveis (odor de gerânio e de terra molhada, etc.), além daqueles considerados repulsivos (odor de ovo podre, por exemplo). Despejos industriais que contêm fenol, mesmo em pequenas concentrações, apresentam odores bem característicos. Vale destacar que substâncias altamente deletérias aos organismos aquáticos, como metais pesados e alguns compostos organossintéticos, não

conferem nenhum sabor ou odor à água. Para consumo humano e usos mais nobres, o padrão de potabilidade exige que a água seja completamente inodora.

c) Cor

A cor da água é produzida pela reflexão da luz em partículas minúsculas de dimensões inferiores a 1µm – denominadas colóides – finamente dispersas, de origem orgânica (ácidos húmicos e fúlvicos) ou mineral (resíduos industriais, compostos de ferro e manganês). Corpos d'água de cores naturalmente escuras são encontrados em regiões ricas em vegetação, em decorrência da maior produção de ácidos húmicos. Um exemplo internacionalmente conhecido é o do Rio Negro, afluente do Rio Amazonas, cujo nome faz referência à sua cor escura, causada pela presença de produtos de decomposição da vegetação e pigmentos de origem bacteriana (*Chromobacterium violaceum*).

A determinação da intensidade da cor da água é feita comparando-se a amostra com um padrão de cobalto-platina, sendo o resultado fornecido em unidades de cor, também chamadas uH (unidade Hazen). As águas naturais apresentam, em geral, “*intensidades de cor variando de 0 a 200 unidades*” (LIBANO, 2008, p. 21). Valores inferiores a 10 unidades são dificilmente perceptíveis. A cloração de águas coloridas com a finalidade de abastecimento doméstico pode gerar produtos potencialmente cancerígenos (trihalometanos), derivados da complexação do cloro com a matéria orgânica em solução.

Para efeito de caracterização de águas para abastecimento, distingue-se a cor aparente, na qual se consideram as partículas suspensas, da cor verdadeira. A determinação da segunda realiza-se após centrifugação da amostra. Para atender ao padrão de potabilidade, a água deve apresentar intensidade de cor aparente inferior a cinco unidades.

d) Turbidez

Para Viana (2002,54) a turbidez pode ser definida como uma medida do grau de interferência à passagem da luz através do líquido. A alteração à penetração da luz na água decorre da presença de material em suspensão, sendo expressa por meio de unidades de turbidez (também denominadas unidades de Jackson ou nefelométricas).

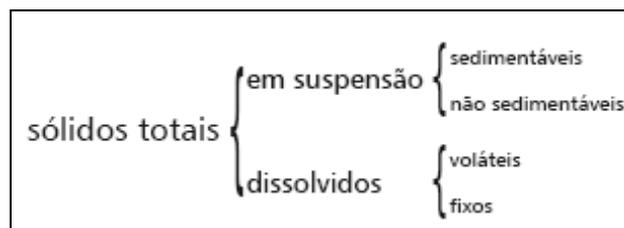
A turbidez dos corpos d'água é particularmente alta em regiões com solos erodíveis, onde a precipitação pluviométrica pode carrear partículas de argila, silte, areia, fragmentos de rocha e óxidos metálicos do solo. Grande parte das águas de rios brasileiros é naturalmente turva em decorrência das características geológicas das bacias de drenagem, ocorrência de altos índices pluviométricos e uso de práticas agrícolas muitas vezes inadequadas. Ao contrário da cor, que é causada por substâncias dissolvidas, a turbidez é provocada por partículas em suspensão, sendo, portanto, reduzida por sedimentação.

Em lagos e represas, onde a velocidade de escoamento da água é menor, a turbidez pode ser bastante baixa. Além da ocorrência de origem natural, a turbidez da água pode também ser causada por lançamentos de esgotos domésticos ou industriais.

A turbidez natural das águas está, geralmente, compreendida na faixa de 3 a 500 unidades (LIBANO,2008, p.23). Para fins de potabilidade, a turbidez deve ser inferior a uma unidade. Tal restrição fundamenta-se na influência da turbidez nos processos usuais de desinfecção, atuando como *escudo* aos microorganismos patogênicos e assim minimizando a ação do desinfetante. Outro parâmetro diretamente associado à turbidez é a transparência da água, a qual é usada principalmente no caso de lagos e represas. A transparência é medida mergulhando-se na água um disco de aproximadamente 20 cm de diâmetro (disco de Secchi, em homenagem ao seu inventor, um naturalista italiano) e anotando-se a profundidade de desaparecimento. Lagos turvo apresenta transparências reduzidas, da ordem de poucos centímetros até um metro, enquanto em lagos cristalinos a transparência pode atingir algumas dezenas de metros.

e) Sólidos

A presença de sólidos na água é comentada neste tópico relativo aos parâmetros físicos, muito embora os sólidos possam também estar associados a características químicas ou biológicas. Os sólidos presentes na água podem estar distribuídos da seguinte forma:



(LIBANO, 2008, p25)

Sólidos em suspensão podem ser definidos como as partículas passíveis de retenção por processos de filtração. Sólidos dissolvidos são constituídos por partículas de diâmetro inferior a 10^{-3} μm e que permanecem em solução mesmo após a filtração.

A entrada de sólidos na água pode ocorrer de forma natural (processos erosivos, organismos e detritos orgânicos) ou antropogênica (lançamento de lixo e esgotos).

Muito embora os parâmetros turbidez e sólidos totais estejam associados, eles não são absolutamente equivalentes. Uma pedra, por exemplo, colocada em um copo de água limpa confere àquele meio uma elevada concentração de sólidos totais, mas sua turbidez pode ser praticamente nula. O padrão de potabilidade refere-se apenas aos sólidos totais dissolvidos (limite: 1000 mg/l), (DI BERNARDO, 2008, p.52) já que essa parcela reflete a influência de lançamento de esgotos, além de afetar a qualidade organoléptica da água.

f) Condutividade elétrica

“A condutividade elétrica da água indica sua capacidade de transmitir a corrente elétrica em função da presença de substâncias dissolvidas que se dissociam em ânions e cátions” (LIBANO, 2008, p.29). Quanto maior a concentração iônica da solução, maior é a oportunidade para a ação eletrolítica e, portanto, maior a capacidade em conduzir corrente elétrica. Muito embora não se possa esperar uma relação direta entre condutividade e concentração de sólidos totais dissolvidos, já que as águas naturais não são soluções simples, tal correlação é possível para águas de determinadas regiões onde exista a predominância bem definida de um determinado íon em solução.

A condutividade elétrica da água deve ser expressa em unidades de resistência (mho ou S) por unidade de comprimento (geralmente cm ou m). Até algum tempo atrás, a unidade mais usual para expressão da resistência elétrica da água era o *mho* (inverso de ohm), mas

atualmente é recomendável a utilização da unidade “S” (Siemens). Enquanto as águas naturais apresentam teores de condutividade na faixa de 10 a 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$, em ambientes poluídos por esgotos domésticos ou industriais os valores podem chegar até 1.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ como afirma Libâno (2008, p.30).

2.2 - Químicas

a) pH

O potencial hidrogênio (pH) representa a intensidade das condições ácidas ou alcalinas do meio líquido por meio da medição da presença de íons hidrogênio (H^+). É calculado em escala antilogarítmica, abrangendo a faixa de 0 a 14 (inferior a 7: condições ácidas; superior a 7: condições alcalinas). O valor do pH influi na distribuição das formas livre e ionizada de diversos compostos químicos, além de contribuir para um maior ou menor grau de solubilidade das substâncias e de definir o potencial de toxicidade de vários elementos, como afirma Libâno (2008, p.30) .

As alterações de pH podem ter origem natural (dissolução de rochas, fotossíntese) ou antropogênica (despejos domésticos e industriais). Em águas de abastecimento, baixos valores de pH podem contribuir para sua corrosividade e agressividade, enquanto valores elevados aumentam a possibilidade de incrustações. Para a adequada manutenção da vida aquática, o pH deve situar-se geralmente na faixa de 6 a 9. Existem, no entanto, várias exceções a essa recomendação, provocadas por influências naturais, como é o caso de rios de cores intensas, em decorrência da presença de ácidos húmicos provenientes da decomposição de vegetação. Nessa situação, o pH das águas é sempre ácido (valores de 4 a 6), como pode ser observado em alguns cursos d'água na planície amazônica. A acidificação das águas pode ser também um fenômeno derivado da poluição atmosférica, mediante complexação de gases poluentes com o vapor d'água, provocando o predomínio de precipitações ácidas. Podem também existir ambientes aquáticos naturalmente alcalinos em função da composição química de suas águas, como é o exemplo de alguns lagos africanos nos quais o pH chega a ultrapassar o valor de 10. O intervalo de pH para águas de abastecimento é estabelecido pela Portaria no 518/2004 entre 6,5 e 9,5. Esse parâmetro objetiva minimizar os problemas de incrustação e corrosão das redes de distribuição.

b) Alcalinidade

A alcalinidade indica a quantidade de íons na água que reagem para neutralizar os íons hidrogênio, como afirma o autor Libâno (2008, p. 31). Constitui, portanto, uma medição da capacidade da água de neutralizar os ácidos, servindo assim para expressar a capacidade de tamponamento da água, isto é, sua condição de resistir a mudanças do pH. Ambientes aquáticos com altos valores de alcalinidade podem, destarte, manter aproximadamente os mesmos teores de pH, mesmo com o recebimento de contribuições fortemente ácidas ou alcalinas.

Os principais constituintes da alcalinidade são os bicarbonatos (HCO_3^-), carbonatos (CO_3^{2-}) e hidróxidos (OH^-). Outros ânions, como cloretos, nitratos e sulfatos, não contribuem para a alcalinidade. A distribuição entre as três formas de alcalinidade na água (bicarbonatos, carbonatos, hidróxidos) é função do seu pH: pH > 9,4 (hidróxidos e carbonatos); pH entre 8,3 e 9,4 (carbonatos e bicarbonatos); pH entre 4,4 e 8,3 (apenas bicarbonatos). Verifica-se assim que, na maior parte dos ambientes aquáticos, a alcalinidade deve-se exclusivamente à presença de bicarbonatos. Valores elevados de alcalinidade estão associados a processos de decomposição da matéria orgânica e à alta taxa respiratória de microorganismos, com liberação e dissolução do gás carbônico (CO_2) na água. A maioria das águas naturais apresenta valores de alcalinidade na faixa de 30 a 500 mg/L de CaCO_3 .

c) Acidez

A acidez, em contraposição à alcalinidade, mede a capacidade da água em resistir às mudanças de pH causadas pelas bases. Ela decorre, fundamentalmente, da presença de gás carbônico livre na água.

A origem da acidez tanto pode ser natural (CO_2 absorvido da atmosfera ou resultante da decomposição de matéria orgânica, presença de H_2S – gás sulfídrico) ou antropogênica (despejos industriais, passagem da água por minas abandonadas). De maneira semelhante à alcalinidade, a distribuição das formas de acidez também é função do pH da água. ” $pH > 8,2$ – CO_2 livre ausente; pH entre 4,5 e 8,2 → acidez carbônica; $pH < 4,5$ ” (LIBÂNO, 2008, p. 31) → acidez por ácidos minerais fortes, geralmente resultantes de despejos industriais,

Águas com acidez mineral são desagradáveis ao paladar, sendo, portanto desaconselhadas para abastecimento doméstico.

d) Dureza

A *dureza* indica a concentração de cátions multivalentes em solução na água. Os cátions mais frequentemente associados à dureza são os de cálcio e magnésio (Ca^{2+} , Mg^{2+}) e, em menor escala, ferro (Fe^{2+}), manganês (Mn^{2+}), estrôncio (Sr^{2+}) e alumínio (Al^{3+}). (LIBÂNO, 2008, p. 31).

A dureza pode ser classificada como *dureza carbonato* ou *dureza não carbonato*, dependendo do ânion com o qual ela está associada. A primeira corresponde à alcalinidade, estando, portanto em condições de indicar a capacidade de tamponamento de uma amostra de água. A dureza não carbonato refere-se à associação com os demais ânions, à exceção do cálcio e do magnésio. A origem da dureza das águas pode ser natural (por exemplo, dissolução de rochas calcárias, ricas em cálcio e magnésio) ou antropogênica (lançamento de efluentes industriais).

A dureza da água é expressa em mg/L de equivalente em carbonato de cálcio (CaCO_3) e pode ser classificada em:

- mole ou branda: < 50 mg/L de CaCO_3 ;
- dureza moderada: entre 50 mg/L e 150 mg/L de CaCO_3 ;
- dura: entre 150 mg/L e 300 mg/L de CaCO_3 ; e
- muito dura: > 300 mg/L de CaCO_3 .” (LIBÂNO, 2008, p.31)

Águas de elevada dureza reduzem a formação de espuma, o que implica um maior consumo de sabões e xampus, além de provocar incrustações nas tubulações de água quente, caldeiras e aquecedores, em função da precipitação dos cátions em altas temperaturas. Existem evidências de que a ingestão de águas duras contribui para uma menor incidência de doenças cardiovasculares. Em corpos d'água de reduzida dureza, a biota é mais sensível à presença de substâncias tóxicas, já que a toxicidade é inversamente proporcional ao grau de dureza da água.

Para águas de abastecimento, o padrão de potabilidade estabelece o limite de 500 mg/L CaCO₃. Valores dessa magnitude usualmente não são encontrados em águas superficiais no Brasil, podendo ocorrer, em menor monta, em aquíferos subterrâneos.

e) Oxigênio dissolvido

Trata-se de um dos parâmetros mais significativos para expressar “a qualidade de um ambiente aquático” (LIBÂNO, 2008, p.33). Conforme já comentado anteriormente, a dissolução de gases na água sofre a influência de distintos fatores ambientais (temperatura, pressão, salinidade). As variações nos teores de oxigênio dissolvido estão associadas aos processos físicos, químicos e biológicos que ocorrem nos corpos d’água.

Para a manutenção da vida aquática aeróbia são necessários teores mínimos de oxigênio dissolvido de 2 mg/L a 5 mg/L, de acordo com o grau de exigência de cada organismo. A concentração de oxigênio disponível mínima necessária para a sobrevivência das espécies piscícolas é de 4 mg/L para a maioria dos peixes e de 5 mg/L para trutas...

..Em condições de anaerobiose (ausência de oxigênio dissolvido), os compostos químicos são encontrados na sua forma reduzida (isto é, não oxidada), a qual é geralmente solúvel no meio líquido, disponibilizando portanto as substâncias para assimilação pelos organismos que sobrevivem no ambiente. À medida que cresce a concentração de oxigênio dissolvido, os compostos vão-se precipitando, ficando armazenados no fundo dos corpos d’água. (LIBÂNO,2008, p.34)

f) Demanda química e bioquímica de oxigênio (DQO e DBO)

Os parâmetros DBO (Demanda Bioquímica de Oxigênio) e DQO (Demanda Química de Oxigênio) são utilizados para indicar a presença de matéria orgânica na água, como afirma Libâno (2008, p. 34). Sabe-se que a matéria orgânica é responsável pelo principal problema de poluição das águas, que é a redução na concentração de oxigênio dissolvido. Isso ocorre como conseqüência da atividade respiratória das bactérias para a estabilização da matéria orgânica. Portanto, a avaliação da presença de matéria orgânica na água pode ser feita pela medição do consumo de oxigênio. Os referidos parâmetros DBO e DQO indicam o consumo

ou a demanda de oxigênio necessária para estabilizar a matéria orgânica contida na amostra de água. Essa demanda é referida convencionalmente a um período de cinco dias, já que a estabilização completa da matéria orgânica exige um tempo maior, e a uma temperatura de 20 °C. A diferença entre DBO e DQO está no tipo de matéria orgânica estabilizada: enquanto a DBO se refere exclusivamente à matéria orgânica mineralizada por atividade dos microorganismos, a DQO engloba também a estabilização da matéria orgânica ocorrida por processos químicos. Assim sendo, o valor da DQO é sempre superior ao da DBO. Além do mais, a relação entre os valores de DQO e DBO indica a parcela de matéria orgânica que pode ser estabilizada por via biológica. Tanto a DBO quanto a DQO são expressas em mg/L.

A concentração média da DBO – que é, entre os dois, o parâmetro normalmente mais utilizado – em esgotos domésticos é da ordem de 300 mg/L, o que indica que são necessários 300 miligramas de oxigênio para estabilizar, em um período de cinco dias e a 20 °C, a quantidade de matéria orgânica biodegradável contida em um (1) litro da amostra. Alguns efluentes de indústrias que processam matéria orgânica (laticínios, cervejarias, frigoríficos) apresentam valores de DBO na ordem de grandeza de dezenas ou mesmo centenas de gramas por litro. Em ambientes naturais não poluídos, a concentração de DBO é baixa (1 mg/L a 10 mg/L), podendo atingir valores bem mais elevados em corpos d'água sujeitos à poluição orgânica, esta em geral decorrente do recebimento de esgotos domésticos ou de criatórios de animais. (Idem)

g) Série nitrogenada

No meio aquático, o elemento químico nitrogênio pode ser encontrado sob diversas formas, como mostra Di Bernardo:

- *nitrogênio molecular (N₂):* nessa forma, o nitrogênio está, continuamente, sujeito a perdas para a atmosfera. Algumas espécies de algas conseguem fixar o nitrogênio atmosférico, o que permite seu crescimento mesmo quando as outras formas de nitrogênio não estão disponíveis na massa líquida;
- *nitrogênio orgânico:* constituído por nitrogênio na forma dissolvida (compostos nitrogenados orgânicos) ou particulada (biomassa de organismos);

- *íon amônio (NH₄⁺): forma reduzida do nitrogênio, sendo encontrada em condições de anaerobiose; serve ainda como indicador do lançamento de esgotos de elevada carga orgânica;*
- *íon nitrito (NO₂⁻): forma intermediária do processo de oxidação, apresentando uma forte instabilidade no meio aquoso; e*
- *íon nitrato (NO₃⁻): forma oxidada de nitrogênio, encontrada em condições de aerobiose. (2008, p. 63):*

O ciclo do nitrogênio conta com a intensa participação de bactérias, tanto no processo de nitrificação (oxidação bacteriana do amônio a nitrito e deste a nitrato) quanto no de desnitrificação (redução bacteriana do nitrato ao gás nitrogênio).

O nitrogênio é um dos mais importantes nutrientes para o crescimento de algas e macrófitas (plantas aquáticas superiores), sendo facilmente assimilável nas formas de amônio e nitrato. Em condições fortemente alcalinas, ocorre o predomínio da amônia livre (ou não ionizável), que é bastante tóxica a vários organismos aquáticos.

Já o nitrato, em concentrações elevadas, está associado à doença da metaemoglobinemia, que dificulta o transporte de oxigênio na corrente sanguínea de bebês. Em adultos, a atividade metabólica interna impede a conversão do nitrato em nitrito, que é o agente responsável por essa enfermidade.

Além de ser fortemente encontrado na natureza, na forma de proteínas e outros compostos orgânicos, o nitrogênio tem uma significativa origem antropogênica, principalmente em decorrência do lançamento, em corpos d'água, de despejos domésticos, industriais e de criatórios de animais, assim como de fertilizantes.

h) Série Fosforada

O fósforo é, em razão da sua baixa disponibilidade em regiões de clima tropical, o nutriente mais importante para o crescimento de plantas aquáticas. Quando esse crescimento ocorre em excesso, prejudicando os usos da água, caracteriza-se o fenômeno conhecido como eutrofização. No ambiente aquático, o fósforo pode ser encontrado sob várias formas:

- orgânico: solúvel (matéria orgânica dissolvida) ou particulado (biomassa de microorganismos);
- inorgânico: solúvel (sais de fósforo) ou particulado (compostos minerais, como apatita). A fração mais significativa no estudo do fósforo é a *inorgânica solúvel*, que pode ser diretamente assimilada para o crescimento de algas e macrófitas. A presença de fósforo na água está relacionada a processos naturais (dissolução de rochas, carreamento do solo, decomposição de matéria orgânica, chuva) ou antropogênicos (lançamento de esgotos, detergentes, fertilizantes, pesticidas). Em águas naturais não poluídas, as concentrações de fósforo situam-se na faixa de 0,01 mg/L a 0,05 mg/L. (DI BERNARDO, 2008, p.65)

i) Ferro e Manganês

Os elementos ferro e manganês, por apresentarem comportamento químico semelhante, podem ter seus efeitos na qualidade da água abordados conjuntamente.

Muito embora esses elementos não apresentem inconvenientes à saúde nas concentrações normalmente encontradas nas águas naturais, eles podem provocar problemas de ordem estética (manchas em roupas ou em vasos sanitários) ou prejudicar determinados usos industriais da água. Dessa forma, o padrão de potabilidade das águas determina valores máximos de 0,3 mg/L para o ferro e 0,1 mg/L para o manganês, como pode ser confirmado em publicação de Libânio (2008, p. 39). Deve ser destacado que as águas de muitas regiões brasileiras, como é o caso de Minas Gerais, por exemplo, em função das características geoquímicas das bacias de drenagem, apresentam naturalmente teores elevados de ferro e manganês, que podem até mesmo superar os limites fixados pelo padrão de potabilidade. Altas concentrações desses elementos são também encontradas em situações de ausência de oxigênio dissolvido, como, por exemplo, em águas subterrâneas ou nas camadas mais profundas dos lagos.

Em condições de anaerobiose, o ferro e o manganês apresentam-se em sua forma solúvel (Fe^{2+} e Mn^{2+}), voltando a precipitar-se quando em contato com o oxigênio (oxidação a Fe^{3+} e Mn^{4+}).

j) Metais pesados (Micro-poluentes)

Existem determinados elementos e compostos químicos que, mesmo em baixas concentrações, conferem à água características de toxicidade, tornando-a assim imprópria para grande parte dos usos. Tais substâncias são denominadas *micropoluentes*. Para Bastos (1999, p. 38) O maior destaque nesse caso é dado aos metais pesados (por exemplo, arsênio, cádmio, cromo, cobre, chumbo, mercúrio, níquel, prata, zinco), freqüentemente encontrados em águas residuárias industriais. Além de serem tóxicos, esses metais ainda se acumulam no ambiente aquático, aumentando sua concentração na biomassa de organismos à medida que se evolui na cadeia alimentar (fenômeno de *biomagnificação*).

Outros micropoluentes inorgânicos que apresentam riscos à saúde pública, conforme sua concentração são os cianetos e o flúor. Entre os compostos orgânicos tóxicos destacam-se os defensivos agrícolas, alguns detergentes e uma ampla gama de novos produtos químicos elaborados artificialmente para uso industrial (*compostos organossintéticos*). Além de sua difícil biodegradabilidade, muitos desses compostos apresentam características carcinogênicas (geração de câncer), mutagênicas (influências nas células reprodutoras) e até mesmo teratogênicas (geração de fetos com graves deficiências físicas).

2.3 - Características biológicas

a) Microorganismos de importância sanitária

O papel dos microorganismos no ambiente aquático está fundamentalmente vinculado à transformação da matéria dentro do ciclo dos diversos elementos. Tais processos são realizados com o objetivo de fornecimento de energia para a sobrevivência dos microorganismos. Um dos processos mais significativos é a *decomposição da matéria orgânica*, realizada principalmente por bactérias. Esse processo é vital para o ambiente aquático, na medida em que a matéria orgânica que ali chega é decomposta em substâncias mais simples pela ação das bactérias. Como produto final obtém-se compostos minerais inorgânicos, como, por exemplo, nitratos, fosfatos e sulfatos que, por sua vez, são reassimilados por outros organismos aquáticos. O processo de decomposição, também

designado como estabilização ou mineralização, é um exemplo do papel benéfico cumprido pelos microorganismos, conforme citado no PROSAB, (2006) .

Ademais, existem algumas poucas espécies que são capazes de transmitir enfermidades, gerando, portanto, preocupações de ordem sanitária.

O problema de transmissão de enfermidades é particularmente importante no caso de águas de abastecimento, as quais devem passar por um tratamento adequado, incluindo desinfecção. No entanto, a determinação individual da eventual presença de cada microorganismo patogênico em uma amostra de água não pode ser feita rotineiramente, já que envolveria a preparação de diferentes meios de cultura, tornando o procedimento complexo e financeiramente inviável. Na prática, o que é feito é a utilização de organismos facilmente identificáveis, cuja ocorrência na água está correlacionada à presença de organismos patogênicos, ou seja, são usados os chamados *organismos indicadores*. O mais importante organismo indicador são as bactérias coliformes, apresentadas a seguir.

b) Bactérias coliformes

As bactérias do grupo coliforme habitam normalmente o intestino de homens e de animais, servindo, portanto como indicadores da contaminação de uma amostra de água por fezes. Como afirma Libâno (2008, p. 44) a maior parte das doenças associadas com a água é transmitida por via fecal, isto é, os organismos patogênicos, ao serem eliminados pelas fezes, atingem o ambiente aquático, podendo vir a contaminar as pessoas que se abasteçam de forma inadequada dessa água, conclui-se que as bactérias coliformes podem ser usadas como indicadoras dessa contaminação. Quanto maior a população de coliformes em uma amostra de água, maior é a chance de que haja contaminação por organismos patogênicos.

Uma grande vantagem no uso de bactérias coliformes como indicadoras de contaminação fecal é sua presença em grandes quantidades nos esgotos domésticos, já que cada pessoa elimina bilhões dessas bactérias diariamente. Dessa forma, havendo contaminação da água por esgotos domésticos, é muito grande a chance de se encontrar coliformes em qualquer parte e em qualquer amostra de água, o que não acontece, por exemplo, no caso de metais pesados, que se diluem bastante na massa líquida e muitas vezes não são detectados nas análises de laboratório.

Além disso, a identificação de coliformes é feita facilmente, já que as bactérias pertencentes a esse grupo fermentam a lactose do meio de cultura, produzindo gases que são observados nos tubos de ensaio.

c) Comunidades hidrobiológicas

De acordo com Cerqueira, as principais comunidades que habitam o ambiente aquático são:

- **Plâncton:** organismos sem movimentação própria, que vivem em suspensão na água, podendo ser agrupados em *fitoplâncton* (algas, bactérias) e *zooplâncton* (protozoários, rotíferos, crustáceos). A comunidade planctônica exerce papel fundamental na ecologia aquática, tanto na construção da cadeia alimentar quanto na condução de processos essenciais, como a produção de oxigênio e a decomposição da matéria orgânica.

- **Bentos:** é a comunidade que habita o fundo de rios e lagos, sendo constituída principalmente por larvas de insetos e por organismos anelídeos, semelhantes às minhocas. A atividade da comunidade bentônica influi nos processos de solubilização dos materiais depositados no fundo de ambientes aquáticos.

Além disso, pelo fato de serem muito sensíveis e apresentarem reduzida locomoção e fácil visualização, os organismos bentônicos são considerados excelentes indicadores da qualidade da água.

- **Nécton:** é a comunidade de organismos que apresenta movimentação própria, sendo representada principalmente pelos peixes. Além do seu significado ecológico, situando-se no topo da cadeia alimentar, os peixes servem como fonte de proteínas para a população e podem atuar como indicadores da qualidade da água. (1996, p. 28).

3-INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS

A avaliação da qualidade de uma água deve ser feita de forma integrada, considerando-se o conjunto das informações de caráter físico, químico e biológico. Os diversos parâmetros aqui apresentados constituem instrumentos de avaliação que podem ser agrupados para contemplar as características mais relevantes da qualidade das águas naturais, como, por exemplo:

- grau de mineralização: obtido por meio da análise da condutividade, alcalinidade, dureza;

- poluição orgânica: oxigênio dissolvido, DBO, DQO e amônio;
- presença de nutrientes: nitrogênio e fósforo;
- presença de poluentes significativos: metais pesados, detergentes, pesticidas e compostos organossintéticos;
- contaminação fecal: bactérias coliformes;
- aspecto físico: série de sólidos, cor e turbidez;
- padrão de circulação do corpo d'água: temperatura e oxigênio dissolvido.

4-POLUIÇÃO DE MANANCIAIS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA

O termo “poluição” provém do verbo latino *polluere*, que significa sujar (LIBÂNO, 2008, p. 71). Em um conceito mais amplo, a poluição indica a ocorrência de alterações prejudiciais no meio, seja água, ar ou solo. Fala-se então de uma poluição aquática, atmosférica ou do solo. O fato de uma alteração ser prejudicial ou não, está por sua vez diretamente ligado ao uso que se faz do ambiente. No caso do meio hídrico, a poluição das águas pode ser conceituada como a ocorrência de fenômenos (adição de substâncias ou de formas de energia, modificações no meio) que direta ou indiretamente alteram a natureza de um corpo d'água e assim prejudicam os usos que dele são feitos. É importante destacar que o prejuízo se refere aqui não apenas ao ser humano, mas também à biota aquática, às atividades sociais e econômicas em geral, aos recursos naturais e aos acervos históricos, culturais e paisagísticos.

A poluição das águas pode ocorrer de três formas:

- introdução de substâncias artificiais e estranhas ao meio, como, por exemplo, o lançamento de agrotóxicos em rios ou a contaminação por organismos patogênicos;
- introdução de substâncias naturais e estranhas ao meio, como o aporte de sedimentos às águas de um lago, reduzindo seu volume útil; e
- alteração na proporção ou nas características dos elementos constituintes do próprio meio, como, por exemplo, a diminuição do teor de oxigênio dissolvido nas águas de um rio em decorrência da presença de matéria orgânica. (PROSAB, 2005)

Os rios os lagos que não sofreram influências significativas de atividades humanas e que mantêm aproximadamente as mesmas características naturais são chamados de *prístinos*. Atualmente existem no nosso planeta relativamente poucos exemplos de ambientes aquáticos prístinos, ou seja, praticamente intocados pelo homem.

Um conceito moderno para se designar a qualidade de um ecossistema aquático é o que se refere à *saúde do ambiente*. Um rio ou um lago saudável é aquele que apresenta determinadas características ecológicas bem desenvolvidas, como, por exemplo, uma comunidade diversificada, com forte interação entre os organismos, cadeia alimentar extensa, ciclagem completa dos elementos (o material que é eliminado por um organismo é imediatamente assimilado por outro) e um equilíbrio nas atividades de produção e respiração. A poluição de um ambiente aquático é manifestada por meio de um prejuízo ou limitação dessas características ecológicas.

A origem da poluição pode ser associada a duas causas primárias: o forte crescimento populacional e a expansão das atividades industriais. O intenso crescimento populacional observado nas últimas décadas tem conduzido ao incremento na geração de esgotos e a maior demanda de alimentos, o que por sua vez implica um crescente consumo de agrotóxicos e fertilizantes, agentes poluidores de grande magnitude. Essa explosão populacional ocorre fundamentalmente nos países mais pobres, que não dispõem de infra-estrutura adequada de esgotamento sanitário e de controle de poluição, o que conduz ao estabelecimento de condições negativas para o uso dos ambientes aquáticos. A expansão das atividades industriais, também intimamente relacionada ao crescimento populacional, vem promovendo a transformação de matérias-primas em bens de consumo em escala cada vez maior, gerando, como conseqüência, grande quantidade de rejeitos, cujo destino final freqüentemente é o ambiente aquático. A poluição de um corpo d'água está fortemente vinculada ao uso que dele se faz. Assim, por exemplo, a presença de nutrientes na água é desejável para fins de aqüicultura, mas extremamente prejudicial no caso de retirada de água de lagos ou de represas para abastecimento (em razão da eutrofização, ver próximo item). Uma água rica em algas e plantas pode ser usada para irrigação, mas é inconveniente para geração de energia elétrica (entupimento de turbinas) ou mesmo para navegação ou recreação. Uma água corrosiva pode servir para recreação, mas é inadequada para abastecimento industrial. Um ambiente aquático com altas densidades de patogênicos não pode ser utilizado para recreação, mas é facultado

seu uso para transporte. Tais exemplos evidenciam que a caracterização da água como poluída ou não deve estar associada ao uso que dela se pretende fazer.

Para Libâno (2008, p. 72-73) os principais agentes poluidores da água são:

- matéria orgânica biodegradável (esgotos, por exemplo), provocando consumo de oxigênio, mortandade de peixes, etc.;
- sólidos em suspensão, acarretando problemas estéticos, depósitos de lodo, proteção a organismos patogênicos, adsorção de poluentes (estes ficam aderidos à superfície dos sólidos suspensos);
- nutriente principalmente nitrogênio e fósforo, conduzindo ao crescimento excessivo de plantas, cuja posterior decomposição irá prejudicar o balanço de oxigênio do corpo d'água;
- patogênicos, provocando o surgimento de diversas enfermidades de veiculação hídrica;
- matéria orgânica não biodegradável (pesticidas, detergentes), levando à ocorrência de maus odores e de condições tóxicas;
- metais pesados, também produzindo toxicidade e prejudicando o desenvolvimento da vida aquática.

A poluição dos corpos d'água pode ocorrer de forma *pontual*, isto é, concentrada no espaço, como, por exemplo, descarga de canalizações de esgotos em um rio, ou de forma *difusa*, na qual os poluentes chegam ao corpo d'água distribuídos ao longo de sua extensão, como é o caso da poluição por fertilizantes e agrotóxicos usados no cultivo agrícola.

4.1 - Principais fenômenos poluidores da água

Após a conceituação da poluição das águas, elaborada no item anterior, apresenta-se aqui a descrição dos principais fenômenos causadores da poluição aquática: contaminação, assoreamento, eutrofização, acidificação e alterações hidrológicas.

4.2 - Contaminação

O fenômeno da contaminação consiste na *introdução de substâncias* que provocam alterações prejudiciais ao uso do ambiente aquático, caracterizando assim a ocorrência da

poluição. Os agentes contaminantes de maior importância são a matéria orgânica, os organismos patogênicos, os compostos organossintéticos e os metais pesados.

De acordo com Campos, Barros e Brito (1994, p. 78) a contaminação por matéria orgânica tem sua principal origem nos esgotos domésticos e nas águas residuárias de indústrias que processam matéria orgânica, a exemplo de indústrias de alimentos, laticínios, matadouros, frigoríficos, cervejarias, etc. A concentração de matéria orgânica é mais convenientemente expressa por meio da DBO (demanda bioquímica de oxigênio). O lançamento, em corpos d'água, de esgotos que contenham uma elevada DBO provoca um forte crescimento de bactérias, cujas funções são estabilizar ou decompor essa matéria orgânica. Esse processo inicia-se com a atuação das bactérias aeróbias, que necessitam respirar o oxigênio dissolvido na água para sua sobrevivência. Quanto maior a quantidade de matéria orgânica, maior será o crescimento das bactérias e mais intensa sua atividade decompositora, podendo levar a graves reduções na massa de oxigênio dissolvido no corpo d'água ou até mesmo ao seu desaparecimento (condição de anaerobiose). Na verdade, o problema da contaminação por matéria orgânica não está no contaminante em si, mas na consequência da sua decomposição, afetando negativamente o balanço de oxigênio do corpo d'água. A redução nos teores de oxigênio dissolvido pode provocar mortalidade dos organismos aeróbios (peixes, moluscos, crustáceos e vários microorganismos), solubilização de diversos compostos químicos de presença indesejável, aumento na toxicidade de vários elementos, geração de maus odores e inconvenientes estéticos.

O principal objetivo do tratamento de esgotos domésticos e industriais orgânicos é exatamente reduzir a DBO até uma concentração tal que não cause problemas poluidores no corpo d'água receptor. Cada ambiente hídrico possui uma determinada capacidade assimiladora, isto é, ele pode receber certa carga de esgotos (ou seja, de DBO) sem atingir condições de poluição. Nesses casos, a massa de oxigênio disponível no meio líquido é suficiente para permitir a respiração de todas as bactérias aeróbias que irão decompor a matéria orgânica ali aportada.

O cálculo da capacidade assimiladora de um rio ou de um lago pode ser feito por meio de modelos, utilizando-se coeficientes que refletem a produção de oxigênio (reaeração atmosférica, fotossíntese) e o seu consumo (respiração dos organismos e redução química).

Considerando-se o fato de que todos os corpos d'água ecologicamente saudáveis possuem uma determinada capacidade assimiladora de matéria orgânica, verifica-se que o

lançamento de esgotos domésticos pode, em muitos casos, ser feito sem prejuízos ao corpo d'água. É o que ocorre, por exemplo, em pequenas cidades situadas às margens de rios com grandes vazões. Em tal situação, a massa líquida pode receber a carga de matéria orgânica sem sofrer quaisquer alterações prejudiciais ao seu uso. Essa capacidade do ambiente aquático de restabelecer seu equilíbrio após impactos decorrentes do lançamento de cargas poluidoras recebe o nome de *autodepuração*. Na autodepuração atuam processos físicos (sedimentação da matéria orgânica e reaeração atmosférica), químicos e principalmente biológicos (assimilação e fotossíntese). Em um curso d'água que recebe esgotos, podem ser identificadas quatro zonas de autodepuração: zona de degradação, zona de decomposição ativa, zona de recuperação e zona de águas limpas. Cada uma dessas zonas apresenta características próprias, sendo habitadas por distintas comunidades aquáticas.

Outros agentes contaminantes de grande impacto em nosso país são os organismos patogênicos, isto é, transmissores de enfermidades, os quais ainda predominam de forma alarmante no Brasil, em decorrência da precária situação sanitária da maioria dos centros urbanos. Em países mais desenvolvidos, onde a maioria absoluta da população está isenta dessas enfermidades, a questão da contaminação por organismos patogênicos não é relevante. Como já visto, o principal indicador da presença desses organismos são as bactérias coliformes, que habitam o intestino dos seres humanos. (Idem)

Os compostos organossintéticos formam outro grupo de contaminantes que trazem bastante preocupação na poluição dos corpos d'água, como afirma Macedo (2005, p. 105). Como eles são sintetizados artificialmente, sua biodegradabilidade é muito baixa, já que os organismos decompositores atuam de forma eficiente apenas na degradação de compostos orgânicos sintetizados por meio de processos naturais. Os principais constituintes dos compostos organossintéticos são os *agrotóxicos*. A contaminação de um corpo d'água por agrotóxicos ocorre principalmente de forma difusa, o que evidentemente dificulta a adoção de medidas que impeçam sua chegada aos rios e lagos. A única forma de combate ao problema é por meio de uma racionalização no uso de agrotóxicos, envolvendo campanhas esclarecedoras e utilização de mecanismos institucionais e legais para limitação de seu emprego.

Os metais pesados formam o último grupo de contaminantes de grande importância na poluição das águas. Esses contaminantes são originários de distintos processamentos industriais, do uso de fertilizantes e de agrotóxicos. Porém, tendo em vista que em lançamentos industriais sua ocorrência é mais concentrada e localizada, a presença de metais

pesados torna-se mais significativa e preocupante nos esgotos provenientes das indústrias. Os efeitos dos metais pesados sobre a biota aquática e sobre os seres humanos são bastante variados, a depender do tipo de metal e da sua concentração no meio.

Curiosamente, alguns desses metais (por exemplo, zinco, cobre e níquel) são essenciais ao metabolismo humano, devendo ser ingeridos em teores mínimos (chamados *concentrações-traço*) por meio de alimentos ou da água potável. No entanto, a partir de determinadas concentrações, estes e outros metais pesados passam a ser altamente tóxicos, trazendo graves prejuízos à comunidade aquática e às pessoas e animais que se utilizam de águas contaminadas. Tais metais interferem ainda de forma prejudicial nos processos biológicos de tratamento de esgotos, devendo por isso ser parcialmente removidos, por meio de pré-tratamento, antes dos lançamentos de esgotos industriais na rede pública coletora.

4.3 - Assoreamento

O assoreamento consiste no aporte de material mineral (areia, silte, argila) a um corpo d'água, diminuindo sua profundidade e seu volume útil e assim prejudicando diversos usos da água. A principal origem do assoreamento está relacionada a movimentos de terra (abertura de loteamentos, construção de rodovias e exposição do solo, sem proteção, em áreas agrícolas) na bacia de drenagem do rio ou do lago. Quando ocorrem as chuvas, esse material é então carregado pelas águas do escoamento superficial até o corpo d'água mais próximo. Em regiões de clima tropical, como é o caso do Brasil, as precipitações pluviométricas são, em geral, de grande intensidade (intensidade = quantidade de chuva por unidade de tempo).

Dessa forma, a remoção da cobertura vegetal em áreas de solos facilmente erodíveis reforça, evidentemente, a preocupação com a erosão e o conseqüente assoreamento de corpos hídricos.

O problema do assoreamento tem atingido maior proporção em lagos e represas situadas em centros urbanos, onde o elevado adensamento populacional favorece a disseminação de processos erosivos. Além da redução no volume do corpo d'água, o fenômeno do assoreamento, também afeta o componente estético, provocando a formação gradual e muitas vezes acelerada de extensas línguas de terra que vão ocupando e destruindo o espelho d'água. Outro aspecto negativo refere-se à eliminação parcial da *comunidade*

bentônica, (DI BERNARDO, 2008, p. 98) aquela que habita o fundo dos rios e dos lagos e que exerce importante papel na cadeia alimentar e na regulação ecológica do corpo d'água.

4.4 - Eutrofização

De todos os fenômenos poluidores da água, a eutrofização é aquele que apresenta as mais complexas características, em função de sua base essencialmente biológica.

O conceito de eutrofização relaciona-se com uma superfertilização do ambiente aquático, em decorrência da presença de nutrientes como relata Jardim (1999, p. 42). Etimologicamente o termo *eutrófico* significa “*muito alimentado*” ou “*alimentado em excesso*”. A eutrofização é, portanto, o fenômeno que transforma um corpo d'água em um ambiente bastante fertilizado ou bastante alimentado, o que implica um crescimento excessivo de plantas aquáticas. Em razão da presença de nutrientes em excesso, os organismos vegetais encontram condições favoráveis ao seu crescimento, o qual pode atingir proporções intensas, caracterizando-se, assim, o estabelecimento da eutrofização.

Os principais nutrientes que provocam o crescimento excessivo das plantas aquáticas são o *nitrogênio* e o *fósforo*. Em alguns casos, a disponibilidade de nutrientes é tão grande que os organismos vegetais chegam a cobrir completamente o espelho d'água de lagos e represas. São nesses ambientes que a eutrofização ocorre com maior intensidade, principalmente em função do elevado período de residência da água, o qual proporciona tempo suficiente para o crescimento das plantas aquáticas, notadamente algas e macrófitas (plantas aquáticas superiores). Em rios, a eutrofização é menos freqüente em virtude das altas velocidades (isto é, baixos tempos de residência da água) e da elevada turbidez, que constituem condições desfavoráveis ao crescimento de plantas aquáticas. É interessante observar que, na verdade, o fenômeno poluidor propriamente dito não é a eutrofização em si, mas sim a conseqüência do seu estabelecimento. O crescimento exagerado da vegetação aquática faz com que, após sua morte, sejam demandadas grandes quantidades de oxigênio para sua decomposição. É exatamente este o problema principal da eutrofização, ou seja, uma influência negativa no balanço de oxigênio em conseqüência da decomposição da vegetação aquática que cresceu exageradamente em virtude da presença de nutrientes em excesso.

Além de prejuízos ao balanço de oxigênio, a eutrofização causa uma série de inconvenientes, tais como geração de maus odores, proliferação de mosquitos e insetos (cujas

larvas encontram condições favoráveis de desenvolvimento nas folhas das plantas aquáticas), mortandade de peixes, solubilização de compostos diversos na região do fundo do corpo d'água (em decorrência das condições de acidez, proporcionadas pela anaerobiose), prejuízos à navegação e recreação, como relata Andreole (2005, p.57).

Particularmente graves são os problemas causados pelas algas em águas de abastecimento.

Muitas das algas que se desenvolvem em lagos e em represas eutrofizadas são tóxicas tanto ao homem quanto aos animais, além de conferirem à água sabor e odores repugnantes.

Os compostos nutrientes, cuja presença no corpo d'água dá início ao processo da eutrofização, são originários principalmente dos esgotos domésticos e de criatórios de animais. Nesse caso, as atenções devem ser dirigidas para impedir a entrada do nutriente limitante no corpo d'água, seja mediante o tratamento de esgotos, seja por meio de canalizações interceptoras que colem as águas residuárias antes de sua chegada ao corpo d'água. Ao se reduzir ou eliminar o nutriente limitante, o crescimento dos organismos vegetais será interrompido, mesmo que haja, farta disponibilidade de outros nutrientes essenciais.

Além dos esgotos domésticos e de criatórios de animais, outras fontes contribuem para o aporte de nitrogênio e fósforo aos corpos d'água: drenagem pluvial urbana, determinadas águas residuárias industriais, fertilizantes, detergentes e alguns agrotóxicos. Existe ainda uma eutrofização natural, de evolução muito mais lenta, provocada pela chegada de nutrientes originários do solo e da vegetação.

5-CONTAMINANTES NA ÁGUA POTÁVEL:

5.1-perigos e aspectos da legislação

Atualmente, segundo Rebouças (1999, p.222), nas áreas onde já ocorre desenvolvimento industrial significativo, a condição de proporcionar água de qualidade segura às populações apresenta-se, com frequência crescente, muito difícil, em face da quase impossibilidade de eliminação dos micros poluentes presentes nas águas pelos métodos e sistemas convencionais de tratamento. Elementos extremamente tóxicos como o mercúrio, o

cádmio e o chumbo só podem ser removidos por sistemas de tratamento especialmente projetados e operados para essa finalidade. Da mesma maneira, os micropoluentes orgânicos sintéticos, tais como os organofosforados e organoclorados, compostos benzênicos, fenólicos, ésteres do ácido ftálico, aromáticos polinucleares, não são removidos pelos sistemas tradicionais de tratamento de água proveniente de mananciais que recebem efluentes industriais. Nessas condições, a definição dos padrões de potabilidade, ou de qualidade da água de beber, torna-se tarefa muito complexa, que exige pessoal cada vez mais qualificado e recursos tecnológico-laboratoriais cada dia mais avançados e caros.

Segundo Vieira e Moraes (2005), nos últimos anos tem-se assistido a uma preocupação crescente, a nível mundial, no sentido de se considerar que os sistemas de abastecimento de água, além de satisfazerem aos padrões de qualidade estabelecidos legalmente, devem apresentar níveis de desempenho que mereçam a confiança dos consumidores na qualidade da água que lhes é fornecida.

Em abril de 2003, a Organização Mundial de Saúde organizou uma conferência internacional em Berlim sobre “Estratégias de Gestão de Riscos em Água para Consumo Humano”, onde foram apresentados e discutidos os pressupostos teóricos e as especificidades de aplicação prática de ferramentas operacionais para a gestão de riscos em sistemas de abastecimento de água, desenvolvendo o conceito de Plano de Segurança da Água para Consumo Humano, conforme assumido nas recentes recomendações de WHO citado por Di Bernardo (2008, p. 153) Até meados do século XX, a qualidade da água para consumo humano era avaliada essencialmente através das suas características organolépticas, tendo como base o senso comum de que se apresentasse límpida, agradável ao paladar e sem odor desagradável. No entanto, este tipo de avaliação foi se revelando falível em termos de proteção de saúde pública contra microrganismos patogênicos e contra substâncias químicas perigosas presentes na água. Tornou-se, assim, imperativo estabelecer normas paramétricas que traduzissem, de forma objetiva, as características que águas destinadas ao consumo humano deveriam obedecer. Os perigos biológicos estão geralmente associados à presença na água de microrganismos patogênicos (bactérias, vírus e protozoários) e cianobactérias tóxicas que podem constituir ameaças para a saúde. Muitos deles têm origem no manancial e podem ser reduzidos ou eliminados através de técnicas de desinfecção adequadas, procedendo-se, para tal, à escolha de um desinfetante adequado na fase de tratamento e à garantia de doses residuais na distribuição e no armazenamento.

Os perigos químicos estão geralmente associados à presença de substâncias químicas em concentrações tóxicas que podem ser nocivas para a saúde. Estas substâncias podem ocorrer naturalmente ou surgirem durante as operações e os processos de tratamento e nas fases de transporte e reserva da água. Existe um grande número de constituintes químicos (orgânicos ou inorgânicos) que podem influenciar significativamente a qualidade da água. Dependendo da sua toxicidade, podem causar graves perturbações de saúde em curto prazo (no caso de substâncias de toxicidade aguda muito elevada), gerar doenças crônicas (no caso de substâncias de baixa toxicidade aguda consumidas diariamente durante longos períodos de tempo) ou, embora não constituindo perigo direto para a saúde, interferir nas características organolépticas da água.

Os perigos físicos estão geralmente associados às características estéticas da água, tais como cor, turbidez, sabor e odor. São características de apreciação imediata, susceptíveis de levar os consumidores a questionar a qualidade e a segurança da água, podendo, embora, não significar um perigo direto para a saúde humana. Inversamente, uma água de boa aparência estética não significa, necessariamente, que seja adequada para consumo. Constitui exemplos de perigos físicos a presença de sedimentos, de materiais incorporados à água pela passagem por tubulações, reservatórios e equipamentos, além de biofilmes. Estes últimos podem, também, criar condições para o aparecimento de microrganismos patogênicos, fomentarem zonas de biocorrosão e consumir cloro residual. A garantia da qualidade da água para abastecimento público destinada ao consumo humano está intimamente relacionada com a proteção da respectiva fonte de água bruta. A gestão das causas de contaminação das águas naturais traduz-se na disponibilidade de uma água com menor grau de contaminação, o que, para além de garantir maior segurança na qualidade da água fornecida aos consumidores, implica menor esforço no seu processo de tratamento.

Com efeito, quanto menos poluída for a água afluente a uma estação de tratamento, menos extensivos e dispendiosos serão os meios necessários à salvaguarda da saúde pública: a uma menor quantidade de produtos químicos utilizados corresponde uma redução na formação de subprodutos do tratamento e um benefício económico e ambiental decorrente da minimização de custos operacionais, do consumo de recursos e da produção de resíduos. A compreensão das razões pelas quais ocorrem alterações da qualidade da água bruta é muito importante, pois elas podem influenciar os níveis de tratamento exigidos e, por conseguinte, todo o processo de produção de água para consumo humano. Geralmente, esta qualidade é

influenciada por fatores naturais e antropogênicos. Nos primeiros incluem-se a vida selvagem, o clima, a topografia, a geologia e a vegetação. Os fatores antropogênicos resultam, normalmente, na descarga de contaminantes indesejados sob duas formas: pontual (águas residuais municipais e industriais) ou difusa (drenagem urbana e de atividades agropecuárias). A legislação que estabelece os procedimentos e responsabilidades relativas ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano no Brasil é a Portaria MS 518/2004, do Ministério da Saúde.

Antes mesmo da promulgação da Constituição Federal de 1988, o decreto federal nº 79.367 de 9/3/1977 atribuía ao Ministério da Saúde competência para elaborar normas sobre o padrão de potabilidade da água, a serem observadas em todo o território nacional. Desde então o Ministério da Saúde sancionou 4 portarias que dispõem sobre potabilidade de água para consumo humano: Portaria 56Bsb/1977, Portaria 36GM/ 1990, Portaria 1469/2000 e Portaria MS 518/2004 (BRASIL, 2004), esta última idêntica à Portaria 1469/2000, à exceção de prazos para adaptação e alguns quesitos técnicos.

A Portaria MS 518/2004 trouxe diversos avanços em relação à Portaria 36GM/1990, destacando-se: a incorporação do princípio da descentralização das ações do SUS; visão sistêmica da qualidade da água; definição clara de deveres e responsabilidades de cada esfera de governo e dos responsáveis pela produção e distribuição de água e principalmente a garantia ao consumidor do direito à informação sobre a qualidade da água a ele oferecida, seja pelos sistemas e soluções alternativas de abastecimento de água ou pelo setor saúde. A Portaria MS 518/2004 atribui deveres e obrigações para diferentes níveis governamentais, sendo que as secretarias municipais de saúde têm o papel de exercer a vigilância da qualidade da água. Sendo assim, segundo a Portaria, a secretaria de saúde do município deve verificar, continuamente, se a água fornecida à população atende aos padrões de qualidade. A atividade de vigilância da qualidade da água para consumo humano envolve desde a avaliação do grau de risco que os sistemas representam à saúde pública em função da origem da água, do tratamento dado a essa água e dos procedimentos adotados em todo o processo até a verificação de queixas e denúncias feitas pelos consumidores em relação à água. Para que todo este processo funcione de forma eficaz e permanente, a legislação prevê uma série de ações que devem ser implantadas pelas autoridades responsáveis. A autoridade municipal de saúde tem a responsabilidade de desenvolver, entre outras ações:

- Monitoramento da qualidade da água, que engloba atividades como elaborar um plano próprio de amostragem e receber e analisar, mensalmente, os relatórios encaminhados pelos responsáveis pelo controle da qualidade da água (empresas de abastecimento);

- Identificação, cadastramento e inspeção periódica de todas e quaisquer formas de abastecimento de água coletivas ou individuais na área urbana e rural, incluindo os poços que atendam a um único domicílio;

- Informações para a população sobre a qualidade da água e os riscos à saúde associados ao seu consumo, mantendo registros atualizados sobre as características da água distribuída, sistematizados de forma compreensível à população e disponibilizados para pronto acesso e consulta pública;

- Atuação junto aos responsáveis pelo fornecimento de água (empresas que operam sistemas de abastecimento ou soluções alternativas) exigindo a correção de situações irregulares (não conformidades);

- Estruturação de canais para o recebimento de queixas referentes às características da água e estabelecimento de procedimentos para as providências necessárias.

Já as atividades de controle da qualidade da água para consumo humano competem aos responsáveis pela operação do sistema de abastecimento ou da solução alternativa de abastecimento, que devem assegurar que a água fornecida à população apresente qualidade compatível com os padrões estabelecidos na legislação. Todo processo operacionalizado para tornar a água potável e garantir que esta condição seja mantida até a chegada aos domicílios é de responsabilidade da empresa de abastecimento público. Para que este conceito fique claro, deve-se ter em mente que a água fornecida aos consumidores nada mais é do que um produto, que é obtido através de um processo de tratamento da água disponível na natureza. Este processo é composto de sucessivas etapas que tornam a água segura para o consumo humano, obedecendo aos padrões de potabilidade. Entre as ações que as empresas responsáveis pelo abastecimento de água devem fazer para cumprir com as determinações da Portaria MS 518/2004, destacam-se:

- Operar e manter o sistema de abastecimento de água potável em conformidade com as normas técnicas aplicáveis publicadas pela ABNT e com outras normas e legislações pertinentes;

- Manter e controlar a qualidade da água distribuída, que implica em realizar análises laboratoriais da água, em amostras provenientes das diversas partes que compõem o sistema

de abastecimento; capacitar e atualizar tecnicamente os profissionais do sistema e controle da qualidade da água, realizar o controle operacional das unidades de captação, adução, tratamento, reserva e distribuição, entre outras ações;

- Encaminhar à autoridade de saúde pública, relatórios mensais com informações sobre o controle da qualidade da água, segundo modelo estabelecido pela referida autoridade;
- Fornecer a todos os consumidores informações sobre a qualidade da água;
- Comunicar, imediatamente, à autoridade de saúde pública e informar, adequadamente, à população a detecção de qualquer anomalia operacional no sistema ou problema com a qualidade da água tratada, identificada como de risco à saúde;
- Manter mecanismos para recebimento de queixas referentes às características da água, para a adoção das providências pertinentes;
- Promover, em conjunto com os órgãos ambientais e gestores de recursos hídricos, as ações cabíveis para a proteção do manancial de abastecimento e de sua bacia contribuinte, assim como efetuar o controle das características das suas águas, notificando imediatamente a autoridade de saúde pública sempre que houver indícios de risco à saúde ou sempre que as amostras coletadas apresentarem resultados em desacordo com os limites ou condições estabelecidas na legislação vigente.

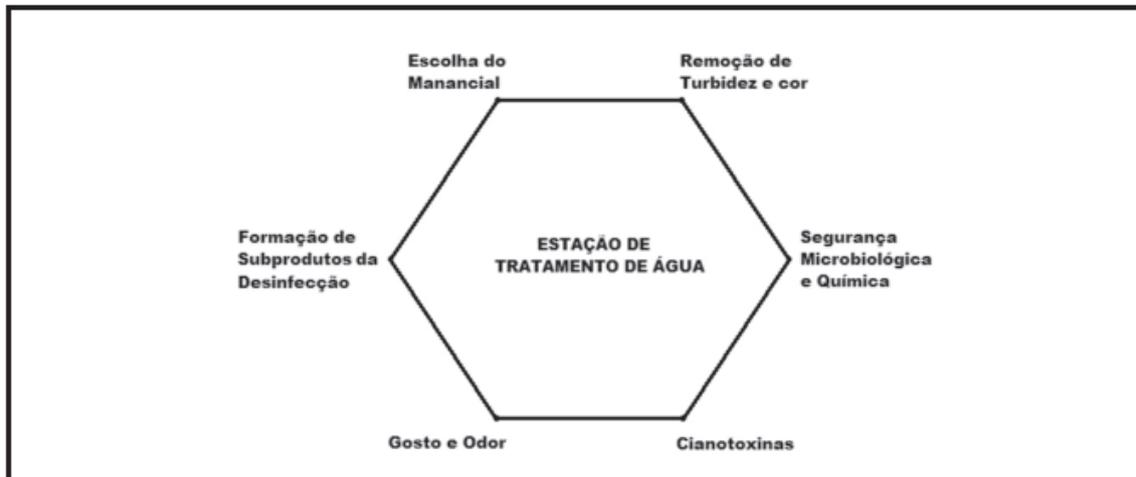
O estabelecimento de um sistema organizado para o tratamento de águas superficiais, mais do que ciência é uma arte na interligação de operações e processos, atendendo às características de qualidade da água bruta. Em termos gerais, um sistema de tratamento pode incluir um pré-tratamento e o tratamento propriamente dito.

A garantia de produção de água para abastecimento, dentro dos padrões de potabilidade torna-se tarefa complexa que exige pessoal cada vez mais qualificado e recursos tecnológicos / laboratoriais cada dia mais avançados e caros.

Apresentam-se, a seguir, as Tabelas 1.2, 1.3, 1.4, 1.5, 1.6 e 1.7 (PROSAB) que contemplam alguns contaminantes de origem natural, urbana e decorrente de atividades agrícolas e industriais, além de subprodutos da desinfecção, cianobactérias e cianotoxinas, seus limites (WHO –World Health Organization, 2004 e BRASIL, 2004) e eficiências obtidas por diversas técnicas de tratamento.

Tabela 1.2 Principais agentes poluidores das águas(adaptado de VON SPERLING, 2005)

Constituinte	Principais Parâmetros Representativos	Fonte				Possível Efeito Poluidor
		Águas Residuárias		Águas Pluviais		
		Urbanas	Industriais	Urbanas	Agricultura e Pecuária	
Sólidos em Suspensão	Sólidos em Suspensão Totais	+++	variável	++	+	Problemas estéticos Depósitos de lodo Adsorção de poluentes Proteção de patogênicos
Matéria Orgânica Biodegradável	Demanda Bioquímica de Oxigênio	+++	variável	++	+	Consumo de oxigênio Mortandade de peixes Condições sépticas
Nutrientes	Nitrogênio Fósforo	+++	variável	++	+	Crescimento excessivo de algas e cianobactérias Toxicidade aos peixes (amônia) Metemoglobinemia Poluição da água subterrânea
Organismos Patogênicos	Coliformes	+++	variável	++	+	Doenças de veiculação hídrica
Matéria Orgânica não Biodegradável	Pesticidas Alguns Detergentes Produtos Farmacêuticos Outros	++	variável	+	++	Toxicidade (vários) Espumas (detergentes) Redução da transferência de oxigênio Baixa ou nenhuma biodegradabilidade Maus odores (ex: fenóis)
Metais	Elementos Específicos As, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Zn, etc	++	variável	+	Sem efeito (usual)	Toxicidade Inibição do tratamento biológico Problemas na disposição de lodos na agricultura Poluição da água subterrânea
Sólidos Inorgânicos Dissolvidos	Sólidos Dissolvidos Totais Condutividade	++	variável	Sem efeito (usual)	+	Salinidade excessiva, com prejuízo ao uso agrícola Toxicidade às plantações (alguns íons) Problemas de permeabilidade do solo (sódio)
+++; muito; ++; médio; +; pouco						



Funções multi-objetivos envolvidas no projeto e operação de ETA's, segundo Ferreira Filho e Marchetto (2006).

Tabela 1.3 Eficiências de tratamento obtidas sobre compostos químicos de origem natural para os quais foram estabelecidas recomendações limites (adaptado de WHO, 2004)

Parâmetro	Cloração	Coagulação	Troca Iônica	Abrandamento	Alumina ativada	Carvão ativado	Ozonização	Membranas	WHO/2004 (mg/L)	Portaria MS 518/2004 (mg/L)
Arsênio		+++ <0,005	+++ <0,005	+++ <0,005	+++ <0,005			+++ <0,005	0,01 (P)	0,01
Bário									0,7	0,7
Cromo									0,05 (P)	0,05
Fluoreto		++			+++ <1			+++ <1	1,5	1,5
Manganês	+++ <0,005	++					+++ <0,005	+++ <0,005	0,4 (C)	
Molibdênio									0,07	
Selênio		++	+++ <0,01		+++ <0,01			+++ <0,01	0,01	0,01

P: valores recomendados provisoriamente, com evidências de perigo, no entanto, a informação disponível sobre os efeitos na saúde humana é limitada; C: concentrações dessas substâncias, mesmo abaixo dos limites recomendados, podem afetar a aparência e causar problemas de gosto e odor.

Esta tabela inclui somente aqueles produtos químicos que possuem dados disponíveis. As lacunas em branco na tabela indicam que o processo é completamente ineficaz ou que não há dados disponíveis sobre a eficiência do processo. Para os processos mais efetivos, a tabela

indica a concentração do produto químico, em mg/L, que podem ser alcançados. Significado dos símbolos: + : Limite de remoção; ++: 50% ou mais de remoção; +++: 80% ou mais de remoção

Tabela1.4 Eficiências de tratamento obtidas sobre compostos químicos de atividades agrícolas para os quais foram estabelecidas as recomendações limites (adaptado de WHO, 2004)

Parâmetro	Cloração	Aeração	Coagulação	Troca Iônica	Carvão ativado	Ozonização	Processos Oxidativos Avançados	Membranas	Tratamento biológico	WHO/2004 (µg/L)	Portaria MS 518/2004
Alaclor					+++ <0,001	++	+++ <0,001	+++ <0,001		20	20,0 (µg/L)
Aldrin / Dieldrin			++	+++ <0,00002	+++ <0,00002			+++ <0,00002		0,03	0,03 (µg/L)
Atrazina			+		+++ <0,001	++	+++ <0,001	+++ <0,001		2	2 (µg/L)
Cianazina					+++ <0,001	+		+++ <0,001			
Clordano					+++ <0,001	+++ <0,001				0,2	0,2 (µg/L)
DDT	+		+++ <0,001		+++ <0,001	+	+++ <0,001	+++ <0,001		1	2 (µg/L)
2,4 D			+		+++ <0,001	+++ <0,001				30	30 (µg/L)
Endrin			+	+++ <0,002						0,6	0,6 (µg/L)
Lindano					+++ <0,001	++				2	2 (µg/L)
Metalocloro					+++ <0,001	++				10	10 (µg/L)
Metoxicloro			++	+++ <0,001	+++ <0,001					20	20 (µg/L)
Simazina					+++ <0,001	++	+++ <0,001	+++ <0,001		2	2 (µg/L)
Trifluralina					+++ <0,001			+++ <0,001		20	20 (µg/L)
Nitrato				+++ <5				+++ <5	+++ <5	50 (mg/L)	10 (mg/L)
Nitrito	+++ <0,1					+++ <0,1	+++			0,2 (P)	1 (mg/L)

P: valores recomendados provisoriamente, com evidências de perigo, no entanto, a informação disponível sobre os efeitos na saúde humana é limitada.

Esta tabela inclui somente aqueles produtos químicos que possuem dados disponíveis. As lacunas em branco na tabela indicam que o processo é completamente ineficaz ou que não há dados disponíveis sobre a eficiência do processo. Para os processos mais efetivos, a tabela indica a concentração do produto químico, em mg/litro, que podem ser alcançados.

Significado dos símbolos: +: Limite de remoção; ++: 50% ou mais de remoção; +++ : 80% ou mais de remoção.

Tabela 1.5 Eficiências de tratamento obtidas sobre produtos químicos derivados da indústria e de áreas urbanas para os quais foram estabelecidas recomendações limites (adaptado de WHO, 2004

Parâmetro	Cloração	Aeração	Coagulação	Troca Iônica	Carvão ativado	Ozonização	Processos Oxidativos Avançados	Membranas	Tratamento biológico	WHO/2004 (µg/L)	Portaria MS 518/2004
Alaclor					+++ <0,001	++	+++ <0,001	+++ <0,001		20	20,0 (µg/L)
Aldrin / Dieldrin			++	+++ <0,00002	+++ <0,00002			+++ <0,00002		0,03	0,03 (µg/L)
Atrazina			+		+++ <0,001	++	+++ <0,001	+++ <0,001		2	2 (µg/L)
Cianazina					+++ <0,001	+		+++ <0,001			
Clordano					+++ <0,001	+++ <0,001				0,2	0,2 (µg/L)
DDT	+		+++ <0,001		+++ <0,001	+	+++ <0,001	+++ <0,001		1	2 (µg/L)
2,4 D			+		+++ <0,001	+++ <0,001				30	30 (µg/L)
Endrin			+	+++ <0,002						0,6	0,6 (µg/L)
Lindano					+++ <0,001	++				2	2 (µg/L)
Metalocloro					+++ <0,001	++				10	10 (µg/L)
Metoxicloro			++	+++ <0,001	+++ <0,001					20	20 (µg/L)
Simazina					+++ <0,001	++	+++ <0,001	+++ <0,001		2	2 (µg/L)
Trifluralina					+++ <0,001			+++ <0,001		20	20 (µg/L)
Nitrato				+++ <5				+++ <5	+++ <5	50 (mg/L)	10 (mg/L)
Nitrito	+++ <0,1					+++ <0,1	+++			0,2 (P)	1 (mg/L)

P: valores recomendados provisoriamente, com evidências de perigo, no entanto, a informação disponível sobre os efeitos na saúde humana é limitada.

Esta tabela inclui somente aqueles produtos químicos que possuem dados disponíveis. As lacunas em branco na tabela indicam que o processo é completamente ineficaz ou que não há dados disponíveis sobre a eficiência do processo. Significado dos símbolos: +: Limite de remoção / ++ : 50% ou mais de remoção / +++ : 80% ou mais de remoção.

Tabela1.6 Valores recomendados e valores máximos permitidos para produtos químicos usados no tratamento de água e subprodutos da desinfecção (adaptado de WHO, 2004)

Desinfetantes	Valores recomendados (mg/L) ^a	Portaria MS 518/2004 (em mg/L)
Cloro	5 C	5 ⁽¹⁾
Monocloramina	3	3
Sub-produtos da desinfecção	Valores recomendados (µg/L)^a	Portaria MS 518/2004 (em mg/L)
Bromato	10 ^b (A, T)	0,025
Bromodiorometano	60	
Bromofórmio	100	
Clorofórmio	200	
Dibromodiorometano	100	
Trihalometanos		0,1

(1): Cloro na forma livre. Análise exigida de acordo com o desinfetante utilizado. a

P: valores recomendados provisoriamente, com evidências de perigo, no entanto, a informação disponível sobre os efeitos na saúde humana é limitada; A : valor provisionado porque o valor calculado recomendado está abaixo do nível de quantificação prática; C : concentrações dessa substância, mesmo abaixo do limite recomendado, pode afetar a aparência e causar problemas de gosto e odor; T : valor provisionado porque o valor calculado recomendado está abaixo do nível que pode ser alcançado através de métodos de tratamento práticos, controle da fonte, etc.

Tabela 1.7 Eficiências de tratamento obtidas sobre cianobactérias e cianotoxinas para os quais foram estabelecidas recomendações limites (adaptado de WHO, 2004)

Parâmetro	Cloração	Coagulação	Carvão ativado	Ozonização	Processos Oxidativos Avançados	Membranas	Portaria MS 518/2004
Cianobactérias		+++				+++	
Cianotoxinas	+++		+++	+++	+++		1,0 (µg/L)

Notas: cloração ou ozonização podem liberar cianotoxinas; +++: 80% ou mais de remoção. Esta tabela inclui somente aqueles produtos químicos que possuem dados disponíveis. As lacunas em branco na tabela indicam que o processo é completamente ineficaz ou que não há dados disponíveis sobre a eficiência do processo.

6 - MATERIAIS E MÉTODOS

Para o desenvolvimento do projeto foram utilizados os conhecimentos adquiridos no decorrer do curso de engenharia civil, além dos conhecimentos práticos desenvolvidos em atividades extraclasses. Também foram respeitados no projeto os mínimos exigidos nos textos das Normas brasileiras de cada área específica. Com o acesso as tecnologias aplicadas entre os mananciais, as “estações de tratamento de água” e o controle da qualidade. O grande desafio foi representar de forma clara e objetiva as dificuldades e os benefícios que a escolha certa do manancial e a tecnologia aplicada ao tratamento da água trazem para a localidade onde ela é implantada. Demonstrando a história da água, as dificuldades vivenciadas pelas instituições responsáveis pelo atendimento a legislações, os riscos e as doenças que os consumidores da água sem tratamento estão expostos, a vigilância, os parâmetros obrigatórios, as coletas, os resultados das análises, as tecnologias disponíveis para o monitoramento, tratamento e o controle da qualidade da água potável. Foi utilizado amostras da água de dois mananciais, sendo que um dos mananciais apresenta uma pequena contribuição com esgotos domésticos, industrial e agrícola. Já o segundo manancial e apresentado em um ponto a montante de uma cidade de aproximadamente 100 mil habitantes e a jusante cerca de 20 km desta mesma cidade.

Foram realizadas as coletas das amostras de água em dois mananciais (água bruta = água sem tratamento), um ponto amostral na captação do Córrego do Laje, manancial este que abastece a cidade de Caratinga, Município com aproximadamente 100 mil habitantes e dois pontos amostrais no Rio Caratinga, sendo um ponto amostral na captação da cidade de Santa Rita de Minas e o segundo ponto amostral na cidade de Ubaporanga, cidades localizadas respectivamente á 6 km á montante e 20 km á jusante do Município de Caratinga. Em três estações de tratamento de água (água tratada, potável), Foi coletada um amostra na saída da estação de tratamento (ETA) de cada uma das três cidades. Totalizando então seis pontos amostrais, três amostras em mananciais e três amostras nas estações de tratamento de água, por semestre, já que as amostras foram analisadas nos anos de 2008, 2009 e 2010. Após coletadas, as amostras foram enviadas para os laboratórios da COPASA (Companhia de Saneamento de Minas Gerais) onde foram realizadas as análises Químicas, Físicas, bacteriológicas. Após as análises os resultados obtidos foram avaliados e comparados entre a

água bruta e a água tratada, podendo assim verificar-se a eficiência da tecnologia de tratamento em atendimento às legislações pertinente em vigor no Brasil.

Os sistemas públicos de abastecimento devem fornecer água sempre segura e de boa qualidade. As análises das águas obtidas nos mananciais e nos sistemas de distribuição devem ser feitas com frequência desejável. O tratamento da água apenas deverá ser adotado e realizado depois de demonstrada através de pesquisas, a sua necessidade. Sempre que a purificação seja necessária, ela deve se restringir apenas aos processos imprescindíveis à obtenção da qualidade que se pretende, com o custo mínimo. Muitas cidades, entre as quais metrópoles importantes como Nova York, Roma e Madrid, dispondo naturalmente de água de qualidade aceitável, não efetuam o tratamento da água consumida pela população. A desinfecção, visando ao controle de microorganismos que possam causar doenças, é o único processo adotado nessas localidades.

A necessidade de tratamento e os processos a serem adotados devem ser determinados com base nos resultados de análises laboratoriais e das inspeções sanitárias de campo, cobrindo um período razoável de tempo, de forma a conferir credibilidade às soluções concebidas.

6.1- a escolha do manancial

A escolha do manancial a ser utilizado constitui a decisão de maior relevância e responsabilidade em um projeto de abastecimento de água.

As alternativas prováveis devem ser estudadas e comparadas técnica e economicamente para que o acerto da escolha seja assegurado.

Os mananciais próximos, de maior caudal, capazes de atender às demandas por mais tempo e os mananciais com água de melhor qualidade e menos sujeitos à poluição devem ser cotejados dentro do quadro geral das soluções a serem projetadas e construídas.

6.2- a qualidade da água

A qualidade da água nos mananciais varia sazonalmente, exigindo para seu conhecimento, a realização de análises em diferentes estações ou épocas do ano.

Somente com certo número de análise pode-se reduzir o efeito da variação de resultados.

No caso de grandes cursos de água, com múltiplos aproveitamentos, recorrer à experiência obtida em outros estudos, que precederam as demais utilizações, pode ser de grande valia.

6.3- investigações de laboratório

Os projetos de uma estação de tratamento de água (ETA) devem ser precedidos por pesquisas e ensaios de laboratório. Esses recursos permitem melhorar tecnicamente os projetos, reduzir custos e oferecer maior segurança para as soluções preconizadas.

As investigações em laboratório podem fornecer subsídios e contribuições do mais alto valor, para questões tais como:

- Comportamento da água em relação aos diferentes processos de purificação;
- Condições de coagulação e floculação;
- Condições de sedimentação e filtração;
- Condições de desinfecção, etc.

6.4- instalações piloto

Quando se projetam grandes instalações de tratamento, em que não exista experiência prévia com o tipo de água a ser tratada, justifica-se, muitas vezes a utilização de instalações experimentais.

Essas instalações, em modelo reduzido, reproduzem os processos e as futuras unidades de tratamento, possibilitando a obtenção de parâmetros mais vantajosos.

6.5- finalidades do tratamento

O tratamento da água objetiva, prioritariamente, atender as seguintes finalidades:

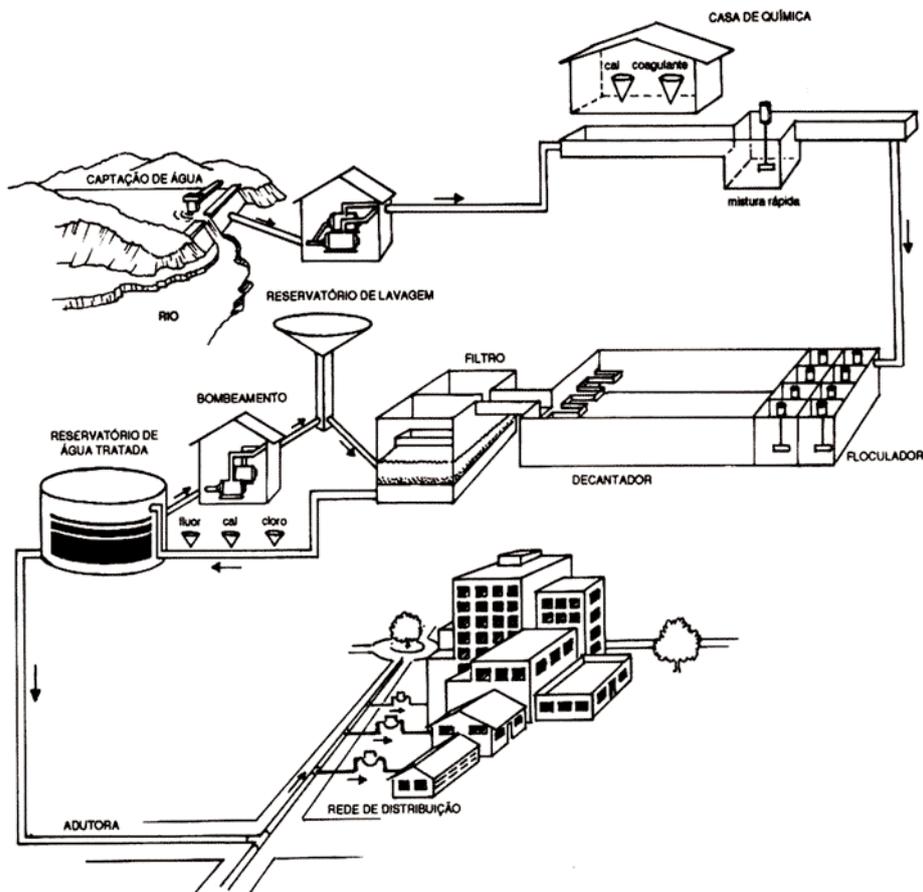
- Higiênica – remoção de microorganismos patogênicos, de substâncias venenosas ou nocivas, redução do excesso de impurezas e de teores elevados de compostos orgânicos;
- Estética – correção da turbidez, cor, odor e sabor;
- Econômica – redução da corrosividade, da dureza, cor, turbidez, ferro, manganês, odor e sabor

6.6- principais processos de purificação

- Aeração: por gravidade, por aspersão e por outros métodos
- Sedimentação: simples ou após coagulação;
- Tratamento Químico: com aplicação de reagentes e substâncias auxiliares;
- Filtração: lenta, rápida e superfiltração;

- Correção da dureza;
- Desinfecção: com o emprego do cloro e seus compostos, de ozônio e da luz ultravioleta;
- Remoção de sabor e odor: carvão ativado;
- Controle da corrosividade;

TRATAMENTO CONVENCIONAL



6.7-processo de tratamento convencional

Transformar impurezas que se encontram em suspensão fina, em estado coloidal e algumas em solução, em partículas que sejam removíveis por sedimentação ou filtração.

Suspensões finas: turbidez, bactérias, plâncton;

Colóides: substâncias orgânicas, ferro e manganês oxidados;

Dissolvidos: dureza, ferro e manganês não oxidados.

As impurezas se agregam formando “flocos” os quais têm um aspecto gelatinoso e na medida em que vão se agregando as impurezas vão ficando cada vez mais pesadas e maiores, podendo ser retirados ou removidos pelos decantadores ou pelos filtros.

6.8- reagentes empregados

Sais de elementos que produzam hidróxidos gelatinosos: compostos do alumínio ou do ferro e Alcalinizantes: CaO , Ca(OH)_2 , NaCO_3 .

6.9- propriedades coagulantes

Os sais de alumínio ou de ferro reagem com a água, em meio alcalino, formando os flocos. A superfície dos flocos é grande, permitindo a adsorção ou fixação das matérias dissolvidas, coloidais e em suspensão na água.

6.10- requisitos para a perfeita coagulação

Ajustamento conveniente do pH, que pode ser obtido com:

Acidez, adição de H_2SO_4 ou de CO_2 ;

Alcalino adicionando-se cal ou barrilha.

Emprego de uma quantidade de coagulante, suficiente para a formação do floco.

6.11-dosagem de reagentes

No Brasil, o coagulante normalmente usado é o sulfato de alumínio. As dosagens ótimas variam durante o ano, em consequência da variação da qualidade da água com o aumento da turbidez.

Tabela 1.8 Quantidades usuais de sulfato de alumínio, conforme a turbidez

Turbidez (uT)	Sulfato de alumínio mg/L			Turbidez (uT)	Sulfato de alumínio mg/L		
	Min	Max	Med		Min	Max	Med
10	5	17	10	100	16	32	24
15	8	20	14	120	18	37	27
20	11	22	17	140	19	42	30
40	13	25	19	160	21	51	36
60	14	28	21	180	22	62	39
80	15	30	22	200	23	70	42

6.12- câmaras de mistura rápida e flocladores

No processo de tratamento químico da água existem duas fases:

Mistura rápida – com a finalidade de dispersar os produtos químicos na água garantindo uma distribuição uniforme, com melhor aproveitamento;

Mistura lenta ou floclação – assegurando o tempo necessário às reações e as condições para a constituição, formação, desenvolvimento e agregação dos flocos.

6.13-câmara de mistura rápida

Os reagentes devem ser aplicados rápidos e uniformemente, sobre toda a massa líquida. São usualmente aplicados em pontos de grande turbulência, à montante de bombas, orifícios, ressaltos hidráulicos, chicanas, agitadores mecânicos.

Também se concebi e constrói câmara de mistura rápida especialmente para a dispersão dos reagentes.

Câmaras de mistura rápida são dimensionadas, adotando-se tempo de detenção de 10 a 90 segundos, sendo mais comuns os períodos de 10 a 30 segundos. As câmaras de mistura rápida geralmente são de seção quadrada, com entrada de água pelas partes inferiores ou fundas e saída pela parte superior. São dotados de agitadores com a finalidade de facilitar a dispersão dos reagentes na água a ser tratada.



Figura 1 – tanque de mistura rápida

6.14-floculadores

Destinados a promover a agitação moderada para a boa constituição dos flocos e a agregação das impurezas. Períodos de detenção de 10 a 50 minutos. Usualmente de 10 a 20 minutos.

Os floculadores mecanizados possuem as seguintes vantagens:

Melhor agitação;

Permitem variação de velocidade, (usualmente 3 ou 4 velocidades);

Perda de carga praticamente nula.

A velocidade das pás ou palhetas é relativamente baixa, variando de 1 a 8 rpm.

A potência necessária (instalada) é de 0,5 a 1,5 CV por milhões de litros tratados.

Julga-se representativa a velocidade a $\frac{2}{3}$ do raio do agitador.

Geralmente está compreendida entre os valores de 0,20 a 0,60m/s. (velocidades periféricas até 0,70 m/s).

6.15- decantadores

6.15.1-Conceito

As águas dos mananciais podem conter partículas em suspensão e partículas em estado coloidal, dando origem a turbidez e a cor.

Partículas mais pesadas que a água mantém permanentemente suspensas pela ação de forças relativas à turbulência das águas em movimento.

Na sedimentação pode-se obter a separação das partículas sólidas presentes na água. Essas partículas, tendo peso maior que o da água, precipita-se com uma determinada

velocidade (velocidade de sedimentação). Diminuindo-se ou anulando-se a velocidade de escoamento das águas os efeitos da turbulência passam a ser reduzidos e as partículas passam a se depositar.

Nos decantadores procura-se obter um movimento tranqüilo e com isso neutralizam-se os efeitos da turbulência, permitindo a separação dinâmica dos sedimentos existentes na água. As velocidades de fluxo da água nos decantadores são muito pequenas, sendo usualmente = 1,25cm/s.



Figura 2 - Detalhe das Calhas que recebem a água decantada

6.16- FILTROS RÁPIDOS DE GRAVIDADE

6.16.1 - TAXA DE FILTRAÇÃO

A taxa de filtração fica compreendida entre os seguintes limites:

Filtros de uma camada 120 a 360 m³/m²/dia ;

Filtros de dupla camada 240 a 480m³/m²/dia.

6.16.2 - NÚMERO DE FILTRO, FORMA E DIMENSÕES

O número mínimo de filtros deverá ser de 3 a 5 excepcionalmente 2.

O tipo de fundo de filtro e as dimensões resultantes de espaçamento requeridos ou de limites vantajosos.

7- RESULTADOS

Os resultados aqui apresentados evidenciam a eficiência das tecnologias de tratamento de água aplicadas, e demonstram que mesmo com as alterações que influenciaram na qualidade da água dos mananciais, pode-se observar que a qualidade da água na saída das estações de tratamento de água ficou abaixo dos valores máximos permitidos pelos órgãos regulamentadores.

Demonstrando assim que as tecnologias de tratamento de água aplicadas são eficientes para o atendimento aos parâmetros analisados e exigidos pelas legislações em vigor.

As ações de vigilância da qualidade da água para consumo humano não se encerram nos exames físico-químicos e bacteriológicos da água nem na análise de dados sobre seu consumo. Torna-se necessário compor um sistema auxiliar de informações de tal maneira que se possam caracterizar minimamente as diversas formas de abastecimento e de consumo de água em uma comunidade, com o objetivo de mapear grupos, fatores e situações de risco.

Os resultados das análises da água bruta e tratada assumem um significado maior quando complementados por informações como:

- tipo de manancial: superficial, subterrâneo, nascentes, etc.;
- condições de proteção dos mananciais sejam fontes coletivas ou individuais de abastecimento;
- uso e ocupação da bacia de captação;
- identificação de fontes de poluição.

Tais informações permitem compor a história do manancial e servem como subsídio para as análises a serem realizadas para o controle da qualidade da água. Além disso, é fundamental o conhecimento da saturação do manancial, ou seja, do limite de oferta de água ou do limite de adução (L/hab.dia), comparado à evolução do consumo (L/hab.dia). A importância desse fator reside no pressuposto de que não só a qualidade da água, mas também sua quantidade têm implicações na saúde pública, seja por limitarem um consumo mínimo desejável (demanda essencial), seja por causarem problemas de intermitência do abastecimento.

Embora os resultados das análises da água tratada sejam balizadores para a identificação de riscos, deve-se procurar localizar os pontos e as causas de fragilidade do sistema. Nesse sentido, devem ser reunidas informações como:

- tipo de tratamento realizado: convencional, simples desinfecção, etc.;
- condições de operação e manutenção;
- controle operacional realizado;
- recursos humanos e materiais disponíveis.

A garantia das boas práticas em todo o sistema de produção e distribuição de água encontra-se também expressa na Portaria MS nº518/2004, por exemplo, entre as obrigações dos responsáveis pelos sistemas de abastecimento:

[...] manter avaliação sistemática do sistema de abastecimento de água, sob a perspectiva dos riscos à saúde, com base na ocupação da bacia contribuinte ao manancial, no histórico das características de suas águas, nas características físicas do sistema, nas práticas operacionais e na qualidade da água distribuída.

A foto abaixo demonstra a localização das cidades onde foi realizada a pesquisa, nas tabelas constam os parâmetros analisados os resultados das análises e a tendência dos dados em aumentar ou diminuir antes e após o tratamento da água. Os gráficos 01 a 42 representam as análises realizadas no período da pesquisa que compreende os anos de 2008, 2009 e 2010, sendo avaliados os parâmetros mais relevantes que constam na pesquisa.

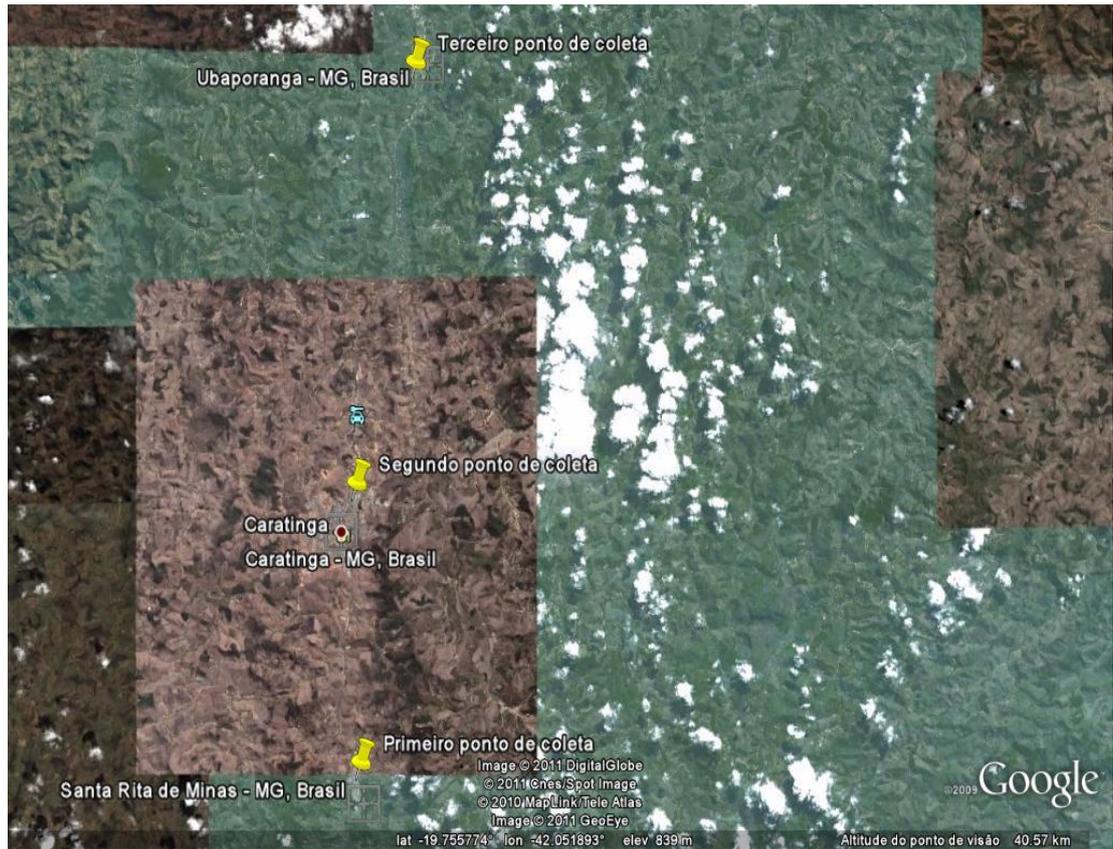


Figura 3 – Localização dos pontos de coleta de água bruta e tratada

Tabela 1.9 Resultados médios das análises realizadas nos períodos de 2008 a 2010

Parâmetros	Unidade	VMP	2008		2009		2010	
			BRUTA	TRATADA	BRUTA	TRATADA	BRUTA	TRATADA
			MÉDIA	MÉDIA	MÉDIA	MÉDIA	MÉDIA	MÉDIA
Temperatura ambiente	°C		25,0	24,0			25,7	26,2
Temperatura amostra	°C		26,0	24,0			22,2	26,2
Alumínio dissolvido	(mg/L)	0,20	0,111	ND	0,192	ND	0,100	ND
Alumínio total	(mg/L)	0,20	ND	0,124	ND	0,114	ND	0,096
A.T.A	(mg/L)	0,50	ND	0,360	0,195	0,147	0,310	ND
Amônia	(mg/L)	1,5	ND	0,288	ND	0,257	ND	0,167
Cianeto	(mg/L)	0,070	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Cianeto livre	(mg/L)	OBS2	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Cloreto	(mg/L)	250	36,2	32,7	21,4	21,2	13,1	10,4
Cloro residual livre	(mg/L)	0,20 a 2,0	ND	1,1	ND	1,2	ND	1,3
Condutividade	(MS/cm)	500	75,1	106,4	49,7	31,2	75,0	91,2
Cor aparente	(uH)	15	ND	3,83	ND	3,33	ND	3,75
cor verdadeira	(uH)	75	145,0	ND	86,8	ND	61,2	ND
DBO	(mg/L)				1,550	ND	1,753	ND
Dureza total	(mg/L)	500	ND	29,433	ND	25,150	ND	28,900
Ferro dissolvido	(mg/L)	5,0	1,67	ND	3,23	ND	2,37	ND
Ferro Total	(mg/L)	0,30	ND	0,119	ND	0,085	ND	0,131
Fósforo total	(mg/L)	0,10	ND	ND	0,072	ND	0,125	ND
Fluoreto	(mg/L)	OBS2	0,120	0,767	0,117	1,092	0,114	0,635
Gosto (Não Objetável)			ND	ND	ND	ND	ND	ND
Mangânes total	(mg/L)	0,10	0,167	0,100	0,663	0,050	0,077	0,051
Nitrato	(mg/L)	10,0	1,410	1,110	ND	ND	ND	ND
Nitrogênio amoniacal	(mg/L)	OBS3	1,410	ND	2,613	ND	1,287	ND
Odor			ND	ND	ND	ND	ND	ND
Óleos e graxas		V. Ausente			ND	ND	ND	ND
Oxigênio dissolvido	(mg/L)	> 5,0			5,600	ND	5,850	ND
PH		6,0 a 9,5	7,400	7,467	7,300	7,150	7,233	7,133
Sulfato	(mg/L)	250	2,917	11,950	8,617	11,833	1,517	9,067
Sulfeto de hidrogênio	(mg/L)	0,050	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Turbidez	(uT)	5,0	20,467	0,842	35,583	0,547	17,300	0,642
Sólidos dissolvidos totais	(mg/L)	OBS4	50,150	71,183	32,167	42,833	50,500	61,167
ACOD								
Cobre dissolvido	mg/L	0,0050	0,010	ND	0,010	ND	0,008	ND
AMEB								
Antimônio	mg/L	0,050	0,0037	0,0037	0,0037		0,0037	
Arsênio	mg/L	0,010	0,0030	0,0030	0,0030	0,0030	0,0030	0,0030
Berílio	mg/L	0,040	0,0200		0,0200		0,0020	
Boro	mg/L	0,50	0,0250		0,0250		0,0250	
Bário	mg/L	0,70	0,0395	0,0371	0,0528	0,1178	0,0420	0,0298
Chumbo	mg/L	0,010	0,0084	0,0074	0,0070	0,0070	0,0030	0,0030
Cobalto	mg/L	0,050	0,0098		0,0023		0,0010	
Cromo total	mg/L	0,050	0,0008		0,0007		0,0183	

Cádmio	mg/L	0,0050	0,00006	0,00006	0,00015	0,00015	0,0010	0,0010
Lítio	mg/L	2,5	0,0300		0,0300		0,2250	
Mercúrio	mg/L	0,0010	0,00020	0,00020	0,00020	0,00022	0,00020	0,00020
Níquel	mg/L	0,025	0,0052		0,0067		0,0010	
prata	mg/L	0,010	0,0042		0,0030		0,0020	
selênio	mg/L	0,010	0,00030	0,00030	0,00030	0,00030	0,00030	0,00030
Vanádio	mg/L	0,10					0,0100	
Zinco	mg/L	0,180	0,0135	0,0115	0,0797	0,0175	0,0462	0,0133
MICROBIOLOGICO								
Escherichia Coli	UFC	OBS5	1.676		2.802		2.426	
Coliformes Totais	UFC	OBS6		0,0		0,0		0,0

Tabela 1.10 Variação e desvio padrão das análises realizadas no período

Parâmetros	Unidade	VMP	PONTO A			
			BRUTA		TRATADA	
			MÉDIA	DESVIO	MÉDIA	DESVIO
Temperatura ambiente	°C		27,5	2,1	27,5	2,1
Temperatura amostra	°C		22,0	0,0	22,0	0,0
Alumínio dissolvido	(mg/L)	0,20	0,123	0,124		
Alumínio total	(mg/L)	0,20	ND	ND	0,097	0,053
A.T.A	(mg/L)	0,50	ND	ND	0,030	0,000
Amônia	(mg/L)	1,5	ND	ND	0,093	0,028
Cianeto	(mg/L)	0,070	ND	ND	ND	ND
Cianeto livre	(mg/L)	OBS2	ND	ND		
Cloreto	(mg/L)	250	24,9	14,2	33,883	14,348
Cloro residual livre	(mg/L)	0,20 a 2,0	ND	ND	1,200	0,141
Condutividade	(MS/cm)	500	65,583	29,214	85,020	28,803
Cor aparente	(uH)	15	ND	ND	2,500	0,000
cor verdadeira	(uH)	75	129,067	163,091		
DBO	(mg/L)		1,205	0,417		
Dureza total	(mg/L)	500	ND	ND	28,117	16,272
Ferro dissolvido	(mg/L)	5,0	2,683	1,046		
Ferro Total	(mg/L)	0,30	ND	ND	0,152	0,070
Fósforo total	(mg/L)	0,1	0,078	0,066		
Fluoreto	(mg/L)	OBS2	0,132	0,036	0,957	0,490
Gosto (Não Objetável)			ND	ND	ND	ND
Mangânes total	(mg/L)	0,10	0,338	0,432	0,067	0,371
Nitrato	(mg/L)	10,0	0,640	0,000	0,690	0,000
Nitrogênio amoniacal	(mg/L)	OBS3	1,724	1,696		
Odor			ND	ND	ND	ND
Óleos e graxas		V. Ausente	23,900	27,011		
Oxigênio dissolvido	(mg/L)	> 5,0	7,133	1,026		
PH		6,0 a 9,5	7,333	0,427	7,200	0,465
Sulfato	(mg/L)	250	3,100	2,645	6,067	4,568

Sulfeto de hidrogênio	(mg/L)	0,050	ND	ND	ND	ND
Turbidez	(uT)	5,0	28,100	25,434	0,953	1,087
Sólidos dissolvidos totais	(mg/L)	OBS4	43,833	19,722	58,833	17,916
ACOD						
Cobre dissolvido	mg/L	0,0050	0,0093	0,0015		
AMEB						
Antimônio	mg/L	0,050	0,0037	0,000	0,004	0,000
Arsênio	mg/L	0,010	0,0030	0,000	0,003	0,000
Berílio	mg/L	0,040	0,0020	0,000		
Boro	mg/L	0,50	0,025	0,000		
Bário	mg/L	0,70	0,066	0,023	0,053	0,022
Chumbo	mg/L	0,010	0,0058	0,0022	0,0057	0,0021
Cobalto	mg/L	0,050	0,0020	0,0011		
Cromo total	mg/L	0,050	0,0065	0,0091	0,0092	0,0095
Cádmio	mg/L	0,0050	0,000	0,000	0,000	0,000
Lítio	mg/L	2,5	0,095	0,101		
Merúrio	mg/L	0,0010	0,000	0,000	0,000	0,000
Níquel	mg/L	0,025	0,0037	0,0021		
prata	mg/L	0,010	0,0028	0,0008		
selênio	mg/L	0,010	0,000	0,000	0,000	0,000
Vanádio	mg/L	0,10	0,010	0,000		
Zinco	mg/L	0,180	0,040	0,027	0,020	0,012
MICROBIOLOGICO						
Escherichia Coli	UFC	OBS5	2.015,333	804,187	0,000	0,000
Coliformes Totais	UFC	OBS6			0,000	0,000

Tabela 1.11 Variação e desvio padrão das análises realizadas no período

Parâmetros	Unidade	VMP	PONTO B			
			BRUTA		TRATADA	
			MÉDIA	DESVIO	MÉDIA	DESVIO
Temperatura ambiente	°C		27,500	0,707	28,500	0,707
Temperatura amostra	°C		23,000	1,414	22,500	0,707
Alumínio dissolvido	(mg/L)	0,20	0,104	0,055	ND	ND
Alumínio total	(mg/L)	0,20			0,103	0,049
A.T.A	(mg/L)	0,50	0,340	0,000	0,400	0,000
Amônia	(mg/L)	1,5			0,280	0,202
Cianeto	(mg/L)	0,070	ND	ND	ND	ND
Cianeto livre	(mg/L)	OBS2	ND	ND		
Cloreto	(mg/L)	250	19,270	10,844	15,822	11,003
Cloro residual livre	(mg/L)	0,20 a 2,0			1,267	0,234
Condutividade	(MS/cm)	500	33,550	7,076	60,740	25,546
Cor aparente	(uH)	15			3,000	1,000
cor verdadeira	(uH)	75	66,717	25,894		
DBO	(mg/L)		1,500	0,424		
Dureza total	(mg/L)	500			25,833	6,711
Ferro dissolvido	(mg/L)	5,0	1,917	0,449		
Ferro Total	(mg/L)	0,30			0,062	0,011
Fósforo total	(mg/L)	0,1	0,014	0,006		
Fluoreto	(mg/L)	OBS2	0,052	0,010	0,827	0,105
Gosto (Não Objetável)			ND	ND	ND	ND
Mangânes total	(mg/L)	0,10	0,051	0,515	0,051	0,001
Nitrato	(mg/L)	10,0	0,490	0,000	0,740	0,000
Nitrogênio amôniaical	(mg/L)	OBS3	1,300	1,179		
Odor			ND	ND	ND	ND
Óleos e graxas		V. AUSENTE	6,000	3,536		
Oxigênio dissolvido	(mg/L)	> 5,0	4,500	0,500		
PH		6,0 a 9,5	7,100	0,498	7,050	0,513
Sulfato	(mg/L)	250	3,533	3,182	8,183	1,636
Sulfeto de hidrogênio	(mg/L)	0,050			ND	ND
Turbidez	(uT)	5,0	13,467	7,648	0,407	0,176
Sólidos dissolvidos totais	(mg/L)	OBS4	21,483	5,614	39,183	15,618
ACOD						
Cobre dissolvido	mg/L	0,0050	0,009	0,001		
AMEB						
Antimônio	mg/L	0,050	0,004	0,000	0,004	0,000
Arsênio	mg/L	0,010	0,003	0,000	0,003	0,000
Berílio	mg/L	0,040	0,002	0,000		
Boro	mg/L	0,50	0,025	0,000		
Bário	mg/L	0,70	0,015	0,010	0,094	0,189
Chumbo	mg/L	0,010	0,006	0,003	0,006	0,003
Cobalto	mg/L	0,050	0,002	0,001		
Cromo total	mg/L	0,050	0,007	0,009	0,009	0,009
Cádmio	mg/L	0,0050	0,000	0,000	0,000	0,000

Lítio	mg/L	2,5	0,095	0,101		
Mercúrio	mg/L	0,0010	0,000	0,000	0,000	0,000
Níquel	mg/L	0,025	0,004	0,002		
prata	mg/L	0,010	0,004	0,003		
selênio	mg/L	0,010	0,000	0,000	0,000	0,000
Vanádio	mg/L	0,10	0,010	0,000		
Zinco	mg/L	0,180	0,090	0,097	0,013	0,007
MICROBIOLOGICO						
Escherichia Coli	UFC	OBS5	741,667	652,737	0,000	0,000
Coliformes Totais	UFC	OBS6			0,000	0,000

Tabela 1.12 Variação e desvio padrão das análises realizadas no período

Parâmetros	Unidade	VMP	PONTO C			
			BRUTA		TRATADA	
			MÉDIA	DESVIO	MÉDIA	DESVIO
Temperatura ambiente	°C		23,000	5,657	23,000	3,606
Temperatura amostra	°C		23,000	4,950	22,667	2,309
Alumínio dissolvido	(mg/L)	0,20	0,177	0,075		
Alumínio total	(mg/L)	0,20			0,129	0,045
A.T.A	(mg/L)	0,50	0,180	0,184	0,185	0,247
Amônia	(mg/L)	1,5			0,288	0,380
Cianeto	(mg/L)	0,070	ND	ND	ND	ND
Cianeto livre	(mg/L)	OBS2	ND	ND	ND	ND
Cloreto	(mg/L)	250	23,833	17,461	23,400	14,276
Cloro residual livre	(mg/L)	0,20 a 2,0			1,333	0,367
Condutividade	(MS/cm)	500	100,700	22,432	110,200	50,478
Cor aparente	(uH)	15			5,417	2,458
cor verdadeira	(uH)	75	97,333	60,987		
DBO	(mg/L)		2,350	1,485		
Dureza total	(mg/L)	500			29,533	10,922
Ferro dissolvido	(mg/L)	5,0	2,667	1,282		
Ferro Total	(mg/L)	0,30			0,112	0,058
Fósforo total	(mg/L)	0,1	0,148	0,082		
Fluoreto	(mg/L)	OBS2	0,167	0,033	0,710	0,509
Gosto (Não Objetável)			ND	ND	ND	ND
Mangânes total	(mg/L)	0,10	0,115	0,066	0,051	0,029
Nitrato	(mg/L)	10,0	3,100	0,000	1,900	0,000
Nitrogênio amoniacal	(mg/L)	OBS3	1,800	0,678		
Odor			ND	ND	ND	ND
Óleos e graxas		V. AUSENTE	26,350	29,204		
Oxigênio dissolvido	(mg/L)	> 5,0	5,600	1,100		
PH		6,0 a 9,5	7,500	0,429	7,500	0,727
Sulfato	(mg/L)	250	6,417	7,590	18,600	8,162
Sulfeto de hidrogênio	(mg/L)	0,050	ND	ND	ND	ND

Turbidez	(uT)	5,0	31,783	26,722	0,670	0,382
Sólidos dissolvidos totais	(mg/L)	OBS4	67,500	15,043	77,167	31,524
ACOD						
Cobre dissolvido	mg/L	0,0050	0,009	0,002		
AMEB						
Antimônio	mg/L	0,050	0,004	0,000	0,004	0,000
Arsênio	mg/L	0,010	0,003	0,000	0,003	0,000
Berílio	mg/L	0,040	0,002	0,000		
Boro	mg/L	0,50	0,025	0,000		
Bário	mg/L	0,70	0,054	0,027	0,049	0,019
Chumbo	mg/L	0,010	0,006	0,002	0,006	0,002
Cobalto	mg/L	0,050	0,010	0,019		
Cromo total	mg/L	0,050	0,007	0,009	0,007	0,009
Cádmio	mg/L	0,0050	0,000	0,000	0,000	0,000
Lítio	mg/L	2,5	0,095	0,101		
Mercurio	mg/L	0,0010	0,000	0,000	0,000	0,000
Níquel	mg/L	0,025	0,005	0,005		
prata	mg/L	0,010	0,003	0,001		
selênio	mg/L	0,010	0,000	0,000	0,000	0,000
Vanádio	mg/L	0,10	0,010	0,000		
Zinco	mg/L	0,180	0,011	0,002	0,010	0,002
MICROBIOLOGICO						
Escherichia Coli	UFC	OBS5	4.705,000	1.045,634	0,000	0,000
Coliformes Totais	UFC	OBS6			0,000	0,000

Tabela 1.14 Tendência dos resultados em porcentagem

2008		2009		2010		TENDÊNCIA MÉDIA DOS RESULTADOS	
BRUTA	TRATADA	BRUTA	TRATADA	BRUTA	TRATADA	BRUTA	TRATADA
MÉDIA	MÉDIA	MÉDIA	MÉDIA	MÉDIA	MÉDIA	(%)	(%)
25,0	24,0			25,7	26,2	3,0	8,3
26,0	24,0			22,2	26,2	14,7	8,3
0,111	ND	0,192	ND	0,100	ND	21,3	ND
ND	0,124	ND	0,114	ND	0,096	ND	14,7
ND	0,360	0,195	0,147	0,310	ND	63,0	41,0
ND	0,288	ND	0,257	ND	0,167	ND	61,0
ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
36,28	32,772	21,442	21,200	13,150	10,483	59,2	66,3
ND	1,167	ND	1,267	ND	1,367	ND	1,5
75,1	106,467	49,717	31,200	75,017	91,233	113,3	311,3
ND	3,833	ND	3,333	ND	3,750	ND	4,3
145,0	ND	86,833	ND	61,283	ND	53,0	ND

		1,550	ND	1,753	ND	11,5	ND
ND	29,433	ND	25,150	ND	28,900	ND	34,0
1,67	ND	3,23	ND	2,37	ND	95,5	ND
ND	0,119	ND	0,085	ND	0,131	ND	81,7
ND	ND	0,072	ND	0,125	ND	57,6	ND
0,120	0,767	0,117	1,092	0,114	0,635	23,2	86,8
ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
0,167	0,100	0,663	0,050	0,077	0,051	80,6	100
1,410	1,110	ND	ND	ND	ND	0,0	ND
1,410	ND	2,613	ND	1,287	ND	69,4	ND
ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
		ND	ND	ND	ND	ND	ND
		5,600	ND	5,850	ND	4,3	ND
7,400	7,467	7,300	7,150	7,233	7,133	1,8	4,36
2,917	11,950	8,617	11,833	1,517	9,067	74,3	44,0
ND	ND	ND	ND	ND		ND	ND
20,467	0,842	35,583	0,547	17,300	0,642	42,0	41,0
50,150	71,183	32,167	42,833	50,500	61,167	81,2	101,6
0,010	ND	0,010	ND	0,008	ND	25,0	ND
0,0037	0,0037	0,0037		0,0037		0,0	
0,0030	0,0030	0,0030	0,0030	0,0030	0,0030	0,0	0,0
0,0200		0,0200		0,0020		0,0	
0,0250		0,0250		0,0250		0,0	
0,0395	0,0371	0,0528	0,1178	0,0420	0,0298	5,6	71,6
0,0084	0,0074	0,0070	0,0070	0,0030	0,0030	19,0	35,0
0,0098		0,0023		0,0010		83,2	ND
0,0008		0,0007		0,0183		91,8	
0,00006	0,00006	0,00015	0,00015	0,0010	0,0010	100	100
0,0300		0,0300		0,2250		87,0	
0,00020	0,00020	0,00020	0,00022	0,00020	0,00020	0,0	
0,0052		0,0067		0,0010		348,4	
0,0042		0,0030		0,0020		63,0	
0,00030	0,00030	0,00030	0,00030	0,00030	0,00030	0,0	
				0,0100		0,0	
0,0135	0,0115	0,0797	0,0175	0,0462	0,0133	100	
1.676		2.802		2.426		40,6	
	0,0		0,0		0,0		0,0

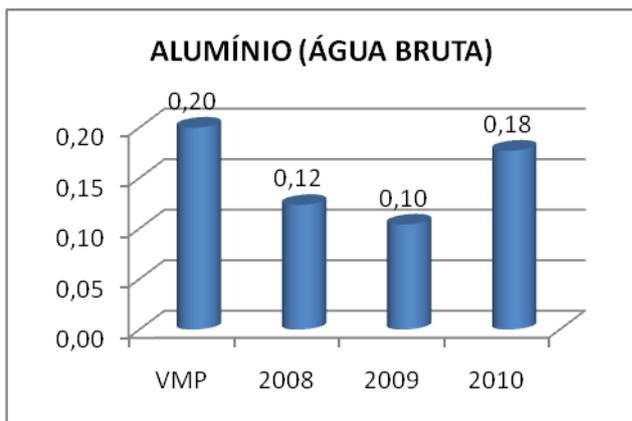


Gráfico 1 : resultado de analise 2008 - 2010

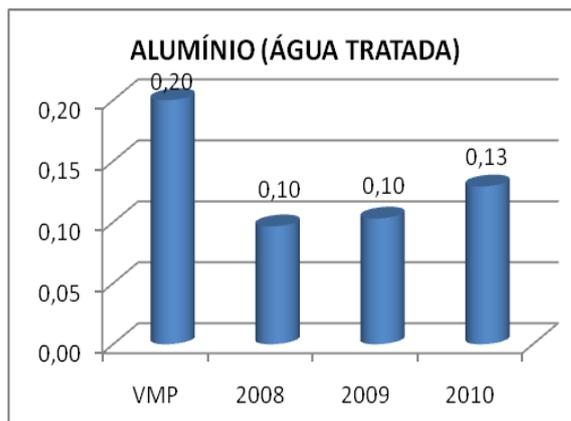


Gráfico 2 : resultado de analise 2008 - 2010

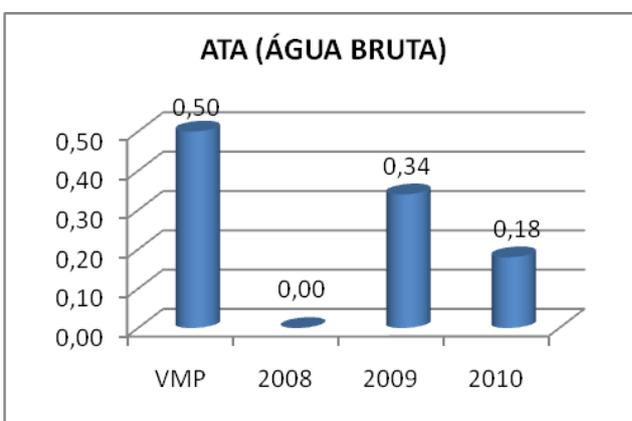


Gráfico 3 : resultado de analise 2008 - 2010

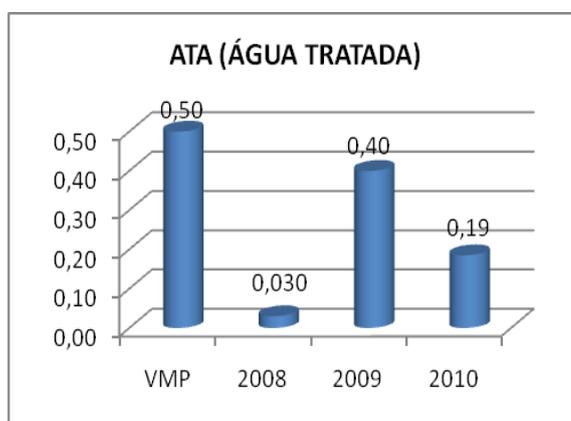


Gráfico 4 : resultado de analise 2008 - 2010

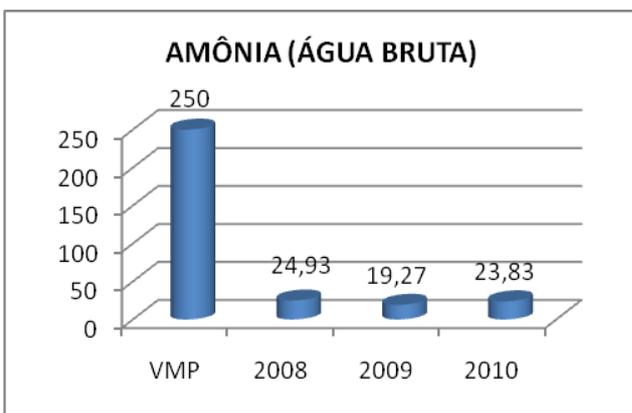


Gráfico 5 : resultado de analise 2008 - 2010

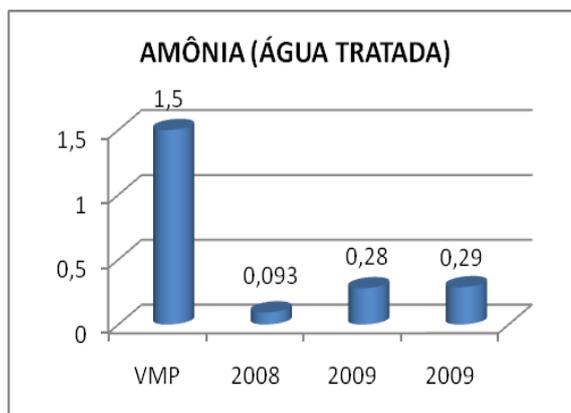


Gráfico 6 : resultado de analise 2008 - 2010

NÃO É FEITO ANÁLISE DA ÁGUA BRUTA
PARA ESTE PARÂMETRO

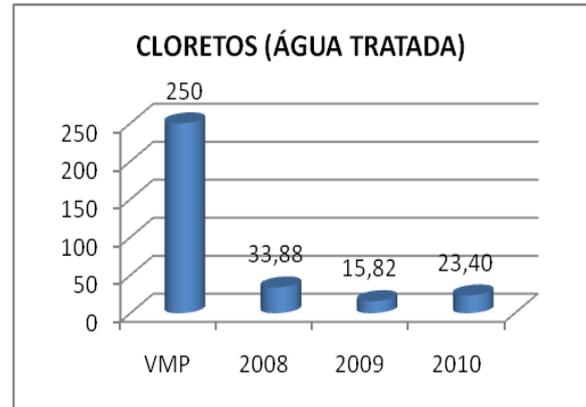


Gráfico 7 : resultado de analise 2008 - 2010

NÃO É FEITO ANÁLISE DA ÁGUA BRUTA
PARA ESTE PARÂMETRO



Gráfico 8 : resultado de analise 2008 - 2010

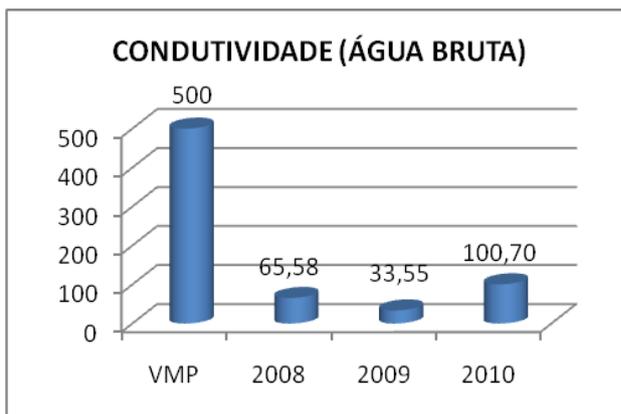


Gráfico 9 : resultado de analise 2008 - 2010

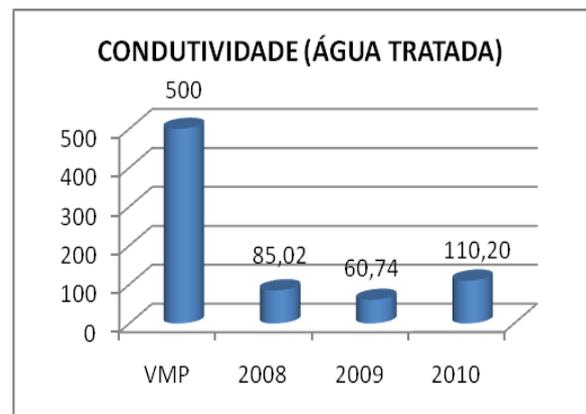


Gráfico 10 : resultado de analise 2008 - 2010

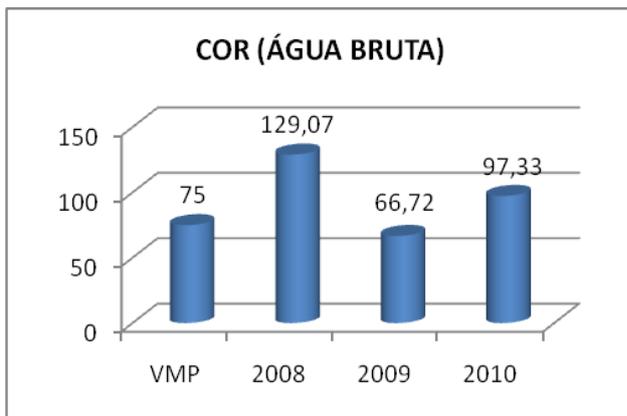


Gráfico 11 : resultado de análise 2008 - 2010

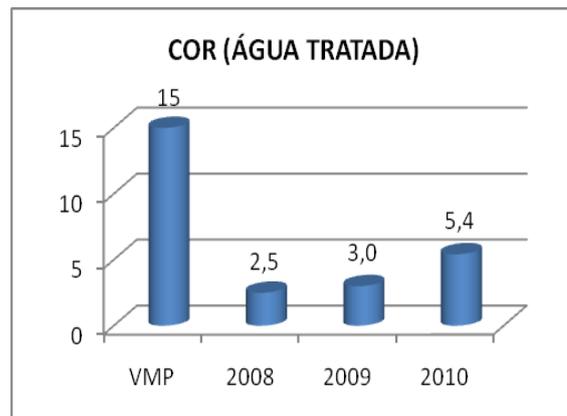


Gráfico 12 : resultado de análise 2008 - 2010

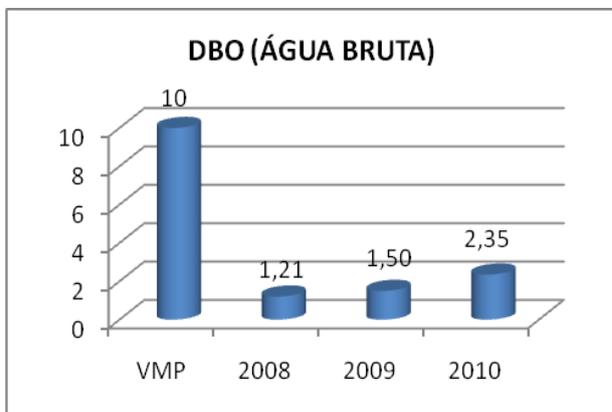


Gráfico 13 : resultado de análise 2008 - 2010

NÃO É FEITO ANÁLISE DA ÁGUA TRATADA PARA ESTE PARÂMETRO

NÃO É FEITO ANÁLISE DA ÁGUA BRUTA PARA ESTE PARÂMETRO

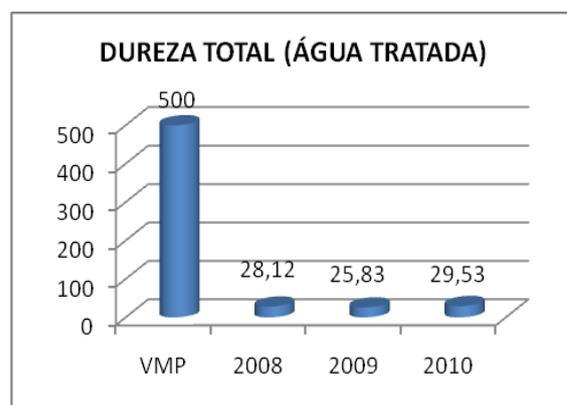


Gráfico 14 : resultado de análise 2008 - 2010



Gráfico 15 : resultado de analise 2008 - 2010

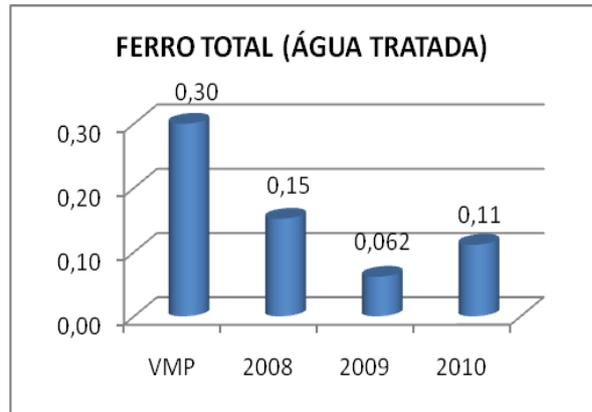
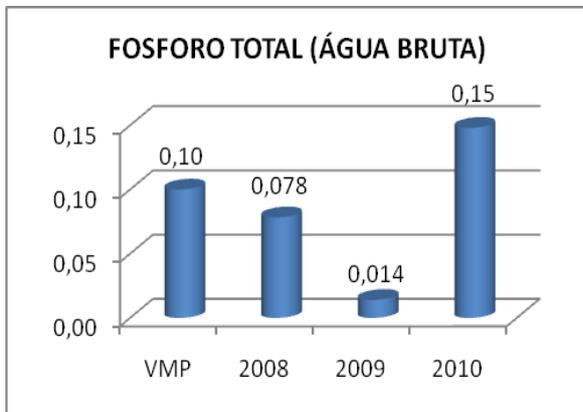


Gráfico 16 : resultado de analise 2008 - 2010



NÃO É FEITO ANÁLISE DA ÁGUA TRATADA PARA ESTE PARÂMETRO

Gráfico 17: resultado de analise 2008 - 2010

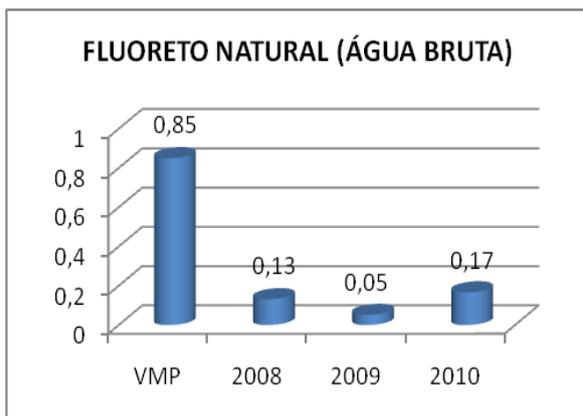


Gráfico 18 : resultado de analise 2008 - 2010

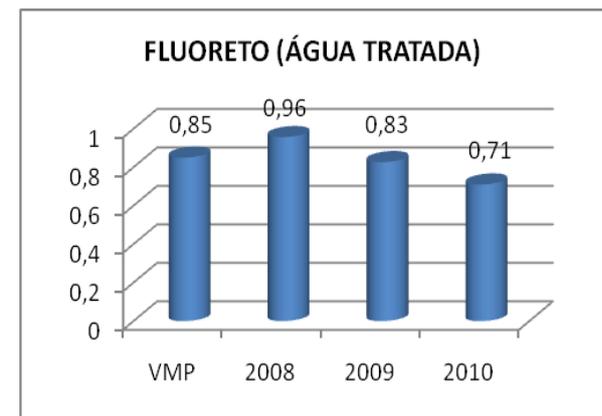


Gráfico 19 : resultado de analise 2008 - 2010

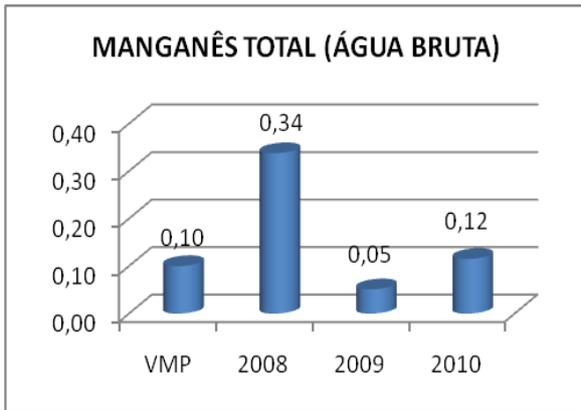


Gráfico 20 : resultado de analise 2008 - 2010

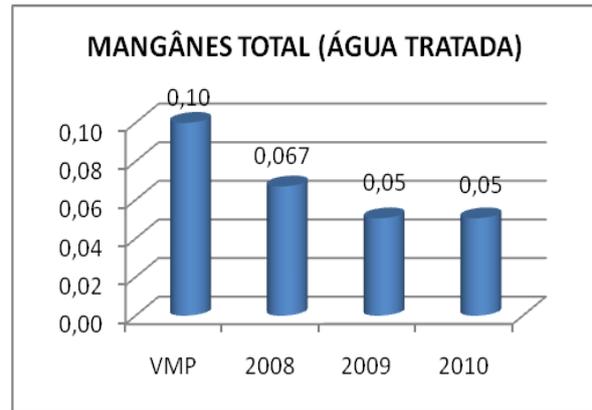


Gráfico 21 : resultado de analise 2008 - 2010

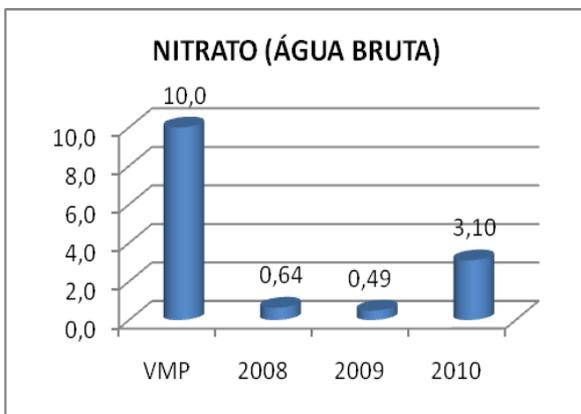


Gráfico 22 : resultado de analise 2008 - 2010

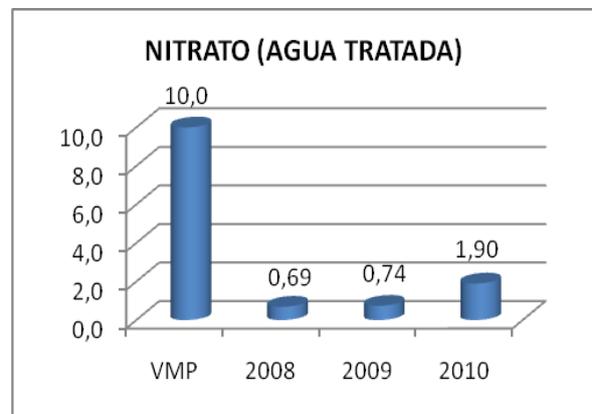


Gráfico 23 : resultado de analise 2008 - 2010

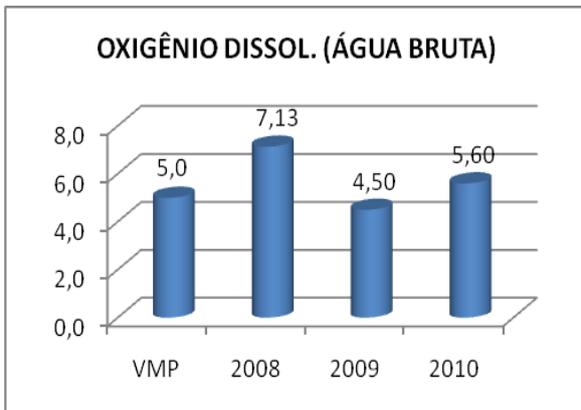


Gráfico 24 : resultado de analise 2008 - 2010

NÃO É FEITO ANÁLISE DA ÁGUA TRATADA PARA ESTE PARÂMETRO

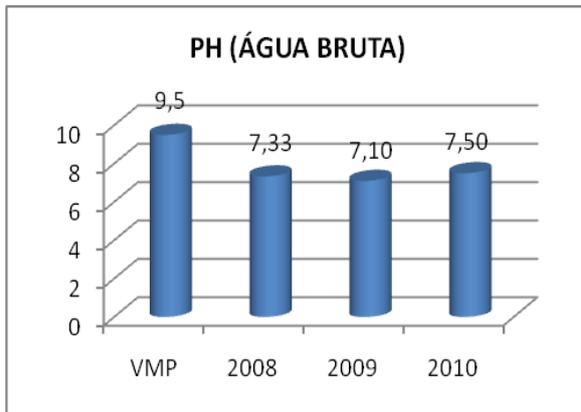


Gráfico 25 : resultado de analise 2008 - 2010

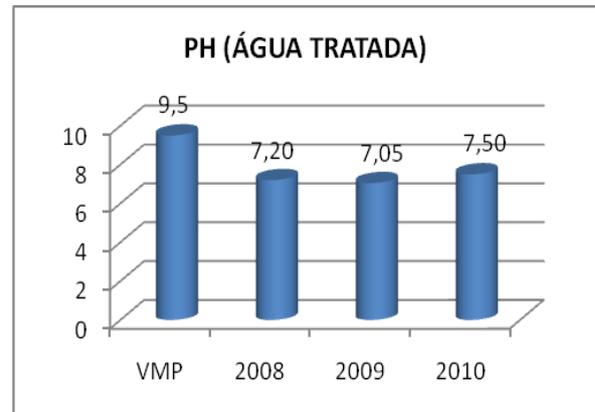


Gráfico 26 : resultado de analise 2008 - 2010

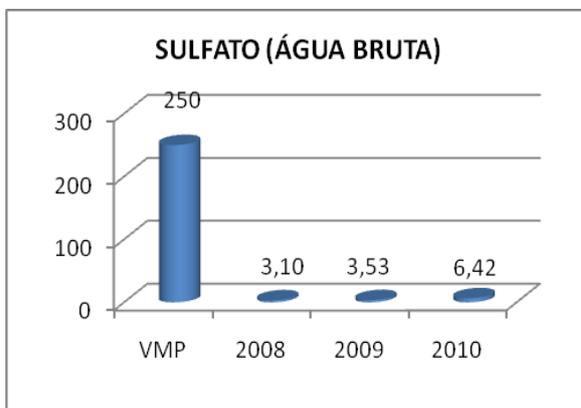


Gráfico 27 : resultado de analise 2008 - 2010

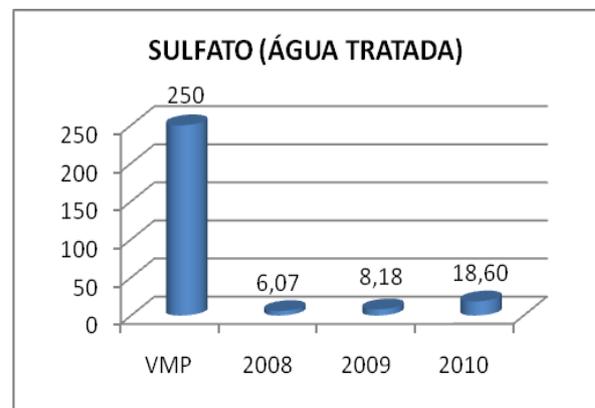


Gráfico 28 : resultado de analise 2008 - 2010

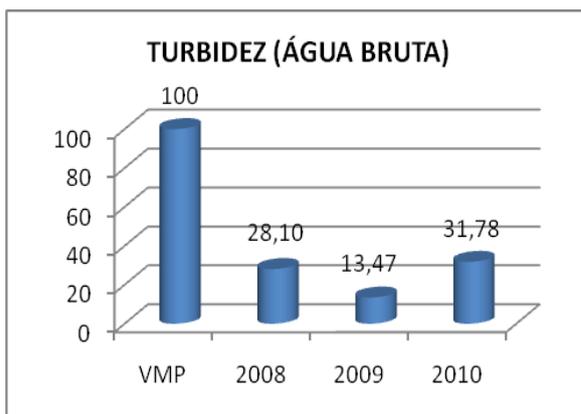


Gráfico 29 : resultado de analise 2008 - 2010

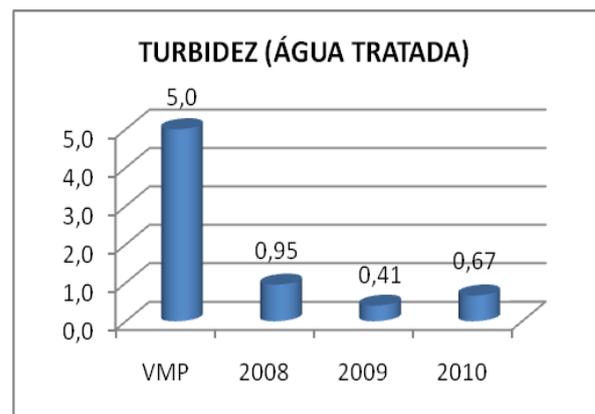
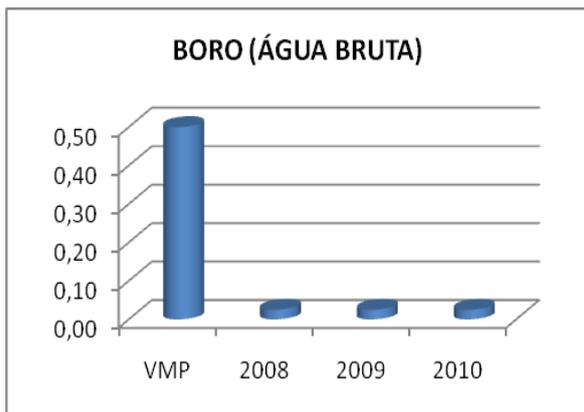


Gráfico 30 : resultado de analise 2008 - 2010



NÃO É FEITO ANÁLISE DA ÁGUA TRATADA PARA ESTE PARÂMETRO

Gráfico 31 : resultado de analise 2008 - 2010

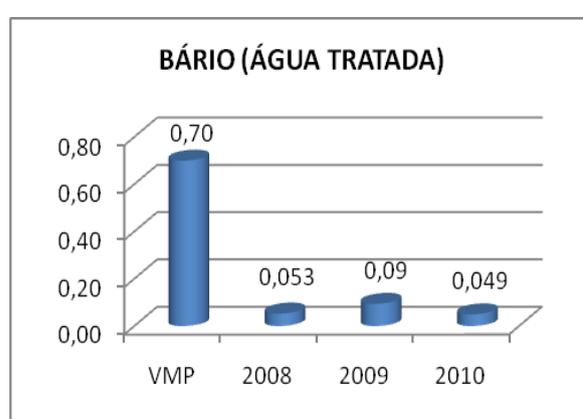
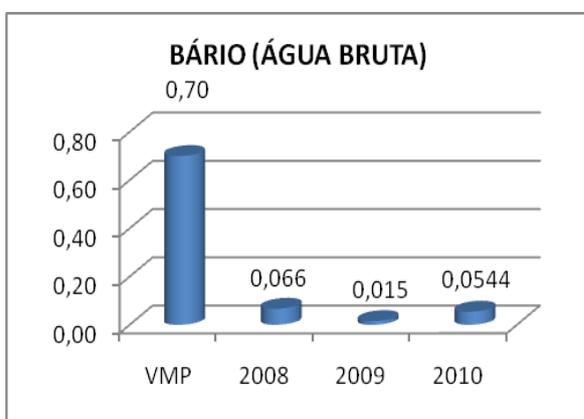
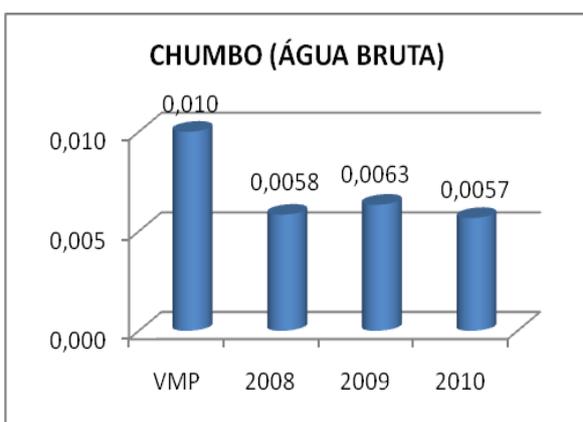


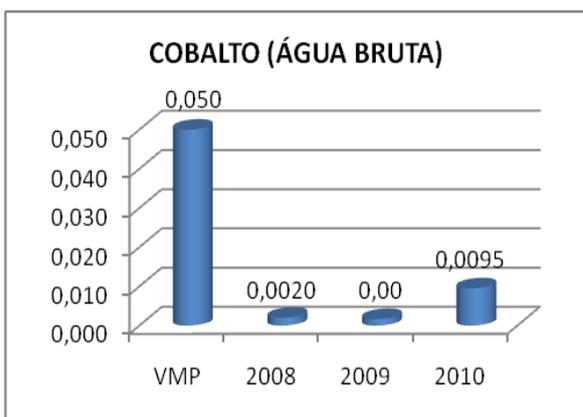
Gráfico 32 : resultado de analise 2008 - 2010

Gráfico 33 : resultado de analise 2008 - 2010



NÃO É FEITO ANÁLISE DA ÁGUA TRATADA PARA ESTE PARÂMETRO

Gráfico 34 : resultado de analise 2008 - 2010



NÃO É FEITO ANÁLISE DA ÁGUA TRATADA PARA ESTE PARÂMETRO

Gráfico 35 : resultado de analise 2008 - 2010

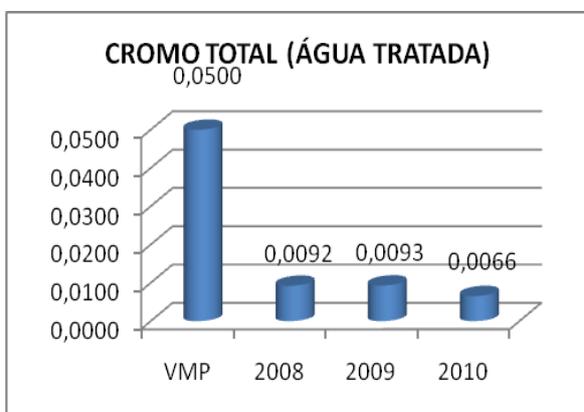


Gráfico 36 : resultado de analise 2008 - 2010

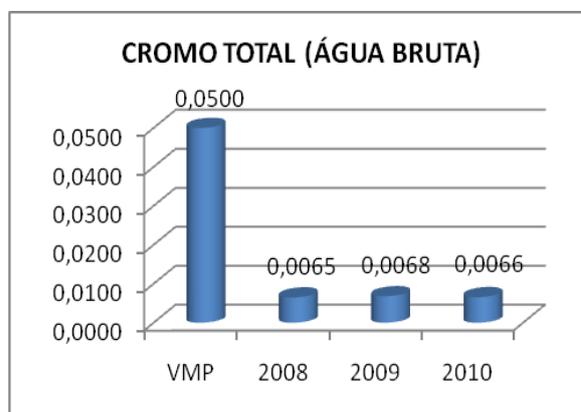
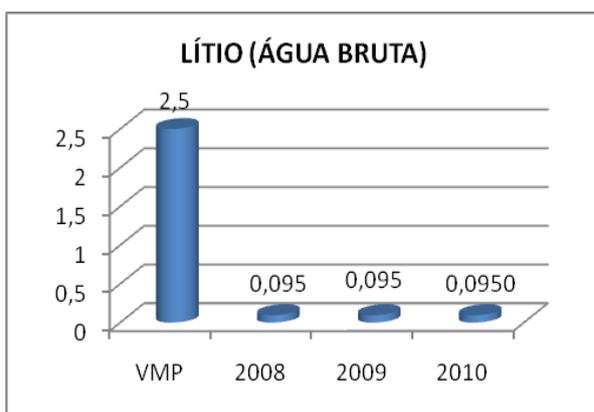


Gráfico 37 : resultado de analise 2008 - 2010



NÃO É FEITO ANÁLISE DA ÁGUA TRATADA PARA ESTE PARÂMETRO

Gráfico 38 : resultado de analise 2008 - 2010

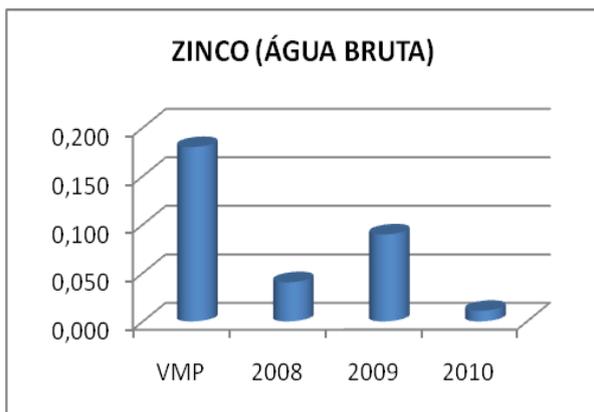


Gráfico 39 : resultado de analise 2008 - 2010

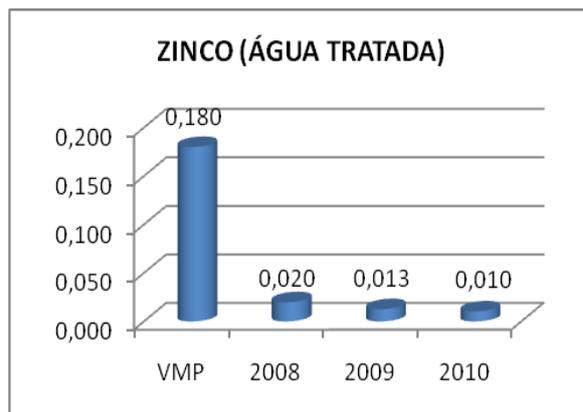


Gráfico 40 : resultado de analise 2008 - 2010

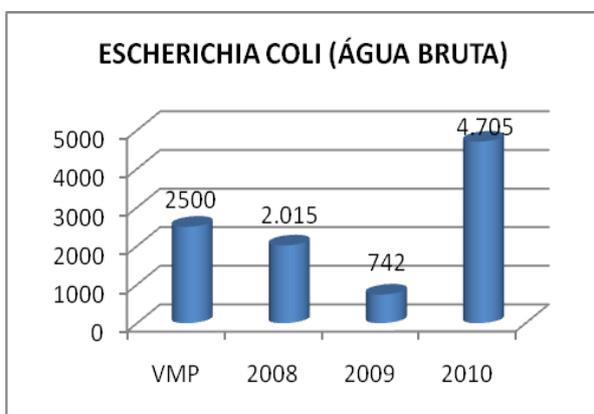


Gráfico 41 : resultado de analise 2008 - 2010

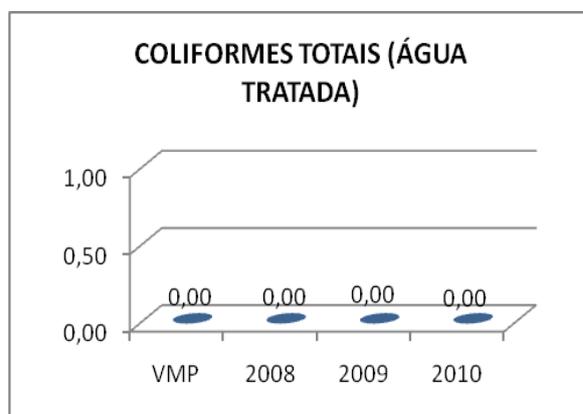


Gráfico 42 : resultado de analise 2008 - 2010

8-CONCLUSÃO

Quando iniciada esta pesquisa, verificou-se que era possível demonstrar a qualidade da água de um manancial, medindo a quantidade de substâncias dissolvidas, sejam elas antrópicas ou naturais e assim verificar a qualidade da água que é captada, tratada nas estações de tratamento de água e distribuída nas localidades. Dentro desta linha de pesquisa foram escolhidos dois mananciais o Rio Caratinga e o Córrego do Laje, que são dois dos principais mananciais da micro bacia que contribuem para a Bacia do Rio do Doce, que nos forneceram subsídios suficientes para alavancarmos este estudo. Com o apoio da COPASA (Companhia de Saneamento de Minas Gerais), responsável pelo tratamento e distribuição e monitoramento da qualidade da água na região pesquisada. Não foram encontradas muitas dificuldades para efetivação do cronograma de pesquisa. Após serem definidos os objetivos para a pesquisa, se realizou as coletas e análises semestralmente nos anos de 2008, 2009 e 2010, gerando assim os resultados necessários para a avaliação da qualidade da água que é distribuída na região da pesquisa.

O material teórico forneceu subsídios que nortearam e esclareceram várias dúvidas no decorrer da pesquisa. Os resultados demonstraram com clareza que a água dos mananciais está com a sua qualidade comprometida e mais estudos precisam ser feitos e aprofundados para que se encontre uma alternativa para a melhoria da qualidade de suas águas. Já a água tratada e distribuída atende a legislação em vigor, mas se verifica que alguns parâmetros estudados ficaram muito próximos dos valores máximos permitidos, necessitando assim de uma vigilância constante da qualidade da água nos mananciais, em processo de tratamento e distribuída, já que a água do manancial tem baixa qualidade.

No mais se espera que esta pesquisa contribua para iniciar e fomentar novos estudos, fornecer subsídios para a melhoria da qualidade da água nos mananciais, da água tratada e distribuída.

Referências bibliográficas

ANDREOLE, Cleveson V.; CARNEIRO, Charles. *Gestão integrada de mananciais de abastecimento eutrofizados* / editores Cleveson V. Andreoli, Charles Carneiro Curitiba: Sanepar, 2005.

BRÜSEKE, Franz Josef Brüseke, in MINISTÉRIO DA SAÚDE, **2003**, p. 34/35 2003, p. 37

CERQUEIRA, Daniel Adolpho. *Associação das ocorrências de coliformes a parâmetros do controle da qualidade da água distribuída em Belo Horizonte* - MG Belo Horizonte: COPASA, 1996.

DECRETO Nº 79.367 de 09/03/1997. Ministério da Saúde – Brasília. 1997

DI BERNARDO, Luiz; LYDA, Patricia. *Seleção de Tecnologia de Tratamento de Água* - São Carlos: Editora LDIBE LTDA, 2008

JARDIM, F. A. *Implantação de análises de cianotoxinas e avaliação do potencial tóxico em estações de tratamento da Copasa-MG*. Dissertação (Mestrado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos) – UFMG, Belo Horizonte, 1999.

LIBÂNIO, Marcelo. *Fundamentos de qualidade e tratamento de água* – Campinas, SP: Editora Átomo, 2º Edição, 2008.

MACÊDO, Jorge Antônio Barros de. *ÁGUAS & ÁGUAS* – Belo Horizonte – MG: CRQ-MG, 2004.

MINISTÉRIO DA SAÚDE, **Vigilância e Controle da Qualidade da água para Consumo Humano: Brasília: Secretária de Vigilância em Saúde**, 2006.

REBOUÇAS, A. C. Panorama da água doce no Brasil. In: REBOUÇAS, Aldo da Cunha (Org.). *Panorama da degradação do ar, da água doce e da terra no Brasil*. São Paulo: IEA/USP; Rio de Janeiro: Academia Brasileira de Ciências, 1999.

PORTARIA 56 Bsb/ 14/03/1977 - Ministério da Saúde – Brasília - 2005

PORTARIA 36 MG/ 19/01/1990 - Ministério da Saúde – Brasília - 2005

PORTARIA 1469/ 29/12/2000 - Ministério da Saúde – Brasília - 2005

PORTARIA 518/25/03/2004 - Ministério da Saúde – Brasília - 2005

PROSAB - *Contribuição ao estudo da remoção de cianobactérias e microcontaminantes orgânicos por meio de técnicas de tratamento de água para consumo humano*. Programa de Pesquisas em Saneamento Básico - Edital 04, BH, Minas Gerais, 2006

RESOLUÇÃO CONAMA. 274/29/11/ 2000 - Ministério da Saúde – Brasília - 2005

RESOLUÇÃO CONAMA. 357/29/11/ 2005 - Ministério da Saúde – Brasília - 2005

VIANNA, Marcos Rocha. *Hidráulica aplicada às estações de tratamento de água Belo Horizonte: Instituto de Engenharia*, 1992.