

## PORTARIA Nº 635/BSB. DE 26 DE DEZEMBRO DE 1975

O Ministro de Estado da Saúde, no uso das atribuições que lhe confere o artigo do Decreto nº 76.872 de 22 de dezembro de 1975, e tendo em vista o disposto na Lei nº 6.050 de 24 de maio de 1974, RESOLVE:

I – Aprovar as Normas e Padrões, a seguir, sobre a fluoretação da água dos sistemas públicos de abastecimento, destinada ao consumo humano.

II - Para efeito desta Portaria são adotadas as seguintes definições:

1. Fluoretação - Teor de concentração do íon fluoreto presente na água destinada ao consumo humano, apto a produzir os efeitos desejados à prevenção da cárie dental.
2. Íon - Átomos ou grupo de átomos dotados de carga elétrica.
3. Concentração de íon fluoreto - Relação entre a massa do íon fluoreto dissolvida na água e a massa da solução, geralmente expressa em partes por milhão (ppm) que representa miligramas de íon flúor por quilograma de solução. Para efeito desta norma admite-se que 1 litro de água, pesa 1 quilograma; portanto ppm = 1 mg/litro.
4. Composto Fluoretado - Qualquer composto químico que contenha em sua composição o íon fluoreto (f).
5. Dosador de Produtos Químicos - Equipamento que lança na água quantidades pré-determinadas de produtos químicos.
6. Dosagem por Solução - Aquela na qual o produto químico é medido como volume de solução.
7. Dosagem a Seco - Aquela na qual uma quantidade medida de um composto químico seco é descarregada por um dosador durante um determinado intervalo de tempo.
8. Dosador a Seco Volumétrico - Equipamento que descarrega volume específico (  $\text{cm}^3$  ,  $\text{dm}^3$  , etc.) de produto químico, durante um determinado intervalo de tempo.
9. Dosador a Seco Gravimétrico - Equipamento que descarrega um certo peso ( g, Kg, etc.) de produto químico durante um determinado intervalo de tempo.

10. Prevalência de Cárie Dental - Quantidade desta afecção existente numa comunidade ou num indivíduo em dado momento.

III - Os sistemas públicos de abastecimento de água fluoretada deverão obedecer aos seguintes mínimos:

1. Abastecimento contínuo da água distribuída à população, em caráter regular e sem interrupção.
2. A água distribuída deve atender os padrões de potabilidade.
3. Sistemas de operação e manutenção adequados.
4. Sistema de controle rotineiro da qualidade da água distribuída.

IV - A concentração recomendada de íon fluoreto nas águas de abastecimento público é obtida pela seguinte fórmula:

$$C = \frac{22,2}{E}$$

onde

$$E = 10,3 + 0,725 T$$

T = média de Temperatura máxima diárias observadas durante um período mínimo de 1 ano (recomendado 5 anos) em graus centígrafos.

V - Os limites recomendados para a concentração do íon fluoreto em função da média das Temperaturas máximas diárias são os indicados no Quadro I, que acompanha esta Portaria.

VI - Os compostos químicos de flúor que podem ser empregados nos sistemas públicos de abastecimento de água são os indicados no Quadro II, que acompanha esta Portaria.

VII - Os métodos de análise e procedimentos para determinação da concentração do íon fluoreto na água são os indicados nos subitens seguintes, e a descrição dos mesmos as constantes do Anexo, sua Tabela e Figura.

1. Métodos analíticos

1.1 Eletrométrico

1.2 SPADNS (fotométrico)

### 1.3 Visual da Alizarina

Obs. Para os dois últimos deverão ser realizadas a destilação prévia das amostras com o objetivo de eliminar os interferentes, caso seja necessário.

## 2. Procedimentos

2.1 Para a determinação do teor do íon fluoreto, as águas bruta e fluoretada deverão ser analisadas, por um dos métodos discriminados no Anexo, sua Tabela e Figura.

2.2 A frequência diária das análises a serem efetuadas dependerá da complexidade e porte do sistema de água.

2.3 O controle (diário e mensal) a ser exercido sobre a água, conterà, obrigatoriamente, os seguintes elementos:

2.3.1 - Cidade

2.3.2 - Estado

2.3.3 - Dia, mês e ano

2.3.4 - Responsável pela análise

2.3.5 - Dose ótima de flúor

2.3.6 - Método de análise ( com ou sem destilação)

2.3.7 - Composto de flúor empregado

2.3.8 - Vazão do sistema

2.3.9 - Teor do íon fluoreto natural

2.3.10 - Quantidade de composto de flúor agregado ( diário)

2.3.11 - Teor diário do íon fluoreto na água fluoretada.

VIII - Os tipos e precisão dos equipamentos tolerados para dosagem dos compostos de flúor são os seguinte:

### 1. Tipos

1.1 De solução

1.2 A Seco ( volumétrico e gravimétrico )

### 2. Precisão

2.1 O equipamento para dosagem dos compostos fluoretados por via úmida deverão permitir no máximo um erro de 0,1 mg/1 a um nível de 1 mg/1, ou seja 10% para mais ou menos.

2.2 Nos equipamentos para dosagem dos compostos fluoretados por via seca será tolerada uma oscilação para mais ou menos de no máximo 3 a 5% no tipo volumétrico e de 1 a 2% no tipo gravimétrico.

IX - As técnicas de fluoretação de acordo com o composto químico a utilizar, em função da vazão do sistema com a dosagem a seco ou por via úmida, são as descritas no quadro III, que acompanham esta Portaria, indicativos dos compostos químicos, vazão 1/s, equipamentos requeridos, espécies de produtos químicos, manuseio, pontos de aplicação e cuidados especiais.

X - Esta Portaria entrará em vigor na data de sua publicação no Diário Oficial da União.

Paulo de Almeida Machado

## **A N E X O**

### **MÉTODOS DE ANÁLISE E PROCEDIMENTO PARA A DETERMINAÇÃO DE ÍON FLUORETO NA ÁGUA**

#### **1 - Considerações Gerais**

Entre os diversos métodos para determinação do íon fluoreto na água, os eletrométricos e os colorimétricos são atualmente considerados os mais satisfatórios. Os métodos colorimétricos são baseados na reação entre o fluoreto e a laca de zircônio com um corante orgânico. O fluoreto forma um complexo  $ZrF_6^{2-}$  - que é incolor. A proporção que a quantidade de íon fluoreto cresce, a coloração da laca decresce ou modifica seu matiz.

Como todos os métodos colorimétricos estão sujeitos a erros provocados por íons interferentes na amostra é necessário destila-la antes de se fazer a determinação do fluoreto. Se os interferentes presentes na amostra estão em concentrações baixas, não será necessário destila-la podendo-se passar diretamente aos métodos colorimétricos.

#### **2 - Seleção do Método**

A adição de um tampão de citrato livra o método eletrométrico de interferentes tais como íons de alumínio, hexametáfosfato, ferro e ortofosfato, que nos métodos colorimétricos são eliminados por destilação preliminar.

Ambos os métodos colorimétricos são aplicáveis a amostras contendo teores de fluoreto na faixa 0,05 a 1,4 mg/1, enquanto que o método eletrométrico é aplicável para teores de 0,1 a 5 mg/1.

Com a aplicação dos métodos SPADNS e eletrométrico os resultados são lidos imediatamente, enquanto que, com o de alizarina, é necessário esperar 1 hora após a adição do corante para o desenvolvimento da cor.

Os métodos SPADNS e eletrométrico necessitam equipamentos, enquanto o visual de alizarina necessita apenas vidraria de laboratório. Padrões permanentes para o método visual poderão ser usados, mas precauções especiais deverão ser tomadas pelo analista.

### 3 - Interferentes nos Métodos Colorimétricos

Em geral os métodos colorimétricos estão sujeitos aos mesmos interferentes, variando apenas os graus. A tabela indicada as substâncias que comumente interferem nos dois métodos. Estas interferências não são aditivas. A amostra deverá ser previamente destilada quando qualquer substância presente cause interferência, cujo erro seja de 0,1 mg/1, ou quando houver dúvida no efeito. A destilação também é recomendada para as amostras coloridas ou turvas. Algumas vezes pode-se diluir a amostra ou neutralizá-la, quando for o caso, para diminuir os efeitos interferentes.

O cloro interfere em todos os métodos colorimétricos e deverá ser removido.

Nos métodos colorimétricos volumes e temperaturas são críticos e devem ser medidos com precisão, pois deles dependem os resultados.

### 4 - Amostragem

Frascos de polietileno são preferíveis na coleta de amostras de água para análise de fluoretos. Frascos de vidro são satisfatórios desde que se evite usar frascos que contiveram soluções concentradas de fluoretos. Em todos os casos, deverá ser adotada a prática de lavar inicialmente os frascos com água que vai ser analisada.

Caso se aproveitem na determinação de fluoretos amostras colhidas para exames bacteriológicos, deve-se tomar precauções quanto às substâncias usadas para eliminar cloro, pois o tiosulfato, em concentrações de 100 mg/1, interfere produzindo precipitado.

## 5 - Tabela

### Substâncias interferentes nos métodos colorimétricos

| Substância Interferente                           | Método Spands |              | Método Visual de Alizarina |              |
|---|---------------|--------------|----------------------------|--------------|
|   | Conc. mg/l    | Tipo de Erro | Conc. mg /l                | Tipo de Erro |
| Alcalinidade (CaCO <sub>3</sub> )                 | 5.000         | -            | 400                        | -            |
| Alumínio (Al +++)                                 | 0,1           | -            | 0,25                       | -            |
| Cloreto (Cl <sup>-</sup> )                        | 7.000         | +            | 2.000                      | -            |
| Ferro (Fe +++)                                    | 10            | -            | 2                          | +            |
| Hexametáfosfato (NaPO <sub>3</sub> ) <sub>6</sub> | 1,0           | +            | 1,0                        | +            |
| Fosfato (PO <sub>4</sub> <sup>-</sup> )           | 16            | +            | 5                          | +            |
| Sulfato (SO <sub>4</sub> <sup>-</sup> )           | 200           | +            | 300                        | +            |

## 6 - Destilação Preliminar

6.1. Discussão - Por meio de destilação, o íon fluoreto pode ser separado dos outros elementos existentes nas águas, na forma de ácido fluoessílico ou fluorídrico ou fluorídrico. A recuperação quantitativa do fluoreto se obtém usando amostras relativamente grandes e sob altas temperaturas.

6.2. Equipamento - O aparelho de destilação (figura) consiste: de um balão de vidro pirex, com capacidade de um litro, fundo redondo e pescoço longo, de um tubo de conexão; de um condensador eficiente, e de um termômetro com escala de 0.º a 200ºC. qualquer outro destilador semelhante ao da figura poderá ser usado. Os pontos críticos a serem observados são aqueles que afetam a completa recuperação dos fluoretos, tais como obstruções do vapor etc., e condições que podem aumentar o arraste do sulfato. Deste modo, pode-se usar anteparos de asbesto para proteger da chama a parte superior do balão de destilação. Pode-se modificar este aparelho de modo a desligar automaticamente quando a destilação acabar.

### 6.3. Reagentes -

- a) ácido sulfúrico concentrado
- b) sulfato de prata cristalizado

## 6.4. Procedimento

a) Coloque 400 ml de água destilada no frasco de destilação e cuidadosamente adicionar 200 ml de ácido sulfúrico concentrado. Agite até homogeneizar o conteúdo do frasco. Adicionar 25 a 35 pérolas de vidro e ligue o aparelho como mostra a figura, certificando-se que todas as juntas estão ajustadas.

Comece aquecer lentamente, passando aos poucos a um aquecimento tão rápido quanto rápido permitir o condensador (o destilado deverá sair frio) até que a temperatura do líquido contido no frasco atinja exatamente 180°C. Neste instante para destilação e elimine o destilado. Este processo serve para remover qualquer contaminação do fluoreto e ajustar a relação ácido-água para destilações subseqüentes.

b) Após esfriar a mistura do ácido remanescente do item anterior ou de destilações prévias, até 120°C ou abaixo, adicione 300ml da amostra, mistura cuidadosamente, e destile como descrito anteriormente até a temperatura atingir 180°C. Para prevenir o arraste de sulfato, não permita que a temperatura ultrapasse 180°C.

c) Adicione sulfato de prata ao frasco de destilação na proporção de mg por miligrama de cloreto, quando amostras alto conteúdo em cloretos são analisadas.

d) Use a solução de ácido sulfúrico repetidamente até que os contaminantes das amostras de água, acumuladas no frasco de destilação, comecem a interferir no destilado. Verifique a possibilidade de uso ácido periodicamente, destilando amostras conhecidas de fluoretos. Após a destilação de amostras com altos teores de fluoretos, adicione 300 ml de água e continue a destilação combinando os destilados. Se necessário repita a operação até que o conteúdo de fluoretos no destilado seja mínimo. Adicione ao primeiro destilado, os destilados subseqüentes. após períodos de inatividade, destile água e elimina o destilado, antes de destilar a amostra.

6.5 - Interpretação dos Resultados - O fluoreto recuperado na destilação está quantitativamente dentro da precisão dos métodos usados para a determinação.

## 7. Método Eletrométrico

7.1. - Interferentes - Cátions polivalentes tais como Al (+++), Fe (+++) e Si (++++) formam complexos com o íon fluoreto. a formação dos complexos depende do pH da solução e dos níveis de relação entre o fluoreto e os tipos de complexos. Em presença de concentrações de alumínio acima de 2mg/l, o íon citrato numa solução tampão, preferentemente formará complexos com o alumínio, acima de mg/1, o íon citrato numa solução tampão, preferentemente formará complexos com o alumínio, libertando o íon fluoreto.

Em soluções ácidas, o íon hidrogênio forma complexo com o íon fluoreto, mas o complexo é desprezível se o pH for ajustado acima de 5. Em soluções alcalinas o íon hidroxila interfere com a resposta de eletrodo em função de íon fluoreto, sempre que o nível de hidroxila for maior do que um décimo do nível de íon fluoreto presente. Entretanto, a um pH igual ou menor que 8, a concentração de hidroxila é igual ou menor que  $10^{-6}$  molar e neste caso não haverá interferência para qualquer concentração de fluoretos detectáveis.

## 7.2 - Equipamento -

a) Potenciômetro com escala de pH ampliada ou um medidor específico de íons que possua um milivoltímetro ou outra escala apropriada além da de pH.

b) Eletrodo tipo Beckman nº 40463 ou Cerning nº 47012 ou Orion nº 900100 ou outro semelhante.

c) Eletrodo especial para fluoretos.

d) Agitador magnético com barra agitadora revestida de teflon.

e) Cronômetro.

## 7.3. - Reagentes -

a) Solução de Fluoreto de 100 ug/ml - Dissolva 221,0mg de fluoreto de sódio anidro ( $\text{NaF}$ ), em água destilada e leve o volume para 1000 ml. Cada ml da solução contém 100 ug de F.

b) Solução Padrão de Fluoreto - Dilua 100 ml da solução de Fluoreto de 100 ug/ml para 1000 ml com água destilada. Cada ml conterá 10 ug de F.

c) Solução Tampão (TISAB) - Coloque aproximadamente 500 ml de água destilada em um beaker de 1000 ml. Adicione 57 ml de ácido acético glacial, 58 g de cloreto de sódio ( $\text{NaCl}$ ) e 12 g de citrato de sódio bihidratado. ( $\text{Na}_3\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ). Agite até dissolva. Coloque o beaker em um banho de água para esfriar, coloque o eletrodo de pH e o de referência e leve o pH para 5,0 a 5,5 com hidróxido de sódio 6N (125 ml aproximadamente). Esfrie para temperatura ambiente. Coloque num balão volumétrico de 1000 ml e leve o volume até a marca com água destilada.

## 7.4 - Procedimento -

a) Calibração do instrumento - Não é necessário fazer calibrações nos potenciômetros quando a faixa de fluoretos é de 0,2 a 2,0 mg/l.



b) Preparação de Padrões de Fluoreto - Pipete 2,00; 4,00; 6,00; 8,00; 10,00; 12,00; 16,00; 20,00 ml da solução padrão de fluoreto em uma série de balões volumétricos de 100 ml. A cada balão adicione 50 ml de solução tampão e leve os volumes a 100 ml com água destilada. Misture bem. Cada conterá respectivamente 0,20; 0,40; 0,60; 0,80; 1,00; 1,60; e 2,00 mg/litro.

c) Tratamento da amostra - Coloque 50 ml da amostra em balão volumétrico de 100 ml e complete o volume com a solução tampão. Misture bem. Mantenha os padrões e a amostra na mesma temperatura, preferentemente na de calibração dos balões.

d) Medida com o eletrodo - Transfira os padrões e a amostra para uma série de beakers de 150 ml. Mergulhe os eletrodos em cada beaker e meça o potencial desenvolvido enquanto a agitação é mantida por meio de um agitador magnético. Evite a solução antes da imersão dos eletrodos porque se bolhas de ar aderiram aos eletrodos poderão produzir leituras errôneas ou flutuação dos ponteiros. Espere 3 minutos antes de ler no milivoltímetro. Lave os eletrodos com água destilada e enxugue-se entre cada leitura.

Quando usar um potenciômetro de escala ampliada ou um medidor específica, recalibre freqüentemente o eletrodo verificando a leitura de 1,00 mg/l (100 ug F) da solução padrão e ajustando o controle de calibração.

Faça um gráfico em papel semilogarítmico de 2 ciclos e leitura em milivolts contra ug F da solução padrão.

7.5 - Cálculos -

$$\text{mg/l F} = \frac{\text{ug F}}{\text{ml da amostra}}$$

8 - Métodos Spadns

8.1 - Equipamento

a) Espectofotômetro que possa usar o comprimento de onda de 510 mu e tenha uma passagem de luz de pelo menos 1 cm.

b) Fotômetro de filtro com passagem de luz de pelo menos 1 cm equipado com filtro amarelo esverdeado tendo transmitância máxima em 550 a 580 mu.

## 8.2 - Reagentes -

a) Solução padrão de fluoreto - deverá ser preparada na forma indicada em 7.4.5 do método eletrométrico.

b) Solução SPADNS - dissolva 958mg SPADNS, 2 - parasulfonilazo - 1,8 dihidróxi 3,6 - naftaleno dissulfonato de sódio, também chamado 4,5 - dihi dróxi - 3 parasulfonilazo 2,7 naftaleno disulfonato trissódico, em água destilada e dilua para 500 ml. Esta solução é estável indefinidamente e protegida de luz solar direta.

c) Reagente ácido de zirconila - dissolva 133 mg de cloreto de zircônio octahidratado,  $ZrOCl_2 \cdot 8H_2O$  em cerca de 25 ml de água destilada. Adicione 350 ml de HCl conc. e dilua para 500 ml com água destilada.

d) Reagente ácido de zirconila - SPADNS - misture volumes iguais de soluções SPADNS e ácido de zirconila. Esta solução é estável por 2 anos.

e) Solução de Referência - Adicione 10 ml da solução de SPADNS a 100 ml de água destilada. Dilua 7 ml de HCP com água destilada e adicione à solução SPADNS. Esta solução é estável indefinidamente e será usada como ponto de referência para o espectrofotômetro ou o fotômetro. Esta solução poderá ser substituída por um dos padrões de fluoreto.

f) Solução de arsenito de sódio - dissolva 5,0 g de  $NaAsO_2$  e dilua para 1000 ml com água destilada.

## 8.3 - Procedimento -

a) Preparação da curva padrão - prepare padrões de fluoretos na faixa de 0 a 1,40 mg/l diluindo quantidades apropriadas da solução padrão de fluoreto para 50 ml com água destilada. Pipete 5 ml do reagente ácido de zirconila e 5ml do reagente SPADNS ou 10 ml do reagente misto de zirconila ácida - SPADNS em cada padrão e misture bem. Ajuste o fotômetro ou o espectrofotômetro ao zero de absorção com a solução de referência e imediatamente faça a leitura da absorção de cada um dos padrões. Faça um gráfico da curva da concentração de fluoretos versus absorção. Prepare nova curva padrão sempre que novos reagentes tenham que ser preparados. Se não for usada solução de referência, calibre o espectrofotômetro ou fotômetro para algum ponto da curva com um padrão de fluoreto.

b) Pré-tratamento da amostra - se a amostra contém cloro residual, remova-o pela adição de 1 gota (0,05 ml) da solução de arsenito de sódio para cada 0,1 mg de C1 e misture. Concentrações de arsenito de sódio de 1 300 mg/l produzem erros de 0,1 mg/l de F.

Ajuste a temperatura para a mesma da curva padrão. Adicione 5 ml da solução SPADNS e 5 ml da solução ácida de zirconila ou 10 ml da solução mista de zirconila ácida - SPADNS. Misture bem o leite imediatamente a absorção, ajustando primeiro o fotômetro ou espectrofotômetro ao ponto de referência. Se a absorção estiver fora da curva padrão, repita a operação diluindo a amostra.

#### 8.4 - Cálculos -

$$\text{mg/l F} = \frac{A}{\text{ml da amostra}} \times \frac{B}{C}$$

onde

A= mg de fluoreto determinado fotometricamente.

B — é aplicado somente quando a amostra for diluída para um volume B e C uma alíquota C for tomada para o desenvolvimento da cor.

#### 9 - Método Visual da Alizarina

##### 9.1 - Equipamento -

- a) Série de tubos Nessler de 100 ml, ou
- b) Comparador visual de cor

##### 9.2 - Reagentes -

a) Solução de Fluoretos - deverá ser preparada como indicada para o método eletrométrico.

b) Reagente Zircônio-Alizarina - dissolva 300 mg de cloreto de zircônio octahidratado,  $\text{ZrOCl}_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ , em 50 ml de água destilada e coloque em balão volumétrico de 1000 ml. Dissolva 70 mg de 3 - alizarinasulfonato de sódio, também conhecida por vermelho de alizarina, em 50 ml de água destilada e adicione ao frasco de 1000 ml que já contém a solução de cloreto de zircônio. Deixe em repouso para clarear.

c) Solução ácida - dilua 101 ml de HCL concentrado para, aproximadamente, 400 ml com água destilada. Dilua, cuidadosamente, 33,3 ml de  $\text{H}_2\text{SO}_4$  concentrado para 400 ml com água destilada. Após esfriar, misture as duas soluções.

d) Reagente ácido de Zircônio - Alizarina - adicione à solução ácida do item e a de zircônio-alizarina contida no balão de 1000 ml. Complete o volume com água destilada e misture. O reagente muda de cor do vermelho ao amarelo em aproximadamente uma hora. Guardado e protegido da luz solar direta, é estável por 6 meses.

e) Solução de arsenito de sódio - deverá ser preparado do mesmo modo como indicado para o método SPADNS.

### 9.3 - Procedimento -

a) Pré-tratamento da amostra se a amostra contém cloro residual, remova-o adicionando 1 gota (0,05 ml) da solução de arsenito de sódio para cada 0,1 mg de Cl.

b) Preparação dos Padrões - Prepare uma série de padrões diluindo volumes conhecidos da solução padrão de fluoreto de 10 mg para 100 ml nos tubos Nessler. Escolha a faixa de padrões de modo a atingir a concentração da amostra. Quanto menor o intervalo entre as concentrações dos padrões maior a precisão de análise. Geralmente usa-se intervalos de 50 ug/l.

c) Desenvolvimento da cor - encha um tubo Nessler de 100ml com a amostra ou uma diluição desta quando for necessário e iguale as temperaturas desta com a dos padrões. Adicione, a cada tubo, 5,00 ml do reagente ácido de zircônio - alizarina. Misture e compare as amostras com os padrões após 1 hora de repouso.

### 9.4 - Cálculos -

$$\text{mg/l F} = \frac{A}{\text{ml da amostra}} \times \frac{B}{C} \quad \text{onde}$$

A = mg de F determinada visualmente. A razão B/C é aplicada quando houver necessidade de diluir o volume C da amostra para o volume B final.

## QUADRO I

Limites recomendados para a concentração do íon fluoreto em função da média das temperaturas máximas diárias.

| Média das temperaturas máximas diárias do ar .°C | Limites recomendados para a concentração do íon fluoreto em mg/l. |        |       |
|--|---|--------|-------|
|  | mínimo  | máximo | Ótimo |
| 10,0 - 12,1                                      | 0,9   | 1,7    | 1,2   |
| 12,2 - 14,6                                      | 0,8   | 1,5    | 1,1   |
| 14,7 - 17,7                                      | 0,8   | 1,3    | 1,0   |
| 17,8 - 21,4                                      | 0,7   | 1,2    | 0,9   |
| 21,5 - 26,3                                      | 0,7   | 1,0    | 0,8   |
| 26,8 - 32,5                                      | 0,6   | 0,8    | 0,7   |

## QUADRO II - Compostos de Flúor

Podem ser empregados:

| Características               | Fluoreto de Cálcio (Fluorita) $F_2$ | Fluossilicato de Sódio $Na_2SiF_6$ | Fluoreto do Sódio $NaF$ | Ácido Fluossilícico $H_2SiF_6$ |
|-------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------|-------------------------|--------------------------------|
| Forma                         | Pó                                  | Pó ou cristais finos               | Pó ou cristal           | líquido                        |
| Peso Molecular                | 78,08                               | 188,05                             | 42,0                    | 144,08                         |
| Pureza Comercial %            | 85 a 98                             | 98 a 99                            | 90 a 98                 | 22 30                          |
| Solubilidade gr/100 gr(25.°C) | 0,0016                              | 0,762                              | 4,05                    |                                |
| pH da solução saturada        | 6,7                                 | 3,5                                | 7,6                     | 1,2 (solução 1%)               |
| Íon Fluoreto em % (100% puro) | 48,8                                | 60,7                               | 42,25                   | 79,2                           |

Os compostos de flúor são os de uso corrente no Brasil, entretanto, outros compostos poderão ser utilizados desde que existentes no mercado.

### QUADRO III

#### Técnicas de Fluoretação

De acordo com o composto químico a utilizar e em função da vazão do sistema, podem ser:

- Com dosagem a seco

| Composto químico       | Vazão l/s | Equipamento requerido  | Especificação do produto químico                            | Manuseio   | Ponto de aplicação  | Cuidados  |
|------------------------|-----------|--|---|--|---|---|
| Fluossilicato de Sódio | 6 a 90    | -dosador volumétrico<br>-balança<br>-tremonha (tegão)<br>-câmara de dissolução | Pó, em sacos, tambores ou a granel                          | - alimentação direta do saco<br><br>- equipamento do manejo a granel | -canal aberto<br>-efluente do filtro<br>- reservatório de água filtrada | -poeira<br>- respingos<br><br>-efeito do arco na tremonha |
| Fluoreto de            |           | 90   | -dosador gravimétrico<br>-tremonha<br>-câmara de dissolução |  |   |   |

- Com dosagem por via úmida

| Composto químico              | Vazão l/s | Equipamento requerido  | Especificação do produto  | Manuseio   | Ponto de aplicação                               | Cuidados   |
|-------------------------------|-----------|--|---|--|--|--|
| Fluoreto de Cálcio (Fluorita) | 1.000     | -tanque de solução de sulfato de alumínio                                  | fluorito 100% passando na peneira 350 mesh pureza 98%   | -pesagem<br>-mistura constante<br>medição de vazão             | -na entrada da ETA juntamente com $Al_2(SO_4)_3$ |  |
| Fluoreto de Sódio             | 30        | -dosador de solução<br>-tanque de mistura<br>-balança<br>-agitador         | Cristalino e isento de poeira, em sacos ou tambores   | -pesagem<br>-mistura-medição                                   | -efluente do filtro                              | -poeira<br>-respingos<br>-preparada solução                |
|                               | 30 a 130  | -dosador de solução<br>-saturador<br>-medidor de vazão                     | a) saturador descendente: Cristal grosso, em tambores ou sacos<br>b) saturador ascendente: Cristal fino | esvaziamento completo da embalagem                             | -Reservatório de água filtrada                   | -poeira<br>-respingos                                      |
| Ácido Fluossilícico           | 30        | -dosador de solução<br>-balança<br>-tanque calibrado<br>-tanque de mistura | -Ácido fortificado (pouca sílica) em tambores ou bombonas   | -despejo ou sifonamento<br>-medição<br>-misturador<br>-pesagem | -efluente do filtro<br><br>-Reservatório de      | -corrosão<br>-vapores<br>-respingos<br>-preparo de solução |



|  |    |  |                                  |              |               |                                      |
|--|----|--|----------------------------------|--------------|---------------|--------------------------------------|
|  |    | -misturador  |                                  |              |               |                                      |
|  | 30 | -dosador de solução<br>-tanque diário<br>-balança<br>-bomba para transferência | a granel, em vagões ou caminhões | -bombeamento | Água filtrada | -corrosão<br>-vapores<br>-vazamentos |