

# Análise do teor de fluoretos nas águas de abastecimento público em um município da região metropolitana de Curitiba/PR: doze meses de heterocontrole

## *Analysis of fluoride content in the public water supply in a city of the metropolitan region of Curitiba/PR: twelve months of external control*

Rafael Gomes Ditterich<sup>1</sup> , Marilene da Cruz Magalhães Buffon<sup>1</sup> , Andrea Videira Assaf<sup>2</sup> , Rodrigo Noll Gonçalves<sup>3</sup> , Cristiane Matsuo de Oliveira Piorunneck<sup>3</sup> , Maria Cristina Dias de Lima<sup>3</sup> , Eliane Carneiro Gomes<sup>1</sup> , Jéssica Rodrigues da Silva Noll Gonçalves<sup>3</sup> 

<sup>1</sup> Departamento de Saúde Comunitária, Universidade Federal do Paraná (UFPR) - Curitiba (PR), Brasil.

<sup>2</sup> Departamento de Formação Específica, Faculdade de Odontologia, Universidade Federal Fluminense (UFF) - Nova Friburgo (RJ), Brasil.

<sup>3</sup> Programa de Pós-graduação em Saúde Coletiva, Universidade Federal do Paraná (UFPR) - Curitiba (PR), Brasil.

**Como citar:** Ditterich RG, Buffon MCM, Assaf AV, Gonçalves RN, Piorunneck CMO, Lima MCD, et al. Análise do teor de fluoretos nas águas de abastecimento público em um município da região metropolitana de Curitiba/PR: doze meses de heterocontrole. Cad Saúde Colet, 2022; 30(4) 595-605. <https://doi.org/10.1590/1414-462X202230040115>

### Resumo

**Introdução:** A fluoretação das águas de abastecimento tem sido apontada em estudos nacionais e internacionais como a mais eficiente e equânime forma de acesso a fluoretos na prevenção da cárie dentária. **Objetivo:** Relatar os resultados do heterocontrole nas águas de abastecimento público do município de Colombo/PR, no período de dezembro de 2013 a novembro de 2014. **Método:** Foram coletadas amostras mensais em 15 Unidades Básicas de Saúde, em dias da semana aleatórios, no período de 12/2013 a 11/2014. As amostras foram analisadas pelo método eletrométrico na Faculdade de Odontologia da Universidade Federal Fluminense. **Resultados:** Foram analisadas 180 amostras, que variaram de <0,001 a 1,480 mg/L (média 0,715±0,232 mg/L). De acordo com o critério estabelecido pelo Centro Colaborador do Ministério da Saúde em Vigilância da Saúde Bucal, 51,11% das amostras apresentavam níveis de fluoretos adequados, 13,34% concentrações de flúor acima do ideal, e 35,56% abaixo do ideal. **Conclusão:** O heterocontrole representa uma das principais estratégias de vigilância em saúde bucal, e, dessa forma, deve ser implementado e efetuado em todas as regiões que utilizam água fluoretada, a fim de garantir a manutenção de níveis ótimos de fluoretos.

**Palavras-chave:** flúor; fluorose dentária; água; saúde bucal; vigilância sanitária.

### Abstract

**Background:** The fluoridation of water supply has been pointed out in national and international studies as the most efficient and equal way of accessing fluorides in the prevention of dental caries. **Objective:** To report the results of heterocontrol in public water supply in the municipality of Colombo/PR, from December 2013 to November 2014. **Method:** The samples were monthly collected in 15 Basic Health Units,



Este é um artigo publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Attribution, que permite uso, distribuição e reprodução em qualquer meio, sem restrições desde que o trabalho original seja corretamente citado.

Trabalho realizado no município de Colombo (PR), Brasil, pelo PET-Saúde/Vigilância em Saúde da Universidade Federal do Paraná (UFPR), em parceria com a Secretaria Municipal de Saúde de Colombo (PR), Brasil.

**Correspondência:** Rafael Gomes Ditterich. E-mail: [prof.rafaelgd@gmail.com](mailto:prof.rafaelgd@gmail.com)

**Fonte de financiamento:** nenhuma.

**Conflito de interesses:** nada a declarar.

Recebido em: Abr. 07, 2017. Aprovado em: Jan. 27, 2021

on random days of the week, from 12/2013 to 11/2014. The samples were analyzed by the electrometric method at the Faculty of Dentistry of Fluminense Federal University. **Results:** 180 samples were analyzed, ranging from <0.001 to 1.480 mg/L (mean  $0.715 \pm 0.232$  mg/L). According to the criteria established by the Collaborating Center of the Ministry of Health in Oral Health Surveillance, 51.11% of the samples had adequate fluoride levels, 13.34% above ideal fluoride levels, and 35.56% below ideal levels. **Conclusion:** Heterocontrol could represent one of the main strategies of oral health surveillance, and, therefore, it should be implemented and carried out in all regions that use fluoridated water, in order to guarantee the maintenance of optimal fluoride levels.

**Keywords:** fluorine; fluorosis; water; oral health; health surveillance.

## INTRODUÇÃO

A fluoretação das águas de abastecimento constitui um importante eixo norteador da Política Nacional de Saúde Bucal, que engloba a construção de políticas públicas saudáveis e o desenvolvimento de estratégias direcionadas a todas as pessoas, ampliando o conceito de saúde, além da dimensão meramente técnica do setor odontológico, integrando a saúde bucal às demais práticas de saúde coletiva<sup>1,2</sup>.

A cárie dentária atinge cerca de 2,43 bilhões de pessoas (36% da população mundial). A dificuldade em prevenir tais doenças acarreta custos pessoais, sociais e econômicos significativos<sup>3</sup>. Nessa vertente, a fluoretação das águas de abastecimento constitui uma das principais medidas responsáveis pela redução da prevalência de cárie no mundo<sup>4-6</sup>.

A fluoretação da água de abastecimento tem sido considerada uma das maiores conquistas da saúde pública no século XX<sup>7</sup>. Estudos baseados em evidência confirmam esta ação como um método eficaz e socialmente equitativo para oferecer os benefícios preventivos do fluoreto contra a cárie dentária<sup>8</sup>, pois atinge as pessoas independentemente da idade e do seu nível educacional e social<sup>9</sup>.

Estima-se que o poder preventivo da fluoretação seja em torno de 40% a 70% em crianças, reduzindo a perda dentária em adultos de 40% a 60%<sup>7</sup>. Já na Austrália, em 2017, o *National Health and Medical Research Council* (NHMRC) identificou uma redução da perda dentária pela fluoretação das águas em torno de 26% a 44% em crianças e adolescentes, e 27% em adultos<sup>10</sup>.

O benefício da fluoretação na prevenção da cárie dentária também está demonstrado em vários estudos<sup>11-14</sup>, e muitas entidades representativas de saúde recomendam a fluoretação das águas, como: *International Association for Dental Research*, *European Organization for Caries Research*, Organização Pan-Americana de Saúde, Organização Mundial da Saúde (OMS) e *World Dental Federation*, *Australian Dental Association*, entre outras<sup>10</sup>. Segundo a *American Dental Association*<sup>15</sup>, mais de 70 anos de pesquisas científicas demonstraram que a manutenção de níveis ótimos de fluoretos nas águas de abastecimento constitui uma medida segura e efetiva na prevenção da cárie dentária em crianças e adultos.

Como até então exposto, a fluoretação consiste no teor de íon fluoreto presente na água destinada ao consumo humano, capaz de produzir os efeitos benéficos à prevenção da cárie dentária. O mecanismo de ação dos fluoretos consiste na redução da velocidade de progressão de novas lesões de cárie dentária<sup>4</sup>. Entretanto, é necessária a manutenção de pequenas quantidades de fluoreto na cavidade bucal para que haja o efetivo controle da doença cárie<sup>16</sup>.

Globalmente, estima-se que 350 milhões de pessoas bebem água fluoretada<sup>17</sup>. Dentre os países que adotam a fluoretação das águas de abastecimento público, estão: Nova Zelândia, Estados Unidos, Canadá, Inglaterra, Irlanda, Espanha, Israel, Brasil, Chile, Argentina, Hong Kong, Coreia do Sul, Singapura e Malásia<sup>10</sup>.

No Brasil, a fluoretação das águas de abastecimento público teve seu início em 1953, no município de Baixo Guandu/ES, tornando-se lei federal em 1974<sup>4</sup>. Neste ano, foi instituída a lei nº 6.050, que dispõe sobre a fluoretação das águas de abastecimento para os locais onde existir a estação de tratamento. A regulamentação desta lei veio por meio do decreto nº 76.872, de 22 de dezembro de 1975, e a orientação foi expandida também para os locais onde não haja estações de tratamento<sup>18,19</sup>.

No Brasil, o reflexo da fluoretação evidenciou-se na mudança do perfil epidemiológico bucal, caracterizado pela redução na prevalência e gravidade da cárie dentária em crianças

e adolescentes. A fluoretação das águas de abastecimento público se intensificou nos anos 1980 e, em 2006, beneficiava cerca de 100 milhões de pessoas. Atualmente, o Brasil possui o segundo maior sistema de fluoretação das águas de abastecimento público do mundo e um dos maiores contingentes populacionais de consumidores de dentifrícios fluoretados. Além disso, grande parte da população está exposta a múltiplas fontes de produtos fluorados<sup>1</sup>.

No entanto, apesar dos imensos benefícios dessa medida, é fundamental monitorar a fluoretação das águas de abastecimento, a fim de manter os benefícios de prevenção da cárie e mínimo risco para o desenvolvimento da fluorose dentária<sup>20</sup>.

Nessa lógica, é necessário criar Sistemas de Vigilância ou Heterocontrole, com o objetivo de acompanhar o processo de fluoretação, no qual amostras coletadas em diferentes localidades dos municípios são examinadas por instituições públicas ou privadas, possibilitando que haja o controle social quanto ao uso de fluoretos<sup>21,22</sup>. Vale destacar que também existe o Controle Operacional, que é realizado pela empresa de saneamento, diretamente nas Estações de Tratamento de Águas (ETAs), objetivando corrigir possíveis distorções nos mecanismos de operação do processo de fluoretação<sup>21</sup>.

Por conseguinte, visando o acompanhamento das medidas de heterocontrole, algumas portarias foram instituídas. A Portaria nº 635/Bsb, de 26 de dezembro de 1975<sup>19</sup>, aprova as normas e padrões para a fluoretação (Tabela 1).

**Tabela 1.** Limites recomendados para a concentração do íon fluoreto em função da média das temperaturas máximas diárias

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

Fonte: adaptado de Brasil<sup>19</sup>

A Portaria nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011<sup>23</sup>, dispõe sobre os procedimentos de controle e vigilância da qualidade da água proveniente de sistema e solução alternativa de abastecimento, e seu padrão de potabilidade para consumo humano.

O Centro Colaborador do Ministério da Saúde em Vigilância da Saúde Bucal/Universidade de São Paulo (CECOL/USP) elaborou o “Guia de Amostragem para Vigilância da Concentração do Fluoreto na Água de Abastecimento Público”, onde constam orientações para o heterocontrole da fluoretação nos municípios<sup>24</sup>.

Apesar dos benefícios dos compostos contendo fluoretos, existe uma preocupação com o possível aumento de fluorose dentária nas crianças expostas sistemicamente a fluoretos durante a formação dos dentes<sup>7</sup>. Portanto, são necessárias ações adequadas de vigilância em saúde para minimização destes eventuais riscos<sup>25</sup>.

O termo vigilância pressupõe a avaliação frequente e contínua de vários fatores, para identificar riscos potenciais à saúde humana, possibilitando ações de intervenção e controle, assumindo um caráter rotineiro e preventivo<sup>26,27</sup>.

Apesar dos esforços empregados para efetivação dos programas de vigilância, o monitoramento constante dos equipamentos de fluoretação, bem como a manutenção da concentração de fluoretos dentro dos padrões recomendados, constitui um problema constante nos sistemas de abastecimento<sup>16</sup>.

Do ponto de vista da vigilância em saúde, é fundamental assegurar o máximo de benefícios e o risco mínimo decorrente da fluoretação das águas de abastecimento. Para tanto, é importante o controle da qualidade da água, com o monitoramento dos teores de flúor presentes naturalmente, e dos teores agregados no processo de fluoretação. Estas informações devem ser disponibilizadas para a população, colaborando para o controle social<sup>20,22</sup>.

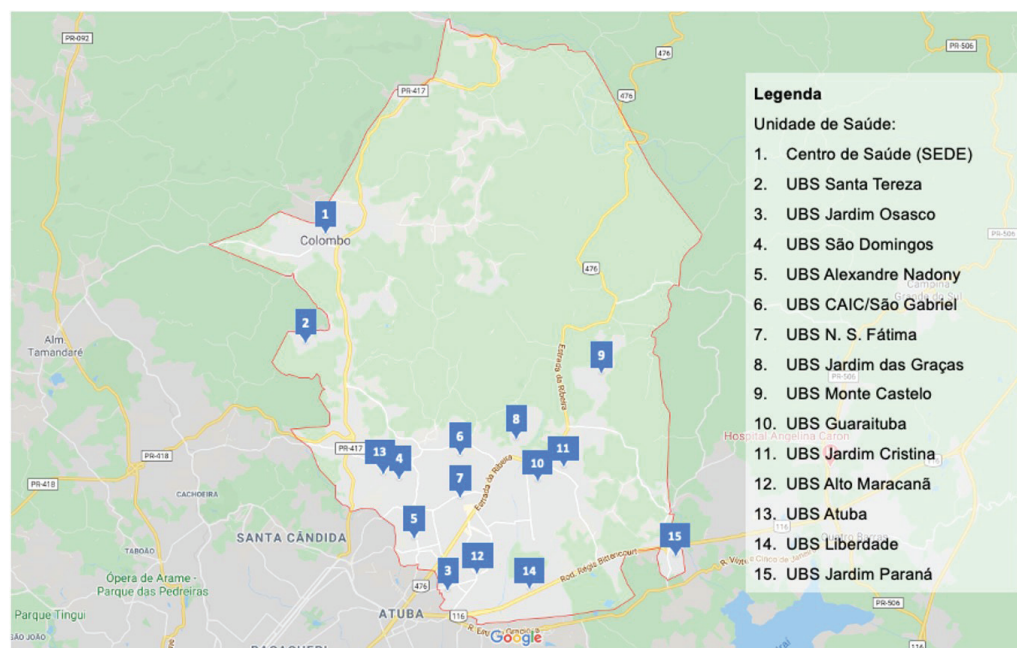
Nesse contexto, o objetivo do presente estudo foi relatar os resultados do heterocontrole nas águas de abastecimento público do município de Colombo/PR, no período de dezembro de 2013 a novembro de 2014.

## MÉTODO

Este estudo foi desenvolvido pelo PET-Saúde/Vigilância em Saúde da Universidade Federal do Paraná (UFPR), em parceria com a Secretaria Municipal de Saúde de Colombo/PR<sup>22</sup>.

O município de Colombo está localizado na região metropolitana de Curitiba/PR e possui uma população estimada de 232.432 habitantes, segundo o Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social (IPARDES)<sup>28</sup>. Colombo possui três sistemas de abastecimento de água<sup>29</sup>, e a média das temperaturas máximas diárias dos últimos 30 anos, segundo o Climatempo<sup>30</sup>, é de 22,08°C.

As amostras de água foram coletadas em 15 Unidades Básicas de Saúde (UBS) do município (Figura 1)<sup>31</sup>, mensalmente e de maneira uniforme, no período de dezembro de 2013 a novembro de 2014, em dias aleatórios de cada mês, sendo armazenadas e congeladas em frascos identificados de polietileno de alta densidade de 100 mL, por um período de até 5 meses.



**Figura 1.** Mapa demonstrando os locais de coleta de amostras de água. Fonte: adaptado de Google Maps<sup>31</sup>

As amostras coletadas foram enviadas e analisadas no Laboratório de Pesquisa Clínica, Microbiológica e Análise Química (Lab PECMA) da Faculdade de Odontologia do Polo Universitário de Nova Friburgo da Universidade Federal Fluminense (UFF).

## Fase laboratorial

Foi utilizado o método eletrométrico, limite de quantificação de 0,05 mg/L, com auxílio do potenciômetro digital (SA-720-Procyon), eletrodo específico para o íon flúor (96-09-Orion

Research), e sensor para compensação automática de temperatura, ajustado para 24,5 °C, KCl 4M, como solução de referência. A execução dos testes seguiu as normas validadas por meio do “*Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*” (American Public Health Association)<sup>32</sup>.

Todos os ensaios foram processados com equipamento devidamente calibrado a partir de padrões de fluoreto nas concentrações de 0,05, 0,5 e 5,0 mg/L. Para o preparo dos padrões nas concentrações supracitadas, utilizou-se o padrão de fluoreto contendo a concentração de 100 mg/L, com certificado de rastreabilidade do “*National Institute of Standards and Technology*” (NIST).

Durante o processo de calibração, foi determinado o coeficiente angular da curva analítica ou *Slope* (mV/década). A análise foi considerada satisfatória quando o *Slope* se encontrava entre |54-60| mV. Quando não se alcançava o valor citado, significando uma linearidade insatisfatória da curva analítica, o procedimento de calibração era repetido. Persistindo a não conformidade, novos padrões eram preparados e a solução de referência era substituída. Não foi necessário substituir o eletrodo durante as análises.

As análises foram realizadas em duplicata, utilizando o mesmo conteúdo de cada amostra. Para o procedimento, foram adicionados 10 mL de água, a serem analisados, com 10 mL de *Total Ionic Strength Adjustment Buffer* (TISAB II) ou Solução Tampão de Ajuste de Força Iônica, contendo quelante CDTA – ácido ciclohexano-1,2-diaminotetra-acético, solução que desestabiliza reações químicas de complexação de interferentes com o fluoreto, dissociando-o na água. Além disso, o TISAB II proporciona o ajuste do pH da solução, impedindo assim resultados falsamente elevados.

Após a utilização dos frascos, estes foram enxaguados em água potável corrente, de forma abundante, e imersos em solução detergente neutro (Extran 5%), durante 12 horas. Em seguida, procedeu-se novamente ao enxágue em água potável corrente, de forma abundante, até que todo o resíduo de detergente fosse eliminado. Enfim, a lavagem foi finalizada em água purificada, com secagem em estufa. Posteriormente, foi realizada a inspeção visual, para avaliar a presença de sujidades, e, dependendo do resultado, disponibilizava-se o frasco para novo uso.

A análise dos dados procedeu-se por meio de avaliação descritiva, tendo por base os parâmetros do CECOL/USP (Tabela 2). Estes parâmetros surgiram de um consenso técnico em que pesquisadores e especialistas no assunto propuseram a classificação das águas segundo o teor de flúor e de acordo com a variação da temperatura da região, relacionando as dimensões do risco e do benefício<sup>20</sup>. A análise estatística foi realizada por meio do *software* SPSS, versão 25.

**Tabela 2.** Relação benefício-risco para localidades onde as médias das temperaturas máximas se situam abaixo de 26,3°C

Faixas	Teor de Flúor na Água	Benefício	Risco
	(ppm ou mg/L)	(prevenção da doença cárie)	(fluorose dentária)
1	0,00 a 0,44	Insignificante	Insignificante
2	0,45 a 0,54	Mínimo	Baixo
3	0,55 a 0,64	Moderado	Baixo
<b>4</b>	<b>0,65 a 0,94*</b>	<b>Máximo</b>	<b>Baixo</b>
5	0,95 a 1,24	Máximo	Moderado
6	1,25 a 1,44	Questionável	Alto
7	1,45 ou mais	Malefício	Muito Alto

\*A melhor combinação benefício-risco ocorre na faixa de 0,65 a 0,94 ppm de F

Fonte: adaptado de Centro Colaborador do Ministério da Saúde em Vigilância da Saúde Bucal da Universidade de São Paulo<sup>20</sup>



## RESULTADOS

Durante os 12 meses de heterocontrole, foram analisadas 15 amostras de água mensais, totalizando 180 amostras. O valor correspondente à concentração de flúor verificada na água, no respectivo mês e local de coleta, foi classificado de acordo com as 7 faixas de teor de flúor na água, conforme disposto na Tabela 3.

Nesse período, houve uma variação significativa da concentração de fluoreto nas amostras, de <0,001 a 1,480 mg/L, com média de  $0,715 \pm 0,232$  mg/L.

A variação mais acentuada foi observada no ponto de coleta 8 (UBS Jardim das Graças), apresentando teor de flúor <0,001 (único valor encontrado abaixo do limite de quantificação do método e fora da linearidade determinada) no mês de março de 2014, contrastando com 1,480, maior valor, observado no mês de maio de 2014, conforme indicado na Tabela 3.

Apesar de a combinação satisfatória entre benefício-risco ocorrer na faixa 4, de 0,65 a 0,94 mg/L<sup>20</sup> (Tabela 2), os resultados obtidos mostraram que apenas 51,11% das amostras encontravam-se adequadas; 35,56% estavam abaixo da faixa de concentração ideal, e 13,34% acima da faixa de concentração ideal (Tabela 4).

## DISCUSSÃO

A fluoretação das águas de abastecimento público é uma das medidas de intervenção em saúde pública reconhecidamente eficaz na redução da prevalência da doença cárie, garantindo certa igualdade social em termos de saúde odontológica, pelo seu grande alcance populacional<sup>33</sup>.

Segundo dados do Centro Colaborador do Ministério da Saúde em Vigilância da Saúde Bucal da Universidade de São Paulo<sup>34</sup>, sobre a fluoretação no município de Colombo, em 2010, o valor médio da concentração de fluoreto foi de 0,83 mg/L. Porém, resultado divulgado pela Companhia de Saneamento do Paraná (SANEPAR)<sup>35</sup>, atualizado em 23 de março de 2016, mostrou uma média de 0,7 mg/L, referente aos últimos 30 resultados da concentração de fluoretos. Valores próximos ao encontrado no presente estudo, utilizando o método eletrométrico, ficaram com  $0,715 \pm 0,232$  mg/L, dentro do limite recomendado para a região, de acordo com a Tabela 1.

A legislação brasileira, quanto à fluoretação das águas de abastecimento público, apresenta-se um pouco controversa. A portaria de 1975<sup>19</sup>, específica para regulamentar o parâmetro fluoretos, determina que a concentração deve variar entre 0,7 a 1,2 mg/L, dependendo da média das temperaturas máximas diárias. No entanto, a portaria mais recente sobre a potabilidade da água, que inclui todos os parâmetros físico-químicos para a qualidade da água para o consumo, estabelece somente o limite superior de 1,5 mg/L<sup>23</sup>. Para o *Public Health Service* dos Estados Unidos, a concentração ideal de fluoreto é de 0,7 mg/L<sup>9</sup>. Na Austrália, o NHMRC recomenda que a concentração de fluoretos na água deve permanecer entre 0,6 a 1,1 mg/L<sup>10</sup>.

Em pesquisa realizada por Romero et al.<sup>36</sup>, ao comparar as políticas públicas internacionais de fluoretação da água potável, foi constatado que, apesar de a OMS recomendar o valor da concentração entre 0,5 a 1,0 mg/L, vários países na América do Sul utilizam outros parâmetros: Argentina (0,8 a 1,7 mg/L); Chile, Colômbia e Bolívia (até 1,5 mg/L) e Equador (até 1,7 mg/L).

Estudos realizados em outras localidades brasileiras, que utilizaram o método laboratorial eletrométrico, também encontraram médias semelhantes – Curitiba/PR:  $0,743 \pm 0,133$  mg/L<sup>37</sup> e Bauru/SP:  $0,81 \pm 0,10$  mg/L<sup>38</sup>.

Em relação ao ponto de coleta 8, constatou-se uma grande variação dos resultados no mesmo ponto de coleta, sendo que, durante o mês de março de 2014, identificou-se o valor <0,001 mg/L, e em maio do mesmo ano, o valor de 1,480 mg/L. Situação semelhante foi verificada na cidade de Ponta Grossa/PR, onde Wambier et al.<sup>21</sup> identificaram valores variando entre 0,3 a 1,47 mg/L. Já um estudo realizado Victory et al.<sup>39</sup>, em Nogales, nos Estados Unidos, constatou variação da concentração de fluoreto entre 0,58 a 1,10 mg/L.

Foi verificado, neste estudo, que 13,34% dos resultados estão acima do valor considerado ideal, de acordo com os parâmetros do Centro Colaborador do Ministério da Saúde em Vigilância

**Tabela 3.** Resultados obtidos das concentrações de fluoretos (ppm de F) nas amostras de abastecimento de água nos 15 pontos de coleta (entre os meses de dezembro/2013 e novembro/2014), no município de Colombo/PR, média, desvio-padrão e variância

Local de Coleta	Mês de Coleta/Ano															Desvio Padrão
	Unidade de Saúde	12/2013	01/2014	02/2014	03/2014	04/2014	05/2014	06/2014	07/2014	08/2014	09/2014	10/2014	11/2014	Média	Variância	
1	JD. PARANÁ	0,558 (3)	0,515 (2)	0,486 (2)	0,600 (3)	1,110 (5)	0,810 (4)	0,724 (4)	0,768 (4)	0,650 (4)	0,704 (4)	0,688 (4)	0,668 (4)	0,690	0,027	0,165
2	LIBERDADE	0,515 (2)	0,530 (2)	0,486 (2)	0,581 (3)	1,150 (5)	0,956 (5)	0,704 (4)	0,731 (4)	0,683 (4)	0,767 (4)	0,733 (4)	0,697 (4)	0,711	0,036	0,190
3	ATUBA	0,435 (1)	0,483 (2)	0,310 (1)	0,565 (3)	1,410 (6)	0,992 (5)	0,691 (4)	0,774 (4)	0,604 (3)	0,665 (4)	0,743 (4)	0,727 (4)	0,700	0,081	0,285
4	ALTO MARACANÁ	0,407 (1)	0,486 (2)	0,345 (1)	0,575 (3)	0,844 (4)	0,854 (4)	0,699 (4)	0,825 (4)	0,540 (2)	0,675 (4)	0,676 (4)	0,727 (4)	0,638	0,029	0,169
5	JD. CRISTINA	0,345 (1)	0,225 (1)	0,630 (3)	0,399 (1)	1,440 (6)	0,689 (4)	0,662 (4)	0,907 (4)	1,050 (5)	0,959 (5)	0,858 (4)	0,616 (3)	0,732	0,114	0,337
6	GUARAITUBA	0,453 (2)	0,474 (2)	0,224 (1)	0,575 (3)	1,330 (6)	0,860 (4)	0,702 (4)	0,831 (4)	0,592 (3)	0,673 (4)	0,730 (4)	0,715 (4)	0,680	0,073	0,270
7	MONTE CASTELO	0,840 (4)	0,711 (4)	0,565 (3)	0,692 (4)	0,648 (4)	0,597 (3)	0,702 (4)	0,354 (1)	0,635 (3)	0,559 (3)	0,798 (4)	0,895 (4)	0,666	0,021	0,144
8	JD. DAS GRAÇAS	0,666 (4)	0,530 (2)	0,718 (4)	<0,001 (1)	1,210 (5)	<b>1,480 (7)</b>	0,874 (4)	1,050 (5)	1,420 (6)	0,806 (4)	0,877 (4)	1,250 (6)	0,907	0,172	0,415
9	N.S. FATIMA	0,478 (2)	0,175 (1)	0,432 (1)	0,513 (2)	1,000 (5)	0,751 (4)	0,715 (4)	0,774 (4)	0,713 (4)	0,678 (4)	0,721 (4)	0,724 (4)	0,640	0,044	0,211
10	CAIC/SÃO GABRIEL	0,923 (4)	0,714 (4)	0,685 (4)	0,417 (1)	1,020 (5)	0,792 (4)	0,779 (4)	0,876 (4)	0,891 (4)	0,800 (4)	0,858 (4)	0,782 (4)	0,795	0,023	0,150
11	ALEXANDRE NADOLNY	0,562 (3)	0,518 (2)	0,578 (3)	0,600 (3)	1,280 (6)	0,699 (4)	0,746 (4)	0,970 (5)	0,752 (4)	0,732 (4)	0,563 (3)	0,651 (4)	0,721	0,046	0,215
12	SÃO DOMINGOS	0,578 (3)	0,512 (2)	0,532 (2)	0,575 (3)	1,100 (5)	0,974 (5)	0,729 (4)	0,844 (4)	0,746 (4)	0,635 (3)	0,740 (4)	0,712 (4)	0,723	0,032	0,179
13	JD. OSASCO	0,590 (3)	0,524 (2)	0,469 (2)	0,575 (3)	1,030 (5)	0,917 (4)	0,699 (4)	0,798 (4)	0,713 (4)	0,665 (4)	0,718 (4)	0,697 (4)	0,700	0,025	0,159
14	SEDE	0,715 (4)	0,714 (4)	0,429 (1)	0,584 (3)	0,876 (4)	0,822 (4)	0,767 (4)	1,270 (6)	0,675 (4)	0,847 (4)	0,629 (3)	0,718 (4)	0,754	0,041	0,204
15	SANTA TEREZA	0,500 (2)	0,483 (2)	0,469 (2)	0,500 (2)	1,000 (5)	0,459 (2)	0,822 (4)	0,978 (5)	0,746 (4)	0,894 (4)	0,608 (3)	0,598 (3)	0,671	0,043	0,207

Valores correspondentes à concentração de fluoreto no mês citado; a faixa de concentração encontra-se entre parênteses; de acordo com a Tabela 2; valores mínimo e máximo em negrito; fonte: dados da pesquisa

**Tabela 4.** Concentração do teor de fluoreto em amostras de água de abastecimento público do município de Colombo/PR no período de 2013 a 2014, de acordo com as faixas de benefício-risco indicadas na Tabela 2

Faixas	Teor de F-	Nº de Amostras	%
1	0,00 - 0,44	14	7,78
2	0,45 - 0,54	23	12,78
3	0,55 - 0,64	27	15,00
<b>4</b>	<b>0,65 - 0,94</b>	<b>92</b>	<b>51,11</b>
5	0,95 - 1,24	16	8,89
6	1,25 - 1,44	7	3,89
7	>1,45	1	0,56
		180	100

Fonte: dados da pesquisa

da Saúde Bucal da Universidade de São Paulo<sup>20</sup>. Resultados semelhantes foram identificados nos municípios de Guararapes/SP, Nova Independência/SP e Penápolis/SP<sup>40</sup>. Estudo internacional, realizado na província de Tucumán, na Argentina, com 1.210 amostras de 190 localidades, constatou que somente 5% das amostras estavam acima dos teores ideais para a região, de acordo com a legislação argentina<sup>41</sup>.

Por outro lado, valores abaixo do ideal ocorreram em 35,56% das amostras, superior ao encontrado em Jaguaribara/CE, onde 25% das amostras apresentaram concentração de fluoretos com riscos e benefícios insignificantes em relação à fluorose dentária e à prevenção da cárie dentária<sup>42</sup>.

As amostras consideradas adequadas representaram 51,11% do total e, apesar das variações ocorridas, mais da metade concentram-se dentro do padrão de melhor combinação benefício-risco, próximo ao relatado por Paredes et al.<sup>43</sup>, onde 51,7% das amostras foram consideradas adequadas na cidade de São Luís/MA. Já Victory et al.<sup>39</sup>, em Nogales (Estados Unidos), constataram que 53% das amostras de água da torneira coletadas tiveram concentrações de fluoretos entre 0,6 mg/L e 1,2 mg/L.

Porém, Peixoto et al.<sup>42</sup> encontraram maior porcentagem de amostras adequadas (63,9%), localizadas na cidade de Jaguaribara/CE. Buzalaf et al.<sup>25</sup> analisaram amostras referentes a 7 anos de heterocontrole na cidade de Bauru/SP, onde 69% apresentaram-se adequadas. Com uma porcentagem ainda mais elevada, o estudo de Bergamo et al.<sup>44</sup>, na cidade de Maringá/PR, apontou uma média de 83,7% das amostras adequadas. Assaf et al.<sup>45</sup> observaram que, entre os anos de 2010 e 2011, em Nova Friburgo/RJ, 48,6% das amostras estavam adequadas, abaixo do encontrado no presente estudo.

O fato de nenhum ponto de coleta deste estudo ter apresentado valores adequados, constantes em todos os meses pesquisados, também foi constatado por Lima et al.<sup>33</sup>. Se, durante a medição, constatar-se teor que ofereça risco moderado, alto ou muito alto, devem ser desencadeadas ações que alertem o operador para promover ajustes no sistema, inclusive em localidades onde o flúor esteja presente naturalmente na água em quantidade equivalente à recomendada para prevenção da cárie dentária<sup>20</sup>.

Dessa forma, deve ser avaliada a necessidade de monitoramento específico, até elucidar e controlar a alteração. Porém, breves flutuações da concentração de fluoreto na água, abaixo ou acima da faixa de melhor combinação de benefícios e riscos, são toleráveis ao longo do tempo de exposição, sem que haja comprometimento do benefício preventivo global no período<sup>20</sup>.

No presente estudo, percebeu-se grande variação na concentração de fluoretos nas amostras coletadas. Porém, no mês de junho de 2014, todas as amostras analisadas estavam adequadas em todos os pontos de coleta, e a partir deste referido mês, as amostras adequadas obtiveram maior frequência em todos os pontos de coleta.



Diante disso, entidades nacionais e internacionais salientam a importância dos órgãos de vigilância na avaliação da qualidade da fluoretação da água, considerando o conhecimento atual relativo à associação de fluoretos na água com a prevenção da cárie, evitando-se a ocorrência da fluorose dentária<sup>9,10,20,23</sup>.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Considerando a importância dos fluoretos na prevenção da cárie dentária, os resultados do presente estudo demonstraram que apenas 51,11% das amostras encontravam-se na faixa de melhor combinação benefício-risco, sendo que uma alta porcentagem (35,56%) das amostras estava abaixo da faixa de concentração ideal, e 13,34% acima da faixa de concentração ideal.

Apesar da importância global do fluoreto na prevenção da doença cárie, ações relacionadas ao heterocontrole apresentam fundamental importância, e devem ser realizadas em todas as regiões do mundo como estratégia de vigilância em saúde bucal, visto que somente com a manutenção de níveis ótimos de fluoretos nas águas de abastecimento garante-se o melhor benefício para a prevenção da cárie dentária e mínimo risco para o desenvolvimento da fluorose dentária.

A continuidade das ações de heterocontrole, em parceria com o controle operacional, é de grande importância para o município, a fim de que sejam mantidos níveis de fluoreto o mais próximo possível da faixa ideal de benefício-risco. Somente com um sistema adequado de vigilância da qualidade da fluoretação das águas de abastecimento público haverá garantia dos benefícios e segurança dessa medida para a população.

## REFERÊNCIAS

1. Brasil. Ministério da Saúde. Coordenação Geral de Saúde Bucal. Guia de recomendações para o uso de fluoretos no Brasil. Brasília: Ministério da Saúde; 2009.
2. Brasil. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Atenção Básica. Coordenação Nacional de Saúde Bucal. Diretrizes da Política Nacional de Saúde Bucal. Brasília: Ministério da Saúde; 2004.
3. Schluter PJ, Lee M. Water fluoridation and ethnic inequities in dental caries profiles of New Zealand children aged 5 and 12–13 years: analysis of national cross-sectional registry databases for the decade 2004–2013. *BMC Oral Health*. 2016;16(1):21. <http://dx.doi.org/10.1186/s12903-016-0180-5>. PMID:26887965.
4. Gabardo MCL, Motter J, Ditterich RG, Moysés SJ. Uso coletivo de fluoretos em odontologia: atualização crítica. In: Moysés SJ, Groisman SH, editores. Programa de Atualização em Odontologia Preventiva e Saúde Coletiva (PRO-ODONTO/ Prevenção) ciclo 2, módulo 2. Porto Alegre: Artmed/Panamericana; 2008. p. 9-46.
5. Pordeus IA, Auad SM, Hermont AP, Martins CC, Paiva SM. Dieta e flúor: da estratégia populacional à abordagem individual. In: Pordeus IA, Paiva SM, organizadores. *Odontopediatria*. São Paulo: Artes Médicas; 2014. p. 31-44.
6. Whyman RA, Mahoney EK, Børsting T. Community water fluoridation: attitudes and opinions from the New Zealand oral health survey. *Aust N Z J Public Health*. 2016;40(2):186-92. <http://dx.doi.org/10.1111/1753-6405.12408>. PMID:26259868.
7. Centers for Disease Control and Prevention. Achievements in public health, 1900-1999: fluoridation of drinking water to prevent dental caries. *MMWR*. 1999;48(4):933-40.
8. Yeung CA. A systematic review of the efficacy and safety of fluoridation. *Evid Based Dent*. 2008;9(2):39-43. <http://dx.doi.org/10.1038/sj.ebd.6400578>. PMID:18584000.
9. U.S. Department of Health and Human Services. U.S Public Health Service recommendation for fluoride concentration in drinking water for the prevention of dental caries. *Public Health Rep*. 2015;130(4):318-31. <http://dx.doi.org/10.1177/003335491513000408>. PMID:26346489.
10. National Health and Medical Research Council. Water fluoridation and human health in Australia: questions and answers [Internet]. Canberra: National Health and Medical Research Council; 2017 [citado em 2018 Fev 12]. Disponível em: <https://www.nhmrc.gov.au/sites/default/files/documents/attachments/water-fluoridationqa.pdf>
11. Armfield JM. Community effectiveness of public water fluoridation in reducing children's dental disease. *Public Health Rep*. 2010;125(5):655-64. <http://dx.doi.org/10.1177/003335491012500507>. PMID:20873281.

12. Narvai PC, Frias AC, Fratucci MVB, Antunes JLF, Carnut L, Frazão P. Fluoretação da água em capitais brasileiras no início do século XXI: a efetividade em questão. *Saúde Debate*. 2014;38(102):562-71. <http://dx.doi.org/10.5935/0103-1104.20140052>.
13. Blinkhorn AS, Byun R, Johnson G, Metha P, Kay M, Lewis P. The dental health of primary school children living in fluoridated, pre-fluoridated and non-fluoridated communities in New South Wales, Australia. *BMC Oral Health*. 2015;15(1):9. <http://dx.doi.org/10.1186/1472-6831-15-9>. PMID:25604625.
14. Peres MA, Peres KG, Barbato PR, Höfelmann DA. Access to fluoridated water and adult dental caries. *J Dent Res*. 2016;95(8):868-74. <http://dx.doi.org/10.1177/0022034516643064>. PMID:27053119.
15. American Dental Association. Fluoride in water is safe and it works [Internet]. 2017 [citado em 2017 Dez 27]. Disponível em: <http://www.ada.org/en/public-programs/advocating-for-the-public/fluoride-and-fluoridation>
16. Ramires I, Maia LP, Rigolizzo DS, Lauris JRP, Buzalaf MAR. Heterocontrole da fluoretação da água de abastecimento público em Bauru, SP, Brasil. *Rev Saude Publica*. 2006;40(5):883-9. <http://dx.doi.org/10.1590/S0034-89102006000600019>. PMID:17301911.
17. Parnell H, Whelton D, O'Mullane D. Water fluoridation. *Eur Arch Paediatr Dent*. 2009;10(3):141-48. <http://dx.doi.org/10.1007/BF03262675>.
18. Brasil. Lei nº 6.050, de 24 de maio de 1974. Dispõe sobre a obrigatoriedade da fluoretação das águas em sistemas de abastecimento. *Diário Oficial da União, Brasília, 27 de julho de 1975; Seção 1*.
19. Brasil. Ministério da Saúde. Portaria nº 635, de 26 de dezembro de 1975. Aprova normas e padrões sobre a fluoretação da água de sistemas públicos de abastecimento. *Diário Oficial da União, Brasília, 30 de janeiro de 1976; Seção 1*.
20. Centro Colaborador do Ministério da Saúde em Vigilância da Saúde Bucal da Universidade de São Paulo. Consenso técnico sobre classificação de águas de abastecimento público segundo o teor de flúor. São Paulo: Faculdade de Saúde Pública/Universidade de São Paulo; 2011.
21. Wambier DS, Pinto MHB, Kloth AEG, Vetorazzi ML, Ditterich RG, Oliveira DK. Análise do teor de flúor nas águas de abastecimento público de Ponta Grossa-PR: dez meses de heterocontrole. *Publ UEPG Ciênc Biol Saúde*. 2007;13(1-2):65-72.
22. Ditterich RG, Gonçalves JRSN, Assaf AV, Rattmann YD, Buffon MCM, Pecharki GD. Vigilância na qualidade da água: um trabalho multidisciplinar do PET-Vigilância em Saúde/UFPR. *Espaç Saúde*. 2016;17(2):258-65. <http://dx.doi.org/10.22421/1517-7130.2016v17n2p258>.
23. Brasil. Ministério da Saúde. Portaria nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. *Diário Oficial da União, Brasília, 14 de dezembro de 2011; Seção 1*.
24. Centro Colaborador do Ministério da Saúde em Vigilância da Saúde Bucal da Universidade de São Paulo. Guia de amostragem para vigilância da concentração do fluoreto na água de abastecimento público. São Paulo: Faculdade de Saúde Pública/Universidade de São Paulo; 2014.
25. Kuhnen M, Gamba B, Narvai PC, Toassi RFC. Qualidade da água tratada: avaliação dos teores de flúor em 10 anos de heterocontrole no município de Lages, Santa Catarina, Brasil. *Vigil Sanit Debate*. 2017;5(1):91-6. <http://dx.doi.org/10.22239/2317-269x.00833>.
26. Carmo RF, Bevilacqua PD, Bastos RKX. Vigilância da qualidade da água para consumo humano: abordagem qualitativa da identificação de perigos. *Eng Sanit Ambient*. 2008;13(4):426-34. <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-41522008000400011>.
27. Vasconcelos CH, Andrade RC, Bonfim CV, Resende RMS, Queiroz FB, Daniel MHB, et al. Surveillance of the drinking water quality in the Legal Amazon: analysis of vulnerable areas. *Cad Saude Colet*. 2016;24(1):14-20. <http://dx.doi.org/10.1590/1414-462X201500040142>.
28. Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social. Caderno estatístico: município de Colombo/PR [Internet]. Curitiba: IPARDES; 2016 [citado em 2016 Mar 23]. Disponível em: <http://www.ipardes.gov.br/cadernos/MontaCadPdf1.php?Municipio=83400>
29. Agência Nacional de Águas. Atlas Brasil. Abastecimento urbano de água. Município de Colombo/PR. Situação da oferta de água. Mananciais e sistemas [Internet]. 2015 [citado em 2016 Mar 23]. Disponível em: <http://atlas.ana.gov.br/atlas/forms/analise/Geral.aspx?mun=3989&mapa=sist>
30. Climatempo. Climatologia: Colombo-PR [Internet]. 2015 [citado em 2016 Abr 12]. Disponível em: <http://www.climatempo.com.br/climatologia/1307/colombo-pr>
31. Google Maps [Internet]. 2022 [citado em 2020 Fev 29]. Disponível em: <https://www.google.com/maps/>

32. American Public Health Association. American Water Works Association. Water Environmental Federation. Standard methods for the examination of water and wastewater (22nd ed.). Washington: American Public Health Association; 2012.
33. Lima FG, Lund RG, Justino LM, Demarco FR, Pino FAB, Ferreira R. Vinte e quatro meses de heterocontrole da fluoretação das águas de abastecimento público de Pelotas, Rio Grande do Sul, Brasil. *Cad Saude Publica*. 2004;20(2):422-9. <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-311X2004000200009>. PMID:15073621.
34. Centro Colaborador do Ministério da Saúde em Vigilância da Saúde Bucal da Universidade de São Paulo. Fluoretação da água no Brasil: município de Colombo/PR [Internet]. 2010 [citado em 2016 Mar 23]. Disponível em: [http://www.cecol.fsp.usp.br/dcms/uploads/cobertura/1418727500\\_Analise%20Dados%20FLUORETO%202010-PARAN%C3%81-VIGIFLUOR.xls](http://www.cecol.fsp.usp.br/dcms/uploads/cobertura/1418727500_Analise%20Dados%20FLUORETO%202010-PARAN%C3%81-VIGIFLUOR.xls)
35. Companhia de Saneamento do Paraná. Análises de água [Internet]. 2016 [citado em 2016 Mar 23]. Disponível em: <http://www.sanepar.com.br/sanepar/usav/resultados.nsf/Analises?OpenAgent&Cod=079>
36. Romero V, Norris FJ, Ríos JA, Cortés I, González A, Gaete L, et al. Consecuencias de la fluoración del agua potable en la salud humana. *Rev Med Chil*. 2017;145(2):240-9. <http://dx.doi.org/10.4067/S0034-98872017000200012>. PMID:28453591.
37. Motter J, Moyses ST, França BHS, Carvalho ML, Moisés SJ. Análise da concentração de flúor na água em Curitiba, Brasil: comparação entre técnicas. *Rev Panam Salud Publica*. 2011;29(2):120-5. <http://dx.doi.org/10.1590/S1020-49892011000200007>. PMID:21437369.
38. Buzalaf MAR, Moraes CM, Olympio KPK, Pessan JP, Grizzo LT, Silva TL, et al. Seven years of external control of fluoride levels in the public water supply in Bauru, São Paulo, Brazil. *J Appl Oral Sci*. 2013;21(1):92-8. <http://dx.doi.org/10.1590/1678-7757201302196>. PMID:23559119.
39. Victory KR, Cabrera NL, Larson D, Reynolds KA, Latura J, Thomson CA, et al. Comparison of fluoride levels in tap and bottled water and reported use of fluoride supplementation in a United States–Mexico Border Community. *Front Public Health*. 2017;5:87. <http://dx.doi.org/10.3389/fpubh.2017.00087>. PMID:28497034.
40. Moimaz SAS, Saliba O, Chiba FY, Saliba NA. External control of the public water supply in 29 Brazilian cities. *Braz Oral Res*. 2012;26(1):12-8. <http://dx.doi.org/10.1590/S1806-83242012000100003>. PMID:22344332.
41. Durán RA, Durán EL, Ojeda GJ, Castellanos WA. Distribución geográfica de fluoruros en el agua de red de abastecimiento público en la provincia de Tucumán, Argentina. *Salud Colect*. 2017;13(1):105-22. <http://dx.doi.org/10.18294/sc.2017.1033>. PMID:28562729.
42. Peixoto DF, Alencar KP, Peixoto RF, 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. <http://dx.doi.org/10.5020/18061230.2012.p271>.
43. Paredes SO, Sampaio FC, Forte FDS. External control over fluoridation of the public water supply in São Luís, MA, Brazil. *Pesqui Bras Odontopediatria Clin Integr*. 2014;14(2):129-40. <http://dx.doi.org/10.4034/PBOCI.2014.142.07>.
44. Bergamo ETP, Barbana M, Terada RSS, Cury JA, Fujimaki M. Fluoride concentrations in water of Maringá, Brazil, considering the benefit/risk balance of caries and fluorosis. *Braz Oral Res*. 2015;29(1):1-6. <http://dx.doi.org/10.1590/1807-3107BOR-2015.vol29.0047>.
45. Assaf AV, Teixeira ASC, Silveira FM, Valente MIB, Ditterich RG, Barcelos R. Water fluoridation and its external control in the municipality of Nova Friburgo, Rio de Janeiro - Brazil. *UNOPAR Cient Ciênc Biol Saude*. 2014;16(3):197-201.