

Teores de fluoreto na água de abastecimento público de dois municípios em Goiás, 2024: benefícios e riscos para a saúde bucal

Fluoride levels in the public water supply of two municipalities in Goiás, 2024: benefits and risks for oral health

Maria do Carmo Matias FREIRE^a , Ingrid Karoline Neres DIAS^b , Paulo Sérgio SCALIZE^b

^aUFG – Universidade Federal de Goiás, Faculdade de Odontologia, Goiânia, GO, Brasil

^bUFG – Universidade Federal de Goiás, Escola de Engenharia Civil e Ambiental, Engenharia Ambiental e Sanitária, Goiânia, GO, Brasil

Como citar: Freire MCM, Dias IK, Scalize PS. Teores de fluoreto na água de abastecimento público de dois municípios em Goiás, 2024: benefícios e riscos para a saúde bucal. Rev Odontol UNESP. 2026;55:e20260005. <https://doi.org/10.1590/1807-2577.20260005>

Resumo

Introdução: Nos dois municípios mais populosos de Goiás, a água é fluoretada desde 1985, no entanto, ações de vigilância não são realizadas de forma sistemática. **Objetivo:** Analisar os níveis de fluoreto na água de abastecimento de Goiânia e Aparecida de Goiânia, Goiás, e seus potenciais benefícios e riscos para a saúde bucal da população. **Material e método:** Estudo transversal realizado em 2024 mediante coleta de água durante cinco meses consecutivos em áreas urbanas de ambos os municípios. As amostras foram analisadas por método eletrométrico no laboratório da Escola de Engenharia Civil e Ambiental da Universidade Federal de Goiás. A interpretação dos resultados seguiu os parâmetros do Ministério da Saúde e o consenso técnico do Centro Colaborador de Vigilância em Saúde Bucal da Universidade de São Paulo. **Resultado:** Em Goiânia (n = 67 amostras), os teores variaram de 0,46 a 0,98 mg F/L, com 68,6% adequados (0,60 a 0,80 mg F/L) e 97% com potencial de benefício máximo para a prevenção da cárie. Em Aparecida de Goiânia (n = 40), foram encontrados teores de 0,44 a 0,97 mg F/L, sendo que 77,5% das amostras estavam adequadas e 92,5% estavam dentro das faixas com benefício máximo. **Conclusão:** A maior parte das amostras de água estava em conformidade com a legislação vigente, com o potencial de benefício máximo para prevenção da cárie e baixo risco de fluorose. A inexistência de ações de vigilância do fluoreto configura uma fragilidade estrutural dos serviços municipais de saúde, indicando a necessidade de se cumprir as normas governamentais.

Descritores: Qualidade da água; vigilância sanitária ambiental; fluoretação; saúde bucal; cárie dentária; fluorose.

Abstract

Introduction: In the two most populous municipalities of Goiás, the water has been fluoridated since 1985; however, surveillance actions are not carried out systematically. **Objective:** To analyze the fluoride levels in the water supply of the cities of Goiânia and Aparecida de Goiânia, state of Goiás, and their potential benefits and risks for the oral health of the population. **Material and method:** Cross-sectional study conducted in 2024 with water collection over five consecutive months in urban areas of the municipalities. The samples were analyzed by electrometric method in the laboratory of the School of Civil and Environmental Engineering of the Federal University of Goiás. The results were interpreted following the parameters of the Ministry of Health and the technical consensus of the Collaborating Center for Oral Health Surveillance of the University of São Paulo. **Result:** In Goiânia (n= 67 samples), fluoride levels ranged from 0.46 to 0.98 mg F/L, with 68.6% being adequate (0.60 to 0.80 mg F/L), and 97% with maximum benefit potential for caries prevention. In Aparecida de Goiânia (n= 40), levels of 0.44 to 0.97 mg F/L were found, with 77.5% of the samples being adequate and 92.5% within the ranges with maximum benefit. **Conclusion:** Most water samples complied with current legislation, with maximum benefit potential for caries prevention and low risk for fluorosis. The lack of fluoride surveillance actions is a structural weakness in municipal health services, indicating the need to comply with government regulations.

Descriptors: Water quality; environmental health surveillance; fluoridation; oral health; dental caries; fluorosis.



Este é um artigo publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Attribution (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>), que permite uso, distribuição e reprodução em qualquer meio, sem restrições desde que o trabalho original seja corretamente citado.

INTRODUÇÃO

A fluoretação das águas é uma medida de saúde pública direcionada à prevenção da cárie dentária por meio de adição de fluoreto, forma iônica do elemento químico flúor, na água de abastecimento. Esse método é uma das estratégias globais para a promoção da saúde bucal¹ e integra as diretrizes da Política Nacional de Saúde Bucal². Sua efetividade na prevenção da cárie é baseada em evidência científica³⁻⁵ e constitui um dos principais fatores para a redução da doença em países desenvolvidos e no Brasil⁶. Outras formas de uso do fluoreto, especialmente nos cremes dentais, podem promover benefícios adicionais^{7,8}. O consumo excessivo de fluoreto durante o período de formação dentária pode resultar em defeito na mineralização do esmalte, geralmente na infância, denominado fluorose^{4,8}.

A fluoretação das águas teve início nos Estados Unidos da América e no Canadá em 1945⁹. Já no Brasil, foi implementada em 1953 em Baixo Guandu, Espírito Santo⁷, passando a ser obrigatória nos anos 1970 em municípios que possuíssem estação de tratamento de água (ETA), por meio da Lei Federal nº 6.050, de 24/05/1974. Desde os anos 1980, o método tem se expandido no país.

Para garantir que essa medida resulte em benefícios esperados e riscos mínimos à população, a sua vigilância é imprescindível, além do controle operacional permanente realizado pelas empresas de abastecimento de água. Compete às vigilâncias sanitárias das secretarias municipais de saúde no âmbito do Sistema Único de Saúde (SUS) realizar ações de fiscalização e adotar as medidas necessárias. Com o objetivo de monitorar a qualidade da água para consumo humano, o Programa Nacional de Vigilância da Água para Consumo Humano (Vigiagua) inclui o fluoreto como um dos parâmetros obrigatórios a serem analisados mensalmente e registrados no Sistema de Informação de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano (Sisagua)¹⁰. O termo heterocontrole tem sido utilizado para indicar o monitoramento externo e independente do fluoreto que pode ser realizado por outras organizações, além das secretarias de saúde, como universidades, centros de pesquisa e outras¹¹.

O controle e a vigilância da qualidade da água são orientados pela Portaria de Consolidação nº 5 de 28/09/2017 do Ministério da Saúde¹², em seu Anexo XX (alterado pela Portaria GM/MS nº 888, de 4 de maio de 2021)¹³. O Anexo XXI da referida Portaria estabelece os teores adequados de fluoreto em localidades providas de fluoretação e onde esse elemento ocorre naturalmente na água, os quais foram originalmente propostos na Portaria nº 635/BSB, de 26/12/1975¹⁴. Considerando simultaneamente o benefício preventivo da cárie dentária e o risco de fluorose, outra classificação foi proposta em consenso técnico brasileiro organizado pelo Centro Colaborador de Vigilância em Saúde Bucal da Universidade de São Paulo (Cecol/USP)¹⁵.

Apesar da existência de diretrizes governamentais, persistem lacunas importantes na vigilância da fluoretação no país, com desigualdades entre as suas macrorregiões^{11,16}. Dentre os municípios com sistemas de abastecimento de água e registros atualizados no Sisagua em 2018, apenas 38,5% tinham informações válidas acerca dos teores de fluoreto¹⁶. A cobertura da informação e da conformidade com os níveis recomendados foi maior nos municípios com melhores indicadores socioeconômicos e capacidade de vigilância local, com destaque para a região Sudeste.

Em Goiás, a fluoretação foi implantada em novembro de 1985, sendo realizada em 194 (78,9%) dos 246 municípios até o ano de 2024. Contudo, a Secretaria de Estado da Saúde não desenvolvia ações de vigilância da fluoretação e não disponibilizava laboratórios para a realização de análises em 2014¹⁷. Ademais, nenhum dos 17 municípios com mais de 50 mil habitantes pesquisados realizava o monitoramento do fluoreto. A inexistência de ações de vigilância do fluoreto em Goiânia foi revelada também em um estudo anterior realizado nas capitais brasileiras em 2005¹⁸.

Diversos estudos laboratoriais em municípios brasileiros foram realizados nas duas últimas décadas, sendo a maioria da Região Sudeste^{19,20}. A maior parte das amostras de água analisadas apresentou níveis inadequados de fluoreto²⁰. Na Região Centro-Oeste, contudo, os estudos são

escassos²¹⁻²⁵. Em Goiás, a investigação de maior porte foi realizada em 225 municípios no período 2011-2013 e revelou que menos de 1/3 (28,2%) das amostras tinham valores adequados, de acordo com os parâmetros do Ministério da Saúde²². Os demais estudos foram de menor abrangência e realizados nos municípios de Goiânia e Anápolis²³⁻²⁵. De modo particular, Goiânia e Aparecida de Goiânia — os dois municípios mais populosos do estado — não apresentavam registros regulares de monitoramento do fluoreto no Sisagua até o ano de 2024. Assim, configura-se um cenário paradoxal: ampla cobertura populacional exposta a uma intervenção coletiva obrigatória, porém sem informações públicas que permitam avaliar a sua conformidade.

A inexistência de dados de vigilância constitui, portanto, não apenas uma lacuna administrativa, mas um problema sanitário. Sem monitoramento, não é possível assegurar que a população esteja recebendo proteção adequada contra a cárie nem prevenir riscos de fluorose decorrentes de exposições excessivas. Nesse cenário, estudos de heterocontrole são estratégicos para se produzirem evidências independentes, subsidiar a gestão local e estimular a institucionalização da vigilância. Nesse sentido o objetivo deste estudo é analisar os níveis de fluoreto na água de abastecimento de Goiânia e Aparecida de Goiânia, Goiás, em 2024, bem como seus potenciais benefícios e riscos para a saúde bucal da população.

MATERIAL E MÉTODO

Trata-se de um estudo observacional descritivo transversal, com base em dados primários coletados em campo.

Para o delineamento do plano amostral, as informações básicas sobre os municípios foram obtidas no Sisagua em junho/2024, no Atlas Águas da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico²⁶, na Companhia Saneamento de Goiás S/A (Saneago) e por meio de consultas às vigilâncias sanitárias das secretarias municipais de saúde.

O estudo foi realizado em áreas urbanas dos dois municípios mais populosos, que concentram cerca de um terço da população total do estado de Goiás: a capital Goiânia (1.437.366 habitantes) e Aparecida de Goiânia (527.796 habitantes), localizada na região metropolitana²⁷. Em ambos, a fluoretação teve início em novembro de 1985. Em 2024, Goiânia era abastecida pelos sistemas de abastecimento que captam água do rio Meia Ponte e do Ribeirão João Leite e possuía três ETAs: Meia Ponte, Mauro Borges e Jaime Câmara²⁶. Aparecida de Goiânia era abastecida por um sistema local, com água tratada na ETA Lages, que capta água do Ribeirão Lages. Além disso, o município também recebia água proveniente das ETAs de Goiânia²⁶. A Saneago era a empresa responsável pelo saneamento básico nos municípios pesquisados e realizava ações de controle da qualidade da água, incluindo leituras diárias de fluoreto na saída das ETAs.

A metodologia de amostragem e coleta das amostras de água foi baseada no projeto da pesquisa multicêntrica “Cobertura e Vigilância da Fluoretação da Água de Abastecimento Público no Brasil (Projeto Vigifluor)”, realizada em 2014 pelo Cecol/USP^{11,28,29}. Com a finalidade de estimular a efetivação da vigilância nos municípios pesquisados, as respectivas coordenações locais do Vigiagua foram convidadas a participar do planejamento e da execução do estudo. O contato inicial foi organizado pela Gerência de Vigilância em Saúde Ambiental e Saúde do Trabalhador da Superintendência de Vigilância em Saúde da Secretaria de Estado da Saúde de Goiás. O município de Aparecida de Goiânia concordou em participar.

Em cada município, foram realizadas coletas mensais de amostras de água por cinco meses consecutivos (agosto a dezembro/2024). Em Goiânia, as coletas foram realizadas pela equipe do projeto de pesquisa, enquanto em Aparecida de Goiânia houve a participação da coordenação municipal do Vigiagua. O plano de amostragem foi definido com base nas ETAs existentes em cada município que pudessem representar o teor de fluoreto na água de abastecimento em função do tratamento realizado em cada ETA. Não foram incluídos sistemas de abastecimento com água

de captação subterrânea ou ainda por soluções alternativas coletivas (SAC) não fluoretados. A **Figura 1** mostra as ETAs e respectivos pontos de coleta em cada município.

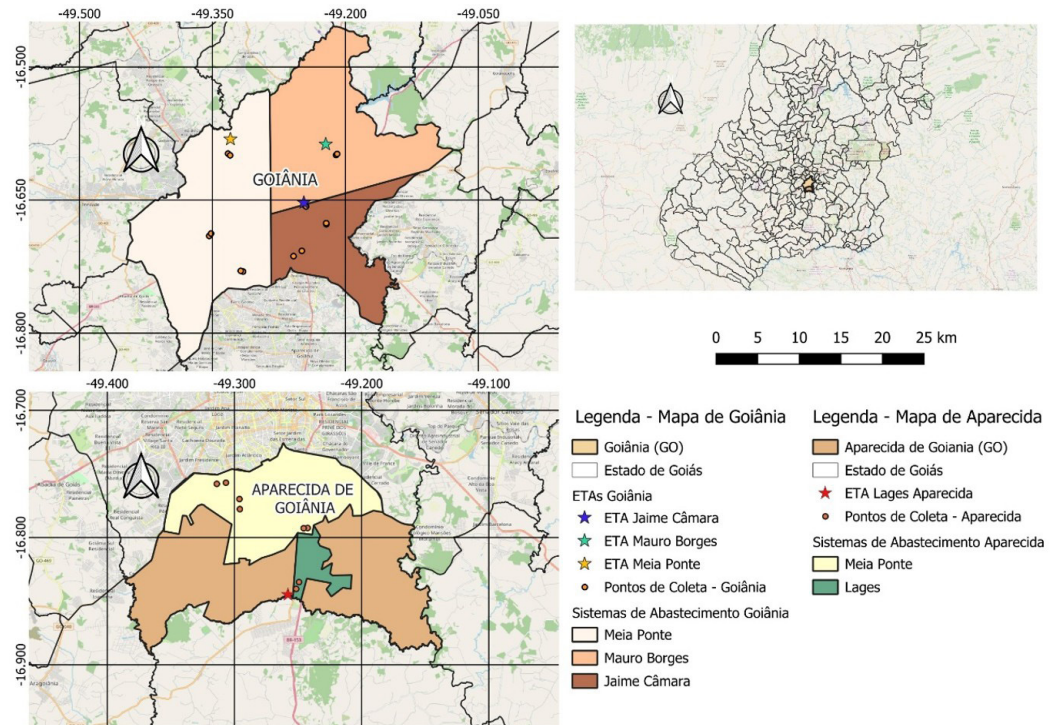


Figura 1. Mapas dos municípios de Goiânia e Aparecida de Goiânia (GO), com as respectivas estações de tratamento de água (ETA) e os pontos de coleta de amostras de água, 2024.

As amostras foram coletadas mensalmente em quatro pontos localizados na rede de abastecimento com água proveniente de cada ETA existente, sendo duas amostras principais, complementadas por outras duas amostras de controle, uma para cada amostra principal. Essas amostras foram consideradas minimamente necessárias e representativas do fluoreto fornecido à população por meio da água de abastecimento público do município²⁸.

Em Goiânia, o plano de amostragem foi ajustado a partir de setembro para contemplar as sete regiões do município: Centro, Sul, Leste, Norte, Oeste, Noroeste e Sudoeste. Assim, foram acrescentados dois pontos de coleta localizados na região Oeste, totalizando seis amostras mensais na ETA Meia Ponte e quatro nas demais. A partir desses procedimentos, foram coletadas 68 amostras em Goiânia, sendo 12 em agosto e 14 por mês de setembro a dezembro. Uma das amostras de outubro foi perdida antes da análise laboratorial, resultando em 67 amostras analisadas.

Já em Aparecida de Goiânia, as amostras de água eram provenientes das ETAs Lages e Meia Ponte. Foram coletadas e analisadas 40 amostras, sendo oito por mês (quatro em cada sistema) nos cinco meses de pesquisa.

Nos dois municípios, os pontos de coleta das amostras de água foram unidades públicas da área da educação (escolas e CMEIs) e da saúde (unidades básicas de saúde do SUS). Os dois pontos de coleta das amostras principais foram um ponto da rede mais próximo da saída da ETA, denominado ponto A, e um ponto da rede mais distante da ETA, denominado ponto B. Os dois pontos de coleta de amostras de controle foram localizados nas proximidades de cada ponto de coleta de amostra principal, denominados ponto A' (mais próximo) e ponto B' (mais distante).

Dois pontos de coleta, um em cada município, foram alterados a partir do segundo mês de coleta (setembro), devido à dificuldade de acesso aos locais. Nos demais pontos não houve alteração, mantendo-se fixos durante toda a pesquisa. Em cada mês, as coletas foram realizadas

no mesmo dia (somente dias úteis), escolhido aleatoriamente. Em cada endereço, coletou-se água da primeira torneira logo após o hidrômetro (cavalete), por ser próxima à rede de distribuição. Por meio desse procedimento, evitou-se a possível influência de fatores ligados ao reservatório da edificação.

Para a coleta das amostras de água, foram utilizados frascos plásticos com tampa de pressão natural. Após a abertura da torneira e o escoamento de água por cerca de dois minutos, o frasco foi enxaguado três vezes e, em seguida, preenchido com água a ser analisada. Todas as amostras foram encaminhadas ao Laboratório de Análises de Águas (LANA) da Escola de Engenharia Civil e Ambiental da Universidade Federal de Goiás, onde foram analisadas. A análise da concentração de íon fluoreto nas amostras foi realizada por meio do método eletrométrico, que usa eletrodo específico para o flúor acoplado ao potenciômetro previamente calibrado. O tampão utilizado foi o TISAB II (tampão acetato 1 M, pH 5,0, contendo CDTA a 0,4% e NaCl 1 M).

Os resultados obtidos foram anotados, inseridos em planilha eletrônica e analisados por meio de estatística descritiva. Os laudos, contendo os dados brutos, foram enviados às vigilâncias sanitárias do estado de Goiás e dos municípios pesquisados. Para este estudo, foram calculados os valores mínimo e máximo, além das médias (desvio padrão) mensais dos teores encontrados em cada ETA. A interpretação dos teores de fluoreto encontrados nas análises foi baseada em dois critérios: os parâmetros do Ministério da Saúde¹² e a classificação proposta pelo consenso técnico do Cocol/USP¹⁵. Não há legislação específica sobre essa questão em Goiás nos âmbitos estadual e municipal.

De acordo com o Anexo XXI da Portaria de Consolidação nº 5 do Ministério da Saúde¹², pode haver variação na quantidade de fluoreto de acordo com a região geográfica, devido à variação de temperatura média anual. Assim, em Goiás, com temperaturas entre 26,4 e 32,5°C, deve-se considerar como adequada a faixa de concentração de fluoreto entre 0,6 e 0,8 partes por milhão (ppm) ou mg F/L. O Anexo XX da referida Portaria estabelece ainda que a dosagem máxima de flúor na água, denominada 'valor máximo permitido' (VMP) deve ser igual a 1,5 mg F/L. Contudo, esse parâmetro deve ser aplicado em casos de ocorrência natural de fluoreto na água.

A classificação do Cocol/USP¹⁵ considera simultaneamente o benefício preventivo da cárie dentária e o risco de fluorose, propondo-se seis faixas de concentração para localidades com temperaturas entre 26,4 e 32,5°C, sendo a mais adequada entre 0,55 e 0,84 mg F/L. Esse critério busca ampliar a interpretação e atribuir significado aos valores obtidos nas mensurações dos teores de fluoreto, indo além da classificação dicotômica em teor adequado/inadequado da norma governamental.

RESULTADO

A Tabela 1 apresenta os resultados da análise laboratorial das amostras de água dos dois municípios pesquisados de agosto a dezembro de 2024. Em Goiânia, os teores mensais de fluoreto do total das amostras de água variaram de 0,46 a 0,98 mg F/L, com média = 0,74 mg F/L (dp=0,11). A água da ETA 3 apresentou a média dos cinco meses mais elevada (0,82 mg F/L; dp=0,12), seguida da água da ETA 1 (0,74 mg F/L; dp=0,07) e da água da ETA 2 (0,66 mg F/L; dp=0,10). A variação mais acentuada no período analisado ocorreu na água tratada pela ETA 2 (0,46 a 0,82 mg F/L).

No município de Aparecida de Goiânia, os teores mensais variaram de 0,44 a 0,97 mg F/L, com média de 0,69 mg F/L (dp=0,10). Nas águas das ETAs 1 e 2, as médias dos cinco meses foram 0,77 mg F/L (dp=0,06) e 0,61 mg F/L (dp=0,07), respectivamente. A variação mais acentuada ocorreu na água proveniente da ETA 2 (0,44 a 0,78 mg F/L).

No total das amostras de água em Goiânia, 68,6% se mostraram adequadas (0,60 a 0,80 mg F/L), enquanto 9,0% estavam abaixo e 22,4% acima dos teores recomendados pelo Ministério da

Saúde¹² (Tabela 2). De acordo com os critérios do Cocol/USP¹⁵, 97% estavam dentro das faixas com o potencial de promover benefício máximo para a prevenção da cárie (Tabela 3). A melhor combinação benefício-risco, com máximo benefício para a cárie e baixo risco para fluorose, foi verificada em 83,6% das amostras de água analisadas. Nenhuma amostra apresentou teor de fluoreto com potencial insignificante para cárie e fluorose. A água tratada na ETA 1 apresentou maior percentual de amostras nas categorias consideradas adequadas de acordo com os dois critérios empregados Tabelas 2 e 3).

Tabela 1. Teores de fluoreto (mg/L) nas amostras de água de acordo com as estações de tratamento de água (ETAs) e os meses de coleta. Municípios de Goiânia e Aparecida de Goiânia, Goiás, 2024

Mês (número de amostras)	Goiânia*							
	ETA 1 (n=28)		ETA 2 (n=20)		ETA 3 (n=19)		Total (n=67)	
	Mínimo-máximo	Média (dp)	Mínimo-máximo	Média (dp)	Mínimo-máximo	Média (dp)	Mínimo-máximo	Média (dp)
Ago (n=12)	0,74-0,76	0,75 (0,01)	0,70-0,82	0,76 (0,06)	0,89-0,98	0,94 (0,05)	0,70-0,97	0,81 (0,10)
Set (n=14)	0,75-0,89	0,82 (0,05)	0,46-0,65	0,54 (0,08)	0,96-0,98	0,97 (0,01)	0,46-0,98	0,78 (0,18)
Out (n=14)	0,76-0,84	0,80 (0,04)	0,59-0,74	0,65 (0,06)	0,67-0,79	0,75 (0,05)	0,59-0,84	0,74 (0,08)
Nov (n=13)	0,64-0,73	0,69 (0,04)	0,58-0,62	0,60 (0,02)	0,64-0,74	0,68 (0,06)	0,58-0,74	0,66 (0,06)
Dez (n=14)	0,60-0,75	0,67 (0,06)	0,69-0,78	0,74 (0,04)	0,73-0,78	0,75 (0,03)	0,60-0,78	0,71 (0,06)
Total (n=67)	0,60-0,89	0,74 (0,07)	0,46-0,82	0,66 (0,10)	0,64-0,98	0,82 (0,12)	0,46-0,98	0,74 (0,11)
Aparecida de Goiânia**								
	ETA 1 (n=20)		ETA 2 (n=20)		Total (n=40)			
Ago (n=8)	0,76-0,97	0,84 (0,09)	0,60-0,65	0,63 (0,02)			0,60-0,97	0,73 (0,13)
Set (n=8)	0,73-0,83	0,80 (0,05)	0,44-0,78	0,60 (0,14)			0,44-0,83	0,70 (0,15)
Out (n=8)	0,70-0,80	0,74 (0,04)	0,48-0,67	0,58 (0,08)			0,48-0,80	0,66 (0,11)
Nov (n=8)	0,70-0,75	0,73 (0,02)	0,62-0,65	0,63 (0,01)			0,62-0,75	0,68 (0,06)
Dez (n=8)	0,68-0,75	0,73 (0,03)	0,62-0,65	0,64 (0,01)			0,62-0,75	0,68 (0,05)
Total (n=40)	0,68-0,97	0,77 (0,06)	0,44-0,78	0,61 (0,07)			0,44-0,97	0,69 (0,10)

*ETA 1 – Meia Ponte, ETA 2 – Mauro Borges e ETA 3 – Jaime Câmara. **ETA 1 – Meia Ponte, ETA 2 – Lages.

Em Aparecida de Goiânia, 77,5% das amostras de água se mostraram adequadas (0,60 a 0,80), enquanto 10,0% estavam abaixo e 12,5% acima dos teores recomendados pelo Ministério da Saúde¹² (Tabela 2). A água tratada pela ETA 1 apresentou maior percentual de amostras na categoria considerada adequada. Aplicando-se o critério do Cocol/USP¹⁵, 92,5% das amostras estavam dentro das faixas com o potencial de promover benefício máximo para a prevenção da cárie (Tabela 3). A melhor combinação, com máximo benefício para a cárie e baixo risco para fluorose, foi verificada em 90,0% das amostras de água analisadas. Apenas uma amostra apresentou teor de fluoreto com potencial insignificante para cárie e fluorose. A ETA 2 apresentou maior percentual de amostras na categoria considerada como a melhor combinação.

De forma geral, todas as ETAs analisadas apresentaram alguma amostra com teores inadequados de acordo com os dois critérios empregados. Nenhuma teve teores acima do VMP (1,5 mg F/L)¹² (Tabela 2) ou nas faixas com benefício questionável/risco alto e malefício/risco muito alto¹⁵ (Tabela 3).

Tabela 2. Classificação do teor de fluoreto nas amostras de água de acordo com as recomendações do Ministério da Saúde. Municípios de Goiânia e Aparecida de Goiânia, Goiás, 2024

Teor de fluoreto (mg/L) ^a	Interpretação	Goiânia**				Aparecida de Goiânia***		
		ETA 1 n (%)	ETA 2 n (%)	ETA 3 n (%)	Total n (%)	ETA 1 n (%)	ETA 2 n (%)	Total n (%)
< 0,60	Abaixo	-	6 (30,0)	-	6 (9,0)	-	4 (20,0)	4 (10,0)
0,60 a 0,80	Adequado	22 (78,6)	13 (65,0)	11 (57,9)	46 (68,6)	15 (75,0)	16 (80,0)	31 (77,5)
> 0,80	Acima	6 (21,4)	1 (5,0)	8 (42,1)	15 (22,4)	5 (25,0)	-	5 (12,5)
Total de amostras		28 (100,0)	20 (100,0)	19 (100,0)	67 (100,0)	20 (100,0)	20 (100,0)	40

* Fonte: Anexo 1 do Anexo XXI da Portaria de Consolidação N.5, de 28/09/2017¹². Localidades com médias das temperaturas máximas diárias do ar entre 26,4°C e 32,5°C. **ETA 1 – Meia Ponte, ETA 2 – Mauro Borges e ETA 3 – Jaime Câmara. *** ETA 1 – Meia Ponte, ETA 2 – Lages.

Tabela 3. Classificação do teor de fluoreto nas amostras de água de acordo com o consenso técnico do Centro Colaborador do Ministério da Saúde em Vigilância da Saúde Bucal da Universidade de São Paulo. Municípios de Goiânia e Aparecida de Goiânia, Goiás, 2024

Teor de fluoreto (mg/L) ^a	Benefício (prevenção da cárie)/risco (fluorose dentária)	Goiânia***				Aparecida de Goiânia****		
		ETA 1 n (%)	ETA 2 n (%)	ETA 3 n (%)	Total n (%)	ETA 1 n (%)	ETA 2 n (%)	Total n (%)
0,00 a 0,44	Insignificante/insignificante	-	-	-	-	-	1 (5,0)	1 (2,5)
0,45 a 0,54	Mínimo/baixo	-	2 (10,0)	-	2 (3,0)	-	2 (10,0)	2 (5,0)
0,55 a 0,84**	Máximo/baixo	27 (96,4)	18 (90,0)	11 (57,9)	56 (83,6)	19 (95,0)	17 (85,0)	36 (90,0)
0,85 a 1,14	Máximo/moderado	1 (3,6)	-	8 (42,1)	9 (13,4)	1 (5,0)	-	1 (2,5)
1,15 a 1,44	Questionável/alto	-	-	-	-	-	-	-
1,45 ou mais	Malefício/muito alto	-	-	-	-	-	-	-
Total de amostras		28 (100,0)	20 (100,0)	19 (100,0)	67 (100,0)	20 (100,0)	20 (100,0)	40 (100,0)

*Localidades com médias das temperaturas máximas anuais entre 26,3°C e 32,5°C¹⁵. **Melhor combinação benefício-risco. ***ETA 1 – Meia Ponte, ETA 2 – Mauro Borges e ETA 3 – Jaime Câmara. **** ETA 1 – Meia Ponte, ETA 2 – Lages.

DISCUSSÃO

Com base em amostras analisadas em 2024, este estudo buscou avaliar o nível de adequação dos teores de fluoreto para a prevenção da cárie e da fluorose na água de abastecimento em áreas urbanas dos dois municípios de maior porte populacional de Goiás. De acordo com os dois

critérios utilizados, o teor de fluoreto detectado na maior parte das amostras estava dentro dos limites preconizados.

Entretanto, a existência de amostras de água com teores de fluoreto fora dos limites exigidos pelo Ministério da Saúde¹² tem implicações que devem ser consideradas na interpretação dos resultados. Houve um percentual considerável de amostras com teores de fluoreto acima dos recomendados em Goiânia (22,4%) e Aparecida de Goiânia (12,5%), os quais poderiam contribuir para a ocorrência de fluorose, considerando-se a exposição simultânea a diversas fontes de flúor, tanto por uso sistêmico quanto tópico. Encontrou-se também a oferta deficiente de fluoreto, variando de 9,0% a 10,0% das amostras, podendo assim comprometer sua efetividade na prevenção da cárie. Há ainda implicações econômicas nesse caso, considerando o custo do íon fluoreto adicionado durante o tratamento da água e a ausência do efeito esperado na saúde bucal da população.

Ao se aplicar o critério do consenso técnico do Cocol/USP¹⁵, a situação foi mais favorável, visto que as faixas de concentração permitem uma avaliação mais detalhada e criteriosa. Houve alta prevalência de amostras dentro das faixas com o potencial de promover benefício máximo para a prevenção da cárie nos dois municípios. Ainda, não foram detectadas amostras com benefício questionável para cárie/risco alto de fluorose ou malefício para cárie/risco muito alto de fluorose.

A existência de amostras fora dos limites estabelecidos indica a necessidade de monitoramento para se verificarem suas implicações na população dos municípios pesquisados. É importante destacar que variações esporádicas dos teores de fluoreto na água, abaixo ou acima da faixa de melhor combinação de benefícios e riscos, podem não comprometer o benefício preventivo global no período analisado¹⁵. Como parte das ações de vigilância, cabe às secretarias municipais de saúde notificarem os gestores das empresas para que tomem as devidas providências, a fim de que os benefícios da fluoretação sejam plenamente obtidos e seus riscos controlados.

Estudos anteriores em ETAs de Goiânia revelaram percentuais de amostras com teores adequados de fluoreto, variando de 40,6% das 249 amostras analisadas em 2012-2013²³ a 100% de quatro amostras em 2018-2019²⁵. A situação do município de Aparecida de Goiânia não era conhecida. Os resultados deste estudo mostram um cenário mais favorável quando comparado aos de outros municípios brasileiros, sendo a maioria da região Sudeste²⁰. As comparações, entretanto, devem ser realizadas com cautela, devido à diversidade de metodologias empregadas desde o planejamento amostral até a análise dos dados.

Este estudo se destaca por investigar os dois municípios mais populosos de Goiás, os quais concentram um terço da população do estado e não realizavam a vigilância do fluoreto de forma sistemática. Ressalta-se que se trata da primeira investigação documentada em Aparecida de Goiânia. Outro ponto forte é a metodologia empregada no plano amostral e na coleta dos dados, que tem sido amplamente utilizada no país^{11,28,29}, possibilitando abranger a água proveniente das ETAs dos dois municípios e todas as regiões de Goiânia, com alta cobertura populacional. Além disso, foram utilizados dois critérios para a classificação dos níveis de fluoreto.

Já em termos das limitações do estudo, destaca-se o tempo de observação de cinco meses, que não permitiu a análise dos teores de fluoreto em todas as estações do ano. Ademais, o desenho transversal do estudo proporciona dados pontuais, referentes ao momento da coleta dos dados, assim como a maioria dos estudos anteriores em outras regiões brasileiras. A vigilância da fluoretação requer monitoramento sistemático e contínuo, seguindo a metodologia estabelecida nas normas governamentais, as quais definem o número de amostras e os pontos de coleta, e sua inserção regular no Sisagua^{10,12}.

Os resultados laboratoriais indicaram que a maior parte das amostras apresentou teores de fluoreto dentro das faixas consideradas adequadas. Entretanto, a interpretação desses achados deve considerar o contexto institucional em que foram produzidos. Diferentemente de sistemas com vigilância contínua, nos quais dados seriados permitem avaliar tendências, estabilidade

operacional e correções tempestivas, os municípios estudados não dispunham de histórico regular de monitoramento registrado no Sisagua. Dessa forma, os resultados aqui apresentados representam um retrato pontual, não substituindo a necessidade de acompanhamento permanente.

A ausência de registros sistemáticos configura uma fragilidade crítica. Em programas de fluoretação, pequenas variações operacionais podem levar rapidamente a concentrações subótimas ou excessivas. Sem vigilância rotineira, tais desvios podem persistir por longos períodos sem detecção, comprometendo tanto a efetividade preventiva quanto a segurança da intervenção. Assim, mesmo a predominância de amostras adequadas observada neste estudo não deve ser interpretada como garantia de qualidade contínua, mas sim como evidência circunstancial.

Além disso, a inexistência de dados oficiais impede análises comparativas, planejamento de ações corretivas e transparência para a população. O Sisagua foi concebido como instrumento estratégico de gestão, permitindo integrar informações de controle e vigilância em escala nacional. Quando municípios deixam de alimentar o sistema, as políticas públicas são implementadas sem evidência sistemática de conformidade. Essa situação pode ampliar desigualdades territoriais, já que localidades com maior capacidade técnica tendem a manter monitoramento regular, enquanto outras permanecem sem acompanhamento^{11,16}.

Nesse contexto, este estudo atuou como forma de heterocontrole, suprimindo temporariamente a ausência de vigilância institucional. No âmbito das universidades e centros de pesquisa, estudos dessa natureza constituem importantes estratégias que auxiliam na vigilância da fluoretação³⁰. Entretanto, possuem caráter complementar e não substituem a responsabilidade legal das secretarias municipais de saúde. A dependência exclusiva de pesquisas acadêmicas para monitorar um parâmetro obrigatório evidencia a necessidade de fortalecimento estrutural das vigilâncias locais, com provisão de laboratórios, insumos, capacitação técnica e rotinas padronizadas de coleta e registro.

Portanto, mais do que descrever concentrações de fluoreto, os achados reforçam um problema organizacional: a fragilidade do sistema de informação e monitoramento. A garantia do benefício coletivo da fluoretação depende menos de medições ocasionais e mais da consolidação de um processo contínuo, institucionalizado e transparente de vigilância. Assim, os achados deste estudo podem contribuir para impulsionar a realização da vigilância da fluoretação pelas secretarias municipais de saúde de Goiânia e de Aparecida de Goiânia, bem como dos demais municípios de Goiás. Recomenda-se que sejam conduzidos estudos em municípios de menor porte populacional. Ademais, estudos epidemiológicos periódicos sobre a condição de cárie e de fluorose são necessários para se avaliarem os efeitos da fluoretação. Ainda, este estudo pode ser útil para compor o quadro nacional acerca da vigilância da fluoretação no país e elucidar possíveis desigualdades regionais em uma análise comparativa mais ampla.

CONCLUSÃO

Nos municípios de Goiânia e Aparecida de Goiânia, a maior parte das amostras de água pesquisadas se encontrava em conformidade com a legislação vigente, com o potencial de proporcionar máximo benefício para prevenção da cárie e baixo risco de fluorose na população. A inexistência de ações de vigilância do fluoreto configura uma fragilidade estrutural dos serviços municipais de saúde, indicando a necessidade de se cumprir com o que está previsto nas normas governamentais.

CONTRIBUIÇÕES DOS AUTORES

Maria do Carmo Matias Freire: contribuiu para a concepção e delineamento do estudo, aquisição de financiamento, coleta dos dados, interpretação dos resultados, redação e revisão crítica do conteúdo do manuscrito. Ingrid Karoline Neres Dias: colaborou com a coleta dos dados, análise laboratorial, interpretação dos resultados e revisão crítica do artigo. Paulo Sérgio Scalize:

colaborou com o delineamento do estudo, análise laboratorial, interpretação dos resultados e revisão crítica do artigo. Todos os autores aprovaram a versão final do manuscrito e são responsáveis por todos os seus aspectos, incluindo a garantia de sua precisão e integridade.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos a colaboração da Coordenadoria de Vigilância Sanitária da Secretaria Municipal de Saúde de Aparecida de Goiânia, Goiás, na etapa de coleta de amostras de água para análise neste estudo.

FINANCIAMENTO

O projeto recebeu financiamento da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Goiás (FAPEG), Chamada Pública 03/2022 – Programa de Auxílio à Pesquisa Científica e Tecnológica.

MCM Freire recebeu Bolsa de Produtividade em Pesquisa (PQ-2) do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), Chamada 04/2021.

Apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), código de financiamento 001.

REFERÊNCIAS

1. World Health Organization – WHO. Global strategy and action plan on oral health 2023–2030. Geneva: WHO; 2024.
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. Rugg-Gunn AJ, Do L. Effectiveness of water fluoridation in caries prevention. *Community Dent Oral Epidemiol*. 2012 Oct;40(Suppl. 2):55-64. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0528.2012.00721.x>. PMID:22998306.
4. Centers for Disease Control and Prevention – CDC. Statement on the evidence supporting the safety and effectiveness of community water fluoridation [Internet]. Atlanta: CDC; 2024 [cited 2025 Oct 14]. Available from: <http://www.cdc.gov/fluoridation/about/statement-on-the-evidence-supporting-the-safety-and-effectiveness-of-community-water-fluoridation.html>
5. Nascimento CFD, Gindri LADS, Oliveira MN, Paranhos LR, Hugo FN. Water fluoridation and dental caries prevention globally: a systematic review and meta-analysis. *JDR Clin Trans Res*. 2026 Apr;11(2):107-16. <https://doi.org/10.1177/23800844251342804>. PMID:40574418.
6. Belotti L, Frazão P. Effectiveness of water fluoridation in an upper-middle-income country: a systematic review and meta-analysis. *Int J Paediatr Dent*. 2022 Jul;32(4):503-13. <https://doi.org/10.1111/ipd.12928>. PMID:34564916.
7. Brasil. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Atenção Básica. Guia de recomendações para o uso de fluoretos no Brasil. Brasília: Ministério da Saúde; 2009. 56 p. (Série A. Normas e Manuais Técnicos).
8. Cury JA. Cariologia & fluoretos em odontologia: da pediatria à geriatria. São Paulo: Santos Publicações; 2024. p. 117-32.

9. Mullen J, and the European Association for Paediatric Dentistry. History of water fluoridation. *Br Dent J*. 2005;199(Suppl. 7):1-4. <https://doi.org/10.1038/sj.bdj.4812863>. PMID:16215546.
10. Brasil. Casa Civil. Decreto nº 5.440 de 5 de maio de 2005. Estabelece definições e procedimentos sobre o controle de qualidade da água de sistemas de abastecimento e institui mecanismos e instrumentos para divulgação de informação ao consumidor sobre a qualidade da água para consumo humano. Diário Oficial da União [Internet]. Brasília, 5 mai. 2005 [cited 2025 Oct 14]. Available from: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2004-006/2005/Decreto/D5440.html.
11. Frazão P, Narvai PC. Cobertura e vigilância da fluoretação da água no Brasil: municípios com mais de 50 mil habitantes [Internet]. São Paulo: Universidade de São Paulo; 2017 [cited 2025 Nov 19]. Available from: <https://www.livrosabertos.abcd.usp.br/portaldelivrosUSP/catalog/book/www.livrosabertos.abcd.usp.br/portaldelivrosUSP/catalog/book/181>.
12. Brasil. Ministério da Saúde. Portaria de Consolidação nº 5, de 28 de setembro de 2017. Consolidação das normas sobre as ações e os serviços de saúde do Sistema Único de Saúde. Anexo XX. Do Controle e da Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano e seu Padrão de Potabilidade. Diário Oficial da União. Brasília, 28 set. 2017. (PRT MS/GM 2914/2011).
13. Brasil. Ministério da Saúde. Portaria nº 888, de 04 de maio de 2021. Altera o Anexo XX da Portaria de Consolidação GM/MS nº 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 da União. Brasília, 7 mai. 2021; Seção 1.
14. Brasil. Ministério da Saúde. Portaria nº 635, de 25 de dezembro de 1975. Aprova normas e padrões sobre a fluoretação da água de sistemas públicos de abastecimento. Diário Oficial da União. Brasília, 26 dez. 1975; Seção 1.
15. Brasil. Centro Colaborador do Ministério da Saúde em Vigilância da Saúde Bucal. Consenso técnico sobre classificação das águas de abastecimento segundo o teor de flúor. São Paulo: Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo; 2011.
16. 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. *Vigilância Sanitária em Debate*. 2023;11:e02149. <https://doi.org/10.22239/2317-269x.02149>.
17. Pinheiro HHC, Freire MCM, Bomfim RA, Ely HC, Frazão P. Cobertura e vigilância da fluoretação das águas nos municípios com mais de 50 mil habitantes na região Centro-Oeste. In: Frazão P, Narvai PC, editors. Cobertura e vigilância da fluoretação da água no Brasil: municípios com mais de 50 mil habitantes [Internet]. São Paulo: Universidade de São Paulo; 2017 [cited 2025 Nov 19]. Available from: <https://www.livrosabertos.abcd.usp.br/portaldelivrosUSP/catalog/book/www.livrosabertos.abcd.usp.br/portaldelivrosUSP/catalog/book/181>.
18. Cesa K, Abegg C, Aerts D. A vigilância da fluoretação de águas nas capitais brasileiras. *Epidemiol Serv Saude*. 2011;20(4):547-55. <https://doi.org/10.5123/S1679-49742011000400014>.
19. 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 Dez;11(4):972-88. <https://doi.org/10.4136/ambi-agua.1929>.
20. 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 Aug;21(1):410. <https://doi.org/10.1186/s12903-021-01754-2>. PMID:34412623.
21. Bellé BLL, Lacerda VR, De Carli AD, Zafalon EJ, Pereira PZ. Análise da fluoretação da água de abastecimento público da zona urbana do município de Campo Grande (MS). *Cien Saude Colet*. 2009 Ago;14(4):1261-6. <https://doi.org/10.1590/S1413-81232009000400032>. PMID:19721966.
22. Scalize PS, Pinheiro RVN, Ruggeri HC Jr, Albuquerque A, Lobón GS, Arruda PN. Heterocontrole da fluoretação da água de abastecimento público em cidades do estado de Goiás. *Cien Saude Colet*. 2018 Nov;23(11):3849-60. <https://doi.org/10.1590/1413-812320182311.24712016>. PMID:30427455.

23. Fernandes NC, Scalize PS. Comparação entre dois métodos para determinação da qualidade da água tratada. *Ciênc Eng.* 2015 Jul;24(2):85-93.
24. Martorell LB. Avaliação da concentração de fluoreto em água de abastecimento de centros municipais de educação infantil: um estudo exploratório. *Sci Investig Dent.* 2018;23(1):2-6. <https://doi.org/10.29232/2317-2835.2018v23i1.p2-6>.
25. Ferreira PR, Silva NJ Jr. Análise da fluoretação da água de abastecimento público do município de Goiânia: relevância socioambiental. *EVS.* 2020;47(1):e7696. <https://doi.org/10.18224/evs.v47i1.7696>.
26. Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico – ANA. Atlas águas: segurança hídrica do abastecimento urbano [Internet]. Brasília: ANA; 2021 [cited 2025 Nov 19]. Available from: <https://www.ana.gov.br>.
27. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. Censo demográfico 2022: População e domicílios: Primeiros resultados [Internet]. Rio de Janeiro: IBGE; 2023 [cited 2025 Nov 19]. Available from: <https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=2102011>.
28. Ely HC, Frazão P, Faquim J, Neves M, Cury JA, Narvai PC. Guia de amostragem para vigilância da concentração do fluoreto na água de abastecimento público. In: Frazão P, Narvai PC, editors. Cobertura e vigilância da fluoretação da água no Brasil: municípios com mais de 50 mil habitantes [Internet]. São Paulo: Universidade de São Paulo; 2017 [cited 2025 Nov 19]. Available from: <https://www.livrosabertos.abcd.usp.br/portaldelivrosUSP/catalog/book/www.livrosabertos.abcd.usp.br/portaldelivrosUSP/catalog/book/181>.
29. Cury JA, Tabchoury C, Tenuta L, Narvai PC, Frazão P. Protocolo de coleta e análise da amostra de água para o fluoreto. In: Frazão P, Narvai PC, editors. Cobertura e vigilância da fluoretação da água no Brasil: municípios com mais de 50 mil habitantes [Internet]. São Paulo: Universidade de São Paulo; 2017 [cited 2025 Nov 19]. Available from: <https://www.livrosabertos.abcd.usp.br/portaldelivrosUSP/catalog/book/www.livrosabertos.abcd.usp.br/portaldelivrosUSP/catalog/book/181>.
30. Moimaz SAS, Santos LFP, Saliba TA, Saliba NA, Saliba O. Vigilância em saúde: fluoretação das águas de abastecimento público em 40 municípios do estado de São Paulo, Brasil. *Cien Saude Colet.* 2020 Jul;25(7):2653-62. <https://doi.org/10.1590/1413-81232020257.03972018>. PMID:32667548.

CONFLITO DE INTERESSES

Os autores declaram não haver conflito de interesses relacionado a este estudo.

DISPONIBILIDADE DE DADOS

Dados estão disponíveis sob demanda dos pareceristas.

*AUTOR PARA CORRESPONDÊNCIA

Maria do Carmo Matias Freire, UFG – Universidade Federal de Goiás, Faculdade de Odontologia, Av. Universitária, esquina com a 1ª Avenida, s/n, no Setor Universitário, 74605-220 Goiânia - GO, Brasil, e-mail: mcmfreire@yahoo.com.br

Recebido: Fevereiro 9, 2026

Aprovado: Março 17, 2026

Editado por

Editor: Lia Borges Custódio