



Serviço Brasileiro de **Respostas Técnicas**

# dossiê técnico

## Água potável

Análises físico-químicas e microbiológicas

**Larisse Araújo Lima**

Centro de Apoio ao Desenvolvimento Tecnológico - CDT/UnB

Agosto/2012





Serviço Brasileiro de **Respostas Técnicas**

# dossiê técnico

## Água potável

O Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas – SBRT fornece soluções de informação tecnológica sob medida, relacionadas aos processos produtivos das Micro e Pequenas Empresas. Ele é estruturado em rede, sendo operacionalizado por centros de pesquisa, universidades, centros de educação profissional e tecnologias industriais, bem como associações que promovam a interface entre a oferta e a demanda tecnológica. O SBRT é apoiado pelo Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas – SEBRAE e pelo Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação – MCTI e de seus institutos: Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq e Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia – IBICT.



TÊCPAR



FIERGS-SENAI



SENAI



Ministério da  
Ciência, Tecnologia  
e Inovação

GOVERNO FEDERAL  
**BRASIL**  
PAÍS RICO E PAÍS SEM POBREZA

|                |  |
|----------------|--|
| Dossiê Técnico | LIMA, Larisse Araújo<br>Água potável<br>Centro de Apoio ao Desenvolvimento Tecnológico - CDT/UnB<br>22/8/2012  |
| Resumo         | Aborda algumas técnicas de análises físico-químicas e microbiológicas da água potável tais como os exames bacteriológicos envolvendo a análise de coliformes totais e termotolerantes, a contagem padrão de bactérias heterotróficas, as técnicas das análises físico-químicas e testes de rotina de uma ETA como as análise titulométricas, colorimétricas, cor, pH, turbidez, alcalinidade de carbonatos e bicarbonatos, dureza total assim como alguns procedimentos de biossegurança em laboratório, a legislação que trata das normas e padrões de potabilidade da água para consumo humano no Brasil e a relação de equipamentos e materiais de laboratório. |
| Assunto        | TESTES E ANÁLISES TÉCNICAS   |
| Palavras-chave | <i>Água; água potável; análise da água; bactéria; CBT; contagem bacteriana total</i>   |



Salvo indicação contrária, este conteúdo está licenciado sob a proteção da Licença de Atribuição 3.0 da Creative Commons. É permitida a cópia, distribuição e execução desta obra - bem como as obras derivadas criadas a partir dela - desde que dado os créditos ao autor, com menção ao: Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas - <http://www.respostatecnica.org.br>

Para os termos desta licença, visite: <http://creativecommons.org/licenses/by/3.0/>

## Sumário

|  |    |
|--|----|
| <b>1 INTRODUÇÃO</b> .....  | 3  |
| <b>2 OBJETIVO</b> .....  | 3  |
| <b>3 BACTERIOLOGIA DA ÁGUA</b> .....   | 3  |
| 3.1 Material utilizado em bacteriologia .....  | 4  |
| 3.2 Preparo dos materiais de vidro .....   | 4  |
| 3.3 Esterilização de materiais .....   | 5  |
| <b>4 MEIOS DE CULTURA E SUAS PREPARAÇÕES</b> .....   | 5  |
| 4.1 Caldo lactosado de concentração simples/dupla .....  | 6  |
| 4.2 Caldo lactosado verde brilhante bile a 2%.....   | 6  |
| 4.3 Meio EC .....  | 6  |
| 4.4 <i>Plate Count Agar</i> .....  | 6  |
| <b>5 COLETA DE AMOSTRAS DE ÁGUA PARA EXAMES BACTERIOLÓGICOS</b> .....  | 7  |
| 5.1 Procedimento para coleta em residências e estações de tratamento .....   | 7  |
| <b>6 EXAMES BACTERIOLÓGICOS ENVOLVENDO A ANÁLISE DE COLIFORMES TOTAIS, ESCHERICHIA COLI E COLIFORMES TERMOTOLERANTES</b> ..... | 7  |
| 6.1 Testes para Coliformes Totais .....  | 8  |
| 6.2 Teste para colimetria total e <i>Escherichia Coli</i> .....  | 9  |
| 6.3 Testes para Coliformes Termotolerantes .....   | 9  |
| <b>7 CONTAGEM PADRÃO DE BACTÉRIAS</b> .....  | 10 |
| 7.1 Preparações dos meios de cultura para contagem de bactérias .....  | 10 |
| 7.2 Contagem de bactérias heterotróficas .....   | 11 |
| 7.3 Contagem de coliformes totais.....   | 11 |
| 7.4 Contagem de coliformes termotolerantes.....  | 12 |
| <b>8 PADRÕES DE POTABILIDADE DA ÁGUA</b> .....   | 13 |
| <b>9 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICA DA ÁGUA</b> .....   | 14 |
| 9.1 Alcalinidade total .....   | 15 |
| 9.2 Gás carbônico livre .....  | 16 |
| 9.3 Cloretos .....   | 16 |
| 9.4 Dureza Total .....   | 17 |
| 9.5 pH.....  | 19 |
| <b>10 ANÁLISES COLORIMÉTRICAS DA ÁGUA</b> .....  | 20 |
| 10.1 Cloro residual livre .....  | 20 |
| 10.2 Cor da água .....   | 21 |
| 10.3 Turbidez.....   | 21 |
| 10.4 Temperatura .....   | 22 |
| 10.5 Fluoretos .....   | 22 |
| <b>11 PROCEDIMENTOS DE ROTINA EM ESTAÇÕES DE TRATAMENTO</b> .....  | 23 |
| 11.1 Ensaio de coagulação ( <i>Jar-test</i> ) .....  | 23 |
| 11.2 Correção do pH da água tratada .....  | 24 |
| <b>12 BIOSSEGURANÇA EM LABORATÓRIO DE ANÁLISE DE ÁGUA</b> .....  | 25 |
| <b>13 LEGISLAÇÃO</b> .....   | 26 |
| <b>CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES</b> .....  | 27 |
| <b>REFERÊNCIAS</b> .....   | 27 |

## Conteúdo

### 1 INTRODUÇÃO

“Água potável é a água destinada para consumo humano cujos parâmetros microbiológicos, físicos, químicos e radioativos atendam ao padrão de potabilidade e que não ofereça riscos à saúde” (BRASIL, 2005).

“A garantia de fonte de água adequada ao consumo humano e a produção de alimentos vem sendo mitigadas pelo alto crescimento da população mundial, as altas taxas de consumo de água e a contaminação dos recursos hídricos pelas ações antrópicas” (GIRÃO et al., 2007 apud MENEZES et al., 2010).

A análise da água potável se configura como sendo um importante critério para as pessoas que trabalham nos laboratórios de controle da qualidade da água de estações de tratamento de pequeno e médio porte. A eficiência da análise da água permite com que a mesma seja distribuída de forma confiável e que esteja isenta de microorganismos ou substâncias químicas que podem ser prejudiciais à saúde das pessoas.

De acordo com Menezes et al. (2010) em relação a potabilidade da água:

A garantia de consumo humano de água segundo padrões de potabilidade adequados é questão para a saúde pública, sendo que no Brasil, a Norma de Qualidade da Água para Consumo Humano, aprovada na portaria nº 518/2004 do Ministério da Saúde, define os valores máximos permissíveis (VMP) para as características bacteriológicas, organolépticas, físicas e químicas da água potável (MENEZES, 2010).

### 2 OBJETIVO

O presente dossiê busca focar a análise pertinente algumas técnicas de análises físico-químicas e microbiológicas da água potável tais como os exames bacteriológicos envolvendo a análise de coliformes totais e termotolerantes, a contagem padrão de bactérias heterotróficas, as técnicas das análises físico-químicas e testes de rotina de uma ETA como as análise titulométricas, colorimétricas, cor, pH, turbidez, alcalinidade de carbonatos e bicarbonatos, dureza total assim como alguns procedimentos de biossegurança em laboratório, a legislação que trata das normas e padrões de potabilidade da água para consumo humano no Brasil e a relação de equipamentos e materiais de laboratório.

### 3 BACTERIOLOGIA DA ÁGUA

“A água potável não deve conter microorganismos patogênicos e deve estar livre de bactérias indicadoras de contaminação fecal. Os indicadores de contaminação fecal, tradicionalmente aceitos, pertencem a um grupo de bactérias denominadas coliformes” (FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE - FUNASA, 2006).

Segundo a Funasa (2006), a razão da escolha desse grupo de bactérias como indicador de contaminação da água deve-se aos seguintes fatores:

- Estão presentes nas fezes de animais de sangue quente, inclusive os seres humanos;
- Sua presença na água possui uma relação direta com o grau de contaminação fecal;
- São facilmente detectáveis e quantificáveis por técnicas simples e economicamente viáveis, em qualquer tipo de água;

- Possuem maior tempo de vida na água que as bactérias patogênicas intestinais, por serem menos exigentes em termos nutricionais, além de ser incapazes de se multiplicarem no ambiente aquático;
- São mais resistentes à ação dos agentes desinfetantes do que os germes patogênicos (FUNASA, 2006).

“O grupo dos coliformes totais é formado por bactérias da família *Enterobacteriaceae*, que são bacilos Gram-negativos, não formadores de esporos, aeróbios ou anaeróbios facultativos, capazes de fermentar lactose com produção de gás a 35°C entre 24 e 48 horas” (SILVA *et al.*, 2005 apud BARBOSA; LAGE; BADARÓ, 2009).

“As bactérias dos gêneros *Escherichia*, *Enterobacter*, *Citrobacter* e *Klebsiella* são as mais prevalentes, sendo que apenas o primeiro está exclusivamente presente no trato intestinal do homem e animais” (OKURA; SIQUEIRA, 2005 apud BARBOSA; LAGE; BADARÓ, 2009).

Segundo Michelina *et al.* (2006 apud BARBOSA; LAGE; BADARÓ, 2009) os coliformes termotolerantes são bactérias de um subgrupo dos coliformes totais que fermentam a lactose a 44,5° C ± 0,2°C em 24 horas e têm a *Escherichia coli* como principal representante de origem exclusivamente fecal.

De acordo com a Funasa (2006) a contagem padrão de bactérias é muito importante durante o processo de tratamento da água, visto que permite avaliar a eficiência das várias etapas do tratamento:

É importante conhecer a densidade de bactérias, tendo em vista que um aumento considerável da população bacteriana pode comprometer a detecção de organismos coliformes. Embora a maioria dessas bactérias não seja patogênica, pode representar riscos à saúde, como também, deteriorar a qualidade da água, provocando odores e sabores desagradáveis (FUNASA, 2006).

Segundo a Funasa (2006) muitas doenças podem ser ocasionadas em decorrência da vinculação a água contaminada, podendo as doenças ser ocasionadas por origem bacteriana (febre tifóide e paratifóide, disenteria bacilar, cólera, gastroenterites agudas e diarreias), viral (Hepatite A e B, poliomielite, gastroenterite agudas e crônicas) e de origem parasitária (disenteria amebiana e gastroenterites).

### 3.1 Material utilizado em bacteriologia

De acordo com a Funasa (2006) os materiais utilizados nas técnicas empregadas na bacteriologia são: autoclave, estufa bacteriológica, estufa de esterilização e secagem, balança, destilador, banho-maria, contador de colônias, alça de platina com cabo, tubo de *Durhan*, tubo de ensaio, *erlenmeyer*, algodão em rama, meios de cultura, frasco de coleta, pipetas graduadas, papel alumínio, lamparinas a álcool ou bico de *bunsen*, placas de petri, pinça de aço inox, membranas filtrantes, porta-filtro de vidro ou aço inox e lâmpada ultravioleta.

### 3.2 Preparo dos materiais de vidro

Segundo a Funasa (2006) o preparo dos materiais de vidro se configura como sendo uma etapa muito importante dentro dos exames bacteriológicos. Deve se ter uma atenção especial à preparação dos materiais de vidro tais como tubos de ensaio, frascos de coletas, pipetas e placas de petri de vidro em decorrência da importância de sua utilização e por serem suporte da boa condução dos testes e análises da água:

[Para os tubos de ensaio] deve-se colocar o tubo de *Durhan* na posição invertida dentro do tubo de ensaio e tampar o tubo de ensaio com um chumaço de algodão em rama.

[Para os frascos de coletas] devem-se colocar duas gotas (0,1 ml) de tiosulfato de sódio a 10% dentro do frasco; colocar uma tira de papel-alumínio entre a boca e a tampa do frasco; envolver a boca e tampa do frasco em papel-alumínio.

[Para as pipetas deve-se] colocar um pequeno chumaço de algodão no bocal da pipeta e envolvê-la em papel-alumínio ou papel-madeira (*Kraft*).

[As placas de petri devem ser envoltas] em papel-alumínio ou papel-madeira (*Kraft*) (FUNASA, 2006).

### 3.3 Esterilização de materiais

De acordo com a Funasa (2006) as esterilizações dos materiais utilizados nas análises físico-químicas e microbiológicas da água potável também são de extrema importância assim como a preparação dos materiais de vidro, visto que qualquer contaminação poderá influenciar nos resultados das amostras. Como forma de minimizar os riscos de contaminações todas as vidrarias e materiais tais como pinças devem ser esterilizadas. Um dos procedimentos de esterilização que pode se adota é feito da seguinte forma:

Preparar todo o material, verificar o nível da água dentro da autoclave está acima das resistências, [completando] se necessário. Colocar todo o material dentro do depósito metálico e tampar a autoclave, apertar as travas da tampa duas a duas para não permitir saída de vapor pela borda do aparelho.

Ligar a chave seletora de temperatura na posição "Máximo"; [abrindo] imediatamente a válvula de escape de vapor. Quando começar sair vapor por esta válvula, esperar três minutos e fechá-la, neste instante, o ponteiro do manômetro começará a subir, quando o ponteiro atingir a marca de 1 kg/cm<sup>2</sup> de pressão, a temperatura deverá estar em 121°C. Deixar nesta posição durante 15 minutos.

Se a pressão continuar subindo, coloque a chave seletora de temperatura da autoclave, na posição "média" e fique observando, depois de 15 minutos, o material já estará esterilizado.

Desligar o aparelho e esperar que o ponteiro do manômetro atinja a posição "0". Este procedimento poderá ser acelerado abrindo-se lentamente a válvula de escape de vapor. Não abrir esta válvula de uma vez, quando o ponteiro do manômetro atingir a posição "zero" e não estiver mais saindo vapor pela válvula, abrir a tampa do aparelho e retirar o material (FUNASA, 2006).

"Normalmente as autoclaves possuem uma chave seletora de temperatura que indica três posições "Mínima, Média e Máxima", justamente para manter a pressão e temperatura dentro da faixa utilizada. Serve, também, para ligar e desligar o aparelho" (FUNASA, 2006).

"Existem vários modelos de autoclaves no mercado. É importante seguir sempre as instruções do fabricante" (FUNASA, 2006).

## 4 MEIOS DE CULTURA E SUAS PREPARAÇÕES

"Meios de cultura consistem da associação qualitativa e quantitativa de substâncias que fornecem os nutrientes necessários ao desenvolvimento (cultivo) de microrganismos fora do seu meio natural" (LABORATÓRIO DE MICROBIOLOGIA E ECOLOGIA DE MICROORGANISMOS - LABEM, [200-?]).

Os meios de cultura são importantes nas análises bacteriológicas da água devido o alvo de estudo ser a detecção ou contagem de organismos vivos, tais como as bactérias. Como apenas se quer verificar o crescimento ou a proliferação bacteriana contida na água utiliza-



se culturas básicas como as caldas e Ágar simples (LABORATÓRIO DE MICROBIOLOGIA E ECOLOGIA DE MICROORGANISMOS - LABEM, [200-?]).

Segundo a Funasa (2006) existem quatro meios de cultura que normalmente são utilizados na análise de água: caldo lactosado (simples e dupla), caldo lactosado verde brilhante Bile a 2%, caldo EC e *Plate Count* Ágar. A preparação dos quatro meios de cultura exige a dissolução do meio de cultura desidratado em água destilada, porém devido à variedade de meios de cultura existentes no mercado devem-se seguir sempre as orientações dos fabricantes.

#### 4.1 Caldo lactosado de concentração simples / dupla

De acordo com a Funasa (2006) para a preparação do meio de cultura do tipo caldo lactosado de concentração simples deve ser feito de acordo com os seguintes procedimentos:

- Pesar 13 gramas do meio de cultura desidratado e dissolver em 1.000 ml de água destilada;
- Distribuir em tubos de ensaio (10 ml em cada tubo), tampar os tubos;
- Esterilizar a 121°C (1 Kg/cm de pressão) em autoclave durante 15 minutos; deixar esfriar;
- Guardar no refrigerador (válido por uma semana) (FUNASA, 2006).

A preparação do meio de cultura do tipo caldo lactosado de concentração dupla é feito seguindo os mesmos procedimentos, porém a concentração do meio de cultura dobra em relação ao caldo lactosado de concentração simples, ou seja, ao invés de 13 gramas pesa-se 26 gramas do meio de cultura.

#### 4.2 Caldo lactosado verde brilhante bile a 2%

De acordo com a Funasa (2006) a preparação do meio de cultura do tipo caldo lactosado verde brilhante Bile a 2% também se assemelha aos procedimentos dos caldos simples e duplos. Deve ser feito os seguintes procedimentos:

- Pesar 40 gramas do meio de cultura desidratado;
- Dissolver em 1.000 ml de água destilada;
- Distribuir em tubos de ensaio (10 ml em cada tubo), tampar os tubos;
- Esterilizar a 121°C (1 Kg/cm de pressão) em autoclave durante 15 minutos; deixar esfriar;
- Guardar no refrigerador (válido por uma semana) (FUNASA, 2006).

#### 4.3 Meio EC

Segundo a Funasa (2006) a preparação do meio de cultura do tipo meio EC se distingue um pouco mais dos outros meios em decorrência da utilização do tubo de *Durhan* invertido. A preparação segue os seguintes procedimentos:

- Pesar 37,0 gramas do meio desidratado e dissolver em 1000 ml de água destilada;
- Distribuir em tubos de ensaio contendo o tubo *Durhan* invertido, 10 ml em cada tubo, tampar os tubos;
- Esterilizar a 121°C (1 kg/cm de pressão) em autoclave durante 15 minutos;
- Guardar no refrigerador (Válido por 96 horas) (FUNASA, 2006).

#### 4.4 *Plate Count* Ágar

De acordo com a Funasa (2006) a preparação do meio de cultura do tipo *Plate Count* Ágar é o meio de cultura que envolve uma preparação mais criteriosa tendo em vista que é

necessário aquecer a cultura para que haja dissolução completa do meio, sendo que a dissolução deve ser observada de acordo com as orientações do fornecedor. A preparação deve ser feita de acordo com os seguintes procedimentos:

- Pesar 20,5 gramas do meio de cultura desidratado e dissolver em 1000 ml de água destilada fria; deixar em repouso durante 5 minutos;
- Aquecer, agitando frequentemente com bastão de vidro, até completa dissolução do meio (durante o aquecimento não deixar entrar em ebulição);
- Se necessário, ajustar o pH para 7,0 com Hidróxido de Sódio solução normal (NaOH 1N) distribuir em tubos de ensaio com tampa rosqueável (12 ml em cada tubo );
- Esterilizar a 121°C (1 Kg/cm de pressão) em autoclave durante 15 minutos (FUNASA, 2006).

## 5 COLETA DE AMOSTRAS DE ÁGUA PARA EXAMES BACTERIOLÓGICOS

As amostras de água são pequenas alíquotas retiradas de um meio, que pode ser um poço, um reservatório ou mesmo diretamente da torneira. A quantidade das amostras irá depender da necessidade quantitativa que o teste irá requerer, não sendo assim possível padronizar o quantitativo de amostras.

Segundo a Funasa (2006) as amostras devem ser coletas da seguinte forma:

As amostras devem ser coletadas em frascos de vidro branco, boca larga, com tampa de vidro esmerilhada, bem ajustada, capacidade de 125 ml, previamente esterilizados ou saco plástico estéril, descartável, contendo pastilha de tiosulfato de sódio. Os frascos para a coleta de águas cloradas devem receber, antes de serem esterilizados, 0,1 ml (2 gotas) de tiosulfato de sódio a 10% (FUNASA, 2006).

### 5.1 Procedimento para coleta em residências e estações de tratamento

De acordo com Funasa (2006) o procedimento para coleta de amostras em residências deve levar em consideração o cuidado tanto com as amostras a serem analisadas como com quem as manipula, e deve seguir os seguintes procedimentos:

Lavar as mãos com água e sabão; limpar a torneira do usuário com um pedaço de algodão embebido em álcool; abrir a torneira e deixar escorrer a água durante 1 ou 2 minutos; fechar e flambar a torneira, abrir novamente e deixar escorrer a água por mais dois ou três minutos.

Coletar a amostra de água, encher com pelo menos 3/4 de seu volume, tampar o frasco e identificá-lo anotando o endereço, a hora e a data da coleta, o estado do tempo e o nome do coletor. Marcar o frasco com o número da amostra, correspondente ao ponto de coleta.

Preencher a ficha de identificação da amostra de água; colocar o frasco da amostra na caixa de isopor com gelo; lacrar identificar e enviar a caixa para o laboratório. O tempo de coleta e a realização do exame não deve exceder 24h (FUNASA, 2006).

“Nas estações de tratamento, as amostras são coletadas na captação (água bruta), nos decantadores, na saída dos filtros e nos reservatórios de água tratada” (FUNASA, 2006).

## 6 EXAMES BACTERIOLÓGICOS ENVOLVENDO A ANÁLISE DE COLIFORMES TOTAIS, *ESCHERICHIA COLI* E COLIFORMES TERMOTOLERANTES

## 6.1 Testes para Coliformes Totais

De acordo com Funasa (2006) um dos testes para coliformes totais que podem ser utilizados na análise de água é o método dos tubos múltiplos, onde são utilizados como materiais tubos de ensaio, estante para tubo de ensaio, tubo de *Durhan*, pipeta graduada de 10 ml, pipeta graduada de 1 ml, bico de *bunsen* ou lamparina a álcool, caldo lactosado de concentração dupla, simples e verde brilhante Bile a 2%, água de diluição, alça de platina com cabo Kolle e estufa bacteriológica.

Segundo a Funasa (2006) o teste para coliformes totais são feitos de um teste presuntivo e um teste confirmativo, os testes consistem em:

Teste presuntivo - Tomar uma bateria contendo 15 tubos de ensaio distribuídos de 5 em 5. Nos primeiros 5 tubos (os que contém caldo lactosado de concentração dupla) inocular com pipeta esterilizada, 10 ml da amostra de água a ser examinada, em cada tubo. (Diluição 1:1).

Nos 10 tubos restantes (os que contém caldo lactosado de concentração simples), inocular nos 5 primeiros, 1 ml da amostra (Diluição 1:10) e nos 5 últimos tubos, inocular 0,1 ml da amostra, em cada tubo. (Diluição 1:100) [promovendo agitação].

Incubar a  $35 \pm 0,5^{\circ}$  C durante 24/48 horas, se no final de 24/48 horas, houver a formação de gás dentro do tubo de *Durhan*, significa que o teste presuntivo foi positivo. Neste caso, fazer o teste confirmativo. Se não houver a formação de gás durante o período de incubação, o exame termina nesta fase e o resultado do teste é considerado negativo. No lugar do caldo Lactosado pode ser usado o caldo Lauril Triptose.

Teste confirmativo - Tomar o número de tubos do teste presuntivo que deram positivos (formação de gás) nas três diluições 1:1; 1:10; 1:100. Tomar igual valor número de tubos contendo o meio de cultura verde brilhante bile a 2%.

Com a alça de platina, previamente flambada e fria, retirar de cada tubo positivo uma porção da amostra e inocular no tubo correspondente contendo o meio verde brilhante. Este procedimento chama-se repicagem. Identifique os tubos. Incubar durante 24/48 horas a  $35 \pm 0,5^{\circ}$ C, se no final do período de 24/48 horas houver a formação de gás dentro do tubo de *Durhan* o teste é considerado positivo. Caso não haja formação de gás, o teste é considerado negativo conforme figura 1.

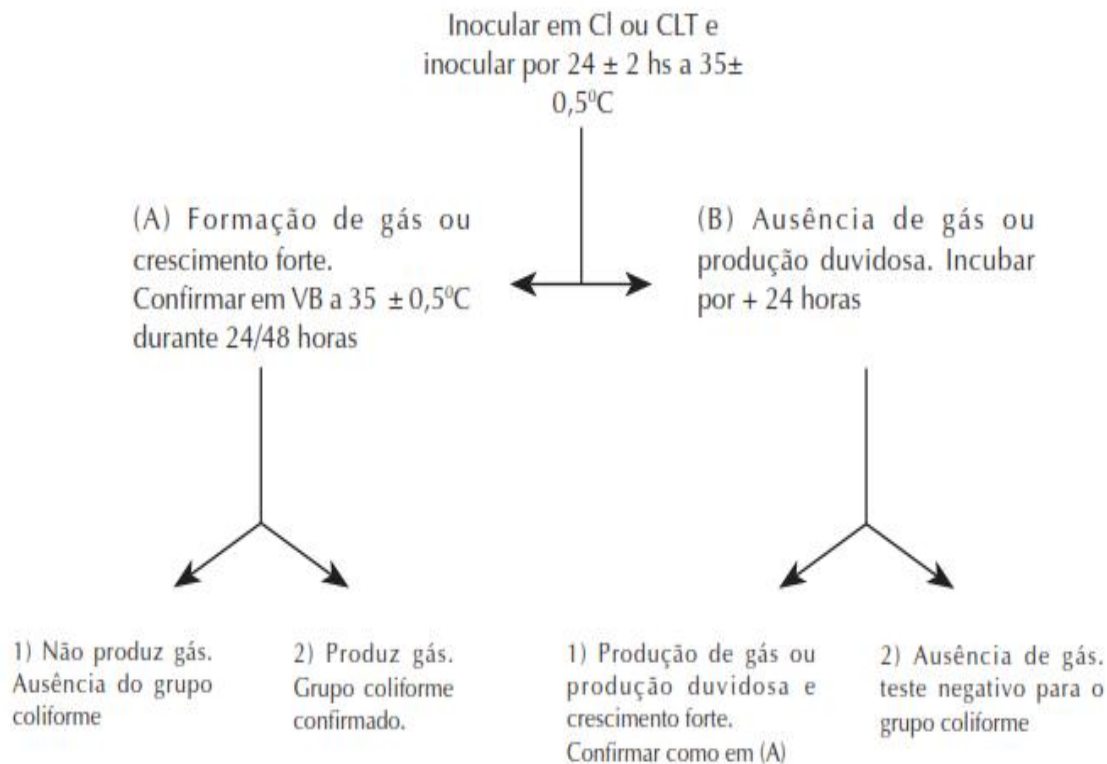


Figura 1 - Teste de análise de coliformes fecais  
Fonte: (FUNASA, 2006)

## 6.2 Teste para colimetria total e *Escherichia Coli*

Segundo a Funasa (2006) o teste de presença ou ausência de coliformes totais e *Escherichia coli* é feito mediante o método do substrato cromogênico, onde são utilizados como materiais recipientes de coleta de vidro ou de plástico, substrato cromogênico, estufa bacteriológica e uma lâmpada ultravioleta de 365 nm. A execução do ensaio procede-se da seguinte maneira:

Coletar a amostra em um frasco estéril ou saco de coleta contendo tiosulfato de sódio a 10% para água tratada. No próprio frasco ou saco adicionar o conteúdo de 1 (um) frasconete contendo o substrato cromogênico; fechar o frasco ou o saco e agitar levemente, não precisa dissolver totalmente, essa dissolução ocorrerá normalmente e incubar a  $35,0$  a  $0,5^\circ\text{C}$  durante 24 horas.

Decorridos 24 horas de incubação, retirar da estufa o material: ao observar a cor amarela, o resultado é presença de Coliformes Totais na amostra. Com o auxílio de uma lâmpada ultravioleta 365 nm, observar se existe fluorescência azul no frasco amarelo aproximando a lâmpada do frasco. Caso isso aconteça, significa que há presença de *Escherichia coli* na amostra examinada. Caso a amostra permaneça transparente, o resultado é negativo, tanto para Coliformes Totais como para *E. coli*.

A fluorescência azul ocorre somente na presença da luz ultravioleta, ao tirar o frasco da frente da luz ele volta a ficar amarelo (FUNASA, 2006).

## 6.3 Testes para Coliformes Termotolerantes

Segundo a Funasa (2006) assim como o teste para coliformes totais, o teste para coliformes termotolerantes também utiliza-se o método dos tubos múltiplos a qual são utilizados como materiais tubos de ensaio com meio EC, bico de *bunsen* ou lamparina a álcool, alça de platina e banho-maria. O teste procede-se da seguinte forma:

Tomar todos os tubos do teste presuntivo que deram positivos (formação de gás) e todos os tubos negativos em que houve crescimento após 48 horas, nas 3 diluições (1:1; 1:10 e 1:100) e transferir com alça de platina flambada e fria, uma porção para os tubos de ensaio contendo o meio EC, misturar e deixar todos os tubos em banho de água durante 30 minutos.

Incubar em banho-maria a  $44,5 \pm 0,2^\circ$  C durante  $24 \pm 2$  horas, se no final de 24 horas ou menos houver a formação de gás, está indicado a presença de coliformes de origem fecal. Este ensaio deve ser realizado simultaneamente com o teste confirmativo para coliformes totais, fazendo sempre este ensaio deve ser realizado simultaneamente com o teste confirmativo para coliformes totais (FUNASA, 2006).

## 7 CONTAGEM PADRÃO DE BACTÉRIAS

Segundo Precision Labs ([200-?]) a contagem do número de bactérias existentes em uma determinada amostra de água é importante porque essas são indicadores da potabilidade da água.

“Um indicador é uma grupo de microrganismos de significado higiênico e sanitário que, uma vez detectados como presentes na água indicam uma possível contaminação por patógenos, ou seja, bactérias de grave risco à saúde do consumidor” (PRECISION LABS, [200-?]).

Segundo a Funasa (2006) a contagem de bactérias se destina a análise das bactérias heterotróficas, coliformes totais e termotolerantes, na qual pode haver diferenciação nos meios de cultura de contagem de coliformes totais e termotolerantes.

### 7.1 Preparações dos meios de cultura para contagem de bactérias

Segundo a Funasa (2006) a diferenciação dos meios de cultura utilizados na contagem de coliformes totais e termotolerantes se justifica pela visualização na hora da contagem, onde ambos se utilizam de meios de cultura desidratados. Os meios utilizados para os coliformes totais são do tipo “M ENDO MF”, e para os coliformes termotolerantes do tipo caldo “M FC”.

De acordo com a Funasa (2006) para o preparo das culturas para coliformes totais são utilizados como material o próprio meio de cultura, água destilada, álcool etílico a 95%, frascos de *erlenmeyer* de 125 ml, vidro relógio e bico de *bunsen*. O procedimento é feito da seguinte forma:

[Meio de cultura desidratado (M ENDO MF)] - pesar 4,8 gramas do meio desidratado, transferir para o *erlenmeyer*. Adicionar aos poucos 100 ml de água destilada contendo 2 ml de álcool etílico a 95%, aquecer em banho-maria ou no bico de *bunsen* até o início da fervura (não deixar ferver), deixar esfriar e distribuir na placa de petri.

Preparar somente a quantidade necessária para uso. Este meio pode ser adquirido em ampolas de 2 ml, porém o custo é muito elevado. É mais econômico prepará-lo no laboratório. Em substituição ao Caldo M FC poderá ser utilizado o meio sólido (Ágar M-Endo LES). (FUNASA, 2006).

De acordo com a Funasa (2006) para o preparo das culturas para coliformes termotolerantes são utilizadas as mesmas matérias, substituindo além do meio de cultura apenas o álcool etílico por ácido rosólico a 1% em NaOH 0,2N. O procedimento ocorre da seguinte forma:

[Meio de cultura desidratado (M ENDO MF)] - pesar 3,7 gramas do meio desidratado, transferir para o Erlenmeyer, dissolver o meio pesado, em 100 ml de água destilada. Adicionar 1 ml da solução de ácido rosólico a 1%,

aquecer até a ebulição, deixar esfriar, distribuir 2,0 ml em cada placa (FUNASA, 2006).

## 7.2 Contagem de bactérias heterotróficas

Segundo Precision Labs ([200-?]) a contagem de bactérias heterotróficas é feito para avaliar as condições sanitárias do sistema de distribuição de água. Uma contagem alta de heterotróficas indica a necessidade de manutenção no sistema, através de limpeza e desinfecção.

Segundo a Funasa (2006) o material empregado na realização e contagem dessas bactérias são uma placa de petri, pipeta graduada, bico de *bunsen* ou lamparina a álcool, maio de cultura *Plate count* Ágar, estufa bacteriológica e contador de colônia.

De acordo com a Funasa (2006) a execução do ensaio procede-se conforme a seguir:

Transferir, com pipeta estéril, 1 ml da amostra para uma placa de petri previamente esterilizada. Entreabrir a placa e adicionar o meio de cultura, previamente fundido e estabilizado em banho-maria a 44-46°C, contido no tubo de ensaio.

Homogeneizar o conteúdo da placa em movimentos circulares moderados em forma de ( ), em torno de 10 vezes consecutivas. Quando o meio de cultura se solidificar, incubar a placa em posição invertida a  $35 \pm 0,5^\circ\text{C}$  durante  $48 \pm 3$  horas.

No final do período de incubação, fazer a contagem das colônias com o auxílio de um contador de colônias (FUNASA, 2006).

De acordo com a Funasa (2006) a expressão dos resultados pode ser vistos como o número de colônias de bactérias/ ml ou unidades formadoras de colônias (UFC) /ml, sendo necessário observar os seguintes procedimentos para não interferência na contagem:

Antes de iniciar os exames [deve-se] desinfetar a bancada do laboratório, usando uma solução de álcool etílico a 70% ou outro desinfetante que não deixe resíduo. Todas as amostras a serem examinadas devem ser homogeneizadas pelo menos 25 vezes não [esquecendo] de flambar a boca dos tubos de ensaio contendo meios de cultura, antes de usá-los.

O Tiosulfato de Sódio a 10% colocado nos frascos de coleta é para neutralizar a ação do cloro as placas de Petri [que por sua vez devem] ser colocadas na posição invertida para evitar a condensação de água na superfície do Ágar. Fazer a contagem padrão de bactérias, sempre em duplicata (FUNASA, 2006).

## 7.3 Contagem de coliformes totais

Segundo Precision Labs ([200-?]) a contagem de coliformes totais é importante devido as bactérias do grupo coliforme constituírem o indicador de contaminação mais utilizado em todo o mundo, sendo empregadas como parâmetro bacteriológico básico na definição de padrões de qualidade das águas destinadas ao consumo humano.

Segundo a Funasa (2006) a contagem de análise de coliformes totais é feitos mediante o método da membrana filtrante, onde são utilizados como equipamentos de análises equipamentos de filtração com porta filtro, placa de petri esterilizadas de 47mm, filtro de membrana de 47mm e porosidade de 0,45 µm com cartão absorvente, meio de cultura, água de diluição estéril, pinça de aço inox, copo de aço inox, bico de *bunsen* ou lamparina a álcool, bomba de vácuo (seringa) e estufa bacteriológica.

De acordo com a Funasa (2006) a execução do ensaio procede-se conforme a seguir:

Com a pinça, colocar cuidadosamente na placa de petri um cartão absorvente e com a pipeta esterilizada colocar 1,8 ml do meio de cultura no cartão absorvente e tampar a placa. Colocar a membrana filtrante no porta-filtro, com a pinça previamente flambada e fria, agitar o frasco contendo a amostra, pelo menos 25 vezes, destampar e flambar a boca do frasco.

Verter, cuidadosamente, 100 mL de amostra no porta-filtro, evitando que a água respingue sobre as bordas superiores. Ligar a bomba de vácuo (seringa) e fazer a sucção, após filtrada a amostra, lavar 3 vezes as paredes do funil com água de diluição estéril com porções de 20 ml aplicando vácuo. Após a lavagem e filtração, aliviar o vácuo e remover o funil do suporte.

Com a pinça flambada e fria, remover o filtro do suporte e colocá-lo na placa de petri, antes preparada, com o lado quadriculado para cima, tampar a placa de petri e incubá-la invertida a 35° C durante 24 ± 2 horas. Após o período de incubação, examinar o filtro fazendo a contagem das colônias (FUNASA, 2006).

De acordo com a Funasa (2006) a expressão dos resultados podem ser vista mediante a análise da cor e do brilho característico:

As colônias indicativas de Coliformes Totais típicas têm uma cor rosa a vermelho escuro, com brilho metálico. O brilho pode aparecer no centro ou na periferia da colônia. As não coliformes aparecem com coloração vermelho-clara ou escura sem o brilho metálico característico.

Às vezes, quando o disco está muito úmido e a fonte de luz é muito intensa, as colônias de não Coliformes podem aparecer com um brilho falso, causando erros. Isto poderá ser contornado usando-se fonte de luz mais difusa ou secando-se o filtro antes de ser examinado (FUNASA, 2006).

#### **7.4 Contagem de coliformes termotolerantes**

De acordo com a Funasa (2006) a contagem de coliformes termotolerantes procede da mesma forma dos coliformes totais, sendo diferenciado apenas pelo meio de cultura. O material utilizado para realização da contagem é quase o mesmo, sendo apenas feita uma ressalva que na falta da estufa bacteriológica pode ser utilizado o banho-maria.

De acordo com a Funasa (2006) a execução do ensaio procede-se conforme a seguir:

Com a pinça, colocar cuidadosamente na placa de petri um cartão absorvente; com pipeta esterilizada colocar 2,0 ml do meio de cultura no cartão absorvente e tampar a placa. Colocar a membrana filtrante no porta-filtro, com a pinça previamente flambada e fria; agitar o frasco contendo a amostra, pelo menos 25 vezes; destampar e flambar a boca do frasco.

Verter, cuidadosamente, 100 ml de amostra no porta filtro, evitando que a água respingue sobre as bordas superiores; ligar a bomba de vácuo (seringa) e fazer a sucção após filtrada a amostra. Lavar 3 vezes as paredes do funil com água de diluição estéril com porções de 20 ml aplicando vácuo.

Após a lavagem e filtração, aliviar o vácuo e remover o funil do suporte com a pinça flambada e fria. Remover o filtro do suporte e colocá-lo dentro, da placa de petri, com o lado quadriculado para cima; tampar a placa de petri e incubá-la invertida a 44,5 ± 0,2° C durante 24 ± 2 horas após o período de incubação, examinar o filtro fazendo a contagem das colônias.

As colônias indicativas de coliformes termotolerantes aparecem de cor azul, as não coliformes aparecem com coloração clara ou rósea (FUNASA, 2006).

## 8 PADRÕES DE POTABILIDADE DA ÁGUA

Segundo a portaria nº 518/2004, do Ministério da Saúde, a água potável deve estar em conformidade com alguns padrões que visam estabelecer a boa qualidade da água. Dentre os principais padrões estabelecidos pela legislação destacam-se os padrões microbiológicos, padrão de turbidez para água pós-filtração ou pré-desinfecção, padrão de potabilidade para substâncias químicas que representam risco à saúde, padrão de radioatividade para água potável e padrão de aceitação para consumo humano, sendo possível verificar os diferentes valores máximos permitidos contidos em tabelas anexas a portaria.

De acordo com essa mesma portaria algumas medidas devem ser observadas de acordo com o padrão em análise. No caso dos padrões relacionados à microbiologia de potabilidade da água para consumo humano devem-se observar os seguintes contextos:

§1.º No controle da qualidade da água, quando forem detectadas amostras com resultado positivo para coliformes totais, mesmo em ensaios presuntivos, novas amostras devem ser coletadas em dias imediatamente sucessivos até que as novas amostras revelem resultado satisfatório.

§2.º Nos sistemas de distribuição, a coleta deve incluir, no mínimo, três amostras simultâneas, sendo uma no mesmo ponto e duas outras localizadas a montante e a jusante.

§3.º Amostras com resultados positivos para coliformes totais devem ser analisadas para *Escherichia coli* e/ou coliformes termotolerantes, devendo, neste caso, ser efetuada a verificação e a confirmação dos resultados positivos.

§4.º O percentual de amostras com resultado positivo de coliformes totais em relação ao total de amostras coletadas nos sistemas de distribuição deve ser calculado mensalmente, excluindo as amostras extras (coleta).

§5.º O resultado negativo para coliformes totais das amostras extras (recoletas) não anula o resultado originalmente positivo no cálculo dos percentuais de amostras com resultado positivo.

§7.º Em 20% das amostras mensais para análise de coliformes totais nos sistemas de distribuição, deve ser efetuada a contagem de bactérias heterotróficas e, uma vez excedidas 500 unidades formadoras de colônia

(UFC) por ml, devem ser providenciadas imediata coleta, inspeção local e, se constatada irregularidade, outras providências cabíveis.

§8.º Em complementação, recomenda-se a inclusão de pesquisa de organismos patogênicos, com o objetivo de atingir, como meta, um padrão de ausência, dentre outros, de enterovírus, cistos de *Giardia* spp e oocistos de *Cryptosporidium* sp.

§9.º Em amostras individuais procedentes de poços, fontes, nascentes e outras formas de abastecimento sem distribuição canalizada, tolera-se a presença de coliformes totais, na ausência de *Escherichia coli* e/ou coliformes termotolerantes, nesta situação devendo ser investigada a origem da ocorrência, tomadas as providências imediatas de caráter corretivo e preventivo e realizada nova análise de coliformes (BRASIL, 2005).

Segundo o padrão de turbidez para água pós-filtração ou pré-desinfecção as medidas adotadas pela portaria nº 518/2004 a serem observadas são:



§1.º Entre os 5% dos valores permitidos de turbidez superiores aos VMP estabelecidos [...], o limite máximo para qualquer amostra pontual deve ser de 5,0 UT, assegurado, simultaneamente, o atendimento ao VMP de 5,0 UT em qualquer ponto da rede no sistema de distribuição.

§2.º Com vistas a assegurar a adequada eficiência de remoção de enterovírus, cistos de *Giardia* spp e oocistos de *Cryptosporidium* sp, recomenda-se, enfaticamente, que, para a filtração rápida, se estabeleça como meta a obtenção de efluente filtrado com valores de turbidez inferiores a 0,5 UT em 95% dos dados mensais e nunca superiores a 5,0 UT.

§3.º O atendimento ao percentual de aceitação do limite de turbidez, [...] deve ser verificado, mensalmente, com base em amostras no mínimo diárias para desinfecção ou filtração lenta e a cada quatro horas para filtração rápida, preferivelmente, em qualquer caso, no efluente individual de cada unidade de filtração.

Art. 13. Após a desinfecção, a água deve conter um teor mínimo de cloro residual livre de 0,5 mg/L, sendo obrigatória a manutenção de, no mínimo, 0,2 mg/L em qualquer ponto da rede de distribuição, recomendando-se que a cloração seja realizada em pH inferior a 8,0 e tempo de contato mínimo de 30 minutos (BRASIL, 2005).

Para os padrões de potabilidade para substâncias químicas que representem risco à saúde, a portaria nº 518/2004 as medidas a serem observadas são:

§1.º Recomenda-se que as análises para cianotoxinas incluam a determinação de cilindrospermopsina e saxitoxinas (STX), observando, respectivamente, os valores limites de 15,0 µg/L e 3,0 µg/L de equivalentes STX/L.

§2.º Para avaliar a presença dos inseticidas organofosforados e carbamatos na água, recomenda-se a determinação da atividade da enzima acetilcolinesterase, observando os limites máximos de 15% ou 20% de inibição enzimática, quando a enzima utilizada for proveniente de insetos ou mamíferos, respectivamente (BRASIL, 2005).

E por fim as medidas a ser observado pela portaria nº 518/2004 relacionadas ao padrão de aceitação para consumo humano devem ser as seguintes:

§1.º Recomenda-se que, no sistema de distribuição, o pH da água seja mantido na faixa de 6,0 a 9,5.

§2.º Recomenda-se que o teor máximo de cloro residual livre, em qualquer ponto do sistema de abastecimento, seja de 2,0 mg/L.

§3.º Recomenda-se a realização de testes para detecção de odor e gosto em amostras de água coletadas na saída do tratamento e na rede de distribuição de acordo com o plano mínimo de amostragem estabelecido para cor e turbidez (BRASIL, 2005).

## 9 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICA DA ÁGUA

As análises físico-química da água são de suma importância no controle e gerenciamento da qualidade da água potável, pois por meio dessas análises é possível se determinar quantitativamente se os níveis de contaminação estão dentro dos padrões estabelecidos por lei.

No Brasil os padrões estabelecidos estão descritos na Portaria nº 518, de 25 de março de 2004 que estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade.

## 9.1 Alcalinidade total

“Entre as impurezas encontradas na água, existem aquelas que são capazes de reagir com os ácidos, podendo neutralizar certa quantidade desses reagentes. Essas impurezas conferem às águas a característica de alcalinidade” (OLIVEIRA, 2007).

Segundo Oliveira (2007) a alcalinidade de uma água é a sua capacidade quantitativa de neutralizar um ácido forte, até um determinado pH, sendo a alcalinidade devido principalmente à presença de bicarbonatos, carbonatos e hidróxidos.

Segundo a Funasa (2006) a medida da alcalinidade é de fundamental importância durante o processo de tratamento de água, pois, é em função do seu teor que se estabelece a dosagem dos produtos químicos utilizados:

Normalmente as águas superficiais possuem alcalinidade natural em concentração suficiente para reagir com o sulfato de alumínio nos processos de tratamento. Quando a alcalinidade é muito baixa ou inexistente há a necessidade de se provocar uma alcalinidade artificial com aplicação de substâncias alcalinas tal como cal hidratada ou Barrilha (carbonato de sódio) para que o objetivo seja alcançado. Quando a alcalinidade é muito elevada, procede-se ao contrário, acidificando-se a água até que se obtenha um teor de alcalinidade suficiente para reagir com o sulfato de alumínio ou outro produto utilizado no tratamento da água (FUNASA, 2006).

De acordo com a Funasa (2006) a determinação da alcalinidade total da água pode ser feita mediante titulação com ácido sulfúrico. São utilizados como materiais pipetas volumétricas de 50 ml, frasco de erlenmeyer de 250 ml, bureta de 50 ml, fenolftaleína, indicador de metilorange, mistura indicadora de Verde de Bromocresol/Vermelho de Metila; solução de ácido sulfúrico 0,02 N, solução de tiosulfato de sódio 0,1N. A técnica consiste em:

Tomar 50 ml da amostra e colocar no *erlenmeyer*; adicionar 3 gotas da solução indicadora de verde de bromocresol/vermelho de metila; titular com a solução de ácido sulfúrico 0,02 N até a mudança da cor azul-esverdeada para róseo; anotar o volume total de  $H_2SO_4$  gasto (V) em ml. Na impossibilidade de conseguir a mistura indicadora de verde de bromocresol/vermelho de metila, usar o indicador de metilorange.

Nesse caso o ponto de viragem da técnica será de amarelo para alaranjado. O ponto de viragem quando se usa o indicador verde de bromocresol/vermelho de metila é mais nítido do que quando se usa metilorange (FIG.2) (FUNASA, 2006).

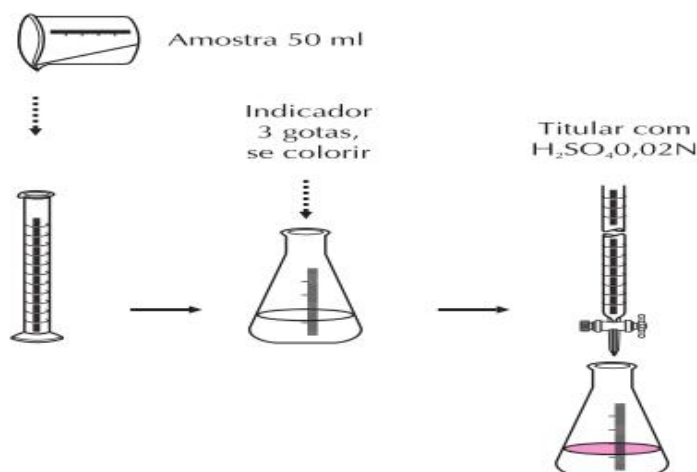


Figura 2 - Fluxograma de análise de alcalinidade total  
Fonte: (FUNASA, 2006)

## 9.2 Gás carbônico livre

“O gás carbônico livre existente em águas superficiais normalmente está em concentração menor do que 10 mg/L, enquanto que em águas subterrâneas pode existir em maior concentração” (FUNASA, 2006)

“O gás carbônico contido na água pode contribuir significativamente para a corrosão das estruturas metálicas e de materiais à base de cimento (tubos de fibro-cimento) de um sistema de abastecimento de água e por essa razão o seu teor deve ser conhecido e controlado” (FUNASA, 2006).

Segundo a Funasa (2006) a determinação de gás carbônico livre pode ser feito mediante titulação com hidróxido de sódio, sendo necessário como material básico bureta de 50 ml, frasco de erlenmeyer de 250 ml, pipeta volumétrica de 100 ml, rolha de borracha, hidróxido de sódio 0,02 N e fenolftaleína. A técnica consiste em:

Tomar 100 ml de amostra (sem agitar) em um erlenmeyer; adicionar 10 gotas de fenolftaleína, se colorir, não contém CO, se não colorir, prosseguir com titulação com a solução de hidróxido de sódio (NaOH) 0,02 N gota a gota até o aparecimento de leve coloração rósea persistente por pelo menos 30 segundos. Anotar o volume (ml) de NaOH gasto (V).

O calculo realizado é o seguinte:

$$V \times 10 \times Fc = \text{mg/L de CO}_2 \text{ livre}$$

Onde: Fc é o fator de correção. Para calcular o CO<sub>2</sub> total aplicar a seguinte fórmula: mg/L CO<sub>2</sub> total = A + 0,44(2B + C)

Onde: A = mg/l CO livre, B = Alcalinidade devida a bicarbonato, C = Alcalinidade devida a carbonato (FIG.3) (FUNASA, 2006).

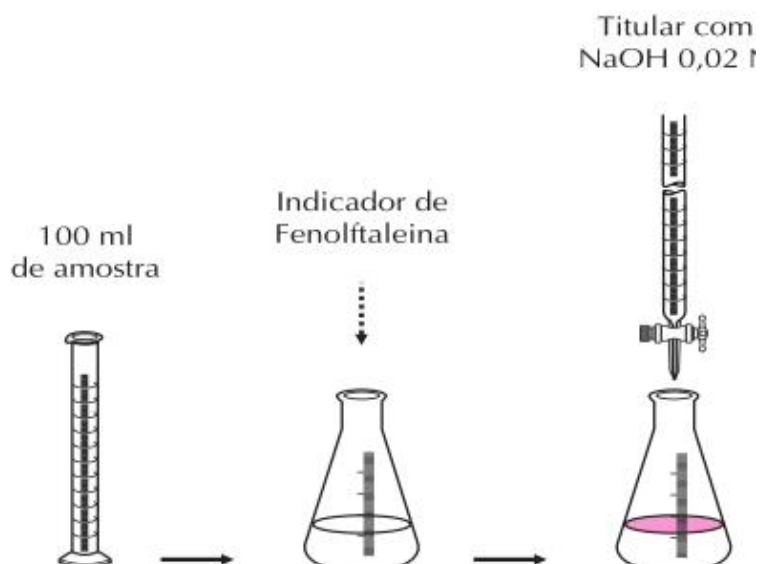


Figura 3 - Fluxograma de análise de CO<sub>2</sub>  
Fonte: (FUNASA, 2006)

## 9.3 Cloretos

“Geralmente os cloretos estão presentes em águas brutas e tratadas em concentrações que podem variar de pequenos traços até centenas de mg/l. Estão presentes na forma de cloretos de sódio, cálcio e magnésio” (FUNASA, 2006).

“A água do mar possui concentração elevada de cloretos que está em torno de 26. 000 mg/l. Concentrações altas de cloretos podem restringir o uso da água em razão do sabor que eles conferem e pelo efeito laxativo que eles podem provocar” (FUNASA, 2006).

“A portaria nº 518/2004 do Ministério da Saúde estabelece o teor de 250 mg/l como o valor máximo permitido para água potável. Os métodos convencionais de tratamento de água não removem cloretos. A sua remoção pode ser feita por desmineralização (deionização) ou evaporação” (FUNASA, 2006).

Segundo a Funasa (2006) a determinação da concentração de cloretos na água pode ser verificada por meio de titulação com nitrato de prata. Os materiais utilizados na técnica são bureta de 50 ml, Becker de 250 ml, frasco de *erlenmeyer* de 250 ml, medidor de pH, proveta de 100 ml, solução padrão de nitrato de prata 0,0141 N, solução indicadora de cromato de potássio  $K_2CrO_4$ , hidróxido de sódio 1 N e cloreto de sódio 0,0141 N. A determinação é feita da seguinte forma:

Colocar 100 ml de amostra no *erlenmeyer*; ajustar o pH entre 7 e 10, se necessário, com NaOH ou  $H_2SO_4$ , adicionar 1 ml da solução indicadora de  $K_2CrO_4$ . Titular com a solução padrão de nitrato de prata 0,0141 N até a viragem para amarelo avermelhado que é o ponto final da titulação; fazer um branco da mesma maneira que a amostra (FIG. 4).

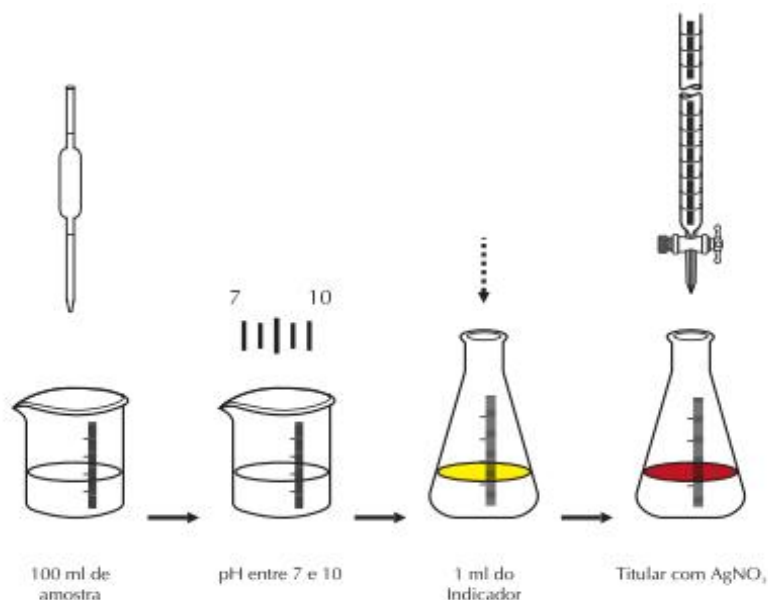


Figura 4 - Fluxograma da análise de cloretos  
Fonte: (FUNASA, 2006)

Calculo:

$$\text{mg/l Cl} = \frac{(A - B) \times N \times 35,450}{\text{ml da amostra}}$$

Onde:

A = ml do titulante gasto na amostra; B = ml do titulante gasto no branco; N = Normalidade do titulante.

#### 9.4 Dureza total

Segundo Oliveira (2007) de acordo com a prática atual, a dureza de uma água é a soma das concentrações de cálcio e magnésio, expressas em termos de carbonato de cálcio, em

miligramas por litro. A dureza de uma água pode variar de zero a centenas de miligramas por litro, dependendo da fonte e do tratamento aplicado.

De acordo com a Funasa (2006) em relação à dureza da água pode-se afirmar que:

A dureza temporária, também chamada de dureza de carbonatos, é causada pela presença de bicarbonatos de cálcio e magnésio.

Esse tipo de dureza resiste à ação dos sabões e provoca incrustações. É denominada de temporária porque os bicarbonatos, pela ação do calor, se decompõem em gás carbônico, água e carbonatos insolúveis que se precipitam.

A dureza permanente, também chamada de dureza de não carbonatos, é devida à presença de sulfatos, cloretos e nitratos de cálcio e magnésio, resiste também à ação dos sabões, mas não produz incrustações por serem seus sais muito solúveis na água. Não se decompõe pela ação do calor (FUNASA, 2006).

Segundo a Funasa (2006) a determinação da dureza da água pode ser feito mediante titulação com EDTA, onde são utilizados buretas de 50 ml, pipetas volumétricas de 25 ml, balão volumétrico de 50 ml, Becker de 100 ml, frasco de erlenmeyer de 250 ml, solução padrão de EDTA 0,01 M, solução tampão, indicador *Eriochrome Black T*, inibidor (cianeto de sódio P.A em pó) e inibidor (sulfeto de sódio). A técnica consiste em:

Tomar 25 ml da amostra e diluir para 50 ml com água destilada em balão volumétrico; transferir para um *becker* de 100 mL e adicionar 1 a 2 ml da solução tampão para elevar o pH a  $10 \pm 0,1$ ; transferir para um frasco Erlenmeyer de 250 ml e adicionar aproximadamente 0,05 gramas do Indicador *Eriochrome Black T*.

Titular com EDTA 0,01M agitando continuamente até o desaparecimento da cor púrpura avermelhada e o aparecimento da cor azul (final da titulação); anotar o volume de EDTA gasto (ml); fazer um branco com água destilada; subtrair o volume de EDTA gasto na titulação do branco do volume de EDTA gasto na titulação da amostra (FIG.5).

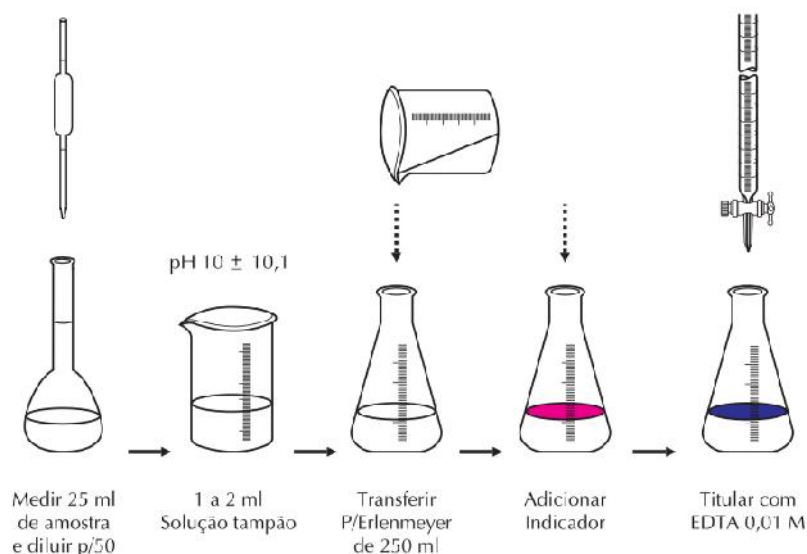


Figura 5 - Fluxograma de análise de dureza da água  
Fonte: (FUNASA, 2006).

A diferença é o volume que será aplicado no calculo abaixo:

|  |
|--|
| $\text{Dureza Total em mg/lCaCO}_3 = \frac{\text{ml de EDTA} \times 1000 \times Fc}{\text{ml de amostra}}$ |
|--|

A ausência de um ponto de viragem definido, geralmente, indica a necessidade de adição de um inibidor ou que o indicador está deteriorado. A ausência de um ponto de viragem definido, geralmente, indica a necessidade de adição de um inibidor ou que o indicador está deteriorado (FUNASA, 2006).

Segundo Oliveira (2007) com relação a diminuição da dureza da água, podem ser utilizados dois processos para redução: processo iônico dos zeólitos e processo com resina de troca iônica.

De acordo com Oliveira (2007) os processos consistem em:

Processo iônico de zeólitos - Os zeólitos são silicatos complexos de sódio e alumínio, que tem a propriedade de trocar o sódio de sua composição por outros íons, como os de cálcio e magnésio, retendo estes elementos que causam a dureza. São, pois, trocadores iônicos.

Uma instalação de abrandamento deste tipo compreende leitos de zeólitos, semelhantes aos filtros rápidos, através dos quais passa a água dura a ser tratada.

Em resumo, a redução da dureza pelos zeólitos consiste em trocar os íons de cálcio e de magnésio, responsáveis pela dureza de uma água, por íons de sódio fornecidos pelos permutadores. Depois de os zeólitos terem cedido todos os seus íons de sódio à água, deve-se inverter o processo, submetendo-se o leito de permutadores ao contato com uma solução concentrada de sal comum, para a sua regeneração.

Em contato com a salmoura, os zeólitos fazem nova troca iônica, retendo novamente o sódio e libertando os íons cálcio e magnésio na água de lavagem, que é descartada.

Processo com resina de troca iônica - A redução da dureza é efetuada através da passagem de água por um leito de resina catiônica, em um processo de abrandamento e/ou de desmineralização (OLIVEIRA, 2007).

## 9.5 pH

“O termo pH representa a concentração de íons hidrogênio em uma solução. Na água, este fator é de grande importância, principalmente nos processos de tratamento. O valor do pH varia de 0 a 14, abaixo de 7 a água é considerada ácida e acima de 7, alcalina. Água com pH 7 é neutra” (FUNASA, 2006).

De acordo com Brasil (2005) a Portaria nº 518/2004 do Ministério da Saúde recomenda que o pH da água seja mantido na faixa de 6,0 a 9,5 no sistema de distribuição.

“Existem no mercado vários aparelhos para determinação do pH. São denominados de potenciômetros ou colorímetros” (FUNASA, 2006).

Segundo Funasa (2005) o material necessário para ajuste de pH é o potenciômetro, cubetas, frasco lavador, papel absorvente, soluções tampão de pH conhecido. E o método consiste em:

Ligar o aparelho e esperar a sua estabilização, lavar os eletrodos com água destilada e enxugá-los com papel absorvente. Calibrar o aparelho com as soluções padrão (pH 4 - 7 ou 9, lavar novamente os eletrodos com água destilada e enxugá-los, introduzir os eletrodos na amostra a ser examinada e

Fazer a leitura, lavar novamente e deixá-los imersos em água destilada e desligar o aparelho (FIG. 6) (FUNASA, 2006).

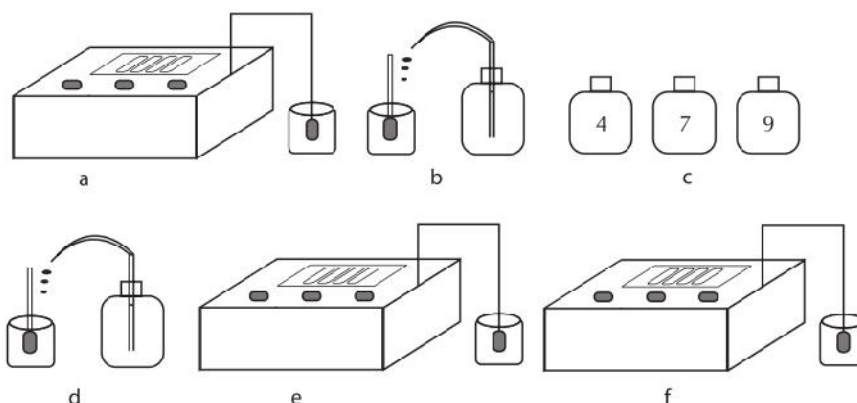


Figura 6 - Fluxograma do teste de pH  
Fonte: (FUNASA, 2006).

## 10 ANÁLISES COLORIMÉTRICAS DA ÁGUA

Segundo Quimlab ([200-?]) a colorimetria é a medição da intensidade da luz transmitida em uma solução. Esta medição é então utilizada para a determinação quantitativa de uma substância dissolvida em uma solução, sendo que esta substância deve ser colorida (absorver luz) ou convertida em um composto colorido.

### 10.1 Cloro residual livre

“O cloro é um produto químico utilizado na desinfecção da água. Sua medida é importante e serve para controlar a dosagem que está sendo aplicada e também para acompanhar sua evolução durante o tratamento” (FUNASA, 2006).

Segundo Brasil (2005) a portaria nº 518/2004 do Ministério da Saúde determina a obrigatoriedade de se manter em qualquer ponto na rede de distribuição a concentração mínima de cloro residual livre de 0,2 mg/l. Recomenda, ainda, que o teor máximo seja de 2,0 mg/l de cloro residual livre em qualquer ponto do sistema de abastecimento.

Segundo a Funasa (2006) os principais produtos utilizados na desinfecção da água são o hipoclorito de cálcio, cal clorada, hipoclorito de sódio e cloro gasoso. O método de determinação da concentração de cloro residual livre na água é feito mediante comparação visual, onde são utilizados como equipamentos um comparador colorimétrico, cubetas de vidro ou acrílico e DPD para cloro livre em cápsula. A técnica consiste em:

Encher a cubeta com água da amostra até a marca de 5,0 ml; colocá-la na abertura do lado esquerdo do aparelho. Encher outra cubeta até a marca de 5,0 ml com a amostra a ser testada. Adicionar uma cápsula do reagente DPD na segunda amostra e misturar, colocar a cubeta no compartimento no aparelho. Antes de 1 minuto fazer a leitura do teor de cloro.

Quando fizer a leitura posicionar o comparador (equipamento) contra uma fonte de luz como, por exemplo, uma janela, o céu ou uma lâmpada. Rotacione o disco até que se obtenha a mesma tonalidade nos dois tubos.

Existem no mercado vários tipos de comparadores colorimétricos para medir o cloro residual, tanto com o uso de ortotolidina quanto o DPD. O uso da ortotolidina está sendo evitado por tratar-se de substância cancerígena e não recomendado pelo *Standard Methods* (FUNASA, 2006).

## 10.2 Cor da água

“A cor da água é proveniente da matéria orgânica como, por exemplo, substâncias húmicas, taninos e também por metais como o ferro e o manganês e resíduos industriais fortemente coloridos. A cor, em sistemas públicos de abastecimento de água, é esteticamente indesejável” (FUNASA, 2006).

Segundo Brasil (2005) a portaria nº 518/2004 estabelece para cor aparente o valor máximo permitido de 15 (quinze) uH como padrão de aceitação para consumo humano.

De acordo com a Funasa (2006) o método utilizado para determinação da cor é feito por meio de comparação visual, onde são utilizados tubos de ensaio de *nessler* forma lata de 50 ml, suporte de madeira e solução padrão de cloroplatinato de potássio (500 unidades de cor). A técnica consiste em:

Preparar padrões de cor na faixa de 5 a 50 unidades de cor, medindo 0,5; 1,0; 1,5; 2,0; 2,5; 3,0; 3,5; 4,0; 4,5; 5,0; 6,0 e 7,0 ml da solução padrão (500 unidades de cor) e colocar em tubos de *nessler* de 50 ml. Diluir com água destilada até a marca de 50 ml e medir 50 ml da amostra em outro tubo de *nessler* e comparar com os padrões.

A comparação deverá ser feita olhando os tubos verticalmente contra um fundo branco. Proteger os padrões contra evaporação e poeira. Quando a cor da amostra for maior do que 70 unidades, fazer diluição até que se obtenha resultado dentro da faixa coberta pelos padrões. Neste caso, o resultado deve ser multiplicado pelo fator de diluição. uH é a unidade de escala de *Hazen* (platinacobalto) (FUNASA, 2006).

## 10.3 Turbidez

“A turbidez da água é devida à presença de materiais sólidos em suspensão, que reduzem a sua transparência. Pode ser provocada também pela presença de algas, plâncton, matéria orgânica e muitas outras substâncias como o zinco, ferro, manganês e areia, resultantes do processo natural de erosão ou de despejos domésticos e industriais” (FUNASA, 2006).

Segundo a Funasa (2006) a turbidez tem sua importância no processo de tratamento da água:

Água com turbidez elevada e dependendo de sua natureza, forma flocos pesados que decantam mais rapidamente do que água com baixa turbidez. Também tem suas desvantagens como no caso da desinfecção que pode ser dificultada pela proteção que pode dar aos microorganismos no contato direto com os desinfetantes. É um indicador sanitário e padrão de aceitação da água de consumo humano.

A Portaria nº 518/2004 do Ministério da Saúde estabelece que o valor máximo permitido é de 1,0 uT para água subterrânea desinfetada e água filtrada após tratamento completo ou filtração direta, e 5,0 uT como padrão de aceitação para consumo humano. Para água resultante de filtração lenta o valor máximo permitido é 2,0 uT (FUNASA, 2006).

De acordo com o Portal Tratamento de Água (2008) a determinação do método da turbidez pelo método nefelométrico é adotado nas atividades de controle de poluição da água e de verificação do parâmetro físico nas águas consideradas potáveis:



O método é baseado na comparação da intensidade de luz espalhada pela amostra em condições definidas, com a intensidade da luz espalhada por uma suspensão considerada padrão.

Quanto maior a intensidade da luz espalhada maior será turbidez da amostra analisada. O turbidímetro é o aparelho utilizado para a leitura, este aparelho é constituído de um nefelômetro, sendo a turbidez expressa em unidades nefelométricas de turbidez (UNT).

O nefelômetro consta de uma fonte de luz, para iluminar a amostra e um detector fotoelétrico com um dispositivo para indicar a intensidade da luz espalhada em ângulo reto ao caminho da luz incidente.

As amostras para análise de turbidez devem ser coletadas em frascos de plástico ou de vidro. Recomenda-se que as análises sejam realizadas num período Máximo de 24 horas, as amostras devem ser guardadas no escuro.

O aparelho deve detectar diferenças de turbidez de 0,02 unidades para águas com turbidez menor que 1 (uma) unidade, a turbidez máxima a ser medida é 40 UNT, sendo necessário realizar diluições se a medida da turbidez for superar ao valor máximo.

Como interferências ressaltamos a presença de detritos e materiais grosseiros em suspensão que se depositam rapidamente, que resultará resultados mais baixos a cor verdadeira interfere negativamente devido à sua propriedade de absorver luz as bolhas pequenas provocarão resultados superestimados (PORTAL TRATAMENTO DE ÁGUA, 2008).

## 10. 4 Temperatura

“A temperatura está relacionada com o aumento do consumo de água, com a fluoretação, com a solubilidade e ionização das substâncias coagulantes, com a mudança do pH, com a desinfecção, etc” (FUNASA, 2006).

De acordo com Funasa (2006) a análise da temperatura é muito simples e envolve somente a aferição por meio de um termômetro.

## 10.5 Fluoretos

“O uso de flúor na água de abastecimento público é considerado, em saúde pública, a medida mais efetiva na redução da cárie dentária dos últimos quarenta anos. É um método de prevenção simples, econômico, seguro, eficaz e de grande alcance coletivo” (FERRERIA; BENEDET, 1999).

“Em razão disso e outros fatores, é que o seu controle se faz necessário na estação de tratamento de água. Existem vários métodos para determinação de flúor na água. Os três mais conhecidos são: O método *Spadns*, o *Scott-Sanchis* e o método do eletrodo específico para íons fluoretos” (FUNASA, 2006).

De acordo com Ferreira e Benedet (1999) outros dois métodos muito conhecido e eficazes para determinação de fluoretos na água é o método de colorimétrico de alizarina, que baseia-se na reação de cor do zircônio-alizarina, que se combinam para formar cromogênio e o método eletrométrico:

Quando a amostra apresenta baixo conteúdo de flúor, a cor vermelha da laca é perfeitamente visível. Quando a amostra contém alta quantidade de flúor observa-se a cor amarela da alizarina, não complexada ao zircônio.

O método eletrométrico utiliza eletrodo seletivo para medir a concentração de flúor, oferecendo resposta acurada numa grande faixa de concentração.

É sensível para flúor na presença de muitos íons comumente encontrados em águas de abastecimento público e sistemas biológicos.

O eletrodo é calibrado com soluções conhecidas de fluoreto de sódio ou de potássio (2, 3, 4, 5). Nas determinações de fluoretos com eletrodo seletivo deve-se considerar a força iônica e o pH da solução, além da presença de cátions que podem se ligar ao flúor. Portanto, é necessário que a força iônica de todas as amostras e padrões sejam ajustadas, sendo recomendado pH entre 5,0 e 5,5. Nesta faixa, somente cerca de 1% do flúor na solução é ácido fluorídrico (HF) e a concentração de hidroxilas é menor que  $1 \times 10^{-6}$  M, valor muito menor que o limite de detecção do método. Certos cátions bivalentes ou trivalentes formam fortes vínculos iônicos com o flúor. Assim sendo, é necessário adicionar às soluções um agente quelante apropriado, que permita remover ou complexar os cátions que interferem no método (FERREIRA; BENEDET, 1999).

## 11 PROCEDIMENTOS DE ROTINA EM ESTAÇÕES DE TRATAMENTO

Em uma estação de tratamento existem muitos procedimentos a ser seguidos por diferentes ensaios ou testes, porém alguns desses procedimentos se tornam rotineiro devido serem a base para os demais testes a serem feitos. Dentre os procedimentos mais rotineiros se destacam o ensaio de coagulação feito por meio do equipamento *jar-test* e a correção de pH da água tratada.

### 11.1 Ensaio de coagulação (*Jar-test*)

“O ensaio de coagulação é um procedimento de rotina em estações de tratamento de água para determinar a dosagem dos produtos químicos utilizados no tratamento. Podemos dizer que é uma simulação do que ocorre na ETA” (FUNASA, 2006).

Segundo a Funasa (2006):

Para realizar este ensaio, é necessário que se conheça previamente as seguintes características da água bruta: cor, turbidez, alcalinidade, pH e temperatura; além de parâmetros hidráulicos da estação de tratamento, tais como: vazão, tempo de detenção no floculador, velocidade de sedimentação no decantador, etc.

O ensaio de coagulação não é uma operação muito simples, pois devem ser consideradas algumas variáveis do processo, como a cor e turbidez da água bruta; se a alcalinidade natural da água é suficiente, se o pH está dentro da faixa ótima de floculação, o tipo de coagulante empregado, etc.

Segundo a Funasa (2006) o ensaio de coagulação envolve algumas etapas a qual devem ser observados alguns critérios:

Fazer análise da amostra bruta (cor, pH, turbidez e alcalinidade total, temperatura); descobrir o pH ótimo de floculação; verificar a menor dosagem do coagulante no pH ótimo; observar a velocidade de sedimentação dos flocos; analisar o sobrenadante, verificando, principalmente, a remoção de cor e turbidez (FUNASA, 2006).

De acordo com Funasa (2006) o material utilizado na técnica é o próprio aparelho de *Jar-test*, *becker* em forma baixa de 1000 ml, solução de sulfato de alumínio a 1%, solução de cal a 0,5% e pipetas graduadas de 5 e 10 ml. O teste consiste em dois procedimentos:

Procedimento 1 - Considerando que a água bruta tenha alcalinidade natural suficiente e tenha, também, um pH ótimo de floculação). Colocar 6 *beckers* de 1 litro na plataforma do aparelho de *Jar-Test*. Enchê-los com água bruta até a marca de 1000 ml; ligar o aparelho na velocidade máxima 100 r.p.m e

adicionar simultaneamente nos *beckers* a quantidade de coagulante (sulfato de alumínio) que foi calculada para cada becker.

Deixar agitar nessa velocidade por 2 a 3 minutos (tempo de detenção na câmara de mistura rápida); reduzir a velocidade de agitação para 50 r.p.m durante 10 a 30 minutos (tempo de detenção nos floculadores); deixar as amostras decantar por algum tempo (esse tempo seria o correspondente à velocidade de sedimentação no decantador - 10 a 30 minutos). Coletar o sobrenadante de todos os *beckers* e analisar os parâmetros necessários para verificar qual deles apresentou melhor resultado; normalmente o melhor resultado é aquele que apresentou maior redução de cor e turbidez e essa dosagem deverá ser a escolhida.

Procedimento 2 - Quando a água não tem alcalinidade natural suficiente e desconhece-se o pH ótimo de floculação. Colocar 6 *beckers* de 1 litro na plataforma do aparelho de *Jar-Test*; enchê-los com água bruta até a marca de 1000 ml. Ligar o aparelho na velocidade máxima 100 r.p.m; estabelecer diferentes pH nos *beckers* usando álcali (cal hidratada); aplicar uma quantidade fixa de sulfato de alumínio em todos os *beckers* e [proceder conforme o procedimento 1]. Medir o pH do frasco que apresentou melhor resultado; executar novo ensaio, fixando em todos os *beckers* o pH ótimo encontrado no item anterior; adicionar sulfato de alumínio em cada *becker*, variando a concentração em valores próximos (menor e maior) da dosagem utilizada no procedimento 1 (FIG. 7).

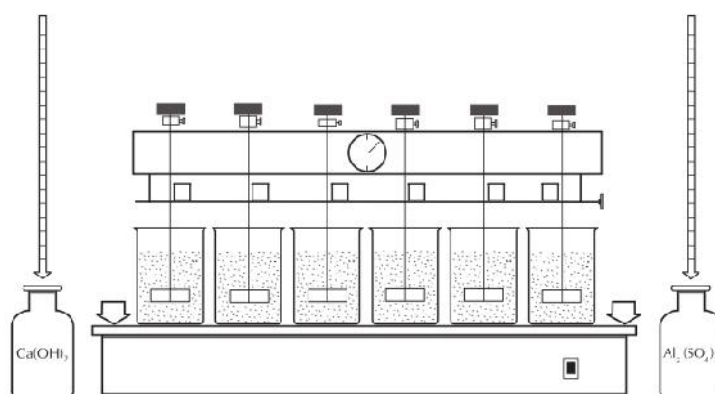


Figura 7 - Equipamento de ensaio de coagulação  
Fonte: (FUNASA, 2006)

## 11.2 Correção do pH da água tratada

“A correção do pH da água tratada é um procedimento utilizado nas ETAs com a finalidade de prevenir o processo de corrosão das estruturas metálicas do sistema de distribuição que é provocado pela acidez da água, conseqüência da presença de gás carbônico dissolvido” (FUNASA, 2006).

“Na rotina dos laboratórios das estações de tratamento o pH é medido e ajustado sempre que necessário para melhorar o processo de coagulação/floculação da água e também o controle da desinfecção” (FUNASA, 2006).

De acordo com a Funasa (2006) o método de determinação é designado ensaio do mármore, na qual são utilizados como materiais balão volumétrico de 1000 ml, medidor de pH, balança e carbonato de cálcio. A técnica consiste em:

Colocar 750 ml de água filtrada em um balão volumétrico de 1000 ml; determinar o pH e a alcalinidade dessa água; adicionar 10 gramas de Carbonato de cálcio ao balão; agitar por meia hora e deixar decantar e filtrar. Determinar o pH; agitar novamente o balão por mais meia hora; deixar decantar e filtrar; determinar novamente o pH. O pH de saturação será o pH constante encontrado.

[Se a alcalinidade final for maior que a alcalinidade inicial a água é corrosiva, se alcalinidade final for igual a alcalinidade inicial, a água não é corrosiva e alcalinidade inicial for igual a final, a água é incrustante]. (FUNASA, 2006).

## 12 BIOSSEGURANÇA EM LABORATÓRIO DE ANÁLISE DE ÁGUA

Segundo a Funasa (2006) os procedimentos relacionados a biossegurança deverão ser observados pelo técnicos que atuam na área. Os cuidados laboratoriais se relacionam aos procedimentos de ordem pessoal, relacionados ao próprio laboratório, ao uso de vidrarias e aos equipamentos em geral.

De acordo com a Funasa (2006) em relação aos procedimentos de ordem pessoal, deve-se observar os seguintes procedimentos:

- Não pipetar nenhum tipo de líquido com a boca;
- Usar óculos de proteção nos ambientes do laboratório onde o uso é obrigatório;
- Não levar as mãos à boca ou aos olhos quando estiver manuseando produtos químicos;
- Não guardar alimentos na geladeira do laboratório;
- Não fazer refeições dentro do laboratório;
- Não fumar no interior do laboratório;
- Lavar cuidadosamente as mãos com bastante água e sabão, antes de fazer qualquer refeição;
- Usar avental, sempre;
- Não manipular produtos tóxicos sem antes se certificar de sua toxicidade (FUNASA, 2006).

Segundo a Funasa (2006) em relação aos procedimentos relacionados ao laboratório:

- Manter as bancadas do laboratório sempre limpas e livres de materiais estranhos ao trabalho;
- Retirar da bancada os materiais, amostras e reagentes empregados no trabalho, logo após utilizá-los;
- Limpar imediatamente qual quer derramamento de produtos e reagentes com os cuidados necessários;
- Ao esvaziar um frasco de reagente, fazer a limpeza prévia com água, antes de colocá-lo para lavagem;
- Rotular imediatamente qualquer reagente ou solução preparada e as amostras coletadas;
- Não jogar produtos corrosivos concentrados na pia; descartá-los somente após serem diluídos;
- Na preparação de soluções ácidas nunca adicionar água no ácido e sim ácido na água;
- Não jogar na pia líquidos inflamáveis e/ou voláteis; estocá-los em recipientes adequados;
- Dispor os cilindros com gases em ambiente externo ao laboratório, devidamente acondicionados;
- Usar capela de exaustão de gases para trabalhos com líquidos inflamáveis e/ou voláteis (FUNASA, 2006).

De acordo com a Funasa (2006) aos procedimentos para uso de vidraria, deve-se observar os seguintes aspectos:

- Não utilizar materiais de vidro trincados;
- Usar luvas de amianto para manusear peças de vidro que estejam quentes;
- Não deixar frascos quentes sem proteção sobre as bancadas do laboratório, colocá-los sobre placas de amianto;
- Não aquecer recipiente de vidro em chama direta, usar tela de amianto;

- Não pressurizar recipientes de vidro;
- Não esquecer vidraria em aquecimento - usar despertador, sempre;
- Não usar frascos para amostras que não estejam perfeitamente limpos e sem certificar-se de sua adequação aos serviços a serem executados;
- Usar luvas de pelica e óculos de segurança, sempre que: atravessar ou remover rolhas de borracha ou cortiça, de tubos de vidro ou termômetros;
- Remover tampas de vidro emperradas;
- Remover cacos de vidro - usar pá de lixo e escova;
- Usar protetor facial e luvas de pelica quando agitar solventes voláteis em frascos fechados (FUNASA, 2006).

E por fim com relação ao uso de equipamentos em geral, a Funasa (2006) recomenda que seja observado os seguintes procedimentos:

- Antes de utilizar qualquer equipamento ler antes as instruções de operação fornecidas pelo fabricante;
- Nunca ligar equipamentos elétricos sem antes verificar a voltagem;
- Não instalar nem operar equipamentos elétricos sobre superfícies úmidas;
- Não deixar equipamentos elétricos ligados no laboratório fora do expediente, exceto os de energia constante como geladeiras, estufas, etc.;
- Combater fogo em equipamentos elétricos somente com extintor de CO<sub>2</sub>;
- Manter os equipamentos de segurança em locais de fácil acesso e ao alcance de todos os funcionários do laboratório, tais como: extintor de incêndio; chuveiro de emergência; lavador de olhos; cobertor de segurança; máscara contra gases; máscaras e óculos de segurança, etc (FUNASA, 2006).

## 13 LEGISLAÇÃO

**Decreto nº 24.643, de 10 de julho de 1934 (Código das Águas).** Dispõe sobre a água em geral e suas propriedades. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/decreto/D24643.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/D24643.htm).

**Lei nº 6.938, de 31 de Agosto de 1981.** Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/Leis/L6938.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L6938.htm).

**Lei nº 9.433, de 8 de Janeiro de 1997.** Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/Leis/L9433.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9433.htm).

**Lei nº 9.605, de 12 de Fevereiro de 1998.** Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/Leis/L9605.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9605.htm).

**Lei nº 9.966, de 28 de Abril de 2000.** Dispõe sobre a prevenção, o controle e a fiscalização da poluição causada por lançamento de óleo e outras substâncias nocivas ou perigosas em águas sob jurisdição nacional e dá outras providências. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/Leis/L9966.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9966.htm).

**Portaria nº 518, de 25 de março de 2004.** Estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, e dá outras providências. Disponível em: [http://portal.saude.gov.br/portal/arquivos/pdf/portaria\\_518\\_2004.pdf](http://portal.saude.gov.br/portal/arquivos/pdf/portaria_518_2004.pdf).

## Conclusões e recomendações

Recomenda-se contato com as instituições abaixo para informações:

### Agência Nacional de Águas - ANA

Setor Policial, área 5, Quadra 3, Blocos "B", "L", "M" e "T" - Brasília - DF  
 CEP: 70610-200  
 Telefone: (61) 2109-5252  
 Site: <<http://www2.ana.gov.br/>>

### Ministério do Meio Ambiente - MMA

Esplanada dos Ministérios - Bloco B - Brasília - DF  
 CEP: 70068900  
 Telefone: (61) 2028-2160 / 2028-2000  
 E-mail: <[webmaster@mma.gov.br](mailto:webmaster@mma.gov.br)>  
 Site: <<http://www.mma.gov.br/>>

Recomenda-se contato com profissionais especialista na área química e do meio ambiente para uma correta medida de descontaminação do solo e das águas.

## Referências

BARBOSA, Débora Almeida; LAGE, Mirelle Mafra; BADARÓ, Andréa Cátia Leal. Qualidade microbiológica da água dos bebedouros de um campus universitário de Ipatinga, Minas Gerais. **Revista Digital de Nutrição**, Ipatinga, v.3, n. 5, ago./dez., 2009. Disponível em: <[http://www.unilestemg.br/nutrirgerais/downloads/artigos/5\\_edicao/Artigo\\_QUALIDADE\\_MICROBIOLOGICA\\_DA\\_AGUA\\_DOS\\_BEBEDOUROS.pdf](http://www.unilestemg.br/nutrirgerais/downloads/artigos/5_edicao/Artigo_QUALIDADE_MICROBIOLOGICA_DA_AGUA_DOS_BEBEDOUROS.pdf)>

BRASIL. Ministério da Saúde. **Portaria MS nº 518/2004**. Brasília: Editora MS, 2005. (Série E: legislação de saúde). Publicação para difusão da Portaria nº 518, de 25 de março de 2004. Disponível em: <[http://portal.saude.gov.br/portal/arquivos/pdf/portaria\\_518\\_2004.pdf](http://portal.saude.gov.br/portal/arquivos/pdf/portaria_518_2004.pdf)>. Acesso em: 15 ago. 2012.

FERREIRA, Rinaldo; BENEDET, Honório Domingos. Comparação de métodos para determinação de flúor. **B. Ceppas**, Curitiba, n.1, v. 17, jan./jun., 1999. Disponível em: <[www.ser.ufpr.br](http://www.ser.ufpr.br)>. Acesso em: 09 ago. 2012.

FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE - FUNASA. **Manual prático de análise de água**. 2 ed. Brasília: Fundação Nacional de Saúde, 2006. 146 p. Disponível em: <[http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/manual\\_analise\\_agua\\_2ed.pdf](http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/manual_analise_agua_2ed.pdf)>. Acesso em: 10 ago. 2012

LABORATÓRIO DE MICROBIOLOGIA E ECOLOGIA DE MICROORGANISMOS - LABEM. **Meios de cultura**. Salvador, [200-?]. Disponível em: <<http://www.microbiologia.ufba.br/ensino.htm>>. Acesso em: 10 ago. 2012.

MENEZES, J.P.C et al. Avaliação físico-química e microbiológica da água subterrânea da cidade de Araguari (MG). In: ENCONTRO LATINO AMERICANO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 14., ENCONTRO LATINO AMERICANO DE PÓS-GRADUAÇÃO, 10., 2010, São José dos Campos. **Anais...** São José dos Campos: UNIVAP, 2010. Disponível em: <[http://www.inicepg.univap.br/cd/INIC\\_2010/anais/arquivos/0597\\_0789\\_01.pdf](http://www.inicepg.univap.br/cd/INIC_2010/anais/arquivos/0597_0789_01.pdf)>. Acesso em: 10 ago. 2012.

OLIVEIRA, Aline Maxiline Pereira. **Alcalinidade e dureza das águas**. São Paulo, 2007. Disponível em: <[http://www.kurita.com.br/adm/download/Alcalinidade\\_e\\_Dureza.pdf](http://www.kurita.com.br/adm/download/Alcalinidade_e_Dureza.pdf)>. Acesso em: 10 ago. 2012.

PORTAL TRATAMENTO DE ÁGUA. **Determinação da turbidez**. São Paulo, 2008. Disponível em:

<[http://www.tratamentodeagua.com.br/r10/Biblioteca\\_Detalhe.aspx?codigo=391](http://www.tratamentodeagua.com.br/r10/Biblioteca_Detalhe.aspx?codigo=391)>. Acesso em: 10 ago. 2012.

PRECISIONS LABS. **Potabilidade da água**. São Paulo, [200-?]. Disponível em: <<http://www.precisionlabs.com.br/index.php/servicos/potabilidade-da-agua>>. Acesso em: 10 ago. 2012.

QUIMLAB. **Colorimetria**. Jacareí, [200-?]. Disponível em: <[http://www.quimlab.com.br/cursos\\_quimlab/colorimetria.pdf](http://www.quimlab.com.br/cursos_quimlab/colorimetria.pdf)>. Acesso em: 10 ago. 2012.







*Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas*

[www.respostatecnica.org.br](http://www.respostatecnica.org.br)