



Vigilância Sanitária em Debate

ISSN: 2317-269X

INCQS-FIOCRUZ

Dovidauskas, Sergio; Okada, Isaura Akemi; Iha, Maria Helena; Cavallini, Álvaro Gennari; Okada, Marina Miyuki; Briganti, Rita de Cássia  
Avaliação da qualidade da fluoretação de águas de abastecimento público em 88 municípios da região Nordeste do estado de São Paulo (Brasil)  
Vigilância Sanitária em Debate, vol. 5, núm. 3, 2017, Julho-Setembro, pp. 14-23  
INCQS-FIOCRUZ

DOI: <https://doi.org/10.22239/2317-269X.00926>

Disponível em: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=570562913003>

- Como citar este artigo
- Número completo
- Mais informações do artigo
- Site da revista em [redalyc.org](http://redalyc.org)

UABM [redalyc.org](http://redalyc.org)

Sistema de Informação Científica Redalyc  
Rede de Revistas Científicas da América Latina e do Caribe, Espanha e Portugal  
Sem fins lucrativos acadêmica projeto, desenvolvido no âmbito da iniciativa  
acesso aberto

# Avaliação da qualidade da fluoretação de águas de abastecimento público em 88 municípios da região Nordeste do estado de São Paulo (Brasil)

## Quality Assessment of fluoridation of public water supply in 88 municipalities in the Northeast region of the state of São Paulo (Brazil)

Sergio Dovidauskas\*

Isaura Akemi Okada

Maria Helena Iha

Álvaro Gennari Cavallini

Marina Miyuki Okada

Rita de Cássia Briganti

### RESUMO

**Introdução:** Durante um ano, o Núcleo de Ciências Químicas e Bromatológicas do Centro de Laboratório Regional do Instituto Adolfo Lutz de Ribeirão Preto (SP, Brasil) aumentou o número de amostras de águas de abastecimento público analisadas para concentração de fluoreto em relação ao que é normalmente solicitado por 88 Vigilâncias Sanitárias Municipais do Nordeste do estado de São Paulo (Brasil). **Objetivo:** Verificar se os valores dos Indicadores de Fluoretação variam quando se aumenta o número de amostras analisadas e avaliar a qualidade da fluoretação na região. **Método:** Fluoreto foi determinado por cromatografia de íons em amostras coletadas pelas Vigilâncias Sanitárias. **Resultados:** Os valores dos Indicadores de Fluoretação obtidos nas duas amostragens (das Vigilâncias e as ampliadas) foram similares para a maioria dos casos. O mapeamento indicou um maior número de municípios com indicadores maiores que 80% nos Departamentos Regionais de Saúde de Barretos e Franca, enquanto nos de Araraquara e Ribeirão Preto prevalecem indicadores menores que 40%. **Conclusões:** Investimento e assessoria técnica são insuficientes para elevar os indicadores a valores acima de 80% em municípios com populações pequenas. Para os casos em que os valores são menores que 40% sugere-se uma abordagem baseada na similaridade entre municípios para se aumentar esses valores.

**PALAVRAS-CHAVE:** Fluoreto; Água de Abastecimento Público; Qualidade da Fluoretação; Vigilância Sanitária

### ABSTRACT

**Introduction:** During 1 year, the Núcleo de Ciências Químicas e Bromatológicas do Centro de Laboratório Regional do Instituto Adolfo Lutz de Ribeirão Preto (SP, Brasil) has increased the number of public water supply samples analyzed for fluoride concentration in relation to what is usually requested by 88 Municipal Sanitary Surveillance of Northeast State of São Paulo (Brazil). **Objective:** To verify if fluoridation indicators values will vary when increasing the number of samples analyzed and to assess the quality of fluoridation in the region. **Method:** Fluoride was determined by ion chromatography in samples collected by Sanitary Surveillances. **Results:** Indicators values of fluoridation obtained in the two sampling (Sanitary Surveillances and expanded) were similar for most cases. The mapping indicated a greater number of municipalities with values greater than 80% in Regional Departments of Health of Barretos and Franca, while in Araraquara and Ribeirão Preto prevail indicator values lower than 40%. **Conclusions:** Investment and technical assistance are insufficient to increase the values above 80% in municipalities with small populations. For the cases in which the values are smaller than 40% an approach based on the similarity between municipalities is suggested to increase these values.

<sup>1</sup> Centro de Laboratório Regional, Instituto Adolfo Lutz de Ribeirão Preto VI (CLR/IAL), São Paulo, SP, Brasil

\* E-mail: [sergio2794@terra.com.br](mailto:sergio2794@terra.com.br)



## INTRODUÇÃO

Em termos químicos, flúor ( $F_2$ ) é um halogênio altamente reativo e não é encontrado no meio ambiente, mas sim o respectivo íon, seja combinado com outros elementos formando minerais, seja na forma iônica simples denominada fluoreto ( $F^-$ ) predominante em meios aquosos: a água do mar contém aproximadamente  $1 \text{ mg L}^{-1}$  de fluoreto, enquanto as águas de rios e lagos apresentam concentrações menores que  $0,5 \text{ mg L}^{-1}$ ; nas águas subterrâneas podem ocorrer concentrações baixas ou altas, dependendo da natureza do solo e da presença de minerais contendo fluoreto em sua composição<sup>1</sup>.

Em termos de Saúde Pública, a ingestão excessiva de fluoreto pode acarretar a fluorose dentária (caracterizada pela ocorrência de estrias ou manchas amareladas ou alaranjadas no esmalte) e, em casos mais graves, a fluorose óssea (osteofluorose), que apresenta diversos graus de severidade e ocorre em diversas localidades, principalmente na Índia, China e África - a exposição prolongada a altos níveis de fluoreto pode conduzir o indivíduo a atingir estados de deformação óssea incapacitante. A fluorose óssea é atribuída principalmente ao consumo de água contendo níveis elevados de fluoreto, mas a exposição a outras fontes como o ar (na China, certas províncias utilizam a queima de carvão rico em fluoreto para o cozimento e cura de alimentos) e alguns alimentos (o *brick tea* na Ásia, por exemplo) são também importantes. No caso das águas com níveis elevados de fluoreto, existem vários processos de desfluoretação, como os que envolvem o uso de alumina ativada ou de carvão de ossos, mas a primeira opção para mitigar a contaminação por fluoreto de uma comunidade afetada é providenciar uma fonte alternativa de abastecimento<sup>1</sup>.

Por outro lado, é reconhecida pela Organização Mundial de Saúde a ação benéfica do fluoreto no controle da progressão da cárie dentária<sup>2</sup>, principalmente através do seu uso tópico em dentifrícios e de seu uso sistêmico em águas destinadas ao consumo humano (fluoretação) - nesse caso, a concentração do íon na água deve ser mantida em uma determinada faixa, geralmente entre  $0,5$  e  $1,0 \text{ mg L}^{-1}$ . A cárie é uma afecção causada por ação de enzimas liberadas por determinadas bactérias presentes na boca que fermentam resíduos de açúcar, originando ácidos que desmineralizam o esmalte dos dentes, formando cavidades - o fluoreto aumenta a resistência do esmalte dos dentes, provocando, ainda, a remineralização das áreas que sofreram a ação dos ácidos. No Brasil, a cárie dentária apresenta-se com um sério problema em saúde bucal, afetando uma grande parcela da população - para enfrentar esse problema, a Fundação Nacional da Saúde (Funasa) admite que “o acesso à água tratada e fluoretada é fundamental para as condições de saúde da população. Viabilizar políticas públicas que garantam a implantação da fluoretação das águas é a forma mais abrangente e socialmente justa de acesso ao flúor”<sup>3</sup>.

Dessa forma, para a ação benéfica do fluoreto, no que diz respeito à saúde bucal, existe uma quantidade ótima de ingestão: acima dessa quantidade existe o risco de ocorrência de fluorose e, abaixo, haveria perda da eficiência na redução da cárie dentária. Nesse sentido, o Ministério da Saúde, através da Portaria nº 635/Bsb, de 26 de dezembro de 1975<sup>4</sup>, que aprova normas e padrões sobre a fluoretação da água, recomenda

limites para a concentração de fluoreto em função da média das temperaturas máximas diárias do ar ( $\bar{T}_{\text{máx}}$ ) - por exemplo, em localidades onde as  $\bar{T}_{\text{máx}}$  situam-se entre  $14,7$  e  $17,7^\circ\text{C}$ , recomenda-se que as concentrações mínima e máxima devam ser  $0,8$  e  $1,3 \text{ mg L}^{-1}$ , respectivamente, sendo considerada como ótima a concentração de fluoreto igual a  $1,0 \text{ mg L}^{-1}$ . Em particular, no estado de São Paulo, a legislação vigente<sup>5</sup> estabelece que a concentração do íon fluoreto deve estar na faixa entre  $0,6$  e  $0,8 \text{ mg L}^{-1}$ , sendo considerado  $0,7 \text{ mg L}^{-1}$  como o teor ideal.

O exposto no parágrafo anterior implica que uma determinada amostra de água de abastecimento pode ser classificada em duas categorias, tendo como base de classificação a concentração de fluoreto e o consumo humano: (i) adequada (concentração dentro do intervalo compreendido entre as concentrações mínima e máxima) e (ii) inadequada (concentração fora do intervalo compreendido entre as concentrações mínima e máxima). A essa classificação dicotômica, em 2011 o Centro Colaborador do Ministério da Saúde em Vigilância da Saúde Bucal (CECOL) propôs uma nova classificação relacionando a concentração de fluoreto ao benefício preventivo da cárie dentária e, simultaneamente, ao risco da possibilidade de ocorrer fluorose dentária<sup>6</sup>. Essa nova classificação é indicada na Tabela 1, na qual pode ser notado que  $\bar{T}_{\text{máx}}$  também é considerada.

Se a não fluoretação (ou a sua interrupção) elimina o benefício da prevenção da cárie e a adição de quantidade insuficiente de fluoreto torna o procedimento inócua, a adição de quantidades excessivas pode causar fluorose dentária, sendo assim, o monitoramento constante dos teores de fluoreto em águas de

**Tabela 1.** Classificação de águas do CECOL segundo teor de fluoreto e o compromisso benefício x risco<sup>6</sup>.

$\bar{T}_{\text{máx}} (^\circ\text{C})$	Concentração de fluoreto na água ( $\text{mg L}^{-1}$ )	Benefício (prevenir cárie)	Risco (produzir fluorose dentária)
Abaixo de 26,3	0,00 a 0,44	Insignificante	Insignificante
	0,45 a 0,54	Mínimo	Baixo
	0,55 a 0,64	Moderado	Baixo
	0,65 a 0,94	Máximo	Baixo
	0,95 a 1,24	Máximo	Moderado
	1,25 a 1,44	Questionável	Alto
Entre 26,3 e 32,5	Maior que 1,45	Malefício	Muito alto
	0,00 a 0,44	Insignificante	Insignificante
	0,45 a 0,54	Mínimo	Baixo
	0,55 a 0,84	Máximo	Baixo
	0,85 a 1,14	Máximo	Moderado
	1,15 a 1,44	Questionável	Alto
Acima de 32,5	Maior que 1,45	Malefício	Muito alto
	0,00 a 0,34	Insignificante	Insignificante
	0,35 a 0,44	Mínimo	Baixo
	0,45 a 0,74	Máximo	Baixo
	0,75 a 0,84	Máximo	Moderado
	0,85 a 1,44	Questionável	Alto
	Maior que 1,45	Malefício	Muito alto

Fonte: CECOL/USP, 2011.



abastecimento público adquire importância crucial no sentido de promover a qualidade da saúde bucal sem efeito deletério. Neste sentido, cabe ao município definir as características básicas desse monitoramento em consonância com a “Diretriz Nacional do Plano de Amostragem da Vigilância em Saúde Ambiental Relacionada à Qualidade da Água para Consumo Humano”<sup>7</sup> que estabelece não somente o número de amostras (n) a serem coletadas para análise, mas também quando, como e onde coletar. No que diz respeito ao n, é estabelecido em nível nacional que o número mínimo de amostras para o heterocontrole<sup>8</sup> da concentração de fluoreto em águas de abastecimento público deve ser calculado em função da população total do município para as diversas formas de abastecimento - por exemplo, para municípios com até 50.000 mil habitantes, o número mínimo mensal de amostras é cinco. Em nível estadual, o Programa de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano do Estado de São Paulo (Proagua)<sup>9</sup>, sob a coordenação do Centro de Vigilância Sanitária (CVS), inclui a determinação da concentração de fluoreto nas águas de abastecimento público do Estado, embora com menor frequência do que a estabelecida para outros parâmetros físico-químicos (pH, teor de cloro residual livre, temperatura da água, cor aparente e turbidez) e microbiológicos (coliformes totais e *Escherichia coli*). Essa menor frequência para as análises de fluoreto é compreendida pelo fato de que possa ser suficiente analisar mensalmente amostras de cada sistema de tratamento, independentemente do porte demográfico do território abrangido pelo sistema<sup>6</sup>. Tanto para a determinação da concentração de fluoreto como para a avaliação dos demais parâmetros no Proagua, o tamanho da amostra mensal (n) é previamente definido na Programação das Ações de Vigilância Sanitária (Pavisa); essa programação é elaborada pela equipe da Vigilância Sanitária uma vez que é a detentora do conhecimento do universo de sua atuação e de sua capacidade operacional - não obstante, recomenda-se que essa equipe articule-se com outros setores da Secretaria da Saúde e colaboradores que auxiliem na viabilização técnica e política das ações de vigilância<sup>10</sup>. Normalmente, o número de amostras analisadas para fluoreto através do Proagua é menor que o estabelecido pela diretriz nacional.

Para avaliar a qualidade da fluoretação das águas de abastecimento público, o Proagua utiliza o Indicador de Fluoretação (IFLU)<sup>11</sup>; esse indicador resulta da relação (expressa como porcentagem) entre o número de amostras que apresentaram concentrações de fluoreto de acordo com o padrão de potabilidade estabelecido pela Resolução SS-250, de 15 de agosto de 1995<sup>5</sup>, (ou seja, concentrações entre 0,6 e 0,8 mg L<sup>-1</sup>) e o número total de amostras analisadas para um determinado período, como indicado na equação a seguir:

$$IFLU = \frac{n_d}{n_t} \times 100$$

onde  $n_d$  = número de amostras de acordo com a Resolução SS-250 por período e

$n_t$  = número total de amostras analisadas para fluoreto no mesmo período.

O monitoramento realizado pelo Proagua tem promovido iniciativas no sentido de melhorar o IFLU, principalmente dos municípios de pequeno porte para os quais foram detectadas dificuldades no processo de fluoretação das águas de abastecimento público. Assim, o projeto “Promoção e Qualidade de Vida - Fluoretação das Águas de Abastecimento Público”, promovido pela Secretaria de Estado da Saúde (SES), teve início em 2003 e, em sua primeira etapa, atingiu 117 municípios paulistas em que a responsabilidade pelo abastecimento é da própria municipalidade e com população abaixo de 30 mil habitantes, para os quais os valores de IFLU eram de apenas 9,2%. Recursos foram disponibilizados aos municípios para a aquisição de equipamentos e insumos para a fluoretação, incluindo equipamentos para a determinação do ion fluoreto. Ao final dessa etapa, em 2007 o IFLU alcançou o valor de 42% - apesar do aumento significativo, esse valor estava ainda muito abaixo da meta inicial (IFLU = 80%). Em vista desse resultado, uma segunda etapa iniciou-se em 2009 (com término previsto para 2014) envolvendo 107 municípios de pequeno porte cuja estratégia envolvia não somente novos investimentos em equipamentos, mas também uma série de ações dentre as quais destaca-se a parceria com a Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (Sabesp); essa parceria incluiu, em 2011, capacitação e instrução dos operadores dos sistemas de abastecimento através de treinamentos ministrados por técnicos da Sabesp e do CVS<sup>11</sup>. Segundo informações obtidas em 18/01/2017 no sítio do CVS ([www.cvs.saude.sp.gov.br](http://www.cvs.saude.sp.gov.br)), “o projeto encontra-se em fase de avaliação de resultados”.

A assessoria aos municípios através dos treinamentos citados no parágrafo anterior traz à discussão o aspecto técnico da fluoretação como pelo menos um dos obstáculos para se produzir água adequadamente fluoretada. A Sabesp, em 1977, já no início de seu atual bem-sucedido programa de fluoretação, nos municípios em que é concessionária dos serviços de abastecimento, inovou quando substituiu o emprego do sal fluorssilicato de sódio ( $\text{Na}_2\text{SiF}_6$ ) pela solução aquosa de ácido fluorssilícico ( $\text{H}_2\text{SiF}_6$ ), baixando custos e simplificando os processos operacionais<sup>12</sup>; porém, é possível encontrar diversas alternativas envolvendo tanto o  $\text{H}_2\text{SiF}_6$  como o  $\text{Na}_2\text{SiF}_6$  no “Manual de fluoretação da água para consumo humano”, publicado em 2012 pela Funasa<sup>3</sup>. No caso do  $\text{H}_2\text{SiF}_6$ , podem ser utilizados dois tipos de dosadores: bombas dosadoras e dosadores de nível constante (neste caso, os dosadores podem ser simples por gravidade, por gravidade e por transporte, por gravidade auxiliado por água sob pressão para transporte e aplicação da mistura, e de nível constante sob pressão). Já no caso do  $\text{Na}_2\text{SiF}_6$ , os equipamentos mais usados na dosagem são: cone de saturação, cilindro de saturação, tubulação de saturação, dosador por saturação multicâmaras e bomba dosadora. Obviamente que esse leque de opções no manual da Funasa pretende facilitar aos responsáveis pelo abastecimento a escolha mais adequada para a realidade de seu município; porém, para municípios de pequeno porte, com recursos limitados para a implantação da fluoretação, pode ser atraente adotar técnicas operacionalmente mais simples, mas cuja eficiência carece de comprovação, como as que utilizam as denominadas “pastilhas de flúor” disponíveis no mercado.



Nesse contexto, o presente trabalho procurou fazer um diagnóstico detalhado e atualizado da qualidade da fluoretação das águas de abastecimento público de 88 municípios da região Nordeste do estado de São Paulo. Essa região abrange a Rede Regional de Atenção à Saúde 13 (RRAS 13) que inclui quatro Departamentos Regionais de Saúde (DRS de Ribeirão Preto, Araraquara, Barretos e Franca) da SES (Figura 1), aos quais estão vinculados os respectivos Grupos de Vigilância Sanitária (GVS). Cada Vigilância Sanitária Municipal (VISA-M) está vinculada a um determinado GVS - assim, temos: o GVS de Ribeirão Preto é composto por 26 VISA-M; o GVS de Araraquara, por 24 VISA-M; o GVS de Barreto, por 18 VISA-M e o GVS de Franca, por 22 VISA-M. Em 24 municípios da região, a Sabesp é responsável pelo abastecimento público.

Tendo em vista que a urbanização e a crescente industrialização provocam um aumento de pressão antrópica nos mananciais e, consequentemente, alteram as características da água utilizada para consumo humano, em 2014 nosso laboratório iniciou um estudo que previa, durante 12 meses ininterruptos, a análise de amostras das águas de abastecimento público da RRAS 13, uma região considerada em processo de industrialização<sup>13</sup>. O projeto objetivou caracterizar mais detalhadamente a qualidade da água de abastecimento público através do aumento do número de parâmetros investigados: além daqueles normalmente requisitados por meio do Proagua (pH, teor de cloro residual livre, temperatura da água, cor aparente, turbidez, fluoreto, coliformes totais e *Escherichia coli*), foram adicionadas as determinações das concentrações dos íons lítio, sódio, amônio, potássio, cálcio, magnésio, clorito, bromato, cloreto, brometo, clorato, nitrato, fosfato e sulfato, e medidas de condutividade. A aquisição dos dados experimentais iniciou-se em maio de 2015 e terminou em abril de 2016. A determinação dos 15 íons citados (incluindo fluoreto) foi possível devido à cromatografia de íons introduzida através do projeto<sup>14</sup>; a cromatografia permitiu, também, que fosse aumentado o número de amostras analisadas para o parâmetro fluoreto em relação ao número de análises solicitadas pelas VISA-M para heterocontrole da qualidade da fluoretação (no caso do fluoreto, a cromatografia substituiu o método

potenciométrico com eletrodo íon seletivo, utilizado nesse laboratório até abril/2015). Dessa forma, além de apresentar um diagnóstico da qualidade da fluoretação das águas de abastecimento público da RRAS 13, o presente trabalho apresenta também uma comparação entre os valores de IFLU calculados a partir do heterocontrole realizado pelo Proagua e os valores de IFLU calculados a partir da amostragem efetuada nesse estudo (que inclui as amostras do heterocontrole) - assim, essa comparação pode ser entendida como a verificação da influência do aumento de *n* (número de amostras) sobre o valor do IFLU.

## MÉTODO

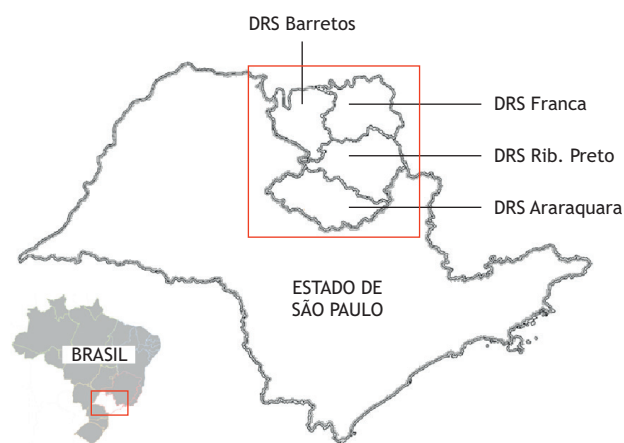
### Amostragem

A amostragem foi descrita em trabalho anterior<sup>14</sup> que pode aqui ser resumida: sendo as VISA-M as responsáveis pela coleta das amostras, pelas medidas de temperatura, teor de cloro residual livre e pH, e pelo envio das amostras a esse laboratório para as análises complementares, procurou-se não interferir nos planos de amostragem dos municípios, baseados na “Diretriz Nacional do Plano de Amostragem da Vigilância em Saúde Ambiental relacionada à qualidade da água para consumo humano”<sup>77</sup> e em estratégias estabelecidas no Proagua<sup>9,10</sup>. Assim, esse laboratório recebeu das VISA-M 7.587 amostras para análise no período (de maio/2015 a abril/2016); desse total, as VISA-M solicitaram a análise de fluoreto em 2.346 amostras. Como não seria possível analisar todas as 7.587 amostras recebidas devido ao tempo requerido para a análise cromatográfica (aproximadamente 38 minutos por amostra), resolveu-se aumentar o número de amostras a serem analisadas para fluoreto (e para os outros 14 íons) observando-se algumas condições: (i) considerou-se como dois o número mínimo de amostras por município por coleta; (ii) procurou-se manter a relação mínima 1/10.000 entre o número de amostras por mês ( $n_m$ ) e o número de habitantes ( $n_h$ ) do município ( $n_m/n_h \geq 1/10.000$ , ou  $n_m/n_h \geq 1.10^{-4}$ ); (iii) quando possível, amostras foram selecionadas de locais no município com a maior distância entre si. Dessa forma, foi possível analisar 2.001 amostras em adição às 2.346 solicitadas, perfazendo o total de 4.347 amostras analisadas. Cabe aqui salientar que, do total de 90 municípios da região, apenas os municípios de Franca e Motuca não foram incluídos no estudo. Franca não envia amostras de águas a esse laboratório uma vez que realiza as análises de potabilidade em laboratório próprio, e a VISA-M de Motuca não enviou amostras de águas para análise no período investigado. Dessa forma, os 88 municípios restantes correspondem a uma população de aproximadamente 3 milhões de habitantes.

### Materiais e reagentes

Os reagentes utilizados nas análises eram de grau analítico (Sigma-Aldrich e Merck) e todas as soluções aquosas foram preparadas com água tipo I obtida em um sistema de purificação marca Millipore, modelo Milli-Q Direct 8.

As 4.347 amostras analisadas no período, oriundas do Proagua, foram coletadas em frascos plásticos limpos (com capacidade variável entre 250 e 1.000 mL) por agentes das Vigilâncias



**Figura 1.** A Rede Regional de Atenção à Saúde 13 (RRAS 13) no estado de São Paulo, incluindo os DRS de Araraquara, Barretos, Franca e Ribeirão Preto. DRS = Departamento Regional de Saúde.





Sanitárias municipais e enviadas a esse laboratório, onde foram analisadas na mesma data de coleta. Antes da análise cromatográfica, as amostras foram filtradas em filtros de seringa de porosidade 0,45 µm, marca Millipore, modelo Millex HV: 33 mm, PVDF (fluoreto de polivinilideno), não estéril.

#### Método de análise e equipamento

Fluoreto foi determinado por cromatografia de íons (equipamento marca Metrohm, modelo 930 Compact IC Flex Oven/SeS/PP/Deg) utilizando método validado descrito em publicação anterior<sup>14</sup>.

#### Análise de dados

No tratamento e análise dos dados foram utilizados os *software* Microsoft Excel® 2013 e Origin® 9.1Pro.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### Análise geral

Tendo como base a legislação estadual para a quantidade de fluoreto em água de abastecimento público (Resolução SS-250/1995)<sup>5</sup>, observou-se que, do total de 4.347 amostras analisadas, 2.617 amostras (60,2%) apresentavam teor de fluoreto dentro do intervalo 0,6 a 0,8 mg L<sup>-1</sup> (ou seja, dentro do padrão de potabilidade), enquanto 1.313 amostras (30,2%) apresentavam teor de fluoreto menor que 0,6 mg L<sup>-1</sup> e 417 amostras (9,6%) apresentavam teor de fluoreto maior que 0,8 mg L<sup>-1</sup>. Assim, de acordo com a legislação estadual, 60,2% das amostras foram classificadas como adequadas ao consumo humano e 39,8% foram classificadas como inadequadas. A aplicação da classificação do CECOL<sup>6</sup> resulta na Tabela 2, na qual pode ser observado que 2.760 amostras (63,5% do total) apresentaram o máximo de benefício (prevenção à cárie) com um baixo risco (ocorrência de fluorose dentária). Esses resultados são inferiores aos divulgados em 2015, em um estudo realizado pelo Conselho Regional de Odontologia de São Paulo (Crosop) para todo o estado, em parceria com o CECOL e com a Universidade Estadual de Campinas<sup>15</sup>. Quando das 11.715 amostras analisadas em 642 municípios, reportou-se que 71,5% das amostras estavam adequadas, segundo a Resolução SS-250/1995 (71,1% com benefício máximo/baixo risco, segundo o CECOL).

**Tabela 2.** Classificação das águas de abastecimento da Rede Regional de Atenção à Saúde 13 (RRAS 13) segundo a classificação do Centro Colaborador do Ministério da Saúde em Vigilância da Saúde Bucal (CECOL).

Teor de fluoreto (mg L <sup>-1</sup> )	Benefício	Risco	Nº amostras	%
Abaixo de 0,44	Insignificante	Insignificante	821	18,9
Entre 0,45 e 0,54	Mínimo	Baixo	370	8,5
Entre 0,55 e 0,84	Máximo	Baixo	2760	63,5
Entre 0,85 e 1,14	Máximo	Moderado	323	7,4
Entre 1,15 e 1,44	Questionável	Alto	40	0,9
Acima de 1,45	Malefício	Muito alto	33	0,8

#### Comparação entre os indicadores IFLU calculados a partir da amostragem do Proagua e da amostragem realizada nesse estudo

Nesse estudo, o aumento da frequência da análise de amostras de águas em relação ao normalmente solicitado pelas VISA-M, através do Proagua para a determinação da concentração de fluoreto, obedeceu a condições citadas anteriormente (subitem “Amostragem” do item “Método”). Por exemplo, se em uma determinada coleta um dado município enviasse dez amostras das quais em três seria solicitada a análise de fluoreto, as amostras adicionais seriam escolhidas entre as sete restantes observando aquelas condições. Com esse procedimento, procurou-se não interferir nas amostragens das VISA-M, exceto no que diz respeito ao valor de n. Essas amostragens são orientadas pela Diretriz Nacional<sup>7</sup> não somente quanto à grandeza de n, mas também no que diz respeito a quando (com qual frequência), onde e como realizar as coletas, no intuito de contemplar diferentes características que porventura possam existir em um mesmo município, como diferentes mananciais utilizados, diferentes sistemas de tratamento e distribuição, áreas prioritárias quanto à vigilância etc. Assim, no período abrangido pela parte experimental do projeto (maio de 2015 a abril de 2016), além das 2.346 amostras para as quais as VISA-M solicitaram a análise de fluoreto, foi possível analisar 2.001 amostras adicionais (resultando no total de 4.347 amostras), o que significa um aumento de 85,3% no número de amostras analisadas para fluoreto. Na realidade, esse aumento expressivo no total de amostras é resultado de contribuições muito diferentes de cada município. Na Tabela 3, é possível observar que, enquanto os municípios de Cássia dos Coqueiros, Jeriquara, Santa Cruz da Esperança e Cristais Paulista (linhas 3, 5, 23 e 53 da Tabela 3, respectivamente) tiveram um aumento de apenas 8,3% em n conforme indica a coluna G (“Aumento em n”), para os municípios de Jaboticabal (linha 21), São Joaquim da Barra (linha 59), Monte Azul Paulista (linha 66) e São Carlos (linha 27) os aumentos em n foram 188,9%; 195,5%; 204,0%; e 223,5%, respectivamente. Essa heterogeneidade em n para cada município é função não somente do respectivo número de habitantes, mas também do número de coletas mensais e do interesse particular em determinado município (as águas de Monte Azul Paulista, por exemplo, enfrentam dificuldades devido à contaminação por nitrato<sup>16</sup> - portanto, nesse caso foi importante elevar n com consequente aumento do poder de uma provável inferência a ser obtida a partir dos dados, não necessariamente relacionada à qualidade da fluoretação).

Ao se alterar n, a questão imediata a ser respondida diz respeito ao IFLU: qual o impacto sobre esse indicador quando se aumentou n? Tendo isso em mente, valores de IFLU foram calculados em ambas amostragens: a partir das solicitadas pelas VISA-M através do Proagua (coluna H da Tabela 3) e a partir da amostragem desse estudo (coluna I - a Tabela 3 foi construída de modo que os IFLU dessa coluna estivessem em ordem decrescente). Em uma primeira análise, o teste de postos com sinais de Wilcoxon entre as duas séries de indicadores (amostragem Proagua X amostragem desse estudo), com nível de significância  $\alpha = 0,05$ , mostrou que não havia diferenças estatisticamente significativas entre as duas populações ( $p = 0,51$ ), ou seja, não ocorreram diferenças sistemáticas entre os pares de dados (ou, ainda, em outras palavras: aumentar n não alterou de forma sistemática os valores de IFLU).



Tabela 3. Cálculo dos indicadores IFLU a partir da amostragem do Proagua e da amostragem realizada nesse estudo.

	A	B	C	D	E		F	G	H	I	J
	Município	Responsável	Manancial <sup>(a)</sup>	Habits <sup>(b)</sup>	Número de amostras (n)		Aumento em n (%)	IFLU calculados (%)		Diferença (I - H)	
					Proagua	Esse estudo		Proagua	Esse estudo		
1	Barretos	SAM <sup>(c)</sup>	SUB + SUP <sup>(d)</sup>	112101	62,0	145,0	133,9	100,0	100,0	0,0	
2	Cajuru	Sabesp	SUP	23371	27,0	48,0	77,8	100,0	100,0	0,0	
3	Cássia dos Coqu	Sabesp	SUP	2634	24,0	26,0	8,3	100,0	100,0	0,0	
4	Dourado	Sabesp	SUB	8609	20,0	26,0	30,0	100,0	100,0	0,0	
5	Jeriquara	Sabesp	SUB	3160	24,0	26,0	8,3	100,0	100,0	0,0	
6	Miguelópolis	Sabesp	SUB	20451	19,0	43,0	126,3	100,0	100,0	0,0	
7	Rib Corrente	Sabesp	SUB	4273	24,0	28,0	16,7	100,0	100,0	0,0	
8	Sta Ernestina	Sabesp	SUB	5568	24,0	30,0	25,0	100,0	100,0	0,0	
9	Sta Rosa Viterbo	Sabesp	SUP	23862	24,0	39,0	62,5	100,0	100,0	0,0	
10	Terra Roxa	Sabesp	SUB	8505	24,0	30,0	25,0	100,0	100,0	0,0	
11	Jaborandi	Sabesp	SUB	6592	23,0	31,0	34,8	95,7	96,8	1,1	
12	Colômbia	Sabesp	SUP	5994	24,0	28,0	16,7	95,8	96,4	0,6	
13	Guaira	SAM	SUP	37404	36,0	52,0	44,4	97,2	96,2	-1,0	
14	Colina	SAM	SUB	17371	27,0	38,0	40,7	92,6	94,7	2,1	
15	Igarapava	Sabesp	SUB	27952	24,0	57,0	137,5	95,8	94,7	-1,1	
16	Pedregulho	Sabesp	SUB + SUP	15700	24,0	37,0	54,2	95,8	94,6	-1,2	
17	Restinga	Sabesp	SUP	6587	15,0	28,0	86,7	100,0	92,9	-7,1	
18	Rifaina	Sabesp	SUB	3436	16,0	26,0	62,5	93,8	92,3	-1,5	
19	Guariba	Sabesp	SUB	35486	22,0	53,0	140,9	86,4	90,7	4,3	
20	Buritizal	Sabesp	SUB	4053	24,0	42,0	75,0	91,7	90,5	-1,2	
21	Jaboticabal	SAM	SUB + SUP	71662	36,0	104,0	188,9	94,4	90,4	-4,0	
22	Porto Ferreira	Odebrecht	SUP	51400	42,0	78,0	85,7	88,1	89,7	1,6	
23	Sta Cruz Esper	Sabesp	SUB	1953	24,0	26,0	8,3	91,7	88,5	-3,2	
24	Itirapuã	Sabesp	SUB	5914	20,0	24,0	20,0	90,0	86,4	-3,6	
25	Viradouro	SAM	SUB + SUP	17297	20,0	28,0	40,0	90,0	85,7	-4,3	
26	Ipuã	SAM	SUB + SUP	14148	24,0	49,0	104,2	87,5	83,7	-3,8	
27	São Carlos	SAM	SUB + SUP	221950	51,0	165,0	223,5	84,3	83,6	-0,7	
28	Taquaral	SAM	SUB	2726	25,0	36,0	44,0	80,0	83,3	3,3	
29	Pitangueiras	SAM	SUB + SUP	35307	24,0	52,0	116,7	70,8	82,7	11,9	
30	Când Rodrigues	Sabesp	SUB	2668	13,0	26,0	100,0	84,6	80,8	-3,8	
31	Ituverava	SAM	SUP	38695	24,0	52,0	116,7	70,8	78,8	8,0	
32	Patr Paulista	SAM	SUB + SUP	13000	24,0	42,0	75,0	75,0	78,6	3,6	
33	Guará	SAM	SUB	19858	24,0	39,0	62,5	75,0	76,9	1,9	
34	Monte Alto	Sabesp	SUB	46642	24,0	64,0	166,7	75,0	76,6	1,6	
35	Bebedouro	SAM	SUB + SUP	75035	51,0	104,0	103,9	76,5	76,0	-0,5	
36	Rib Preto	SAM	SUB	604682	62,0	144,0	132,3	75,8	75,7	-0,1	
37	Ibitinga	SAM	SUB + SUP	53158	42,0	79,0	88,1	78,6	74,7	-3,9	
38	Serra Azul	Sabesp	SUB	11256	26,0	35,0	34,6	76,9	74,3	-2,6	
39	Altair	Sabesp	SUB	3815	21,0	33,0	57,1	76,2	72,7	-3,5	
40	Batatais	SAM	SUB + SUP	56476	36,0	80,0	122,2	63,9	72,5	8,6	
41	Dumont	SAM	SUB	8143	24,0	29,0	20,8	83,3	72,4	-10,9	
42	Taquaritinga	SAM	SUB + SUP	53988	41,0	78,0	90,2	75,6	71,8	-3,8	
43	Sta Rita P Quatr	SAM	SUP	26478	24,0	43,0	79,2	70,8	69,8	-1,0	
44	Nuporanga	SAM	SUB	6817	20,0	26,0	30,0	70,0	69,2	-0,8	
45	Araraquara	SAM	SUB + SUP	208662	52,0	148,0	184,6	65,4	68,2	2,8	
46	Descalvado	SAM	SUB + SUP	31056	24,0	52,0	116,7	75,0	67,3	-7,7	
47	Sertãozinho	SAM	SUB	110074	72,0	156,0	116,7	72,2	67,3	-4,9	
48	Vista Alegre Alto	SAM	SUB	6886	23,0	34,0	47,8	65,2	64,7	-0,5	
49	Ibaté	SAM	SUB	30734	19,0	52,0	173,7	63,2	61,5	-1,7	
50	Matão	SAM	SUB	76786	40,0	104,0	160,0	57,5	59,6	2,1	
51	Pontal	SAM	SUB	40244	23,0	64,0	178,3	56,5	59,4	2,9	
52	Cravinhos	SAM	SUB + SUP	31691	24,0	52,0	116,7	62,5	57,7	-4,8	
53	Cristais Paulista	SAM	SUB + SUP	7588	24,0	26,0	8,3	58,3	57,7	-0,6	
54	Olímpia	SAM	SUB + SUP	50024	51,0	78,0	52,9	52,9	53,8	0,9	
55	Cajobi	SAM	SUB	9768	20,0	25,0	25,0	50,0	52,0	2,0	
56	Guaraci	SAM	SUP	9976	20,0	27,0	35,0	55,0	44,4	-10,6	
57	Pradópolis	SAM	SUB	17377	24,0	31,0	29,2	45,8	41,9	-3,9	
58	Trabiju	SAM	SUB	1544	16,0	31,0	93,8	31,3	41,9	10,6	

Continua



Tabela 3. Cálculo dos indicadores IFLU a partir da amostragem do Proagua e da amostragem realizada nesse estudo. Continuação

59	S Joaquim Barra	SAM	SUB + SUP	46512	22,0	65,0	195,5	40,9	41,5	0,6
60	S José Bela Vista	SAM	SUB + SUP	8406	25,0	29,0	16,0	40,0	41,4	1,4
61	Borborema	SAM	SUB	14529	24,0	39,0	62,5	33,3	41,0	7,7
62	Sales Oliveira	SAM	SUB	10568	24,0	28,0	16,7	41,7	39,3	-2,4
63	Taiuva	SAM	SUB	5447	24,0	32,0	33,3	33,3	37,5	4,2
64	<b>Morro Agudo</b>	<b>SAM</b>	<b>SUB</b>	<b>29116</b>	<b>24,0</b>	<b>54,0</b>	<b>125,0</b>	<b>62,5</b>	<b>37,0</b>	<b>-25,5</b>
65	Dobrada	SAM	SUB	7939	17,0	28,0	64,7	35,3	35,7	0,4
66	Mte Azul Pta	SAM	SUB	18931	25,0	76,0	204,0	28,0	34,2	6,2
67	Nova Europa	SAM	SUB	9300	18,0	27,0	50,0	38,9	33,3	-5,6
68	Barrinha	SAM	SUB	28496	24,0	41,0	70,8	29,2	31,7	2,5
69	São Simão	SAM	SUB + SUP	14346	24,0	32,0	33,3	37,5	31,3	-6,2
70	Altinópolis	SAM	SUB + SUP	15607	25,0	31,0	24,0	28,0	25,8	-2,2
71	Itápolis	SAM	SUB + SUP	40051	26,0	65,0	150,0	15,4	23,1	7,7
72	<b>Severínia</b>	<b>SAM</b>	<b>SUB</b>	<b>15501</b>	<b>23,0</b>	<b>60,0</b>	<b>160,9</b>	<b>34,8</b>	<b>21,7</b>	<b>-13,1</b>
73	Brodowski	SAM	SUB	21107	23,0	51,0	121,7	21,7	21,6	-0,1
74	Taiacu	SAM	SUB	5894	24,0	33,0	37,5	25,0	21,2	-3,8
75	Am Brasiliense	SAM	SUB	34478	24,0	52,0	116,7	29,2	19,2	-10,0
76	Tabatinga	SAM	SUB	14686	24,0	29,0	20,8	16,7	17,2	0,5
77	Aramina	SAM	SUB	5152	24,0	42,0	75,0	12,5	16,7	4,2
78	Rib Bonito	SAM	SUB + SUP	12135	24,0	33,0	37,5	12,5	15,2	2,7
79	Gavião Peixoto	SAM	SUB	4419	18,0	29,0	61,1	11,1	13,8	2,7
80	Luís Antônio	SAM	SUB	11286	22,0	29,0	31,8	9,1	13,3	4,2
81	Jardinópolis	SAM	SUB + SUP	37661	24,0	52,0	116,7	8,3	11,5	3,2
82	Guataporã	SAM	SUB	6966	23,0	29,0	26,1	13,0	10,3	-2,7
83	Sta Lúcia	SAM	SUB	8248	22,0	26,0	18,2	9,1	7,7	-1,4
84	Sto Ant Alegria	SAM	SUB	6304	24,0	27,0	12,5	8,3	7,4	-0,9
85	Serrana	SAM	SUB	38878	25,0	55,0	120	0,0	5,5	5,5
86	Rincão	SAM	SUB	10414	16,0	26,0	62,5	0,0	3,8	3,8
87	B Esperança Sul	SAM	SUB	13645	18,0	26,0	44,4	0,0	0,0	0,0
88	Orlândia	SAM	SUB + SUP	39781	25,0	52,0	108,0	0,0	0,0	0,0

(a) Informações obtidas no Atlas de Abastecimento Urbano de Água, da Agência Nacional de Águas<sup>17</sup>; (b) O número de habitantes de cada município foi obtido no censo 2010 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística ([www.ibge.gov.br](http://www.ibge.gov.br)); (c) SAM = Serviço de Abastecimento Municipal (significa que o município é o responsável pelo abastecimento público de água); (d) SUB = uso de manancial subterrâneo para o abastecimento; SUP = uso de manancial superficial para o abastecimento; SUB + SUP indica que o município utiliza ambos os mananciais.

De fato, ao observarmos as 28 primeiras linhas da Tabela 3, nota-se que a diferença entre os valores calculados é pequena (coluna J), acima e abaixo do valor zero, coincidindo com os municípios onde a fluoretação aparentemente é bem estabelecida (valores altos de IFLU, em qualquer uma das duas amostragens). Nas linhas seguintes, permanecem valores baixos para as diferenças, com algumas exceções envolvendo municípios com menos de 40 mil habitantes. Pelo menos parte dessas maiores diferenças pode ser justificada tomando exemplos, como no caso do município de Morro Agudo (linha 64), que apresentou a maior diferença entre os 88 investigados (-25,5 pontos percentuais): no período, esse município enviou (através de duas coletas mensais) 108 amostras de águas a esse laboratório, das quais em 24 a VISA-M solicitou análises de fluoreto e nenhuma dessas 24 amostras foi coletada em endereços localizados na região denominada “Centro”; por outro lado, esse estudo permitiu a análise adicional de 30 amostras, das quais 15 apresentavam endereços localizados nessa região - dessas 15 amostras com endereços localizados no “Centro”, apenas uma apresentou a concentração adequada de fluoreto (portanto, um IFLU para essa microrregião, o “Centro”, apresentaria o valor extremamente baixo de 6,7%). Esse fato sugere que, no caso de Morro Agudo, a amostragem realizada

pela VISA-M deveria incluir amostras que representassem adequadamente a totalidade do município de modo que o IFLU municipal refletisse a qualidade da fluoretação com mais precisão. Do ponto de vista técnico, aparentemente a parte do sistema de distribuição que abastece a microrregião “Centro” necessita de uma adequação extensiva, uma vez que a mediana das concentrações de fluoreto das 15 amostras, ali localizadas, é de apenas 0,08 mg L<sup>-1</sup>.

Outro exemplo notório é Pitangueiras (linha 29), que enviou (através de uma coleta mensal) 108 amostras de águas, das quais em 24 a VISA-M solicitou análises de fluoreto, tendo sido possível analisar outras 28 amostras adicionais. Nesse caso, em que a diferença foi positiva (+11,9 pontos percentuais), observaram-se repetições de pontos de coleta na amostragem realizada no que diz respeito a microrregiões (área central urbana e bairros). Por exemplo, em 13 de julho de 2015, todas as nove amostras coletadas em Pitangueiras eram oriundas da microrregião “Centro”; na coleta de 23 de novembro de 2015, oito amostras foram coletadas no “Centro” e apenas uma em bairro (Jardim Santa Rita); essa amostragem foi repetida em 06 de novembro de 2016 (oito amostras no “Centro” e uma no Jardim Santa Rita). Essas repetições, em sua maioria em microrregiões de fluoretação adequada,





conduziram a um viés no cálculo do IFLU a partir dos dados desse estudo, provocando o aumento do respectivo valor quando comparado com o valor calculado apenas com as amostras do Proagua. Interessante registrar que os níveis de fluoreto nas águas de abastecimento de Pitangueiras experimentaram uma melhor adequação à faixa estabelecida pela Resolução SS-250/1995<sup>5</sup>, em período anterior a esse estudo, notadamente a partir de julho de 2013; de fato, os valores de IFLU calculados para os dois períodos imediatamente anteriores (maio de 2013 a abril de 2014, e maio de 2014 a abril de 2015) demonstraram uma tendência crescente (55,6 e 76%, respectivamente).

A princípio, as diferenças entre os indicadores IFLU calculados para os demais municípios salientados na Tabela 3 (Dumont, linha 41; Guaraci, linha 56; Trabiju, linha 58; e Severínia, linha 72) poderiam ser interpretadas de maneira similar à realizada para Morro Agudo e Pitangueiras (amostragem do Proagua não representativa para diferenças negativas ou viés causado por repetições em áreas de fluoretação adequada na amostragem desse estudo). Se a diferença positiva observada para Trabiju pode ser justificada pela simplicidade do sistema de distribuição do município com menor número de habitantes do estado (um poço e um reservatório), o que provocou repetições na amostragem desse estudo, as causas das diferenças negativas dos outros três municípios são menos evidentes, principalmente nos casos de Dumont e Guaraci, nos quais apenas cinco e sete amostras foram adicionadas nesse estudo, respectivamente. Não obstante, é interessante registrar que a variabilidade das concentrações de fluoreto, representada pela faixa incluindo desde a menor até a maior concentração determinada no período de maio/2015 a abril/2016, foram relativamente grandes para esses municípios (Guaraci, de 0,009 a 1,972 mg L<sup>-1</sup>; Severínia, de 0,05 a 1,782 mg L<sup>-1</sup>; Dumont, de 0,303 a 1,053 mg L<sup>-1</sup>) e maiores que as observadas na amostragem do Proagua, contrastando, por exemplo, com a faixa de concentrações determinadas em Pitangueiras (de 0,443 a 0,873 mg L<sup>-1</sup>). Tal fato sugere que um aumento no valor de n pode avaliar mais adequadamente a variabilidade das concentrações de fluoreto em municípios cujo processo de fluoretação necessita de melhorias mais expressivas. Em termos práticos, isso significaria diagnosticar com mais precisão as dificuldades de cada município em manter os níveis de fluoreto dentro da faixa estabelecida pela legislação.

#### Mapeamento da qualidade da fluoretação nos municípios

Para visualizar distribuições de municípios com qualidades similares de fluoretação, visando possíveis ações futuras, seja no âmbito da RRAS 13, seja no âmbito de cada uma das quatro DRS da região, os municípios foram classificados em quatro grupos, em função dos valores de IFLU calculados nesse estudo (coluna I da Tabela 3):

- Grupo 1: o valor do IFLU de 30 municípios (26,7% da população total dos municípios estudados) foi superior a 80,0%; nesse grupo, o abastecimento de 20 municípios é responsabilidade da Sabesp. Destaque para os municípios de Barretos (quarta maior população entre os 88 municípios investigados), Santa Rosa de Viterbo, Cajuru, Miguelópolis, Dourado, Terra Roxa, Santa Ernestina, Ribeirão Corrente, Jeriquara e Cássia

dos Coqueiros, todos com IFLU = 100,0%. São Carlos (IFLU = 83,6%), o segundo município em população entre os 88 estudados, também pertence a esse grupo, assim como Pitangueiras (esse último com a ressalva de que a amostragem produziu viés, como discutido no item anterior). O *know-how* da Sabesp é evidente, seja na fluoretação de águas oriundas de mananciais superficiais (envolvendo as estações de tratamento de água - ETAs) seja na fluoretação de mananciais subterrâneos (ou quando se utilizam ambos, como no caso de Pedregulho), mas ressalte-se que os municípios responsáveis pelo próprio abastecimento classificados nesse grupo também são capazes de fluoretar satisfatoriamente a água nessas três situações de captação (subterrânea, superficial ou ambas), incluindo aqueles de sistemas de distribuição mais complexos em virtude da maior população (como Barretos e São Carlos), e os que necessitam de sistemas menos complexos (como Taquaral e Ipuã).

- Grupo 2: em um segundo grupo de 12 municípios (32,9% da população), o valor de IFLU situou-se na faixa entre 70 e 80%. A princípio, os municípios desse grupo necessitam de ajustes técnicos menores nos processos de fluoretação com o objetivo de atingir a meta mínima de 80%. Em particular, três municípios desse grupo têm a Sabesp como responsável pelo abastecimento, mas a sua presente classificação no Grupo 2 aparentemente é resultado de eventos pontuais (e não de deficiências metodológicas no processo de fluoretação), uma vez que os IFLUs calculados para os dois períodos imediatamente anteriores (maio de 2013 a abril de 2014, e maio de 2014 a abril de 2015) apresentaram valores iguais ou superiores a 90,0%. Ribeirão Preto (município com a maior população na região) aumentou em mais de 20% o seu IFLU nesse estudo em comparação a períodos anteriores (IFLU = 55,6% de maio de 2013 a abril de 2014, e IFLU = 52,4% de maio de 2014 a abril de 2015).
- Grupo 3: os valores de IFLU situam-se entre 40,0% e 70,0%. Esse grupo é formado por 19 municípios (24,6% da população), incluindo Araraquara (3º em população) e Sertãozinho (5º em população); no caso desse grupo, sugere-se que alterações significativas devam ser efetuadas no processo de fluoretação de modo a elevar seus índices. Araraquara experimenta uma tendência crescente no valor de IFLU nos três períodos citados: partindo de 51,6% (maio de 2013 a abril de 2014), o índice aumenta para 60,0% no período seguinte, atingindo finalmente 68,2% (esse estudo). Tendência inversa é observada no caso de Sertãozinho: 78,3%, 68,1% e 67,3%, respectivamente. Se no primeiro caso as ações devem ser de aperfeiçoamento, no segundo as ações devem ser de natureza corretiva no intuito de reverter a tendência decrescente no valor do IFLU.
- Grupo 4: 27 municípios de até 40 mil habitantes (correspondendo a 15,7% da população total abrangida por esse estudo) apresentaram IFLU abaixo de 40,0%. Sugere-se para esse grupo que o processo de fluoretação seja totalmente revisto, uma vez que os índices estão com valores muito abaixo da meta de 80%. Destaque para Boa Esperança do Sul e Orlandia, ambos com 0% de IFLU (esses indicadores foram também os obtidos nos dois períodos imediatamente anteriores). É importante registrar que, em 2013, o Conselho Regional de Química IV



Região (SP) - CRQ-IV convocou cerca de 70 Responsáveis Técnicos em ETAs do Estado de São Paulo para que fossem dados esclarecimentos a respeito da inadequação da fluoretação nos respectivos municípios. Essa ação interventiva foi motivada pelos resultados de um estudo do Crops, em parceria com a Faculdade de Odontologia de Piracicaba (Unicamp)<sup>18</sup>. Ressalte-se, também, que Rincão, Serrana, Santo Antônio da Alegria e Santa Lúcia apresentaram valores de IFLU abaixo de 10%. No caso de Santa Lúcia, cite-se que em 2003, o CRQ-IV teve que recorrer à Justiça para que esse município contratasse um profissional da química para responder pelo tratamento da água de abastecimento público (o tratamento de água para fins potáveis é atividade privativa do químico, como estabelece o inciso terceiro do artigo 2º do Decreto nº 85.877, de 7 de abril de 1981<sup>19</sup>). A demanda foi finalizada em 2009, com decisão favorável ao CRQ-IV<sup>20</sup>. Sintomaticamente, atualmente esse município ainda encontra dificuldades não somente em fluoretar adequadamente a sua água de abastecimento, mas também em conduzir processos eficientes de desinfecção conforme descrito em comunicação recentemente publicada<sup>21</sup>.

O mapa ilustrado na Figura 2 indica a classificação dos municípios em cada um dos quatro grupos. Comparando a Figura 2 com a Figura 1, observa-se que, enquanto existe um maior número de municípios do Grupo 1 nas DRS de Barretos e Franca, as DRS de Araquara e Ribeirão Preto apresentam um número maior de municípios do Grupo 4. Este fato não pode ser interpretado somente pelo número maior de municípios atendidos pela Sabesp nas duas primeiras DRS (13 municípios) quando comparadas as outras duas (10 municípios) - por exemplo, a DRS de Barretos apresentou oito municípios classificados no Grupo 1, mas em apenas três a Sabesp é a responsável pelo abastecimento (um quarto município dessa DRS, atendido pela Sabesp, foi classificado no Grupo 2).

Não é objetivo desse trabalho delinear estratégias para a melhoria da qualidade da fluoretação, mas uma possível condução para o problema na RRAS 13 seria focalizar inicialmente a atenção nos

municípios do Grupo 4 e poderia envolver: (i) intensiva conscientização dos munícipes (através de palestras e *folders*, por exemplo) quanto à importância da adição de fluoreto às águas de abastecimento - se conscientizada, a população municipal adquiriria capacidade de argumentação junto aos gestores municipais no sentido de solicitar o seu direito ao acesso à água adequadamente fluoretada; (ii) incentivar a troca de experiências (como *workshops* e reuniões técnicas, por exemplo) entre responsáveis pelo abastecimento de municípios que possuam semelhanças entre suas realidades quanto ao fornecimento de água potável. Nessa segunda ação, um exemplo é a DRS de Barretos, onde quatro municípios (Monte Azul Paulista, Severínia, Taiaçu e Taiuva) pertencem ao Grupo 4 e são próximos a Taquaral e Colina (classificados no Grupo 1); os seis municípios são os responsáveis pelo abastecimento, utilizam manancial subterrâneo e, em termos de número de habitantes a serem abastecidos (o que influencia diretamente na complexidade do sistema de distribuição), Taiaçu e Taiuva se aproximam da realidade enfrentada por Taquaral, enquanto Monte Azul Paulista e Severínia possuem similaridades com Colina - um *workshop* (ou uma série de reuniões técnicas) incluindo esses seis municípios poderia redirecionar ações no sentido de melhorar a qualidade da fluoretação nos municípios classificados no Grupo 4.

## CONCLUSÕES

Os resultados obtidos nesse estudo sugerem que a meta de se elevar os valores de IFLU a 80% necessita não apenas de investimentos e assessoria técnica em municípios com populações pequenas; a situação é complexa e deve envolver outros fatores, inclusive culturais. Na maioria dos casos, o aumento do número de amostras de águas de abastecimento público analisadas para fluoreto não promoveu alterações significativas nos valores de IFLU quando comparados àqueles normalmente calculados para o Proagua - isso implica que essa amostragem com menor *n* é satisfatória quando o objetivo é avaliar o processo de fluoretação através do IFLU; não obstante, com o aumento de *n* foi possível detectar amostragens não representativas, repetições de endereços de coleta (causando viés), e dispersões maiores nas concentrações de fluoreto em municípios com população menor que 40 mil habitantes (o que implica em dificuldades sérias no controle do processo de fluoretação).

A classificação de 88 municípios da RRAS 13 em quatro grupos segundo os teores de IFLU obtidos nesse estudo, permitiu diagnosticar a permanência de sérias dificuldades na obtenção de níveis adequados de fluoreto em 27 municípios com até 40 mil habitantes, apesar das ações de apoio técnico e financeiro realizadas pelo projeto "Promoção e Qualidade de Vida - Fluoretação das Águas de Abastecimento Público" iniciado em 2003. Um mapeamento permitiu sugerir uma abordagem alternativa para o desafio de se elevar os IFLUs ao mínimo de 80% nesses municípios de pequena população e nos quais o responsável pelo abastecimento é a própria municipalidade; essa abordagem, baseada na aglutinação de experiências com processos de fluoretação bem-sucedidos com aquelas que necessitam melhorias significativas, pode permitir a troca de informações técnicas entre municípios que apresentem algumas similaridades, tais como manancial utilizado e população a ser abastecida - o

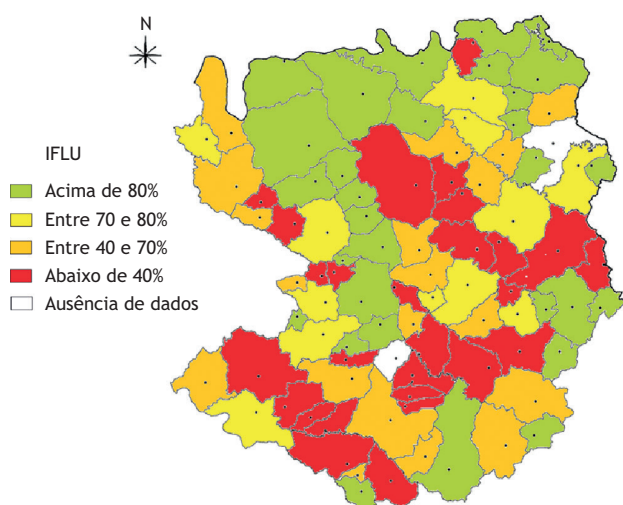


Figura 2. Localização dos municípios na Rede Regional de Atenção à Saúde 13 (RRAS 13) com respectivas classificações quanto à qualidade da fluoretação.



exemplo da DRS de Barretos envolvendo municípios do Grupo 1 (maiores IFLU) com municípios do Grupo 4 (menores IFLU) pode ser entendido como uma simples transferência de *know-how*

dos responsáveis pelo abastecimento que conseguem fluoretações de melhor qualidade para aqueles que ainda precisam melhorar significativamente os seus indicadores.

## REFERÊNCIAS

1. Fawell J, Bailey K, Chilton J, Dahi E, Fewtrell L, Magara Y. Fluoride in drinking-water. London: IWA Publishing; 2006.
2. World Health Organization - WHO. Guidelines for drinking water quality. 4th ed. Geneva: World Health Organization; 2011.
3. Ministério da Saúde (BR). Fundação Nacional da Saúde. Manual de fluoretação da água para consumo humano. Brasília, DF: Funasa; 2012.
4. Ministério da Saúde (BR). Portaria nº 635/Bsb, de 26 de dezembro de 1975. Aprova normas e padrões sobre a fluoretação da água, tendo em vista a Lei n.º 6050/74. Diário Oficial União. 30 jan 1976
5. São Paulo (Estado). Secretaria de Estado da Saúde. Resolução SS-250, de 15 de agosto de 1995. Define teores de concentração do íon fluoreto nas águas para consumo humano, fornecidas por sistemas públicos de abastecimento. Diário Oficial Estado. 16 ago 1995.
6. Centro Colaborador do Ministério da Saúde em Vigilância da Saúde Bucal - CECOL-USP. Consenso técnico sobre classificação de águas de abastecimento público segundo o teor de flúor. São Paulo: Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo; 2011.
7. Ministério da Saúde (BR). Diretriz nacional do plano de amostragem da vigilância da qualidade da água para consumo humano. Brasília, DF: Ministério da Saúde; 2016.
8. Narvai PC. Cárie dentária e flúor: uma relação do século XX. Cien Saúde Coletiva. 2000;5(2):381-92. <https://doi.org/10.1590/S1413-81232000000200011>
9. São Paulo (Estado). Secretaria de Estado da Saúde. Centro de Vigilância Sanitária. Programas e projetos: Água para consumo humano - Proágua. 2016[acesso 8 set 2016]. Disponível em: [http://10.8.1.70/sitenovo/prog\\_det.asp?te\\_codigo=13&pr\\_codigo=132016](http://10.8.1.70/sitenovo/prog_det.asp?te_codigo=13&pr_codigo=132016)
10. São Paulo (Estado). Secretaria de Estado da Saúde. Centro de Vigilância Sanitária. PAVISA - Programação das Ações de Vigilância Sanitária. 2017[acesso 10 abr 2017]. Disponível em [http://www.cvs.saude.sp.gov.br/prog\\_det.asp?te\\_codigo=36&pr\\_codigo=192017](http://www.cvs.saude.sp.gov.br/prog_det.asp?te_codigo=36&pr_codigo=192017)
11. Ramos MMB, Valentim LSO. Projeto promoção e qualidade de vida: fluoretação das águas de abastecimento público no Estado de São Paulo. BEPA. 2012;9(107):11-7.
12. Mário Júnior RJ, Narvai PC. Aspectos históricos e perspectivas da fluoretação de águas de abastecimento público no Estado de São Paulo. BEPA. 2011;8(90):24-9.
13. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo - CETESB. Qualidade das águas subterrâneas do Estado de São Paulo 2013-2015. São Paulo: CETESB; 2016.
14. Dovidauskas S, Okada IA, Iha MH, Cavallini ÁG, Okada MM, Briganti RdC. Parâmetros físico-químicos incomuns em água de abastecimento público de um município da região nordeste do Estado de São Paulo (Brasil). Vigil Sanit Debate. 2017;5(1):106-15. <https://doi.org/10.22239/2317-269x.00840>
15. Conselho Regional de Odontologia de São Paulo - CROSP. Flúor em teor adequado na maioria dos municípios de SP. CROSP Notícia. 2015;22(148):12-4.
16. Dovidauskas S, Okada IA, Souza JA, Novas MAJH, Rossato RA. A interação entre vigilância sanitária e laboratório de saúde pública na detecção de contaminação por nitrato em água subterrânea. Vigil Sanit Debate. 2015;3(1):97-104. <https://doi.org/10.3395/2317-269x.00259>
17. Agência Nacional de Águas - ANA. Atlas Brasil. Abastecimento urbano de água. 2017[acesso 26 jan 2017]. Disponível em: <http://atlas.ana.gov.br/Atlas/forms/Home.aspx>
18. Conselho Regional de Química IV Região (SP) - CRQ-IV. Possível falha em dosagem de flúor leva Conselho a convocar RTs. Informativo CRQ-IV. 2014(Jan/Fev):5.
19. Brasil. Decreto nº 85.877, de 7 de abril de 1981. Estabelece normas para execução da Lei nº 2.800, de 18 de junho de 1956, sobre o exercício da profissão de químico, e dá outras providências. Diário Oficial União 9 abr 1981.
20. Sashida C. Tribunais decidem pela necessidade de Profissional da Química para tratar água. Informativo CRQ-IV. 2010(Mar/Abr):13.
21. Dovidauskas S, Okada IA, Iha MH, Oliveira MAd, Okada MM, Briganti RdC. Deficiências na desinfecção da água de abastecimento público em um município no nordeste do Estado de São Paulo. Bol Inst Adolfo Lutz. 2016;26:20.

## Agradecimentos

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo pelo apoio financeiro (Processo Fapesp nº 2014/10034-2) e pela bolsa concedida a A. G. Cavallini (Processo Fapesp nº 2015/02583-9).

## Conflito de Interesse

Os autores informam não haver qualquer potencial conflito de interesse com pares e instituições, políticos ou financeiros deste estudo.



Esta publicação está sob a licença Creative Commons Atribuição 3.0 não Adaptada.  
Para ver uma cópia desta licença, visite [http://creativecommons.org/licenses/by/3.0/deed.pt\\_BR](http://creativecommons.org/licenses/by/3.0/deed.pt_BR).