



Minicursos CRQ-IV - 2008

Sistema de tratamento de água para o consumo humano

Ministrante:

Eduardo Gomes Bispo

Técnico Químico e graduado em Administração de Empresas. Atua há mais de 20 anos em ETAs, sendo responsável pela distribuição da água distribuída em 16 cidades da região de Bauru. Além das atividades na Sabesp, ministra palestras em escolas públicas e empresas sobre a importância da qualidade da água. Participou de vários cursos sobre o tema, entre eles: Operação de Sistema de Tratamento de Água para o Consumo Humano (ABES), Controle de Operação de Sistema de Abastecimento de Água (IBEAS), Macroremediação e Pitometria (IPT).





Minicursos CRQ-IV - 2008

Sistema de tratamento de água para o consumo humano

1 – Captação:

1.1 *Tipos de Captações:*

Os mananciais disponíveis são classificados em:

- Águas meteóricas (chuvas);
- Águas de superfícies (rios e drenos);
- Reservatórios de acumulações (lagos);
- Águas subterrâneas (poços semi- profundos e profundos).



Minicursos CRQ-IV - 2008 Sistema de tratamento de água para o consumo humano

1.2 *Situações que podem ocorrer na captação:*

- a) Redução da vazão de água (causada pela escassez de chuvas), uso indevido da nascente, desmatamento etc.
- b) Contaminações causadas por esgotos, produtos químicos etc.
- c) Corte de fornecimento de água. No caso de poço, a queima do mesmo. No caso dos rios, lagos e drenos, os entupimentos na rede ou na própria grade da captação.



Minicursos CRQ-IV - 2008

Sistema de tratamento de água para o consumo humano

1.3 *Cuidados que devemos ter com nossas captações:*

- a) Reflorestamento das áreas que afetam o ciclo da água, usando sempre árvores típicas da região.
- b) Manter um cronograma de análise da água bruta, para descobrir rapidamente se houver qualquer mudança na qualidade da água.
- c) Fiscalizar, se não existem criações de animais perto do leito dos rios ou nas nascentes de água ou algum plantio que possa prejudicar futuramente a qualidade da água.
- d) Desassoreamento dos rios e lagos, para que as minas possam produzir mais água e também aumentar a preservação desse manancial.



Minicursos CRQ-IV - 2008

Sistema de tratamento de água para o consumo humano



Lagoa usada para captação de água contaminada com óleo diesel



Minicursos CRQ-IV - 2008

Sistema de tratamento de água para o consumo humano



Invasão de búfalos na lagoa usada para captação de água

Conselho Regional de Química IV Região (SP) – Apoio: Caixa Econômica Federal



Minicursos CRQ-IV - 2008

Sistema de tratamento de água para o consumo humano



Limpeza da lagoa usada para captação de água

Conselho Regional de Química IV Região (SP) – Apoio: Caixa Econômica Federal



Minicursos CRQ-IV - 2008

Sistema de tratamento de água para o consumo humano



Lagoa usada para captação de água antes da limpeza



Minicursos CRQ-IV - 2008

Sistema de tratamento de água para o consumo humano

2 – Hidrometria:

2.1 A importância de uma boa hidrometria:

A hidrometria é uma das partes mais importantes no tratamento de água, pois é através dela que temos as medidas das pressões, das velocidades, das vazões, profundidade e variações dos níveis de água. Essas medidas que vão nos ajudar a projetar o sistema completo de tratamento de água.



Minicursos CRQ-IV - 2008

Sistema de tratamento de água para o consumo humano

2.2 *Tipos de medições:*

a) Medição direta:

Consiste em medir em um recipiente de volume conhecido o tempo necessário para encher esse recipiente.

Fórmula: $(Q) = \text{volume}(V) / \text{tempo}(T)$

Exemplo: Um recipiente de 100 litros demorou 50 segundos para encher.

$$Q = 100(L) / 50(S) = 2 \text{ L/s}$$

Obs. Quanto maior o tempo para encher o volume, maior será a precisão do resultado.



Minicursos CRQ-IV - 2008

Sistema de tratamento de água para o consumo humano

2.2 *Tipos de medições:*

b) Medição de vazões em canais:

Esse método consiste em escolher um trecho reto e mais longo possível, criar dois pontos no trecho e colocar um material que bóie, cronometrando assim quanto tempo ele leva de um ponto para outro. É preciso repetir esse processo algumas vezes e fazer a média dos resultados alcançados.

$$Q = A \cdot v$$

$$Q = \text{Vazão}$$

$$A = \text{largura do canal}(l) \times \text{altura da água} (h)$$

$$V = \text{velocidade (m/s)}$$



Minicursos CRQ-IV - 2008 Sistema de tratamento de água para o consumo humano

2.2 *Tipos de medições:*

c) **Medição com uso de vertedores:**

Os vertedores são definidos como aberturas onde um líquido passa. Eles podem ser de várias formas, sendo que um dos mais conhecidos é a calha parshall.



Minicursos CRQ-IV - 2008

Sistema de tratamento de água para o consumo humano



Calha parshall (medidora de vazão)



Minicursos CRQ-IV - 2008

Sistema de tratamento de água para o consumo humano

3 – Floculação e Coagulação

3.1 Mistura rápida (coagulação):

É o processo de transformar partículas pequenas em suspensão na água em partículas maiores para assim separar da água através de sua decantação. Essa transformação ocorre com auxílio de equipamentos (calha Parshall, tanques de mistura), que fazem a água ter um contato mais íntimo com os produtos químicos utilizados como coagulantes.

Se não houver uma boa mistura, uma parte da água não será atingida pelos coagulantes, fazendo com que a água passe para os decantadores com algumas partículas em suspensão, reduzindo a eficácia da floculação.

Para uma boa coagulação – floculação, é necessário adicionar alguns produtos químicos na água. Estes são divididos em três grupos:



Minicursos CRQ-IV - 2008

Sistema de tratamento de água para o consumo humano

3 – Floculação e Coagulação

3.1 *Mistura rápida (coagulação) - grupos:*

- a) **Coagulantes** – Compostos de alumínio ou ferro. Têm a finalidade de produzir hidróxidos gelatinosos insolúveis e encapsular as partículas suspensas na água.
- b) **Alcalinizantes** – Produtos como o hidróxido de cálcio (cal hidratado), hidróxido de sódio (soda cáustica), carbonato de sódio (barrilha). Sua função é alterar a alcalinidade da água, podendo passar de ácida para neutra ou mesmo básica.



Minicursos CRQ-IV - 2008

Sistema de tratamento de água para o consumo humano

3 – Floculação e Coagulação

3.1 Mistura rápida (coagulação) - grupos:

c) Coadjuvantes ou auxiliares – São produtos dosados juntos no processo, destinados a dar mais peso nas partículas e também ampliar a velocidade na decantação. Geralmente, seu uso é necessário em sistema de tratamento de água que estão bem acima de sua capacidade. Entre esses produtos podemos citar a argila, a sílica ativada e os polieletrolitos.



Minicursos CRQ-IV - 2008

Sistema de tratamento de água para o consumo humano

3.2 *Mistura lenta (floculação):*

É onde ocorre a formação dos flocos. Os coágulos formados serão transportados para os floculadores, onde permanecerão por um tempo pré-determinado sob agitação lenta. O segredo é fazer com que as impurezas aproximem-se das moléculas de coagulantes (produtos químicos como sulfato de alumínio, cloreto férrico etc.) para que assim possam se juntar e formar uma molécula de tamanho e peso maior, facilitando mais facilmente sua remoção pelos processos seguintes do tratamento. Ao contrário da coagulação, a floculação ocorre em um tempo muito maior .



Minicursos CRQ-IV - 2008

Sistema de tratamento de água para o consumo humano

3.3 *Alcalinidades:*

A alcalinidade de uma amostra de água pode ser definida pela sua capacidade de reagir quantitativamente com um ácido forte até um valor definido de pH.

Quanto maior a alcalinidade de uma água, maior será a dificuldade que ela apresentará para variar seu pH quando aplicamos um ácido ou uma base. Isso significa que o consumo desses produtos será bem mais elevado para uma mesma variação de pH.

A alcalinidade da água decorre principalmente da presença de íons hidróxido, carbonato e bicarbonato. O conhecimento das concentrações destes íons na água auxilia na definição das dosagem dos agentes floculantes, bem como em conjunto com outras análises, fornece informações importantes para o estudo das características corrosivas ou incrustantes da amostra analisada.



Minicursos CRQ-IV - 2008

Sistema de tratamento de água para o consumo humano

3.4 pH:

É um índice utilizado para determinar a acidez, basicidade ou neutralidade de uma substância. Esse resultado dará duas informações muito importantes no controle do tratamento da água. A primeira é que o operador saberá qual procedimento adotar, colocar mais alcalinizante ou reduzir para assim encontrar um pH correto de floculação. A segunda é o pH da água final (tratada), que não pode ser ácida para evitar que ataque as tubulações de ferro, e também não pode ser básica, pois confere gosto a água.

Para checar o pH usamos os pH-metros, que são aparelhos dotados de um eletrodo cuja extremidade é inserida no líquido a medir. Essa extremidade é composta de uma membrana seletiva onde ocorre a troca iônica. A escala do pH-metros varia entre 0 a 14 unidade de pH.



Minicursos CRQ-IV - 2008

Sistema de tratamento de água para o consumo humano

3.5 Pré-cloração:

A pré-cloração hoje está sendo evitada, pois a reação do cloro com os compostos orgânicos formam o trihalometanos, que são produtos cancerígenos. Os compostos orgânicos são encontrados na maioria das vezes em lagos, onde há muito material orgânico depositado no fundo. A captação dessas águas se faz necessária quando há escassez de chuvas e o nível dos reservatórios baixa.

Quando é conhecido a qualidade da água bruta e se sabe que não há formação desse compostos orgânicos, a pré-cloração é muito útil no tratamento. Ela reduz o material orgânico, impede sua decomposição no lodo do dencantado (aumenta o período de lavagem), facilita o controle de algas e microorganismos, auxilia na remoção de gosto, odor, ferro e manganês.



Minicursos CRQ-IV - 2008

Sistema de tratamento de água para o consumo humano

3.6 Jar-text:

O objetivo do Jar-text é determinar o pH ideal de coagulação, com isso o operador saberá a dosagem correta de produtos químicos para obter uma boa floculação, evitando desperdícios.



Minicursos CRQ-IV - 2008

Sistema de tratamento de água para o consumo humano



Tipo de floculador (chicanas)



Minicursos CRQ-IV - 2008

Sistema de tratamento de água para o consumo humano



Setor de dosagem do floculador (chicana)



Minicursos CRQ-IV - 2008

Sistema de tratamento de água para o consumo humano

4 – Sedimentação

4.1 Zonas dos decantadores:

- a) Zona de turbilhonamento** – Essa zona fica na entrada do decantador, onde ocorre certa agitação, movimentando nuvens de flocos constantemente .
- b) Zona de sedimentação** – Nessa zona não há agitação. Os flocos avançam e decantam lentamente em direção a zona de repouso.



Minicursos CRQ-IV - 2008

Sistema de tratamento de água para o consumo humano

4 – Sedimentação

4.1 Zonas dos decantadores:

- c) Zona de ascensão** – Essa zona é relativamente tranqüila como a de sedimentação. Mas na saída, os flocos que não alcançarem a zona de repouso seguirão o movimento ascensional da água e aumentarão a velocidade na passagem pelo decantador.
- d) Zona de repouso** – não sofre influência das correntes do decantador, a não ser que ocorram anomalias.



Minicursos CRQ-IV - 2008

Sistema de tratamento de água para o consumo humano

4.2 *Função dos decantadores:*

A função do decantador é reduzir a velocidade com que a água passa. Com isso e através da ação gravidade, os flocos que se encontrarem em suspensão tenderão a decantar para o fundo. Os flocos que já estiverem depositados no fundo ajudarão no processo, pois funcionarão como imãs, atraindo o material que ainda estiver em suspensão.

4.3 *Dificuldade para uma boa decantação:*

A dificuldade ocorre quando a área de decantação esta sub-dimensionada para a vazão da estação de tratamento. Uma das formas para minimizar o problema é a colocação de “cortinas” para tentar reduzir a velocidade. Também pode-se usar produtos químicos (coadjuvantes ou auxiliares como poli) para acelerar a decantação.



Minicursos CRQ-IV - 2008

Sistema de tratamento de água para o consumo humano

4.4 *Hora da lavagem nos decantadores:*

Com a necessidade de reduzir as perdas de água, as lavagens dos decantadores deve ser bem controladas. A lavagem deve ocorrer quando o lodo gerado no processo está se acumulando além da zona de sedimentação do sistema.



Minicursos CRQ-IV - 2008

Sistema de tratamento de água para o consumo humano



Decantadores



Minicursos CRQ-IV - 2008

Sistema de tratamento de água para o consumo humano



Outro ângulo dos decantadores



Minicursos CRQ-IV - 2008

Sistema de tratamento de água para o consumo humano



Parte final do decantador



Minicursos CRQ-IV - 2008

Sistema de tratamento de água para o consumo humano

5 – Filtração

5.1 Sua função:

A função do filtro é reter as impurezas não retidas pelos decantadores. A filtração ocorre por meio poroso. Talvez seja esta a etapa mais importante do processo, pois é nela que se verifica o “polimento” da água.

5.2 Sua composição:

Os filtros são compostos de camadas filtrantes , compostas de pedra, areia e carvão antracito.



Minicursos CRQ-IV - 2008

Sistema de tratamento de água para o consumo humano

5.3 *Lavagem dos filtros:*

A lavagem deve ser feitas após a verificação das análises de turbidez dos filtros. Se estiverem quase no limite de aceitação (1 NTU), a lavagem deve ocorrer. Usando esse procedimento alcançaremos uma boa economia de água.



Minicursos CRQ-IV - 2008

Sistema de tratamento de água para o consumo humano

6 – Controles de Gosto e Odor

6.1 Origem:

Os gostos e odores podem ter origem natural: algas, vegetação em decomposição ou outros organismos.

6.2 Algas:

As algas são as principais causadoras desse problema em águas de abastecimento. Para resolvê-lo, podemos usar produtos como cloro, carvão ativado e algicidas.

6.3 Decantadores podem ser a causa desses problemas:

A demora na lavagem dos decantadores pode resultar na formação de bactérias oriundas do lodo. Com o passar do tempo, elas iniciam um processo de fermentação que produz gases desagradáveis e muitas vezes causando gosto e odor a água.



Minicursos CRQ-IV - 2008

Sistema de tratamento de água para o consumo humano

7 – Desinfecção

7.1 Definição: Desinfetar é eliminar os microorganismos patogênicos, isto é, aqueles que causam doenças ao ser humano.

7.2 Produtos usados:

A desinfecção da água pode ser feita por uma grande variedade de produtos, dentre os quais pode-se citar:

- Ozônio
- Peróxido de hidrogênio
- Permanganato de potássio
- Raios ultravioleta
- Cloro e seus componentes
- Outros

Pela sua eficiência e custo, o cloro e seus componentes são os mais usados,.



Minicursos CRQ-IV - 2008

Sistema de tratamento de água para o consumo humano

7.3 Dosador:

Os equipamentos usados são cloradores, no caso de cloro gás, e bomba dosadoras e DNC (dosador de nível constante), para os hipocloritos.

7.4 Cloramina:

A aplicação, na agricultura, de produtos químicos que possuem amônia em suas fórmula faz com que parte desse composto acabe transferido para os rios e reservatórios. A adição de cloro em águas que contenham amônia gera um fenômeno chamado cloraminação, que prejudica o tratamento à medida que reduz seu poder bactericida. Para águas com essa característica, deverá ser feita uma cloração com residual livre, definindo-se um ponto de aplicação que garanta um longo tempo de contato. O objetivo é manter um ph baixo (ácido), ampliando a função bactericida do cloro.



Minicursos CRQ-IV - 2008

Sistema de tratamento de água para o consumo humano

8 – Fluoretação

8.1 Definição:

O ser humano deve ingerir uma certa quantidade de íons flúor diariamente para obter proteção sanitária contra as cáries. Uma das formas de fornecer flúor à população é adicionar-lo à água de abastecimento. A quantidade de fluor adicionado não deve ser fixado somente em função do consumo per-capta, mas da temperatura ambiente, pois para cada temperatura usa-se uma dosagem.



Minicursos CRQ-IV - 2008

Sistema de tratamento de água para o consumo humano

8.2 *Equipamento:*

Os equipamentos usados são: DNC ou bombas dosadoras.

8.3 *Pontos de aplicação:*

A aplicação pode ser feita na água bruta. No entanto, ocorre uma perda devido aos processos de tratamento e na água tratada, após a cloração.

Obs. Trabalhar com soluções de flúor, controlando através da densidade, e não com produto puro, pois o erro de dosagem fica maior quando existe um aumento desta concentração.



Minicursos CRQ-IV - 2008

Sistema de tratamento de água para o consumo humano

9 – Portaria 518, de 25/03/2005 (MS)

9.1 *Padrões de Potabilidade da água na ETA:*

Deve se manter dentro dos parâmetros abaixo:

- Turbidez final	≤ 1	- Cor aparente final	≤ 5
- Turbidez na rede	≤ 5	- Coliforme total	< 1
- pH	$\geq 6.00 \text{ e } \leq 9.50$	- Bact.Heterotrofica	< 500
- C.R.L	$\geq 0,20 \text{ e } \leq 2,50$	- Coliforme fecal	< 1
- Fluoreto	$\geq 0,60 \text{ e } \leq 0,80$	- Ferro	$\leq 0,30$
- Cor aparente na rede	≤ 15	- Manganes	$\leq 0,10$
		- Aluminio	$\leq 0,20$



Minicursos CRQ-IV - 2008

Sistema de tratamento de água para o consumo humano

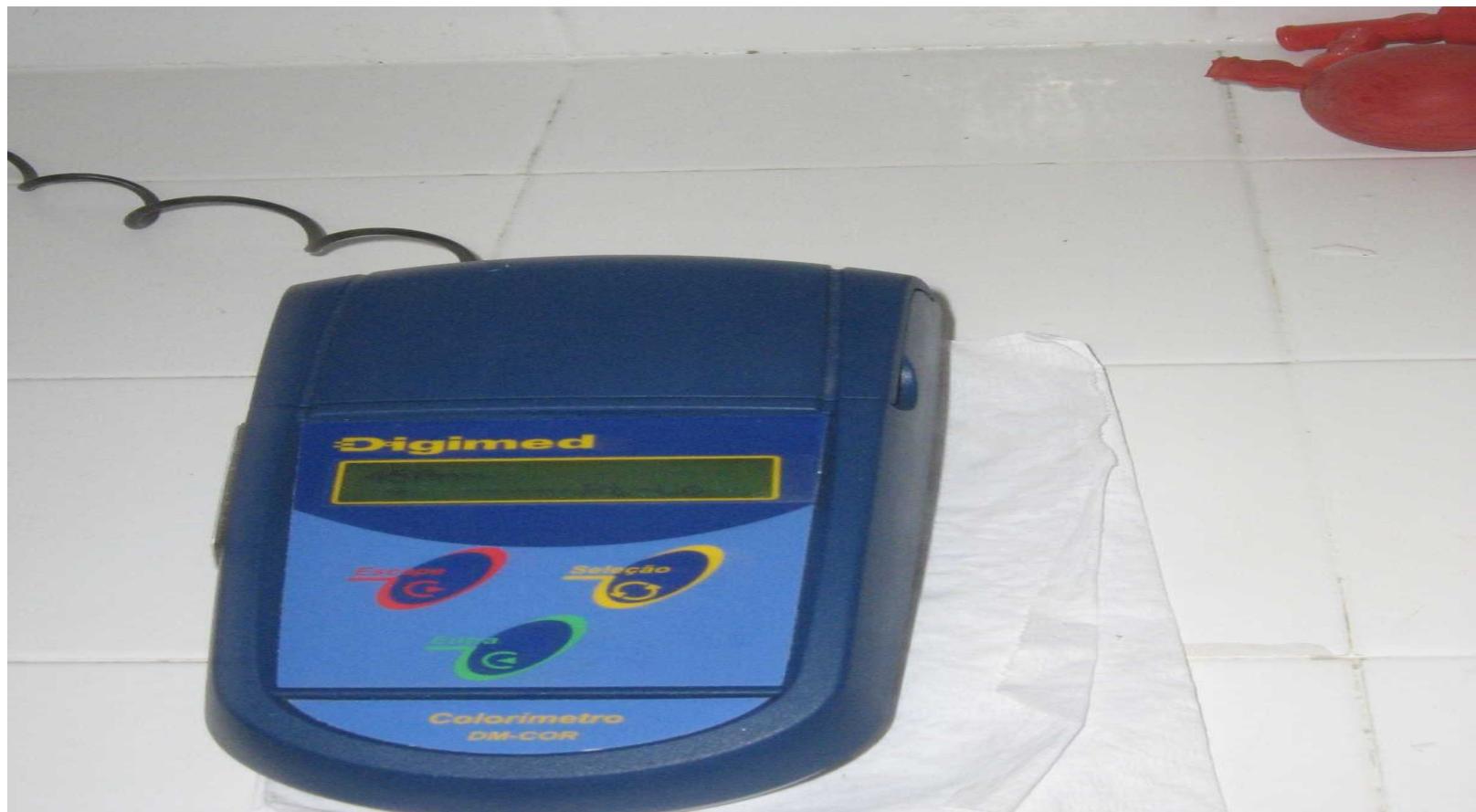
10 – Rotinas de operação

- Há várias análises que devem ser realizadas, como cor, turbidez, cloro, pH e alcalinidade.
- Após as análises, deve ser verificada a necessidade de correções nas dosagens. Exemplos: aumentar ou reduzir o cloro.
- Todos os dias devem ser preparadas soluções, observando-se as regras de segurança inerentes ao preparo das mesmas.
- Devem ser transportadas todas as informações do dia para os boletim de operação.



Minicursos CRQ-IV - 2008

Sistema de tratamento de água para o consumo humano



Aparelho digital de análise de cloro



Minicursos CRQ-IV - 2008

Sistema de tratamento de água para o consumo humano



Aparelho digital de análise de cloro (outra marca)



Minicursos CRQ-IV - 2008

Sistema de tratamento de água para o consumo humano



Aparelho de análises de flúor e ph



Minicursos CRQ-IV - 2008

Sistema de tratamento de água para o consumo humano



Aparelho de análise de turbidez



Minicursos CRQ-IV - 2008

Sistema de tratamento de água para o consumo humano

11 – Meio Ambiente:

11.1 Os lodos gerados pela ETA devem ser destinados para locais onde o meio ambiente não seja afetado, como lagoas de tratamento de esgoto e olarias que usam esse material na fabricação de seus produtos.

11.2 A crescente escassez de água no mundo obriga os profissionais que atuam nas ETAs a terem um controle maior das perdas, por meio de ações destinadas a encontrar e corrigir vazamentos. Também é importante que se engajem em políticas de esclarecimento da população para evitar desperdício.



Minicursos CRQ-IV - 2008

Sistema de tratamento de água para o consumo humano



Construção das lagoas de tratamento de esgotos de São Manuel

Conselho Regional de Química IV Região (SP) – Apoio: Caixa Econômica Federal



Minicursos CRQ-IV - 2008

Sistema de tratamento de água para o consumo humano



Construção das lagoas de tratamento de esgotos de São Manue.

Conselho Regional de Química IV Região (SP) – Apoio: Caixa Econômica Federal



Minicursos CRQ-IV - 2008

Sistema de tratamento de água para o consumo humano



Construção das lagoas de tratamento de esgotos de São Manuel

Conselho Regional de Química IV Região (SP) – Apoio: Caixa Econômica Federal



Minicursos CRQ-IV - 2008

Sistema de tratamento de água para o consumo humano



Construção das lagoas de tratamento de esgotos de São Manuel

Conselho Regional de Química IV Região (SP) – Apoio: Caixa Econômica Federal