

Cobertura da informação e da conformidade do fluoreto na água de abastecimento: diferenciais demográficos e socioeconômicos dos municípios brasileiros

Information and conformity coverage of fluoride in tap water: demographic and socioeconomic differentials among Brazilian municipalities

RESUMO

Camila de Moraes Paulino^{1*} 

Lorraine Belotti^{II} 

Paulo Frazão^I 

Introdução: O acesso à água segura é um desafio importante em saúde global e um direito humano fundamental. A qualidade da água consumida pela população é garantida por meio da verificação contínua e do controle de substâncias, como o fluoreto. Embora tenha havido uma melhora nas práticas de ajuste da concentração de fluoreto na água, ainda são identificadas situações de desconformidade em diferentes territórios e países. **Objetivo:** Verificar se a concentração de fluoreto nos sistemas de abastecimento de água dos municípios brasileiros estava de acordo com o padrão esperado para prevenir a cárie dentária, levando em consideração as características demográficas, socioeconômicas e de gestão dos municípios. **Método:** Realizou-se um estudo ecológico para avaliar a cobertura dos registros de vigilância do fluoreto e sua conformidade com os sistemas de abastecimento de água no Brasil em 2018, com base no intervalo ótimo de concentração recomendada pelo Centro Colaborador do Ministério da Saúde em Vigilância da Saúde Bucal (0,445-0,944 mg F/L). Para isso, foram coletados dados de concentração do fluoreto no Sistema de Informação de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano. **Resultados:** Dos municípios providos por sistemas de abastecimento de água e que mantinham registros atualizados, 38,5% tinham informação válida e 42,2% destes apresentavam 80,0% ou mais dos registros de fluoreto dentro do intervalo esperado para prevenção da cárie dentária. A cobertura da informação e da conformidade foram mais altas nos municípios com 50 mil habitantes ou mais; com IDH alto e muito alto; com índice de Gini < 0,49; com PIB *per capita* e despesa *per capita* em vigilância sanitária mais elevadas. **Conclusões:** A cobertura da informação e da conformidade foi maior nos municípios com os melhores indicadores socioeconômicos e de desempenho da gestão, sugerindo a necessidade do ajuste das estratégias da política de vigilância de qualidade da água visando o controle da cárie dentária em nível populacional.

PALAVRAS-CHAVE: Fluoreto; Qualidade da Água; Sistemas de Informação; Saúde Pública

^I Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo (USP), São Paulo, SP, Brasil

^{II} Hospital Israelita Albert Einstein, São Paulo, SP, Brasil

* E-mail: camila.paulino@alumni.usp.br

Recebido: 25 jan 2023
Aprovado: 23 ago 2023

Como citar: Paulino CM, Belotti L, Frazão P. Cobertura da informação e da conformidade do fluoreto na água de abastecimento: diferenciais demográficos e socioeconômicos dos municípios brasileiros. *Vigil Sanit Debate*, Rio de Janeiro, 2023, v.11: e02149. <https://doi.org/10.22239/2317-269X.02149>

ABSTRACT

Introduction: Access to safe water is an important global health challenge and a fundamental human right. The quality of the water consumed by the population is guaranteed through continuous verification and control of substances such as fluoride. Although there has been an improvement in practices for adjusting the concentration of fluoride in water, situations of non-compliance are still identified in different territories and countries. **Objective:** To verify whether the fluoride concentration in the water supply systems of Brazilian municipalities was in accordance with the expected standard for preventing dental caries, taking into account the demographic, socioeconomic, and management characteristics of the municipalities. **Method:** An ecological study was carried out to assess the coverage of fluoride surveillance records and their compliance



in Brazil in 2018, based on the optimal concentration range recommended by the Collaborating Center of the Ministry of Health on Surveillance in Oral Health (0.445 and 0.944 mg F/L). For this, fluoride concentration data were collected in the Information System for the Surveillance of Water Quality for Human Consumption (SISAGUA). **Results:** Of the municipalities with water supply systems that kept records updated, 38.5% had valid information and 42.2% had 80% or more fluoride records within the expected range for preventing dental caries. Information and conformity coverage were higher in municipalities with 50 thousand or more habitants; with high or very high HDI; Gini index < 0.49; higher GDP per capita and per capita expenditure on health surveillance. **Conclusions:** Information and conformity coverage were higher in municipalities with better socioeconomic indicators and management performance, suggesting the necessity of adjusting water surveillance policy strategies aiming to dental caries control at population level.

KEYWORDS: Fluoride; Water Quality; Information Systems; Public Health

INTRODUÇÃO

Entre os desafios de interesse à saúde global, destaca-se o acesso à água segura, enquanto direito humano fundamental e componente da agenda de desenvolvimento sustentável. Desde sua captação em mananciais e manejo em rede de distribuição até questões geopolíticas e éticas inerentes ao planejamento de políticas públicas e ao gerenciamento hídrico que assegurem o seu acesso universal, a água é foco de propostas de diretrizes e padrões de qualidade com base em evidências voltadas à identificação contextual de perigos e à gestão de riscos; e também ao estabelecimento de planos de segurança da água (PSA); metas de saúde e vigilância independente^{1,2}. O monitoramento da exposição populacional ao fluoreto presente na água é reconhecido internacionalmente como um importante requisito dos sistemas de vigilância aceitando-se valores de ocorrência natural até 1,5 mg F/L e valores ajustados para fins de prevenção da cárie entre 0,5 e 1,0 mg F/L². Mapear e testar a concentração do fluoreto na água de beber são recomendações aos países aprovadas na 74ª Assembleia Mundial da Saúde, realizada em 2021³.

No Brasil, o monitoramento adequado da água pautado na dinâmica da vigilância ambiental inclui, entre outras rotinas, medidas de controle das características físicas, químicas e biológicas. Tais medidas atuam como parte essencial para o cumprimento dos PSA, bem como para os padrões de potabilidade requeridos por legislação nacional^{4,5}. Neste âmbito, o controle da qualidade da água consumida pela população é atribuição do Programa Nacional de Vigilância em Saúde Ambiental relacionada à Qualidade da Água para Consumo Humano (Vigiagua), coordenado pela Secretaria de Vigilância em Saúde do Ministério da Saúde⁶, responsável por definir as diretrizes de ações que devem ser adotadas continuamente pelas autoridades de saúde pública, em consonância às normas estabelecidas na Portaria nº 888, de 4 de maio de 2021⁵. Entre essas diretrizes destacam-se as instruções dirigidas às autoridades locais para a implementação do plano de amostragem da vigilância da qualidade da água para consumo humano, incluindo os parâmetros básicos de interesse, o número mínimo de amostras, a frequência de monitoramento e os critérios de seleção de áreas e pontos prioritários para a coleta⁷.

A qualidade da água destinada à população é assegurada por meio da verificação contínua das concentrações de substâncias contidas em solução, durante e após o tratamento da água até o seu consumo final. Entre essas substâncias, destaca-se o

fluoreto, tanto de ocorrência natural, como aquele decorrente dos processos de tratamento da água. O processo de fluoretação da água de abastecimento público consiste em uma tecnologia de intervenção em saúde pública aplicada em vários países, incluindo os de alta, de baixa e de média renda, como o Brasil, onde a medida é obrigatória por lei desde 1974⁸. Nas últimas décadas, houve uma melhora significativa no aprimoramento das práticas de ajuste da concentração de fluoreto na água sob orientação de diretrizes de controle operacional e de vigilância independente. Entretanto, ainda são identificadas situações de desconformidade em diferentes territórios e países^{9,10,11,12}.

Essas situações de desconformidade podem variar entre os países e dentro de um mesmo país, mas a maioria dos estudos se refere a localidades específicas dentro de um país^{13,9}. Meta-análises abrangendo estudos relativos a localidades específicas de um mesmo país são importantes para sintetizar os achados divulgados em diferentes anos¹⁴, mas não descrevem as situações abrangendo todo o território do país para um determinado ano. Um estudo em todos os municípios brasileiros inferiu que a implementação do programa nacional de vigilância da água em relação ao parâmetro fluoreto, após experimentar um estágio inicial de expansão até 2008, encontrava-se em 2015 praticamente estagnada. Apenas 32,5% dos municípios alimentavam adequadamente o sistema de informação do programa nacional, isto é, realizaram a inserção correta de dados precisos regularmente e, desses, 40,1% apresentaram 80% ou mais de registros dentro do intervalo de concentração esperados para prevenção da carie dentária (0,445-0,944 mg F/L)¹⁵. Entretanto, nenhuma informação foi apresentada sobre as características socioeconômicas dos municípios. Além disso, a falta de implementação da política pública em nível municipal pode estar relacionada ao desempenho da gestão municipal na qual as despesas são insuficientes para assegurar a disponibilidade dos recursos necessários para a coleta e transporte das amostras para os laboratórios credenciados¹⁶. Investigar características municipais relacionadas a essas desconformidades por meio de estudos abrangentes são essenciais para produzir conhecimento sobre os fatores associados e para orientar os formuladores de políticas públicas e todos os interessados na gestão intersetorial da qualidade da água de abastecimento público.

Assim, o objetivo foi avaliar a cobertura dos registros da concentração de fluoreto e a sua conformidade ao padrão esperado para



prevenção da cárie dentária nos sistemas de abastecimento de água, segundo as características demográficas, socioeconômicas e de desempenho da gestão dos municípios brasileiros.

MÉTODO

Para alcançar o objetivo, foi realizado um estudo ecológico sobre a cobertura dos registros de vigilância do fluoreto e sua conformidade em sistemas de abastecimento de água para o ano de 2018, tendo como unidades de análise todos os municípios brasileiros. Os dados de concentração do fluoreto foram obtidos do Sistema de Informação de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano (Sisagua), mantido pelo Vigiagua. As fontes de dados relativas às características dos municípios foram: Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil e o Sistema de Coleta de Dados Contábeis, mantido pela Secretaria do Tesouro Nacional. Os municípios foram descritos segundo variáveis geográficas, demográficas, socioeconômicas e de desempenho da gestão.

Variáveis do estudo

A cobertura dos registros foi definida pelo número e pela porcentagem de municípios com informações válidas em relação aos dados de vigilância da concentração de fluoreto nos sistemas de abastecimento de água. Para isso, foi adotado um protocolo de crítica dos registros, excluindo-se municípios com menos de quatro meses de informação no sistema, valores nulos e valores aberrantes^{15,17}. Os registros de concentração de fluoreto em cada município foram distribuídos em quatro categorias segundo o binômio risco/benefício para cárie e fluorose dentárias conforme recomendações do documento Consenso Técnico da Classificação de Águas de Abastecimento Público Segundo o Teor de Flúor¹⁸, aprovadas em seminário promovido em 2011 pelo Centro Colaborador do Ministério da Saúde em Vigilância da Saúde Bucal (CECOL). Os teores de 0,000 a 0,444 mg F/L foram incluídos na categoria “abaixo do intervalo ótimo”; de 0,445 a 0,944 mg F/L na categoria “intervalo ótimo”; de 0,945 a 1,444 mg F/L, “acima do intervalo ótimo”; e > 1,444 mg F/L na categoria “inseguro”. As porcentagens de cada intervalo foram calculadas e a taxa de conformidade foi definida pela porcentagem de municípios brasileiros com informações válidas que apresentavam 80% ou mais dos registros de fluoreto no intervalo ótimo para a prevenção de cáries (0,445-0,944 mg F/L), um valor que indica uma qualidade de ajuste da concentração do fluoreto muito boa¹².

A variável geográfica foi definida pela macrorregião a que pertence o município (Norte, Nordeste, Sudeste, Sul e Centro-Oeste) e a variável demográfica correspondeu ao número estimado de habitantes distribuído em três categorias: menos que 10 mil, de 10 a 50 mil, e mais do que 50 mil habitantes conforme adotado por alguns pesquisadores^{15,19}.

As variáveis socioeconômicas foram o Índice de Gini, o Produto Interno Bruto (PIB) *per capita* e o Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM). O Índice de Gini permite avaliar o grau de concentração de renda domiciliar de uma determinada população, quantificando as desigualdades econômicas entre

ricos e pobres de um mesmo território. O valor varia de zero - situação de máxima igualdade, a um - condição de desigualdade extrema. É calculado a partir das respostas à Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios mantida pelo IBGE. Os valores de cada município referem-se ao ano de 2010 (última informação disponível) e foram analisados segundo duas categorias conforme o valor mediano. O PIB *per capita* corresponde à soma de todos os bens e serviços produzidos em cada município, em um ano, dividido pelo número de habitantes. É um indicador que permite comparar a força da economia de cada município independentemente das diferenças de tamanho populacional. Os valores em reais referem-se ao ano de 2018 e foram separados em quartis. O IDH adotado pelo Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD), corresponde a um valor de zero a um, padronizado a partir de uma média geométrica, combinando três dimensões do desenvolvimento humano: a expectativa de vida, a educação e a renda. Os valores foram classificados em três categorias: < 0,600 que equivale a IDH muito baixo e baixo; 0,600 a 0,699 que corresponde ao IDH médio; e ≥ 0,700 que equivale ao IDH alto e muito alto²⁰.

Para medir o desempenho da gestão municipal foi empregado o valor em reais correspondente às despesas municipais em vigilância sanitária por habitante, registradas para 2018. Trata-se de um fator de ordem econômico-fiscal que busca expressar a condição do município para executar gastos com funções ligadas à vigilância sanitária na qual estão incluídas as despesas com atividades de vigilância ambiental, notadamente as de vigilância da água²¹.

Processamento e apuração dos dados

Os dados relativos ao módulo de vigilância registrados para o ano de 2018 foram extraídos do Portal de Dados Abertos em 6 de setembro de 2020. O banco de dados continha 36 variáveis e 2.679.268 observações sobre todos os parâmetros físico-químicos abrangendo os municípios brasileiros. Neste artigo foram examinados os dados equivalentes a: (1) região geográfica; (2) Unidade da Federação; (3) nome do município; (4) código IBGE; (5) nome da forma de abastecimento (Sistema de Abastecimento de Água - SAA); (6) data do registro; e (7) valor da concentração do parâmetro fluoreto.

Com o auxílio da ferramenta computacional RStudio, extraíram-se as informações referentes ao parâmetro fluoreto e, consecutivamente, foram submetidas ao protocolo de análise crítica, por meio da aplicação de três filtros anteriormente mencionados^{15,17}.

Em seguida, os valores da concentração do fluoreto foram classificados e agrupados de acordo com o critério mencionado anteriormente. Em seguida, os valores de cada categoria de município foram relacionados às variáveis independentes, utilizando-se o *software* Excel®. Os 5.570 municípios, dessa maneira, foram distribuídos segundo macrorregiões brasileiras, porte demográfico, índice de Gini, PIB *per capita*, IDHM, despesa em vigilância sanitária *per capita*. Posteriormente, foi realizada a construção de tabelas para a análise descritiva dos dados e a confecção de mapas, pelo aplicativo QGIS®.



RESULTADOS

Do total de 5.570 municípios, 4.659 (83,6%) possuíam sistema de abastecimento de água, 519 (9,3%) não tinham registros sobre o tipo de abastecimento e os demais (392) eram providos por

soluções alternativas. Após a aplicação dos procedimentos de crítica dos dados, 113.105 registros foram incluídos. Sua distribuição por macrorregião e unidade da federação é apresentada na Tabela 1. Dos registros de fluoreto, 61,5% estavam incluídos no intervalo de concentração ótima para prevenção da cárie

Tabela 1. Registros de fluoreto na água segundo intervalos de concentração, macrorregião e unidade federativa nos municípios com sistemas de abastecimento de água. Brasil, 2018.

Macrorregião e UF	Registros de concentração de fluoreto (mg F/L)								Total N
	Abaixo do intervalo ótimo		Contido no intervalo ótimo		Acima do intervalo ótimo		Inseguro		
	(0,001-0,444)		(0,445-0,944)		(0,945-1,444)		(>1,444)		
	N	%	N	%	N	%	N	%	
Norte	68	4,3	1.064	67,7	438	27,8	3	0,2	1.573
Acre	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0
Amapá	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0
Amazonas	68	5,2	891	68,2	348	26,6	0	0,0	1.307
Pará	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0
Rondônia	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0
Roraima	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0
Tocantins	0	0,0	173	65,0	90	33,8	3	1,1	266
Nordeste	4.930	60,5	2.749	33,8	382	4,7	83	1,0	8.144
Alagoas	27	52,9	16	31,4	8	15,7	0	0,0	51
Bahia	29	17,7	85	51,8	40	24,4	10	6,1	164
Ceará	4.415	59,8	2.576	34,9	319	4,3	71	1,0	7.381
Maranhão	373	94,2	16	4,0	5	1,3	2	0,5	396
Paraíba	57	100,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	57
Pernambuco	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0
Piauí	29	38,2	42	55,3	5	6,6	0	0,0	76
Rio Grande do Norte	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0
Sergipe	0	0,0	14	73,7	5	26,3	0	0,0	19
Sudeste	3.314	9,0	32.387	87,5	1.089	2,9	226	0,6	37.016
Espírito Santo	258	23,5	826	75,4	12	1,1	0	0,0	1.096
Minas Gerais	948	38,4	1.430	57,9	63	2,6	29	1,2	2.470
Rio de Janeiro	736	28,0	1.401	53,2	446	16,9	49	1,9	2.632
São Paulo	1.372	4,5	28.730	93,2	568	1,8	148	0,5	30.818
Sul	26.912	47,7	31.031	44,9	4.673	6,8	471	0,7	63.087
Paraná	5.789	30,6	10.861	57,5	2.099	11,1	140	0,7	18.889
Rio Grande do Sul	19.548	56,2	14.261	41,0	804	2,3	171	0,5	34.784
Santa Catarina	1.575	16,7	5.909	62,8	1.770	18,8	160	1,7	9.414
Centro-Oeste	784	23,9	2.190	66,7	250	7,6	61	1,9	3.285
Distrito Federal*	9	7,6	104	87,4	6	5,0	0	0,0	119
Goiás	472	28,9	915	55,9	204	12,5	45	2,8	1.636
Mato Grosso	205	19,9	786	76,2	26	2,5	14	1,4	1031
Mato Grosso do Sul	98	19,6	385	77,2	14	2,8	2	0,4	499
Brasil	36.008	31,8	69.421	61,5	6.832	6,0	844	0,7	113.105

Fonte: Data base de consulta ao sistema de informações (Sisagua), 2018.

UF: Unidade Federativa; F: Fluoreto; L: Litro.

Porcentagens relativas aos valores da linha.

*Foram considerados apenas os dados de Brasília concernentes ao plano-piloto, excluindo-se, portanto, as demais regiões administrativas.



dentária (0,445 a 0,944 mg F/L), destacando-se positivamente as macrorregiões Norte (67,7%), Sudeste (87,5%) e Centro-Oeste (66,7%) com valores superiores ao valor nacional. Apenas dois dos sete estados da macrorregião Norte apresentavam registros válidos. Na macrorregião Sudeste, Rio de Janeiro e Minas Gerais tinham percentual inferior à média nacional. A porcentagem de registros contidos no intervalo de concentração abaixo do nível ótimo foi 31,8% para o país como um todo, destacando-se negativamente quatro estados da macrorregião Nordeste e um estado da macrorregião Sul com valores superiores à média nacional. Em nível nacional, 6,0% dos registros apresentavam valores acima do intervalo ótimo (0,945 a 1,444 mg F/L), observando-se porcentagens superiores a 20,0% nos seguintes estados: Tocantins (33,8%) e Amazonas (26,6%) situados na macrorregião Norte, e Sergipe (26,3%) e Bahia (24,4%) pertencentes à macrorregião Norte.

Apenas 0,7% dos registros apresentavam valores inseguros, salientando-se negativamente o estado da Bahia com 6,1% dos registros.

Conforme a Tabela 2, 38,5% dos municípios brasileiros alimentavam adequadamente o sistema de informação. Os municípios pertencentes às macrorregiões Sul (85,0%) e Sudeste (41,9%); com população acima de 50 mil habitantes (49,2%); com desigualdade de renda menor do que 0,49 (51,3%); PIB *per capita* acima de R\$ 19.845 (56,6%); nível de desenvolvimento humano alto e muito alto (67,5%) e despesas em vigilância sanitária acima de R\$ 9,44 por habitante em 2018 (59,2%) apresentaram percentuais acima do valor nacional.

Em relação à taxa de conformidade, que representa os municípios brasileiros com 80,0% ou mais das amostras dentro do

Tabela 2. Distribuição dos municípios com sistemas de abastecimento de água segundo a informação válida relativa aos dados de concentração de fluoreto, a taxa de conformidade e as variáveis geográficas, demográficas, socioeconômicas e de desempenho da gestão. Brasil, 2018.

Variável	Total		Informação válida		Conformidade*	
	N	% ^a	N	% ^b	N	% ^b
Total	4.659	100,0	1.794	38,5	757	42,2
Macrorregião						
Norte	300	6,4	3	1,0	0	0,0
Nordeste	1.247	26,8	173	13,9	14	8,1
Sudeste	1.634	35,1	684	41,9	533	77,9
Sul	1.051	22,6	893	85,0	193	21,6
Centro-Oeste	427	9,2	41	9,6	17	41,5
Porte populacional						
< 10 mil	2.007	43,1	776	38,7	306	39,4
10 a 50 mil	2.030	43,6	712	35,1	278	39,0
> 50 mil	622	13,4	306	49,2	173	56,5
Índice de Gini^c						
< 0,49	2.268	48,7	1.163	51,3	531	45,7
≥ 0,49	2.386	51,3	628	26,3	226	36,0
PIB <i>per capita</i> (reais)^c						
< 19.846	2.329	50,0	415	12,2	156	34,3
> 19.845	2.330	50,0	1.379	56,6	601	40,7
Despesa em VS <i>per capita</i> (reais)^c						
< 9,45	2.329	50,0	415	17,8	156	37,6
> 9,44	2.330	50,0	1.379	59,2	601	43,6
IDHM^d						
Muito baixo e baixo	908	19,5	52	5,7	4	7,7
Médio	1.913	41,1	502	26,2	132	26,3
Alto e muito alto	1.833	39,4	1.237	67,5	621	50,2

Fonte: Data base de consulta ao sistema de informações (Sisagua), 2018.

PIB: Produto Interno Bruto; VS: Vigilância sanitária; IDHM: Índice de Desenvolvimento Humano Municipal.

^a Porcentagens relativas aos valores da coluna.

^b Porcentagens relativas aos valores da linha.

^c Variável categorizada pela mediana.

^d Muito baixo e baixo: < 0,600; médio: 0,600 a 0,699; alto e muito alto: ≥ 0,700.

* Dentre os municípios que possuem informações válidas, aqueles com 80,0% ou mais das amostras dentro do intervalo ótimo (0,445-0,944 mg F/L).

Observação: Os municípios Balneário Rincão/SC, Mojuí dos Campos/PA, Paraíso das Águas/MS, Pescaria Brava/SC e Pinto Bandeira/RS não apresentaram dados referentes ao Índice de Gini e IDHM para o ano de 2018.

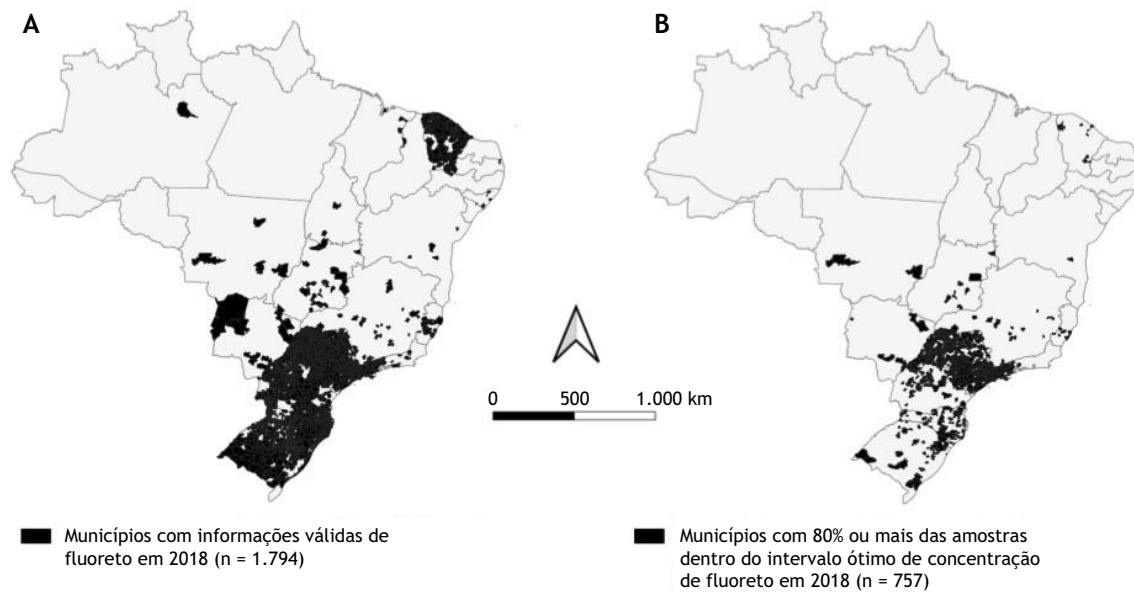


Figura 1. (A) Distribuição espacial dos municípios com informações válidas sobre os níveis de fluoreto nos sistemas de abastecimento de água. Brasil, 2018 e (B) Distribuição espacial dos municípios que atenderam a conformidade do fluoreto esperada para prevenção da cárie dentária. Brasil, 2018.

intervalo ótimo (0,445 a 0,944 mg F/L), 42,2% dos municípios tinham registros dentro desse intervalo, indicando uma qualidade de ajuste da concentração do fluoreto muito boa. Essa cifra foi mais elevada nos municípios pertencentes às macrorregiões Sudeste (77,9%) e Centro-Oeste (41,5%); com população acima de 50 mil habitantes (56,5%); com desigualdade de renda menor do que 0,49 (45,7%); despesas em vigilância sanitária acima de R\$ 9,44 por habitante em 2018 (43,6%) e nível de desenvolvimento humano alto e muito alto (50,2%).

Nas Figuras 1A e 1B são ilustradas a distribuição espacial dos municípios que apresentaram informação válida e dos municípios que atenderam a conformidade do fluoreto esperada para prevenção da cárie dentária.

DISCUSSÃO

O mapeamento da conformidade do fluoreto nos sistemas de abastecimento da água aferida pelo programa de vigilância da qualidade da água mantido pelo Sistema Único de Saúde (SUS) é atividade essencial para subsidiar, de forma independente, o processo de avaliação da qualidade da política pública da fluoretação da água implementada no Brasil desde os anos 1970. Os achados mostraram que a cobertura da informação válida alcançou 38,5% dos municípios brasileiros. Destes, 42,2% possuíam um nível de qualidade muito bom em relação ao ajuste da concentração do fluoreto na água. As informações produzidas permitiram identificar diferenças associadas às características geográficas, demográficas, socioeconômicas e de desempenho da gestão dos municípios que apresentaram fragilidades atinentes à alimentação do sistema de vigilância da água em relação ao parâmetro fluoreto, uma política intersetorial de importância tanto para a saúde bucal quanto para o saneamento no Brasil.

Os resultados são importantes para gestores, profissionais e demais interessados nos padrões observados de potabilidade e segurança da água para o consumo humano.

Vários estudos verificaram a completude de bases de dados epidemiológicos e apenas um avaliou esse atributo para os dados sobre a cobertura das formas de abastecimento de água registrados no Sisagua²². Em relação à cobertura das informações sobre o parâmetro fluoreto, dois estudos anteriores^{15,23} mostraram situação similar em nível nacional ao presente estudo. Frente aos resultados pode-se levantar a hipótese que entre 2008 e 2018 a implementação da política de vigilância em relação ao parâmetro fluoreto não se expandiu mantendo-se um quadro de importante estagnação no país. Entretanto, significativas variações foram encontradas em relação às macrorregiões. Enquanto no Centro-Oeste e no Nordeste, a cobertura da informação piorou, (32,8% para 9,6% e 21,7% para 13,9% respectivamente), na macrorregião Sul, melhorou (67,9% para 85,0%). Por outro lado, em relação ao porte demográfico, as desigualdades entre os municípios e os valores observados foram similares. Na porcentagem de municípios com 50 mil ou mais habitantes que alimentavam adequadamente, o sistema passou de 47,0% para 49,2% entre 2008 e 2018. A porcentagem foi 14,1 pontos percentuais elevada em relação à categoria de menor valor, uma diferença similar à observada em 2008 (14,2 p.p.).

Um resultado inédito foi que a cobertura da informação foi mais alta nos municípios com PIB *per capita* e com despesa *per capita* em vigilância sanitária mais elevados. As características municipais relacionadas ao nível de desenvolvimento humano e à desigualdade de renda medida pelo índice de Gini também se refletiram em cobertura da informação mais elevada. Em relação a essa última, a cobertura foi mais elevada naqueles 50,0%



de municípios com menor desigualdade de renda. Os achados confirmaram a importância das características municipais em relação à cobertura da informação. Não há estudos explorando os efeitos dessas características, seja isoladamente ou em conjunto, sobre a cobertura da informação enquanto um desfecho do sistema de vigilância. Como o desenvolvimento social e econômico do país é marcado por profundas desigualdades em que o acesso a bens públicos, como água potável, drenagem sanitária e energia elétrica seguiu uma trajetória em que o aumento da cobertura nas macrorregiões Centro-Oeste, Nordeste e Norte ocorreu muitos anos depois do seu incremento nas macrorregiões Sul e Sudeste²⁴, uma hipótese a ser testada é se o efeito das características municipais seria similar em todas as macrorregiões ou somente em algumas delas. Seria importante também avaliar quais dessas características municipais seriam independentemente associadas à cobertura da informação na presença das demais. Em relação ao saneamento e à presença de fluoreto na água, alguns estudos têm demonstrado a importância da localização geográfica do município no país^{25,26}. Futuras pesquisas poderiam testar essas hipóteses a fim de dimensionar mais detalhadamente a força, a magnitude e a direção da associação entre as características municipais e a cobertura da informação.

Os achados sugerem a necessidade de medidas complementares na gestão setorial da política de vigilância. O critério de inclusão dos dados municipais na análise não foi restritivo, pois dependia da presença de registros durante quatro ou mais meses no ano. Embora o número de amostras varie conforme o porte populacional, o número mínimo é de 60 amostras por ano, o que equivale a cinco por mês. Ainda que possa ser admitida, em caráter excepcional, a atenuação do plano de amostragem, naqueles municípios em que não é realizada a fluoretação da água e o histórico de ocorrência natural do fluoreto seja conhecido, o ajuste da concentração de fluoreto nos sistemas de abastecimento de água é um procedimento exigido por lei federal no país, e a coleta de amostras de água pela autoridade sanitária local está prevista nas diretrizes do Vigigiagua. O não cumprimento deixa os responsáveis sujeitos a sanções de ordem sanitária e do Ministério Público.

Os resultados correspondentes à porcentagem de municípios com 80,0% ou mais das amostras dentro do intervalo ótimo para prevenção da cárie dentária (0,445 a 0,944 mg F/L) foram inferiores ao valor obtido por Belotti et al.¹² e similar à cifra reportada por Paulino et al.¹⁵. A diferença em comparação ao primeiro estudo se deve à quantidade de municípios de porte pequeno e médio no estudo atual, que somados abrange mais de 80,0% do total de municípios brasileiros, desse modo, aumentaria os gastos *per capita* para atingir o padrão de qualidade da água. No que se refere ao segundo estudo, a similaridade pode ser atribuída à baixa qualidade da informação em ambos os anos, o que influenciou a análise de conformidade. De modo análogo ao mencionado para o desfecho anterior, seria importante comparar a força de cada variável, isoladamente e de forma combinada, em relação aos municípios com muito boa qualidade em relação aos níveis de fluoreto na água, que foi mais elevada em determinadas macrorregiões geográficas, e em municípios com PIB *per capita* e com nível de desenvolvimento humano mais altos.

Explorando as características municipais associadas ao desfecho no estado brasileiro de maior cobertura da política pública, Belotti et al.¹² encontraram associação positiva com valores mais elevados de desenvolvimento humano (acima de 0,761), de porte populacional (> 100 mil habitantes) e de PIB *per capita*. Outro estudo numa região metropolitana brasileira mostrou uma forte correlação positiva com o porte populacional²⁷.

Este estudo demonstra que, pela magnitude das desigualdades da cobertura da informação e da conformidade, faz-se necessário que a gestão sanitária da qualidade da água fomente a vigilância em relação ao fluoreto. Essas discrepâncias refletem dificuldades para sua inclusão na agenda das autoridades locais de saúde e limitações do processo de pactuação entre os gestores de diferentes níveis do SUS responsáveis pelas competências da vigilância ambiental. Segundo alguns pesquisadores, além das assimetrias locais e das distintas capacidades de gestão dos níveis de governo, é necessário desenvolver mecanismos para compreensão do que acontece “na ponta”, ou seja, nas unidades subnacionais responsáveis pela implementação das políticas, incorporando esses aprendizados ao redesenho das estratégias e buscando novos arranjos institucionais voltados à ideia de coordenação e governança a fim de adequar as políticas às diversas realidades locais²⁸. Um estudo abrangendo municípios brasileiros acima de 50 mil habitantes mostrou que para alcançar um grau avançado de implementação da vigilância da qualidade da água em relação ao fluoreto em todas as unidades da federação, mecanismos de coordenação e do processo de governança dessa política nesse subsetor institucional do setor saúde deveriam ser aprimorados. A capacidade de assegurar informação de boa qualidade depende não apenas de investimento e recursos em vigilância sanitária, mas sobretudo de mecanismos de interação entre os níveis de governo, os órgãos de vigilância e os especialistas para a implementação de atividades de forma abrangente²⁹. Uma pesquisa envolvendo agentes dos setores envolvidos na gestão da qualidade da água no estado do Mato Grosso do Sul mostrou a importância de melhorar os mecanismos de colaboração e de coordenação inter-setorial para a implementação efetiva da política pública relativa ao ajuste da concentração do fluoreto nos sistemas de abastecimento de água³⁰. Nesse sentido, esforços organizados voltados à implementação do PSA, uma diretriz política mundial voltada ao aprimoramento do acesso e potabilidade hídrica³, podem significar uma relevante contribuição para a superação das dificuldades encontradas na gestão da água no contexto brasileiro³¹.

Alguns aspectos metodológicos merecem ser discutidos. O critério para classificação dos valores de concentração das amostras foi adotado porque leva em consideração simultaneamente o benefício e o risco da exposição ao fluoreto, pois aprimora as opções de interpretação e atribuição de significado às características das amostras, representando uma referência técnico-científica mais atualizada à disposição dos pesquisadores brasileiros.

Com o propósito de produzir subsídios para a atualização da legislação brasileira, pesquisadores revisaram o conhecimento sobre a concentração de fluoreto na água para consumo humano e concluíram que a exposição diária à água com fluoreto em concentração > 0,9 mg/L representa risco à dentição em menores de oito anos de



idade e que os consumidores deveriam ser expressamente informados desse risco pelas empresas de distribuição de água. Além disso, considerando a expansão do programa nacional de fluoretação da água para regiões de clima tipicamente tropical, a Portaria n° 635, de 26 de dezembro de 1975, relacionada ao fluoreto adicionado às águas de abastecimento público, deveria ser revisada⁸. Os intervalos de concentração contidos no Quadro I do Anexo 1 do Anexo XXI da Portaria de Consolidação 5, de 28 de setembro de 2017, ainda que tenham valor jurídico-normativo, reproduzem uma referência adotada em 1975 que não leva em consideração os conhecimentos correntes sobre os benefícios e os riscos da exposição ao fluoreto, e por isso, deveriam ser atualizados.

O delineamento do estudo não permitiu investigar causalidade entre as variáveis selecionadas, porém fundamentou hipóteses promissoras para futuros estudos. Outra limitação do estudo diz respeito à falta de informações sobre a estrutura dos órgãos locais de vigilância da água para realizar as atividades de planejamento, coleta e análise laboratorial das amostras, apuração e

divulgação das informações. Pode-se admitir que grande parte das diferenças observadas poderiam estar ligadas à heterogeneidade das estruturas desses órgãos. A despeito desse aspecto, um ponto positivo do estudo foi a utilização das despesas municipais em vigilância sanitária por habitante como uma variável indicadora do desempenho da gestão municipal²¹. No entanto, é importante destacar que em alguns municípios brasileiros as ações de vigilância da qualidade da água não estão exclusivamente no âmbito da vigilância sanitária.

CONCLUSÕES

A cobertura da informação e da conformidade foi maior nos municípios com os melhores indicadores socioeconômicos e de desempenho da gestão, sugerindo o ajuste das estratégias da política de vigilância de qualidade da água, a fim de elevar a cobertura da informação e da conformidade da concentração de fluoreto na água de abastecimento visando o controle da cárie dentária em nível populacional.

REFERÊNCIAS

1. McMillen C. A água e o fim da ambição na saúde global, c.1970-1990. *Hist Cienc Saúde Manguinhos*. 2020;27(Suppl. 1):211-30. <https://doi.org/10.1590/S0104-59702020000300011>
2. World Health Organization - WHO. Guidelines for drinking-water quality: fourth edition incorporating the first addendum. Geneva: World Health Organization; 2017.
3. World Health Organization - WHO. World health assembly resolution paves the way for better oral health care. News Release. 27 maio 2021 [acesso 6 nov 2022]. Disponível em: <https://www.who.int/news/item/27-05-2021-world-health-assembly-resolution-paves-the-way-for-better-oral-health-care>
4. Ministério da Saúde (BR). Plano de segurança da água: garantindo a qualidade e promovendo a saúde: um olhar do SUS. Brasília: Ministério da Saúde; 2012.
5. Ministério da Saúde (BR). Portaria N° 888, 4 de maio de 2021. Altera o anexo XX da portaria de consolidação GM/MS N° 5, de 28 de setembro de 2017, para dispor sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. *Diário Oficial União*. 7 maio 2021.
6. Ministério da Saúde (BR). Programa nacional de vigilância em saúde ambiental relacionada à qualidade da água para consumo humano. Brasília: Ministério da Saúde; 2005.
7. Ministério da Saúde (BR). Diretriz nacional do plano de amostragem da vigilância da qualidade da água para consumo humano. Brasília: Ministério da Saúde; 2016.
8. Frazão P, Peres M, Cury J. Qualidade da água para consumo humano e concentração de fluoreto. *Rev Saúde Pública*. 2011;45(5):964-73. <https://doi.org/10.1590/S0034-89102011005000046>
9. Venturini CQ, Narvai PC, Manfredini MA, Frazão P. Vigilância e monitoramento de fluoretos em águas de abastecimento público: uma revisão sistemática. *Rev Ambient Água*. 2016;11(4):972-88. <https://doi.org/10.4136/ambi-agua.1929>
10. Roberts DJ, Morris J, Wood A, Verlander NQ, Leonardi GS, Fletcher T. Use of public water supply fluoride concentration as an indicator of population exposure to fluoride in England 1995-2015. *Environ Monit Assess*. 2020;192(8):1-16. <https://doi.org/10.1007/s10661-020-08304-3>
11. Moore D, Goodwin M, Pretty IA. Long-term variability in artificially and naturally fluoridated water supplies in England. *Commun Dent Oral Epidemiol*. 2020;48(1):49-55. <https://doi.org/10.1111/cdoe.12502>
12. Belotti L, Zilbovicius C, Soares CCDS, Narvai PC, Frazão P. Municipality-level characteristics associated with very low to good quality of water fluoridation in São Paulo state, Brazil, in 2015. *JDR Clin Trans Res*. 2020;7(1):90-100. <https://doi.org/10.1177/2380084420970867>
13. Kuhnen M, Toassi RFC, Lima LC. Heterocontrole da fluoretação da água de abastecimento público no Brasil: revisão integrativa. *Rev DAE*. 2021;69(228):155-70. <https://doi.org/10.36659/dae.2021.012>
14. Rosário BSM, Rosário HD, Vieira WA, Cericato GO, Nóbrega DF, Blumenberg C et al. External control of fluoridation in the public water supplies of Brazilian cities as a strategy against caries: a systematic review and meta-analysis. *BMC Oral Health*. 2021;21(1):410. <https://doi.org/10.1186/s12903-021-01754-2>
15. Paulino CM, Belotti L, Azevedo MKZ, Frazão P. Coverage of fluoride data in water supply systems using the R software. *Rev Saude Publ*, 2022; 56(18):1-13. <https://doi.org/10.11606/s1518-8787.2022056003709>



16. Belotti L, Brandão SR, Pacheco KTS, Frazão P, Esposti CDD. Vigilância da qualidade da água para consumo humano: potencialidades e limitações com relação à fluoretação segundo os trabalhadores. *Saúde Debate*. 2019;43(esp3):51-62. <https://doi.org/10.1590/0103-11042019s304>
17. Prado IM, Frazão P. Qualidade dos dados de vigilância da fluoretação de sistemas de abastecimento de água: proposta de um protocolo de crítica dos dados. *Vigil Sanit Debate*. 2019;7(3):80-5. <https://doi.org/10.22239/2317-269X.01297>
18. Universidade de São Paulo - USP. Documento de consenso técnico sobre classificação das águas de abastecimento segundo o teor de flúor. São Paulo: Universidade de São Paulo; 2011 [acesso 5 out 2022]. Disponível em: http://www.cecol.fsp.usp.br/dcms/uploads/arquivos/1398177715_CECOL-USP-ClassificacaoAguasSegundoTeorFluor-DocumentoConsensoTecnico-2011.pdf
19. Frazão P, Narvai PC. Water fluoridation in Brazilian cities at the first decade of the 21st century. *Rev Saude Pública*. 51(0):1-11. <https://doi.org/10.1590/S1518-8787.2017051006372>
20. Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento - PNUD. Índice de Desenvolvimento Humano Municipal Brasileiro. Brasília: Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento; 2013 [acesso 02 mar 2021]. Disponível em: http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/2375/1/Livro_O%20C3%8Dndice%20de%20Desenvolvimento%20Humano%20Municipal%20Brasileiro.pdf
21. Lubambo CW. Desempenho da gestão pública: que variáveis compõem a aprovação popular em pequenos municípios? *Sociologias*. 2006;8(16):86-125. <https://doi.org/10.1590/S1517-45222006000200005>
22. Mata RN, Oliveira A, Ramalho WM. Sistema de informação de vigilância da qualidade da água para consumo humano (Sisagua): avaliação da completitude dos dados sobre cobertura de abastecimento, 2014-2020. *Epidemiol Serv Saúde*. 2022;31(3):1-10. <https://doi.org/10.1590/S2237-96222022000300003>
23. Frazão P, Soares CCS, Fernandes GF, Marques RAA, Narvai PC. Fluoretação da água e insuficiências no sistema de informação da política de vigilância à saúde. *Rev Assoc Paul Cir Dent*. 2013;67(2):94-100.
24. Arretche M, organizador. Trajetórias das desigualdades: como o Brasil mudou nos últimos cinquenta anos. São Paulo: Universidade Estadual Paulista; 2015.
25. Rezende S, Wajnman S, Carvalho JA, Heller L. Integrating supply and demand of water and sanitation services: hierarchical analysis of the urban Brazil in 2000. *Eng Sanit Ambient*. 2007;12(1):90-101. <https://doi.org/10.1590/S1413-41522007000100011>
26. Roncalli AG, Noro LR, Cury JA, Zilbovicius C, Pinheiro HH, Ely HC et al. Fluoretação da água no Brasil: distribuição regional e acurácia das informações sobre vigilância em municípios com mais de 50 mil habitantes. *Cad Saúde Pública*. 2019;35(6):1-12. <https://doi.org/10.1590/0102-311X00250118>
27. Belotti L, Frazão P, Esposti CDD, Cury JA, Santos Neto ET, Pacheco KTS. Quality of the water fluoridation and municipal-level indicators in a Brazilian metropolitan region. *Rev Ambient Agua*. 2018;13(6):1-15. <https://doi.org/10.4136/ambi-agua.2270>
28. Oliveira VE, Lotta GS, Freitas MN. Desafios da implementação de uma política intersetorial e federativa: as burocracias de médio escalão do Programa Bolsa Família. *Rev Serv Publ*. 2019;70(3):458-85. <https://doi.org/10.21874/rsp.v70i3.3296>
29. Sanchez MPAC, Noro LRA, Belotti L, Zilbovicius C, Narvai PC, Frazão P. Assimetrias na implementação da vigilância da qualidade da água em relação ao fluoreto no Brasil. *Rev Bra Pesq Saude*. 2021;23(4):17-27. <https://doi.org/10.47456/rbps.v23i4.36688>
30. Bomfim RA, Watt RG, Frazão P. Intersectoral collaboration and coordination mechanisms for implementing water fluoridation: challenges from a case study in Brazil. *J Public Health Dent*. 2021;82(4):1-10. <https://doi.org/10.1111/jphd.12492>
31. Fabbro-Neto F, Gómez-Martín MB. Water safety plan integrated to the land use and occupation measures: proposals for Caraguatubá-SP, Brazil. *Land Use Pol*. 2020;97:1-8. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2020.104732>

Contribuição dos Autores

Paulino CM, Frazão P - Concepção, planejamento (desenho do estudo), aquisição, análise, interpretação dos dados e redação do trabalho. Belotti L - Concepção, planejamento (desenho do estudo), aquisição, análise e interpretação dos dados. Todos os autores aprovaram a versão final do trabalho.

Conflito de Interesse

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



Licença CC BY. Com essa licença os artigos são de acesso aberto que permite o uso irrestrito, a distribuição e reprodução em qualquer meio desde que o artigo original seja devidamente citado.