

## FLUORETO EM ÁGUA : ESTUDO DE METODOLOGIA ANALÍTICA E NÍVEIS ENCONTRADOS NA REGIÃO DE CAMPINAS

Valéria Pereira da Silva FREITAS\*\*  
Berenice Mandel BRÍGIDO\*\*  
Márcia Evangelina ALGE\*\*  
Christina Leopoldo e SILVA \*\*  
Odair ZENEBON\*\*  
José Leopoldo F. ANTUNES\*\*

RIALA 6/811

FREITAS, V.P.S.; BRÍGIDO, B.M.; ALGE, M.E.; SILVA, C.L.; ZENEBON, O. e ANTUNES, J.L.F. - FLUORETO EM ÁGUA : ESTUDO DE METODOLOGIA ANALÍTICA E NÍVEIS ENCONTRADOS NA REGIÃO DE CAMPINAS. *Rev. Inst. Adolfo Lutz*, 56 (2):29-36, 1996.

RESUMO: Foi efetuado estudo comparativo de três métodos analíticos para a determinação de fluoreto em água de abastecimento: SPADNS, alizarina com disco comparador colorimétrico e eletrodo de íon seletivo; este último foi selecionado como o mais adequado para o controle de fluoreto em águas para a rede de Laboratórios de Saúde Pública, devido a sua exatidão, precisão e rapidez. Foram analisadas 759 amostras de águas de abastecimento público dos municípios da região de Campinas, de janeiro a julho de 1994, com o objetivo de subsidiar as autoridades sanitárias. Foi observado que dos 76 municípios estudados apenas 33 (43,4%) fluoretaram com regularidade; 9 (11,8%) fluoretaram de modo descontínuo e 30 (39,5%) não procederam a fluoretação. Os dados obtidos demonstram a importância de levantamentos sistemáticos para instruir a ação da vigilância, uma vez que, comparando-se estes resultados com levantamento realizado em 1991, constatou-se uma significativa redução no número de municípios que efetuaram a fluoretação de modo regular.

PALAVRAS CHAVE: águas de abastecimento; fluoreto, avaliação de; teor de fluoreto em águas; método eletrodo de íon seletivo; estudo comparativo de métodos.

### INTRODUÇÃO

A água tem um valor importante para a vida. Os benefícios consequentes e relativos à saúde das populações só serão completos quando garantida a qualidade da água de abastecimento<sup>32</sup>.

Dentre os programas elaborados pela Secretaria de Estado da Saúde - São Paulo, estão o "Pró-Água" e a "Prevenção da Cárie Dentária", elaborados para ocupar espaço fundamental nas políticas públicas das localidades que decidem, efetivamente, melhorar as condições de vida e saúde de suas populações<sup>16, 17, 32</sup>.

Por outro lado, as ações de Vigilância Sanitária exigem respostas rápidas e eficientes de laboratórios capacitados, para que as medidas de intervenção possam ser tomadas em curto espaço de tempo<sup>17</sup>. Atentos a isto, os laboratórios oficiais, através de sua rede vem exercendo seu papel de referência, implantando, aprimorando e estabelecendo técnicas padronizadas para melhoria do seu desempenho.

O flúor iônico existente na natureza representa 0,06 a 0,09% da crosta terrestre e está presente em todos os tecidos vivos. Nas águas de lagos, rios e poços artesianos, a quantidade de flúor é quase sempre inferior a 0,5 mg/L, embora já tenham sido encontradas concentrações de até 95 mg/L.<sup>1</sup>

A quantidade de flúor é muito reduzida nos alimentos sólidos ingeridos diariamente pelo homem, com variação de concentração entre 0,1 e 1 mg/Kg de peso seco<sup>39</sup>.

Nos tecidos dentários, a fixação de flúor aumenta com a idade e com a concentração existente na água de abastecimento público<sup>1, 22</sup>.

A cárie dentária é um importante problema de saúde no Brasil. O mais recente 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, mais que o dobro da meta definida pela Organização Mundial da Saúde (OMS) e pela Federação Dentária Internacional (FDI). O mesmo

\* Realizado na Seção de Bromatologia e Química do Instituto Adolfo Lutz - Laboratório I Campinas/SP

\*\* Do Instituto Adolfo Lutz .

estudo mostrou que aos 18 anos apenas 32% dos brasileiros possuíam todos os dentes (meta OMS/FDI = 85%), sendo que aos 60 anos, três em cada quatro brasileiros, estavam completamente desdentados<sup>16,26</sup>.

A fluoretação controlada da água 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 a baixo custo relativo e sem qualquer tipo de discriminação entre os beneficiados pela medida<sup>4,16</sup>.

No Brasil, a Portaria 635 Bsb de 26/12/75 do Ministério da Saúde<sup>9</sup> regulamenta o assunto. Em São Paulo, o Decreto Estadual nº. 10.330 de 13/09/77<sup>29</sup>, disciplina a atuação dos órgãos do Governo do Estado de São Paulo para aplicação da legislação federal sobre fluoretação da água. A Portaria 36 de 19/01/90<sup>8</sup> estabelece as concentrações de fluoreto a serem mantidas na água potável em função da média das temperaturas máximas diárias do ar. Para as concentrações de nossa região, o teor ótimo é de 0,7 mg/L, sendo de 0,6 a 1,0 mg/L os valores mínimo e máximo respectivamente<sup>8,9,15,16,29</sup>.

Tanto a ausência quanto a intermitência no processo de fluoretação constatadas em diversas localidades, refletem diferentes teores de flúor na água de abastecimento e provocam situações de evidente prejuízo à saúde da coletividade<sup>16</sup>.

Por outro lado, o flúor pode ser um elemento tóxico. Quando ingerido sem o devido controle, durante o período de desenvolvimento dos dentes, pode produzir alterações morfológicas e estéticas no esmalte, determinando a fluorose dentária<sup>1,4,10,41</sup>.

Existem na literatura alguns trabalhos referentes a avaliação de métodos para a determinação de fluoreto em águas, usando como referência o método potenciométrico do eletrodo de íon seletivo<sup>3,4,11,36,41</sup>.

O presente trabalho tem como objetivos: selecionar método exato e preciso para a determinação do fluoreto em águas de abastecimento para a rede de laboratórios oficiais, realizando um estudo comparativo com os métodos alizarina (disco comparador colorimétrico) e SPADNS, constantes das Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz<sup>28</sup>, com o eletrodo de íon seletivo, adotado como método de referência e verificar a qualidade da água de abastecimento público quanto ao teor de fluoreto, como subsídio para as autoridades sanitárias avaliarem o cumprimento da legislação vigente.

## MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizadas amostras de solução padrão de fluoreto, nas concentrações de 0,4, 0,8 e 1,0 mg/L, preparadas a partir de solução estoque de fluoreto de sódio de 1000 ppm, para a análise comparativa entre os métodos de SPADNS, alizarina com disco comparador colorimétrico e eletrodo de íon seletivo.

Através do método de eletrodo de íon seletivo, foram estudados os teores de fluoretos em 759 amostras de água de abastecimento público dos municípios que praticaram a fluoretação da água da região de Campinas

pertencentes aos Ersas (Escritórios Regionais de Saúde) de Amparo, Bragança Paulista, Campinas, Casa Branca, Limeira, Mogi Mirim, Piracicaba, Rio Claro e São João da Boa Vista. As amostras foram coletadas pelas equipes de Vigilância Sanitária, sendo aproximadamente 80% nas redes de distribuição, no período de janeiro a julho de 1994. Dentro do programa já existente Pró-Água (Programa de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano do Estado de São Paulo), com programação de coleta de amostras pré-estabelecida, foi incluída coleta específica para este estudo, numa periodicidade irregular.

Para análise das amostras e transporte das mesmas foram utilizados frascos de material plástico (polipropileno e polietileno).

### a) Reagentes e Soluções

- Solução FL-Z1, zircônio-alizarina, marca Polilab
- Solução padrão de fluoreto de 1,6 mg/L, FL-P2, marca Polilab
- SPADNS p.a. (sal trissódico de ácido 4,5-dihidroxi-3 para sulfonilazo)-2,7-naftaleno dissulfônico, marca Merck
- Solução de SPADNS a 0,19% (m/V)<sup>28</sup>
- Oxidoreto de zircônio p.a., marca VETEC<sup>28</sup>
- Solução de oxidoreto de zircônio 0,03% (m/V)<sup>28</sup>
- Solução reagente SPADNS/oxidoreto de zircônio 1:1<sup>28</sup>
- Solução SPADNS de referência<sup>28</sup>
- Solução de Arsenito de sódio 0,5% (m/v)
- Cloreto de sódio p.a., marca Merck
- Citrato de sódio dihidratado p.a., marca Merck
- CDTA (1-1 -ciclohexileno-dinitrilo-tetraacético) p.a., marca Merck
- Vermelho de cresol p.a., marca Merck
- Solução de hidróxido de sódio à 40%
- Solução Tampão TISAB III<sup>5</sup> - Num balão volumétrico de 1 litro colocar :  
500 ml de água deionizada  
18 g de CDTA  
Adicionar, gota a gota, solução de Na OH à 40% até dissolução completa do sal. Em seguida, acrescentar: 300g de citrato de sódio dihidratado  
58 g de Na Cl  
0,07 g de vermelho de cresol
- Após dissolução dos sais, completar até 1 litro com água deionizada.  
(pH resultante 6,5 - 7,0)

### b) Equipamentos

- Espectrofotômetro modelo 6/20, Júnior II, marca Coleman
- Comparador visual Agua-tester, marca Hellige, munido de disco padrão colorimétrico para determinação de fluoreto

- Potenciômetro para determinação de pH/fluoretos, modelo PM-606-F, marca Analion, acoplado com eletrodo de íon seletivo de fluoretos em conjunção com um medidor de atividade iônica, modelo F-656, marca Analion.

### c) Métodos

1- Método da Alizarina com disco comparador colorimétrico<sup>35</sup>

A alizarina e o zircônio usados como reagentes, formam juntos um complexo de cor vermelha. O fluoreto presente na amostra de água a ser analisada reage com o zircônio, destruindo o complexo zircônio/alizarina, menos estável<sup>35</sup>.

O procedimento analítico está descrito de forma detalhada no manual de representação "SIPTRON", cujas etapas são: pré tratamento da amostra para eliminação de cloro residual e desenvolvimento da cor para leitura no disco colorimétrico com escala de 0,0 a 1,6 mg/L. No caso de amostras com valores aparentes inferiores a 0,8 mg/L, é utilizada a técnica de adição de padrão, adicionando-se volumes iguais de amostra e de solução padrão de flúor a 1,6 mg/L, cujo resultado final é dado pela fórmula: mg/L de F<sup>-</sup> = 2X (leitura obtida) - 1,6.

2 - Método de SPADNS

Baseia-se na medida espectrofotométrica do descolorimento, em meio ácido, do complexo SPADNS/oxiclo-

reto de zircônio, de cor vermelha, pelo fluoreto<sup>3,4,5,16,41</sup>.

O procedimento analítico está descrito no livro "Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz, volume 1"<sup>28</sup>, cujas etapas são: pré tratamento da amostra para eliminação do cloro residual, desenvolvimento da cor para leitura em espectrofotômetro e cálculo final da concentração do íon fluoreto utilizando curva padrão pré estabelecida.

3 - Método do eletrodo de íon seletivo

Baseia-se na medida potenciométrica direta de íons de flúor livres, com um eletrodo específico para flúor<sup>3,4,5,16,41</sup>.

O procedimento analítico está descrito no STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER<sup>4</sup>, que consiste na adição de solução tampão para minimizar a ação dos interferentes e ajuste do pH; a concentração do íon fluoreto é obtida através de leitura potenciométrica direta.

d) Análise estatística

Para avaliação comparativa dos resultados foram empregados os métodos estatísticos do qui-quadrado e "t" Student, segundo o programa de microinformática EPIDAT, da Organização Mundial da Saúde.

## RESULTADOS

TABELA 1

Estudo comparativo entre os métodos de SPANDS e disco colorimétrico com eletrodo de íon seletivo para determinação do teor de fluoreto em águas.

Determinação	Eletrodo Ion Seletivo			SPADNS			Disco Colorimétrico*		
	Solução padrão mg(F <sup>-</sup> )/L			Solução padrão mg(F <sup>-</sup> )/L			Solução padrão mg(F <sup>-</sup> )/L		
Número	0,40	0,80	1,00	0,40	0,80	1,00	0,40	0,80	1,00
							**/**		
1	0,41	0,78	0,96	0,41	0,79	1,00	0,7/0,6	0,90	1,10
2	0,42	0,79	0,99	0,47	0,84	1,09	0,7/1,0	0,90	1,10
3	0,45	0,75	1,00	0,45	0,75	1,11	0,7/1,0	0,90	1,10
4	0,41	0,79	1,05	0,40	0,96	0,99	0,7/0,6	0,90	1,10
5	0,44	0,83	0,98	0,36	0,83	1,23	0,7/0,6	0,90	1,10
6	0,41	0,79	0,98	0,35	0,73	1,15	0,7/0,6	0,90	1,10
7	0,40	0,79	0,96	0,45	0,70	1,15	0,7/0,6	1,10	1,30
8	0,42	0,78	1,04	0,34	0,75	1,12	0,7/1,0	1,10	1,20
9	0,43	0,84	1,04	0,36	0,96	0,96	0,7/1,0	1,10	1,30
10	0,44	0,84	—	0,54	1,05	0,97	0,7/0,8	0,80	1,10
ERM %	1,90			5,15			47,19		
DP %	4,62			13,28			46,46		

\* O método do disco colorimétrico recomenda para concentração inferior a 0,80 mg (F<sup>-</sup>)/L a adição de padrão

\*\* sem adição de padrão

\*\*\* com adição de padrão

\*\*\*\* Erro relativo médio

\*\*\*\*\* Desvio padrão

A tabela 1 mostra os resultados analíticos e a análise estatística do estudo comparativo realizado entre os três métodos para a determinação dos teores de fluoreto em águas.

TABELA 2

Distribuição das Amostras de Águas tratadas, segundo os Municípios e Níveis de concentração de Fluoreto, Região de Campinas, janeiro a julho de 1994.

	Município/ Distrito	N.º Total de Amostras	Amostras em acordo com a legislação vigente 0,6 a 1,0 mg(F <sup>-</sup> )/L		Amostras em desacordo com a legislação vigente			
					>1,0 mg(F <sup>-</sup> )/L		<0,6mg(F <sup>-</sup> )/L	
			n	%	n	%	n	%
26 - Amparo	Águas de Lindóia	7	6	86,0	0		1	14,0
	Lindóia	1	0		0		1	100
	Serra Negra	1	0		0		1	100
	Socorro	2	2	100	0		0	
25-Bragança Paulista	Atibaia	8	0		3	23,0	8	100
	Bragança Paulista	13	10	77,0	0		0	
	Nazaré Paulista	8	8	100	0		0	
	Pedra Bela	16	8	50,0	0		8	50,0
	Tuiuti	7	7	100	0		0	
	Vargem	6	0		6	100	0	
27 - Campinas	Campinas	1	1	100	0		0	
	Cosmópolis	12	11	92,0	0		1	8,0
	Hortolândia	6	0		0		6	100
	Monte Mor	3	3	100	0		0	
	Nova Odessa	6	6	100	0		0	
	Paulínea	21	21	100	0		0	
	Sumaré	6	2	33,0	0		4	67,0
	Valinhos	3	3	100	0		0	
55 - Casa Branca	Vinhedo	6	0		0		6	100
	Caconde	9	1	11,0	0		8	89,0
	Casa Branca	19	0		0		19	100
	Itobi	6	4	67,0	0		2	33,0
	Mococa	29	25	86,0	0		4	14,0
	Sta. Cruz das Palmeiras	14	0		0		14	100
	São Benedito das Areias	6	6	100	0		0	
	São José Rio Pardo	16	0		0		16	100
	Tambaú	24	16	67,0	8	33,0	0	100
	Tapiratiba	18	10	56,0	0		8	44,0
43 - Limeira	Araras	4	0		0		4	100
	Conchal	2	0		0		2	100
	Iracemópolis	1	0		0		1	100
	Leme	16	12	75,0	3	19,0	1	6,0
	Limeira	8	5	62,0	0		3	38,0
	Pirassununga	14	9	64,0	0		5	36,0
28 - Mogi Mirim	Arthur Nogueira	8	4	50,0	0		4	50,0
	Estiva Gerbi	1	0		0		1	100
	Itapira	7	6	86,0	0		1	14,0
	Jaguariúna	12	11	92,0	0		1	8,0
	Mogi-Guaçu	19	5	26,0	0		14	74,0
	Mogi-Mirim	11	2	18,0	0		9	82,0
	Pedreira	4	0		0		4	100
47 - Piracicaba	Águas de São Pedro	16	14	88,0	2	12,0	0	
	Capivari	9	2	22,0	3	33,0	4	45,0
	Charqueada	15	14	93,0	0		1	7,0
	Elias Fausto	17	13	77,0	0		4	23,0
	Mombuca	14	14	100	0		0	
	Piracicaba	34	15	44,0	0		19	56,0
	Rafard	3	1	34,0	1	33,0	1	33,0
	Rio das Pedras	9	0		0		9	100
	Sta. Maria da Serra	10	0		0		10	100
	Saltinho	10	0		0		10	100
51 - Rio Claro	Anafândia	1	0		0		1	100
	Corumbataí	1	0		0		1	100
	Ipeúna	13	0		0		13	100
	Hirapina	1	0		0		1	100
	Rio Claro	21	1	5,0	15	71,0	5	24,0
	Santa Gertrudes	9	4	45,0	4	44,0	1	11,0
54 - São João da Boa Vista	Aguai	3	0		0		3	100
	Águas de Prata	28	16	57,0	0		12	43,0
	Divinolândia	23	21	91,0	0		2	9,0
	Espirito Sto. do Pinhal	16	15	94,0	1	6,0	0	
	São João da Boa Vista	33	30	91,0	0		3	9,0
	São Sebastião da Gramma	10	2	20	1	10	7	70
	Vargem Grande do Sul	42	28	67,0	5	12,0	9	21,0

A tabela 2 mostra o número total de amostras encaminhadas para a análise e a porcentagem de acordo com a legislação vigente quanto ao teor de fluoretos, determinado pelo método eletrodo ion seletivo, para cada município dos Ersas da região de Campinas.

TABELA 3

Dados comparativos da situação do Processo de Fluoretação em Águas de Abastecimento Público da Região de Campinas entre 1991 e 1994.

	Municípios				Distritos e Subdistritos			
	1991*		1994**		1991*		1994**	
	n	%	n	%	n	%	n	%
Com Fluoretação	39	51,3	33	43,4	15	28,8	2	3,8
Sem Fluoretação	12	15,8	30	39,5	8	15,4	4	7,7
Sem Informação	25	32,9	4	5,3	29	55,8	46	88,5
Fluoretação Descontinua	.....	.....	9	11,8	.....	.....	.....	.....

\* 1991 - Dados fornecidos pelo CVS (Centro de Vigilância Sanitária)

\*\* 1994 - Total de municípios estudados - 76

Total de distritos e subdistritos estudados - 52

A tabela 3 apresenta dados comparativos da situação do processo de fluoretação da água na região de Campinas entre os anos de 1991 e 1994. Os dados referentes ao ano de 1994 foram levantados a partir da triagem efetuada anteriormente ao presente estudo das amostras, especificamente para o conhecimento da situação de cada município quanto à prática da fluoretação.

TABELA 4

Valores de concentrações de algumas substâncias interferentes que causam erros entre 0,1 a 1,0 mg (F<sup>-</sup>)/L em determinações de Ion Fluoreto.<sup>4</sup>

Tipo de	Método eletrodo		Método SPADNS		Substância		Conc	
	Conc	Tipo de	mg/L		erro	mg/L	Conc	erro
Alcalinidade (CaCO <sub>3</sub> )			7.000	+	5.000	-		
Alumínio (Al <sup>+3</sup> )			3,0	-	0,1 (*)	-		
Cloreto (Cl <sup>-</sup> )			20.000		7.000	+		
Cloro			5.000		Completamente eliminado com adição arsenito de sódio			
Cor e turbidez					Eliminada ou compensada			
Ferro			200	-	10	-		
Hexametáfosfato ([NaPO <sub>3</sub> ] <sub>6</sub> )			50.000		1,0	+		
Fosfato (PO <sub>4</sub> <sup>-3</sup> )			50.000		16	+		
Sulfato (SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> )			50.000	-	200	-		

(+) representa erro positivo

(-) representa erro negativo

em branco, denota erro não mensurável

(\*) erro na leitura após adição do reagente. Tolerância aumenta com o tempo: depois de 2 horas, 3,0 mg/L; depois de 4 horas, 30 mg/L.

## DISCUSSÃO

Quanto ao estabelecimento de metodologia analítica adequada à rede de laboratórios de saúde pública, os dados apresentados na tabela 1 mostram que embora o erro relativo médio seja baixo em relação ao método eletrodo de íon seletivo, o desvio padrão é muito elevado, indicando uma alta dispersão das determinações individuais ao redor do valor de referência.

No método de SPADNS o erro relativo médio é um pouco mais elevado, mas também o desvio padrão é muito alto proporcionalmente, indicando muita dispersão nas leituras individuais.

O método do Disco Colorimétrico apresentou erro relativo médio e desvio padrão excessivamente eleva-

dos tornando-o, portanto, inadequado para a determinação de fluoreto na água. Este fato fica mais evidenciado quando comparado com os demais métodos estudados neste trabalho.

Na comparação dos métodos, o erro relativo médio calculado para o método do disco colorimétrico é significativamente mais elevado do ponto de vista estatístico (p<1%) em relação aos valores encontrados para os métodos de SPADNS e do eletrodo de íon seletivo.

Quanto à comparação entre os métodos de SPADNS e do eletrodo de íon seletivo, a diferença verificada entre os erros relativos médios não foi significativa do ponto de vista estatístico (p>5%), pesando para este fato os altos valores de dispersão das diversas leituras em ambos os métodos.

Paralelamente ao estudo estatístico realizado, foi levado em consideração a influência de interferentes presentes na água. Como já relatado na literatura<sup>2,4,15</sup>, o método eletrodo de íon seletivo tolera limites de interferentes (vide tabela 4) em concentrações mais elevadas que nos demais métodos utilizados.

Há muitos anos, a fluoretação da água para consumo humano é reconhecida como medida eficaz de proteção contra as cáries dentárias. Diversos estudos recentes vêm reforçar esta convicção, analisando os resultados clínicos dos programas odontológicos de prevenção<sup>21,40</sup>, pesquisando os efeitos do flúor na histopatologia e química das cáries<sup>12,34,37</sup> e acusando a incidência de cáries em população exposta a baixos níveis de flúor nas águas de abastecimento<sup>12</sup>. Outros estudos preocuparam-se com a racionalização dos diferentes recursos para a administração do flúor<sup>25</sup>, considerando inclusive

a necessidade de ministrá-lo como suplemento dietético<sup>2,18</sup>, na forma de comprimidos ou pastilhas.

Por outro lado, a literatura recente também registra uma série de trabalhos atentando para os fatores negativos associados ao consumo excessivo de flúor. São estudos epidemiológicos da disseminação da fluorose dentária na população<sup>23</sup>; métodos analíticos para a detecção do excesso de flúor no organismo<sup>6,7,19, 27,31,33</sup>; descrições da participação do flúor no metabolismo dos dentes, ossos e tecidos<sup>14,20,38</sup>. Apesar da legislação vigente obrigar a fluoretação da água, pudemos observar, através da Tabela 2, que vários municípios da região de Campinas não atenderam a esta obrigação. Dos 76 municípios estudados, apenas 33 (43,4%) fluoretaram com regularidade as águas de abastecimento; enquanto 9 (11,8%) fluoretaram de modo descontinuo; 30 (39,5%) simplesmente não fluoretaram; e apenas para 4 muni-

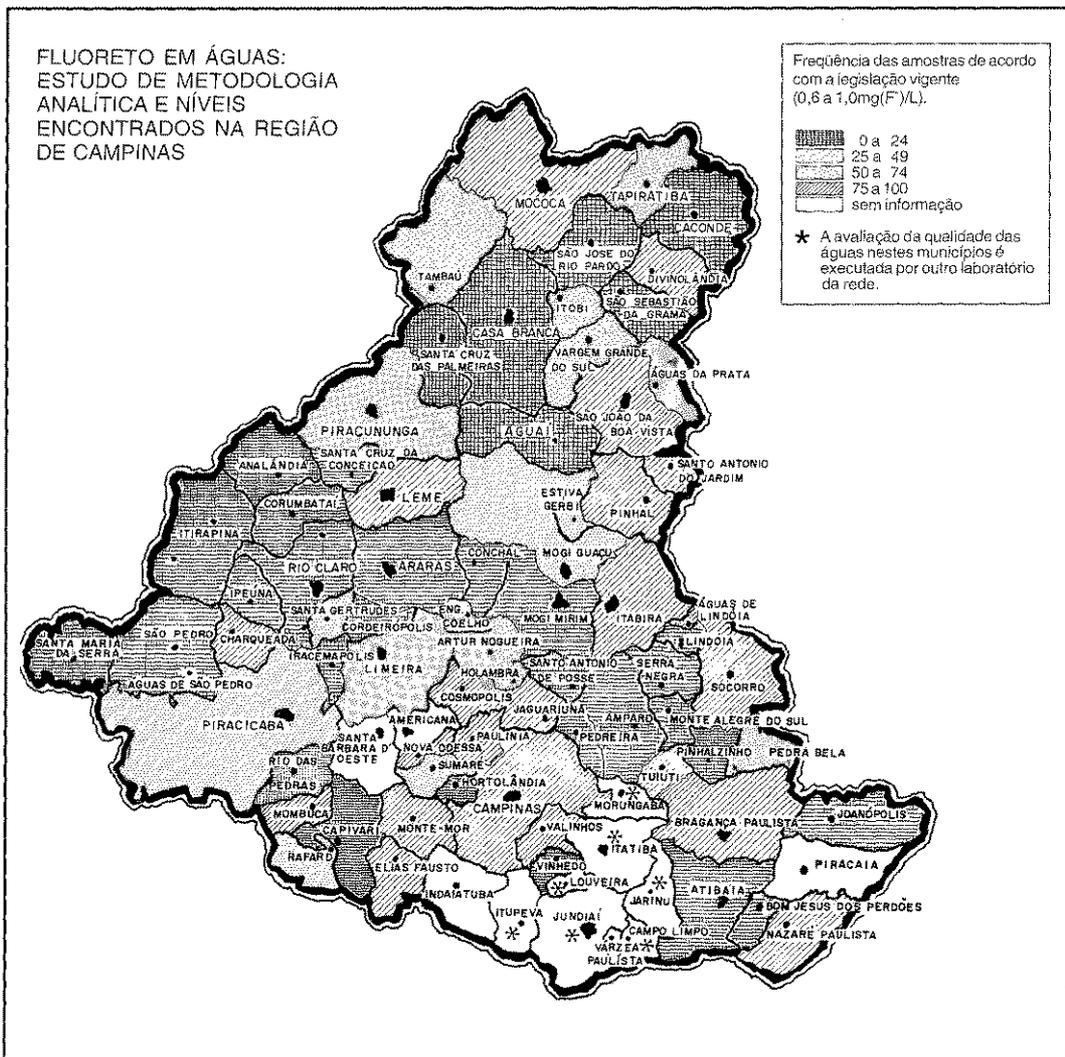


Figura - Distribuição dos Municípios da Região de Campinas, segundo a Fluoretação das Águas de Abastecimento Público de Amostras analisadas no período de janeiro a julho de 1994.

cípios não foi possível obter esta informação. Situação igualmente indesejável foi descrita por Nell & col.<sup>24</sup>, que conduziram levantamento geográfico com as mesmas características na Áustria, 1993, concluindo pela necessidade de incrementar o processo de fluoretação da água, para o devido sucesso dos programas de saúde bucal.

## CONCLUSÕES

O método eletrodo de íon seletivo foi considerado o mais adequado enquanto que o método de SPADNS apesar de considerado aceitável, está mais sujeito a erro subjetivo e à eliminação de interferentes (vide tabela 4). O método disco colorimétrico foi considerado inaceitável mesmo levando-se em conta seu baixo custo.

Pelas conclusões acima, para determinação de flúoreto em água, deve-se utilizar o método do eletrodo de íon seletivo para um serviço de excelência na rede de laboratórios de saúde pública.

Tendo em vista a importância de se controlar, de modo efetivo, o processo de fluoretação das águas de abastecimento, tanto para o sucesso dos programas de profilaxia da cárie dental, quanto para a prevenção da

fluorose, é necessário proceder levantamentos periódicos do teor de flúor encontrados nas águas de abastecimento, em diferentes localidades.

Quando se compara os dados obtidos para a região de Campinas com os dados relativos ao ano de 1991, conclui-se que diminuiu significativamente ( $p < 0,01$ ) o número de municípios que fluoretavam as águas de abastecimento. Esta situação torna-se ainda mais grave, quando se considera que, neste mesmo período, entre 1991 e 1994, melhorou significativamente ( $p > 0,01$ ) a qualidade da informação, com o aumento do número de municípios incluídos no monitoramento.

Os dados obtidos no presente estudo demonstram a importância de levantamentos sistemáticos que tornem efetivo o controle de qualidade do processo de fluoretação das águas de abastecimento, também estendendo a observação para as demais regiões do Estado.

## AGRADECIMENTOS

Expressamos nossos agradecimentos à SANASA (Secretaria de Abastecimento de Água e Saneamento S/A) pela colaboração prestada.

RIALA 6/811

FREITAS, V.P.S.; BRÍGIDO, B.M.; ALGE, M.E.; SILVA, C.L.; ZENEBON, O. & ANTUNES, J.L.F. - FLUORIDE IN WATER: ANALYTICAL METHODOLOGY STUDY AND LEVELS FOUND IN CAMPINAS' REGION. *Rev. Inst. Adolfo Lutz*.56 (2):29-36, 1996.

**ABSTRACT:** It was compared three analytical methods to measure fluoride concentrations in waters of public supply: SPADNS, alizarin with colorimetric comparing disk and ion selective electrode, the latter being chosen as the reference method. The ion selective electrode method was suggested as the most adequate for control of fluoride in waters for the net of public health laboratories, due to its precision, accuracy and rapidity. Fluoride content were measured in 759 samples of waters of public supply from the cities in the neighbourhood of Campinas, SP, from January to July 1994, by the method of selective ion electrode. It was observed that, from the 76 cities studied, only 33 (43,4%) proceeded the addition of fluoride with regularity; 9 (11,8%) made it in a discontinuous way and 30 (39,5%) did not proceed the addition of fluoride. These data show the importance of systematic surveys to instruct vigilance action: by comparing these results with a survey performed in 1991, it was verified a meaningful reduction in the number of cities that proceeded the addition of fluoride in a regular way.

**KEY WORDS:** waters of public supply; fluoride, valuation of; fluoride contents in waters; selective ion electrode method; methods, comparative study.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ADDE, C.A.; ARMONIA, L.P.; ROCHA, R.G. & TOR TAMANO, N. - Riscos de intoxicação aguda por compostos fluorados de uso odontológico. *Rev. apcd*, **47**: 1193-202, 1993.
2. AMERICAN DIETETIC ASSOCIATION - Position of the American Dietetic Association: the impact of fluoride on dental health. *J. Am. Diet. Assoc.*, **94** (12 Dec): 1428-31, 1994.
3. AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION - *Standard methods for the examination of water and wastewater*. 16<sup>th</sup> ed., Washington, A.P.H.A., 1985, p.352-62.
4. AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION - *Standard methods for the examination of water and wastewater*. 18<sup>th</sup> ed., Washington, A.P.H.A., 1992, p. 4-59-63.
5. ANALION. *Manual de instrução: analisador pH/fluoretos* mod. P.M. 606 F, p. 1-22.
6. ANGMAR-MANSSON, B.; DE-JOSSELIN-DE-JONG, E.; SUNDSTROM, F. & TENBOSCH, J.J. - Strategies for improving the assesment of dental fluorosis: focus on optical techniques. *Adv. Dent. Res.*, **8** (1 Jun): 75-9, 1994.
7. AOA, T. - Strategies for improving the assesment of dental fluorosis: focus on chemical and biochemical aspects. *Adv. Dent. Res.*, **8** (1 Jun): 66-74, 1994.
8. BRASIL. Leis, decretos, etc. - Portaria n.º 36/GM do Ministério da Saúde de 19 de janeiro de 1990. *Diário Oficial da União*, Brasília, 23 de janeiro de 1990. Aprova normas e padrões de potabilidade

- da água destinada ao consumo humano, a serem observados em todo o território nacional.
9. BRASIL. Leis, decretos, etc. - Portaria nº. 635/Bsb de 26 de dezembro de 1975. *Diário Oficial da União*, Brasília. Aprova normas e padrões sobre a fluoretação da água dos sistemas públicos de abastecimento, destinada ao consumo humano.
  10. CARVALHO, A.C. - Teores de flúor em águas da cidade de Bauru. *Rev. Inst. Adolfo Lutz*, 22/23: 69-72, 1963.
  11. CROSBY, N.T.; DENNIS, A.L. & STEVENS, J.G. - An evaluation of some methods for the determination of fluoride in potable waters and other aqueous solutions. *Analyst*, Lond., 93: 643-52, 1968
  12. ELLWOOD, R.P. & O'MULLANCE, D.M. - Association between enamel opacities and dental caries in a north Wales population. *Caries Res.*, 28 (5): 383-7, 1994.
  13. FEATHERSTONE, J.D. - Fluoride, remineralization and root caries. *Am. J. Dent.*, 7 (5 Oct):271-4, 1994.
  14. FEJERSKOV, O.; LARSEN, M.J.; RICHARDS, A. & BAEUM, V. - Dental tissue effects of fluoride. *Adv. Dent. Res.*, 8 (1 Jun): 15-31, 1994.
  15. FLUORETAÇÃO - Uma proposta a favor da saúde. *Apostila datilografada*. São Paulo: CETESB/SABESP, 1985, p. 1-54.
  16. Fluoretação da água como fazer a vigilância sanitária? *Cadernos de Saúde Bucal da Rede Cedros*, 2: 7-20, 1992.
  17. FORMAGGIA, D.M.E. - Controle da água. *Rev. DAE-SABESP*, n. 171, p. XVII-XXII.
  18. HOLLOWAY, P.J. & JOYSTON-BECHAL, S. - How should we use dietary fluoride supplements?. *Br. Dent. J.*, 177 (9 Nov 5): 318-20, 1994.
  19. KINGMAN, A. - Current techniques for measuring dental Fluorosis: issues in data analysis. *Adv. Dent. Res.*, 8 (1 Jun): 56-65, 1994.
  20. KLEERKOPER, M. - Non-dental tissue effects of fluoride. *Adv. Dent. Res.*, 8 (1 Jun): 32-8, 1994.
  21. MORGANSTEIN, S.I. - Clinical results: implications for prevention and treatment in general dental practice. *Inst. Dent. J.*, 44 (3 Suppl 1 Jun):297-9, 1994.
  22. MURRAY, J.J. - El uso correcto de fluoruros en salud publica. *Organizacion Mundial de la Salud*, Ginebra: 129, 1986.
  23. MWANIKI, D.L.; COURTNEY, J.M. & GAYLOR, J.D. - Endemic fluorosis: an analysis of needs and possibilities based on case studies in Kenya. *Soc. Sci. Med.*, 39 (6 Sep): 807-13, 1994.
  24. NELL, A. & SPERR, W. - Fluoridgehaltuntersuchung des Trinkwassers in Osterreich 1993. *Wien. Klin. Wochenschr*, 106 (19): 608-14, 1994.
  25. O'MULLANE, D.M. - Introduction and rationale for the use of fluoride for caries prevention. *Int. Dent. J.*, 44 (3 Suppl 1 Jun): 257-61, 1994.
  26. ORGANIZACION MUNDIAL DE LA SALUD - Levantamento epidemiológico básico de Saúde Bucal. *OMS Livraria Editora Santos*, 1991.
  27. ROZIER, R.G. - Epidemiologic Indices for measuring the clinical manifestations of dental fluorosis: overview and critique. *Adv. Dent. Res.*, 8 (1 Jun): 39-55, 1994.
  28. SÃO PAULO. Instituto Adolfo Lutz - *Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz. Métodos químicos e físicos para análise de alimentos*. 3ª ed. São Paulo, 1985, v.1, p.323-6.
  29. SÃO PAULO, Leis, decretos, etc. - Decreto nº. 10.330 de 13 de setembro de 1977. *Diário Oficial do Estado de São Paulo*. Disciplinando a atuação de órgãos do governo do estado de São Paulo para aplicação da legislação federal sobre fluoretação de águas.
  30. SÃO PAULO, Leis, decretos, etc. - Resolução SS-45 de 31 de janeiro de 1992. *Diário Oficial de Estado de São Paulo*, 01 de fevereiro de 1992, seção 1, p.27. Institui o programa de vigilância da qualidade da água para o consumo humano - Pró-água e aprova diretrizes para a sua implantação no âmbito da Secretaria da Saúde.
  31. SCHULTZ, J.S. - Chemical sensors and biosensors for fluoride: current status and developing technologies. *Adv. Dent. Res.*, 8 (1 Jun): 100-4, 1994.
  32. SECRETARIA DE ESTADO DA SAÚDE. Departamento de Saneamento - Instruções referentes ao subprograma de saneamento da alimentação. *Manual de instrução do subprograma de Engenharia Sanitária*. São Paulo: CSC, 1978, p. 30-59.
  33. SELWITZ, R.H. - Strategies for improving methods of assessing fluoride accumulation in body fluids and tissues. *Adv. Dent. Res.*, 8 (1 Jun): 111-2, 1994.
  34. SHELLIS, R.P. & DUCKWORTH, R.M. - Studies on the cariostatic mechanisms of fluoride. *Int. Dent. J.*, 44 (3 Suppl 1 Jun): 263-73, 1994.
  35. SIPTRON. *Manual de representação: fluor*. São Paulo, 1994, p. 15-7.
  36. VAISTMAN, D.S.; SOUZA, J.P.R.; VAISTMAN, E. P.; VALLE, E.V. - Determinação de fluoreto em água potável no distrito mineiro de Tangá, Rio de Janeiro. *Livro de Resumos, 7º Encontro Nacional de Química Analítica*, Rio de Janeiro, RJ, p.64, 1993.
  37. WEFEL, J.S. - Root caries histopathology and chemistry. *Am. J. Dent.*, 7 (5 Oct): 261-5, 1994.
  38. WHITFORD, G.M. - Intake and metabolism of fluoride. *Adv. Dent. Res.*, 8 (1 Jun): 5-14, 1994.
  39. WHITFORD, G.M. - The metabolism and toxicity of fluoride. *Monogr. oral Sci*, 13: 1-160, 1989.
  40. WORLD HEALTH ORGANIZATION - Fluorides and oral health. Report of a WHO Expert Committee on Oral Health Status and Fluoride use. *WHO Tech. Rep. Ser.* 846: 1-37, 1994.
  41. ZENEBON, O.; YABIKU, H.Y.; RESSINETTI, N.A.; LARA, W.H. - Estudo comparativo de métodos usuais na determinação de teor de flúor em águas de fontes naturais. *Rev. Inst. Adolfo Lutz*, 39 (2): 161-4, 1979.

Recebido para publicação em 19/04/96