

Fluoretação das águas de abastecimento público: 10 anos de monitoramento em 38 municípios do Centro-Oeste Paulista, São Paulo, Brasil

Public water supply fluoridation: 10 years of monitoring in 38 municipalities of Centro-Oeste Paulista, São Paulo, Brazil

RESUMO

Caroline Demai Romani^I

Regina Célia Arantes Stancari^{II}

Gabriel Antonio Nogueira
Nascentes^{II}

Laís Anversa^{I*}

Introdução: No estado de São Paulo, a concentração de flúor na água de abastecimento público deve ser mantida na faixa de 0,6 a 0,8 mg/L, a fim de prevenir a cárie e evitar o risco de fluorose. **Objetivo:** Avaliar a concentração de fluoretos na água de abastecimento público dos municípios de abrangência do Grupo de Vigilância Sanitária de Bauru. **Método:** Os dados foram extraídos da rotina do Instituto Adolfo Lutz - Bauru e oriundos de 38 municípios monitorados pelo Programa de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano (Proágua), no período de 2007-2016. As análises laboratoriais foram realizadas utilizando-se o método potenciométrico com eletrodo íon-seletivo e a interpretação dos resultados baseou-se na Resolução SS nº 250/95 e na classificação proposta pelo Centro Colaborador do Ministério da Saúde em Vigilância da Saúde Bucal (CECOL). **Resultados:** Das 8.887 amostras analisadas, 31,1% apresentaram teores inadequados de íons fluoretos, sendo que 22,7% estavam abaixo e 8,4% acima do limite estabelecido pela legislação. De acordo com a proposta do CECOL, 59,4% das amostras exibiram benefício máximo para prevenção de cárie e 0,6% revelaram risco muito alto para produção de fluorose dentária. **Conclusões:** Tais dados apontam a necessidade de aprimorar o controle operacional do processo de fluoretação e enfatiza a importância da vigilância da qualidade da água.

PALAVRAS-CHAVE: Água; Flúor; Fluoretação; Abastecimento Público; Vigilância Sanitária

ABSTRACT

Introduction: In the State of São Paulo, the concentration of fluoride in the public water supply should be maintained in the range of 0.6 to 0.8 mg/L, in order to prevent caries and avoid the risk of fluorosis. **Objective:** To evaluate the concentration of fluoride in public water supply in the municipalities covered by the Bauru Sanitary Surveillance Group. **Method:** Data were extracted from the routine of the Adolfo Lutz Institute - Bauru, from 38 municipalities monitored by the Proágua Program, in the period 2007-2016. Laboratory analyses were performed using the potentiometric method with ion-selective electrode and the interpretation of the results was based on Resolution SS-250/95 and the classification proposed by the Collaborating Center of the Ministry of Health in Oral Health Surveillance (CECOL). **Results:** Of the 8,887 samples analyzed, 31.1% had inadequate levels of fluoride ions, with 22.7% being below and 8.4% above the limit established by the legislation. According to the CECOL proposal, 59.4% of the samples showed maximum benefit for caries prevention and 0.6% revealed a very high risk for the production of dental fluorosis. **Conclusions:** These data point out the need to improve the operational control of the fluoridation process and emphasize the importance of water quality surveillance.

^I Centro de Laboratório Regional de Bauru, Instituto Adolfo Lutz (IAL), São Paulo, SP, Brasil

^{II} Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro (IFTM), Uberaba, MG, Brasil

* E-mail: laisanversa@yahoo.com.br

Recebido: 04 jul 2018

Aprovado: 17 out 2018

KEYWORDS: Water; Fluoride; Fluoridation; Public Supply; Sanitary Surveillance



INTRODUÇÃO

Os fluoretos, forma iônica do elemento flúor, são os principais responsáveis pelo declínio da cárie dentária. Sua utilização como meio preventivo e terapêutico iniciou-se em 1945/1946 com a fluoretação das águas de abastecimento público nos Estados Unidos da América (EUA) e Canadá. A eficácia do método foi confirmada através de estudos que demonstraram uma redução de cerca de 50% no índice de cárie da população avaliada. A fluoretação foi recomendada tanto pela Organização Mundial da Saúde (OMS) como por outras instituições da área da saúde e mostrou-se tão eficaz que foi considerada pelo Centro de Prevenção e Controle de Doenças (CDC) dos EUA, uma das 10 principais conquistas da saúde pública no século XX^{1,2}.

No Brasil, a fluoretação foi efetivada na década de 1970 pela aprovação da Lei Federal nº 6.050, de 24 de maio de 1974, que determinou a sua obrigatoriedade em sistemas de abastecimento público nas localidades com estações de tratamento de água². O monitoramento desse processo foi instituído no Programa de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano (Proágua) por iniciativa do poder público e com enfoque à potabilidade da água ofertada à população. Assim, em 2012, o país já dispunha do segundo maior sistema de fluoretação de águas de abastecimento público do mundo³.

Portanto, um dos aspectos relevantes associados à água para consumo humano diz respeito à saúde bucal, para a qual a adição de íons fluoretos à água é uma medida tradicional e reconhecidamente eficaz. Basicamente, o processo de fluoretação consiste na adição controlada de um composto de flúor na água distribuída à população, com a finalidade de elevar sua concentração até um determinado valor, estabelecido como efetivo e benéfico. É considerado como uma das medidas mais amplas de promoção à saúde na área odontológica e a principal quanto à veiculação do flúor em escala populacional, por ser um processo seguro, econômico e de grande alcance social^{1,3,4}.

No entanto, vale enfatizar que a ação desses íons é dose dependente, em concentração baixa, não tem ação relevante e, em excesso, pode favorecer o desenvolvimento de fluorose dentária^{5,6}.

A fluorose dentária é um defeito de mineralização do esmalte do dente, com severidade associada diretamente à quantidade de flúor ingerida durante o processo de formação do germe dentário, que consiste em alterações simétricas, variando desde linhas brancas difusas transversais cruzando os dentes até diversos tipos de erosão⁷.

O Brasil possui um dos maiores contingentes populacionais de consumidores de dentifrícios fluoretados e grande parte da população está exposta a múltiplas formulações de produtos fluorados, como águas minerais, chás, medicamentos, cremes dentais, suplementos nutricionais e outros³. Consequentemente, a exposição da população às múltiplas fontes de íons fluoretos enfatiza a preocupação com o consumo excessivo de flúor¹.

Os limites de concentração dos íons fluoreto nas águas de abastecimento público são regulamentados por legislação específica e são calculados em função da média das temperaturas máximas diárias, ou seja, dependem das condições climáticas de cada localidade, as quais interferem no aumento ou diminuição do consumo de água pela população. Em lugares mais frios, a ingestão de água é menor e, portanto, os teores de flúor têm que ser mais elevados em comparação com regiões mais quentes⁸. Assim, cada estado da Federação pode estabelecer a faixa ideal para íons fluoretos conforme critérios estabelecidos na Portaria nº 635/Bsb, de 26 de dezembro de 1975⁹. Na ausência de uma legislação estadual, deve-se prevalecer a Portaria de Consolidação nº 5, de 28 de setembro de 2017 do Ministério da Saúde (MS), cujo valor máximo permitido para íons fluoretos é de 1,5 mg/L¹⁰.

No estado de São Paulo, a Resolução nº 250, de 15 de agosto de 1995 da Secretaria de Estado da Saúde (SES), estabelece que o teor ideal de íons fluoretos é de 0,7 mg/L, sendo considerada dentro do padrão de potabilidade a faixa de 0,6 a 0,8 mg/L¹¹. Valores acima dessa concentração só são aceitos quando comprovado pelo Serviço de Abastecimento Público de Água que a média das temperaturas máximas diárias do ar do município por ele abastecido encontra-se abaixo de 14,7°C durante um período mínimo de um ano.

Segundo o Centro Colaborador do Ministério da Saúde em Vigilância da Saúde Bucal (CECOL), a interpretação dos resultados analíticos em relação à quantificação de íons fluoretos na água não deve ser simplificada em apenas “adequada” ou “inadequada”. As mensurações dos teores de flúor variam segundo uma escala contínua de valores e a inclusão desses valores numa escala com apenas duas categorias reduz as opções de interpretação e atribuição de significado às características das amostras. Assim, recomenda-se que a avaliação do teor de flúor na água de abastecimento público seja feita considerando-se, simultaneamente, as dimensões relacionadas com o benefício e o risco, buscando-se aferir, em cada análise, as intensidades tanto do benefício preventivo da cárie dentária quanto do risco inerente à exposição aos íons fluoretos¹².

Certamente, para que os padrões estabelecidos pela legislação sejam mantidos e os benefícios, atingidos são necessários constantes acompanhamento e avaliação do processo, com um olhar permanente voltado à qualidade dos sistemas de abastecimento público. E de fato, essa necessidade de mecanismos de controle fez com que surgisse o conceito de heterocontrole, que consiste em análises periódicas do processo de fluoretação das águas por uma instituição distinta (pública ou privada) da empresa responsável pelo tratamento e distribuição das mesmas¹³.

Considerando a relevância para a saúde pública do efetivo controle do processo de fluoretação das águas destinadas ao consumo humano, o presente estudo teve como objetivo geral avaliar a concentração de fluoretos na água de abastecimento público de todos os municípios de abrangência do Grupo de Vigilância Sanitária de Bauru (GVS XV), no período de 2007 a 2016.



MÉTODO

Pesquisa descritiva, na qual foram computados e interpretados os resultados de íons fluoretos presentes nas amostras de água de abastecimento público providas do Proágua, que compõe o heterocontrole desse parâmetro na região de estudo.

Os dados foram extraídos da rotina laboratorial do Núcleo de Ciências Químicas e Bromatológicas do Instituto Adolfo Lutz - Bauru, oriundos dos 38 municípios de abrangência do Grupo de Vigilância Sanitária de Bauru (GVS XV), no período de janeiro de 2007 a dezembro de 2016.

No período de estudo, as amostras de água foram coletadas mensalmente ao longo da rede de distribuição, sempre em pontos estratégicos, externos aos domicílios e preestabelecidos pelos profissionais das Vigilâncias Sanitárias (VISA) municipais, segundo os critérios estabelecidos na Diretriz Nacional do Plano de Amostragem da Vigilância em Saúde Ambiental relacionada à qualidade da água para consumo humano¹⁴.

Para a execução das análises laboratoriais, utilizou-se o método potenciométrico com eletrodo íon-seletivo da marca Orion, modelo 9609, acoplado ao potenciômetro da marca Mettler-Toledo, Modelo 355. A concentração de flúor presente nas amostras de água foi determinada utilizando-se 25 mL da amostra à qual foram adicionados 2,5 mL de tampão TISSAB 3, composto basicamente por ácido 1,2 - ciclohexilenodinitrilotetracético (CDTA), citrato de sódio dihidratado e cloreto de sódio e água em quantidades específicas¹⁵. O eletrodo foi previamente calibrado com soluções padrão contendo 0,3; 0,6; 0,8; 1,0 e 1,5 mg/L de íon fluoreto. A reprodutibilidade dos resultados foi verificada por releituras tanto dos padrões quanto das amostras durante a execução da rotina analítica.

Inicialmente, os resultados foram interpretados como satisfatório e insatisfatório, considerando-se a faixa estabelecida pela Resolução SS nº 250/1995¹¹. Em adição, com o intuito de avaliar os possíveis benefícios para a prevenção de cárie e os possíveis riscos para a produção de fluorose dentária, os resultados foram avaliados por meio da classificação proposta pelo CECOL¹².

Segundo o CECOL¹², o consenso para orientar a classificação das águas, levando-se em conta, simultaneamente, o benefício e o risco, para localidades em que as médias das temperaturas máximas se situam entre 26,3°C e 32,5°C está representado no Quadro.

As análises simples dos dados foram realizadas no programa Microsoft Office Excel 2010® e as análises estatísticas foram efetuadas no programa *Statistica - version 10* (StatSoft), considerando-se diferença significativa quando $p < 0,05$.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No período de 2007 a 2016, foram analisadas no Instituto Adolfo Lutz - Bauru, 8.887 amostras de água de abastecimento público. De forma geral, os valores de íons fluoretos observados nessas amostras estão apresentados na Tabela 1.

Considerando a Resolução SS nº 250/1995¹¹, constatou-se no período de estudo que 68,9% das amostras apresentaram valores satisfatórios, dentro da faixa estabelecida pela legislação do estado de São Paulo (0,6 a 0,8 mg/L F⁻).

De acordo com a análise estatística, nos primeiros anos investigados (2007, 2008 e 2009) o número de amostras com resultados de íons fluoreto abaixo do limite mínimo foi superior à média histórica, enquanto o percentual de amostras acima do limite máximo foi inferior. Nos anos de 2010, 2012 e 2013, o percentual de amostras com níveis satisfatórios esteve abaixo do esperado, com desvios acima do limite máximo em 2010 e 2013 e abaixo do limite mínimo em 2012. No entanto, ressalta-se que, em 2014, 2015 e 2016, houve uma melhora significativa nos parâmetros de fluoretação da água, que pode ser demonstrada pelo aumento significativo no percentual de amostras com níveis satisfatórios de íons fluoreto. Complementarmente, essa melhora ao longo do tempo foi reforçada pela redução no percentual de amostras abaixo do limite mínimo (0,6 mg/L F⁻) nos últimos três anos analisados (Tabela 1).

Resultado semelhante já foi descrito por Catani et al.¹⁶, que, acompanhando o programa de heterocontrole da fluoretação da água de vários municípios dos estados de São Paulo, Minas Gerais e Ceará, no período de 1996 a 2006, observaram que 63,8% das amostras analisadas apresentaram concentrações ideais de íons fluoretos, 19,7% exibiram concentrações abaixo do valor mínimo e 16,5% mostraram concentrações acima do valor máximo estabelecido pela legislação.

Divergentemente, ao analisar 480 amostras de heterocontrole da fluoretação das águas de abastecimento público de São Luís (Maranhão), Paredes¹⁷ verificou que a maior parte das amostras (62,9%) apresentou valores inadequados, segundo a portaria

Quadro. Classificação das águas para localidades em que as médias das temperaturas máximas se situam entre 26,3°C e 32,5°C, de acordo com o CECOL¹².

Teor de flúor na água (em ppm ou mg F ⁻ /L)	Benefício (prevenir cárie)	Risco (produzir fluorose dentária)
0,00 a 0,44	Insignificante	Insignificante
0,45 a 0,54	Mínimo	Baixo
0,22 a 0,84	Máximo	Baixo
0,85 a 1,14	Máximo	Moderado
1,15 a 1,44	Questionável	Alto
1,45 ou mais	Malefício	Muito alto

ppm: partes por milhão



Tabela 1. Classificação anual das amostras de água quanto aos resultados de íons fluoretos dos 38 municípios de abrangência do Grupo de Vigilância Sanitária de Bauru (GVS-XV), segundo a legislação vigente.

Ano	N	Valores de referência de fluoreto de acordo com a Resolução SS nº 250/1995 ¹¹		
		Abaixo do limite mínimo	Satisfatório	Acima do limite máximo
		($\leq 0,6$ mg/L F ⁻)	(0,6 a 0,8 mg/L F ⁻)	($\geq 0,8$ mg/L F ⁻)
2007	1.005	28,1% ↑	66,5%	5,5% ↓
2008	1.148	26,3% ↑	67,9%	5,8% ↓
2009	945	27,4% ↑	66,7%	5,9% ↓
2010	733	22,7%	65,5% ↓	11,9% ↑
2011	745	22,7%	69,1%	8,2%
2012	379	30,3% ↑	59,1% ↓	10,6%
2013	745	24,8%	63,9% ↓	11,3% ↑
2014	948	18,8% ↓	73,3% ↑	7,9%
2015	1.059	14,6% ↓	75,7% ↑	9,6%
2016	1.180	17,2% ↓	72,4% ↑	10,4% ↑
Total	8.887	22,7%	68,9%	8,4%

Qui-quadrado: $p < 0,001$.

Devido ao grande número de categorias, realizou-se a análise de resíduos, pela qual as setas (↑ ou ↓) indicam percentuais significativamente maiores ou menores, respectivamente, que as frequências esperadas em cada ano investigado.

federal (Portaria nº 635/Bsb/1975), prevalente no estado. Do mesmo modo, avaliando a concentração de flúor das águas dos municípios do estado do Ceará, Saldanha et al.¹⁸ relataram que em Viçosa, Sobral, Fortaleza e Rafael Arruda, respectivamente, 100,0%, 81,5%, 66,4% e 55,5% das amostras exibiram valores abaixo da concentração considerada ideal no estado. Esses resultados reforçam as dificuldades dos sistemas de fluoretação, especialmente, em assegurar os teores mínimos de flúor na água.

Com o intuito de avaliar a fluoretação das águas de cada município de abrangência do GVS-XV individualmente, a Tabela 2 apresenta os valores de íons fluoretos observados em cada município no período de estudo, conforme os limites estabelecidos pela legislação vigente.

Dos 38 municípios investigados, a maior parte (68,4%) apresentou amostras de água com concentrações de íons fluoretos dentro dos parâmetros recomendados, no entanto, 12 (31,6%) municípios exibiram percentuais satisfatórios significativamente menores que as frequências esperadas. Dentre estes, 11 municípios possuem os sistemas de abastecimento público de água geridos por serviços autônomos e um município dispõe do serviço gerido pela Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (Sabesp), o que enfatiza uma maior dificuldade na fluoretação das águas nos municípios onde a gestão é responsabilidade do serviço autônomo. Frequentemente, sistemas operados pela Sabesp demonstram melhor controle operacional, uma vez que dispõem de maior aporte financeiro, infraestrutura e capacitação técnica¹⁹.

Adicionalmente, para avaliar o benefício para prevenção de cárie e o risco para produção de fluorose, foi realizada uma comparação dos resultados de íons fluoretos obtidos no presente estudo com os critérios adotados pelo CECOL, da Universidade de São Paulo (USP)¹². Os dados destas avaliações estão dispostos nas Tabelas 3 e 4, respectivamente.

Nos anos de 2007, 2008, 2010 e 2012, uma porcentagem significativa das amostras apresentou benefício insignificante para prevenção de cárie. Já nos anos de 2014 a 2016, esses índices diminuíram e simultaneamente notou-se uma porcentagem significativa de amostras capazes de gerar um benefício máximo. Quanto ao risco de fluorose, mesmo que o percentual de amostras com dosagens de íons fluoreto abaixo do limite inferior tenha diminuído nos últimos anos avaliados, um percentual significativamente superior de amostras ainda indica baixo risco para produção de fluorose dentária.

Consideravelmente, a faixa ideal de concentração de íons fluoretos na água é bastante estreita (0,6 a 0,8 mg/L), o que dificulta o estabelecimento da dosagem correta de flúor a ser adicionada, visto que a mesma depende da vazão e da pressão da água no sistema, de possíveis problemas apresentados no funcionamento dos dosadores, entre outros. Entretanto, ponderando que a interrupção permanente da adição de flúor à água de abastecimento público faça cessar os benefícios de prevenção de cárie, a adição de quantidades insuficientes torna a medida inócua, a adição de quantidades excessivas pode causar fluorose e que ambas (cárie e fluorose) são consequências indesejáveis, tais situações devem ser cuidadosamente evitadas¹⁹.

As Tabelas 5 e 6 expõem os valores de íons fluoretos observados em cada município de abrangência do GVS-XV no período de estudo, levando-se em consideração o benefício para prevenção de cárie e o risco para produção de fluorose, respectivamente, ainda de acordo com o CECOL¹².

De forma geral, nossos dados apontaram percentuais significativamente superiores de amostras com benefício insignificante para prevenção de cárie em oito (21,1%) dos 38 municípios avaliados. Já quanto à produção de fluorose, cinco (13,6%) municípios exibiram percentuais significativamente maiores que o



Tabela 2. Classificação das amostras de água quanto aos resultados de íons fluoretos para cada município de abrangência do Grupo de Vigilância Sanitária de Bauru (GVS-XV), segundo a legislação vigente, no período de 2007 a 2016.

Município	Gestor	N	Valores de referência de fluoreto de acordo com a Resolução SS nº 250/1995 ¹¹		
			Abaixo do limite mínimo	Satisfatório	Acima do limite máximo
			($\leq 0,6$ mg/L F ⁻)	(0,6 a 0,8 mg/L F ⁻)	($\geq 0,8$ mg/L F ⁻)
M1	Sabesp	270	5,9% ↓	92,6% ↑	1,5% ↓
M2	Sabesp	146	8,9% ↓	86,3% ↑	4,8%
M3	Serviço Autônomo	883	2,9% ↓	94,8% ↑	2,3% ↓
M4	Serviço Autônomo	304	43,1% ↑	51,3% ↓	5,6%
M5	Serviço Autônomo	378	10,9% ↓	74,9% ↑	14,3% ↑
M6	Sabesp	216	0,9% ↓	92,6% ↑	6,5%
M7	Sabesp	132	9,1% ↓	88,6% ↑	2,3% ↓
M8	Serviço Autônomo	106	11,3% ↓	82,1% ↑	6,6%
M9	Serviço Autônomo	218	8,3% ↓	77,1% ↑	14,7% ↑
M10	Serviço Autônomo	121	32,2% ↑	45,5% ↓	22,3% ↑
M11	Serviço Autônomo	331	58,9% ↑	29,9% ↓	11,2%
M12	Serviço Autônomo	266	69,9% ↑	18,1% ↓	12,0% ↑
M13	Sabesp	187	7,5% ↓	78,6% ↑	13,9% ↑
M14	Serviço Autônomo	260	13,9% ↓	73,1%	13,1% ↑
M15	Serviço Autônomo	266	1,9% ↓	95,9% ↑	2,3% ↓
M16	Serviço Autônomo	145	12,4% ↓	75,9%	11,7%
M17	Serviço Autônomo	259	69,9% ↑	20,5% ↓	9,7%
M18	Serviço Autônomo	254	82,3% ↑	10,2% ↓	7,5%
M19	Serviço Autônomo	110	16,4%	80,9% ↑	2,7% ↓
M20	Serviço Autônomo	706	31,2% ↑	62,0% ↓	6,8%
M21	Serviço Autônomo	491	11,2% ↓	71,3%	17,5% ↑
M22	Sabesp	350	1,7% ↓	81,1% ↑	17,1% ↑
M23	Sabesp	132	5,3% ↓	88,6% ↑	6,1%
M24	Serviço Autônomo	229	9,6% ↓	84,7% ↑	5,7%
M25	Serviço Autônomo	218	26,2%	57,3% ↓	16,5% ↑
M26	Sabesp	350	6,3% ↓	93,1% ↑	0,6% ↓
M27	Sabesp	219	28,3% ↑	65,8%	5,9%
M28	Serviço Autônomo	150	93,3% ↑	5,3% ↓	1,3% ↓
M29	Serviço Autônomo	336	18,2% ↓	64,0% ↓	17,9% ↑
M30	Sabesp	124	1,6% ↓	98,4% ↑	0,0% ↓
M31	Serviço Autônomo	141	46,8% ↑	43,3% ↓	9,9%
M32	Serviço Autônomo	134	10,5% ↓	87,3% ↑	2,2% ↓
M33	Sabesp	126	62,7% ↑	31,8% ↓	5,6%
M34	Sabesp	114	0,9% ↓	96,5% ↑	2,6% ↓
M35	Sabesp	60	10,0% ↓	88,3% ↑	1,7%
M36	Sabesp	81	18,5%	74,1%	7,4%
M37	Sabesp	43	9,3% ↓	86,1% ↑	4,7%
M38	Sabesp	31	9,7%	83,9%	6,5%
Total		8.887	22,7%	68,9%	8,4%

Qui-quadrado: $p < 0,001$.

Sabesp: Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo.

Devido ao grande número de categorias, realizou-se a análise de resíduos, pela qual as setas (↑ ou ↓) indicam percentuais significativamente maiores ou menores, respectivamente, que as frequências esperadas em cada ano investigado quanto aos valores de referência para os níveis de fluoreto de acordo com a legislação vigente.



Tabela 3. Classificação anual das amostras de água quanto aos resultados de íons fluoretos de acordo com a capacidade de gerar benefício para prevenção de cárie, segundo critérios do Centro Colaborador do Ministério da Saúde em Vigilância da Saúde Bucal (CECOL)¹².

Ano	N	Benefício para prevenção de cárie					
		Insignificante	Mínimo	Moderado	Máximo	Questionável	Malefício
2007	1.005	19,5% ↑	8,6% ↑	21,7% ↑	49,6% ↓	0,3%	0,4%
2008	1.148	18,8% ↑	7,5%	22,3% ↑	50,2% ↓	0,6%	0,6%
2009	945	18,2%	8,4% ↑	23,8% ↑	48,3% ↓	0,5%	0,9%
2010	733	19,0% ↑	3,1% ↓	11,6% ↓	65,5% ↑	0,4%	0,4%
2011	745	18,3%	4,2% ↓	9,3% ↓	67,8% ↑	0,3%	0,3%
2012	379	24,3% ↑	6,1%	16,1%	52,0% ↓	0,5%	1,1%
2013	745	17,9%	6,4%	14,2% ↓	60,7%	0,4%	0,4%
2014	948	11,3% ↓	7,1%	17,9%	62,8% ↑	0,7%	0,2%
2015	1.059	9,6% ↓	4,7% ↓	15,1%	69,3% ↑	0,7%	0,6%
2016	1.180	11,7% ↓	5,2%	14,8% ↓	66,9% ↑	0,3%	1,1%
Total	8.887	16,1%	6,2%	17,2%	59,4%	0,5%	0,6%

Qui-quadrado: $p < 0,001$.

Devido ao grande número de categorias, realizou-se a análise de resíduos, pela qual as setas (↑ ou ↓) indicam percentuais significativamente maiores ou menores, respectivamente, que as frequências esperadas em cada ano investigado.

Tabela 4. Classificação anual das amostras de água quanto aos resultados de íons fluoretos de acordo com o risco para produção de fluorose dentária, segundo critérios do Centro Colaborador do Ministério da Saúde em Vigilância da Saúde Bucal (CECOL)¹².

Ano	N	Risco para produção de fluorose dentária				
		Insignificante	Baixo	Moderado	Alto	Muito alto
2007	1.005	19,5% ↑	77,0% ↓	2,8%	0,3%	0,4%
2008	1.148	18,8% ↑	77,6%	2,4%	0,6%	0,6%
2009	945	18,2%	78,9%	1,5% ↓	0,5%	0,9%
2010	733	19,0% ↑	73,9% ↓	6,3% ↑	0,4%	0,4%
2011	745	18,3%	78,1%	3,1%	0,3%	0,3%
2012	379	24,3% ↑	71,0% ↓	3,2%	0,5%	1,1%
2013	745	17,9%	78,5%	2,8%	0,4%	0,4%
2014	948	11,3% ↓	84,9% ↑	2,9%	0,7%	0,2%
2015	1.059	9,6% ↓	84,6% ↑	4,5% ↑	0,7%	0,6%
2016	1.180	11,7% ↓	83,6% ↑	3,2%	0,3%	1,1%
Total	8.887	16,1%	79,6%	3,2%	0,5%	0,6%

Qui-quadrado: $p < 0,001$.

Devido ao grande número de categorias, realizou-se a análise de resíduos, pela qual as setas (↑ ou ↓) indicam percentuais significativamente maiores ou menores, respectivamente, que as frequências esperadas em cada ano investigado.

esperado para amostras com risco muito alto para produção de fluorose dentária.

Kuhnen et al.²⁰, ao avaliarem o heterocontrole da fluoretação da água em Santa Catarina, no período de 2004 a 2013, encontraram um percentual maior de amostras com alto risco de produção de fluorose. Observou-se no referido estudo que aproximadamente 45% das amostras analisadas apresentaram teores de fluoretos inadequados (acima de 0,95 mg/L).

Como já relatado anteriormente, as dificuldades enfrentadas para a manutenção das concentrações ideais de flúor podem ser entendidas por vários fatores, como: (1) a estreita faixa de adequação dos teores estabelecidos pela legislação, que talvez represente a principal dificuldade; (2) a bomba dosadora e o composto de flúor utilizado, que podem provocar interrupções no processo de tratamento; (3) as condições da estação de tratamento; (4) os pontos estabelecidos para coleta; (5) a formação e a capacitação dos funcionários responsáveis, entre outros²¹.

Para garantir o controle operacional do sistema de tratamento da água em relação à fluoretação, os municípios necessitam, além de recursos financeiros e investimentos em equipamentos adequados e calibrados, de melhorias estruturais e supervisão técnica, com contratação e treinamento de trabalhadores qualificados e a manutenção da infraestrutura necessária²².

A fim de evitar a ocorrência de episódios de qualidade indesejável da água ou procedimentos inadequados no processo de fluoretação, é necessária a realização de inspeção sistemática, com frequência adequada e em pontos vulneráveis do sistema, para impedir, evitar ou corrigir os possíveis desvios da concentração ideal de flúor na rede de abastecimento público^{23,24}.

Evidencia-se, assim, o papel da VISA no monitoramento e na vigilância da fluoretação das águas de abastecimento público, bem como a necessidade de viabilizar a implantação, a estruturação e a capacitação das equipes de trabalho nos municípios



para que as atividades e as ações sejam realizadas de forma efetiva e independente de interferências políticas. Adicionalmente, para a avaliação da eficácia/eficiência e a verificação do risco/benefício da política pública de fluoretação, torna-se

imprescindível a realização de mais estudos epidemiológicos referentes à incidência/prevalência de cárie e fluorose nos municípios brasileiros e a relação com os índices de flúor da água de abastecimento público.

Tabela 5. Classificação das amostras de água quanto aos resultados de íons fluoretos para cada município de abrangência do Grupo de Vigilância Sanitária de Bauru (GVS-XV), de acordo com a capacidade de gerar benefício para prevenção de cárie, segundo critérios do Centro Colaborador do Ministério da Saúde em Vigilância da Saúde Bucal (CECOL)¹².

Município	N	Benefício para prevenção de cárie					
		Insignificante	Mínimo	Moderado	Máximo	Questionável	Malefício
M1	270	4,1% ↓	1,9% ↓	20,7%	73,3% ↑	0,0%	0,0%
M2	146	2,1% ↓	6,9%	20,6%	70,6% ↑	0,0%	0,0%
M3	883	1,5% ↓	1,4% ↓	24,8% ↑	72,0% ↑	0,2%	0,1%
M4	304	30,9% ↑	11,5% ↑	21,1%	35,9% ↓	0,3%	0,3%
M5	378	5,6% ↓	4,5%	12,7% ↓	76,2% ↑	0,5%	0,5%
M6	216	0,5% ↓	0,5% ↓	19,0%	78,7% ↑	0,5%	0,9%
M7	132	6,1% ↓	3,0%	22,0%	67,4%	1,5%	0,0%
M8	106	2,8% ↓	5,7%	27,4% ↑	63,2%	0,9%	0,0%
M9	218	1,8% ↓	6,0%	18,4%	72,5% ↑	0,9%	0,5%
M10	121	19,8%	12,4% ↑	9,1% ↓	56,2%	0,8%	1,7%
M11	331	47,4% ↑	10,6% ↑	11,2% ↓	28,4% ↓	0,9%	1,5% ↑
M12	266	67,3% ↑	2,6% ↓	3,8% ↓	23,3% ↓	0,8%	2,3% ↑
M13	187	0,5% ↓	6,4%	14,4%	78,1% ↑	0,5%	0,0%
M14	260	4,6% ↓	8,9%	14,2%	71,2% ↑	1,2%	0,0%
M15	266	0,4% ↓	1,5% ↓	13,9%	84,2% ↑	0,0%	0,0%
M16	145	5,5% ↓	6,2%	13,1%	73,1% ↑	0,7%	1,4%
M17	259	59,9% ↑	9,7% ↑	5,4% ↓	22,8% ↓	0,4%	1,9% ↑
M18	254	76,8% ↑	5,5%	4,3% ↓	11,4% ↓	0,8%	1,2%
M19	110	9,1% ↓	7,3%	27,3% ↑	56,4%	0,0%	0,0%
M20	706	16,6%	14,2% ↑	24,1% ↑	44,1% ↓	0,9%	0,3%
M21	491	6,3% ↓	4,9%	15,9%	72,7% ↑	0,0%	0,2%
M22	350	1,1% ↓	0,6% ↓	5,4% ↓	92,3% ↑	0,3%	0,3%
M23	132	3,8% ↓	1,5% ↓	24,2% ↑	68,9% ↑	0,0%	1,5%
M24	229	4,4% ↓	5,2%	19,2%	71,2% ↑	0,0%	0,0%
M25	218	14,2%	11,5% ↑	13,3%	55,5%	2,8% ↑	2,8% ↑
M26	350	2,3% ↓	4,0%	2,08% ↑	65,7% ↑	0,0%	0,0%
M27	219	14,6%	12,8% ↑	25,6% ↑	47% ↓	0,0%	0,0%
M28	150	89,3% ↑	4,0%	3,3% ↓	2,7% ↓	0,0%	0,7%
M29	336	6,0% ↓	11,3%	19,1%	61,6%	0,9%	1,2%
M30	124	1,6% ↓	0,0% ↓	16,1%	82,3% ↑	0,0%	0,0%
M31	141	36,2% ↑	9,9%	19,9%	32,6% ↓	0,7%	0,7%
M32	134	4,5% ↓	5,2%	24,6% ↑	65,7%	0,0%	0,0%
M33	126	58,7% ↑	4,0%	7,9% ↓	25,4% ↓	0,8%	3,2% ↑
M34	114	0,9% ↓	0,0% ↓	0,9% ↓	98,3% ↑	0,0%	0,0%
M35	60	1,7% ↓	6,7%	25,0%	66,7%	0,0%	0,0%
M36	81	3,7% ↓	14,8% ↑	25,9% ↑	55,6%	0,0%	0,0%
M37	43	0,0% ↓	9,3%	18,6%	72,1%	0,0%	0,0%
M38	31	3,2%	6,5%	16,1%	74,2%	0,0%	0,0%
Total	8.887	16,1%	6,2%	17,2%	59,4%	0,5%	0,6%

Qui-quadrado: $p < 0,001$.

Devido ao grande número de categorias, realizou-se a análise de resíduos, pela qual as setas (↑ ou ↓) indicam percentuais significativamente maiores ou menores, respectivamente, que as frequências esperadas em cada ano investigado quanto aos níveis de fluoreto capazes de gerar benefício para prevenção de cárie.



Tabela 6. Classificação das amostras de água quanto aos resultados de íons fluoretos para cada município de abrangência do Grupo de Vigilância Sanitária de Bauru (GVS-XV), de acordo com o risco de gerar fluorose dentária, segundo critérios do Centro Colaborador do Ministério da Saúde em Vigilância da Saúde Bucal (CECOL)¹².

Município	N	Risco para produção de fluorose dentária				
		Insignificante	Baixo	Moderado	Alto	Muito alto
M1	270	4,1% ↓	95,6% ↑	0,4% ↓	0,0%	0,0%
M2	146	2,1% ↓	97,3% ↑	0,7%	0,0%	0,0%
M3	883	1,5% ↓	97,4% ↑	0,8% ↓	0,2%	0,1%
M4	304	30,9% ↑	65,1% ↓	3,3%	0,3%	0,3%
M5	378	5,6% ↓	86,5% ↑	6,9% ↑	0,5%	0,5%
M6	216	0,5% ↓	96,8% ↑	1,4%	0,5%	0,9%
M7	132	6,1% ↓	91,7% ↑	0,8%	1,5%	0,0%
M8	106	2,8% ↓	92,5% ↑	3,8%	0,9%	0,0%
M9	218	1,8% ↓	90,8% ↑	6% ↑	0,9%	0,5%
M10	121	19,8%	67,8% ↓	9,9% ↑	0,8%	1,7%
M11	331	47,4% ↑	45,3% ↓	4,8%	0,9%	1,5% ↑
M12	266	67,3% ↑	26,3% ↓	3,4%	0,8%	2,3% ↑
M13	187	0,5% ↓	90,9% ↑	8,0% ↑	0,5%	0,0%
M14	260	4,6% ↓	89,6% ↑	4,6%	1,2%	0,0%
M15	266	0,4% ↓	98,9% ↑	0,8% ↓	0,0%	0,0%
M16	145	5,5% ↓	86,2% ↑	6,2% ↑	0,7%	1,4%
M17	259	59,9% ↑	33,6% ↓	4,3%	0,4%	1,9% ↑
M18	254	76,8% ↑	17,3% ↓	3,9%	0,8%	1,2%
M19	110	9,1% ↓	90,9% ↑	0,0%	0,0%	0,0%
M20	706	16,6%	79,0%	3,3%	0,9%	0,3%
M21	491	6,3% ↓	88% ↑	5,5% ↑	0,0%	0,2%
M22	350	1,1% ↓	97,1% ↑	1,1% ↓	0,3%	0,3%
M23	132	3,8% ↓	94,7% ↑	0,0% ↓	0,0%	1,5%
M24	229	4,4% ↓	95,2% ↑	0,4% ↓	0,0%	0,0%
M25	218	14,2%	74,3% ↓	6% ↑	2,8% ↑	2,8% ↑
M26	350	2,3% ↓	97,4%	0,3% ↓	0,0%	0,0%
M27	219	14,6%	81,3%	4,1%	0,0%	0,0%
M28	150	89,3% ↑	9,3% ↓	0,7%	0,0%	0,7%
M29	336	6,0% ↓	83,6%	8,3% ↑	0,9%	1,2%
M30	124	1,6% ↓	98,4% ↑	0,0% ↓	0,0%	0,0%
M31	141	36,2% ↑	58,2% ↓	4,3%	0,7%	0,7%
M32	134	4,5% ↓	94,8% ↑	0,8%	0,0%	0,0%
M33	126	58,7% ↑	37,3% ↓	0,0% ↓	0,8%	3,2% ↑
M34	114	0,9% ↓	98,3% ↑	0,9%	0,0%	0,0%
M35	60	1,7% ↓	96,7% ↑	1,7%	0,0%	0,0%
M36	81	3,7% ↓	91,4% ↑	4,9%	0,0%	0,0%
M37	43	0,0% ↓	100,0% ↑	0,0%	0,0%	0,0%
M38	31	3,2%	90,3%	6,5%	0,0%	0,0%
Total	8.887	16,1%	79,6%	3,2%	0,5%	0,6%

Qui-quadrado: $p < 0,001$.

Devido ao grande número de categorias, realizou-se a análise de resíduos, pela qual as setas (↑ ou ↓) indicam percentuais significativamente maiores ou menores, respectivamente, que as frequências esperadas em cada ano investigado quanto aos níveis de fluoreto que representam risco para produção de fluorose dentária.

CONCLUSÕES

Nossos dados apontam que, no período de 2007 a 2016, houve uma melhoria crescente no processo de fluoretação das águas dos municípios de abrangência do GVS-XV. No entanto, os percentuais de amostras fora dos limites adequados, especialmente abaixo do limite mínimo estabelecido pela legislação, demonstram que ainda é necessário aprimorar o controle operacional dos sistemas de abastecimentos e o monitoramento e a vigilância da qualidade da água fornecida à população.

Certamente, a vigilância da fluoretação das águas de abastecimento público, a identificação dos problemas e a adoção de medidas corretivas efetivas para a adequação do processo de fluoretação em municípios onde há oscilações dos teores de flúor são imprescindíveis para proteger a saúde dos indivíduos.

Evidencia-se, ainda, a importância da realização de estudos epidemiológicos de doenças relacionadas à fluoretação das águas para permitir uma análise crítica adequada quanto ao risco/benefício desse tratamento para a saúde bucal da população.



REFERÊNCIAS

1. Ministério da Saúde (BR), Secretaria de Atenção à Saúde, Departamento de Atenção Básica (BR). Guia de recomendações para o uso de fluoretos no Brasil. Brasília, DF: Ministério da Saúde; 2009.
2. Santos LFP. Fluoretação das águas de abastecimento público: onze anos de projeto que promove o heterocontrole dos teores de flúor de 40 municípios do noroeste paulista e correlação entre níveis de fluoreto e variações pluviiais [dissertação]. Araçatuba, SP: Universidade Estadual Paulista; 2017.
3. Ramos MMBR, Valentim LSO. Projeto Promoção e Qualidade de Vida - Fluoretação das Águas de Abastecimento Público no Estado de São Paulo. *Bol Epidemiol Paul*. 2012;9(107):11-7.
4. Ramires I, Buzalaf MAR. A fluoretação da água de abastecimento público e seus benefícios no controle da cárie dentária: cinquenta anos no Brasil. *Ciênc Saúde Coletiva*. 2007;12(4):1057-65. <https://doi.org/10.1590/S1413-81232007000400027>
5. Whitford GM, Buzalaf MA, Bijella MF, Waller JL. Plaque fluoride concentrations in a community without water fluoridation: effects of calcium and use of a fluoride or placebo dentifrice. *Caries Research*. 2005;39(2):100-7. <https://doi.org/10.1159/000083154>
6. Agostini M. Fluorose dentária: uma revisão de literatura [dissertação]. Minas Gerais: Universidade Federal de Minas Gerais; 2011.
7. Cangussu MCT, Narvai PC, Fernandez RAC, Djehizian VA. Fluorose dentária no Brasil: uma revisão crítica. *Cad Saúde Pública*. 2002;18(1):7-15. <https://doi.org/10.1590/S0102-311X2002000100002>
8. Galagan DJ, Vermillion JR. Determining optimum fluoride concentrations. *Public Health Reports*. 1957;72(6):491-3.
9. Ministério da Saúde (BR). Portaria N° 635/Bsb, de 26 de dezembro de 1975. Aprova normas e padrões sobre a fluoretação da água, tendo em vista a Lei N° 6.050/74. *Diário Oficial da União*. 10 jan 1976.
10. Ministério da Saúde (BR). Portaria de Consolidação N° 5, de 28 de setembro de 2017. Brasília, DF: Ministério da Saúde; 2017[acesso 10 abr 2018]. Disponível em: http://bvsm.sau.br/bvs/sau/legis/gm/2017/prc0005_03_10_2017.html
11. Secretaria do Estado da Saúde (SP). 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. São Paulo, SP: Secretaria do Estado da Saúde; 1995[acesso 19 jan 2018]. Disponível em: <http://www.cvs.saude.sp.gov.br/zip/95rcvs250.zip>
12. Centro Colaborador do Ministério da Saúde em Vigilância da Saúde Bucal (BR). Consenso técnico sobre classificação de águas de abastecimento público segundo o teor de flúor. São Paulo, SP: Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo; 2011.
13. Narvai PC. Cárie dentária e flúor: uma relação do século XX. *Ciênc Saúde Coletiva*. 2000;5(2):381-92. <https://doi.org/10.1590/S1413-8123200000200011>
14. Ministério da Saúde (BR), Secretaria de Vigilância em Saúde, Departamento de Vigilância em Saúde Ambiental e Saúde do Trabalhador. Diretriz Nacional do Plano de Amostragem da Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano [recurso eletrônico]. Brasília, DF: Ministério da Saúde; 2016.
15. Instituto Adolfo Lutz. Métodos físico-químicos para análise de alimentos. 4a ed. São Paulo, SP: Instituto Adolfo Lutz; 2005.
16. Catani DB, Amaral RC, Oliveira C, Sousa MLR, Cury JA. Dez anos de acompanhamento do heterocontrole da fluoretação da água feito por municípios brasileiros. *Rev Gaúcha Odont*. 2008;56(2):151-5.
17. Paredes SO. Heterocontrole da fluoretação das águas de abastecimento público de São Luís, Maranhão, Brasil [dissertação]. João Pessoa, PB: Universidade Federal da Paraíba; 2009.
18. Saldanha KGH. Análise da concentração de flúor nas águas de abastecimento público em municípios do Estado do Ceará - Brasil. *Rev Bras Pesq Saúde*. 2014;16(4):87-96.
19. Narvai PC. Vigilância sanitária da fluoretação das águas de abastecimento público no município de São Paulo, Brasil, no período de 1990-1999 [tese]. São Paulo, SP: Universidade de São Paulo; 2001.
20. Kuhnen M, Gamba B, Narvai P, Toassi RFC. Qualidade da água tratada: avaliação dos teores de flúor em 10 anos de heterocontrole no município de Lages. *Vigil Sanit Debate*. 2016;5(1):91-6. <https://doi.org/10.3395/2317-269X.00833>.
21. Moimaz SAS, Garbin CAS, Iglesias GF, Chiba FY, Sumida DH, Saliba O. Dificuldades enfrentadas no processo de fluoretação das águas de abastecimento público. *Rev Bras Pesq Saúde*. 2015;17(1):87-94. <https://doi.org/10.21722/rbps.v17i1.12455>.
22. Oliveira GBB, Chiba FY, Araújo PC, Saliba NA, Moimaz SAS. Dificuldades no processo de fluoretação das águas de abastecimento público: 68 meses de monitoramento. In: Anais do 22º Congresso de Iniciação Científica; Assis, Brasil. Araraquara: Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho; 2010.
23. Maia LC, Valença AMG, Soares EL, Cury JA. Controle operacional da fluoretação da água de Niterói, Rio de Janeiro, Brasil. *Cad Saúde Pública*. 2003;19(1):61-7. <https://doi.org/10.1590/S0102-311X2003000100007>.
24. Peixoto DF, Alencar KP, Peixoto RF, De Sousa CFM, Sampaio FC, Forte FDS. Heterocontrole da fluoretação da água de abastecimento público do município de Jaguaribara, Ceará, Brasil. *Rev Bras Promoç Saúde*. 2012;25(3):271-7. <https://doi.org/10.5020/2255>.

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.