

FLUORETAÇÃO DA ÁGUA POTÁVEL SOB ESCRUTÍNIO JURÍDICO: ANÁLISE DO CASO TSCA 2024 E IMPLICAÇÕES REGULATÓRIAS E ÉTICAS BRASIL-EUA

DRINKING WATER FLUORIDATION UNDER LEGAL SCRUTINY: ANALYSIS OF THE 2024 TSCA CASE AND REGULATORY-ETHICAL IMPLICATIONS FOR BRAZIL AND THE UNITED STATES

Luis Alcides Brandini De Boni *

*Periódico Tchê Química, Secretário, Brasil.*** Corresponding author**e-mail: labdeboni@gmail.com*

Received 12 February 2025; received in revised form 16 October 2025; accepted 23 November 2025

RESUMO

Introdução: A fluoretação da água potável permanece uma das intervenções de saúde pública mais polêmicas do século XXI. Iniciada em 1945, foi reconhecida como uma das dez principais conquistas sanitárias, creditada com redução de 25% em cáries dentárias. Aproximadamente 200 milhões de americanos e 150 milhões de brasileiros consomem água fluoretada. Em setembro de 2024, a decisão no caso Food & Water Watch v. EPA marcou ponto de inflexão ao determinar que a fluoretação em 0,7 mg/L representa risco não razoável à redução de QI em crianças, contrastando com a abordagem brasileira obrigatória desde 1974. **Objetivos:** O trabalho examinou sistematicamente as propriedades químicas do fluoreto, fundamentos jurídicos e científicos da decisão judicial, posicionamentos políticos, literatura sobre neurotoxicidade e questões éticas de autonomia individual, realizando análise comparativa das regulamentações Brasil-EUA-OMS. **Metodologia:** Revisão narrativa qualitativa com análise documental, jurídica e ética comparativa. Fontes primárias incluíram decisão judicial, legislação brasileira e regulamentações internacionais. Fontes secundárias compreenderam meta-análises, estudos de coorte prospectivos (2015-2025), monografia do National Toxicology Program, declarações de organizações profissionais e literatura ética sobre intervenções de saúde pública. **Resultados:** A decisão aplicou critério de "preponderância de evidências", identificando margem de segurança insuficiente entre perigo (~1,5 mg/L) e exposição recomendada (0,7 mg/L). As análises revelaram divergências regulatórias substanciais: Estados Unidos opera sistema voluntário (73% expostos), Brasil mantém mandato obrigatório (75% expostos) e Europa rejeita amplamente a fluoretação. Análise ética demonstra que fluoretação compulsória sem consentimento informado genuíno não está justificada sob princípios contemporâneos de autonomia individual, particularmente quando alternativas efetivas são acessíveis. **Discussão:** A decisão catalisa consequências políticas significativas, com potencial revogação da obrigatoriedade brasileira. Identificam-se lacunas críticas em pesquisa dose-resposta, regulação formal de risco neurotóxico, monitoramento centralizado e marcos éticos explícitos para intervenções de saúde pública obrigatórias. **Conclusão:** A sentença demonstra a capacidade do sistema legal reavaliar paradigmas à luz de evidência crescente, combinando análise científica com considerações éticas sobre direitos individuais. O próximo decênio definirá se emerge consenso atualizado que harmoniza benefício coletivo com autonomia individual, ou se abordagens divergentes proliferam refletindo valores sociais distintos.

Palavras-chave: Fluoretação da água, TSCA, neurotoxicidade, regulação química, Food & Water Watch v. EPA

ABSTRACT

Background: Drinking water fluoridation remains one of the most controversial public health interventions of the twenty-first century. Initiated in 1945, it was recognized as one of the ten major public health achievements, credited with a 25% reduction in dental caries. Approximately 200 million Americans and 150 million Brazilians consume fluoridated water. In September 2024, the decision in Food & Water Watch v. EPA marked an inflection point by determining that fluoridation at 0.7 mg/L poses an unreasonable risk of IQ reduction in children, in contrast to Brazil's mandatory approach since 1974. **Objectives:** This study systematically examined the chemical properties of fluoride, the legal and scientific foundations of the judicial decision, political positions, the literature

on neurotoxicity, and ethical questions regarding individual autonomy, and conducted a comparative analysis of Brazil, the USA, and WHO regulations. **Methodology:** Qualitative narrative review with comparative documentary, legal, and ethical analysis. Primary sources included the judicial decision, Brazilian legislation, and international regulations. Secondary sources comprised meta-analyses, prospective cohort studies (2015-2025), the National Toxicology Program monograph, professional organization statements, and ethical literature on mandatory public health interventions. **Results:** The decision applied the "preponderance of evidence" standard, finding an insufficient safety margin between the hazard (~1.5 mg/L) and the recommended exposure (0.7 mg/L). Analyses revealed substantial regulatory divergences: the United States operates a voluntary system (73% exposed), Brazil maintains a mandatory mandate (75% exposed), and Europe broadly rejects fluoridation. Ethical analysis demonstrates that compulsory fluoridation without genuine informed consent cannot be justified under contemporary principles of individual autonomy, particularly when effective alternatives are accessible. **Discussion:** The decision catalyses significant political consequences, with potential revocation of Brazilian mandatory fluoridation. Critical gaps are identified in dose-response research, formal regulation of neurotoxic risk, centralized monitoring, and explicit ethical frameworks for mandatory public health interventions. **Conclusion:** The ruling demonstrates the capacity of the legal system to re-evaluate paradigms in light of emerging evidence, combining scientific analysis with ethical considerations regarding individual rights. The next decade will determine whether an updated consensus emerges that harmonizes collective benefit with individual autonomy, or whether divergent approaches proliferate, reflecting distinct social values.

Keywords: *Drinking water fluoridation, TSCA, neurotoxicity, chemical regulation, Food & Water Watch v. EPA*

1. INTRODUÇÃO

A fluoretação da água potável representa uma das intervenções de saúde pública mais polarizadoras do século XXI. Iniciada em Grand Rapids, Michigan, em 1945, a adição artificial de fluoreto foi declarada pelo CDC como uma das dez grandes conquistas de saúde pública do século XX, creditada com redução de 25% na prevalência de cáries dentárias (CDC, 1999). Atualmente, aproximadamente 200 milhões de americanos (73% da população) e 75% da população brasileira (cerca de 150 milhões de pessoas) consomem água fluoretada.

A decisão judicial de setembro de 2024 no caso *Food & Water Watch, Inc. et al. v. United States Environmental Protection Agency* (Processo No. 17-cv-02162-EMC) representa marco histórico ao determinar pela primeira vez que a fluoretação em níveis recomendados constitui "risco não razoável" à saúde pública, especificamente ao neurodesenvolvimento infantil. O caso emergiu de petição cidadã arquivada em 22 de novembro de 2016 sob a Seção 21 do TSCA (*Toxic Substances Control Act*; Lei de Controle de Substâncias Tóxicas (EUA)), solicitando à EPA (Environmental Protection Agency; Agência de Proteção Ambiental dos EUA) proibir a adição de químicos fluoretantes à água potável devido a riscos neurotóxicos. Após negativa da EPA em fevereiro de 2017, o litígio durou oito anos, incluindo duas fases de julgamento (junho 2020 e janeiro-fevereiro 2024), apresentando testemunho de epidemiologistas de elite.

O post afirma que fluoreto reduz QI em fetos expostos em concentrações abaixo de doses terapêuticas e credita ao advogado Michael Connet a vitória em caso histórico contra a FDA sobre proteção contra exposição a fluoreto. Esta comunicação política amplificou rapidamente as conclusões técnicas da sentença judicial, transformando questão regulatória em tema de mobilização política nacional. Fonte: <https://x.com/RobertKennedyJr/status/1852853318327951440>



Robert F. Kennedy Jr. ✓
@RobertKennedyJr

...

It reduces IQ in exposed fetuses at way below therapeutic doses. Please see the attached link for more detailed information. Michael Connet is the attorney who just won a landmark Federal court case against FDA for failing abysmally to protect public health against fluoride exposures.

[Traduzir post](#)

8:20 PM · 2 de nov de 2024 · **810,3 mil** Visualizações

Figura1: Post publicado por Robert F. Kennedy Jr. em 2 de novembro de 2024 no X (formerly Twitter) comunicando aos seus milhões de seguidores as implicações da sentença do caso *Food & Water Watch v. EPA*.

A repercussão imediata da decisão ultrapassou círculos técnicos e jurídicos, gerando mobilização política significativa. Robert F. Kennedy Jr., nomeado Secretário de Saúde e Serviços Humanos dos Estados Unidos em 2025, utilizou as conclusões da sentença para sustentar sua agenda de descontinuação de fluoretação, comunicando seus argumentos através de múltiplas plataformas públicas (Kennedy, 2024). Esta dinâmica demonstra como uma decisão técnica em um tribunal federal rapidamente se transforma em questão política de primeiro plano, influenciando agendas regulatórias em nível nacional e potencialmente moldando políticas em jurisdições internacionais como o Brasil.

Mais além das questões técnicas e jurídicas, a controvérsia da fluoretação levanta questões fundamentais sobre direitos individuais, autonomia pessoal e justiça nas decisões de saúde pública. Particularmente, a fluoretação obrigatória sem consentimento informado genuíno toca em questões éticas análogas às reconhecidas pelo Código de Nuremberg sobre experimentação humana: quando está justificado o Estado impor intervenções médicas à população inteira?

Este artigo analisa a decisão judicial *Food & Water Watch v. EPA* (2024) sobre fluoretação de água, examinando seus fundamentos legais e científicos, a legislação brasileira comparada, e questões éticas sobre autonomia individual e mandatos de saúde pública. Propõe-se reforma condicional da Lei 6.050/1974 baseada em capacidade infraestrutural municipal.

1.1. Fundamentação Teórica

1.1.1. Química do Fluoreto e Mecanismos Biológicos

O flúor (F, número atômico 9) constitui o 13º elemento mais abundante na crosta terrestre. Na forma elementar existe como gás F_2 ; naturalmente ocorre apenas em formas combinadas como fluoreto (F^-), fluorita (CaF_2) e fluorapatita [$Ca_{10}(PO_4)_6F_2$]. Os compostos utilizados em fluoretação incluem fluoreto de sódio (NaF), fluorossilicato de sódio (Na_2SiF_6) e ácido fluorossilícico (H_2SiF_6), que em pH típico da água potável dissociam-se virtualmente completos em íons fluoreto livres.

FUNDAMENTO ESSENCIAL: O consenso científico estabelece que o benefício primário do fluoreto na prevenção de cáries dentárias é exclusivamente decorrente de sua ação tópica

após a erupção dental (aplicado diretamente nos dentes através de cremes dentais, enxaguantes, vernizes), não sistêmica (Iheozor-Ejiofor *et al.*, 2024; Nogueira *et al.*, 2022; American Dental Association, 2021). A adição de fluoreto à água potável resulta em exposição sistêmica involuntária que NÃO contribui para benefício odontológico, pois o fluoreto ingerido é absorvido no trato gastrointestinal (>90%) e não atua topicamente nos dentes. Consequentemente, a fluoretação obrigatória da água potável expõe toda a população a riscos sistêmicos (incluindo neurotoxicidade documentada) sem justificativa de benefício odontológico por essa rota de exposição.

Três mecanismos principais explicam o efeito tópico: aceleração da remineralização, inibição da desmineralização do esmalte e efeito antibacteriano sobre a placa dental (Iheozor-Ejiofor *et al.*, 2024). Revisões sistemáticas recentes confirmam redução de aproximadamente 25% nas cáries dentárias devido à exposição ao fluoreto tópico (Wilkinson, 2024; Iheozor-Ejiofor *et al.*, 2024), enquanto estudos anteriores à década de 1970 demonstravam redução entre 35% e 50%. Estudos contemporâneos mostram redução menor, na faixa de 3% a 15%, refletindo a presença ubíqua de fluoreto em múltiplas fontes, como água, pastas de dentes e alimentos (Wilkinson, 2024).

TOXICOLOGIA: A exposição excessiva ao fluoreto durante amelogênese (aproximadamente dos 0 aos 8 anos de idade) pode causar fluorose dental, uma alteração cosmética ou, em casos graves, estrutural do esmalte (*National Research Council*, 2006). Nos Estados Unidos, segundo dados do *National Health and Nutrition Examination Survey* (NHANES), a prevalência de fluorose dental (qualquer grau, incluindo muito leve) em adolescentes de 12–15 anos aumentou de 40,7% no período 1999–2004 para 65–71% em 2011–2016, dependendo da metodologia de avaliação (Beltrán-Aguilar *et al.*, 2010; Centers for Disease Control and Prevention, 2019; Neurath *et al.*, 2019). A prevalência de fluorose de grau moderado a severo (que pode requerer tratamento estético ou restaurador) foi estimada em aproximadamente 2–6% nos períodos mais antigos e subiu para cerca de 14–21% em coortes mais recentes (Neurath *et al.*, 2019). O íon fluoreto atravessa tanto a barreira placentária quanto a barreira hematoencefálica e acumula-se preferencialmente em tecidos calcificados (*National Research Council*, 2006).

1.1.2. Regulamentação e Saúde Pública

Nos Estados Unidos, a EPA estabelece MCL de 4,0 mg/L e nível "ótimo" de 0,7 mg/L (DHHS, 2015). Dose de referência proposta pela EPA (2010) foi de 0,08 mg/kg/dia.

No Brasil, o Presidente Ernesto Geisel através da Lei Federal 6.050 (1974) tornou fluoretação obrigatória (Brasil, 1974), alcançando grande proporção da população urbana. A Portaria GM/MS 2.914 (2011) estabelece concentração ótima de 0,6-0,8 mg/L e VMP de 1,5 mg/L (Brasil, 2011). Contudo, o monitoramento descentralizado resulta em variabilidade nos níveis de fluoreto entre as cidades.

De acordo com a Organização Mundial da Saúde (OMS), a concentração máxima recomendada de flúor é de 1,5 mg/L, com faixa ótima de 0,5-1,0 mg/L (OMS, 2017). Importante ressaltar que a OMS não estabelece concentração mínima obrigatória de flúor, reconhecendo que o flúor não é essencial para a saúde humana em termos de exigência nutricional obrigatória. Consequentemente, níveis zero de flúor não representam risco à saúde por deficiência e são regulatoriamente aceitáveis.

Na Europa Ocidental, 97-98% não fluoreta água. Países que nunca adotaram incluem Áustria, Bélgica, Dinamarca, França, Itália e Noruega. Países que descontinuaram incluem República Tcheca (1993), Finlândia (1993), Alemanha (1971), Hungria (1960), Holanda (1973) e Suécia (1971) (BFS, 2024). Essa abordagem europeia não resultou em epidemias de cáries; países europeus que não fluoretam mantêm saúde dental comparável a países fluoretados, utilizando alternativas como cremes dentais fluoretados, programas de cuidado dental universal e educação preventiva.

1.1.3. Marco Jurídico

Nos Estados Unidos, o caso foi movido sob Seção 21 da TSCA, que permite cidadãos peticionarem a EPA para regular substâncias com risco não razoável. A TSCA foi substancialmente reformulada pelo Congresso em 2016 (Beveridge & Diamond, 2024).

No Brasil, a Constituição Federal de 1988 estabelece a saúde como direito fundamental de todos os cidadãos. A Lei nº 6.050/1974 e a Portaria nº 635/1975 determinaram a obrigatoriedade da fluoretação das águas de

abastecimento público como política nacional de saúde preventiva. Embora existam debates jurídicos e acadêmicos sobre o mandato obrigatório da fluoretação, até o momento não há decisão definitiva do Supremo Tribunal Federal (STF) sobre a constitucionalidade dessa obrigatoriedade.

2. METODOLOGIA

Estudo configurado como revisão narrativa qualitativa com análise documental, jurídica e ética comparativa. Fontes primárias incluem a decisão judicial *Food & Water Watch v. EPA* (2024), legislação brasileira (Lei 6.050/74; Portarias 635/75, 2.914/11, 888/2021) e regulamentações EPA/OMS. Fontes secundárias compreendem meta-análises e estudos de coorte prospectivos (2015-2025), monografia do National Toxicology Program (2024), declarações de organizações profissionais (ADA, CDC, AAP) e análises jurídicas e éticas especializadas.

Crerios de seleção priorizaram relevância direta para o caso, atualidade (2015-2025), credibilidade institucional, pertinência comparativa Brasil-EUA e rigor ético. A análise integra perspectivas de toxicologia, direito administrativo ambiental, saúde pública e bioética.

3. Análise do Caso Jurídico

3.1. Descrição do Caso

Em 2016, uma coligação de ONGs peticionou a EPA sob TSCA Seção 21, argumentando que fluoreto apresenta efeitos neurotóxicos mesmo na concentração de 0,7 mg/L recomendada pelo Departamento de Saúde e Serviços Humanos (HHS). A EPA negou a petição em 2017. As ONGs apelaram a negação ao tribunal de distrito federal para o Distrito Norte da Califórnia (Beveridge & Diamond, 2024).

A decisão de 24 de setembro de 2024 encontrou "risco não razoável" baseado em NTP Monograph (2024), meta-análises e reconhecimento de fluoreto como substância perigosa. Aplicando padrão "preponderância de evidências", o Juiz Edward M. Chen determinou que a margem de segurança entre perigo (~1,5 mg/L) e exposição recomendada (0,7 mg/L) é insuficiente. A decisão não ordenou proibição específica, deixando à EPA escolher entre aviso ao público, redução de níveis recomendados,

restrições específicas ou proibição (Chen, 2024).

3.2. Análise Crítica

Perspectiva científica: A decisão alinha-se com literatura recente (NTP, 2024; Grandjean & Landrigan, 2014), incluindo estudos prospectivos demonstrando associação entre exposição pré-natal ao fluoreto e redução de QI em coortes do México (Bashash *et al.*, 2017) e Canadá (Green *et al.*, 2019). Contudo, estende conclusões sobre risco neurotóxico para níveis aplicados nas populações americanas. Limitações incluem heterogeneidade de exposição entre estudos, controle inadequado de confundidores socioeconômicos e ausência de dados dose-resposta precisos para populações especificamente americanas. A força de evidência é legítima mas carece de certeza absoluta, refletindo um dos dilemas fundamentais da regulação ambiental.

Perspectiva regulatória: Este é o primeiro caso de um tribunal ordenando que a EPA iniciasse rulemaking em resposta a uma petição de cidadão denunciada sob Seção 21 da TSCA (Beveridge & Diamond, 2024). O precedente é potencialmente transformador. Se tribunais confirmarem que petições TSCA Seção 21 podem forçar a EPA a pular processos estatutários de priorização química e avaliação de risco direto para *rulemaking*, o programa regulatório químico da EPA poderia ser sobrecarregado por prioridades conflitantes, criando incerteza regulatória em outros domínios químicos (Beveridge & Diamond, 2024).

Perspectiva de química ambiental: A decisão exige pesquisas mais rigorosas em toxicidade crônica de exposições de baixo nível, monitoramento sistemático de biomarcadores de exposição e avaliação integrada de risco que considere todas as rotas de exposição a fluoreto, não apenas água potável.

3.3. Comparação de Marcos Regulatórios: Níveis de Flúor (EUA, Brasil, OMS)

3.3.1. Análise comparativa de marcos regulatórios e rotas de exposição

As recomendações sobre fluoreto na água potável refletem uma tensão fundamental entre benefício odontológico documentado e potenciais riscos sistêmicos ainda em processo de avaliação regulatória. Diferentes jurisdições adotam marcos

regulatórios que variam substancialmente:

- CDC recomenda $\approx 0,7$ mg/L para benefício anticárie populacional (CDC, 2024)
- EPA estabelece 4,0 mg/L como limite máximo contaminante (MCL) sob a Safe Drinking Water Act (EPA, 2024)
- OMS fixa 1,5 mg/L como limite de segurança baseado em evidência de toxicidade (OMS, 2017)
- Revisões judiciais (2024) questionam se limites atuais oferecem proteção adequada contra riscos neurodesenvolvimentais (U.S. District Court for the Northern District of California, 2024)

A Tabela 1 sistematiza essa comparação, evidenciando três achados críticos:

PRIMEIRO: Existe dissociação entre o nível "ótimo" (0,7 mg/L) recomendado pela CDC e o objetivo de segurança regulatório (MCLG) de 4,0 mg/L—uma diferença de magnitude que reflete a separação histórica entre benefício odontológico e avaliação de risco toxicológico.

SEGUNDO: O MCL de 4,0 mg/L foi estabelecido com base em efeitos conhecidos e bem documentados (fluorose dental e cárie), mas foi considerado "irrazoável" aos olhos de tribunal federal em 2024 (Chen, 2024) por não incorporar evidência de risco neurotóxico fundamentada em literatura recente (NTP, 2024; Grandjean & Landrigan, 2014).

TERCEIRO: A OMS, embora reconheça benefício anticárie, estabelece um teto de segurança (1,5 mg/L) substancialmente inferior ao padrão norte-americano, refletindo abordagem mais conservadora diante de incerteza científica (OMS, 2017). Criticamente, nenhuma agência estabelece concentração mínima obrigatória de fluoreto—reconhecimento de que flúor não é nutriente essencial para desenvolvimento ou saúde óssea humana (OMS, 2017).

A HIERARQUIA DE EFICÁCIA POR ROTA DE EXPOSIÇÃO

Conforme Tabela 2, três rotas apresentam benefício-risco diferenciado:

FLUORETO TÓPICO (creme dental, verniz, bochecho): Redução de 24–40% em cárie com exposição sistêmica mínima (Marinho *et al.*, 2013; Iheozor-Ejiofor *et al.*, 2015, 2024). Estudos Cochrane classificam como "alta evidência". Nenhum risco sistêmico relevante documentado.

FLUORETO SISTÊMICO VIA INGESTÃO (água, leite, comprimidos): Oferece benefício moderado adicional (~25%) (McDonagh *et al.*, 2000; Iheozor-Ejiofor *et al.*, 2015), mas com exposição corporal inevitável (absorção intestinal ~90–100%) (National Research Council, 2006). Documentada fluorose dental em 10–40% das crianças sob fluoretação bem controlada (CDC, 2010; Roncalli *et al.*, 2019), com fluorose moderada/severa em 2–6% de casos históricos (subindo para 14–21% em coortes recentes) (Neurath *et al.*, 2019). Risco neurotóxico em níveis ótimos permanece controverso (NTP, 2024; Green *et al.*, 2019; Bashash *et al.*, 2017; Till *et al.*, 2020).

ÁGUA FLUORETADA PÚBLICA: Efeito tópico predominante (saliva e biofilme) com pequena contribuição sistêmica pré-eruptiva (Slade *et al.*, 2018). Redução de cárie de 15–35% em estudos ecológicos e de cessação (Beltrán-Aguilar *et al.*, 2010; Roncalli *et al.*, 2019), mas com exposição sistêmica inevitável durante períodos críticos de neurogênese e osteogênese. Fluorose estética leve documentada em 10–40% das crianças (CDC, 2010; Roncalli *et al.*, 2019), com risco de fluorose moderada/severa <5% quando bem controlada.

IMPLICAÇÃO CENTRAL: O efeito tópico pós-eruptivo é o mecanismo dominante mesmo em populações com água fluoretada—especialmente onde uso difundido de dentifrício fluoretado já está estabelecido (Walsh *et al.*, 2019; Marinho *et al.*, 2019). Isso redimensiona a justificativa para fluoretação sistêmica pública: em países com acesso generalizado a higiene bucal e dentifrício fluoretado, a contribuição adicional do fluoreto sistêmico para redução de cárie diminui substancialmente (Wilkinson, 2024), enquanto a exposição sistêmica permanece integral. Em contraposição, em populações com acesso limitado a higiene bucal, fluoretação pública pode oferecer benefício mais significativo.

A questão regulatória central é se os riscos documentados (fluorose, potencial risco neurotóxico em desenvolvimento) justificam a manutenção de fluoretação universal em água potável (Chen, 2024), especialmente dado que benefício odontológico equivalente—e potencialmente superior em termos de razão benefício-risco—pode ser alcançado via estratégias tópicas direcionadas (dos Santos *et al.*, 2013; Cumerlato *et al.*, 2022).

4. DISCUSSÃO

4.1. Diálogo entre Ciência, Direito e Política

A decisão ilustra tensão fundamental entre ciência (que demanda certeza estatística robusta) e TSCA (que utiliza critério de "preponderância de evidências"). Robert F. Kennedy Jr., anunciou em Utah (abril 2025) que direcionará os Centros para Controle e Prevenção de Doenças (CDC) a cessar suas recomendações de fluoretação, dissolverá a Divisão de Saúde Oral do CDC e formará força-tarefa para revisar padrões fluoreto. Utah e Flórida já baniram fluoretação em certos municípios; mais de 60 comunidades americanas reconsideram a prática (AAFP, 2024).

Resposta da comunidade científica tem sido polarizada. A *American Dental Association* (ADA, 2025) e *American Academy of Pediatrics* (AAP, 2025) defendem a segurança contínua da fluoretação com base em sua leitura da literatura. O CDC credita economia de aproximadamente 6,5 bilhões de dólares anualmente em custos de tratamento dentário à fluoretação em comunidade (CDC, 2024).

Contudo, uma análise econômica completa de custo-benefício permanece ausente na literatura sobre fluoreto. Para contextualizar, Trasande e colaboradores estimaram que exposição ao chumbo em crianças de países em desenvolvimento resulta em \$977 bilhões em perdas de produtividade econômica anual, utilizando metodologia que correlaciona redução de QI com perda de renda ao longo da vida (Attina & Trasande, 2013). Aplicar metodologia econômica equivalente à exposição ao fluoreto—documentada para causar 2-5 pontos de perda de QI—seria essencial para uma análise de custo-benefício verdadeiramente informada. Essa análise revelaria se, para nações em desenvolvimento, a preservação de capacidade cognitiva geraria retornos econômicos superiores

aos ganhos odontológicos.

A polarização reflete não apenas desacordos científicos legítimos, mas também diferentes epistemologias sobre como interpretar evidência incompleta.

4.2. Lacunas Críticas em Conhecimento e Regulação

Pesquisa: Existe ausência notória de estudos dose-resposta em populações especificamente brasileiras; falta de dados integrados sobre exposição total a fluoreto (somando água, alimentos, produtos de higiene); necessidade urgente de estudos longitudinais com controle robusto de confundidores socioeconômicos.

Regulação: Brasil não conduziu avaliação formal de risco neurotóxico com a profundidade que a controvérsia demanda. Monitoramento de fluoretação permanece descentralizado, com apenas 48,5% dos municípios realizando vigilância baseada em heterocontrole e registros presentes em 54,3% dos fluoretados (cobertura $\geq 50\%$ da população atendida), além de 15,1% de falsos positivos/negativos nas informações oficiais (Roncalli *et al.*, 2019). Pode faltar base de dados integrada que centralize informações sobre cobertura, conformidade e eventos adversos potenciais.

Comunicação pública: Há necessidade crítica de distinguir comunicativamente entre risco estatístico, associação epidemiológica e causalidade estabelecida. Agências sanitárias precisam defender sua autonomia técnica enquanto reconhecem legitimidade de questões públicas sobre intervenções obrigatórias.

4.3. Comparação Internacional e Modelos Regulatórios

Estados Unidos: A decisão judicial ordena ação regulatória imediata. O país opera sistema voluntário onde municípios decidem sobre fluoretação (73% da população exposta), conforme apresentado na Tabela 1. Abordagem caracteriza-se por tentativa de basear decisões em evidências, mas com capacidade de judicialização quando cidadãos contestam regulações administrativas.

Brasil: Mantém mandato federal obrigatório desde 1974 (75% da população

exposta). Desafios técnico-operacionais resultam em conformidade variável. Risco iminente é que a importação da controvérsia americana leve a mudanças legislativas precipitadas sem consulta adequada com especialistas brasileiros. Projeto de Lei 6.359/2013, agora arquivado, discutido por Bezerra (2021), buscava revogar a obrigatoriedade, e a decisão americana forneceria argumento político adicional para seus apoiadores.

Europa: 97-98% não fluoreta água potável. Aproximadamente 11 países descontinuaram fluoretação não porque descobriram evidência de dano significativo em níveis recomendados, mas porque priorizaram autonomia individual, métodos alternativos e princípios precaucionários sobre medicação em massa (FAN, 2025; IATP, ca. 2000). Europa implementa prevenção de cáries através de cremes dentais fluoretados acessíveis, programas escolares de saúde bucal, sal fluoretado em alguns contextos, e educação preventiva. Resultados de saúde dental são comparáveis a países fluoretados, demonstrando que Zero flúor em água não necessariamente compromete saúde pública quando alternativas são acessíveis.

4.3.1 Heterogeneidade de Exposição a Fluoreto no Brasil: Um Cenário de Duplo Risco

O Brasil não é homogêneo quanto a exposição a fluoreto. Conforme dados de Roncalli *et al.* (2019) sobre monitoramento descentralizado, e reconhecendo que diferentes municípios têm capacidades infraestruturais distintas, é possível caracterizar um cenário de "duplo risco":

RISCO 1: Excesso de fluoreto (fluorose)

- Ocorre em municípios onde: (1) água fluoretada está no padrão ótimo (0,6-0,8 mg/L), MAIS (2) população tem acesso a cremes dentais fluoretados, MAIS (3) consumo de outros produtos fluoretados (chá, alimentos processados);

- População afetada: classes médias/altas urbanas com 100% acesso a água tratada e cremes de qualidade;

- Manifestação: fluorose dental (documentada em 65-71% de adolescentes EUA conforme CDC; prevalência similar esperada em Brasil urbano com perfil similar).

RISCO 2: Deficiência de fluoreto (cáries)

- Ocorre em municípios onde: (1) água não é fluoretada OU não é tratada adequadamente, E (2) população não tem acesso a cremes dentais de qualidade;

- População afetada: populações rurais e urbano-pobres;

- Manifestação: prevalência alta de cáries não tratadas.

CENÁRIO CRÍTICO: HETEROGENEIDADE INFRAESTRUTURAL

- Roncalli *et al.* (2019) documentam que 48,5% dos municípios não realizam heterocontrole adequado;

- Significa: metade dos municípios pode ter fluoreto acima ou abaixo do padrão sem saber.

- Resultado: indivíduos em mesma cidade podem estar simultaneamente expostos a fluoreto inadequado (deficiência) ou excessivo (fluorose), dependendo:

- Local de moradia (água tratada sim/não).
- Classe socioeconômica (acesso a creme sim/não).
- Consumo de alimentos e bebidas fluoretadas.

O argumento de "fluoretação obrigatória viola autonomia" é inválido ONDE população não tem acesso a alternativas. MAS o argumento de "fluoretação causa fluorose" é válido ONDE população TEM acesso simultâneo a múltiplas fontes de fluoreto.

A solução não é "fluoretação sim ou não", mas "fluoretação diferenciada por contexto infraestrutural".

4.4. Dimensão Ética: Consentimento Informado e Autonomia Individual

A fluoretação obrigatória levanta questões legítimas sobre autonomia individual e autoridade estatal em políticas de saúde pública. Não se trata simplesmente de um conflito entre "consentimento" e "benefício público", mas de uma tensão complexa que diferentes sociedades resolvem de formas distintas e defensáveis.

4.4.1. A Objeção Baseada em Autonomia Individual

Alguns críticos argumentam que fluoretação obrigatória apresenta problemas éticos genuínos em relação à autonomia individual. Seu argumento repousa em três pilares. Primeiro, indivíduos recebem exposição a agente químico sem informação completa sobre riscos potenciais. Particularmente com as revisões recentes documentando riscos neurotóxicos em baixas doses, a população não dispõe de informação transparente e acessível sobre esses achados. Segundo, e talvez mais importante, a via de exposição (ingestão sistêmica via água potável) não produz o benefício alegado. Conforme estabelecido cientificamente, o benefício odontológico do fluoreto é exclusivamente tópico—isto é, quando aplicado diretamente aos dentes através de dentifrícios, enxaguantes ou vernizes. A fluoretação sistêmica da água obriga toda a população a absorver fluoreto através do trato gastrointestinal sem que essa exposição contribua para o benefício preventivo de cáries. Terceiro, alternativas efetivas já existem e são acessíveis. Cremes dentais fluoretados, vernizes profissionais e programas escolares de saúde bucal oferecem benefício comparável—redução de 24-40% em cáries—sem exposição sistêmica involuntária.

Sob essa perspectiva, a fluoretação compulsória sem verdadeiro consentimento informado viola princípios de autonomia individual que se tornaram centrais na bioética moderna. Trabalhos como os de Brodeur (2020) e Peckham & Awofeso (2014) argumentam que esse é um exemplo de intervenção médica imposta à população inteira sem que cada indivíduo possa exercer escolha informada, situação que merecia ser tratada com maior cautela quando alternativas menos intrusivas existem.

4.4.2. A Defesa dos Mandatos de Saúde Pública

Contudo, existe um fundamento bioético robusto para políticas de saúde pública que não requerem consentimento individual caso-a-caso, desde que benefício populacional esteja bem documentado e riscos sejam conhecidos e gerenciáveis. A iodação obrigatória de sal em diversos países previne bócio e deficiência cognitiva em populações inteiras sem que se requeira consentimento individual de cada pessoa. Essa política é amplamente considerada ética pela comunidade internacional porque o

benefício é documentado, os riscos são mínimos, e a alternativa (deficiência de iodo generalizada) é claramente pior. Vacinação obrigatória em determinados contextos representa outro exemplo: a sociedade impõe proteção coletiva sem consentimento individual quando benefício supera objeções particulares.

Em níveis recomendados a fluoretação opera numa lógica semelhante. Reduz cáries em aproximadamente 25%, benefício documentado em centenas de estudos. Os riscos conhecidos incluem fluorose dental em 10-40% das crianças (tipicamente muito leve), e possíveis efeitos neurotóxicos ainda em processo de avaliação científica. Conforme as agências de saúde lídias (CDC, OMS) interpretam atualmente os dados, o risco neurotóxico em níveis recomendados é considerado baixo, embora controverso à luz de evidências recentes. (McDonagh *et al.*, 2000; Iheozor-Ejiofor *et al.*, 2024; Neurath *et al.*, 2019; NTP, 2024)

A diferença crucial entre essas políticas de saúde pública estabelecidas e o que críticos chamam de "experimentação humana" reside no tipo de incerteza envolvida. O Código de Nuremberg (1947) aplicava-se a estudos experimentais onde resultados eram incertos, onde indivíduos serviam como sujeitos de pesquisa cujos corpos testavam hipóteses desconhecidas. Políticas de saúde pública baseadas em conhecimento estabelecido—iodação de sal, vacinação, fluoretação—aplicam compreensão científica acumulada para alcançar benefício populacional conhecido. O nível de incerteza é radicalmente diferente.

4.4.3. O Debate Real: Contexto e Justificativa

A questão ética não reduz-se a "consentimento sim ou não", mas a algo mais granular: sob quais circunstâncias um mandato de saúde pública é justificável? E essa resposta muda com o contexto histórico e social.

Quando Brasil sancionou a Lei 6.050 em 1974, o argumento paternalista para fluoretação obrigatória era particularmente robusto. O acesso a dentifrícios fluoretados era severamente limitado para populações de baixa renda. As alternativas efetivas que mencionamos acima simplesmente não estavam universalmente disponíveis. O Estado intervia através da fluoretação da água justamente porque era o mecanismo que alcançava equidade—garantindo que crianças pobres tivessem acesso ao benefício

preventivo que crianças ricas obtinham através de higiene bucal privada. Naquele contexto, a obrigatoriedade tinha fundamento.

4.4.3.1. Importante Ressalva: O Paradoxo da Desigualdade Brasileira

Em 2025, a equação mudou significativamente, mas não uniformemente. O argumento de autonomia individual que justificaria eliminar fluoretação obrigatória assume contexto de acesso equitativo que estruturalmente não existe no Brasil. A realidade é profundamente bifurcada conforme classe socioeconômica.

Em populações de classe média/alta com 100% acesso a água tratada, cremes dentais fluoretados e programas escolares de saúde bucal, o risco atual é de excesso de fluoreto (fluorose dentária em 10–40% das crianças, com formas moderadas-severas em 14–21% de coortes recentes). Nestes contextos, a crítica de "por que imposição obrigatória se há alternativas acessíveis?" é absolutamente válida. Estes grupos recebem fluoreto de múltiplas fontes simultâneas (água, dentifrício, alimentos, vernizes profissionais), resultando em exposição involuntária cumulativa sem consentimento informado genuíno.

Contrariamente, em populações pobres sem acesso consistente a água de qualidade nem cremes dentais acessíveis, o risco é oposto: deficiência de fluoreto com prevalência não controlada de cáries. Para estes grupos, a fluoretação obrigatória permanece como o único mecanismo viável de proteção contra doença bucal prevenível.

4.4.3.2. Solução: Diferenciação Estruturada, Não Revogação Universal

A solução ética e cientificamente fundamentada não é revogar universalmente a Lei 6.050/1974, mas diferenciá-la conforme contexto socioeconômico e capacidade infraestrutural municipal:

Em municípios com comprovada infraestrutura robusta (monitoramento adequado, >80% acesso a cremes de qualidade, programas escolares em ≥80% das instituições), o argumento paternalista de 1974 perde força, a população poderia alcançar benefício semelhante através de escolhas conscientes. Nestas áreas, *opt-out* de fluoretação seria regulatoriamente aceitável. Em municípios com infraestrutura ainda inadequada

ou sem heterocontrole sistemático (48,5% conforme Roncalli *et al.* 2019), a obrigatoriedade mantém justificativa como estratégia de equidade, funcionando como proteção para aqueles sem acesso a alternativas.

TRANSPARÊNCIA: Origem do critério "80%"
NÚMERO UTILIZADO: 80% ORIGEM: • Convencional, não estatístico • Marca ponto onde 4 fatores simultâneos (fluoreto, higiene, educação, heterocontrole) tornam autonomia viável • Poderia ser 75%, 80%, ou 85% LIMITAÇÃO CRÍTICA PARA BRASIL: • Derivado de contextos desenvolvidos • Brasil tem situação heterogênea (Roncalli, 2019): - 48,5% municípios SEM heterocontrole adequado - 54,3% SEM registros de vigilância - Disparidades regionais: Norte (88,9% sem fluoretação) - vs. Sudeste (49,0% com fluoretação) NECESSIDADE DE PESQUISA: Antes de implementar como política, Brasil precisa validar: 1. Distribuição real dos 4 fatores em municípios brasileiros 2. Qual ponto transição é apropriado (pode ser 60%, 85%) 3. Se municípios em transição mantêm redução de cáries 4. Monitoramento de fluorose e prevalência durante mudança CONCLUSÃO: 80% é PROVISÓRIO. Debate deveria ser "qual ponto é apropriado PARA BRASIL", não "80% sim/não"

Esta abordagem diferenciada honra simultaneamente dois valores em tensão: autonomia individual para populações com alternativas reais acessíveis, e justiça distributiva para populações onde fluoretação é único acesso a prevenção efetiva. Rejeita tanto o paternalismo cego (imposição idêntica para todos) quanto o libertarianismo insensível (remoção universal de proteção em nome de autonomia abstrata para populações vulneráveis).

A Lei 6.050/1974 foi apropriada para seu contexto histórico. Uma política de fluoretação para 2025 deve reconhecer que Brasil não é homogêneo: diferentes municípios enfrentam riscos opostos (excesso versus deficiência de fluoreto) conforme inserção socioeconômica. Consequentemente, a recomendação portanto deve ser: reforma da Lei 6.050/1974 que permita *opt-out* condicional para municípios que comprovem (1) monitoramento robusto de saúde bucal, (2) acesso universal a cremes fluoretados de qualidade, e (3) cobertura de programas escolares em $\geq 80\%$ das instituições. Sem estas precondições documentadas, a fluoretação obrigatória permanece como estratégia defensável de equidade.

4.4.4. O Espectro de Posições Legítimas

Diferentes democracias resolveram esta questão de formas distintas, e cada uma reflete escolhas éticas defensáveis baseadas em diferentes prioridades. Estados Unidos opera sistema voluntário onde municípios decidem localmente sobre fluoretação, com aproximadamente 73% da população exposta. Essa abordagem tenta equilibrar benefício de saúde pública com respeito à autonomia municipal e permite que cidadãos contestem politicamente (ou judicialmente) decisões regulatórias que discordam. Brasil mantém mandato federal obrigatório desde 1974, atingindo 75% da população urbana. Essa abordagem prioriza benefício populacional e equidade, presumindo que simplicidade de implementação centralizada justifica a ausência de escolha individual.

Europa Ocidental, onde 97-98% não fluoreta água potável, priorizou autonomia individual e métodos alternativos. Não fez isso porque descobriu evidência de dano significativo em níveis recomendados, mas porque decidiu que em contextos onde cremes dentais fluoretados são universalmente acessíveis e programas de saúde bucal estão estabelecidos, medicação em massa através de água potável não era necessária. Países europeus que nunca fluoretaram, como Dinamarca, Suécia, Noruega, França, mantêm saúde dental comparável aos países fluoretados, demonstrando que zero flúor em água não compromete saúde pública quando alternativas funcionam.

Qual dessas abordagens é "correta" não pode ser respondido apenas por evidência científica. Cada uma representa um balanço

diferente entre valores: proteção de saúde coletiva versus autonomia individual, simplicidade administrativas versus escolha consciente, paternalismo beneficente versus responsabilidade individual.

4.4.5. Onde Ciência Termina e Valores Começam

Ponto metodológico importante: evidência científica não resolve a questão ética fundamental. Ciência pode estabelecer que fluoreto em 0,7 mg/L reduz cáries em aproximadamente 25% e causa fluorose dental em 10-40% das crianças, tipicamente leve. Ciência pode mesmo avaliar se exposição a essa concentração apresenta risco neurotóxico significativo. Mas ciência não pode dizer "portanto, deve ser obrigatório" ou "portanto, deve ser proibido". Essas são decisões normativas que dependem de valores: quanto peso atribuir à autonomia individual versus benefício coletivo? Qual nível de risco involuntário uma sociedade considera aceitável? Quando é legítimo que o Estado intervenha na vida privada para benefício coletivo percebido?

O desacordo sobre fluoretação reflete, em grande medida, desacordo sobre essas questões filosóficas mais amplas, não apenas desacordo sobre fatos científicos. Por isso diferentes democracias—todas operando com compreensão similar da ciência da fluoretação—chegam a conclusões políticas distintas.

4.5. Implicações Políticas e Regulatórias para Brasil

A decisão americana e monografia NTP (2024) fornecem suporte político substantivo para projetos como PL 6.359/2013 (arquivado) que buscam revogar obrigatoriedade da fluoretação no Brasil. Contudo, impacto não será determinístico. Resposta adequada exige que Brasil não simplesmente importe argumentos americanos, mas conduza:

- Primeiro, avaliação formal e independente de risco neurotóxico para população brasileira específica, com metodologia equivalente à do NTP.
- Segundo, reforma da Lei 6.050/1974 que reconheça heterogeneidade infraestrutural. Conforme Roncalli *et al.* (2019), apenas 54,3% dos municípios mantêm registros de vigilância adequados e 48,5% não realizam heterocontrole.

Sugere-se que *opt-out* de fluoretação seja permitido apenas em municípios que demonstrem heterocontrole sistematicamente adequado. Em municípios sem tal infraestrutura, a obrigatoriedade mantém justificativa como estratégia de equidade.

- Terceiro, implementação de monitoramento centralizado robusto de qualidade de água para todas as substâncias, não apenas flúor, criando transparência que restaure confiança pública.
- Quarto, campanha educativa distinguindo legitimamente entre risco epidemiológico, associação estatística e causalidade estabelecida, defendendo autonomia técnica de agências sanitárias.

4.5.1. Diferenciação Municipal das Recomendações: Princípio de Heterogeneidade Infraestrutural

Uma questão metodológica crítica emerge da análise anterior: as recomendações sobre fluoretação não podem ser uniformes se as realidades municipais são profundamente heterogêneas. O Brasil não é homogêneo em sua capacidade infraestrutural, qualidade de água, acesso a produtos de higiene bucal ou cobertura de programas educativos.

Conforme demonstrado na seção 4.3.1 ("Heterogeneidade de Exposição a Fluoreto no Brasil: Um Cenário de Duplo Risco"), diferentes municípios enfrentam cenários opostos e incomensuráveis:

CENÁRIO A - Municípios com Infraestrutura Robusta (aproximadamente 51,5% conforme Roncalli *et al.*, 2019):

- Heterocontrole sistemático adequado e registros de vigilância
- Acesso >80% a cremes dentais fluoretados de qualidade
- Cobertura ≥80% de programas escolares de saúde bucal
- População com 100% acesso a água tratada

Neste contexto, o risco predominante é de EXCESSO de fluoreto (fluorose estética leve em 10-40% das crianças, formas moderadas-severas

em 14-21% de coortes recentes). A população pode alcançar benefício odontológico equivalente através de escolhas conscientes via fluoreto tópico. O argumento paternalista original ("proteger quem não tem alternativas") perde justificativa ética. Autonomia individual torna-se defensável.

CENÁRIO B - Municípios sem Infraestrutura Adequada (aproximadamente 48,5% conforme Roncalli *et al.*, 2019):

- Heterocontrole ausente ou inadequado; metade dos municípios desconhece se níveis estão acima ou abaixo da recomendação
- Acesso limitado a cremes dentais de qualidade para populações pobres
- Cobertura <50% de programas escolares em muitas regiões
- Água não tratada ou inadequadamente tratada em áreas rurais

Neste contexto, o risco predominante é de DEFICIÊNCIA de fluoreto com prevalência elevada e não controlada de cáries. Fluoretação obrigatória permanece como o ÚNICO mecanismo viável de proteção contra doença bucal preventável. A função equitativa da fluoretação justifica-se plenamente.

Uma política nacional única que ignora essa heterogeneidade é simultaneamente demasiado intrusiva para municípios com alternativas acessíveis e insuficientemente protetora para municípios sem infraestrutura. A solução ética e cientificamente defensável é diferenciação estruturada por contexto municipal, não revogação universal ou manutenção uniforme.

4.6. Recomendações Específicas:

4.6.1. Para municípios com infraestrutura robusta

(Heterocontrole adequado, >80% acesso a cremes fluoretados, ≥80% cobertura educativa)

Pesquisadores:

- Conduzir estudos epidemiológicos prospectivos que monitorem efeitos de diferentes estratégias preventivas em população com acesso total a alternativas tópicas

- Investigar se redução de cáries via fluoreto tópico exclusivo (sem sistêmico) atinge níveis comparáveis aos atuais em contexto de alta literacia em saúde bucal

Reguladores municipais:

- Implementar transição gradual de fluoretação obrigatória para modelo voluntário com provisão municipal de alternativas garantidas:
 - Distribuição universal gratuita de cremes dentais fluoretados de qualidade (benefício comprovado de 24-40% redução de cáries, sem exposição sistêmica)
 - Programas escolares de saúde bucal com aplicação profissional tópica (verniz, gel) em instituições públicas
 - Educação comunitária sobre higiene bucal e acesso equitativo a recursos
- Permitir *opt-out* de fluoretação ao nível municipal, desde que compromisso com alternativas seja documentado e auditado
- Implementar monitoramento centralizado de saúde bucal e fluorose para avaliar impacto da transição

Profissionais de saúde:

- Fortalecer vigilância de saúde bucal através de SB Brasil com indicadores específicos de cárie e fluorose
- Preparação para comunicar aos pacientes/comunidades a mudança de modelo com transparência sobre riscos reduzidos (sem exposição sistêmica involuntária) e benefícios mantidos (prevenção de cáries via tópico)
- Oferecer escolhas informadas: fluoreto tópico concentrado para alta risco vs. educação preventiva simples para baixo risco

Comunicadores e educadores:

- Distinguir publicamente entre fluoreto tópico (de uso voluntário, com benefício estabelecido) e fluoreto sistêmico (com risco neurotóxico controverso)
- Reconhecer a legitimidade das questões públicas sobre autonomia e consentimento informado
- Explicar a transição como otimização (mesmo benefício,

menos risco) não como abandono de prevenção

alternativas, com objetivo gradual de transição para modelo flexível

4.6.2. Para municípios sem infraestrutura adequada

(Heterocontrole ausente, <50% acesso a cremes fluoretados, <50% cobertura educativa, água inadequadamente tratada)

Pesquisadores:

- Desenvolver estudos dose-resposta **específicos para populações brasileiras** em contextos de baixo acesso a alternativas
- Investigar biomarcadores de exposição ao fluoreto em crianças dessas regiões
- Estabelecer bancos de dados longitudinais que relacionem níveis de fluoretação municipal com saúde bucal e neurodesenvolvimento
- Priorizar financiamento para pesquisa em regiões onde alternativas tópicas não estão disponíveis

Reguladores (ANVISA e Secretarias Estaduais de Saúde):

- Conduzir avaliação formal e independente de risco neurotóxico para população brasileira específica, replicando rigor metodológico do NTP 2024
- Manter fluoretação obrigatória em municípios comprovadamente sem infraestrutura para alternativas, fundamentada em princípio de equidade e justiça distributiva
- Implementar monitoramento centralizado robusto de:
 - Níveis de fluoreto em água em tempo real (não apenas relatórios municipais autodeclarados)
 - Prevalência de fluorose e cárie em população infantil
 - Acesso real a cremes dentais e programas escolares
- Criar mecanismo de transferência de recursos federais para municípios pobres garantindo acesso a fluoreto tópico subsidiado como complemento à fluoretação sistêmica, não substituto
- Estabelecer prazo regulatório (ex: 10 anos) para que municípios sem infraestrutura alcancem condições mínimas de heterocontrole e acesso a

Profissionais de saúde:

- Fortalecer programas de prevenção múltipla: educação sobre higiene bucal, fluoreto tópico (creme + bochecho escolar), fluoretação sistêmica
- Realizar vigilância específica de fluorose em crianças, comunicando aos pais quando presente de forma transparente
- Preparação para comunicar que fluoretação é intervenção temporária necessária até alternativas estarem universalmente acessíveis

Comunicadores e educadores:

- Distinguir entre "risco neurotóxico em contextos de baixa exposição multifonte" (relevante em EUA) e "benefício de equidade em contextos de acesso limitado a alternativas" (relevante no Brasil)
- Defender autonomia técnica de agências sanitárias ao implementar estratégias baseadas em equidade
- Comunicar a fluoretação como ferramenta **transitória de justiça social**, não como intervenção permanente ideal

4.6.3. Para todos os municípios (transversal)

Pesquisadores e Reguladores (conjunto): Independentemente do modelo escolhido (fluoretação mantida ou descontinuada), redirecionar progressivamente recursos para:

1. Distribuição universal subsidiada de cremes dentais fluoretados de qualidade — com benefício comprovado de 24-40% redução de cáries e sem exposição sistêmica involuntária
2. Programas escolares de saúde bucal com aplicação profissional de fluoreto tópico (verniz, gel em clínicas escolares) — alcançando população inteira durante período crítico (6-18 anos)
3. Educação comunitária sobre higiene bucal — como estratégia de prevenção primária acessível
4. Monitoramento centralizado de qualidade de água — não apenas para fluoreto, mas para todas as substâncias químicas, restaurando confiança pública

5. Bancos de dados integrados (SISAGUA, VIGIAGUA) que centralizem informações sobre cobertura, conformidade, fluorose e saúde bucal por município

Este modelo oferece benefício odontológico equivalente ou superior (24-40% redução de cáries via tópico em municípios com acesso) sem exposição sistêmica involuntária a agente químico com perfil de risco ainda em avaliação.

4.7. Implicações para Prática e Pesquisa

Os achados desta revisão sugerem que políticas de fluoretação devem ser reavaliadas sistematicamente à luz de novas evidências neurotóxicas, questões éticas de consentimento informado e disponibilidade de alternativas efetivas.

Pesquisadores devem priorizar: (a) estudos longitudinais com controle robusto de confundidores em populações brasileiras expostas a níveis baixos de fluoreto; (b) análise econômica integrando metodologia de Trasande para correlacionar efeitos neurotóxicos com produtividade econômica; (c) investigação sistemática da capacidade operacional municipal e competência técnica em estações de tratamento como fator confundidor crítico da qualidade de água.

Reguladores devem implementar: (a) avaliações formais de risco neurotóxico para população brasileira com rigor equivalente ao NTP 2024; (b) monitoramento centralizado de qualidade de água com validação por profissionais qualificados registrados junto ao CRQ; (c) marcos éticos explícitos para intervenções obrigatórias diferenciados por contexto municipal conforme capacidade infraestrutural; (d) auditoria sistemática de estações de tratamento quanto à presença e qualificação de profissionais responsáveis pela operação e controle de qualidade.

Profissionais de saúde devem estar equipados para: (a) comunicar riscos e benefícios de forma transparente respeitando autonomia de pacientes e comunidades; (b) reconhecer que "fluoretação adequada" pressupõe operação técnica competente, não apenas existência de legislação; (c) estabelecer vigilância de saúde bucal e fluorose com indicadores específicos por município.

Profissionais de química (CFQ/CRQ)

devem atuar como: (a) consultores regulatórios em avaliação de infraestrutura municipal para adequação de estações de tratamento; (b) supervisores técnicos de qualidade de água, validando que operações respeitam legislação federal (Portaria 2.914/2011); (c) educadores públicos sobre diferença entre "**tratamento de água**" (processo técnico) e "dosagem química" (aplicação não supervisionada).

5. CONCLUSÕES:

A decisão *Food & Water Watch v. EPA* (2024) estabelece precedente transformador ao determinar que fluoretação em 0,7 mg/L apresenta risco não razoável ao neurodesenvolvimento infantil, reabrindo paradigma de 79 anos.

As abordagens regulatórias divergem significativamente: Estados Unidos opera sistema voluntário (73% expostos), Brasil mantém mandato obrigatório desde 1974 (75% expostos), e Europa rejeita amplamente fluoretação (97-98% não fluoreta), alcançando saúde dental comparável através de alternativas tópicas.

A análise demonstra que fluoretação obrigatória é eticamente questionável em contextos onde alternativas acessíveis existem, mas mantém justificativa como estratégia de equidade onde acesso a fluoreto tópico é limitado. A heterogeneidade infraestrutural brasileira (48,5% dos municípios sem heterocontrole adequado) exige diferenciação municipal, não política uniforme.

Recomenda-se reforma condicional da Lei 6.050/1974 permitindo opt-out apenas em municípios que comprovem infraestrutura robusta (heterocontrole adequado, >80% acesso a cremes fluoretados, ≥80% cobertura educativa). Municípios sem estas condições devem manter fluoretação obrigatória como estratégia de equidade.

Análise econômica aplicando metodologia de Trasande aos dados brasileiros — correlacionando redução de QI com perdas de produtividade — constitui pesquisa futura crítica para decisões políticas informadas por evidência.

O próximo decênio definirá se emerge consenso que harmoniza benefício coletivo em saúde dental com autonomia individual, ou se abordagens divergentes refletem valores sociais distintos.

5. DECLARAÇÕES

5.1. Agradecimentos

O autor agradece a FOOD & WATER WATCH, INC., *et al.*, por ter tido a iniciativa de questionar o dogma da fluoretação nos EUA. Agradece aos revisores por contribuições valiosas para melhoria do manuscrito e pelos desafios construtivos que aprofundaram a análise ética.

5.2. Open Access

This article is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 (CC BY 4.0) International License, which permits use, sharing, adaptation, distribution, and reproduction in any medium or format, as long as you give appropriate credit to the original author(s) and the source, provide a link to the Creative Commons license, and indicate if changes were made. The images or other third-party material in this article are included in the article's Creative Commons license unless indicated otherwise in a credit line to the material. If material is not included in the article's Creative Commons license and your intended use is not permitted by statutory regulation or exceeds the permitted use, you will need to obtain permission directly from the copyright holder. To view a copy of this license, visit <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>.

5.3. Fonte de Financiamento

A pesquisa foi financiada pelos autores. De acordo com as diretrizes éticas da Periódico Tchê Química, que não permitem doações de autores com manuscritos em avaliação (mesmo quando recursos de pesquisa estão disponíveis), ou em casos de limitações financeiras dos autores, os custos de publicação foram totalmente absorvidos pela revista sob nossa política de Acesso Aberto Platinum, através do apoio da Associação Científica Araucária (<https://acaria.org/>). Esta política visa garantir total independência entre o processo editorial e qualquer aspecto financeiro, reforçando nosso compromisso com a integridade científica e equidade na disseminação do conhecimento.

5.4. Conflitos de Interesse:

O autor declara não possuir conflitos de interesse financeiros ou pessoais que possam influenciar os resultados ou interpretações deste trabalho.

5.4. Limitações do Estudo

Este estudo é limitado por ser revisão narrativa baseada em documentos públicos e literatura disponível. Não conduzimos análise meta-analítica quantitativa original devido à heterogeneidade dos estudos incluídos e escopo da revisão.

Duas lacunas metodológicas importantes merecem destaque: (1) Análise econômica de custo-benefício — não foi conduzida análise correlacionando redução de QI documentada (2-5 pontos) com perdas de produtividade econômica ao longo da vida, metodologia desenvolvida por Trasande *et al.* para exposição ao chumbo. Esta análise é crítica para decisões políticas informadas e constitui possibilidade relevante de pesquisa futura; (2) Qualidade operacional do tratamento de água e qualificação profissional, não foi analisada sistematicamente a capacidade técnica municipal de manutenção de estações de tratamento. Experiência prática sugere que muitos municípios brasileiros com estações de tratamento carecem de profissionais qualificados (em particular, químicos registrados junto ao Conselho Federal/Regional de Química – CFQ/CRQ) para operação adequada. Tratar água é processo técnico que exige competência em química; meramente adicionar produtos químicos sem atuação/supervisão de profissional qualificado não constitui "tratamento". Esta questão de capacidade operacional, fiscalização municipal e qualificação de recursos humanos transcende regulação química e demanda investigação sistemática.

A rápida evolução da jurisprudência americana pode desatualizar aspectos da análise legal em breve prazo. Polarização do campo e posições científicas divergentes podem introduzir vieses interpretativos, apesar de nossos esforços deliberados para manter equilíbrio crítico. Análise ética, embora fundamentada em princípios estabelecidos (Código de Nuremberg), reflete interpretações legítimas que outros podem discordar.

5.5. Declaração de Uso de IA:

Inteligência artificial foi utilizada para verificação gramatical, formatação final e integração de seções. Todo o conteúdo científico, análise jurídica e interpretação ética foram realizados exclusivamente pelos autores humanos através de análise crítica e integração

de fontes.

5.6. Contribuição dos Autores

Todos os autores contribuíram substancialmente para: (1) concepção e desenho do estudo; (2) análise e interpretação dos dados; (3) redação e revisão crítica do manuscrito; (4) aprovação da versão final.

5.7. Disponibilidade de Dados:

Todos os dados analisados são de domínio público e estão disponíveis nas referências citadas. Documentos judiciais podem ser acessados via sistema PACER dos tribunais federais americanos (ou pelo link da referência). Dados brasileiros estão disponíveis nos sistemas oficiais do Ministério da Saúde (SISAGUA, VIGIAGUA).

6. ESTUDOS RELACIONADOS A SERES HUMANOS E ANIMAIS

6.1. Aprovação Ética

Não se aplica. Este estudo consiste em revisão documental, análise jurídica comparativa e análise ética de documentos públicos e literatura científica disponível, não envolvendo sujeitos humanos, animais ou dados primários.

6.2. Consentimento Informado

Não se aplica.

7. REFERENCES:

1. **American Academy of Family Physicians (AAFP). (2024).** Possible consequences of court ruling on safety of water fluoridation. AAFP Community Blog. <https://www.aafp.org/pubs/afp/afp-community-blog/entry/possible-consequences-of-court-ruling-on-safety-of-water-fluoridation.html>
2. **American Dental Association (ADA). (2025).** Response to Secretary Kennedy's fluoridation policy. ADA Newsroom. <https://adanews.ada.org/ada-news/2025/march/ada-highlights-health-policy-issues-in-letter-to-rfk-jr/>
3. **American Dental Association (ADA). (2021, July 14).** Fluoride: Topical and systemic supplements. <https://www.ada.org/resources/ada-library/oral-health-topics/fluoride-topical-and-systemic-supplements>
4. **Attina, T. M., & Trasande, L. (2013).** Economic costs of childhood lead exposure in low- and middle-income countries. *Environmental Health Perspectives*, 121(9), 1097-1102. <https://doi.org/10.1289/ehp.1206424>
5. **Bashash, M., Thomas, D., Hu, H., Martinez-Mier, E. A., Sanchez, B. N., Basu, N., ... & Hernández-Avila, M. (2017).** Prenatal fluoride exposure and cognitive outcomes in children at 4 and 6-12 years of age in Mexico. *Environmental Health Perspectives*, 125(9), 097017. <https://doi.org/10.1289/EHP655>
6. **BBC Future. (2025).** These countries don't fluoridate their water – here's why. <https://www.bbc.com/future/article/20250528-why-some-countries-dont-fluoridate-the-water>
7. **Beltrán-Aguilar, E. D., Barker, L., & Dye, B. A. (2010).** Prevalence and severity of dental fluorosis in the United States, 1999-2004 (NCHS Data Brief No. 53). National Center for Health Statistics. <https://www.cdc.gov/nchs/products/databriefs/db53.htm>
8. **Brasil. Presidência da República. (1974).** Lei nº 6.050, de 24 de maio de 1974. Obriga a adição de flúor aos estoques de água potável distribuída, no território dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios que beneficiam-se de sistemas de abastecimento público, destinados ao consumo doméstico. *Diário Oficial da União, Brasília, DF, 25 maio 1974.* Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6050.htm
9. **Brasil. Ministério da Saúde. (1975).** Portaria nº 635, de 26 de dezembro de 1975. Aprova normas e padrões relativos à fluoração da água potável. *Diário Oficial da União, Brasília, DF, 29 dez. 1975.* <https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegi/s/gm/2017/MatrizConsolidacao/comum/249408.html>
10. **Brasil. Ministério da Saúde. Gabinete do Ministro. (2021).** Portaria GM/MS nº 888, de 4 de maio de 2021: Altera a Portaria GM/MS nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011, que dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade.

- Diário Oficial da União. Disponível em https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2021/prt0888_07_05_2021.html
11. **Brasil. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância em Saúde Ambiental e Saúde do Trabalhador. (2012).** Portaria MS nº 2.914/2011: procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade (Série E. Legislação de Saúde). Brasília: Ministério da Saúde. Disponível em https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/portaria_2914_2011.pdf
 12. **Brasil. Ministério da Saúde. (2011).** Portaria nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011: Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Recuperado em 21 de maio de 2024, de https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2914_12_12_2011.html
 13. **Broadbent, J. M., Thomson, W. M., Ramrakha, S., Moffitt, T. E., Zeng, J., Page, L. A., & Poulton, R. (2015).** Community water fluoridation and intelligence: Prospective study in New Zealand. *American Journal of Public Health*, 105(1), 72-76. <https://doi.org/10.2105/AJPH.2013.301857>
 14. **Brodeur, P. (2020).** The fluoride deception. Seven Stories Press.
 15. **Centers for Disease Control and Prevention (CDC). (1999).** Achievements in public health, 1900-1999: Fluoridation of drinking water. *MMWR*, 48(41), 933-940. <https://www.cdc.gov/mmwr/PDF/wk/mm4841.pdf>
 16. **Centers for Disease Control and Prevention (CDC). (2019).** Data quality evaluation of the dental fluorosis clinical assessment data from the National Health and Nutrition Examination Survey, 1999–2004 and 2011–2016 (Vital and Health Statistics Series 2, No. 183). National Center for Health Statistics. https://www.cdc.gov/nchs/data/series/sr_02/sr02_183-508.pdf
 17. **Centers for Disease Control and Prevention (CDC). (2024).** Community Water Fluoridation. <https://www.cdc.gov/fluoridation/index.html>
 18. **Centers for Disease Control and Prevention. (2019).** Data quality evaluation of the dental fluorosis clinical assessment data from the National Health and Nutrition Examination Survey, 1999–2004 and 2011–2016 (Vital and Health Statistics Series 2, No. 183). National Center for Health Statistics. https://www.cdc.gov/nchs/data/series/sr_02/sr02_183-508.pdf
 19. **Chen, E. M. (2024).** Findings of Fact and Conclusions of Law: Food & Water Watch, Inc. *et al.* v. United States Environmental Protection Agency. Case No. 17-cv-02162-EMC (N.D. Cal. Sept. 24, 2024). Wiley Law. https://www.wiley.law/media/publication/633_TSCA%20Flouride%20District%20Court%20Findings%20of%20Fact%20%20Conclusions%20of%20Law,%20Sept.%202024.pdf
 20. **Choi, A. L., Sun, G., Zhang, Y., & Grandjean, P. (2012).** Developmental fluoride neurotoxicity: A systematic review and meta-analysis. *Environmental Health Perspectives*, 120(10), 1362-1368. <https://doi.org/10.1289/ehp.1104912>
 21. **Cross, D. W., & Carton, R. J. (2003).** Fluoridation: A violation of medical ethics and human rights. *International Journal of Occupational and Environmental Health*, 9(1), 24-29. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12749628/>
 22. **Cumerlato, C. B. F., et al. (2022).** Is professionally applied topical fluoride effective in treating incipient caries? *Brazilian Oral Research*, 36, e070. <https://www.scielo.br/j/bor/a/x6cjrMgHFwZ8nYNnTSPY3sc/>
 23. **Duvall, M., Richichi, T., Spanton, E., & Zietman, J. (2024).** Federal court orders EPA to regulate fluoridation of drinking water under TSCA. *Beveridge & Diamond*. <https://www.bdlaw.com/publications/federal-court-orders-epa-to-regulate-fluoridation-of-drinking-water-under-tsca/>
 24. **E&E News. (2024).** EPA 'in a really tough spot' after landmark fluoride ruling. <https://www.eenews.net/articles/epa-in-a-really-tough-spot-after-landmark-fluoride-ruling/>
 25. **European Commission. (2010).** Fluoridation: 1. Introduction. https://ec.europa.eu/health/scientific_committees/opinions_layman/fluoridation/en/1-2/1.htm

26. **Fluoride Alert. (2024).** Statements from European Health, Water, & Environment Authorities on Water Fluoridation. <https://fluoridealert.org/content/europe-statements/>
27. **Ganim, S., & Devine, C. (2024, November 3).** RFK Jr. says fluoride is 'an industrial waste' linked to cancer, diseases and disorders. Here's what the science says. CNN. <https://www.cnn.com/2024/11/03/health/rfk-jr-fluoride-science>
28. **Grandjean, P., & Landrigan, P. J. (2014).** Neurobehavioural effects of developmental toxicity. *The Lancet Neurology*, 13(3), 330–338. [https://doi.org/10.1016/S1474-4422\(13\)70278-3](https://doi.org/10.1016/S1474-4422(13)70278-3)
29. **Green, R., Lanphear, B., Hornung, R., Flora, D., Martinez-Mier, E. A., Neufeld, R., ... & Till, C. (2019).** Association between maternal fluoride exposure during pregnancy and IQ scores in offspring in Canada. *JAMA Pediatrics*, 173(10), 940–948. <https://doi.org/10.1001/jamapediatrics.2019.1729>
30. **Iheozor-Ejiofor, Z., et al. (2024).** Water fluoridation for the prevention of dental caries. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, 2024(10), CD010658. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/39362658/>
31. **Kennedy, R. F., Jr. (2024, November 2).** It reduces IQ in exposed fetuses at way below therapeutic doses. Please see the attached link for more detailed information. Michael Connet is the attorney who just won a landmark Federal court case against FDA for failing abysmally to protect public health against fluoride exposures. X (formerly Twitter). <https://x.com/RobertKennedyJr/status/1852853318327951440>
32. **Kennedy, R. F., Jr. (2025, April 8).** RFK Jr. will tell CDC to stop recommending fluoride in drinking water. PBS NewsHour. <https://www.pbs.org/newshour/health/rfk-jr-will-tell-cdc-to-stop-recommending-fluoride-in-drinking-water>
33. **McDonagh, M. T., Whiting, P. F., Wilson, P. M., Sutton, A. J., Chestnutt, I., Cooper, J., ... & Kleijnen, J. (2000).** Systematic review of water fluoridation. *BMJ*, 321(7265), 855–859. DOI: 10.1136/bmj.321.7265.855
34. **Mansfield, P. (2010).** Overview of reasons to oppose water fluoridation. ActionPA.org. <https://www.actionpa.org/fluoride/reasons.pdf>
35. **National Research Council. (2006).** Fluoride in drinking water: A scientific review of EPA's standards. The National Academies Press. <https://nap.nationalacademies.org/catalog/11571/fluoride-in-drinking-water-a-scientific-review-of-epas-standards>
36. **National Toxicology Program (NTP). (2024a).** NTP monograph on the state of the science concerning fluoride exposure and neurodevelopmental and cognitive health effects: A systematic review. https://ntp.niehs.nih.gov/sites/default/files/2024-08/fluoride_final_508.pdf
37. **National Toxicology Program (NTP). (2024b).** Fluoride exposure: Neurodevelopment and cognition. <https://ntp.niehs.nih.gov/research/assessments/noncancer/completed/fluoride>
38. **Neurath, C., Limeback, H., Osmunson, B., Connett, M., Kanter, V., & Wells, C. R. (2019).** Dental fluorosis trends in U.S. oral health surveys: 1986 to 2012. *JDR Clinical & Translational Research*, 4(4), 298–308. <https://doi.org/10.1177/2380084419830957> (PDF: <https://journals.sagepub.com/doi/pdf/10.1177/2380084419830957>)
39. **Nogueira, M. T., et al. (2022).** Efficacy of topical fluoride application in the prevention of dental caries. *LEV - Laboratório de Ensino Virtual*, 13(2), 331–338. <https://periodicos.newsciencepubl.com/LEV/article/download/4387/6591>
40. **Organização Mundial da Saúde (OMS). (2017).** Diretrizes para qualidade da água potável (4ª ed., incorporando o 1º adendo). Genebra: OMS. Disponível em: <https://www.who.int/publications/i/item/9789241549950>
41. **Peckham, S., & Awofeso, N. (2014).** Water fluoridation: A critical review of the physiological effects of ingested fluoride as a public health intervention. *The Scientific World Journal*, 2014, Article ID 293019. <https://www.hindawi.com/journals/tswj/2014/293019/>
42. **Roncalli, A. G., Noro, L. R. A., Cury, J. A., Zilbovicius, C., Pinheiro, H. H. C., Ely, H. C., Narvai, P. C., & Frazão, P. (2019).** Fluoretação da água no Brasil: distribuição regional e acurácia das

- informações sobre vigilância em municípios com mais de 50 mil habitantes. *Cadernos de Saúde Pública*, 35(6), Article e00250118. <https://doi.org/10.1590/0102-311X00250118>
43. **Shuster, E. (1997).** Fifty years later: The significance of the Nuremberg Code. *New England Journal of Medicine*, 337(20), 1436-1440. <https://www.nejm.org/doi/full/10.1056/NEJM199711133372006>
 44. **Till, C., et al. (2020).** Fluoride exposure from infant formula and child IQ in a Canadian birth cohort. *Environment International*, 134, 105315. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2019.105315>
 45. **Twetman, S., Axelsson, S., Dahlgren, H., Holm, A. K., Källestål, C., Lagerlöf, F., ... & Mejare, I. (2003).** Caries-preventive effect of fluoride toothpaste: A systematic review. *Acta Odontologica Scandinavica*, 61(6), 347-355. <https://medicaljournalssweden.se/actaodontologica/article/download/38915/44065>
 46. **United Kingdom. British Fluoridation Society (BFS). (2024).** Water fluoridation status: Europe. <https://www.bfsweb.org>
 47. **United States. Department of Health and Human Services (DHHS). (2015).** Public Health Service recommendation for fluoride concentration in drinking water for prevention of dental caries. *Federal Register*, 80(133), 1-3. <https://www.govinfo.gov/content/pkg/FR-2015-05-01/pdf/2015-10201.pdf>
 48. **United States. Environmental Protection Agency (EPA). (2011).** Questions and answers on fluoride. https://19january2021snapshot.epa.gov/sites/static/files/2015-10/documents/2011_fluoride_questionsanswers.pdf
 49. **United States. Environmental Protection Agency (EPA). (2024).** Fluoride in drinking water. <https://www.epa.gov/ground-water-and-drinking-water/fluoride-drinking-water>
 50. **Walsh, T., Worthington, H. V., Glenny, A. M., Marinho, V. C., & Jeroncic, A. (2019).** Fluoride toothpastes of different concentrations for preventing dental caries. *The Cochrane database of systematic reviews*, 3(3), CD007868. A
 51. Fluoride Action Network. (2025, 30 de junho). Statements from European health, water, & environment authorities on water fluoridation. <https://fluoridealert.org/content/europe-statements/>
 52. Institute for Agriculture and Trade Policy. (ca. 2000). Facts about fluoridation. https://www.iatp.org/sites/default/files/Facts_about_Fluoridation.htm

Tabela 1. Comparação de Rotas de Exposição ao Fluoreto

Parâmetro	Concentração de Flúor (mg/L)	Fonte / Contexto
Nível Ótimo Recomendado	~0,7 mg/L	Recomendação do U.S. HHS/CDC: Para prevenir cáries dentárias. Fonte: CDC (2024). Community Water Fluoridation.
Limite Regulatório Federal (MCL)	4,0 mg/L	Nível Máximo de Contaminante: Aplicável sob a Lei da Água Potável Segura (Safe Drinking Water Act). Fonte: EPA (2024). Fluoride in Drinking Water.
Objetivo de Segurança Regulatório (MCLG)	4,0 mg/L	Objetivo de Saúde Pública: Baseado apenas em efeitos conhecidos (cáries, fluorose). Foi considerado "irrazoável" pelo tribunal por não proteger contra riscos neurotóxicos. Fonte: EPA (2024). Fluoride in Drinking Water.
Níveis Associados a Risco	~0,7 mg/L e superiores	Risco Neurotóxico: Faixa de concentração na qual estudos revisados pelo tribunal encontraram associação com reduções no QI e outros efeitos neurodesenvolvimentais. Fonte: U.S. District Court for the Northern District of California (2024).
Nível Máximo Recomendado (OMS)	1,5 mg/L	Limite de segurança estabelecido pela OMS baseado em evidência de toxicidade em concentrações superiores. Fonte: OMS (2017). Diretrizes para qualidade da água potável.
Nível Mínimo Exigido	Nenhum (zero é aceitável)	A OMS e agências regulatórias não estabelecem concentração mínima obrigatória, reconhecendo que flúor não é essencial para saúde humana em termos de exigência nutricional. Fonte: OMS (2017).

Tabela 2. Comparação de Rotas de Exposição ao Fluoreto

Rota de Exposição	Principal Mecanismo de Ação Anticárie	Benefício Odontológico Principal	Exposição Sistêmica	Risco Sistêmico Documentado em Níveis de Fluoretação Pública (0,7–1,2 mg/L)	Referências Principais
Tópica (creme dental, verniz, bochecho, aplicação profissional)	Contato direto com o esmalte (formação de CaF_2 e inibição da desmineralização)	Alta evidência: redução de 24–40% de cárie em dentes permanentes	Mínima (maioria cuspidada ou não ingerida)	Nenhum relevante	Marinho <i>et al.</i> , 2013 (Cochrane); Iheozor-Ejiofor <i>et al.</i> , 2015 (Cochrane)
Sistêmica via ingestão (água fluoretada, leite fluoretado, comprimidos/soluções)	Incorporação pré-eruptiva ao esmalte + efeito tópico pós-eruptivo pelo fluoreto salivar	Evidência moderada: redução adicional de ~25% (efeito tópico pós-eruptivo é o principal em populações com uso difundido de dentífrico)	Sim (absorção intestinal ≈ 90–100%)	Fluorose dental (leve/muito leve na maioria); risco neurotóxico em níveis ótimos é considerado baixo pela maioria das agências (CDC, OMS, NHMRC), mas permanece controverso em revisões recentes (NTP 2024; Green <i>et al.</i> , 2019)	McDonagh <i>et al.</i> , 2000 (York Review); Iheozor-Ejiofor <i>et al.</i> , 2015; Broadbent <i>et al.</i> , 2015; Bashash <i>et al.</i> , 2017; Till <i>et al.</i> , 2020
Água fluoretada pública (heterocontrole ou autocontrole)	Efeito tópico predominante (saliva e biofilme) + pequena contribuição sistêmica pré-eruptiva	Redução populacional de cárie de 15–35% em estudos ecológicos e de cessação	Sistêmica inevitável, porém controlada	Fluorose estética leve em 10–40% das crianças (CDC 2010; Roncalli <i>et al.</i> , 2019); risco de fluorose moderada/severa < 5% quando bem controlada	Slade <i>et al.</i> , 2018; Roncalli <i>et al.</i> , 2019; Beltrán-Aguilar <i>et al.</i> , 2010