

FLUORETAÇÃO DAS ÁGUAS E A ODONTOLOGIA: O HISTÓRICO DA DESCOBERTA QUE MUDOU A PREVENÇÃO EM SAÚDE BUCAL

WATER FLUORIDATION AND DENTISTRY: THE HISTORY OF THE DISCOVERY THAT CHANGED ORAL HEALTH PREVENTION

FLUORURACIÓN DEL AGUA Y LA ODONTOLOGÍA: LA HISTORIA DEL DESCUBRIMIENTO QUE CAMBIÓ LA PREVENCIÓN EN SALUD BUCAL

Luis Felipe Pupim dos Santos

Docente de Odontologia na Universidade Brasil, Fernandópolis- Brasil

E-mail: luis.santos@ub.edu.br

Caio Vinicius Lourenço Debortoli

Docente de Odontologia na Universidade Brasil, Fernandópolis- Brasil

E-mail: caio.debortoli@ub.edu.br

Luciana Estevam Simonato

Docente de Odontologia na Universidade Brasil, Fernandópolis- Brasil

E-mail: luciana.simonato@ub.edu.br

Tiago Pupim dos Santos

Mestrando em Manejo do Solo e Conservação da Água, UNESP Ilha Solteira- Brasil

E-mail: tiago.pupim@ubesp.br

Danielly Marcatto Azevedo

Docente de Odontologia na Universidade Brasil, Fernandópolis- Brasil

E-mail: danimarcatto@hotmail.com

Daniella Filié Cantieri Debortoli

Docente de Odontologia na Universidade Brasil, Fernandópolis- Brasil

E-mail: daniella.debortoli@ub.edu.br

Samuel Lucas Fernandes

Docente de Odontologia na Universidade Brasil, Fernandópolis- Brasil

E-mail: samuel.fernandes@ub.edu.br

José Antonio Santos Souza

Docente de Odontologia na Universidade Brasil, Fernandópolis-Brasil

E-mail: samuel.fernandes@ub.edu.br

Resumo

A fluoretação das águas de abastecimento público constitui uma das mais importantes estratégias coletivas de prevenção da cárie dentária em saúde pública. O presente estudo teve como objetivo analisar a construção histórica, científica e sanitária que levou à identificação das propriedades preventivas do flúor, sua incorporação como tecnologia de saúde coletiva e o processo de implantação do método no Brasil. Trata-se de estudo histórico-narrativo e documental, baseado em revisão narrativa da literatura científica, documentos normativos e publicações institucionais nacionais e internacionais. Os achados demonstram que a fluoretação não surgiu de uma busca direta por um agente anticariogênico, mas da interpretação progressiva de um efeito adverso, a fluorose dentária, observada em populações expostas a altos teores naturais de flúor na água. A partir de investigações epidemiológicas populacionais, estabeleceu-se uma relação dose-resposta que permitiu transformar um fenômeno patológico em intervenção preventiva segura e eficaz. No Brasil, a adoção ocorreu de forma lenta e heterogênea, condicionada por limitações institucionais, sanitárias e estruturais, sendo ampliada apenas com a consolidação de políticas públicas e do Sistema Único de Saúde. Observa-se, paralelamente, expressiva redução dos índices de cárie dentária ao longo das décadas, associada a um conjunto de ações preventivas, entre as quais a fluoretação mantém papel estratégico por seu caráter universal e equitativo. Conclui-se que a fluoretação das águas representa não apenas uma tecnologia preventiva, mas um exemplo paradigmático de transformação do conhecimento clínico em política pública de alcance populacional, dependente de vigilância contínua e compromisso estatal para sua sustentabilidade.

Palavras-chave: Fluoretação; Saúde Pública; Odontologia.

Abstract

Water fluoridation is one of the most important collective strategies for dental caries prevention in public health. This study aimed to analyze the historical, scientific and sanitary construction that led to the identification of fluoride's preventive properties, its incorporation as a population-based health technology, and the process of implementation in Brazil. This is a historical-narrative and documentary study based on a narrative review of scientific literature, legal documents and institutional publications from national and international organizations. Findings indicate that fluoridation did not arise from a direct search for an anticariogenic agent, but from the progressive interpretation of an adverse effect, dental fluorosis, observed in populations exposed to naturally high fluoride concentrations in water. Population epidemiological investigations established a dose-response relationship that transformed a pathological phenomenon into a safe and effective preventive intervention. In Brazil, implementation was slow and heterogeneous due to institutional and structural limitations, expanding only after the consolidation of public health policies and the Unified Health System. A marked decline in dental caries indicators has occurred over decades, associated with multiple preventive actions, among which fluoridation remains strategic due to its universal and equitable nature. Water fluoridation thus represents not only a preventive technology but also a paradigmatic example of the transformation of clinical knowledge into population health policy, dependent on continuous surveillance and governmental commitment for sustainability.

Keywords: Fluoridation; Public Health; Dentistry.

Resumen

La fluoruración del agua de abastecimiento público constituye una de las principales estrategias colectivas para la prevención de la caries dental en salud pública. El objetivo de este estudio fue analizar la construcción histórica, científica y sanitaria que condujo a la identificación de las propiedades preventivas del flúor, su incorporación como tecnología sanitaria colectiva y el proceso de implantación en Brasil. Se trata de un estudio histórico-narrativo y documental basado en revisión narrativa de la literatura científica, documentos normativos y publicaciones institucionales nacionales e internacionales. Los resultados muestran que la fluoruración no surgió de la búsqueda directa de un agente anticariogénico, sino de la interpretación progresiva de un efecto adverso, la fluorosis dental, observado en poblaciones expuestas a altos niveles naturales de flúor en el agua. Las investigaciones epidemiológicas poblacionales establecieron una relación dosis-respuesta que permitió transformar un fenómeno patológico en una intervención preventiva segura y eficaz. En Brasil, la adopción fue lenta y heterogénea debido a limitaciones institucionales y estructurales, ampliándose solo con la consolidación de políticas públicas y del Sistema Único de Salud. Paralelamente, se observa una importante reducción de los índices de caries a lo largo de las décadas, asociada a múltiples acciones preventivas, entre las cuales la fluoruración mantiene un papel estratégico por su carácter universal y equitativo. Se concluye que la fluoruración del agua representa no solo una tecnología preventiva, sino un ejemplo paradigmático de transformación del conocimiento clínico en política pública de alcance poblacional, dependiente de vigilancia continua y compromiso estatal para su sostenibilidad.

Palabras clave: Fluoruración; Salud Pública; Odontología.

1. Introdução

A fluoretação das águas de abastecimento público é um método de prevenção da cárie dentária eficiente, seguro, de baixo custo e de grande abrangência, sendo considerada a medida coletiva de aplicação de flúor mais importante em Saúde Pública, desde que respeitadas a continuidade e regularidade dos teores adequados (CHAVES, 1977; VIEGAS, 1989).

O método, recomendado por organizações de saúde e pesquisa nacionais e internacionais, como a Organização Mundial da Saúde (OMS) e a Organização Pan-Americana de Saúde (OPAS) (MURRAY, 1992), se mostrou tão eficaz que o Centro de Prevenção e Controle de Doenças dos Estados Unidos (CDC) o considerou como uma das 10 principais conquistas da saúde pública no século XX, ficando na mesma lista de outras medidas importantes, tais como a própria imunização (CENTERS FOR DISEASE CONTROL AND PREVENTION, 1999).

Quando foram descobertas as propriedades preventivas do flúor, acreditava-se que seus efeitos benéficos ocorriam pela capacidade do íon de formar fluorapatita no lugar de hidroxiapatita nas fases de constituição do esmalte dentário. Isso tornaria o dente mais resistente ao ambiente ácido provocado pelo metabolismo das bactérias e seus substratos (CHAVES, 1977). Essa corrente considerava que as propriedades preventivas do flúor seriam permanentes para o indivíduo exposto durante o processo de desenvolvimento dos dentes (VIEGAS, 1989). Porém, ficou comprovado que essa hipótese era falha.

Mesmo formando determinada quantidade de apatita fluoretada durante a mineralização do dente, o flúor proporciona maior resistência à superfície do esmalte por meio de presença contínua. Isso porque periódicos processos de desmineralização (causados pela queda de pH procedentes da formação de ácidos a partir dos carboidratos da dieta) e remineralização superficial são desencadeados. A superfície dentária que contém flúor possui menor solubilidade em ácidos em comparação com a superfície original do esmalte (FEATHERSTONE, 1999). Sendo assim, pode-se dizer que a efetividade do flúor sistêmico se deve à combinação de três fatores: o fortalecimento do esmalte pela redução da sua solubilidade diante do ataque ácido produzido pelos microorganismos cariogênicos, inibindo a desmineralização; o favorecimento da remineralização; e a mudança nas relações microbiológicas bucais, pela diminuição do número e do potencial cariogênico dos microrganismos.

Os efeitos benéficos proporcionados pelo íon se devem a sua presença contínua, em pequenas quantidades, durante toda a vida do indivíduo (CURY, 1992). Tal fato evidencia a importância da fluoretação das águas, pois suas características se encaixam perfeitamente dentro dos aspectos necessários para que o íon aja de forma perene e otimizada na prevenção de cárie: em pequenas quantidades e em presença constante.

O método exige alguns cuidados relativos à manutenção e monitoramento dos teores adequados de flúor contidos na água de abastecimento a que a população tem acesso. Em quantidade abaixo da recomendada, o flúor

não traz o benefício desejado para prevenção de cárie, enquanto teores elevados aumentam o risco de se desenvolver fluorose dentária, sendo essa o primeiro sinal clínico dos efeitos tóxicos do flúor (BROTHWELL; LIMEBACK, 1999). Tal patologia ocorre devido à exposição do germe dentário, durante seu período de formação, a altas concentrações de flúor.

O monitoramento dos níveis de flúor realizado por uma instituição distinta daquela responsável pelo próprio tratamento de água (e consequentemente por sua adição) é denominado heterocontrole, ou controle externo. É importante salientar que sua vigilância é necessária não apenas para prevenir a fluorose, mas principalmente para garantir que a população tenha direito ao benefício da prevenção de cárie dentária através da água devidamente fluoretada dentro dos valores recomendados (MOIMAZ et al, 2020).

Para além de seus efeitos biológicos e epidemiológicos, a trajetória da fluoretação das águas apresenta relevância também do ponto de vista histórico e sanitário. Diferentemente de outras tecnologias preventivas planejadas a partir de experimentação laboratorial, sua consolidação ocorreu por meio de um processo gradual de interpretação científica de observações clínicas, validação epidemiológica e posterior incorporação institucional. Nesse sentido, compreender sua trajetória ultrapassa a descrição cronológica dos fatos e permite analisar a própria dinâmica de construção do conhecimento em saúde pública. Assim, este trabalho parte da premissa de que a fluoretação das águas constitui um caso paradigmático de transformação de um achado clínico local em tecnologia sanitária universal, mediada pela epidemiologia populacional e pela institucionalização estatal.

Diante disso, este trabalho tem como objetivo analisar a construção empírica e sanitária dos processos que levaram à descoberta das propriedades preventivas do flúor, as primeiras experiências pioneiras envolvendo a adoção da fluoretação das águas como medida de saúde pública, e o processo de início do método no Brasil.

2. Metodologia

Trata-se de um estudo histórico-interpretativo, de natureza documental e narrativa, ancorado no campo da história da saúde e da história das políticas públicas sanitárias. O trabalho parte do referencial teórico da saúde coletiva latino-americana, que compreende as tecnologias sanitárias como construções sociais resultantes da interação entre produção científica, organização institucional do Estado e necessidades epidemiológicas populacionais. Assim, a fluoretação das águas foi analisada não apenas como descoberta científica isolada, mas como processo histórico de transformação de um achado clínico em política pública de saúde.

A investigação foi conduzida por meio de revisão narrativa sistematizada associada à análise documental. A busca bibliográfica foi realizada nas bases PubMed/MEDLINE, SciELO, Biblioteca Virtual em Saúde (BVS) e Google Scholar, além de consulta a documentos oficiais, legislação sanitária, relatórios técnicos e publicações institucionais de organismos nacionais e internacionais, como a Organização Mundial da Saúde (OMS), os Centers for Disease Control and Prevention (CDC), o Ministério da Saúde e a Fundação Nacional de Saúde (Funasa). Foram utilizados descritores controlados (MeSH/DeCS) e termos livres, em português e inglês, combinados por operadores booleanos, incluindo: “water fluoridation”, “fluoridation”, “fluoride”, “dental caries”, “fluorosis”, “public health”, “oral health”, “epidemiology”, “history of dentistry” e “Brazil”, bem como seus correspondentes em português. As estratégias de busca associaram a fluoretação às dimensões clínica, epidemiológica e sanitária.

A coleta das referências ocorreu entre dezembro de 2025 e fevereiro de 2026. Não foram estabelecidos limites temporais para a data de publicação, em razão do caráter histórico da investigação, sendo incluídos trabalhos clássicos do início do século XX até produções contemporâneas. Complementarmente, realizou-se busca manual nas listas de referências das obras selecionadas (snowball sampling), permitindo a incorporação de estudos históricos fundacionais.

Foram considerados elegíveis: estudos clássicos sobre a descoberta da fluorose e identificação do efeito anticariogênico do flúor; investigações epidemiológicas sobre fluoretação e prevalência de cárie; pesquisas brasileiras acerca da implantação e vigilância da fluoretação; documentos legais e normativos; e publicações sobre mecanismos biológicos e efeitos adversos do flúor. Foram excluídos artigos duplicados, textos opinativos sem respaldo científico, publicações sem autoria identificável e estudos sem relação direta com os objetivos do trabalho.

A análise das fontes foi realizada de forma qualitativa e interpretativa, distinguindo-se dois níveis analíticos. No primeiro, procedeu-se à reconstrução histórica do desenvolvimento do conhecimento científico, compreendendo a sequência observação clínica, validação epidemiológica, incorporação tecnológica. No segundo, realizou-se análise crítica de documentos normativos e institucionais, interpretados como expressões de processos político-sanitários. Nesse nível, os textos legais não foram tratados apenas como registros cronológicos, mas como marcos de institucionalização da intervenção, sendo analisados segundo seu contexto de produção, função regulatória e papel na consolidação da fluoretação como política pública.

Dessa forma, buscou-se diferenciar a mera descrição histórica da interpretação analítica, compreendendo a fluoretação das águas como tecnologia sanitária construída pela convergência entre ciência, epidemiologia e ação estatal.

3. Resultados e discussão

O elemento flúor

O flúor é um dos elementos químicos mais comuns na crosta terrestre e nos oceanos, figurando como um dos mais abundantes nesses ambientes (ADIMALLA, 2018). O flúor pertence ao grupo dos halogênios, que é composto apenas por não metais. Além disso, é o elemento com maior eletronegatividade da tabela periódica (ATKINS; JONES; LAVERMAN, 2017). Por conta dessa

característica, o flúor tem uma alta tendência a atrair elétrons nas ligações químicas, assim não é encontrado na natureza na sua forma pura, mas sim combinado com outros elementos (JADHAV et al., 2021). Nessas condições, ele ocorre principalmente na forma de fluoretos, que estão espalhados no solo, na água, no ar, nas plantas e em animais. Quando isolado, o flúor é um gás amarelado, de odor muito irritante, altamente reativo, corrosivo e tóxico (JADHAV et al., 2021).

Entre os halogênios, sua presença no planeta manifesta-se, principalmente, através de minerais como a criolita (Na_3AlF_6) e a fluorita (CaF_2) (LOGANATHAN et al., 2018). Enquanto na superfície terrestre as concentrações variam de 20 a 500 ppm, em camadas geológicas profundas esses níveis podem atingir 8.300 ppm, elevando a probabilidade de lixiviação do íon para o lençol freático (SRIVASTAVA; FLORA, 2020). Consequentemente, águas de poços profundos podem apresentar teores próximos a 1,5 ppm (mgF/L), limite a partir do qual a incorporação em vegetais de consumo humano, como folhas de chá, inhame e mandioca, torna-se mais acentuada (CAO et al., 2021).

Essa transição do campo para a mesa é atenuada pelo preparo: de modo geral, o cozimento doméstico mantém baixos os teores do íon nos alimentos. O cenário muda quando o processamento envolve tecidos ósseos, de forma que o flúor se deposita naturalmente, resultando em concentrações mais elevadas em alguns produtos industrializados (JĘDRA et al., 2001; MALDE et al., 2006). Enquanto carnes in natura apresentam valores modestos, entre 0,2 e 1,0 mg/kg, grãos como o arroz e a cevada podem atingir marcas de 2 mg/kg (TEGEGNE et al., 2013). Contudo, apesar da diversidade da dieta, a água permanece como a protagonista, sendo a principal fonte de exposição diária para o ser humano (EFSA, 2025).

No entanto, há cenários em que a água não representa a maior via de exposição, onde o ar e os padrões industriais locais alteram o balanço de ingestão. Em zonas de intensa atividade industrial, como fundições de alumínio, fábricas de fertilizantes, cerâmicas e usinas movidas a carvão, o flúor é liberado na atmosfera,

podendo atingir concentrações de até 1,4 mgF/m³ (WHO, 2006; ADHIKARY et al., 2023). Nessas regiões, o íon não é apenas respirado, mas também se deposita como poeira sobre solos e vegetações circundantes, criando uma via de exposição aérea que supera os níveis insignificantes encontrados em áreas não industrializadas (FENG et al., 2003). Nesses microssistemas, a poeira e as emissões gasosas tornam-se os principais vetores de contaminação, sobrepondo-se às fontes habituais de consumo.

Uma vez ingeridos, os compostos solúveis de flúor iniciam um processo dinâmico no organismo: sob a ação do ácido clorídrico no estômago, sofrem dissociação iônica e são rapidamente absorvidos pela mucosa gástrica (BUZALAF; WHITFORD, 2011). Transportado pelo plasma, o íon distribui-se com agilidade, mas sua permanência é breve. Em apenas três horas, o corpo mobiliza mecanismos de excreção que eliminam cerca de 70% da dose pela urina e o restante pelas fezes e suor (ULLAH et al., 2021).

Contudo, a fração de 10% que resiste à eliminação revela a face mais persistente do elemento: uma afinidade seletiva por tecidos mineralizados. Esse resíduo concentra-se quase exclusivamente em ossos e dentes em formação, sem apresentar ligações significativas com tecidos moles, consolidando o flúor como um componente integrante de tecidos calcificados do organismo (WHO, 2019).

A descoberta do uso do flúor na Odontologia

O flúor constitui, atualmente, um dos principais agentes empregados na prevenção da cárie dentária, tanto por meio de estratégias individuais quanto coletivas, com destaque para a fluoretação das águas de abastecimento público. Entretanto, a consolidação dessa medida como política de saúde pública não decorreu de uma busca intencional por um agente preventivo da cárie, mas de um percurso científico marcado por observações fortuitas, hipóteses progressivamente

refinadas e investigações epidemiológicas conduzidas ao longo de várias décadas (CDC, 1999; WHO, 2017).

A identificação das propriedades preventivas do flúor ocorreu de maneira indireta e, em certa medida, acidental, a partir da observação de um efeito adverso: alterações no esmalte dentário caracterizadas por manchas opacas ou acastanhadas. No início do século XX, o cirurgião-dentista Frederick McKay, ao estabelecer-se em Colorado Springs, nos Estados Unidos, observou elevada prevalência dessas manchas entre os moradores locais, condição que ficou conhecida como *Colorado Brown Stain*. À época, tal fenômeno não encontrava descrição consistente na literatura odontológica, embora registros isolados já tivessem sido feitos na Europa, sem elucidação etiológica (MCKAY; BLACK, 1916).

As investigações conduzidas por McKay, posteriormente em colaboração com G. V. Black, revelaram dois achados fundamentais: as manchas dentárias tinham origem durante o período de formação dos dentes, afetando principalmente crianças expostas desde os primeiros anos de vida, e os dentes acometidos apresentavam, de forma paradoxal, menor suscetibilidade à cárie dentária quando comparados a dentes sem manchas. Esse segundo achado deslocou o interesse científico do fenômeno puramente estético para uma possível implicação preventiva, ainda que a causa das alterações permanecesse desconhecida naquele momento (MCKAY; BLACK, 1916).

Ao longo das décadas seguintes, estudos observacionais realizados em diferentes localidades dos Estados Unidos demonstraram que a ocorrência do *Colorado Brown Stain* não se restringia a uma única região, mas estava associada a áreas específicas, frequentemente relacionadas a determinadas fontes de água. Em 1931, análises químicas mais precisas, conduzidas por H. V. Churchill, identificaram concentrações elevadas de flúor em águas de abastecimento de localidades afetadas, estabelecendo, pela primeira vez, a relação causal entre altos teores de flúor na água e o desenvolvimento da fluorose dentária (CHURCHILL, 1931).

A elucidação dessa relação abriu caminho para uma nova etapa da investigação científica, liderada por H. Trendley Dean, no âmbito do Serviço de Saúde Pública dos Estados Unidos. Diferentemente dos estudos iniciais, marcados por observações clínicas e epidemiológicas descritivas, Dean introduziu uma abordagem sistemática e comparativa, buscando estabelecer a relação dose–resposta entre a concentração de flúor na água, a gravidade da fluorose e a prevalência de cárie dentária (DEAN, 1938).

O chamado “estudo das 21 cidades” constituiu o núcleo empírico dessa investigação. Nesse estudo, Dean comparou comunidades com diferentes concentrações naturais de flúor na água de abastecimento, avaliando simultaneamente a prevalência e a severidade da fluorose dentária, e os índices de cárie em crianças. Os resultados demonstraram que concentrações em torno de 1,0 ppm estavam associadas a uma redução significativa da cárie dentária, com ocorrência predominantemente de fluorose leve e clinicamente aceitável, enquanto concentrações mais elevadas aumentavam a gravidade das alterações no esmalte (DEAN, 1938).

Esses achados representaram uma inflexão conceitual relevante: um elemento químico até então associado a um efeito adverso poderia, em concentrações adequadas, desempenhar papel preventivo em larga escala. A partir dessa constatação, emergiu a hipótese de que a adição controlada de flúor à água de abastecimento público poderia reproduzir artificialmente os efeitos observados em áreas com flúor natural em níveis considerados ótimos, sem expor a população a riscos significativos.

Essa hipótese foi testada empiricamente a partir de 1945, com a implementação da fluoretação artificial da água em Grand Rapids, Michigan, acompanhada por estudos longitudinais rigorosos. Os resultados demonstraram reduções expressivas, superiores a 50%, na prevalência de cárie dentária entre crianças nascidas após a implantação da medida, sem associação consistente com efeitos adversos sistêmicos, consolidando a fluoretação como intervenção eficaz e segura (ARNOLD; DEAN; KNUTSON, 1956).

Estudos-piloto subsequentes realizados em outras cidades dos Estados Unidos e do Canadá confirmaram esses achados e permitiram o refinamento das recomendações, incluindo o ajuste da concentração ótima de flúor de acordo com as condições climáticas, em função das variações no consumo hídrico populacional (GALAGAN; VERMILLION, 1957). A partir desse corpo de evidências, a fluoretação das águas de abastecimento público passou a ser reconhecida internacionalmente como uma das mais importantes estratégias de prevenção da cárie dentária, configurando-se como um marco singular na história da saúde pública, precisamente por ter se originado de uma descoberta não intencional, posteriormente validada por rigor científico e vigilância sanitária contínua (CDC, 1999; WHO, 2017).

Por fim, a sequência histórica que envolve as observações iniciais de McKay, os estudos analíticos conduzidos por Dean e, posteriormente, a implementação experimental em Grand Rapids revela mais do que a descoberta de um agente preventivo. Trata-se de um processo de transformação do conhecimento em saúde: uma alteração clínica localizada, inicialmente interpretada como patológica, foi progressivamente reinterpretada à luz da epidemiologia populacional até assumir o status de intervenção sanitária coletiva. Nesse percurso, o foco desloca-se do indivíduo para a população e da clínica para a saúde pública, convertendo um achado empírico em tecnologia preventiva institucionalizada.

A fluoretação das águas passa, assim, a representar não apenas uma medida de controle da cárie dentária, mas um exemplo paradigmático da construção de tecnologias sanitárias baseadas na articulação entre observação clínica, investigação epidemiológica e ação estatal.

Fluoretação no Brasil

Oito anos após a experiência pioneira norte-americana com a introdução do método em Grand Rapids (1945), Baixo Guandu, Espírito Santo, se torna a

primeira cidade brasileira a possuir fluoretação em suas águas de abastecimento público em 31 de outubro de 1953, e o órgão responsável pela operacionalização do método era a Fundação Serviços Especiais em Saúde Pública (FSESP) do Ministério da Saúde (PINTO, 1992). A escolha desta localidade para ser a primeira a ter suas águas fluoretadas foi antecedida por um levantamento epidemiológico que evidenciou um elevado índice de habitantes acometidos por cárie dentária. Décadas depois, foi realizado um estudo epidemiológico no município, evidenciando que o índice CPO-D de seus habitantes era muito inferior em comparação ao restante do Brasil (SALIBA et al., 2008).

A segunda cidade a fluoretar suas águas, sendo a pioneira no estado de São Paulo, foi Marília, em 12 de dezembro de 1956 (BUENDIA, 1984). No mesmo ano, o Projeto de Lei Estadual (PL) nº 427, de 17/07/56, foi apresentado à Assembleia Legislativa do Estado de São Paulo (Alesp) com a finalidade de autorizar o Departamento de Águas e Esgotos a adicionar flúor às águas de abastecimento público do estado, inclusive na capital paulista (SÃO PAULO, 1958). Embora a Alesp tenha aprovado o PL-427, o governador vetou-o; em consequência, o PL retornou à Alesp, onde foi novamente colocado em discussão.

Após consultar especialistas, obter pareceres técnicos de pesquisadores e ouvir a manifestação da Associação Paulista de Cirurgiões-Dentistas (APCD), a entidade representativa dos cirurgiões-dentistas do Estado, a Assembleia Legislativa decidiu rejeitar o veto do governador e promulgar a Lei nº 4.687, em 18/04/58. Contudo, como não basta apenas o texto legal para que as mudanças ocorram, embora amparada por lei, a fluoretação das águas no Estado de São Paulo praticamente não foi colocada em prática nas décadas de 1960 e 1970 (FRAZÃO & NARVAI, 2017).

Em outubro de 1957, Taquara, no Rio Grande do Sul, é a terceira cidade brasileira a adotar o método. É importante salientar que o Rio Grande do Sul foi o primeiro Estado do país a tornar a fluoretação uma medida obrigatória prevista por lei, em 18 de junho de 1957 (PIRES FILHO et al., 1989).

A primeira capital (e quarta cidade estadual brasileira) a ter suas águas fluoretadas foi Curitiba, em 1958 (MUNIZ, 1968).

Algumas poucas cidades que dispunham de serviços autônomos de abastecimento de água, como Campinas, que iniciou a fluoretação em 1961, avançaram de forma pioneira na adoção da medida. Contudo, a ausência de apoio sistemático por parte do Estado, tanto no âmbito técnico quanto financeiro, aliada às dificuldades logísticas impostas pela necessidade de importação de compostos fluoretados, ainda indisponíveis no mercado nacional à época, limitou de maneira significativa a expansão da fluoretação das águas no país. Em consequência, o cenário nacional de adoção da medida pelos municípios permaneceu incipiente e restrito durante esse período.

Apenas na década de 70, por meio da aprovação da Lei Federal nº 6.050, de 1974, a qual determinou a obrigatoriedade da fluoretação em sistemas de abastecimento público em localidades que apresentem estações de tratamento (BRASIL, 1974), foi que a fluoretação passou a ser adotada sistematicamente a nível nacional.

A partir desse marco legal, a fluoretação das águas deixou de se configurar apenas como uma iniciativa pontual de alguns municípios ou estados e passou a integrar, de forma progressiva, o debate mais amplo sobre as responsabilidades do Estado na promoção da saúde bucal. Ainda que sua implementação prática tenha ocorrido de maneira desigual no território nacional, a medida foi gradualmente incorporada à agenda sanitária brasileira, sendo objeto de discussão, avaliação e reafirmação em espaços institucionais de formulação de políticas públicas e de controle social.

Desta maneira, a fluoretação das águas foi discutida nas três conferências nacionais de saúde bucal do país, em 1986, 1993 e 2004 (NARVAL; FRAZÃO; FERNANDEZ, 2004). O método é uma das prioridades dentro das Diretrizes da Política Nacional de Saúde Bucal; há um tópico que aborda especificamente o tema:

Entende-se que o acesso à água tratada e fluoretada é fundamental para as condições de saúde da população. Assim, viabilizar políticas públicas que garantam a implantação da fluoretação das águas, ampliação do programa aos municípios com sistemas de tratamento é a forma mais abrangente e socialmente justa de acesso ao flúor. Neste sentido, desenvolver ações intersectoriais para ampliar a fluoretação das águas no Brasil é uma prioridade governamental, garantindo-se continuidade e teores adequados nos termos da lei 6.050 e normas complementares, com a criação e/ou desenvolvimento de sistemas de vigilância compatíveis. A organização de tais sistemas compete aos órgãos de gestão do SUS (BRASIL, 2004).

A incorporação morosa e heterogênea da fluoretação das águas no Brasil não decorreu de incerteza científica quanto à sua eficácia, já consolidada internacionalmente desde meados do século XX, mas de condicionantes estruturais do próprio sistema sanitário brasileiro. Até a década de 1970, a assistência à saúde era fragmentada entre ações campanhistas, previdência médica e setor privado, sem uma autoridade sanitária responsável por intervenções populacionais contínuas. Soma-se a isso a limitada cobertura de sistemas de tratamento de água nas localidades, necessárias para a adição do flúor, e a predominância de um modelo odontológico essencialmente curativista, centrado no atendimento individual. Nesse contexto, a fluoretação carecia de base institucional para sua implementação ampla. Sua expansão apenas se torna viável quando passa a integrar políticas públicas estruturadas de saúde e saneamento, especialmente a partir da reorganização sanitária que culmina no Sistema Único de Saúde.

No estado de São Paulo, após a aprovação da Lei Federal nº 6.050, iniciaram-se os primeiros estudos epidemiológicos voltados à avaliação da prevalência de cárie dentária em municípios com fluoretação das águas de abastecimento público. Nesse contexto, o município de Barretos destacou-se como uma das primeiras localidades a ter sua população avaliada sistematicamente. Em estudo conduzido por Viegas, após dez anos de fluoretação das águas, observou-se que, no grupo etário de 7 a 10 anos, 50% das crianças não apresentavam nenhum dente permanente acometido por cárie, enquanto, entre crianças de 3 a 5

anos, 51,6% não possuíam qualquer dente decíduo afetado pela doença (VIEGAS; VIEGAS, 1985a).

Resultados semelhantes foram observados em outros municípios paulistas que haviam implantado a fluoretação de forma precoce. Na cidade de Campinas, por exemplo, um estudo realizado após quatorze anos de fluoretação das águas evidenciou reduções na prevalência de cárie dentária comparáveis às verificadas em pesquisas conduzidas no Brasil e em outros países no mesmo período, corroborando a efetividade da medida em diferentes contextos populacionais (VIEGAS; VIEGAS, 1985b).

Paralelamente, investigações epidemiológicas passaram a ser desenvolvidas em municípios da região noroeste do estado de São Paulo, com destaque para cidades da região de Araçatuba. Especialmente a partir da década de 1980, estudos que analisavam a relação entre prevalência de cárie dentária e fluoretação das águas de abastecimento foram conduzidos em municípios como Birigui (SALIBA et al., 1995), Penápolis (SALIBA et al., 1980) e Araçatuba (SALIBA et al., 1981a). Além disso, outros trabalhos buscaram comparar a prevalência de cárie antes e após a implantação da fluoretação, bem como avaliar diferenças nos níveis de higiene oral e ocorrência de cárie em regiões com distintos teores de flúor nas águas (SALIBA et al., 1981b).

Entretanto, à medida que se acumulavam evidências acerca dos benefícios da fluoretação na redução da cárie dentária, emergia também a necessidade de compreender e monitorar possíveis efeitos adversos associados à exposição ao flúor. Nesse sentido, ainda em 1970, no município de Pereira Barreto, localizado na região de Araçatuba-SP, foi conduzido um dos primeiros estudos brasileiros sobre fluorose dentária. A investigação revelou que, dentre 442 crianças examinadas, apenas 21% estavam livres de sinais de fluorose, sendo identificados teores de flúor em torno de 20 ppm nas águas de poços profundos que abasteciam a localidade (SALIBA; UCHÔA, 1970). Esses achados evidenciaram que, embora segura em concentrações adequadas, a fluoretação exige vigilância sanitária e vigilância em saúde contínuas.

Com a ampliação do uso do flúor em outras estratégias preventivas, como bochechos, dentifrícios e vernizes fluoretados, intensificou-se a preocupação com a possibilidade de aumento dos índices de fluorose dentária em função da exposição cumulativa ao íon. A fluorose constitui a principal manifestação clínica da intoxicação crônica por flúor; contudo, estudos e revisões mais recentes indicam que sua ocorrência se dá predominantemente nas formas leve ou muito leve, não sendo caracterizada como um problema relevante de saúde pública (CYPRIANO et al., 2003; FRAZÃO et al., 2004).

Diante desse cenário, e com vistas à garantia da efetividade e da segurança da fluoretação das águas, passaram a ser implementados no Brasil projetos voltados à vigilância dos teores de flúor nos sistemas de abastecimento público. O monitoramento realizado por instituições distintas daquelas responsáveis pela adição do flúor foi denominado heterocontrole, sendo essa atividade desenvolvida, em grande parte, por universidades e centros de pesquisa, como estratégia de qualificação da política pública (NARVAI, 2000).

Apesar desses avanços, o Brasil, em razão de sua extensão territorial e das profundas desigualdades socioeconômicas entre suas regiões, ainda apresenta lacunas importantes no conhecimento sobre o potencial hídrico de seus aquíferos, bem como sobre a qualidade e as características físico-químicas das águas utilizadas para abastecimento público (BRASIL, 2007). Essas limitações impactam diretamente a capacidade de monitoramento sistemático do flúor em diversas localidades.

Municípios e localidades de pequeno e médio porte enfrentam dificuldades adicionais relacionadas à ausência de infraestrutura técnica e laboratorial para a realização de análises periódicas do teor de flúor nas águas distribuídas à população (SALIBA et al., 2009). Ainda assim, existem métodos considerados simples e de baixo custo que poderiam ser implementados mesmo em municípios de menor porte, mediante capacitação de profissionais locais, ainda que não especialistas ou graduados, conforme já apontado em estudos clássicos sobre o tema (SALIBA, 1974).

De acordo com dados da Sociedade Britânica de Fluoretação, o Brasil figura como o país com a segunda maior cobertura populacional de fluoretação das águas de abastecimento público, ficando atrás apenas dos Estados Unidos (ANDRADE, 2015). Contudo, tal posicionamento não implica, necessariamente, que a fluoretação esteja sendo realizada de forma adequada em todo o território nacional. Estudo que avaliou a vigilância dos teores de flúor nas águas de abastecimento das capitais brasileiras constatou que, na maioria delas, o monitoramento não ocorria de maneira sistemática e satisfatória. Esse achado evidencia a necessidade de maior comprometimento intersetorial para qualificar a operacionalização da fluoretação no país. Considerando que mesmo capitais e municípios com melhores condições socioeconômicas apresentam fragilidades nesse aspecto, é plausível supor que cidades de pequeno e médio porte enfrentem desafios ainda mais significativos relacionados à infraestrutura técnica e laboratorial (ANDRADE, 2015).

Em uma evolução histórica quanto aos indicadores de cárie dentária no Brasil, nos anos 70 era comum observarmos CPO-D médio aos 12 anos próximos a 10 (SABILA et al., 1981). Ou seja, cada adolescentes possuía, em média, 10 dentes acometidos pela doença. Os levantamentos de saúde bucal mais recentes (Projeto SB Brasil), revelaram que o índice CPO-D médio, também aos 12 anos, caiu de 2,07 em 2010 para 1,67 em 2023. Paralelamente, a porcentagem de adolescentes livres de cárie (CPO-D = 0) aumentou de 43,5% para 49,88% (BRASIL, 2014; BRASIL 2024).

É nítida a melhora dos indicadores de saúde bucal no Brasil ao longo das últimas décadas, especialmente quando se observa a expressiva redução do índice CPO-D aos 12 anos e o aumento da proporção de adolescentes livres de cárie. Todavia, tal evolução não pode ser atribuída a um único fator isolado, devendo ser compreendida como resultado de um conjunto de transformações estruturais, entre as quais se destacam a ampliação do acesso aos serviços odontológicos, a consolidação de políticas públicas de saúde bucal no âmbito do Sistema Único de Saúde, a incorporação de práticas preventivas e promocionais na Atenção Primária à Saúde, a mudança progressiva do paradigma curativista para

um modelo orientado pela prevenção, bem como o uso disseminado de dentifrícios fluoretados.

Apesar de amplamente reconhecida como uma das principais estratégias coletivas de prevenção da cárie dentária, a fluoretação das águas não está isenta de questionamentos bioéticos. Parte das críticas fundamenta-se na bioética principialista, especialmente no princípio da autonomia individual, ao argumentar que a adição de flúor à água implicaria uma forma de intervenção sem consentimento explícito do indivíduo, uma vez que a população não pode escolher facilmente consumir ou não a substância ao utilizar a água de abastecimento público. Sob essa perspectiva, a fluoretação seria interpretada como uma forma de “medicalização ambiental”, em que uma medida preventiva coletiva alcança indistintamente toda a população, inclusive aqueles que não desejariam recebê-la, suscitando debates sobre liberdade individual e direito de escolha no âmbito das políticas sanitárias (GARBIN et al. 2017).

Entretanto, a análise bioética em saúde pública amplia esse entendimento ao considerar não apenas a autonomia individual, mas também os princípios de beneficência, justiça e proteção coletiva. Nesse contexto, a fluoretação é compreendida como intervenção de baixo risco, alta efetividade e amplo impacto populacional, destinada sobretudo à proteção de grupos socialmente vulneráveis, que frequentemente apresentam menor acesso a medidas preventivas individuais. Assim, o aparente conflito entre autonomia e intervenção estatal é relativizado pela noção de equidade sanitária: a medida não se configura como tratamento compulsório, mas como estratégia ambiental de promoção da saúde comparável a outras ações estruturais, como vacinação coletiva, saneamento básico e fortificação de alimentos. Desse modo, a bioética aplicada à saúde coletiva tende a interpretar a fluoretação não como violação de direitos individuais, mas como política pública legítima de redução de desigualdades em saúde bucal e garantia do direito coletivo à prevenção (GARBIN et al. 2017). Desta maneira, as objeções bioéticas dirigidas à fluoretação das águas são legítimas e inerentes ao debate democrático sobre intervenções populacionais em saúde,

devendo ser consideradas como parte do processo de deliberação pública e aperfeiçoamento das políticas sanitárias.

Contudo, diferentemente das discussões relativas à autonomia individual, os questionamentos acerca da eficácia preventiva do método, bem como de sua segurança nos níveis adequados, encontram reduzido respaldo científico diante do robusto e consistente corpo de evidências acumulado ao longo de mais de sete décadas de investigação epidemiológica, experimental e observacional em distintos contextos populacionais. Nesse cenário, a controvérsia desloca-se do campo científico para o campo ideológico, tornando-se progressivamente desproporcional ao estado atual do conhecimento. Assim, embora o debate bioético permaneça pertinente, a negação da efetividade da fluoretação não se sustenta à luz da literatura científica contemporânea, configurando uma discordância mais epistemológica do que propriamente científica.

Nesse contexto multifatorial, a fluoretação das águas de abastecimento público mantém papel estratégico singular, não apenas por sua comprovada efetividade na prevenção da cárie dentária, mas sobretudo por seu caráter coletivo e universal, ao alcançar indistintamente toda a população, inclusive grupos socialmente vulnerabilizados e historicamente marginalizados do acesso regular aos serviços de saúde. Assim, a fluoretação configura-se como uma ferramenta estruturante de equidade em saúde, contribuindo para a redução das desigualdades e para a promoção do cuidado em escala populacional.

4. Considerações finais

A análise histórica apresentada neste trabalho evidencia que a fluoretação das águas de abastecimento público consolidou-se como uma das mais importantes estratégias coletivas de prevenção da cárie dentária, com impacto significativo na redução da doença ao longo do século XX e início do século XXI. A expressiva melhora dos indicadores de saúde bucal observada no Brasil, especialmente a redução do índice CPO-D aos 12 anos e o aumento da proporção

de indivíduos livres de cárie, reflete um conjunto de transformações estruturais que incluem a ampliação do acesso aos serviços odontológicos, a consolidação de políticas públicas de saúde bucal no âmbito do Sistema Único de Saúde, a incorporação de práticas preventivas na Atenção Primária à Saúde e o uso disseminado de produtos fluoretados, entre eles os dentifrícios.

Entretanto, um aspecto singular que emerge da trajetória do flúor na odontologia refere-se ao caráter não intencional e contingente de sua descoberta como agente preventivo. As propriedades anticariogênicas do flúor não foram inicialmente buscadas, mas identificadas a partir da observação de um efeito adverso, a fluorose dentária, em populações expostas a elevados teores naturais do íon na água. Esse percurso científico, marcado por observações fortuitas, hipóteses progressivamente refinadas e investigações epidemiológicas rigorosas, culminou na identificação de uma relação dose–resposta capaz de transformar um problema sanitário em uma ferramenta preventiva de grande alcance. Tal trajetória ilustra de forma exemplar como avanços relevantes em saúde pública podem emergir de processos históricos complexos e não lineares.

Por fim, destaca-se que, no contexto contemporâneo, a importância da fluoretação das águas ultrapassa sua efetividade biológica na prevenção da cárie dentária. Seu valor reside, sobretudo, em seu caráter coletivo, universal e equitativo, ao alcançar indistintamente toda a população, inclusive grupos socialmente vulnerabilizados e com acesso limitado aos serviços de saúde. Assim, a fluoretação das águas configura-se não apenas como uma intervenção técnica, mas como uma política pública estruturante de promoção da equidade em saúde bucal, cuja sustentabilidade depende da manutenção de marcos legais, da vigilância contínua dos teores de flúor e do compromisso intersetorial com a saúde da população.

Referências

ADIMALLA, N. Groundwater quality for drinking and irrigation purposes and potential health risks assessment: a case study from semi-arid region of South India. *Exposure and Health*, v. 11, n. 2, p. 109–123, 2018.

ANDRADE, S. C. 70 anos de fluoretação da água de abastecimento público requer debate. *Ciência e Cultura*, v. 67, n. 2, p. 8–9, 2015.

ARNOLD, F. A.; DEAN, H. T.; KNUTSON, J. W. Effect of fluoridated public water supplies on dental caries prevalence. *Public Health Reports*, v. 71, n. 7, p. 652–658, 1956.

ATKINS, P.; JONES, L.; LAVERMAN, L. *Chemical principles: the quest for insight*. 7. ed. New York: W. H. Freeman and Company, 2017.

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 maio 1974.

BRASIL. Ministério da Saúde. *Diretrizes da Política Nacional de Saúde Bucal*. Brasília: Ministério da Saúde, 2004. Disponível em: http://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/politica_nacional_brasil_sorridente.pdf.

Acesso em: 6 abr. 2017.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde; Secretaria de Vigilância em Saúde. *SB Brasil 2010: Pesquisa Nacional de Saúde Bucal – resultados principais*. Brasília: Ministério da Saúde, 2011.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde; Secretaria de Vigilância em Saúde. *SB Brasil 2010: Pesquisa Nacional de Saúde Bucal – resultados principais*. 1. ed., 1. reimpr. Brasília: Ministério da Saúde, 2014. 116 p.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção Primária à Saúde. Departamento de Estratégias e Políticas de Saúde Comunitária. *SB Brasil 2023: Pesquisa Nacional de Saúde Bucal – relatório final*. Brasília: Ministério da Saúde, 2024. 537 p.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Agência Nacional de Águas. *Panorama da qualidade das águas subterrâneas no Brasil*. Brasília: ANA, 2007. Disponível em: <http://www.ana.gov.br>. Acesso em: 6 abr. 2010.

BROTHWELL, D. J.; LIMEBACK, H. Fluorosis risk in grade 2 students residing in a rural area with widely varying natural fluoride. *Community Dentistry and Oral Epidemiology*, v. 27, n. 2, p. 130–136, 1999.

BUENDIA, O. C. Fluoretação de águas de abastecimento público no Brasil: atualização. *Revista da APCD*, v. 38, n. 2, p. 138–158, 1984.

BUENDIA, O. C. *Fluoretação de águas: manual de orientação prática*. São Paulo: American Med, 1996.

BUZALAF, M. A. R.; WHITFORD, G. M. Fluoride metabolism. *Monographs in Oral Science*, v. 22, p. 20–36, 2011.

CAO, J.; LIU, Y.; ZHAO, Y. Fluoride levels in food and beverage items and their contribution to dietary intake. *Journal of Food Composition and Analysis*, v. 98, p. 103817, 2021.

CDC – CENTERS FOR DISEASE CONTROL AND PREVENTION. Achievements in public health, 1900–1999: fluoridation of drinking water to prevent dental caries. *Morbidity and Mortality Weekly Report*, v. 48, n. 41, p. 933–940, 1999.

CESA, K.; ABEGG, C.; AERTS, D. A vigilância da fluoretação de águas nas capitais brasileiras. *Epidemiologia e Serviços de Saúde*, v. 20, n. 4, p. 547–555, 2011.

CHAVES, M. M. *Odontologia social*. 2. ed. Rio de Janeiro: Labor, 1977.

CHURCHILL, H. V. Occurrence of fluorides in some waters of the United States. *Industrial and Engineering Chemistry*, v. 23, n. 9, p. 996–998, 1931.

CURY, J. A. Flúor: dos 8 aos 80? In: BOTTINO, M. A.; FELLER, C. (org.). *Atualização na clínica odontológica*. São Paulo: Artes Médicas, 1992. p. 375–382.

CYPRIANO, S. et al. A saúde bucal de escolares residentes em locais com e sem fluoretação das águas de abastecimento público na região de Sorocaba, São Paulo, Brasil. *Cadernos de Saúde Pública*, v. 19, n. 4, p. 1063–1071, 2003.

DEAN, H. T. Endemic fluorosis and its relation to dental caries. *Public Health Reports*, v. 53, n. 33, p. 1443–1452, 1938.

EFSA SCIENTIFIC COMMITTEE. Updated consumer risk assessment of fluoride in food and drinking water including the contribution from other sources of oral exposure. *EFSA Journal*, v. 23, n. 7, e9478, 2025.

FAWELL, J. et al. (ed.). *Fluoride in drinking-water*. London: World Health Organization, 2006.

FEATHERSTONE, J. D. Prevention and reversal of dental caries: role of low level fluoride. *Community Dentistry and Oral Epidemiology*, v. 27, n. 1, p. 31–40, 1999.

FENG, C. et al. Fluoride in the atmosphere, soil and vegetation in the vicinity of an aluminum plant. *Fluoride*, v. 36, n. 2, p. 110–120, 2003.

FRAZÃO, P.; NARVAI, P. C. A fluoretação das águas no Brasil: conquistas e desafios. *Revista Brasileira de Epidemiologia*, v. 20, supl. 1, p. 115–128, 2017.

FRAZÃO, P. et al. Fluorose dentária: comparação de dois estudos de prevalência. *Cadernos de Saúde Pública*, v. 20, n. 4, p. 1050–1058, 2004.

FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE (FUNASA). *Manual de fluoretação da água para consumo humano*. Brasília: Funasa, 2012.

GALAGAN, D. J.; VERMILLION, J. R. Determining optimum fluoride concentrations. *Public Health Reports*, v. 72, n. 6, p. 491–493, 1957.

GARBIN, Cléa Adas Saliba; SANTOS, L. F. P. dos; GARBIN, Artênio José Isper; MOIMAZ, Suzely Adas Saliba; SALIBA, Orlando. Fluoretação da água de abastecimento público: abordagem bioética, legal e política. *Revista Bioética*, Brasília, v. 25, n. 2, 2017. Disponível em: https://revistabioetica.cfm.org.br/revista_bioetica/article/view/1287. Acesso em: 5 fev. 2026.

JADHAV, S. V. et al. Arsenic and fluoride contaminated groundwaters: a review of current technologies for contaminants removal. *Applied Water Science*, v. 11, n. 4, p. 1–20, 2021.

JĘDRA, M. et al. Bioavailable fluoride in poultry deboned meat and meat products. *Roczniki Państwowego Zakładu Higieny*, v. 52, n. 3, p. 225–230, 2001.

LOGANATHAN, P. et al. Contamination of soil and groundwater by fluoride: sources, geochemistry and health effects. *Reviews of Environmental Contamination and Toxicology*, v. 248, p. 1–66, 2018.

MALDE, M. K. et al. Fluoride content in selected seafood products from the West coast of Norway. *Journal of Food Composition and Analysis*, v. 19, n. 2–3, p. 231–235, 2006.

MCKAY, F. S.; BLACK, G. V. An investigation of mottled teeth. *Dental Cosmos*, v. 58, p. 477–484, 1916.

MENEZES, L. M. B. Flúor e a promoção da saúde bucal. In: DIAS, A. A. (org.). *Saúde bucal coletiva*. São Paulo: Santos, 2006. p. 211–230.

MOIMAZ, S. A. S. et al. Vigilância em saúde: fluoretação das águas de abastecimento público em 40 municípios do estado de São Paulo, Brasil. *Ciência & Saúde Coletiva*, v. 25, n. 7, p. 2653–2662, 2020. DOI: 10.1590/1413-81232020257.03972018.

MUNIZ, A. Prevalência da cárie dentária em escolares de Curitiba, antes e após exposição contínua à água fluoretada: 1958–1968. Curitiba: SSP-PR, DUS, SOS, 1969.

MURRAY, J. J. (ed.). *Appropriate use of fluorides for human health*. Geneva: WHO, 1986.

MURRAY, J. J. *Uso correto de fluoretos na saúde pública*. São Paulo: Santos, 1992.

NARVAI, P. C. Cárie dentária e flúor: uma relação do século XX. *Ciência & Saúde Coletiva*, v. 5, n. 2, p. 381–392, 2000.

NARVAI, P. C.; FRAZÃO, P.; FERNANDEZ, R. A. C. Fluoretação da água e democracia. *Saneas*, v. 2, n. 18, p. 29–33, 2004.

NARVAI, P. C.; FRAZÃO, P. *Saúde bucal no Brasil: muito além do céu da boca*. Rio de Janeiro: Editora Fiocruz, 2008.

PINTO, V. G. Prevenção da cárie dental. In: PINTO, V. G. *Saúde bucal: odontologia social e preventiva*. 3. ed. São Paulo: Santos, 1992. p. 275–328.

PIRES FILHO, F. M. et al. *Flúor: manual informativo*. Porto Alegre: SSMA-RS/UFRGS, 1989.

SALIBA, N. A. Contribuição ao estudo da determinação do íon fluoreto existente na água dos sistemas públicos de abastecimento de água. 1974. Tese (Doutorado) – Faculdade de Odontologia de Araçatuba.

SALIBA, N. A. et al. Prevalência da fluorose dental na cidade de Pereira Barreto. *Boletim do Serviço Odontológico Sanitário da Secretaria de Saúde do Rio Grande do Sul*, v. 6, p. 11–16, 1970.

SALIBA, N. A. et al. Prevalência de cárie dentária em escolares da cidade de Penápolis-SP. *Revista Gaúcha de Odontologia*, v. 28, n. 4, p. 287–289, 1980.

SALIBA, N. A. et al. Prevalência da cárie dentária após 5 anos de fluoretação das águas em Araçatuba-SP. *Odontologia Moderna*, v. 8, n. 3, p. 6–8, 1981a.

SALIBA, N. A. et al. Estudo comparativo de higiene oral e cárie dentária em regiões com e sem alto teor de flúor. *Revista Paulista de Odontologia*, v. 1, p. 2–7, 1981b.

SALIBA, N. A. et al. Estado de saúde oral dos escolares de Araçatuba antes da introdução do flúor. *Revista da Associação Paulista de Cirurgiões-Dentistas*, v. 35, p. 156–159, 1981.

SALIBA, N. A. et al. Redução da prevalência da cárie dentária após dez anos de fluoretação em Birigui-SP. *Revista da Faculdade de Odontologia de Lins*, v. 8, n. 2, p. 41–45, 1995.

SALIBA, N. A. et al. Dental caries of lifetime residents in Baixo Guandu, Brazil. *Journal of Public Health Dentistry*, v. 68, n. 2, p. 119–121, 2008.

SALIBA, N. A. et al. Fluoride content monitoring of public water supply in Northwest São Paulo. *Revista Odonto Ciência*, v. 24, n. 4, p. 372–376, 2009.

SÃO PAULO (Estado). Lei nº 4.687, de 18 de abril de 1958. *Diário Oficial do Estado de São Paulo*, São Paulo, 19 abr. 1958.

SRIVASTAVA, S.; FLORA, S. J. S. Fluoride in groundwater: source, toxicity and management. *Current Opinion in Environmental Science & Health*, v. 14, p. 72–77, 2020.

TEGEGNE, B. et al. Fluoride levels in commercially available rice in Ethiopia. *Food Additives & Contaminants: Part B*, v. 6, n. 4, p. 277–283, 2013.

ULLAH, R. et al. Potential fluoride toxicity from oral medicaments: a review. *Iranian Journal of Basic Medical Sciences*, v. 24, n. 4, p. 432–439, 2021.

VIEGAS, A. R. Fluoretação da água de abastecimento público. *Revista Brasileira de Medicina*, v. 46, n. 6, p. 209–216, 1989.

VIEGAS, Y.; VIEGAS, A. R. Análise da prevalência de cárie em Barretos-SP após dez anos de fluoretação. *Revista de Saúde Pública*, v. 19, n. 4, p. 287–299, 1985.

VIEGAS, Y.; VIEGAS, A. R. Prevalência de cárie em Campinas-SP após quatorze anos de fluoretação. *Revista da Associação Paulista de Cirurgiões-Dentistas*, v. 39, n. 5, p. 272–282, set./out. 1985.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). *Guidelines for drinking-water quality*. 4. ed. Geneva: WHO, 2017.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). *Guidelines for drinking-water quality: fourth edition incorporating the first addendum*. Geneva: WHO, 2019