



UNIPAC

A sua maior universidade multicampi

Instituto de Estudos Tecnológicos de Juiz de Fora

Unidade de Altos dos Passos

Home Page: <http://www.unipac.br>

Tel.: (32) 3217-3701

Universidade Presidente Antônio Carlos

T.C.C. – TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO.

CURSO SUPERIOR

DE TECNOLOGIA EM MEIO AMBIENTE.

**A IMPORTÂNCIA DO TRATAMENTO DE ÁGUA
PARA O ABASTECIMENTO PÚBLICO.**

JOÃO DE DEUS FRANCISCO ELMÔR

JUIZ DE FORA

IETEC – Instituto de Estudos Tecnológicos de Juiz de Fora

Julho - 2009

MJo
MA00403
2009

João de Deus Francisco Elmôr

**A IMPORTÂNCIA DO TRATAMENTO DE ÁGUA
PARA O ABASTECIMENTO PÚBLICO.**

Trabalho de Conclusão do curso
Superior de Tecnologia em Meio
Ambiente do IETEC – Instituto de
Estudos Tecnológicos de Juiz de
Fora M.G. para obtenção da
graduação em Tecnólogo em Meio
Ambiente.

Orientador: Prof. D.Sc. Moraes,
Marconi Fonseca

JUIZ DE FORA

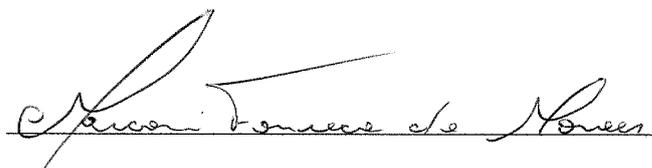
IETEC – Instituto de Estudos Tecnológicos de Juiz de Fora

Julho - 2009

**A IMPORTÂNCIA DO TRATAMENTO DE ÁGUA
PARA O ABASTECIMENTO PÚBLICO.**

João de Deus Francisco Elmôr

Trabalho de Conclusão do Curso Superior de Tecnologia em Meio Ambiente, para a obtenção da Graduação em “TECNÓLOGO EM MEIO AMBIENTE” do IETEC – Instituto de Estudos Tecnológicos de Juiz de Fora M.G. da UNIPAC – Universidade Presidente Antônio Carlos, em Julho de 2009.

A handwritten signature in black ink, reading "Marconi Fonseca de Moraes". The signature is written in a cursive style and is positioned above a horizontal line.

Orientador. Prof. D.Sc. Moraes, Marconi Fonseca

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus em primeiro lugar, e também a minha esposa Rute, aos meus filhos Lucas e Carime, aos meus pais Gabriel e Elaine Elmôr, aos meus irmãos Gabriel, Luciana e Cláudia, que sempre me apoiaram nesta caminhada. Algumas pessoas foram especialmente importantes; como a professora e diretora Ana Stepham, de uma maneira muito especial por seu carinho e atenção sempre que necessitei; também quero agradecer ao meu grande mestre e orientador Marconi, por seus ensinamentos e dedicação com todos os seus alunos, especialmente comigo, e a alguns amigos especiais como o Guilherme Toledo Machado e Abeilard Neto meus fiéis amigos aqui de Juiz de Fora, quero destacar o amigo Geraldo George Batista que muito me apoiou, a Elaine Cristina, ao Rafael e a todos colegas de turma que como eu devem sentir-se vitoriosos. O meu mais profundo "Muito Obrigado".

Que "Deus" abençoe a todos nós. . .

I Tessalonicenses 5.18

Dêem graças em todas as
circunstâncias, pois esta é a
vontade de **Deus** para vocês
em **Cristo Jesus**.

RESUMO

ELMOR, João de Deus Francisco. **A Importância do Tratamento de Água para o Abastecimento Público**. 45 p. Trabalho de Conclusão de Curso. – Graduação em Tecnólogo em Meio Ambiente – IETEC – Instituto de Estudos Tecnológicos de Juiz de Fora – UNIPAC – Universidade Presidente Antônio Carlos, Juiz de Fora, 2009.

Este trabalho de conclusão de curso tem como objetivo apresentar uma pequena abordagem quanto à importância do tratamento de águas para o abastecimento público em nossas cidades, especialmente Juiz de Fora, detalhando todo o processo de tratamento de águas, suas etapas e a importância de cada uma delas para a saúde dos seres humanos, bem como para o desenvolvimento sustentável em quase todas as atividades humanas.

Procuramos também demonstrar a importância de nossos mananciais e a preocupação pela sustentabilidade que deve nos mover quanto a este recurso, visando à melhoria de nossas consciências ambientais, procurando agir em defesa da vida que a água representa para cada um de nós e para as gerações futuras.

SUMÁRIO

1 –	Introdução	01
1.1 -	Breve Histórico Sobre o Tratamento de Água	01
2 –	A Importância do Tratamento de Água	03
3 -	O Tratamento de Água	07
3.1 -	O Abastecimento de Água	07
3.2 -	O Consumo de Água	07
3.3 –	Características dos Mananciais	18
3.4 –	Reservatórios de Acumulação	09
4 -	Qualidade da Água	10
4.1 -	Poluição, Contaminação e Impureza	10
5 -	Métodos de Tratamento	10
5.1 -	Objetivos do Tratamento de água	10
6.0 -	Etapas do Tratamento de Água	11
6.1 -	Aeração da água	11
6.2 -	Coagulação	12
6.2.1 -	Reagentes Empregados na Coagulação	12
6.2.2 -	Fatores que Influenciam na Coagulação	13
6.2.3 -	Quantidade, Tipo de cor e Turbidez	13
6.2.5 -	Características Químicas	13
6.2.6 -	Concentração Hidrogeniônica (pH)	13
6.2.7 -	Tempo de Mistura Rápida e Lenta	13
6.2.8 -	Temperatura	13
6.3 -	Coagulação / Flocculação	14
6.3.1 -	A Coagulação	14
6.3.2 -	A Flocculação	14
6.3.1.2 -	Tipos de Coagulantes	14

6.3.1.2 –	Coagulantes de Alumínio	14
6.3.1.2 -	Coagulantes de Ferro	15
7 -	Decantação	15
7.2 -	Mecanismo da Decantação	16
7.3 -	Zonas do Decantador	16
8 -	Filtração	17
8.1 -	Tratamento Auxiliar para uma Efetiva Filtração	17
8.2.1 -	Determinação da Taxa de Filtração.....	18
8.2.2 -	Considerações Sobre a Filtração	19
8.2.3 -	Lavagem por Inversão	20
8.2.4 -	Dificuldades na Operação dos Filtros	21
8.2.4.1 -	Retenção de Ar	21
8.2.4.2 -	Acúmulo de Lodo	21
9 -	Desinfecção	22
9.1 -	Demanda de Cloro	23
9.2 -	Prática da Cloração	23
9.2.2 –	Tratando-se de Águas Filtradas	24
9.2.3 -	Tratando-se de Águas não Filtradas	24
9.3 -	Pré-Cloração	23
9.4 -	Pós-Cloração	24
10 -	Fluoretação	25
10.2 -	Fluoretação no Brasil	26
10.3 -	Compostos de Flúor Utilizados na Fluoretação	26
10.4 -	Recomendações Gerais para a Prática da Fluoretação.....	27
11 -	Análises de Rotina em ETA'S	27
11.1	Controle de Qualidade da Água	27
11.1.1 -	As Análises de Rotina	27

12 -	Doenças de Orig. e Veic. Hídr. Ocasionaladas pela falta de Saneamtº.	29
12.1 -	Água como Veículo de Doenças	29
12.1.1 -	Doenças de Transmissão Hídricas	30
12.1.2 -	Doenças de Origem Hídrica	30
13 -	Conclusão	33
14 -	Referências Bibliográficas	34

12 -	Doenças de Orig. e Veic. Hídr. Ocasionaladas pela falta de Saneamtº	29
12.1 -	Água como Veículo de Doenças	29
12.1.1 -	Doenças de Transmissão Hídricas	30
12.1.2 -	Doenças de Origem Hídrica	30
13 -	Conclusão	33
14 -	Referências Bibliográficas	34

1 - INTRODUÇÃO

1.1 - Breve Histórico Sobre Tratamento da Água.

É de domínio público que a existência da água é fator fundamental para o desenvolvimento da vida em toda a sua plenitude, seja como componente vital, seja como elemento essencial para o desenvolvimento de quase todas as atividades humanas, seja como regulador térmico do planeta e, ainda, como fator de grande importância para a segurança dos povos e das nações, considerando-a não só com a salubridade da população, mas com a própria segurança da cidade.

Como ocorre em toda e qualquer área do conhecimento humano, a procura e a obtenção de água de qualidade satisfatória para consumo, tem também a sua própria história.

Como estamos vendo, a evolução do conhecimento do homem sobre a necessidade da remoção de certas impurezas presentes em sua água de consumo, como forma de proteção à sua saúde, fez também evoluir o conhecimento sobre as possíveis técnicas que poderiam ser utilizadas com este objetivo.

Assim sendo, se os registros históricos iniciais apontavam para formas de tratamento das águas que lhes garantissem características mínimas de qualidade tornando-as esteticamente mais apropriadas ao consumo, ou seja, sem cor e sem turbidez e com gosto e odor mais agradáveis, a posterior evolução sobre diversas impurezas que as águas naturais podem conter, bem como os riscos à saúde e a elas associados, deu início à necessária evolução do conhecimento sobre novas metodologias de tratamento que pudessem garantir a sua qualidade sanitária.

Devemos ressaltar que, segundo LIBÂNIO *et al* (2000a), a constatação realizada pelo médico inglês John Snow foi, provavelmente, a motivadora da preocupação humana com a contaminação bacteriológica das suas águas de abastecimento, culminando na América, no ano de 1914, dos primeiros padrões de potabilidade para águas de abastecimento público.

Histórica e cronologicamente, o tratamento da água inicia-se através de procedimentos simplistas como o seu aquecimento e exposição à luz solar, passa pelas operações de sedimentação e filtração, e chega ao processo de coagulação química, desenvolvido como forma de otimização dos procedimentos de tratamento de água, pela possibilidade gerada

de agregação de impurezas em flocos, com densidade maior que a da água, permitindo a sua separação do meio de forma mais eficiente.

Hoje se revendo antigos registros sobre a evolução do tratamento de água, são possíveis neles reconhecer diversas operações e/ ou processos que, ou se constituíram como base sólida para as correspondentes tecnologias atuais ou são, em algumas situações, ainda hoje aplicados, a bem da verdade com alguns avanços, e erroneamente denominados de “técnicas modernas” de tratamento de água.

Finalmente particularizando para Juiz de Fora – MG, de acordo com o RELATÓRIO DE ATIVIDADES – ADMINISTRAÇÃO 1997/2000 (2000), o primeiro serviço de abastecimento de água da cidade foi inaugurado em maio de 1887. Constava de dois reservatórios descobertos que recebiam água captada em três mananciais da denominada “Corrente de São Mateus”, escolhidos em função de produzirem água “puríssima e de superior qualidade”. A única operação de tratamento existente para o sistema era a aeração da água a ser distribuída, decorrente de um “repuxo” no meio de cada reservatório que elevava a água a 12 m de altura.

2 - A IMPORTÂNCIA DO TRATAMENTO DE ÁGUA

A água, elemento essencial à vida, como o oxigênio e os alimentos, apresenta características específicas, que deles a diferem, conferindo-lhes, se não maior, especial importância, que são os aspectos de não se distribuir uniformemente como o ar e o de não poder ser produzida como os alimentos.

Estas características, ainda que em princípio não tecnicamente conhecidas, foram determinantes para que o homem decidisse, ao deixar de ser nômade, por se fixar em locais com abundância deste elemento vital, que constitui em média, segundo LEME (1990), 75% de nosso peso corpóreo.

Pesquisadores têm divulgado que, resolvido o problema da obtenção em volumes adequados às suas necessidades o homem passou, a se preocupar com a qualidade da água de consumo, ainda que a princípio de forma incipiente e motivada por aspectos meramente estéticos. Pelos primeiros registros relativos a alguma forma de tratamento, pode-se especular que a decantação e a filtração tenham se constituído nas primeiras técnicas

adotadas de tratamento de água, principalmente para remoção de sua cor e turbidez, e certamente com único objetivo da melhoria de seu aspecto.

Pode-se considerar que a partir de então a preocupação humana com a busca pela qualidade da água, bem como pela sua quantidade em volumes suficientes, foi crescente e incessante. Nesta linha, marco histórico de grande relevância foi a construção entre os anos de 313 a 49 a.C. na Roma antiga de seus famosos e importantes aquedutos concebidos como solução coletiva para abastecimento, que apresentavam ainda, na sua concepção, lagos de sedimentação e filtração em seixos com o objetivo da melhoria da qualidade da água a ser distribuída. A partir de então, segundo VIANNA (1997), seguiu-se um “período negro” na história do tratamento da água, até em meados do século XIX, sem que nenhuma grande evolução ocorresse no conhecimento humano sobre o tema; Somente a partir deste período que o homem passou a dispensar atenção mais apropriada à proteção da qualidade da água, desde a captação até o seu ponto de consumo. Esta preocupação foi incrementada por várias descobertas científicas, principalmente as atribuídas a dois grandes cientistas médicos, John Snow e Louis Pasteur que, respectivamente ao estudar uma epidemia de cólera em Londres e ao descobrir os microorganismos, demonstraram a associação existente entre a qualidade da água e a saúde da população que dela faz uso.

Desde então grandes avanços têm-se verificado no conhecimento humano sobre as diversas formas de transmissão de doenças pela água. A evolução deste conhecimento específico resultou em padrões mínimos de qualidade da água para consumo humano, os quais são estabelecidos hoje, pelo Ministério da Saúde a nova portaria nº. 518/2004 que regula os padrões de potabilidade da água para o consumo humano. Esta norma de qualidade de água para consumo humano, certamente oriundo de importantes avanços no conhecimento sobre a correlação saúde/saneamento, além de aprimorar critérios e parâmetros de avaliação do processo, cria a necessária vigilância sobre o produto distribuído, estabelecendo prazos a partir de sua publicação, salvo algumas exceções, para que órgãos aos quais ela se aplica promovam as adequações necessárias ao seu cumprimento.

Para garantir o atendimento aos padrões mínimos exigidos e, conseqüentemente, para proteger a saúde das populações atendidas, diversas tecnologias de tratamento de água têm sido desenvolvidas com o correr do tempo. Todas objetivando associar ao menor custo de produção, a maior qualidade possível para o produto distribuído.

Entretanto, o modelo de desenvolvimento mundialmente adotado, que se caracteriza pela utilização indiscriminada dos recursos naturais, considerando-os como se fossem inesgotáveis, e por crescimento acelerado e desordenado das diversas atividades humanas, sem o tratamento adequado tratamento dos efluentes produzidos, tem causado sérios problemas ambientais em nível mundial, principalmente em função do manejo inadequado dos recursos hídricos, o que produz a diminuição de seus volumes disponíveis, bem como a deterioração constante e crescente da sua qualidade. Abaixo ilustração 01.

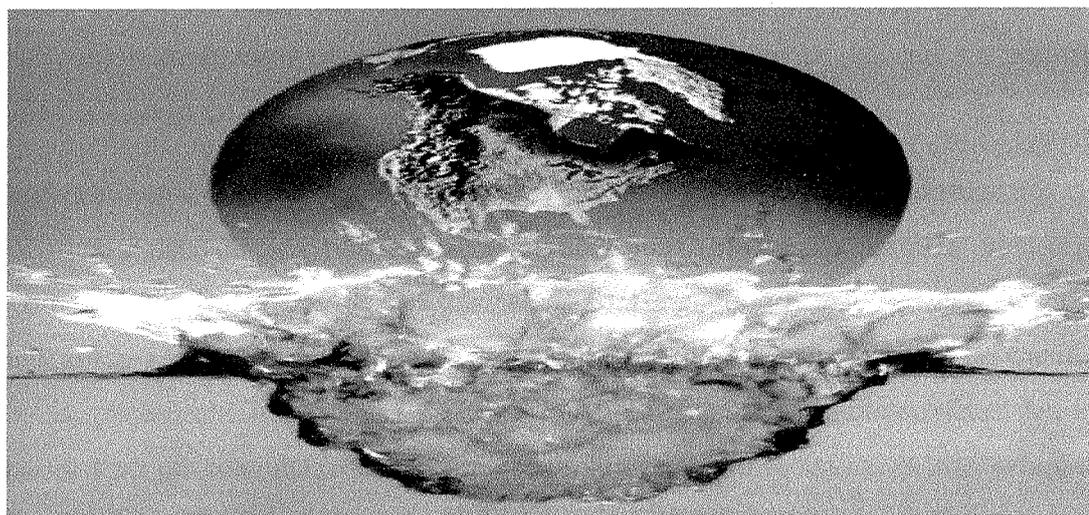


Ilustração 1 – Planeta Terra

Fonte: Arquivo CESAMA – Fonte: www.cesama.com.br/direito_agua.

Já é de nosso conhecimento, que a partir do desenvolvimento e crescimento desordenado dos conglomerados urbanos, os mananciais com características da água compatíveis com alguma tecnologia de tratamento, iriam se tornar cada vez mais escassos, por passarem a servir prioritariamente ao transporte das águas servidas produzidas pelas diversas atividades desenvolvidas em sua bacia; neste contexto, ainda hoje existente, caracterizado por grandes concentrações demográficas e intensa atividade industrial, apontando para uma demanda crescente por água e para graves problemas de poluição, quase sempre impedem o uso dos mananciais em situação de maior proximidade, obrigando a utilização de mananciais cada vez mais distantes e menos poluídos, os quais permitam o emprego de algum tipo de processamento artificial, a custo acessível, capaz de restaurar-lhes características compatíveis com os padrões de qualidade vigentes em nossa legislação.

A eficiência pretendida para o tratamento da água é regida por diversos fatores e, em grande parte, pela escolha correta do coagulante e pela eficiência dos processos e

operações de coagulação, floculação e, posteriormente, decantação/flotação, filtração e desinfecção.

Esta linha de raciocínio é compartilhada por FORMAGGIA *et al* (1996), que salientam estarem atualmente comprometidas, além das ampliações necessárias para atendimento à demanda crescente, também o controle eficiente da qualidade final do produto distribuído.

Hoje, para a maioria das estações de tratamento de água em operação, a avaliação de desempenho do processo tem sido simploriamente estabelecida pelo enquadramento de alguns poucos parâmetros pesquisados no seu produto final ao que determina a portaria nº. 518 do Ministério da Saúde.

Entendendo que a eficiência global do tratamento de água, com reflexos diretos nos custos envolvidos, é estabelecida pela operação eficiente das suas etapas parciais, notadamente dos processos e operações de coagulação, floculação, decantação/flotação e filtração, considerando-se a existência de cada uma delas em função da tecnologia de tratamento utilizada, parâmetros importantes para esta avaliação, como as características das águas brutas, o tipo de coagulante e os parâmetros hidráulicos das unidades das estações de tratamento de água, não podem ser negligenciados na sistemática de avaliação.

Esta abordagem enquadra-se no que propõem CORDEIRO & PARSEKIAN (1997), que defendem uma visão sistêmica para os serviços de tratamento e distribuição de água, ou seja, na otimização da relação *qualidade dos serviços x custos envolvidos* deve-se considerar o sistema como um todo, e não apenas pautar-se na avaliação de parâmetros simplistas.

Nesta linha enquadram-se também as afirmações de BASTOS *et al* (2000) e PÁDUA & DI BERNARDO (2000), quando se referem à importância da avaliação do desempenho das estações de tratamento de água, quando estas permitem a devida otimização dos processos e operações unitárias envolvidas, a fim de produzir água de boa qualidade ao menor custo possível, como forma de promoção da saúde pública.

Portanto, conforme já referenciado, por serem normalmente financiadas por recursos públicos frequentemente insuficientes e pela sua importância intrínseca na manutenção e disseminação da saúde às populações, as diversas tecnologias de tratamento atualmente disponíveis devem, como todo e qualquer processo industrial, priorizar as questões da

eficiência e dos custos da produção para a manutenção, ou melhoria, da qualidade do seu produto final.

Pelas afirmações e considerações de diversos pesquisadores, anteriormente apresentadas, assumem, no contexto atual, papel de relevância os estudos e pesquisas que possibilitem a avaliação e otimização dos mecanismos intervenientes nas operações e processos de interesse do tratamento da água.

Neste contexto o desenvolvimento de ferramentas que permitam monitorar e interferir na eficiência das etapas do tratamento de água, em particular, da coagulação, por estar presente em quase todas as tecnologias de tratamento, e da floculação, pela sua influência da decantação/flotação e filtração, assume considerável importância na redução dos custos envolvidos e na qualidade do seu produto final.

A partir do ano de 1982, foi desenvolvida a atual concepção dos diagramas de coagulação, o teste de jarros, em função das características apresentadas pela água bruta, assume importância destacada no fornecimento das dosagens ótimas dos produtos químicos necessários ao tratamento, constituindo-se em um marco de relevância para as modernas técnicas de controle de processo.

Acrescente-se ainda a complexidade dos fenômenos envolvidos no processo de desestabilização de partículas coloidais presentes no meio, conferindo destacada importância aos testes em instalações piloto e em escala de bancada, por não existirem, até o momento, modelos teóricos capazes de explicitar, na sua totalidade, as etapas envolvidas no processo de coagulação.

Assim, a utilização desta imprescindível ferramenta, associada à medição *in loco* de alguns parâmetros hidráulicos das estações de tratamento de água, especialmente os tempos de detenção hidráulica e os gradientes de velocidade em algumas de suas unidades, permite estabelecer, em função das características das águas brutas utilizadas em qualquer estação de tratamento, quais são os melhores coagulantes e suas dosagens ótimas, os quais determinam uma maior eficiência, sempre aliada ao menor custo de operação, na remoção dos parâmetros de interesse.

Por fim, DI BERNARDO (1994) afirma que “os estudos em laboratório, quando realizados criteriosamente, e fundamentados nos diagramas de coagulação de diferentes produtos

químicos, fornecem as condições apropriadas para que sejam conduzidos ensaios posteriores visando à otimização da floculação, decantação e filtração, entre outros, de acordo com as características da água bruta em estudo”.

3 - TRATAMENTO DE ÁGUA

3.1 – O Abastecimento de Água

A água está intimamente ligada a Nossa História Biológica e Trajetória Vital, Apontando para um aumento da vida média da população e, uma diminuição da Mortalidade infantil, ocorrendo uma redução de horas perdidas com doenças, portanto, Num aumento sensível do número de horas de trabalho dos membros de uma Comunidade resultando em um aumento de produção e conseqüente melhora no nível de vida. Tem grande influência no desenvolvimento industrial por constituir a matéria prima em muitas indústrias ou em meio de operação; veja ilustração 02 .

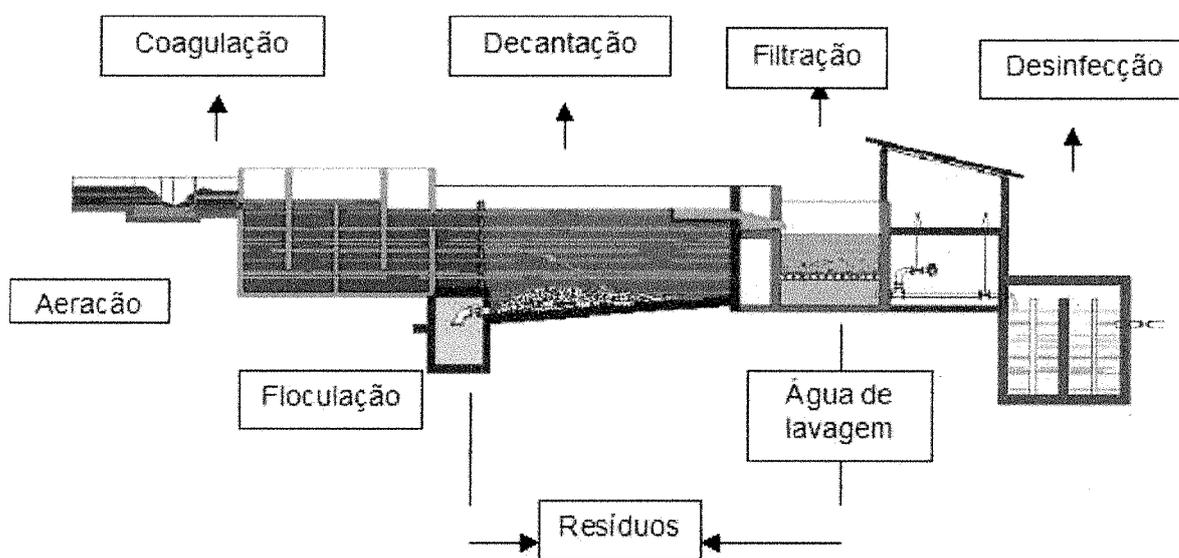


Ilustração 2 -Etapas do Tratamento de Água

Fonte: www.cesama.com.br/direito_agua.

3.2 - Consumo de Água

3.2.1 - Uso Doméstico: bebida, asseio corporal, irrigação de jardins, criação de animais domésticos, limpezas diversas.

3.2.2 - Uso Público: escolas, presídios, quartéis, etc. Irrigação de parques, lavagens, fontes ornamentais, limpezas de esgotos, proteção contra incêndios,

3.2.3 - Uso Comercial e Industrial

Indústrias diversas, escritórios, armazéns, etc. instalação de condicionamento de ar; enfim: Usos diversos Devido aos vários usos a que se destinam as águas naturais são de suma importância fazer um adequado planejamento da utilização dos recursos hídricos de uma região, de modo a procurar satisfazer todas as finalidades.

São necessárias que em estudos e projetos de sistemas de abastecimento de água, se considere as diversas finalidades a que se destinam as águas naturais, para garantir água em quantidade suficiente e de qualidade desejáveis, para o uso de uma comunidade, como também para garantir a devida proteção dos mananciais, contra fontes de poluição, contaminação, etc.

3.3 – Características dos Mananciais

Ao chover as águas correm ou dissolvem uma série de substâncias: gás carbônico, oxigênio, bactérias e partículas. Não constituem problema sob o ponto de vista de qualidade. A água de chuva é insípida ao paladar e um pouco corrosiva.

Nos locais onde ela é utilizada, a qualidade vai depender da área de captação e dos sistemas de reservação e distribuição; abaixo ilustração nº 03.



Ilustração 3 - Manancial Represa João Penido – Juiz de Fora – MG

Fonte: www.cesama.com.br/direito_agua.

3.3.1 - Águas de Superfície

Quando a chuva cai, parte das águas atinge os rios, lagos e oceanos. A qualidade dessas águas vai depender do tipo e da área da bacia hidrográfica, da sua geologia e topografia, de extensão e natureza das alterações introduzidas pelo homem, da estação climática.

A qualidade das águas dos rios e riachos, em geral, deixa a desejar quanto à qualidade, em relação aos lagos e represas.

3.3.2 - Águas Subterrâneas

Parte da chuva ao cair na superfície, penetra no solo, sendo denominada de água subterrânea. Durante a passagem, através do solo, a água entra em contato com várias substâncias orgânicas e inorgânicas. Algumas delas são facilmente solúveis. Outras, tais como as que provocam alcalinidade e dureza são solúveis na água, gás carbônico proveniente do ar ou de matéria orgânica em decomposição.

A decomposição de substâncias orgânicas também remove o oxigênio dissolvido, e esta água rica em gás carbônico e isenta de oxigênio solubilizará o ferro e o manganês.

A água, a medida que penetra no solo, vai sofrendo um processo de filtração, as bactérias e outros microorganismos vão ficando retidos nos poros do solo. As águas subterrâneas geralmente são claras, frias e de baixa cor e elevado teor de pureza. As formações rochosas ricas em calcáreos conferem à água elevado teor de cálcio e magnésio, tornando-a pura e propiciando incrustações em depósitos e tubulações. As formações graníticas conferem a água um caráter corrosivo, pobre em sais dissolvidos e ricos em gás carbônico livre.

As águas subterrâneas, quando o lençol não está contaminado, apresentam um índice bacteriológico menor que as águas de superfície.

3.4 - Reservatórios de Acumulação

São depósitos formados por barragens, através de valas cortadas por cursos de água. Estes depósitos se submetem as mesmas condições dos lagos naturais. Nas construções dos primeiros depósitos, a superfície dos terrenos a serem inundados era limpa de toda vegetação e removida a crosta superficial, para evitar os efeitos da decomposição dos materiais orgânicos. A prática mais recente desaconselha a raspagem do terreno, pois a garantia da qualidade é assegurada pela seleção adequada do ponto de captação e do tratamento. Normalmente a água de melhor qualidade fica a meia profundidade. As águas da superfície propiciam melhores condições para o desenvolvimento de algas, enquanto que as do fundo podem acusar teores elevados de matéria orgânica: gás carbônico, ferro e manganês.

4 - QUALIDADE DA ÁGUA

Água pura, no sentido rigoroso do termo não existe na natureza, pois sendo um ótimo solvente nunca é encontrado no estado de absoluta pureza. Portanto a água possui uma série de impurezas que vão lhe conferir características físicas, químicas e biológicas.

A qualidade da água depende basicamente dessas características, as quais, por sua vez, irão influir no grau de tratamento a que deverá ser submetida; veja ilustração nº 04 copo de água potável.

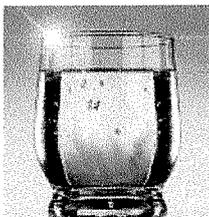


Ilustração 4 - Água Limpa, Pura, Insípida e Inodora

Fonte: www.google.com.br/imagens

4.1 - Poluição, Contaminação e Impureza.

4.1.1 - Poluição: é a alteração das características ecológicas do meio, isto é, das características físicas, químicas e biológicas de modo a torná-lo nocivo aos seres que o habitam.

4.1.2 - Contaminação: é a introdução, no meio de elementos em concentrações nocivas a saúde do homem, tais como: organismos patogênicos, substâncias tóxicas, etc.

4.1.3 - Impurezas: o conceito de impureza tem significado muito relativo, pois depende das características das substâncias poluidoras e do seu teor face aos usos específicos para os quais a água se destina.

5 - MÉTODOS DE TRATAMENTO

5.1 - Objetivos do Tratamento:

O tratamento visa melhorar a qualidade da água, deixá-la dentro de padrões pré-estabelecidos (Portaria nº 518 Min. Saúde), que atendam três itens importantes:

5.1.1 - Higiênica: remoção de bactérias, elementos venenosos, teores elevados de Compostos orgânicos, etc.

5.1.2 - Estética: correção da cor, turbidez, odor, sabor, etc.

5.1.3 - Econômica: reduzir a corrosividade, pureza, turbidez, ferro, manganês, etc.

6 – ETAPAS DO TRATAMENTO DE ÁGUA:

6.1 - Aeração da Água

A Aeração é o processo de tratamento pelo qual a área de contato entre água e o ar são aumentados, facilitando assim o intercâmbio de gases e substâncias voláteis entre a água e o ar. Veja como se dá a aeração da água durante o tratamento da água na ilustração 05.

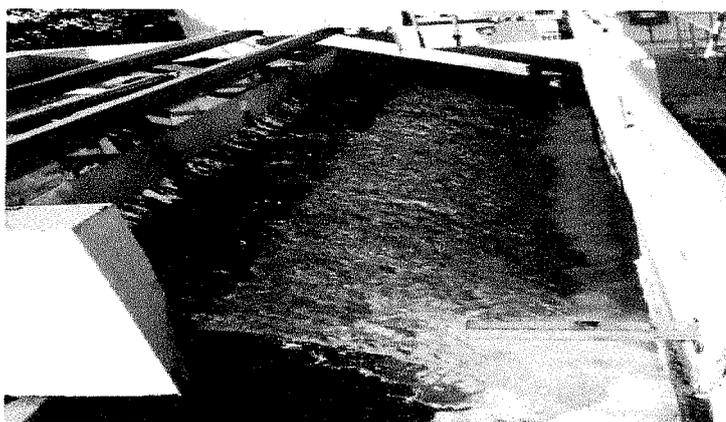


Ilustração 5 - Tanque Aeração ETA - S. Carlos - SP

Fonte: www.google.com.br/imagens

A prática da aeração se faz, de um modo geral, por várias razões:

- Remoção de gases dissolvidos;
- Gás carbônico presente na água;
- Gás sulfídrico de corrente da putrefação ou fermentação de depósitos orgânicos em fundo de reservatórios;
- Cloro em excesso;
- Introduzir na água, oxigênio do ar: a fim de oxidar ferro e manganês que serão removidos através de decantação e filtração;
- Remover substâncias causadoras de gosto e odor: substâncias oleaginosas, gás sulfídrico, sabores devido a ferro e manganês, decomposição de matérias orgânicas.

6.2 – Coagulação

A água geralmente contém uma série de impurezas, que podem ser:

- suspensões grosseiras: Resto de folhas, sílica, etc.
- suspensões finas: Turbidez, bactérias, plânctons, etc.
- coloidais: Cor (emulsões), ferro, manganês oxidado, etc.
- dissolvidos: Pureza sais de cálcio, magnésio, ferro e manganês, não oxidados, etc.

A coagulação objetiva transformar as impurezas que se encontra em suspensão fina e em estado coloidal, em partículas que possam ser removidas pela sedimentação e pela filtração. Sendo que, esses coágulos (aglomerados gelatinosos) se reúnem produzindo os flocos (floculação); veja a ilustração 06 .

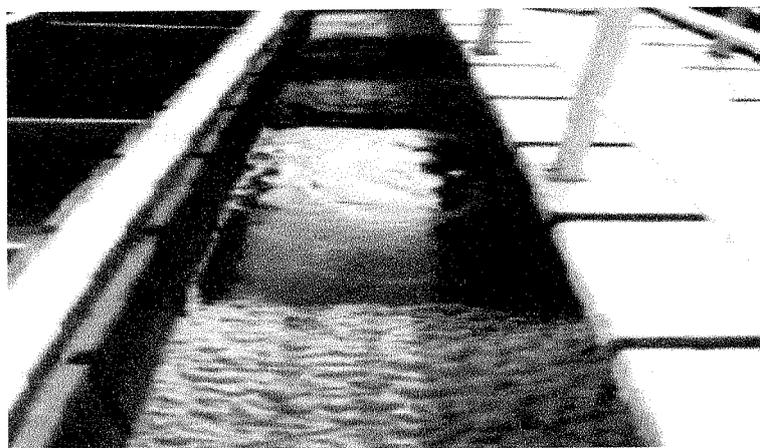


Ilustração 6 – Coagulador/ Floculador E.T.A. M.C.B. CESAMA.

Fonte: ELMÔR, João de Deus (Arquivo Pessoal)

6.2.1 – Reagentes Empregados na Coagulação

Os reagentes empregados são de três tipos:

- **Coagulação:** são **compostos de alumínio ou de ferro**, usualmente capazes de produzir hidróxidos gelatinosos insolúveis e englobar as impurezas.
- **Alcalinizantes:** cal viva (óxido de cálcio), hidróxido de cálcio, hidróxido de sódio, elementos capazes de conferir alcalinidade necessária à coagulação.
- **Auxiliares de coagulação:** são compostos (argila, sílica ativada, polímeros, etc.) auxiliares capazes de resultar em partículas mais densas e tornar os flocos mais pesados.

6.2.2 – Fatores que Influenciam na Coagulação

6.2.2.1 - Espécies de Coagulantes

- Sulfato de alumínio $Al_2(SO_4)_3$
- Cloreto férrico $FeCl_3$

6.2.3 - Quantidade de Coagulante está Diretamente Relacionada Com:

- Turbidez e cor a serem removidas
- Teor bacteriológico

6.2.4 - Quantidade, Tipo de Cor e Turbidez

- Maior ou menor quantidade de colóides
- Maior ou menor quantidade de emulsões
- Substâncias coloridas dissolvidas, etc.

6.2.5 - Características Químicas

- 6.6.1 - Alcalinidade natural
- 6.6.2 - Teor de ferro
- 6.6.3 - Matéria orgânica, etc.

6.2.6 - Concentração Hidrogeniônica da Água (pH)

Há um pH ótimo de floculação que pode ser determinado experimentalmente, Normalmente o pH ótimo para obter-se uma floculação ideal é na faixa entre 6,0 e 6,5.

6.2.7 - Tempo de Mistura Rápida e Lenta

A mistura rápida fará dispersão do coagulante para que a reação de coagulante ocorra em toda a massa líquida

A mistura lenta é usada para a formação de flocos (floculação); é aglomeração de matérias gelatinosas em partículas maiores que decantam mais rapidamente.

6.2.8 – Temperatura

A coagulação ocorre de forma melhor em temperaturas mais altas. Em baixas temperaturas há maior consumo de coagulante e tem-se maior dificuldade em obter-se uma coagulação/floculação (veja ilustração 07), mais uniforme o que dificulta a qualidade final do produto,

produto, no que se refere à Turbidez e cor, carreando-se maiores quantidades de flocos não decantados, sobrecarregando os filtros.

6.3 – COAGULAÇÃO / FLOCULAÇÃO

A coagulação e a floculação são de certa forma duas coisas distintas.

Na **floculação**, a água é submetida à agitação mecânica para possibilitar que os flocos se agreguem com os sólidos em suspensão, permitindo assim uma decantação mais rápida.

Veja a ilustração 7.

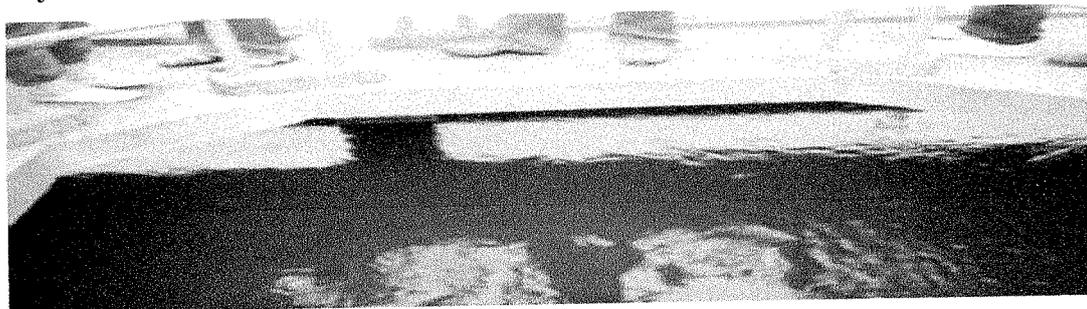


Ilustração 7 - ETA São Carlos - SAAE - SP

Fonte: www.google.com.br/imagens

6.3.1 - A Coagulação

Trabalho (feito pelas misturas rápidas e lentas) envolve a dispersão de coagulante e sua reação com a alcalinidade disponível para formação do hidróxido gelatinoso.

6.3.2 - A Floculação

(trabalho executado pela mistura lenta) envolve a aglomeração do hidróxido gelatinoso, dando-se então a formação do floco.

6.3.1.1 – Tipos de Coagulantes

6.3.1.2 - Coagulante de Alumínio:

Sulfato de Alumínio:

$Al_2(SO_4)_3 \cdot 18 H_2O$, o alumem, é uma das substâncias químicas,

Mais usados para promover a coagulação nos processos de tratamento de água, devido a boa formação de flocos, fácil manuseio e ser econômico.

6.3.1.2 - Coagulante de Ferro:

Cloreto Férrico

(FeCL₃), como todos os coagulantes de ferro, proporciona a formação de floco denso e mais pesado e requer menos tempo de decantação e o pH de Floculação tem uma baixa ampla.

6.3.1.3 - Produtos Auxiliares:

Há certas águas que não possuem núcleos suficientes para a formação de flocos, então se usa produtos com o objetivo de auxiliar na coagulação, alguns desses produtos são:

6.3.1.4 - Sílica Ativada:

É usada como auxiliar e com seu emprego ocorre à melhoria da Floculação e logo da sedimentação, pois a sílica é capaz de formar núcleos que agregam as partículas de impurezas.

6.3.1.5 - Polieletrólitos:

Produtos que são recomendados para estações que trabalham com Altas taxas de aplicação ou ainda quando se precisa melhorar a qualidade da água.

Os polieletrólitos podem ser:

- **catiônicos:** quando sua carga é +
- **aniônicos:** quando sua carga é -
- **não iônicos:** quando sua carga é nula.

7 – DECANTAÇÃO

7.1 - A Decantação

É o processo pelo qual se verifica a deposição de matérias em suspensão, pela ação dos agentes coagulantes e da gravidade. As águas em seu movimento carregam partículas e matérias floculentas, que por serem mais leves mantêm-se em suspensão.

A remoção de matérias em suspensão é obtida reduzindo-se a velocidade da água. A ponto de causar a deposição das partículas em suspensão, dentro de determinado tempo de detenção. O Decantador é um tanque geralmente retangular, cujo fundo é inclinado para um determinado ponto de descarga. Esse tanque possui dispositivos de entrada e saída de

água, de modo a evitar distúrbios e para melhor distribuir o líquido no tanque; veja ilustração 08.

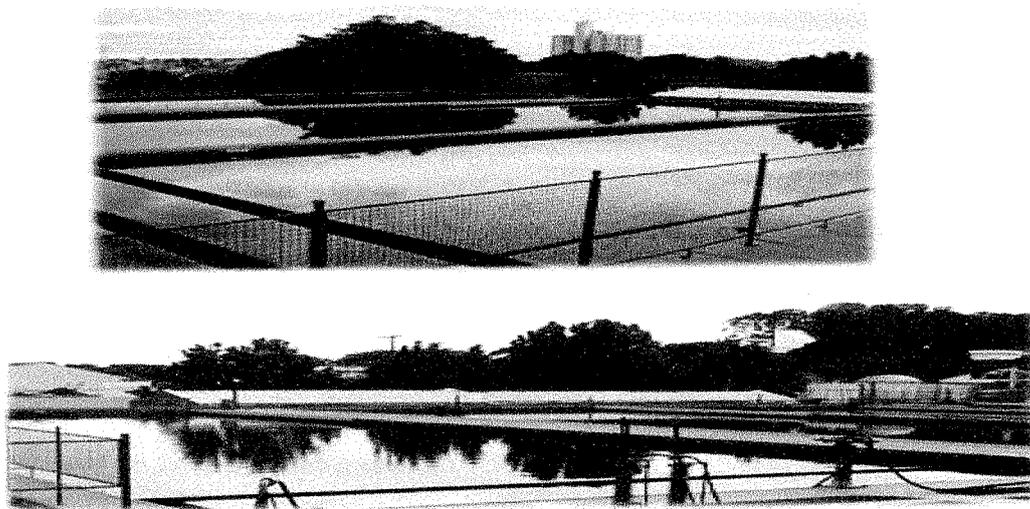


Ilustração 8 - Decantadores ETA S. Carlos - SP

Fonte: www.google.com.br/imagens.

7.2 - Mecanismo da Decantação:

Para cada partícula existe uma velocidade máxima horizontal, acima da qual não ocorre a sedimentação; essa velocidade dependerá da forma e da densidade da partícula considerada.

Uma partícula em um decantador convencional será sempre acionada por duas forças:

7.2.1 - A Força Horizontal:

Que resulta do movimento da água no decantador.

7.2.2 - A Força Vertical:

Ocorre devido à ação da gravidade. Sendo assim à medida que a partícula avança no decantador ela também desce, aproximando-se do fundo. Se a partícula no decantador possuísse só esses movimentos então o tempo necessário para atravessar o decantador seria igual para que a partícula atingisse o fundo do mesmo. Na prática isso não acontece, pois existem movimentos ascensionais da água, devido a temperaturas diferentes, a ação dos ventos, etc.

O período teórico de retenção em um decantador é igual ao volume do tanque, dividido pela vazão.

7.3 - Zonas de Decantador:

Zona de turbilhonamento

Zona de decantação

Zona de ascensão

Zona de repouso

7.3.1 - Zonas de Turbilhonamento:

- É a zona situada na entrada da água onde as partículas estão em turbilhonamento. Esta zona caracteriza-se por agitação, a localização das partículas é variável e as "nuvens" de floco mudam de lugar constantemente.

7.3.2 - Zonas de Decantação:

- É uma zona onde os flocos mantêm-se em aparente imobilidade, nesta zona não há agitação e as partículas avançam e descem lentamente, caminhando para a zona de Repouso.

7.3.3 - Zona de ascensão:

- Esta zona é relativamente tranqüila, mas na saída os flocos que não alcançaram a zona de repouso seguem o movimento ascensional da água e aumentam a velocidade.

7.3.4 - Zona de repouso:

- É aí que o lodo se acumula, neste ponto não há influência da água do decantador, não ser que ocorram anormalidades (inversão das camadas de água por brusca mudança de temperatura).

8 - FILTRAÇÃO

8.1 - Tratamento Preliminar para uma Efetiva Filtração:

Os filtros rápidos de areia grossa e taxas elevadas não removem a turbidez fina, a matéria coloidal ou as substâncias produtoras do gosto e odor com a eficiência de um filtro lento e bem operado. Além disto, se a água a ser filtrada for de alta turbidez, a superfície da areia é rapidamente colmatada e a taxa de filtração é drasticamente reduzida. Portanto, exceto em circunstâncias incomuns, um pré tratamento é parte essencial em uma estação de filtros rápidos.

O tratamento com um coagulante, uma boa mistura, floculação e sedimentação, reduz a matéria em suspensão que vai para os filtros, e o material restante que não foi removido pela decantação é facilmente retido nos filtros.

O pré tratamento é extremamente importante porque permite que a maior turbidez seja removida antes dos filtros. O objetivo básico dos leitos filtrantes é remover a matéria coagulada em suspensão não retida pela sedimentação. A remoção das bactérias pelos filtros foi vital nos primórdios da purificação da água, agora é de menor importância devido a maior eficiência da cloração. Veja ilustração 9.

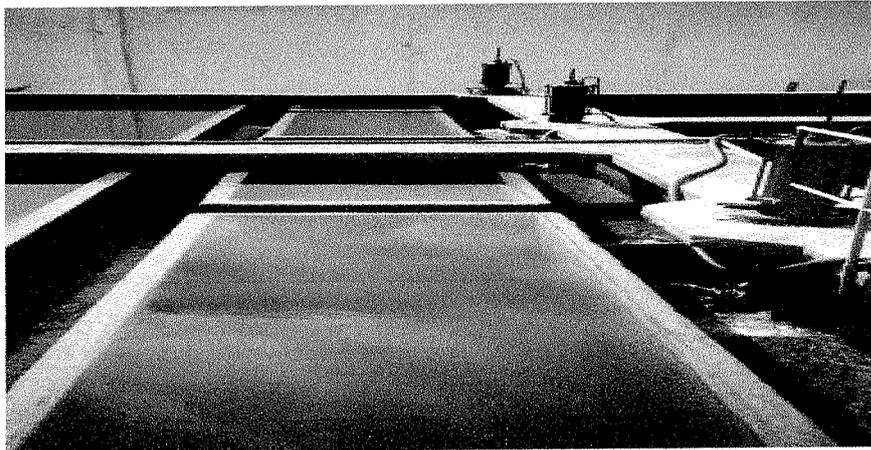


Ilustração 9 - Filtro ETA Mal. Castelo Branco.

Fonte: Arquivo Pessoal Elmôr, João de Deus.

Isto é especialmente verdadeiro nas estações com pré-cloração. A cloração relativamente forte é progressivamente comum para o controle do gosto e odor, particularmente onde a água bruta é sujeita a poluição pelo esgoto e por despejo industrial. São usadas doses bastante elevada para assegurar um residual de cloro através do tanque de decantação e dos filtros e a água que passa para os filtros é praticamente estéril. Deve ser reconhecido, contudo, que algumas bactérias encerradas no floco ou em outra matéria em suspensão podem escapar à cloração e devem ser removidas pela filtração.

8.2 - Taxas de filtração permissíveis

Admitindo-se um pré-tratamento adequado da água e um tamanho razoável da areia, a eficiência de um filtro rápido é em grande parte uma função das taxas de filtração e do preparo dos leitos filtrantes. A taxa de filtração média para os filtros rápidos é de aproximadamente $120 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{dia}$ ($2 \text{ gal}/\text{SF}/\text{min.}$).

A tendência moderna indica taxa mais elevada os filtros rápidos, ou seja, 150 a 180 m³/m²/dia, isto através do melhor acondicionamento prévio da água, areia mais grossa, melhor operação e lavagem superficial etc.

8.2.1 - Determinação da Taxa de Filtração:

A taxa de filtração pode ser determinada pela medida do tempo necessário para a descida do nível d'água no filtro de 30 cm, com o influente fechado.

Taxa de Filtração =

Área do filtro (m²) x 0,30 x 1000

Área do leito filtrante (m²)

x tempo de descida (seg)

8.2.2 - Considerações:

Dobrando-se a taxa de filtração, o tempo de duração do trabalho de um filtro decresce de 45%, o que significa que essa providência permite aumentar a capacidade de produção d'água filtrada entre lavagens consecutivas.

Para filtros que trabalham com altas taxas de filtração o melhor desempenho obtido indicou que o material coagulado penetra profundamente no meio filtrante. Isto também significa que filtros que trabalham com altas taxas podem dar passagem à matéria floculada, em perdas de cargas inferiores dos filtros operados com taxas da ordem dois principalmente durante longos períodos de trabalho.

No uso de taxas de filtração elevadas, uma maior atenção deve ser dada a qualidade da água filtrada obtida. Investigações revelaram que grande parte da redução da capacidade de distribuição da água atribuída antigamente a tubérculos de ferrugem era ocasionada pela pequena quota de material coagulante que passava através dos filtros, cobrindo as paredes das canalizações e ocasionando-lhes rugosidade.

8.2.3 - Lavagens por inversão

Processo de lavagem de filtro na ETA. Em: A) Esvaziamento do filtro, em B) Lavagem das paredes do filtro, em C) Início da retro-lavagem e em D) Restabelecimento do funcionamento.

O processo de lavagem consiste em fazer passar a água filtrada de baixo para cima através do leito filtrante, o que acarreta em razão de sua velocidade uma expansão da areia, aumentando de 30 a 50% a espessura do leito durante a operação. Veja esquema na ilustração nº 10:

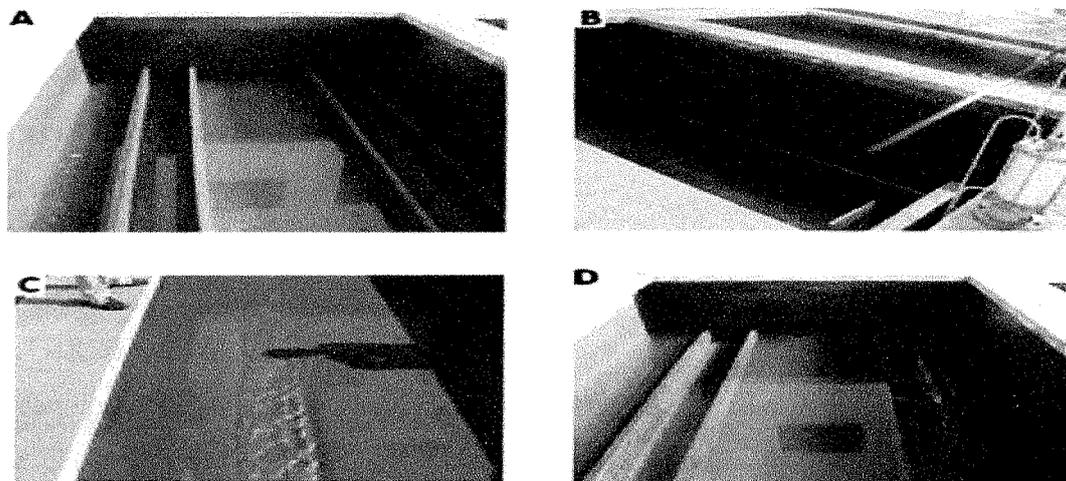


Ilustração 10 - Esquema de lavagem dos filtros - ETA MCB - CESAMA

Fonte: ELMÔR, João de Deus (Arquivo Pessoal).

Os grãos de areia se movem através da água que sobe esfregando-se uns contra os outros e se limpando deste modo, do lodo. A necessidade de lavagem é indicada pela perda de carga existente, pela turbidez alta e carreira de filtração.

A taxa normal de aplicação da água de lavagem deverá ser 630 l/min/m² de superfície. Isto resultará na subida da água a 0,60 m/min e uma expansão da areia de 30 a 50% com o menor tamanho efetivo. A quantidade de água requerida para lavagens varia de 1 a 50% da quantidade total filtrada, podendo-se tomar 2% como média.

O período entre lavagens dependerá da característica da água. Por vezes, leitos podem operar 72 horas sem obstrução enquanto que em outros casos o fluxo pode ter duração inferior a 24 horas.

A água de lavagem em muitas instalações é aplicada por gravidade, vinda de um reservatório elevado e situado na própria estação. O tanque ou reservatório é disposto de modo a fornecer uma altura de 9,00 a 10,50 m acima das calhas de lavagem quando o tanque será cheio e contém bastante água para lavar dois filtros em cerca de 5 minutos cada um. Nem todas as instalações recebem água de reservatórios elevados; algumas utilizam uma bomba operando de um reservatório de água filtrada, outras obtêm do sistema de distribuição público, com uma válvula de redução de pressão na linha. A água de lavagem depois de passar através do filtro é usualmente lançada em uma corrente d'água ou esgoto adequado.

Em algumas instalações (mais antigas) utiliza-se ar comprimido a fim de auxiliar a agitação da areia quando a água é aplicada. Isto reduz a quantidade de água requerida à metade da que seria necessária sem o ar, mas por outro lado, altera o leito filtrante e o processo de lavagem. Alguns filtros mais antigos usam também operar mecanicamente com rastelos ou ancinhos que auxiliam a lavagem.

8.2.4 - Dificuldades na Operação dos Filtros

8.2.4.1 - Retenção de Ar:

Esta condição é consequência do ar dissolvido na água e que escapa para a areia sob a forma de borbulhas, pode ser proveniente ou da pressão negativa, ou do aumento da temperatura da água que passa através do leito do filtro, que resulta na diminuição de sua capacidade de reter gases em solução ou ocasionalmente do oxigênio desprendido pelas algas.

Esta perturbação tem lugar com mais facilidade quando a água está sobrecarregada ou saturada de ar em solução. Pode interferir seriamente sobre a filtração e quando o leito lavado há ascensão das borbulhas de ar podendo originar uma lavagem desigual com perda de areia. Para evitar isto, as providências aconselháveis são:

- 1 - impedir uma excessiva pressão negativa;
- 2 - controlar as algas;
- 3 - impedir que produzam circunferências capazes de saturar a água com ar;
- 4- tomar precauções possíveis para evitar o aquecimento da água quando passa através da instalação.

8.2.4.2 - Acúmulo de Lodo:

O lodo pode se acumular sobre a superfície da areia sob a forma de uma capa densa. Quando a lavagem tem início, poderá produzir alguma pressão lateral entre os pontos pelos quais circula a água e neste caso, o lodo viscoso vai se acumulando, dando origem às "bolas de lodo". As bolas de lodo também se formam quando aparecem fissuras na superfície do leito.

No processo de formação de fendas, surge primeiramente sobre o leito uma densa capa de lodo, coágulo e matéria orgânica. Em seguida, por contração da cobertura sedimentada da areia ou pressão da água de cima, a capa se rompe formando fissuras nos lados do filtro, ou em outro lugar, que sempre atingem profundidades de alguns centímetros no leito da areia. A água penetra então nas fendas enchendo-as de lodo e de coágulos. Durante o processo de lavagem ascendente produz velocidades excessivas em torno das bordas da bola. Isto ocasiona movimentos em cascalhos e formação de montes de massas enquanto por cima da bola e areia é mal lavada, deixando que se acumule mais lodo.

Isto freqüentemente ocorre, progredindo até a formação de uma massa obstrutora que se estende desde o cascalho até a superfície da areia. Para evitar estes inconvenientes lançou-se mão de recursos como "ancinhos" (rastelo) que durante a lavagem podem retirar as bolas de lodo da areia; "lavagem superficial", etc.

8.2.5 - Outras

Além dos problemas já citados, muito cuidado e freqüentes observações devem-se tomar com respeito às características dos flocos dos influentes; a turbidez do efluente; as condições durante a filtração e operações de lavagens; penetração de ar; elevadas perdas de cargas ou perdas de cargas negativas.

9 - DESINFECÇÃO

É a operação na qual pela adição de desinfetante eliminamos bactérias Patogênicas contidas na água para abastecimento.

Os agentes utilizados são:

Ozona, Raios Ultravioletas e o Cloro.

- e seus compostos que são os mais utilizados:

(cal clorada, Hipoclorito de sódio, hipoclorito de cálcio).

O cloro é utilizado como desinfetante e a dose deve ser suficiente para que após reagir com a matéria orgânica e com outras reste algo que dê segurança à água; veja ilustração nº 11, referente à troca de cilindro de cloro liquefeito



Ilustração 11 - Operação de troca do Cilindro de Cloro / ETA M.C.B.

Fonte: ELMÔR, João de Deus (Arquivo Pessoal).

Este excesso é denominado cloro residual e serve para atacar qualquer material que venha a ser carregado pela água durante seu percurso; para isso temos o cloro presente sob duas formas a primeira devido à formação do ácido hipocloroso ou íon hipocloroso com ação bastante rápida e a segunda sob a forma da cloraminas com ação lenta.

9.1 – Demanda de Cloro

O ensaio indica a dosagem a ser aplicada, que é suficiente para que toda a matéria que sofra a ação do cloro seja atacada. O ensaio facilita a operação em vista de fornecer condições ao operador de ter certeza de não estar aplicando cloro com excesso e nem em falta. O teste se baseia no fenômeno conhecido como "break point". Se forem adicionadas quantidades crescentes de cloro este reagirá com os materiais. No início em concentrações menores que o ponto de quebra, o cloro irá se combinar, o cloro que for adicionado após o "break point" será cloro livre, porque já foi dosada quantidade suficiente para oxidação total da matéria.

9.2 – Práticas de Cloração

9.2.1 - Cloração Simples (marginal)

Consiste na aplicação de quantidades mínimas de cloro de maneira a se obter um pequeno residual. Aplica-se o cloro com determinada dosagem, (dependendo do pH) e, após o

intervalo recomendado, verifica-se o residual; ajustando-se a dosagem de cloro, se for necessário.

9.2.2 - Tratando-se de Águas Filtradas:

- cloro aplicado: 0,20 e 0,60 mg/l

9.2.3 - Tratando-se de Águas não Filtradas:

- cloro aplicado: 1 mg/l ou mais (dependendo do pH da água)

O exame bacteriológico freqüente prova à eficiência da desinfecção.

9.3 - Pré-Cloração

É a aplicação do cloro à água antes de qualquer outro tratamento. Como vimos no capítulo sobre represas de armazenamento, o cloro pode ser aplicado como algicida, só ou com sulfato de cobre. A pré-cloração também pode ser feita na água bruta, à entrada da ETA, com os seguintes objetivos:

9.3.1 - para controlar ou limitar o desenvolvimento de microorganismos nos decantadores e filtros (evita a proliferação de algas e outras plantas nas paredes do decantador e do filtro além de retardar a fermentação do lodo).

9.3.2 - para melhorar as condições de coagulação, resultando em alguns casos numa economia de coaguladores.

9.3.3 - para reduzir o número de bactérias em instalação que trata de água muito poluída. (É prática adotar pré-cloração quando o número de bactérias ascende a 5.000 por 100 ml).

9.3.4 - redução de teor de amônia livre da água.

9.3.5 - redução do teor de ferro e manganês.

A pré-cloração geralmente exige dosagens elevadas (1 ppm ou mais) devido a Presença de impurezas grosseiras em grande quantidade.

9.4 - Pós-Cloração

Consiste na aplicação de cloro à água, posteriormente ao tratamento. A

Aplicação de cloro depois de filtração completa a desinfecção prévia e proporciona o Residual a ser mantido.

9.5 - Recloração

A aplicação de cloro à água em um ou mais pontos de distribuição, depois da

Cloração. É usada para assegurar a manutenção de um adequado residual e é uma Proteção na rede distribuidora.

10 – FLUORETAÇÃO

É um processo utilizado para a aplicação de produtos de flúor na água de abastecimento público, constituído de uma simples adição de maneira controlada.

O flúor traz efeitos benéficos se a criança o ingere regularmente, desde o Seu nascimento até a formação dos dentes. As estatísticas, incluindo as efetuadas em algumas cidades brasileiras, têm comprovado sua eficiência na redução de 50 a 70% da incidência de cáries. A fluoretação sendo um processo simples, seguro, barato e de grande alcance social vem tendo gradativa aceitação em nosso país; veja ilustração nº 12.



Ilustração 12 - Tanque de Fluoretação / ETA Baurú.

Fonte: www.daebaurú.com.br/material/água

10.1 - Fluoretação das Águas

Até 1965, cerca de 1700 cidades norte americanas contavam com a fluoretação e com uma população total de estimada em 60 milhões de habitantes. Muitas entidades da área de saúde são plenamente favoráveis à fluoretação. Em julho de 1969, a Assembleia Geral da Organização Mundial de Saúde decidiu favoravelmente à aplicação de flúor nas águas de abastecimento, como medida prática, em cidades cuja concentração fosse inferior ao nível ótimo.

10.2 - Fluoretação no Brasil

A primeira cidade brasileira a receber água fluoretada foi a de Baixo Guandu, ES, em outubro de 1953. Até janeiro de 1972, nada menos que 10 estados, com um total de 40 comunidades, estavam fluoretando suas águas de abastecimento público.

Hoje esses números são bem superiores, pois as autoridades vêm se conscientizando cada vez mais da importância de sua prática no controle das cáries. No Brasil, a cárie dentária constituiu-se em um dos grandes desafios no campo da saúde pública. Assim através de Lei o governo federal determinou a necessidade de se incluir planos e previsões relativas à fluoretação da água de abastecimento onde haja estação de tratamento. No estado de São Paulo, particularmente, houve um significativo avanço a partir do ano de 1979, passando de uma população beneficiada de pouco mais de 1300000 consumidores para mais de 7600000, em 1984, em 190 diferentes comunidades. Nesta população não está incluída a participação da área metropolitana onde a implantação paulatina do processo verificou-se no período de 1984/1985. As comunidades vêm sendo beneficiadas como o apoio do governo estadual independentemente do tipo de manancial, do tratamento que a água recebe do porte da comunidade e da sua localização geográfica. Certa prioridade é dada conforme o interesse despertado pela autoridade local.

10.3 - Compostos de Flúor Utilizados na Fluoretação

Podemos indicar como compostos mais utilizados na fluoretação:

10.3.1 - Fluoreto de Cálcio - CaF_2 -

Solubilidade de 0,0016%. Solúvel em ácidos e também em solução de sulfato de alumínio. Embora não tenha sido ainda vencidas as dificuldades que impedem o uso da fluorita, já se conseguiu, aplicando sua solubilidade na solução de sulfato de alumínio, uma concentração de 0,5 mg/L na água tratada.

10.3.2 - Fluorsilicato de Sódio - Na_2SiF_6 -

É um pó cristalino, branco amarelado, não higroscópico, sem água de cristalização. Sua solubilidade é muito baixa: 0,54 % a 10°C e 2,45% a 100°C. O pH de uma solução saturada de fluorsilicato de sódio é 3,5. Muito corrosiva, portanto.

10.3.3 - Fluoreto de Sódio - NaF –

É apresentado em forma de pó fino ou granulado, com pureza de 95% e com 45% de F. Possui uma solubilidade quase constante: 4,03% a 15°C e 4,11% a 100°C. O pH da solução a 1% é de 6,5 e o de uma solução saturada entre 6,0 e 7,0, não sendo corrosiva, portanto.

10.3.4 - Ácido Fluorsilícico - H₂SiF₆ –

É um líquido incolor, transparente, fumegante e corrosivo, com odor pungente e ação irritante sobre a pele. A solução a 22% ferve a 105°C e congela-se a -15°C. Ao vaporizar-se o ácido decompõe-se em ácido fluorídrico e tetra fluoreto de silício. Este equilíbrio existe na superfície de soluções fortes do ácido fluorsilícico; observe-se que o ácido fluorídrico é extremamente corrosivo, atacando até mesmo o vidro. Quanto ao consumo, o **Ácido Fluorsilícico** é mais utilizado nas regiões Sudeste e Centro Oeste e o **Fluorsilicato de sódio**, nas regiões Sul, Norte e Nordeste. A **fluorita (Fluoreto de Cálcio)**, devido a sua pequena solubilidade, tem sido utilizada apenas em alguns sistemas de abastecimento de água de pequeno porte, e operados pela Fundação Nacional de Saúde, especialmente no Estado do Espírito Santo e em algumas cidades do Norte e Nordeste. O **Fluoreto de Sódio** não é utilizado no Brasil para fluoretar águas, devido ser um produto importado e de elevado custo.

10.4 - Recomendações Gerais para a Prática da Fluoretação

Sendo a fluoretação um tratamento suplementar da águas de abastecimento, recomenda-se sua adoção quando:

Inexistir campanha local contra o consumo de água de abastecimento;

Não se registrar o consumo altamente difundido de água engarrafada;

Houver medição de serviço;

Existir conscientização das autoridades locais sobre a importância do processo para um controle adequado e para evitar a ocorrência de problemas de interrupção;

Existir no sistema de abastecimento, condições de operação e manutenção, bem como segurança de trabalho em nível satisfatório.

11 - ANÁLISES DE ROTINA EM ETA'S (ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ÁGUA)

11.1 – Controle de Qualidade da Água

11.1.1 - As Análises de Rotina São:

Cloro Residual Livre e Total, Cloreto, pH, pH de Saturação, Alcalinidade, Dureza, Turbidez, Cor, Gosto e Odor, Alumínio Residual, Ferro e Manganês, Matéria Orgânica. Pelo Método do Permanganato de Potássio entre outras.

Normalmente em uma ETA – (Estação de Tratamento de Água) são feitas somente análises com a finalidade de acompanhar e exercer um efetivo controle de qualidade de todas as etapas do Tratamento de Água, acompanhar dosagens dos produtos químicos e fazer alterações de acordo com os resultados obtidos pelas análises que são feitas pelo menos de hora em hora. Vejam ilustração nº 13.



Ilustração 13 - Laboratório de controle de qualidade da água tratada / ETA. M.C.B. – CESAMA.

Fonte: ELMÔR, João de Deus (Arquivo Pessoal).

No caso da CESAMA – Juiz de Fora, possui um Departamento de Análises Laboratoriais que exerce um controle de qualidade da água que é servida à população fazendo coletas de amostras em vários pontos diferentes da rede de distribuição e analisando em um sofisticado laboratório com certificação internacional, que em poucas cidades do Brasil possui um com os mesmos recursos tecnológicos.

Por Exemplo: (As Mais Comuns e Freqüentes)

11.1.2 - pH da Água Bruta – É importante conhece-lo para melhor avaliação de dosagens de produtos químicos.

11.1.3 - pH de Floculação – Modifica-se a todo instante de acordo com a temperatura e outros.

11.1.4 - pH da Água Tratada – Ajusta-se o pH para uma faixa de neutralidade, a CESAMA trabalha com pH de água tratada na faixa de 6,5 e 7,5.

11.1.5 - Cor da Água Bruta – Faz-se o controle da cor da Água Bruta (in-natura).

11.1.6 - Cor da Água Decantada – Mede-se a cor da água após a Decantação com a finalidade de verificar a eficiência do tratamento.

11.1.7 - Cor da Água Tratada – Mede-se a cor da água Tratada antes de sair da Estação de Tratamento, com a finalidade de controlar a eficiência do Tratamento.

11.1.8.- Turbidez da Água Bruta – Faz-se o controle da Turbidez da água bruta para melhor avaliação de dosagens de produtos químicos.

11.1.9 - Turbidez Decantada – Mede-se a turbidez da água decantada com a finalidade de avaliar a eficiência do Tratamento.

11.1.10 - Turbidez da Água Tratada – Mede-se a Turbidez da água Tratada (antes de sair da ETA) a fim de avaliar a qualidade e eficiência do Tratamento.

11.1.11 - Cloro da Água Tratada – É um parâmetro de extrema importância exercer um controle, pois a água deverá conter cloro (o que chamamos de cloro residual) em toda a extensão da rede de distribuição de água potável. A água Tratada deverá conter uma quantidade de cloro suficiente para esterilizá-la quimicamente e chegar até aos finais de rede contendo pelo menos 0,2 mg/l de Cloro, para garantia do consumidor de que a água recebida está isenta de microorganismos, isto é, própria para o consumo.

11.1.12 – Análise do Teor de Flúor da Água Tratada – É um parâmetro de importante controle, pois quando em excesso pode prejudicar a população; mas normalmente ele é dosado em quantidades de acordo com a vazão que se está tratando e com margens de segurança.

12 - DOENÇAS DE ORIGEM E VEICULAÇÃO HÍDRICA OCACIONADAS PELA FALTA DE SANEAMENTO.

12.1-Água como Veículo de Doenças

O sistema de abastecimento de água de uma comunidade desde a captação, adução, tratamento, recalque e distribuição, inclusive reservação, bem como dos domicílios e

edifícios em geral, deve ser bem projetado, construído, operado, mantido e conservado, para que a água não se torne veículo de transmissão de diversas doenças.

Essas doenças podem ser classificadas em dois grupos:

Doenças de Transmissão Hídrica;

Doenças de Origem Hídrica.

12.1.1 – Doenças de Transmissão Hídrica - são aquelas em que a água atua como veículo propriamente dito, do agente infeccioso, como por exemplo, no caso da febre tifóide, da disenteria bacilar, etc.

12.1.2 – Doenças de Origem Hídrica - são aquelas decorrentes de certas substâncias denominadas contaminantes tóxicas contidas na água em teor inadequado, e que dão origem a doenças como fluorose, metemoglobinemia, bócio e saturnismo; a água, neste por apresentar certas substâncias dissolvidas, em determinados teores, é responsável pelo aparecimento de doenças. Veja a ilustração nº 14, referente ao do ciclo de vida / contaminação pelos organismos patogênicos ao homem.

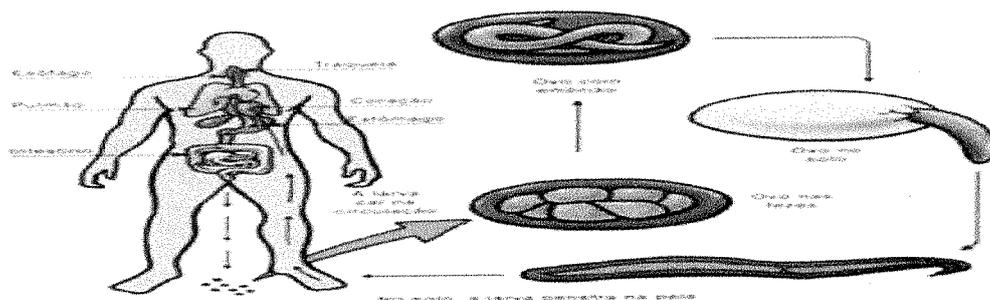


Ilustração 14 - Ciclo de vida / contaminação pelos organismos patogênicos ao homem.

Fonte: www.google.com.br/imagens

12.1.1 - Doenças de transmissão hídrica

A água é um importante veículo de transmissão de doenças notadamente do aparelho intestinal. Os microorganismos patogênicos responsáveis por essas doenças atingem a água com os excretos de pessoas ou animais infectados, dando como conseqüências as denominadas “doenças de transmissão hídrica”.

Em geral, os microorganismos normalmente presentes na água podem:

Ter seu "habitat" normal nas águas de superfície;

Ter sido carregados pelas enxurradas;

Provir de esgotos domésticos e outros resíduos orgânicos, que atingiram a água por diversos meios;- Ter sido trazidos pelas chuvas na lavagem da atmosfera.

Os microorganismos patogênicos não são de fácil identificação em laboratório. Utilizam-se assim os microorganismos do grupo coliforme. Neste grupo encontram-se os coliformes fecais, habitantes normais dos intestinos dos animais superiores e outros de vida livre, que são de identificação mais fácil; sua presença indica provável existência de excreta e, portanto, possibilidade de ocorrência de germes patogênicos de origem intestinal.

Emprega-se assim o chamado índice de coli para determinar o grau de contaminação de uma água. Oportuno assinalar que, em princípio, existe certa correlação entre o número de coliformes e doenças de transmissão hídrica; estudos epidemiológicos, com base na estatística, podem, inclusive, correlacionar o número de coliformes com o número de determinados microorganismos patogênicos. Oportuno também assinalar que a presença de coliformes nem sempre indica a obrigatoriedade de existência de agentes patogênicos e, portanto, de ocorrência de doenças. Assim, a presença de coliformes, em determinadas concentrações, deve ser encarada como um sinal de alerta indicando a possibilidade de haver uma poluição e/ou contaminação fecal, principalmente quando ocorrem variações bruscas do número de coliformes numa determinada água.

Relativamente aos microorganismos patogênicos, as doenças de transmissão hídrica podem ser ocasionadas por:

- **Bactérias:** Febre Tifóide, Febres Paratífóides, Disenteria Bacilar, Cólera;
- **Protozoários:** Amebíase ou Disenteria Amebiana;
- **Vermes:** (helmintos) e Larvas: Esquistossomíase;
- **Vírus:** Hepatite Infecciosa e Poliomielite.

12.1.2 - Doenças de Origem Hídrica

Os quatro tipos de contaminantes tóxicos podem ter nos sistemas públicos de abastecimento de água são:

12.1.2.1 - Contaminantes naturais de uma água que esteve em contato com formação mineral venenosas;

12.1.2.2 - Contaminantes naturais de uma água na qual se desenvolveram determinadas colônias de microorganismos venenosos;

12.1.2.3 - Contaminantes introduzidos na água em virtude de certas obras hidráulicas defeituosas (principalmente tubos metálicos) ou de práticas inadequadas no tratamento da água;

12.1.2.4 - Contaminantes introduzidos nos cursos d'água por certos dejetos industriais.

13 - CONCLUSÃO

Por ter sido a água considerada um recurso infindável, isto é, nunca se esgotaria, não foi acompanhada pela preocupação por parte das populações que nos antecederam e, por muitos até hoje; a sustentabilidade quanto a este recurso principalmente, passou a ser uma prioridade para todos, mesmo que mal esclarecidos, mas a verdade é que, as nossas consciências ambientais têm aumentado muito e já se falam em economizar água, o que antes seria motivo irrelevante.

O Tratamento de Águas de nossas cidades, de uma maneira geral precisam de reformas estruturais nas ETA'S visando à ampliação dos sistemas de abastecimento e melhoria de qualidade das águas de abastecimento público, a fim de atender às exigências de sua qualidade pelo Ministério da Saúde pela sua portaria nº 518/ 2004, que estabelecem índices e padrões de potabilidade que devem ser respeitados.

Com a finalidade de garantir o atendimento aos padrões exigidos e, consequentemente, atender à saúde das populações atendidas, diversas tecnologias de tratamento de água têm sido desenvolvidas com o correr do tempo; Todas com o objetivo de associar ao menor custo de produção, a melhor qualidade possível às águas servidas às populações.

Particularizando para a nossa cidade, Juiz de Fora, contamos com bons mananciais, que hoje atendem bem a demanda da cidade; no futuro que poderá ser próximo, têm a opção para ampliar seus mananciais, com a utilização das águas provenientes da Represa de "Chapéu D' uvas" que ampliaria em muito a oferta de água bruta para tratamento na cidade, mas para isso necessitaria de capacitar as ETA'S principais da cidade, que são: ETA M.C.B. Marechal Castelo Branco, ETA Walfrido Machado de Mendonça (C.D.I.), ETA São Pedro e ETA João Penido, visando aumentar às suas capacidades de produção de água potável para nossa população.

14 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Moraes, Marconi Fonseca: **Apostila de Gerenciamento de Recursos Hídricos** do Curso Superior de Tecnologia em Meio Ambiente, 2009.

Cury, Flávia Medina: **Apostila de Química Ambiental** do Curso Superior de Tecnologia em Meio Ambiente, 2008.

Webmaster@cepis.ops.org acessado em 08.03.2009

Leal, Fabiano César Tosetti: Trabalho de Conclusão de Curso **Contribuição ao Estudo da Remoção da Cor por Coagulação Química no Tratamento Convencional de Águas de Abastecimento Público**, da Universidade Federal de Minas Gerais, Mestre em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos, Escola de Engenharia da UFMG, 2001.

[http://www.cesama.com.br/images/...](http://www.cesama.com.br/images/) Acessado em 10.03.2009

Benedito Braga, Ivanildo Hespagnol, João G. Lotufo Conejo, Et Al **Introdução à Engenharia Ambiental** - II edição.

<http://www.fundacionecomar.org/Pagina/aprende/mar/icebergs/Iceberg%20bonito.jpg>
acessado em 19.03.2009.

www.google.com.br/imagens acessado em 05, 08, 09, 15, 18, 25, 29 de maio de 2009.

LEME, F. P. – Teoria e Técnicas de Tratamento de água, 2ª Ed. Rio de Janeiro: ABES 1990.

VIANNA, M.R. – Hidráulica Aplicada às Estações de Tratamento de Água, 3ª Ed. Belo Horizonte: imprimatur, 573 p., 1997.

BRASIL, portaria nº 518/ 2004 do ministério da saúde de 29 de dezembro de 2004, estabelece padrões de potabilidade da água para o consumo humano e dá outras providências, DOU Brasília, 2004.

FORMAGGIA, D.M.E.; PERRONE, M. A.; MARINHO, M.J.F. & SOUZA, R.M.G. – Portaria 36 GM de 19/01/90, Revista Engenharia Sanitária e Ambiental, Ano 1, Vol. 1, nº 2, p.5 – 10, abril/junho, 1996.

DI BERNARDO, L. – Estudos de Tratabilidade das Águas das Represas Dr. João Penido e dos Ingleses – Relatório da fase 1, Juiz de Fora – MG, 1994.

LIBÂNIO, M.; PÁDUA, V. L. & DI BERNARDO, L. – Avaliação do modelo de Argamam e Kaufman na estimativa do desempenho de Unidades de Flocculação Aplicadas ao Tratamento das Águas de Abastecimento, Revista Engenharia Sanitária e Ambiental, ano I, Vol. 1 – Nº 2, p. 11 – 18 1996.

RELATÓRIO DE ATIVIDADES – ADMINISTRAÇÃO 1997/2000, Cia. De Saneamento e Pesquisa do Meio Ambiente, Prefeitura Municipal de Juiz de Fora, 36 p., 2000.

PLANO DIRETOR DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DA ÁREA URBANA DE JUIZ DE FORA, Sistema Existente, Prefeitura Municipal de Juiz de Fora, CESAMA – Cia. Saneamento Municipal – Vol. II/IX, Maio/1985.