Revista Engenharia Sanitária Ambiental, Vol.7, n.1, Jan/Mar 2002 e n.2, Abr/Jun de 2002, p.21-29
www.aguaseaguas.ufjf.br / www.aguaseaguas.hpg.com.br
j.macedo@terra.com.br / jmacedo@fbio.ufjf.br

DETERMINAÇÃO DO ÍNDICE DE FLUORETO EM ÁGUAS DE ABASTECIMENTO PÚBLICO NA CIDADE DE JUIZ DE FORA

AUTORES: Leonardo Doro Pires[1], Jorge Antônio Barros de Macêdo[2], Helvécio Vinícius Antunes Rocha[3], Deisy Costa Lima[3], Urias Pardócimo Vaz[5], Randázio Furtado de Oliveira[6].

1-Acadêmico do curso de Farmácia e Bioquímica, UFJF bolsista do programa BIC/UFJF; 2-Professor Convidado do Departamento Farmacêutico, UFJF (Orientador/Coordenador); 3-Acadêmico do curso de Farmácia e Bioquímica, UFJF ; 5- Farmacêutico/Bioquímico da UFJF, Farmacêutico ORTOFARMA - Laboratórios de Controle da Qualidade; 6- Técnico de Laboratório da UFJF.

RESUMO: A magnitude do problema da cárie dental no Brasil demanda, sem duvida, ampla utilização de medidas preventivas de alcance coletivo, dentre as quais o processo de adição de fluoreto em águas tratadas ocupa espaço privilegiado. Este processo em diversas localidades "oficialmente fluoretadas" vem sendo, entretanto, marcado pela descontinuidade e/ou interrupção, situações nas quais ocorre evidente prejuízo à saúde bucal da população. Então, devido à grande importância do fluoreto no controle da cárie dentária e manutenção da saúde bucal, este trabalho visou avaliar através do método de SPADNS indicado pela American Public Health Association (APHA) para a determinação de fluoreto os níveis de fluoreto na água fornecida pela CESAMA (Companhia de Saneamento e Pesquisa do Meio ambiente de Juiz de Fora) em bairros residenciais de população de baixa renda de Juiz de Fora, tendo como ponto de coleta referencial as creches comunitárias. Apesar da melhora nos níveis de fluoreto na água fornecida a população, quando se compara esta pesquisa com os níveis obtidos na pesquisa realizada por BANDINI et al., 1999, o trabalho permite concluir que existe uma necessidade de um acompanhamento nos níveis de fluoreto como de forma obtermos uma distribuição mais regular, com valores mais próximos do valor ideal.

PALAVRAS CHAVES: Cárie dental, Spands; Fluoreto.

ABSTRACT: The magnitude of the problem of the dental caries in Brazil disputes, for surc, with the use of preventive measures of collective reach, among which the process of fluoride addition in drinking waters occupies privileged space. This process in several places "officially fluoride" is being, however, marked by the discontinuous and or interruption, situations in which it happens evident damage to the buccal health of the population. Then, due to the great importance of the fluoride in the control of the dental decay and maintenance of the buccal health, this work sought to evaluate through the method of suitable SPADNS for American Public Health Association (APHA) for the determination of fluoride the levels of fluoride in the water supplied by CESAMA (Sanitation and Researches of the Environment Company in Juiz de Fora) in poor suburbs of Juiz de Fora, tends about point of collection reference the community day cares. In spite of the improvement in the levels of fluoride in the supplied water the population, when this research is compared with the levels obtained in the research accomplished by BANDINI et al., 1999, the work allows to conclude that a need of an accompaniment exists in the levels of fluoride as in way we obtain a more regular distribution, with closer values of the ideal value

KEY-WORD: Dental caries; Spands, Fluoride

Revista Engenharia Sanitária Ambiental, Vol.7, n.1, Jan/Mar 2002 e n.2, Abr/Jun de 2002, p.21-29
www.aguaseaguas.ufjf.br / www.aguaseaguas.hpg.com.br
j.macedo@terra.com.br / jmacedo@fbio.ufjf.br

1) INTRODUÇÃO

A magnitude do problema da cárie dental no Brasil demanda, sem duvida, ampla utilização de medidas preventivas de alcance coletivo, dentre as quais a fluoretação de águas ocupa espaço privilegiado. Embora essa medida tenha sido introduzida no país há quase quatro décadas, e a legislação federal que disciplina sua implantação seja datada de 1974/75, apenas 40% dos brasileiros recebem água fluoretada, segundo dados do Ministério da Saúde .

O processo de fluoretação em diversas localidades "oficialmente fluoretadas" vem sendo, entretanto, marcado pela descontinuidade e/ou interrupção, situações nas quais ocorre evidente prejuízo à saúde bucal da população.

Tais episódios, ao lado do pequeno investimento em estudos epidemiológicos que acompanham o impacto da medida sobre a incidência de cáries, denunciam a precariedade dos mecanismos de controle sobre essa medida no país.

O acúmulo de conhecimentos sobre a aplicação de fluoreto sistêmico para redução de cárie dentária, remonta a quase 200 anos. Sendo considerado um dos achados notáveis da ciência a impressionante capacidade, das aplicações tópicas diárias do gel de Fluoreto de Sódio a 1% nos dentes para inibir a formação de cáries. Além de reduzir o crescimento de S*treptococcus mutans*, microrganismo considerado como responsável pela iniciação da cárie, o flúor atua também no metabolismo da microflora da placa, reduz a solubilidade do esmalte e aumenta a remineralização na superfície do dente. O que justifica a aplicação tópica diária de flúor na prevenção da cárie, mesmo em presença continua de uma placa com microflora altamente cariogênica (MENAKER, 1984).

Trabalhos científicos publicados em 1930 demonstram que existe uma correlação positiva entre redução dos níveis de cáries dentárias em crianças e os índices naturais de flúor nas águas de abastecimento de algumas comunidades (YLSTRUP, et al., 1988).

Em estudos recentes, pode-se notar que o flúor quando ingerido durante o período de formação dentaria, passa a compor cerca de 20% dos minerais, o que por si só, reduz em pequena quantidade a solubilidade do esmalte aos ácidos orgânicos. Porém esta quantidade constitui uma reserva protetora uma vez que o mecanismo de ação do flúor consta na redução da desmineralização e aceleração de remineralização do esmalte, no entanto, esta reserva tende a se esgotar com o passar do tempo. Então é necessário o uso de flúor sistêmico a fim de se manter uma concentração na saliva para manutenção da interferência nos processos de mineralização (CORRÊA, 1988).

Estudos ainda mostram que ingesta de flúor durante a formação dentária diminui a presença de carbonato na composição dentária. Esta informação é de alto valor, pois o carbonato aumenta a solubilidade dos dentes aos ácidos orgânicos, sendo ainda, que este se concentra justamente em áreas de maior facilidade para acumulo de placa bacteriana (terço gengival e base das fissuras) (CORRÊA, 1988).

Ressalta-se que, níveis que variam entre 1,0 a 1,2 $mg.L^{-1}$, são considerados ideais para se alcançar um máximo de proteção contra a cárie, sem riscos de ocorrer uma fluorose, que ocorre devido ao excesso da concentração do íon fluoreto,

responsável pelo desfiguramento do esmalte, causando manchas nos dentes (NEWBURN, 1988).

Então, devido à grande importância do fluoreto no controle da cárie dentária e manutenção da saúde bucal, este trabalho visou implantar como rotina o método de SPADNS (AMERICAN APHA, 1995) para a determinação de fluoreto, e através deste método avaliar o teor de fluoreto na água fornecida pela CESAMA (Companhia de Saneamento e Pesquisa do Meio ambiente de Juiz de Fora) em bairros residenciais de população de baixa renda de Juiz de Fora, tendo como ponto de coleta referencial as creches comunitárias.

2) REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A cárie dentária é um importante problema de saúde no Brasil. O estudo realizado pelo Ministério da Saúde mostrou que, em 1985/1986, as crianças de 12 anos já apresentavam, em média 6,7 dentes atacados pela cárie, mas que o dobro da meta definida pela OMS e pela Federação Dentária Internacional, tendo em vista a situação que deveria ser atingida pelos países até o ano 2000, qual seja o de até três dentes atacados naquela faixa etária. O mesmo estudo mostrou que, aos 18 anos, apenas 32% dos brasileiros possuíam todos os dentes (a meta da OMS e FDI é de 85%), sendo que aos 60 anos três em cada quatro brasileiros estão completamente desdentados.

Tal situação expressa uma realidade de convívio da maioria da população com sofrimento de origem dental e mutilações. Dentre suas decorrências, observam-se deficiências fonéticas, mastigatória e digestiva, além de comprometimento estético com implicações psicológicas importantes.

Nenhum outro fator em odontologia preventiva foi tão documentado como os benefícios cariostáticos obtidos pelo íon fluoreto. Já em 1956, autoridades americanas assumiam de maneira oficial que a prevenção da cárie em crianças, durante o tempo de desenvolvimento dos dentes, está vinculado à fluoretação controlada de água de abastecimento público.

A fluoretação de águas é considerada a forma de aplicação do flúor de maior importância em saúde pública, por produzir os melhores resultados, reduzindo, em média 60% a incidência de cáries (34% para molares inferiores e até 100% para caninos incisivos laterais inferiores) a baixo custo relativo e sem qualquer tipo de discriminação entre os beneficiados pela medida. No que se refere aos aspectos epidemiológicos, são raros os municípios que se dedicam a acompanhar, periodicamente, o impacto da fluoretação sobre a incidência de cárie dentária após a implantação da fluoretação.

É importante ressaltar que, nos locais onde a fluoretação foi implantada e houve rigor na manutenção dos teores e na continuidade do processo sem interrupções, estudos epidemiológicos confirmaram as médias internacionalmente encontradas no que se refere à redução da incidência da patologia reafirmando sua importância no contexto da saúde coletiva.

Como o consumo de água varia com a sede, e esta com a temperatura, reconhece-se que a concentração ótima de flúor na água deveria ser adequada à temperatura prevalecente na comunidade.

No cálculo da ingesta diária de flúor, deve-se levar em consideração o nível de flúor proveniente dos alimentos, que em média corresponde a 0,56 mg diários. Para um indivíduo que ingere 2 litros de água por dia, considerando-se que os níveis de flúor ótimos variam de 1,0 a 1,2 $mg.L^{-1}$, o nível de flúor ingerido vai variar de 2,56 a 2,96 mg diariamente. Quadro 1 (TRYLSTRUP, et al, 1988).

QUADRO 1- Cálculo da ingestão de fluoreto, considerando-se um volume percapita de 2L / dia.

Níveis de fluoreto na água de abastecimento	**Ingestão de flúor através dos alimentos**	**Ingestão de flúor através da água (2L/dia)**	**Total ingerido por dia**
1,0$mg.L^{-1}$	0,56mg/dia	2L/dia . 1,0 $mg.L^{-1}$ = 2,0 mg/dia	2,56mg/dia
1,2$mg.L^{-1}$	0,56mg/dia	2L/dia . 1,2 $mg.L^{-1}$ = 2,4 mg/dia	2,96mg/dia

Fonte: TRYLSTRUP, et al.; 1998.

A fim de determinar a concentração ótima de flúor na água, levando-se em conta a ingesta diária de água e conseqüentemente o clima de determinada região, podemos usar a formula estudada e elaborada por GALLLAGAN e LAMSON (1953), GALLAGAN e VERMILLION (1957) citados por BUENDIA E ZAINA (1997), que permite calcular exatamente o teor ideal de flúor a ser aplicado às águas através da fórmula.

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

Onde:

$$E = 10,3 + 0,75.T$$

T = média de temperaturas máximas diárias observadas durante um período mínimo de um ano (recomenda-se 5 anos) em graus centígrados.

O teor de flúor obtido na segunda casa decimal deve ser arredondado para mais e não para menos, pois não serão décimos de miligramas que irão provocar a fluorose dentária.

A aplicação dessa fórmula às temperaturas observadas no território brasileiro resulta nos teores apresentados no Quadro 2. Decorrem destes valores os critérios para a avaliação dos teores de flúor presentes nas amostras, Quadro 3.

QUADRO 2- Teores mínimo, máximo e ótimo do nível de fluoreto em função da temperatura média observada no território brasileiro.

Temperaturas	Teor Mínimo	Teor Máximo	Teor 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**
26,4 – 32,5	0,6	0,8	0,7

Fonte: SCHNEIDER FILHO, et al., 1992.

QUADRO 3- Classificação da amostra avaliada em função do nível de fluoreto.

Condição da amostra	**Classificação**
Ausência de fluoreto ou teor menor que 0,1	Ausente
Teor inferior ao mínimo recomendado	Abaixo
Teor situado na faixa recomendada	Adequado
Teor além do máximo estabelecido	Acima

Fonte: SCHNEIDER FILHO, et al., 1992.

Dados indicam que o custo da fluoretação dos suprimentos de água de abastecimento, de uma cidade, não é superiores a 15 centavos de dólar por criança. Em comparação, a economia em tratamento odontológico de crianças que dele passam a prescindir, como resultado da redução de 60% das cáries, seria da ordem de 75 dólares por cada criança (média de 7 anos) (MENAKER, 1984; TRYLSTRUP, et. Al., 1988; NEWBRUN. 1988).

Esta economia aumenta ainda mais, quando passamos a levar em consideração uma idade mais madura, particularmente para aquelas pessoas que requerem tratamentos de reconstrução dentária, como resultado da perda precoce dos dentes em decorrência das cáries.

Além da redução dos níveis de cáries a fluoração das águas contribui para a maturação do esmalte, sendo que estes impactos são mais sensíveis na população de baixa renda (MENAKER, 1984).

3) MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DE FLUORETO

Dentre os diversos métodos para determinação do íon fluoreto na água, se destacam os métodos eletroanalítico e colorimétrico. Estes métodos estão sujeitos a erros devido à presença de íons interferentes na amostra de água (APHA, 1995).

A turbidez da amostra a ser analisada também interfere nos resultados. Para eliminação de íons interferentes e turbidez indica-se que a amostra sofra um processo de destilação simples (APHA, 1995).

O método do eletrodo possui uma maior faixa analítica, de 0,1 a 10,0 $mg.L^{-1}$ quando comparado com o método colorimétrico ou de SPADNS, cuja faixa analítica varia de 0 (zero) a 1,4 $mg.L^{-1}$. Mas apesar da maior faixa analítica do método do eletrodo, nossa opção de executar este projeto é pelo método de SPADNS, em função de:

1º) O único interferente, além da turbidez, que o método considera como relevante é o residual de cloro. Este é facilmente eliminado tratando-se a amostra com um agente redutor, o arsenito de sódio.

2º) A faixa de concentração considerada ideal para o flúor em águas de abastecimento público se enquadra dentro da faixa analítica do método (TRYSTRUP, et al,1988).

3º) O desenvolvimento de cor é instantâneo e nas faixas visíveis permitindo leitura imediata.

4º) O custo desta metodologia é considerado baixo o que justifica a sua implantação como análise de rotina.

4) MATERIAIS E MÉTODOS

4.1- Materiais

Equipamento e vidraria:

01 Espectrofotômetro, com leitura na faixa de 570 nm;
01 Balança analítica;
02 Balões volumétricos de 1000 mL;
02 Balões volumétricos de 500 mL;
16 Balões volumétrico de 10 mL;
20 Pipetas de volumétricas de 10 mL;
03 Pipetas graduadas de 10 mL OS Pipetas volumétricas de 5 mL;
20 Pipetas graduadas de 1 mL (0,01 mL);
03 Provetas de 100 mL;
03 Provetas de 50 mL;
10 tubos de ensaio;
01 cubeta de quartzo;
02 Bureta de 25 mL;
20 Erlenmeyers de 250 mL.

Reagentes:

Fluoreto de sódio anidro
Disulfanato de sódio2-(parasulfofenilazo)-1,8-dihidróxi-3,6-naftaleno (SPADNS).
Cloreto de zircônio octahidratado
Ácido clorídrico p.a.
Arsenito de sódio p.a.
Tiosulfato de sódio p.a.
Amido
Iodeto de potássio
Ortotolidina

4.2- Métodos

4.2.1 - Delineamento Experimental

Foram escolhidos 14 bairros residenciais de Juiz de Fora considerados, em sua maioria, de baixa renda. Em cada bairro foram escolhidos 3 pontos de amostragem, sendo um deles uma creche municipal, e em cada ponto foram coletadas 3 amostras de água.

O intervalo de tempo entre as repetições de cada ponto de amostragem variou de 15 em 15 dias, foram realizadas três repetições.

O Quadro 4 apresenta a relação dos pontos de coleta de amostras de água por bairro.

4.2.2- Determinação De Cloro Residual Total (CRT)

Utilizaremos o processo colorimétrico (qualitativo) com a solução de Ortotolidina, que na presença de residual de cloro na amostra assume cor amarela de intensidade proporcional à concentração de cloro residual (MACÊDO, 2000; ANDRADE e MACÊDO, 1996).

Confirmada a presença de cloro residual na amostra, iremos quantificar este residual pelo processo iodométrico, que baseia-se na oxidação do Iodo do íon iodeto (I^-) a Iodo molecular (I_2), e posterior titulação do Iodo molecular com uma solução de tiosulfato de Sódio ($Na_2S_2O_3$) (APHA, 1995).

4.2.3- Método de determinação de fluoreto, SPADNS Adaptado - APHA, 1995

O método colorimétrico SPADNS é baseado na reação entre o fluoreto e o corante Zircônio. O fluoreto com o corante, forma um complexo aniônico sem cor ($\underline{ZrF_6}^{-2}$). A quantidade de fluoreto é inversamente proporcional à cor produzida, ou seja, se torna progressivamente mais clara, quando a concentração de fluoreto aumenta.

A reação entre os íons de fluoreto e zircônio é influenciada pela acidez do meio.

Se a proporção de ácido no reagente é aumentada, a reação pode ocorrer quase que instantaneamente, sob tal condição, a amostra sofre o efeito de vários íons diferem dos métodos alizarinos convencionais.

O Quadro 5 apresenta os interferentes mais comuns, que são: alcalinidade na forma de $CaCO_3$, alumínio, cloreto, cloro residual livre, cor e turbidez, ferro, hexametafosfato, fosfato e sulfato. Em função do efeito interferente não ser linear e nem algebricamente aditivo, a compensação matemática é impossível. Sempre que uma dessas substâncias estiver presente em quantidade suficiente para produzir erro de $0{,}1 mg.L^{-1}$ ou se estiver dúvidas, deve-se destilar a amostra. Deve-se também destilar amostras coloridas e turvas. Em algumas ocasiões pode ser usada diluição da amostra ou adição de quantidades apropriadas de substancias interferentes aos padrões para compensar o efeito. Se a alcalinidade é o único interferente significante neutralizar com ácido clorídrico ou ácido nítrico, já o cloro residual interfere e é necessário que se tome medidas para sua remoção.

QUADRO 5- Concentração de algumas substâncias causando erro de 0,1 $mg.L^{-1}$ em 1,0 $mg.L^{-1}$ no método descrito.

Substância	**mg . L^{-1}**	**Tipo de erro***
Alcalinidade ($CaCO_3$)	5000	-
Alumínio (Al^{3+})	0.1**	-
Cloreto (Cl^-)	7000	+
Cloro residual		remover completamente com arsenito
Cor e turbidez		remover ou compensar
Ferro	10	-
Hexametafosfato ($[NaPO_3]_6$)	1.0	+
Fosfato (PO^{3-}_4)	16	+
Sulfato (SO^{2-}_4)	200	-

* + erro positivo - erro negativo

** Em leitura imediata. Tolerância aumenta com o tempo: após 2h é 3,0; após 4h é 30.

Fonte: APHA, 1995

Medidas volumétricas da amostra e do reagente são extremamente importantes para decisão analítica. Usar amostra e padrões à mesma temperatura ou com variação máxima de 2ºC. manter a temperatura constante durante o período de desenvolvimento de cor. É necessário preparar diferentes curvas de calibração para diferentes variações de temperatura.

4.2.3.1- Aparelhagem usada

Equipamento colorimétrico: Espectrofotômetro modelo FEMTO 432, para uso a 570 nm, com uma passagem de luz de pelo menos 1cm.

4.2.3.2- Reagentes

1) Solução estoque de fluoreto: Dissolver 221,0 mg de fluoreto de sódio anidro, NaF, em água destilada e diluir para 1000 ml. Sendo 1,00 ml = 0,1 mg de F^-.
2) Solução padrão de fluoreto: diluir 100 ml da solução estoque de fluoreto para 1000 ml. 1,00 ml = 0,01 mg de F^-.
3) Solução SPADNS: Dissolver 958,0 mg de SPADNS (“sodium 2-(parasulfophenylazo)-1,8-dihidroxy-3,6 naphthalene disulfonate, também chamado, 4,5-dihidroxy-3-(parasulfophenylazo)-2,7naphtalenedisulfonoc acid trisodium salt”), em água destilada e diluir para 500 ml. Esta solução é estável por um ano se protegida da luz solar direta.

4) Reagente zircônio-ácido: dissolver 133,0 mg de cloreto de zircônio octahidratado, $ZrOCl_3$, em 25 ml de água destilada. Adicione 350 ml de HCl concentrado e dilua para 500 ml com água destilada. Execute esta diluição em banho de gelo, preferencialmente dentro de capela de exaustão de gases.
Reagente ácido zircônio-SPADNS: misture volumes iguais da solução SPADNS e do reagente zircônio-ácido. O reagente combinado é estável por pelo menos 2 anos.
5) Solução referência: adicione 10 ml de solução SPADNS a 100 ml de água destilada. Dilua 7 ml de HCl concentrado para 10 ml e adicione à solução SPADNS diluída. A solução resultante, usada para ajustar o ponto de referência do aparelho (zero), é estável por pelo menos 1 ano. Alternativamente usa-se um padrão com 0 mg de F^- como referência.
6) Solução de arsenito de sódio: Dissolver 5,0 g de $NaAsO_2$ e diluir para 1000 mL com água destilada.

4.2.3.3- Procedimento

PREPARAÇÃO DA CURVA PADRÃO:

Preparar padrões de fluoreto na faixa de 0 a 1,40 mg de $F^-.L^{-1}$ diluindo quantidades apropriadas da solução padrão de fluoreto para 50 ml com água destilada (sugere-se a preparação de padrões com valores de 0,0; 0,2; 0,4; 0,6; 0,8; 1,0; 1,2 e 1,4). Pipetar 5,00 ml da solução SPADNS e do reagente zircôneo-ácido ou 10 ml da mistura ácido zircôneo-SPADNS para cada padrão e misture bem. Evite contaminação.

Ajuste o fotômetro para zero de absorbância com a solução referência e obtenha leituras de absorbância dos padrões.

Trace a curva de relação entre miligramas de fluoreto e absorbância. Prepare uma nova curva sempre que um novo reagente é preparado ou quando se desejar uma nova temperatura padrão. Como uma alternativa para uso de referência, ajuste o fotômetro para um ponto conveniente (0,300 ou 0,500 de absorbância) com padrão de 0 mg $F^-.L^{-1}$.

Pré tratamento da amostra: se a amostra contém cloro residual, remova-o adicionando uma gota (0,05 ml) de solução de arsenito de sódio para cada 0,1 mg de cloro residual e misture bem (concentrações de 1300 $mg.L^{-1}$ de arsenito de sódio produzem um erro de 0,1 $mg.L^{-1}$ em 1,0 mg $F^-.L^{-1}$).

Desenvolvimento de cor: use uma amostra de 10,0 ml com água destilada. Ajuste a temperatura da amostra para aquela usada na curva padrão. Adicione 1,00 ml da solução SPADNS e do reagente zircônico ácido ou 5,00 ml do reagente ácido zircônico-SPADNS; misture bem e leia a absorbância, ajustando primeiramente o ponto de referência do fotômetro como mencionado acima. Se a absorbância cair além da faixa da curva padrão, repetir usando a amostra diluída.

4.2.3.4-Cálculos

$$mg\ F^{-}.L^{-1} = \frac{A}{ml\ de\ amostra} \times \frac{B}{C}$$

Onde:
A= µg de F^- determinado pela curva traçada
B= volume final da amostra diluída
C= volume da amostra diluída usada para o desenvolvimento da cor, ml.

Obs.: Se a curva é traçada em termos de mg F^-. L^{-1} , e a amostra não é diluída, a leitura é direita pela equação da reta, obtida pela linearização das leituras dos padrões.

Quando o padrão de 0 mg F^- .L^{-1} é usado para ajustar o fotômetro, tem-se o seguinte:

$$Mg\ F^{-}.L^{-1} = \frac{A_0 - A_x}{A_0 - A_1}$$

Onde:
A_0 = absorbância para o padrão preparado de 0 mg F^-. L^{-1};
A_1 = absorbância para o padrão preparado de 1,0 mg F^- . L^{-1};
A_x = absorbância da amostra.

5 – RESULTADOS E DISCUSSÃO

O cálculo da concentração ótima de fluoreto para o abastecimento de água de Juiz de Fora é de acordo com a fórmula de GALLAGAN e LAMSON (1953), GALLAGAN e VERMILLION (1957) citados por BUENDIA e ZAINA (1997), que leva em conta o consumo de água por habitante e a temperatura média das máximas anuais do local, que em Juiz de Fora segundo o Anuário Estatístico de 1997 é 24,6º C:

$$\text{Teor ideal de fluoreto} = \frac{22,2}{10,3 + 0,725 \times 24,6} = \mathbf{0,79\ mg\ de\ F^{-}\ .\ L^{-1}}$$

A Figura 1 apresenta o gráfico representativo dos valores encontrados em cada uma das repetições, nos respectivos bairros.

A Figura 2 apresenta o resultado da média das três repetições em cada um dos pontos de coleta e permite ainda comparar a distribuição dos valores obtidos com o valor considerado de ideal de 0,8 mg de F^-. L^{-1}.

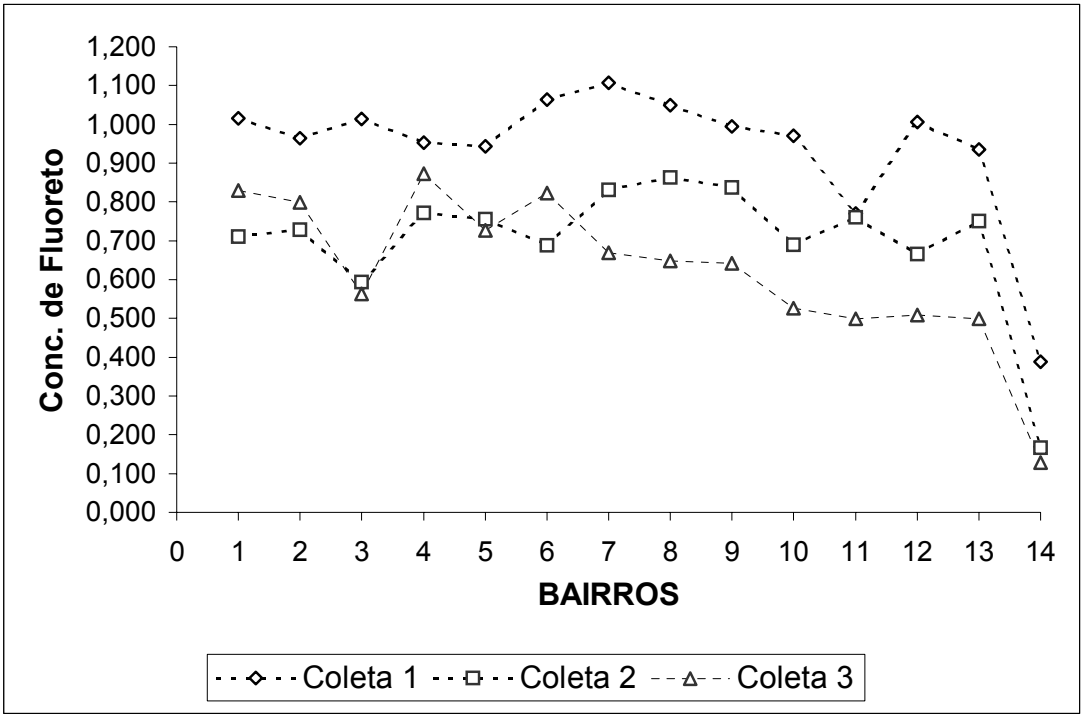


FIGURA 1- Gráfico representativo dos valores encontrados em cada uma das repetições, nos respectivos bairros.

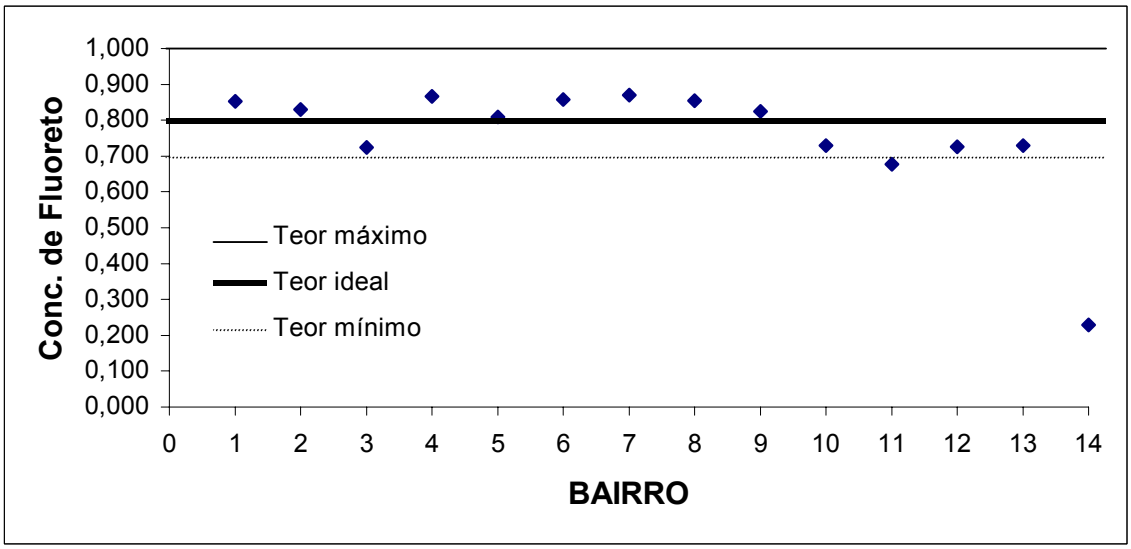
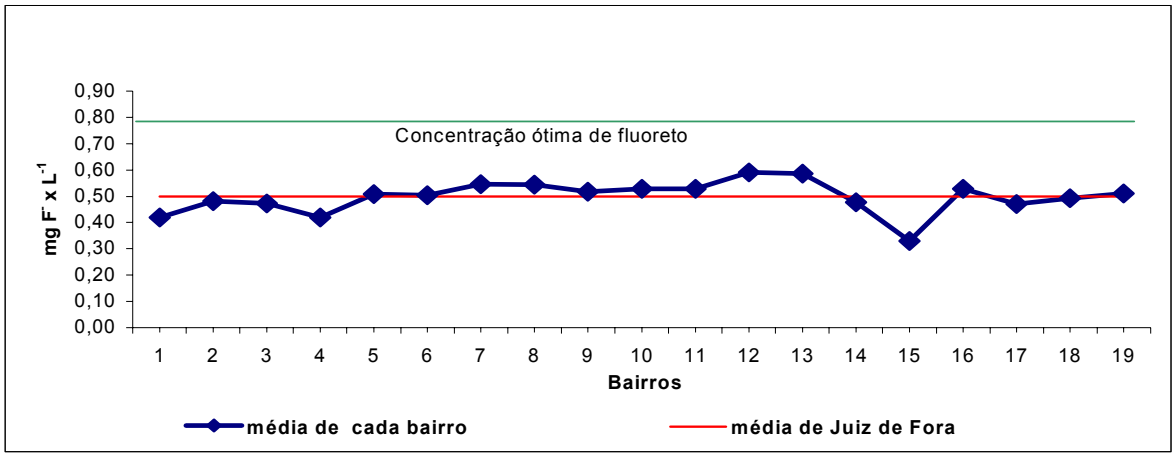


FIGURA 2 **–** Gráfico comparativo do resultado da média das três repetições em cada um dos pontos de coleta, com o valor máximo, ideal e mínimo.

As Figuras 1 e 2 mostram uma falta de regularidade no processo de fluoretação uma vez que é percebida distribuição irregular dos resultados encontrados nas diferentes coletas de amostras de um mesmo bairro, ressalta-se que, a maioria dos valores médios obtidos permite se considerar, segundo classificação da amostra avaliada em função do nível de fluoreto como ADEQUADO (SCHNEIDER FILHO, et al., 1992).

Ressalta-se que houve uma melhora no nível de fluoretação de água de Juiz de Fora, se compararmos os resultados obtidos neste trabalho com os resultados do trabalho realizado por BANDINI, et al., (1999), quando todas as médias ficaram abaixo do valor de 0,8 mg de F^- . L^{-1} (Figura 3).



Fonte: BANDINI et. al., 1999.

Figura 3 – Teor de fluoreto médio em águas de abastecimento público, em alguns bairros de Juiz de Fora, média de 3 repetições.

6- CONCLUSÃO

Apesar da melhora nos níveis de fluoreto na água fornecida a população, quando se compara com o trabalho anterior (BANDINI, 1999), ressaltamos que existe uma necessidade de um acompanhamento dos níveis de fluoreto, para que se possa definir qual a causa que leva a irregularidade destes níveis, e que se possa obter concentrações de fluoreto na rede com valores mais próximos do valor ideal.

7- BIBLIOGRAFIA:

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION-APHA. **Standard methods for the examination of water and wastewater.** 19 ed. Washington, D.C.: 1995.

ANDRADE, N. J., MACÊDO, J. A. B. **Higienização na Indústria de Alimentos**, Editora Varela, 1996, 182p.

BUENDIA, C. O., ZAINA I., Será o Flúor o vilão, **Revista Paulista de Odontologia**, n.2, 1997.

BANDINI, T. B., VILELA, M. A. P., et. al., Utilização do Médodo Colorimétrico Spands para Análise de Fluoreto em Águas de Abastecimento de Juiz de Fora. IN: VII Seminário de Iniciação Científica da UFJF, Juiz de Fora, **Anais.....,** Juiz de Fora-MG, p.97, 22,24 de Novembro de 1999.

CENTRO DE PESQUISAS SOCIAIS; **Anuário Estatístico de Juiz de Fora 1997**; Semograf Artes Gráficas e Editora,1998.

CORRÊA, M. S. N. P.; **Odontopediatria na Primeira Infância,** 1ª edição; Livraria Santos Editora, 1998.

GALLAGAN, D. J., Jr. LAMSON, G. G. Climated and endemic fluorosis. **Publ. Health Repts.**, v.68, n.497, 1953.

GALLAGAN, D. J., VERMILLION, J. R. Determining optimun fluorides concentrations. **Publ. Health Repts.,** v.72, n.6, 1957.

MACÊDO, J. A. B., **Águas & Águas**. Belo Horizonte: Editora Varela, 505p., 2001.

MENAKER, L. **Cáries Dentárias - Bases Biológicas**, Guanabara Koogan, 1984, 461p.

NEWBRUN, E. **Cariologia**, Editora Santos, 1988, 326p.

SCHNEIDER FILHO, D. A., PRADO, I. T., NARVAI, P. C., BARBOSA, S. R., **Caderno Saúde Bucal 2 - Fluoretação da água – Como fazer a vigilância sanitária ?**. Rio de Janeiro: Rede CEDROS, 1992, 28p.

THYLSTRUP, A. FEJERSKOV, O. **Tratado de Cariologia**, Cultura Médica, 1988, 388p.