

Fluoretação da água de abastecimento público: abordagem bioética, legal e política

Cléa Adas Saliba Garbin¹, Luis Felipe Pupim dos Santos², Artênio José Ispser Garbin³, Suzely Adas Saliba Moimaz⁴, Orlando Saliba⁵

Resumo

Este artigo tem como objetivo analisar aspectos bioéticos e questões legais e políticas da fluoretação de águas de abastecimento público, criando discussões baseadas em estudos consagrados e em novas pesquisas, a fim de contribuir para abordagem imparcial do tema. Trata-se de revisão bibliográfica realizada após levantamento de literatura especializada sobre “fluoretação”, “bioética” e “intoxicação por flúor”. Foram selecionados estudos que possibilitaram discussão plural, relevantes para o debate do tema. A fluoretação das águas de abastecimento público é importante medida de saúde pública para prevenir a cárie dentária, tendo sua eficácia comprovada em vários estudos. Sua obrigatoriedade prevista por lei federal gera dilemas bioéticos, pois exclui a possibilidade de escolha individual de consumir ou não água fluoretada. Não parece haver saída para esse dilema moral, mesmo se a medida fosse livre de qualquer risco, pois ainda assim violaria o princípio da autonomia.

Palavras-chave: Fluoretação. Bioética. Intoxicação por flúor.

Resumen

La fluoración del agua de abastecimiento público: abordaje bioético, legal y político

El objetivo de este artículo es analizar los aspectos bioéticos y asuntos legales y políticos de la fluoración del agua de abastecimiento público, al crear discusiones en base a estudios consagrados y a nuevas investigaciones, con el fin de contribuir con un enfoque imparcial del tema. Se trata de la revisión bibliográfica realizada después de estudiar la literatura especializada sobre la “fluoración”, “bioética” e “intoxicación por flúor”. Se seleccionaron los estudios que permitieron la discusión plural, lo cual fue relevante para el debate del tema. La fluoración de agua de abastecimiento público es una medida de salud pública importante para prevenir la caries dental y su efectividad se comprobó en varios estudios. Su obligatoriedad prevista por la Ley Federal genera dilemas bioéticos, ya que elimina la posibilidad de la elección individual de consumir o no el agua fluorada. No parece haber una salida para este dilema moral, incluso si la medida estuviese libre de cualquier riesgo, ya que aun así estaría violando el principio de autonomía.

Palabras clave: Fluoruración. Bioética. Intoxicación por flúor.

Abstract

Fluoridation of public water supply: bioethical, legal and political approach

This article aims to analyze the bioethical aspects and legal and political issues of water fluoridation, creating a discussion based on established studies and new research, in order to contribute to an ethical and impartial perspective on the subject. A bibliographic review study was performed, based on a survey of specialized literature on “fluoridation”, “bioethics” and “fluoride poisoning”. Water fluoridation is an important public health measure for the prevention of dental caries, and its efficacy has been demonstrated in several studies. As it is mandatory under Brazilian law, bioethical dilemmas arise due to the absence of individual choice on whether to consume or not consume fluoridated water. There appears to be no solution to this moral dilemma, as even if the measure were free from any risk, its compulsory application would still violate the principle of autonomy.

Keywords: Fluoridation. Bioethics. Fluoride poisoning.

1. **Livre docente** cgarbin@foa.unesp.br – Faculdade de Odontologia de Araçatuba (FOA/Unesp) 2. **Doutorando** lfpupim@hotmail.com – FOA/Unesp 3. **Doutor** agarbin@foa.unesp.br – FOA/Unesp 4. **Livre docente** sasaliba@foa.unesp.br – FOA/Unesp 5. **Livre docente** osaliba@foa.unesp.br – FOA/Unesp, Araçatuba/SP, Brasil.

Correspondência

Cléa Adas Saliba Garbin – Rua José Bonifácio, 1.193, Vila Mendonça CEP 16015-050. Araçatuba/SP, Brasil.

Declaram não haver conflito de interesse.

A fluoretação das águas de abastecimento público consiste no método mais importante do uso do flúor na saúde pública para prevenção de cárie dentária. Isso porque é seguro, de baixo custo e abrange grande parte da população¹⁻⁷. O Centro de Prevenção e Controle de Doenças dos Estados Unidos (EUA) julga a medida como um dos dez mais relevantes êxitos da saúde pública do século XX⁸. Muitas organizações de saúde e ciência, como a Organização Mundial da Saúde (OMS), Associação Internacional de Pesquisa Odontológica e Organização Pan-Americana de Saúde preconizam o método⁹.

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 substratos¹⁰. Essa corrente considerava que as propriedades preventivas do flúor seriam permanentes para o indivíduo exposto durante o processo de desenvolvimento dos dentes¹¹. 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 esmalte¹². Os efeitos benéficos proporcionados pelo flúor se devem a sua presença contínua, em pequenas quantidades, durante toda a vida do indivíduo¹³.

Há pesquisas que comprovam que a quantidade de cáries em crianças aumenta em localidades em que a fluoretação das águas foi encerrada ou interrompida¹⁴⁻¹⁸. O método, porém, 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 íon não traz o benefício desejado para prevenção de cárie^{6,19}, enquanto teores elevados aumentam o risco de se desenvolver fluorose dentária, sendo essa o primeiro sinal clínico dos efeitos tóxicos do flúor²⁰. Essa patologia ocorre devido à exposição do germe dentário, durante seu período de formação, a altas concentrações de flúor.

Para a fluoretação das águas, alguns requisitos devem ser analisados. Deve-se fazer o levantamento do índice CPO-D (dentes cariados, perdidos e obturados) da população local; coletar informações sobre a rede de distribuição de água; estabelecer o teor recomendado de fluoreto a ser adicionado; escolher produto e equipamentos; e definir o método de análise e amostragem. O ácido fluossilícico tem sido o produto mais usado para fluoretar águas atualmente, em razão de seu favorável custo-benefício. Basicamente, os equipamentos utilizados são bombas dosadoras, dosadores de nível constantes, cone de saturação e cilindros de saturação.

O ponto de aplicação de flúor deve ser estabelecido levando-se em conta o produto a ser utilizado e as características da rede de distribuição de água local. Na maioria dos casos, a saída dos filtros, o reservatório de contato ou reservatório de distribuição são pontos de aplicação dos compostos que vão liberar flúor²¹. Quando há no município estação de tratamento de água, ela se torna a responsável pela adição e monitoramento de flúor nas águas destinadas à população. Caso contrário, o controle da qualidade da água deve ser de incumbência dos serviços locais de saúde e vigilância.

A fluorose dentária se torna mais frequente na dentição permanente, sendo as faixas etárias correspondentes à primeira e segunda infância mais suscetíveis a seus efeitos nocivos, causados pela ingestão sistêmica de flúor. Clinicamente, a fluorose causa manchas opacas no esmalte, e em casos mais graves pode danificar a estrutura mineral normal do elemento dentário, originando regiões amareladas ou castanhas²². Esse distúrbio pode se tornar problema de saúde pública, pois não afeta somente a estética do indivíduo, mas também causa alterações funcionais que podem interferir em questões de autoestima, além de ser fator que pode dificultar a inserção dos acometidos no mercado de trabalho. O tratamento odontológico para a situação pode ser altamente complexo, dependendo da severidade do caso²³.

Investigações dos possíveis malefícios da exposição sistêmica ao flúor não se limitam à fluorose dentária. Há estudos na literatura científica que correlacionam intoxicação por flúor com efeitos neurotóxicos, perda da atividade motora normal, aumento de resistência à insulina, hipotireoidismo, alterações ósseas, como osteosclerose, osteoporose, entre outras patologias^{24,25}. Essas pesquisas apresentam resultados que comprovam que o flúor é nocivo para a saúde. Entretanto, as concentrações de fluoreto utilizadas em seus métodos muito ultrapassam os teores recomendados para a fluoretação das águas,

ou seja, nenhum desses estudos pode concluir que o método pode causar as patologias citadas.

Em 1974, a Lei 6.050 foi aprovada, determinando a obrigatoriedade do método da fluoretação das águas em localidades que possuam estações de tratamento²⁶. A Portaria 2.914, de 2011, emitida pelo Ministério da Saúde, estabelece parâmetros aceitáveis para potabilidade das águas de abastecimento público, controlando assim sua qualidade para consumo humano. Segundo a Portaria, o teor máximo permitido para o íon flúor é de 1,5 miligramas por litro de água (mgF/L)²⁷. A bioética é área que se ocupa de problemas éticos referentes ao início e fim da vida humana²⁸, e pode ainda ser definida como *o estudo sistemático da conduta humana na área das ciências da vida e dos cuidados da saúde, na medida em que esta conduta é examinada à luz dos valores e princípios morais*²⁹.

Segundo as considerações desse campo, a fluoretação das águas torna-se tema pertinente pelos seguintes motivos: 1) sabe-se que, na área odontológica, o método, já consagrado, tem contribuído para o controle de cáries da população mundial; 2) algumas pesquisas sugerem que o consumo do flúor acarreta efeitos nocivos para a saúde, causando patologias no sistema nervoso, no tecido ósseo, no sistema endócrino, perda de funções motoras normais, fluorose dentária, entre várias outras complicações; 3) atualmente, a fluoretação das águas de abastecimento público é lei federal e abrange grande parte da população; 4) alguns pesquisadores discutem a questão da autonomia dos indivíduos, afirmando que a população deve ter a chance de escolher se quer ou não consumir água fluoretada^{30,31}.

Este estudo objetivou analisar aspectos bioéticos da fluoretação das águas de abastecimento público e explorar os pontos que levam às questões bioéticas envolvidas no tema. Problematicamos sua dualidade científica por meio de discussões baseadas em estudos consagrados e em novas pesquisas, a fim de contribuir para abordagem ética e imparcial do tema. As questões que vão guiar a discussão neste estudo envolvem pesquisas científicas sobre benefícios e malefícios do flúor, tomadas a partir de marcos da bioética, buscando-se, assim, favorecer a compreensão do problema e estimular condutas em consonância com a ética.

Método

Trata-se de estudo de revisão bibliográfica realizado após levantamento de literatura

especializada. Para serem incluídas neste trabalho, as publicações deveriam compreender os temas “fluoretação da água”, “bioética”, “intoxicação por flúor”. Foram excluídos artigos que não abrangiam os temas citados ou que não continham referências bibliográficas. Buscou-se também estudos sobre leis e políticas que regem a fluoretação no Brasil, a fim de evidenciar para os leitores um dos pontos referentes às questões bioéticas envolvidas no método, que é sua obrigatoriedade prevista na Constituição Federal, restringindo a possibilidade de escolha individual.

Foram utilizadas as bases de dados SciELO, PubMed, Biblioteca Virtual em Saúde (BVS) e Google Scholar. As fontes selecionadas datam de 1950 a 2016, totalizando 68 artigos científicos, colaborando para que estudos consagrados e pesquisas atuais estejam envolvidos refletindo a complexidade do tema e seu desenvolvimento ao longo dos anos. Após criteriosa análise do material o artigo passou a ser elaborado – além das considerações finais, o texto apresenta três tópicos que serão abordados separadamente: aspectos legais e políticos, questões bioéticas e malefícios. Para cada uma dessas subdivisões foram incluídos estudos que possibilitassem discussão plural, sendo relevantes para o debate multifacetado do tema.

Aspectos legais e políticos

A fluoretação das águas foi discutida em três conferências nacionais de saúde bucal do país, em 1986, 1993 e 2004³². O método é uma das prioridades das Diretrizes da Política Nacional de Saúde Bucal, nas quais consta um tópico específico para 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 intersetoriais 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 SUS³³.

Baixo Guandú, no Espírito Santo, foi a primeira cidade brasileira a fluoretar o abastecimento de água em 1953, sendo o então Serviço Especial de Saúde Pública (Sesp) o responsável pela operacionalização do método³³. Entretanto, apenas em 1974 foi aprovada a Lei Federal 6.050²⁶, já retratada neste trabalho. A Pesquisa Nacional de Saneamento Básico, realizada em 2008, mostrou que 60,6% dos municípios brasileiros agregam flúor em quantidade adequada nas águas destinadas à população, mas não existe sistema público para consultas sobre a concentração do íon.

Cesa, Abegg e Aerts³⁴ avaliaram a vigilância do fluoreto nas águas de abastecimento público nas capitais brasileiras e constataram que, na maior parte delas, os níveis de flúor nas águas não foram monitorados corretamente. Portanto, há a necessidade de maior compromisso intersetorial para se qualificar a fluoretação das águas no país. De acordo com a Sociedade Britânica de Fluoretação, o Brasil é o país com a segunda maior cobertura de flúor na água, ficando atrás apenas dos EUA³⁵.

Questões bioéticas

As áreas de bioética e saúde pública, apesar de serem campos distintos, muitas vezes apresentam pontos de interseção relacionados a medidas ou tecnologias que colocam em discussão as decisões tomadas pelos formuladores de políticas públicas³⁶. Diante de problemas sanitários coletivos, estratégias e ações em saúde pública são formuladas para proteger a população de determinado local. Sendo essas medidas muitas vezes obrigatórias, é retirada a possibilidade de escolha por parte dos indivíduos, que em alguns casos não têm pretensão ou mesmo necessidade do acesso ao benefício.

Alguns autores apontam que a legitimidade de ações sanitárias e restrições à autonomia individual são necessárias, sendo características de atos protetores, prevalecendo então a justiça sanitária sobre a autonomia do cidadão^{37,38}. Os formuladores de políticas públicas de saúde muitas vezes se deparam com dilemas, pois tanto o princípio da proteção quanto o da precaução entram em conflito. O princípio da proteção está ligado às evidências científicas sobre a necessidade e eficácia do método, enquanto o da precaução está associado aos riscos ou danos provenientes de determinada medida. Na área da saúde, situações dilemáticas são aquelas em que duas abordagens são possíveis e justificáveis científica e tecnicamente³⁷.

É possível relacionar a fluoretação também ao princípio da não maleficência, que pode ser definido como *princípio segundo o qual não devemos infligir mal ou dano a outros*³⁹. Com os conhecimentos atuais evidenciados por meio de pesquisas científicas, há confirmação concreta de que a fluoretação das águas pode causar algum dano ou mal à população? A pluralidade de resultados e opiniões nos artigos sobre o tema pode tornar a resposta a esse questionamento no mínimo polêmica. Os possíveis malefícios da intoxicação por flúor serão especificados de forma mais ampla no próximo tópico deste estudo.

Para alguns autores, certos pontos devem ser avaliados na população-alvo quando se considera o emprego de determinada tecnologia em saúde pública, tais como fatores socioeconômicos e culturais, além dos próprios conflitos morais e sociais que podem aparecer. Problemas morais estão relacionados às restrições da liberdade individual que podem surgir na busca pelo bem-estar coletivo. Estes questionamento surgem igualmente quando os objetivos da medida não são atingidos, seja por erros de execução ou por conflito de interesses, coibindo o acesso de algumas camadas da população à estratégia de saúde pública em questão⁴⁰.

De maneira geral, fluoretos podem ser encontrados em vários produtos, como dentifrícios e mesmo alimentos industrializados, tornando a disponibilidade do íon maior e mais diversificada. Entretanto, dilemas bioéticos se restringem ao flúor contido nas águas de abastecimento justamente porque a população não tem a opção de não consumi-la, como acontece no caso dos produtos.

Malefícios

Para melhor compreender as possíveis consequências negativas do consumo de flúor, apresentamos breve entendimento sobre sua cinética: o íon flúor pode ser absorvido pela mucosa bucal, mas a maior parte da absorção ocorre no trato gastrointestinal. A redução de pH acelera esse processo, e, sendo assim, a acidez estomacal contribui para absorção e efeitos tóxicos. Após absorvido, o íon vai para a corrente sanguínea: parte se acumula nos ossos e o restante é excretado pela urina, fezes, suor e leite materno.

Quanto à toxicidade aguda de flúor, ou seja, quando dose muito elevada é ingerida de uma só vez, há relatos de morte na literatura. Nos casos fatais relatados, as doses variaram de 4 a 30 mgF/kg⁴¹,

considerando que crianças estavam entre as vítimas. Sinais e sintomas de intoxicação aguda por flúor se caracterizam por quadros de vômito, diarreia, fibrilação ventricular, broncoespasmos, hemoptise, pupilas dilatadas, câimbras, colapso cardíaco, hipocalcemia, hipocalemia, comprometimento da função renal, entre outras complicações⁴².

Efeitos adversos do flúor em nível da fluoretação das águas, ou seja, baixas doses ingeridas por longo período, caracterizam intoxicação crônica, que geram a condição mais comum nessa categoria de toxicidade, a fluorose dentária, e, em casos mais graves, patologias ósseas, como osteosclerose. O flúor estimula a precipitação do cálcio, elemento essencial a várias funções fisiológicas, como a dos músculos e sistema nervoso. Esse fato explicaria as desordens relacionadas à perda das atividades motoras normais e efeitos neurotóxicos de intoxicação por flúor. O íon, em sua afinidade com o cálcio, forma o fluoreto de cálcio, que é pouco solúvel. Assim, os tecidos ósseo e dentário – que possuem elevada quantidade de cálcio e fosfato, com os quais o flúor também tem afinidade, formando a fluorapatita – podem sofrer efeitos tóxicos.

Esses efeitos causam alterações dentárias, como fluorose, e alterações ósseas, como hipercalcificação, chamada de osteosclerose ou osteopetrose, que torna os ossos frágeis²⁴. Outra alteração óssea que pode ser causada é a osteoporose, que deixa os ossos porosos e friáveis. Apesar das duas patologias do tecido ósseo (osteoporose e osteosclerose) possuírem características distintas, ambas estão associadas ao mesmo fator causal: perturbação do metabolismo fosfocálcico²⁴.

Em algumas regiões do globo, especialmente no subcontinente asiático, a fluorose óssea é endêmica. Essa doença causa dores articulares e pode ser diagnosticada como artrite reumatoide ou espondilite anquilosante⁴³. A possível neurotoxicidade causada por intoxicação crônica por flúor tem sido o pressuposto de vários estudos. A barreira hematoencefálica é relativamente impermeável ao flúor; porém, quando consumido em grande quantidade ou quando apresenta altas concentrações no organismo, o fluoreto pode transpô-la²⁵. Uma meta-análise⁴⁴ sobre os efeitos neurotóxicos do flúor, realizada em 2012, teve como objetivo comparar escores de quociente de inteligência (QI) e medidas de função cognitiva de crianças expostas a elevados níveis de flúor na água e de crianças residentes em áreas com baixos teores.

Foram selecionados 27 estudos para serem incluídos na meta-análise e se constatou

diferença estatisticamente significativa entre os grupos: populações expostas a níveis mais altos de fluoreto obtiveram pontuações menores do que aquelas que viviam em zonas com teores mais baixos. Conclusões desse estudo alertaram para a possibilidade de efeito adverso da alta exposição ao flúor no neurodesenvolvimento infantil⁴⁴. Essa pesquisa, porém, apresentou alguns vieses metodológicos apontados por outros autores: falta de informações em nível individual e elevada probabilidade de confusão, visto que as covariáveis não foram ajustadas.

Além disso, os resultados também foram contestados, pois a diferença de QI entre os grupos é clinicamente insignificante^{45,46}, apesar de estatisticamente significativa. A diferença média de QI entre populações expostas a altos níveis de flúor e aquelas expostas a baixos níveis foi de -0,4 (intervalo de confiança de 95%: -0,5, -0,3). Em geral, evidências clínicas têm prioridade com relação a achados estatísticos. O tamanho da amostra e/ou a diferença de média e desvio-padrão da variável na população estudada podem mudar o valor *p* (usado para comparações entre grupos) de significativa para não significativa.

A respeito, Sabour e Ghorbani consideraram as conclusões da revisão falácia ecológica, que pode *levar a erros de interpretação de resultados*⁴⁷. Completaram ainda que as estatísticas não podem fornecer subsídio simples para julgamento clínico. Outro problema da meta-análise foi a heterogeneidade dos teores de flúor, categorizados apenas como “altos níveis” e “baixos níveis”. No primeiro grupo, os valores máximo e mínimo obtidos de acordo com os critérios dos 27 trabalhos avaliados foram, respectivamente, 11,5 mgF/L e 0,57 mgF/L. Já na categoria referente aos teores baixos ou nos grupos usados como referência, o maior valor foi 1,2 mgF/L e 0,18 mgF/L o menor.

Em 2015, na Inglaterra, foi realizado um estudo transversal usando dados secundários para desenvolver modelos de regressão logística binária de fatores preditivos para prevalência de hipotireoidismo utilizando dados de 2012 sobre níveis de flúor na água potável. Nas regiões com fluoretação houve o dobro de relatos de casos de hipotireoidismo em comparação com regiões com água não fluoretada⁴⁸. Outro estudo objetivou examinar a relação entre exposição à água fluoretada e prevalência de hiperatividade com déficit de atenção em crianças e adolescentes nos EUA. Realizado com método semelhante à pesquisa anterior, concluiu que houve taxas mais elevadas de

hiperatividade e déficit de atenção em crianças de estados onde a maior parte da população recebe água fluoretada⁴⁹.

Pode-se notar, pelos estudos apresentados no anexo, que as concentrações de flúor envolvidas em seus métodos, bem como na maioria dos trabalhos semelhantes, são extremamente mais elevadas que os teores recomendados para a água de abastecimento público. No Brasil, o Ministério da Saúde admite 1,5 mg/L como valor máximo permitido, mas grupos de pesquisa sugerem que esse valor seja revisado para cada região.

Estudos realizados sobre a fluoretação da água geralmente envolvem municípios ou regiões onde há universidades. Comumente, quem analisa e controla os níveis de flúor do abastecimento público são os próprios órgãos responsáveis pela adição do íon. Ou seja, não se trata de heterocontrole (vigilância feita por instituição distinta, que não a responsável pela fluoretação). Como já citado neste trabalho, a fluoretação das águas é lei federal; porém, os estados podem emitir portarias próprias, especificando ou adaptando os níveis de flúor recomendados levando em conta variáveis locais.

Considerações finais

A ingestão de água pela população pode variar de acordo com as temperaturas de cada localidade, pois em lugares com temperaturas mais elevadas o consumo tende a ser maior e vice-versa. Sendo assim, alguns autores estabelecem que, para cada região, os teores de flúor no abastecimento devem ser recomendados levando-se em conta essa variável⁵⁰. O Centro Colaborador do Ministério da Saúde em Vigilância da Saúde Bucal da Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo emitiu, em 2011, documento que representa consenso técnico quanto à classificação dos teores de flúor nas águas de abastecimento público, baseado no máximo benefício da prevenção de cárie dentária e risco mínimo de desenvolvimento de fluorose⁵¹.

Segundo o documento, os valores considerados ótimos variam de acordo com as temperaturas de cada localidade. Assim, considerar as variáveis locais, não somente a temperatura, mas a condição socioeconômica da população local, facilidade de acesso a outros produtos fluoretados, hábitos de sua dieta, entre outros fatores, diminui os riscos do método. O Ministério da Saúde preconiza, como dito anteriormente, que o valor de 1,5 mgF/L não seja ultrapassado, mas portarias estaduais já

limitam esse teor. Para o estado de São Paulo, por exemplo, a Resolução SS 250/1995 estabelece os valores de 0,6 a 0,7 mgF/L⁵².

O índice CPO-D é utilizado em estudos epidemiológicos na área odontológica para registrar elementos dentários que estão ou que foram acometidos por cárie. Segundo a Pesquisa Nacional de Saúde Bucal realizada no Brasil em 2010 (Projeto SB Brasil 2010), o CPO-D aos 12 anos era de 2,07 (aproximadamente dois dentes afetados pela cárie), correspondendo a uma redução de 26,2% em sete anos⁵³. Isso significa a saída da condição de prevalência média (CPO-D entre 2,7 e 4,4) em 2003 para condição de prevalência leve (CPO-D entre 1,2 e 2,6), de acordo com a OMS⁵⁴.

Porém, a pesquisa nacional comprovou que há expressivas diferenças entre os CPO-D aos 12 anos de cada macrorregião do país: no Norte, o índice foi de 3,16, e, no Sudeste, de 1,72, sendo essas as regiões de maior e menor índice CPO-D, respectivamente. A China vem realizando vários estudos que visam demonstrar as propriedades neurotóxicas da intoxicação crônica por flúor, a partir de áreas onde o fluoreto é em geral encontrado naturalmente na água de abastecimento e sua concentração depende das características geológicas locais. No país existem áreas em que a população está exposta a elevados níveis do íon, principalmente nas zonas rurais⁵⁵, nas quais, em muitas ocasiões, teores ultrapassam substancialmente o valor de 1 mgF/L⁴⁴.

Outra preocupação quanto ao consumo do flúor é sua presença em vários produtos industrializados e alimentos, o que poderia resultar em intoxicação por efeito acumulativo. O teor de flúor em alimentos cozidos é baixo, porém esse valor pode ser mais elevado em produtos alimentares em que o tecido ósseo é incluído ou processado⁵⁶. Níveis elevados de flúor foram encontrados na cevada e no arroz (aproximadamente 2 mg/kg); em carnes, entretanto, os teores costumam ser baixos (0,2 a 1,0 mg/kg)⁵⁷. Ainda assim, mesmo que se admita que alguns alimentos possam ser importantes fontes do fluoreto, o maior consumo diário provém da água⁵⁸.

Contudo, em alguns casos, a água pode não ser considerada a maior contribuinte, visto que variações da dieta e altas concentrações de fluoretos no ar podem implicar maiores exposições ao íon⁵⁷. Assim como o flúor está presente no solo, também é encontrado no ar, sendo proveniente da poeira de solos ricos em fluoreto. Pode ser também encontrado em localidades que abrigam certas indústrias, como fundição de alumínio, produção de adubos

minerais, fabricação de vidros e cerâmicas, ou indústrias que usem incineradores de grande porte à base de carvão, entre outras⁵⁸. Locais próximos a essas indústrias podem apresentar teores de 1,4 mgF/m³ no ar. Em regiões não industriais, esse valor geralmente é insignificante⁵⁸.

A falta de infraestrutura laboratorial e técnica para mensuração periódica de teores de flúor nas águas de abastecimento público é um problema para localidades de pequeno ou médio porte. Para agravar a situação, na maioria das vezes, são nessas regiões que a população mais carece de acesso ao flúor, pois condições sociais precárias estão relacionadas à higiene oral debilitada. Do mesmo modo, sem análises periódicas, a população de determinada localidade, onde há flúor em excesso no abastecimento público, pode estar sendo exposta aos riscos do método.

Alguns países desenvolvidos, em especial os que apresentam alto IDH na Europa, estão retirando o sistema de fluoretação de seu abastecimento. Isso serviu de justificativa para certos autores, e mesmo para leigos, considerar o método ultrapassado e perigoso para as populações. Entretanto, com relação à saúde bucal, a realidade brasileira não pode ser comparada à condição de países desenvolvidos. A grande disparidade entre as regiões do Brasil quanto ao valor do CPO-D revela que o método da fluoretação ainda é muito necessário no país, principalmente em localidades menos desenvolvidas, onde a população dificilmente terá acesso a vernizes, géis ou outros produtos com flúor.

A fluorose dentária é uma das maiores preocupações relacionadas à intoxicação crônica por flúor, como discutido neste estudo. Porém, segundo trabalhos e revisões atuais, essa condição, quando ocorre, se dá principalmente em sua forma leve ou muito leve, não sendo, portanto, problema de saúde pública^{59,60}. Estudos ecológicos que correlacionam áreas onde existe fluoretação e áreas de ocorrência de neuropatologias podem demonstrar resultados positivos. No entanto, em muitos casos, esse tipo de trabalho não considera aspectos individuais e outras

covariáveis, ou mesmo o nível médio de flúor contido nas águas.

Pesquisas laboratoriais em animais também mostraram as propriedades negativas do fluoreto. Contudo, utilizam doses muito mais elevadas do que a preconizada para águas de consumo, não servindo de prova de nocividade da fluoretação, mas comprovando que o flúor é tóxico e perigoso se não for usado com a devida precaução. Para Cohen e Locker⁶¹, não parece haver saída para esse dilema moral, mesmo se a medida fosse livre de qualquer risco, pois ainda assim estaria violando o princípio da autonomia. Não havendo solução na perspectiva ética, as decisões sobre a fluoretação devem ser tomadas no plano político, que vai atender a certos interesses e contrariar outros, interligando diretamente saúde pública e valores democráticos³⁷.

Em 2004, o governo brasileiro rejeitou projeto de lei que visava suspender a fluoretação das águas no país³². O método atinge grande parte da população, sendo extremamente importante principalmente em regiões onde os moradores têm pouco acesso a outros métodos preventivos.

Os efeitos dos quadros de fluorose leve, quase imperceptíveis esteticamente, podem ser considerados menos graves que a dor e sofrimento gerados pela cárie dentária. A medida exige análises periódicas das águas para mensuração do íon, o que pode ser problemático, visto que nem todos os municípios brasileiros têm recursos para isso, exigindo maior compromisso intersetorial para sua resolução.

A fluoretação do abastecimento público de água é um método seguro, eficaz e barato, que vem ajudando a humanidade a controlar e prevenir a cárie. O flúor é tóxico em certas concentrações, causando diversas complicações e até morte em casos de intoxicação aguda. Porém, os níveis recomendados para fluoretação das águas são muito baixos, não expondo a população a seus efeitos tóxicos, com exceção da fluorose dentária, em alguns casos, que geralmente ocorre em sua categoria leve.

Referências

1. Lima FG, Lund RG, Justino LM, Demarco FF, Del Pino FAB, Ferreira R. Vinte e quatro meses de heterocontrole da fluoretação das águas de abastecimento público de Pelotas, Rio Grande do Sul, Brasil. *Cad Saúde Pública*. 2004;20(2):422-9.
2. Newbrun E. Effectiveness of water fluoridation. *J Public Health Dent*. 1989;49(5 Spec):279-89.
3. Ripa LW. A half-century of community water fluoridation in the United States: review and commentary. *J Public Health Dent*. 1993;53(1):17-44.
4. Horowitz HS. The effectiveness of community water fluoridation in the United States. *J Public Health Dent*. 1996;56(5 Spec):253-8.

5. Locker D. Benefits and risks of water fluoridation: an update of the 1996 Federal-Provincial Sub-Committee Report [Internet]. Toronto: Ontario Ministry of Health and Long-Term Care; 1999 [acesso 6 abr 2010]. Disponível: <http://bit.ly/2pmhE6p>
6. Narvai PC. Cárie dentária e flúor: uma relação do século XX. *Ciênc Saúde Coletiva*. 2000;5(2):381-92.
7. Cury JA, Tenuta LM, Ribeiro CC, Paes Leme AF. The importance of fluoride dentifrices to the current dental caries prevalence in Brazil. *Braz Dent J*. 2004;15(3):167-74.
8. Centers for Disease Control and Prevention. Achievements in public health, 1900-1999: fluoridation of drinking water to prevent dental caries. *MMWR*. 1999;48(41):933-40.
9. Zimmer S, Jahn KR, Barthel CR. Recommendations for the use of fluoride in caries prevention. *Oral Health Prev Dent*. 2003;1(1):45-51.
10. Chaves MM. *Odontologia social*. 2ª ed. Rio de Janeiro: Labor; 1977.
11. Viegas AR. Fluoretação da água de abastecimento público. *Rev Bras Med*. 1989;46(6):209-16.
12. Featherstone JD. Prevention and reversal of dental caries: role of low level fluoride. *Community Dent Oral Epidemiol*. 1999;27(1):31-40.
13. Cury JA. Flúor: dos 8 aos 80? In: Bottino MA, Feller C, organizadores. *Atualização na clínica odontológica*. São Paulo: Artes Médicas; 1992. p. 375-82.
14. Vertuan V. Redução de cáries com água fluoretada. *Rev Gauch Odontol*. 1986;34(6):469-71.
15. Oliveira CMB, Assis D, Ferreira EF. Avaliação da fluoretação da água de abastecimento público de Belo Horizonte, MG, após 18 anos. *Rev C R O Minas Gerais*. 1995;1(2):62-6.
16. Brunelle JA, Carlos JP. Recent trends in dental caries in U.S. children and the effect of water fluoridation. *J Dent Res*. 1990;69:723-7.
17. Barros ERC, Tovo MF, Scapini C. Resultados da fluoretação da água. *Rev Gauch Odontol*. 1993;41(5):303-8.
18. Ramires I, Buzalaf MAR. A fluoretação da água de abastecimento público e seus benefícios no controle da cárie dentária: cinquenta anos no Brasil. *Ciênc Saúde Coletiva*. 2007;12(4):1057-65.
19. Maia LC, Valença AMG, Soares EL, Cury JA. Controle operacional da fluoretação da água de Niterói, Rio de Janeiro, Brasil. *Cad Saúde Pública*. 2003;19(1):61-7.
20. Brothwell DJ, Limeback H. Fluorosis risk in grade 2 students residing in a rural area with widely varying natural fluoride. *Community Dent Oral Epidemiol*. 1999;27(2):130-6.
21. Fundação Nacional de Saúde. *Manual de fluoretação da água para consumo humano*. Brasília: Funasa; 2012.
22. Fejerskov O, Baelum V, Manji F, Moller IJ. *Fluorose dentária: um manual para profissionais da saúde*. São Paulo: Santos; 1994.
23. Cangussu MCT, Narvai PC, Fernandez RC, Djehizian V. A fluorose dentária no Brasil: uma revisão crítica. *Cad Saúde Pública*. 2002;18(1):7-15.
24. Harinarayan CV, Kochupillai N, Madhu SV, Gupta N, Meunier PJ. Fluorotoxic metabolic bone disease: an osteo-renal syndrome caused by excess fluoride ingestion in the tropics. *Bone*. 2006;39(4):907-14.
25. Spittle B. Psychopharmacology of fluoride: a review. *Int Clin Psychopharmacol*. 1994;9(2):79-82.
26. Brasil. Lei nº 6.050, de 24 de maio de 1974. Dispõe sobre a fluoretação da água em sistemas de abastecimento quando existir estação de tratamento [Internet]. [acesso 6 abr 2010]. Disponível: <http://bit.ly/2phxYSW>
27. Brasil. Ministério da Saúde. Portaria nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade [Internet]. [acesso 6 abr 2010]. Seção 1. Disponível: <http://bit.ly/1UcK3Um>
28. Clotet J. Por que bioética? *Bioética*. 1993;1(1):13-9.
29. Reich WT, editor. *Encyclopedia of bioethics*. New York: The Free Press; 1978. vol 1, p. 19.
30. Podgorny PC, McLaren L. Public perceptions and scientific evidence for perceived harms/risks of community water fluoridation: an examination of online comments pertaining to fluoridation cessation in Calgary in 2011. *Can J Public Health*. 2015;106(6):e413-25.
31. Spittle B. Green light for water fluoridation in New Zealand. *Fluoride*. 2015;48(4):271-3.
32. Narvai PC, Frazão P, Fernandez RAC. Fluoretação da água e democracia. *Saneas*. 2004;2(18):29-33.
33. Brasil. Ministério da Saúde. *Diretrizes da Política Nacional de Saúde Bucal* [Internet]. Brasília: Ministério da Saúde; 2004 [acesso 6 abr 2010]. p. 9. Disponível: <http://bit.ly/2cdAF0x>
34. Cesa K, Abegg C, Aerts D. A vigilância da fluoretação de águas nas capitais brasileiras. *Epidemiol Serv Saúde*. 2011;20(4):547-55.
35. Andrade SC. 70 anos de fluoretação da água de abastecimento público requer debate. *Cienc Cult*. 2015;67(2):8-9.
36. Schramm FR, Kottow M. Principios bioéticos en salud pública: limitaciones y propuestas. *Cad Saúde Pública*. 2001;17(4):949-56.
37. Kalamatianos PA, Narvai PC. Aspectos éticos do uso de produtos fluorados no Brasil: uma visão dos formuladores de políticas públicas de saúde. *Ciênc Saúde Coletiva*. 2006;11(1):63-9.
38. Fortes PAC. Ética, direitos dos usuários e políticas de humanização da atenção à saúde. *Saúde Soc*. 2004;13(3):30-5.
39. Beauchamp TL, Childress JF. *Princípios de ética biomédica*. São Paulo: Loyola; 2002. p. 45.
40. Frazão P. Tecnologias em saúde bucal coletiva. In: Botazzo C, Freitas SFT, coordenadores. *Ciências sociais e saúde bucal: questões e perspectivas*. São Paulo: Unesp; 1998. p. 159-74.
41. Whitford GM. Acute and chronic fluoride toxicity. *J Dent Res*. 1992;71(5):1249-54.

42. Takase I, Kono K, Tamura A, Nishio H, Dote T, Suzuki K. Fatality due to acute fluoride poisoning in the workplace. *Leg Med.* 2004;6(3):197-200.
43. Gupta R, Kumar AN, Bandhu S, Gupta S. Skeletal fluorosis mimicking seronegative arthritis. *Scand J Rheumatol.* 2007;36(2):154-5.
44. Choi AL, Sun G, Zhang Y, Grandjean P. Developmental fluoride neurotoxicity: a systematic review and meta-analysis. *Environ Health Perspect* [Internet]. 2012 [acesso 26 abr 2017];120(10):1362-8. Disponível: <http://dx.doi.org/10.1289/ehp.1104912>
45. Szklo M, Nieto FJ. *Epidemiology: beyond the basics.* 2ª ed. Sudbury: Jones and Bartlett; 2007.
46. Rothman JK, Greenland S, Lash TL. *Modern epidemiology.* 3ª ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2008.
47. Sabour S, Ghorbani Z. Developmental fluoride neurotoxicity: clinical importance versus statistical significance. *Environ Health Perspect.* 2013;121(3):A70.
48. Peckham S, Lowery D, Spencer S. Are fluoride levels in drinking water associated with hypothyroidism prevalence in England? A large observational study of GP practice data and fluoride levels in drinking water. *J Epidemiol Community Health.* 2015;69(7):619-24.
49. Malin AJ, Till C. Exposure to fluoridated water and attention deficit hyperactivity disorder prevalence among children and adolescents in the United States: an ecological association. *Environ Health.* 2015;14:17.
50. Galagan DJ, Vermillion JR. Determining optimum fluoride concentrations. *Public Health Rep.* 1957;72(6):491-3.
51. Universidade de São Paulo. Faculdade de Saúde Pública. Centro Colaborador do Ministério da Saúde em Vigilância da Saúde Bucal. Consenso técnico sobre classificação de águas de abastecimento público segundo o teor de flúor. São Paulo: Cocol USP; 2011.
52. São Paulo (Estado). Secretaria de Estado da Saúde. Resolução nº 250, de 15 de agosto de 1995. Define teores de concentração do íon fluoreto nas águas para consumo humano, fornecidas por sistemas públicos de abastecimento [Internet]. [acesso 6 abr 2010]. Disponível: <http://bit.ly/2qa6zFr>
53. 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.
54. World Health Organization. *Oral health surveys: basic methods.* 4ª ed. Geneva: WHO; 1997.
55. United States of America. National Research Council. *Fluoride in drinking water: a scientific review of EPA's Standards.* Washington: National Academies Press; 2006.
56. Menezes LMB. Flúor e a promoção da saúde bucal. In: Dias AA, organizador. *Saúde bucal coletiva: metodologia de trabalho e práticas.* São Paulo: Santos; 2006. p. 211-30.
57. Fawell J, Bailey K, Chilton J, Dahi E, Fewtrell L, Magara Y, editors. *Fluoride in drinking-water.* London: WHO; 2006.
58. Murray JJ, editor. *Appropriate use of fluorides for human health.* Geneva: WHO; 1986.
59. Cypriano S, Pecharki GD, Sousa MLR, Wada RS. A saúde bucal de escolares residentes em locais com ou sem fluoretação nas águas de abastecimento público na região de Sorocaba, São Paulo, Brasil. *Cad Saúde Pública.* 2003;19(4):1063-71. DOI: 10.1590/S0102-311X2003000400028
60. Frazão P, Peveari AC, Forni TIB, Mota AG, Costa LR. Fluorose dentária: comparação de dois estudos de prevalência. *Cad Saúde Pública.* 2004;20(4):1050-8. DOI: 10.1590/S0102-311X2004000400020
61. Cohen H, Locker D. The science and ethics of water fluoridation. *J Can Dent Assoc.* 2001;67(10):578-80.
62. Paul V, Ekambaram P, Jayakumar AR. Effects of sodium fluoride on locomotor behavior and a few biochemical parameters in rats. *Environ Toxicol Pharmacol.* 1998;6(3):187-91.
63. Collins TF, Sprando RL, Shackelford ME, Black TN, Ames MJ, Welsh JJ *et al.* Developmental toxicity of sodium fluoride in rats. *Food Chem Toxicol.* 1995;33(11):951-60.
64. Trabelsi M, Guerhazi F, Zeghal N. Effect of fluoride on thyroid function and cerebellar development in mice. *Fluoride.* 2001;34(3):165-73.
65. Ekambaram P, Paul V. Calcium preventing locomotor behavioral and dental toxicities of fluoride by decreasing serum fluoride level in rats. *Environ Toxicol Pharmacol.* 2001;9(4):141-6.
66. Mullenix PJ, Denbesten PK, Schunior A, Kernan WJ. Neurotoxicity of sodium fluoride in rats. *Neurotoxicol Teratol.* 1995;17(2):169-77.
67. Peng W, Xu S, Zhang J. Alteration of DNA-Protein crosslinks and DNA damage in mouse F9 embryonic carcinoma cells induced by fluoride. *Fluoride.* 2016;49(2):143-55.
68. Chen J, Chai L, Zhao H, Wu M, Wang H. Effects of fluoride exposure on the growth, metamorphosis, and skeletal development of *Rana chensinesis* and *Rana nigromaculata* larvae. *Fluoride.* 2016;49(2):128-42.

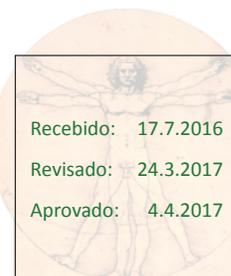
Participação dos autores

Luis Felipe Pupim dos Santos realizou levantamento e interpretação dos estudos utilizados. Cléa Adas Saliba Garbin e Artênio José Isper Garbin foram coorientadores e participaram da revisão crítica do artigo com relação aos princípios éticos. Suzely Adas Saliba Moimaz foi coorientadora e Orlando Saliba foi orientador, participando ambos da revisão crítica do artigo com relação ao tema fluoretação das águas de abastecimento público.

Recebido: 17.7.2016

Revisado: 24.3.2017

Aprovado: 4.4.2017



Anexo

Estudos conduzidos com administração de flúor em doses variadas e seus resultados

Autor/ano	Dose de flúor administrada	Resultados
Paul, Ekambaram, Jayakumar (1998) ⁶²	20 ou 40 mgF/kg em ratas fêmeas por 60 dias	Diminuição da dose dependente da atividade motora espontânea; coordenação motora não apresentou alterações; prejuízo no ganho de peso (dose dependente); diminuição da concentração total de proteínas no plasma, fígado e músculo esquelético; diminuição da atividade da colinesterase no sangue, mas atividade da acetilcolinesterase no sistema nervoso permaneceu normal
Collins e colaboradores (1995) ⁶³	10 a 250 ppm de flúor em ratas fêmeas para avaliação do desenvolvimento fetal até o 20º dia de gestação	Não houve diferenças em relação ao grupo controle; os grupos que consumiram 250 ppm de flúor apresentaram diminuição na ingestão de comida e água; flúor não apresentou teratogenicidade
Trabelsi, Guerhazi, Zeghal (2001) ⁶⁴	500 mgF/L na água de beber de ratas fêmeas a partir do 15º dia de gestação até o nascimento. O objetivo foi avaliar a possível influência do flúor no desenvolvimento e funcionamento da glândula tireoide dos filhotes, que continuaram a receber tratamento até o 14º dia de vida	Os animais que receberam NaF apresentaram diminuição de 75% do hormônio T4 (tiroxina) livre no plasma; o flúor foi capaz de causar forte redução no hormônio tiroxina, e isso poderia estar relacionado às alterações histológicas e apoptoses observadas no cerebelo desses animais
Ekambaram, Paul (2001) ⁶⁵	500 ppm na água. Ratas fêmeas adultas Wistar foram tratadas durante 60 dias	Os animais tratados com NaF apresentaram aumento da concentração do composto no plasma, diminuição de ingestão de comida com conseqüente redução no ganho de peso corporal, prejuízo na atividade motora exploratória e coordenação motora, lesões dentais, inibição da atividade da colinesterase total no sangue e acetilcolinesterase cerebral e hipocalcemia
Mullenix e colaboradores (1995) ⁶⁶	75 a 125 ppm de flúor por seis semanas em ratos	Após intervalo de três semanas, apresentaram níveis plasmáticos de 0,059 a 0,640 ppm de flúor, similar aos relatados em humanos expostos a 5-10 ppm de flúor. Os animais tratados com concentrações mais elevadas de NaF também apresentaram ruptura do padrão comportamental quando expostos a novo ambiente
Peng, Xu, Zhang (2016) ⁶⁷	50, 100 e 150 mgF/L em células de carcinoma embrionário de ratos	Redução da viabilidade de células e danos ao DNA
Chen e colaboradores (2016) ⁶⁸	50 mgF/L administrados em diferentes espécies de rãs para avaliar efeito do flúor sobre crescimento, metamorfose e desenvolvimento esquelético	O flúor causou aumento da mortalidade, inibição da metamorfose e atraso no desenvolvimento esquelético