

Variação espacial de flúor em residências e correlação com a distância do sistema de abastecimento público da ETA de Macapá-AP/Brasil

A fluoretação da água para consumo humano é uma das medidas preventivas de comprovada eficácia que reduz a prevalência de cárie entre 50% e 65% das populações onde o consumo é contínuo desde o nascimento. Mas, apesar do flúor ser reconhecidamente eficaz no combate e na prevenção da cárie dentária, sua adição em sistemas de tratamento na água de abastecimento nem sempre é verificada. No presente estudo foi quantificada a concentração de flúor na água de abastecimento em 40 residências divididas em quatro bairros de Macapá-AP e avaliada sua conformidade legal bem como sua correlação com a distância entre as residências e o sistema de tratamento, onde se supõe que a concentração de flúor é máxima. Análises estatísticas não paramétricas foram utilizadas para testar as seguintes hipóteses: há variação espacial significativa da concentração de flúor nos diferentes bairros; há frequentes não conformidades legais em relação à concentração de flúor nas residências; há significativas correlações entre a concentração de flúor nas residências e as distâncias da ETAm. Os resultados mostraram significativas variações espaciais da concentração do flúor nas residências de diferentes bairros. Isto se refletiu em correlações significativas entre a concentração de flúor nas residências e as distâncias entre estas e a ETAm. Contudo, estas foram conflitantes, sendo em alguns bairros positivas e em outras negativas. Concluímos que, apesar da alegada aplicação do Flúor na ETAm estar fundamentada em legislação vigente, a prestação deste serviço é frequentemente deficiente e apresenta-se não conforme. Ademais, a atual situação da aplicação de flúor na água de abastecimento evidencia a ineficiência de políticas públicas em favor da saúde bucal da população.

Palavras-chave: Flúor; Fluoretação; Cárie Dentária; Princípios de Tratamento de Água.

Spatial variation of fluorine in homes and correlation with the distance of the public water supply system of the ETA in Macapá-AP/Brazil

Fluoridation of water for human consumption is one of the proven efficacy preventive measures that reduces the prevalence of caries between 50% and 65% of the populations where consumption is continuous from birth. But although fluoride is known to be effective in combating and preventing tooth decay, its addition in treatment systems in the water supply is not always verified. In the present study, the concentration of fluoride in the water supply was quantified in 40 residences divided into four districts of Macapá-AP and evaluated for their legal compliance as well as their correlation with the distance between the residences and the treatment system, where it is assumed that fluorine concentration is maximal. Nonparametric statistical analyzes were used to test the following hypotheses: there is significant spatial variation of the concentration of fluoride in the different neighborhoods; there are frequent legal nonconformities regarding the concentration of fluoride in residences; there are significant correlations between the concentration of fluoride in the residences and the distances of ETAm. The results showed that the significant differences and spatial variations of the fluoride concentration in the residences of different neighborhoods were correlated with the distances between them and the ETAm. However, these results were conflicting, since some neighborhoods were positive and others negative. We conclude that, although the application of Fluorine in ETAm is based on current legislation, the provision of this service is often deficient and not compliant. In addition, the current situation of the application of fluoride in the supply water evidences the inefficiency of public policies in favor of the oral health of the population.

Keywords: Fluoride; Fluoridation; Dental Caries; Principles of Water Treatment.

Topic: Engenharia Sanitária

Reviewed anonymously in the process of blind peer.

Received: 05/03/2021

Approved: 24/03/2021

Malenna Cristina Picanço Corrêa

Instituto Macapaense do Melhor Ensino Superior, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/2157869460414601>
malenna.correa94@hotmail.com

Gabriel Rodrigues Ribeiro Barbosa

Instituto Macapaense do Melhor Ensino Superior, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/874244287691833>
biel.barbosamcp@gmail.com

Marcus Benedito Fava

Instituto Macapaense do Melhor Ensino Superior, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/9372727242527238>
favalindo@hotmail.com

Alan Cavalcanti da Cunha 

Universidade Federal do Amapá, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/2181817533284030>
<http://orcid.org/0000-0002-1846-9486>
alancunha@unifap.br



DOI: 10.6008/CBPC2179-6858.2021.003.0023

Referencing this:

CORRÊA, M. C. P.; BARBOSA, G. R. R.; FAVA, M. B.; CUNHA, A. C..
Variação espacial de flúor em residências e correlação com a distância do sistema de abastecimento público da ETA de Macapá-AP/Brasil.
Revista Ibero Americana de Ciências Ambientais, v.12, n.3, p.267-282, 2021. DOI: <http://doi.org/10.6008/CBPC2179-6858.2021.003.0023>

INTRODUÇÃO

Em todo o mundo cerca de 2,3 bilhões de pessoas (32% da população) apresentam pelo menos uma cárie dentária na dentição permanente. A Organização Mundial de Saúde estima que praticamente todos os adultos venham a ter uma cárie dentária em algum momento da vida. Nos dentes de leite, as cáries afetam 620 milhões de pessoas, ou 9% da população. Portanto, cada vez mais, as cáries têm se tornado mais comuns, tanto em adultos como em crianças (BRITO et al., 2016).

Por um lado, a cárie dental representa um grande problema na saúde bucal coletiva afetando uma grande parte da população mundial. A gravidade da cárie dentária é medida pela contagem do número de dentes ou superfícies dentais afetadas, sendo um processo cumulativo. Por outro lado, os indivíduos tendem a apresentar taxas semelhantes de aumento ao longo tempo, ou seja, aqueles com problemas de saúde bucal no início da vida têm probabilidade de piorar sua condição em anos subsequentes, a menos que intervenções preventivas eficazes sejam introduzidas, como a aplicação do flúor (RUGG-GUNN et al., 2012; SCHLUTER et al., 2016; VENTURINI et al., 2016).

Esta condição é mais comum em países desenvolvidos devido ao maior consumo de açúcares simples. Mas o flúor, por sua vez, possui eficácia no combate e na prevenção à cárie dentária, o que justifica a sua adição na água de abastecimento público, sal, dentifrícios e soluções para bochecho, atuando nos tecidos mineralizados do corpo e o seu uso adequado traz benefícios para a integridade dentária (BRITO et al., 2016).

Mas propriedades preventivas do flúor (F) foram descobertas a partir de investigações sobre o seu efeito tóxico no esmalte dentário em desenvolvimento, resultante da sua ingestão “excessiva”. A constatação da fluorose dentária precedeu a adoção da fluoretação da água de abastecimento público como medida benéfica à saúde bucal (BELOTTI et al., 2018). Mediante a observação de tais efeitos e o desejo de investigá-los, desencadeou-se uma série de estudos, que resultaram na descoberta da fluoretação da água de abastecimento público como medida de controle de cárie dentária (THYLSTRUP, 1990; BRITO et al., 2016). Por exemplo, trabalhos sobre água com flúor natural e sua correlação com a cárie dentária e com saúde em geral realizados por Arnold, McClure, Jay e principalmente, por Dean e Evolve, os quais procuraram estabelecer a relação entre o limite mínimo da concentração de flúor natural existente na água que não provocasse fluorose dentária e produzisse resultados na prevenção de cárie dentária (BUENDIA, 1996).

O flúor é o 13º elemento mais abundante na natureza, sendo também o mais eletronegativo dos halogênios, grupo que inclui ainda o cloro (Cl), o bromo (Br) e o iodo (I). O F apresenta grande capacidade de reagir com outros elementos químicos e formar compostos orgânicos e inorgânicos. Está presente no ar, no solo e nas águas (FUNASA, 2012). De acordo com Murray (1986) sua concentração varia amplamente: geralmente entre 0,05 e 1,90 µg no ar, mas em determinados ambientes de fábricas pode atingir até 1,4 mg F/m³; no solo encontra-se em geral de 20 a 500 partes por milhão (ppm), mas há registro de até 8.500ppm. E, na água do mar, é de cerca de 1,0ppm, variando entre 0,8 e 1,4ppm. Neste caso, em águas, a maior concentração de flúor foi detectada no Lago Nakuru, no Quênia: 2.800 ppm. Concentrações acima de 10ppm foram registradas em regiões do México e Estados Unidos e em diversos países da África (MURRAY, 1986).

O nível de qualidade da fluoretação em sistemas de abastecimento humano normalmente tem sido definido pelo percentual de amostras incluídas no intervalo de valores de concentração ideais para obter o efeito preventivo conforme cada critério de interpretação. Assume-se que 80% ou mais das amostras dentro de valores ideais constituam alta qualidade para o fornecimento de fluoretação de água, segundo o Critério I = $[\text{No. de amostras } (0,6 \leq T_{\text{fluoreto}} \leq 0,8) / \text{Número total de amostras } (n)] \times 100$ e Critério II = $[\text{No. De amostras } (0,55 \leq T_{\text{fluoreto}} \leq 0,84) / \text{Número total de amostras } (n)] \times 100$ (PELLETIER, 2004; BELOTTI et al., 2018).

Os fluoretos são compostos químicos formados pela combinação com outros elementos, encontrados em toda parte: solo, ar, água, plantas e vida animal. Isto explica porque muitos alimentos contêm Flúor (FUNASA, 2012). Portanto, na ingestão, o sal de Flúor é rapidamente veiculado através da corrente sanguínea, ocorrendo uma deposição de íons fluoretos nos tecidos mineralizados: ossos e dentes, não havendo deposição nos tecidos moles. A parcela não absorvida, 90%, é eliminada normalmente pelas vias urinárias, ocorrendo também por meio das fezes, suor e fluidos gengivais (FUNASA, 2012).

A fluoretação da água para consumo humano tornou-se uma das medidas preventivas de comprovada eficácia a reduzir a prevalência de cárie entre 50% e 65% das populações onde o consumo é contínuo desde o nascimento. Entretanto, por um lado, o excesso de flúor contínuo pode levar a um quadro de fluorose (manchas, em geral esbranquiçadas, que aparecem nos dentes por excesso de flúor). E por outro, sua ausência, pode levar à cárie dentária, e o primeiro sintoma de ingestão de flúor acima do limite adequado por longos períodos é o aparecimento de formas leves de fluorose dental, ou seja, de manchas esbranquiçadas em forma de linhas, seguindo as periquimáceas do esmalte (KRIGER, 2003).

Historicamente, o Congresso Nacional, em 24 de maio de 1974, aprovou a Lei Nº 6.050, sancionada posteriormente pelo presidente da República General Ernesto Geisel, que determinou pela 1ª vez no Brasil a obrigatoriedade da adição de fluoretos à água de consumo humano (FUNASA, 2012). E, apesar deste dispositivo legal obrigando o uso de fluoretos na água de abastecimento público, a grande maioria da população desconhece esse benefício ou sua importância. Desde então, tem sido observada notável expansão da medida em todo o país, embora essa implementação seja marcada por importantes desigualdades regionais (SCHLUTER et al., 2016). Nestes casos, é notável sua contribuição nos esforços para prevenir e controlar a cárie em nível nacional. Tanto que a epidemiologia dessa doença se alterou profundamente nas últimas cinco décadas, especialmente onde o flúor é aplicado ou nas regiões mais beneficiadas, há o reconhecimento de que, pelo menos em parte, essa alteração é devida ao papel desempenhado pela fluoretação da água (ZILBOVICIUS et al., 2016).

Por ser a fluoretação da água para consumo humano normalmente considerado um processo seguro, econômico e adequado, em água de abastecimento público, também é uma das mais importantes medidas de prevenção de cárie. Os motivos são o maior alcance e acesso da população ao benefício, principalmente aqueles que nunca foram ao dentista que, de acordo com o IBGE, somam mais de 20% da população brasileira (VENTURI et al., 2016). Mas sua aplicação ou eficiência varia geograficamente. Por exemplo, dos 20 piores municípios no Ranking de saneamento básico, cinco são do Rio de Janeiro, três do Rio Grande do Sul e três do Pará. Além disso, neste mesmo Ranking, há um município de cada um dos estados seguintes: Amapá,

Amazonas, Espírito Santo, Mato Grosso, Rondônia, Acre, Santa Catarina, Piauí e Pernambuco (TRATA BRASIL, 2018). E, em relação ao atendimento total de água dos 20 piores municípios, apenas sete possuem mais do que 90% de atendimento e pelo menos cinco municípios possuem níveis de atendimento próximos ou inferiores a 50%, entre eles Macapá (AP).

Por exemplo, o indicador médio para o grupo é de 79,22%, valor abaixo da média nacional, que segundo o SNIS 2016, é de 83,30% (ARAÚJO et al., 2021). Assim, o Amapá, que, em 2017, apresentou índice de atendimento superior a 40%, voltou a ter seu índice inferior a 40%, com 38,3% da população urbana atendida (SNIS, 2018). Neste cenário, para o indicador de atendimento urbano de água, entre os municípios que atendem menos da metade da população com água, Macapá - AP apresenta apenas 39,40%. Assim, o indicador médio para o grupo é de 80,59%, valor também inferior à média nacional, que segundo o SNIS 2016, é de 93,00%. Então, mesmo quando há o abastecimento, a eficácia da fluoretação pode atingir, na melhor das hipóteses, apenas uma mesma proporção dos benefícios do uso do flúor.

Desta forma, a presente investigação objetiva descrever um panorama geral sobre uma importante lacuna de conhecimento do setor de abastecimento público de água do Município de Macapá, visando a prevenção e o combate às cáries, sendo este tema de relevante interesse tanto para a área da odontologia preventiva quanto da engenharia sanitária em região extremamente carente destes serviços. Neste contexto, são analisados e discutidos temas como a limitação das ações preventivas em face da limitação do acesso à água potável de qualidade (GROTT et al., 2018; ARAÚJO et al., 2021). Por exemplo, apesar da inexistência de monitoramento do flúor na água tratada, foi realizada uma breve análise da eficácia do processo de fluoretação da ETAm, avaliando a concentração de flúor na água de abastecimento de quatro bairros de Macapá (totalizando 10 residências ligadas ao sistema de abastecimento da CAESA), as quais deveriam estar de acordo com a PORTARIA Nº 635/BSB, de 26 de Dezembro de 1975.

Em geral, Macapá apresenta índices moderados e baixos de salubridade ambiental (ISA), frequentemente causados pelo baixo índice de atendimento de serviços de saneamento básico na maioria dos bairros, tanto centrais quanto de zonas de periféricas, por dois motivos fundamentais: a) não atendimento da rede de abastecimento em bairros sem acesso à distribuição de água da ETAm; e b) precariedade dos serviços e acesso à água potável, como o uso indiscriminado de água de poços subterrâneos sem tratamento adequado e, portanto, sem a devida segurança sanitária, com ausência de adição de cloro e flúor (GROTT et al., 2018; ARAUJO et al., 2021).

Nossa hipótese de pesquisa é de que há diferença significativa da variação espacial da concentração de F em residências de quatro diferentes bairros de Macapá, portanto, testando se sua variação é heterogênea na rede e se as concentrações estão abaixo da permitida por lei. Esta hipótese se fundamenta na observação de CPOD entre crianças e jovens, quando comparados municípios com e sem adição de flúor à água para consumo humano. Assim, esses indicadores representariam uma provável resposta causada pela baixa concentração de flúor nos bairros atendidos pelo sistema de tratamento de água de Macapá (Etam).

O objetivo da pesquisa é analisar a importância do flúor como elemento fundamental do saneamento básico e principalmente como coadjuvante da odontologia preventiva, observando sua efetividade na água

de abastecimento de quatro bairros e na ETA de Macapá-AP (ponto de referência PR), mediante amostragem de qualidade da água em residências nestes bairros. Como objetivo específico: a) testar estatisticamente existência de diferenças entre as concentrações das residências dos respectivos bairros, utilizando-se um delineamento amostral simplificado e b) verificar se há influência da concentração de Flúor disponível na rede pública em relação à distância de PR, considerando a relevância da aplicação do F em ETAs ser fundamentada em 'legislação vigente', observando a qualidade da prestação deste serviço e seu impacto na conformidade legal de sua obrigatoriedade, pelo menos nos quatro bairros estudados na presente pesquisa.

MATERIAIS E MÉTODOS

Caracterização da Área de Estudo – Macapá

A cidade de Macapá situa-se na latitude 00°02'18.84" N e longitude 51°03'59.1" W, no sudeste do Estado do Amapá, extremo norte do Brasil, na margem esquerda da foz do Rio Amazonas. Sua população estimada é de 490.600 pessoas (IBGE, 2018). O clima em Macapá é do tipo equatorial (quente e úmido) com temperaturas elevadas durante todo ano, variando entre 26 e 38°C. O índice pluviométrico observado é de aproximadamente 2.500 mm/ano, distribuído entre dois períodos críticos, o mais chuvoso ou úmido (março) e o menos chuvoso ou seco (outubro). O período seco (chuva trimestral abaixo de 200 mm) ocorre na primavera (setembro a novembro) e o mais chuvoso (chuva trimestral acima de 1.000 mm) ocorre no outono (março a maio) (SOUZA et al., 2010). Estes dois elementos meteorológicos são fatores que influenciam a variabilidade dos parâmetros de qualidade da água superficial e subterrânea (GROTT et al., 2018).

Delineamento Amostral e Investigação da Concentração do Flúor

A presente pesquisa considerou a divisão geográfica da cidade, tanto a localização das zonas quanto dos bairros que as compõe: Zonas norte, sul, central e oeste. Cada uma sendo representada pelos bairros mais próximos das subestações da ETAm/CAESA. Assim, as coletas de amostras de água ocorreram no período de Maio de 2019, em quatro zonas da capital. Além disso, amostras foram coletadas em duas subestações que se localizam nos polos dos bairros, quanto nas residências mais próximas a essas subestações, totalizando 40 amostras (Tabela 1 e 2).

Assim, foram analisadas as amostras de água de abastecimento apenas as das residências 100% abastecidas pelas ETAm/CAESA. Domicílios que usam água de poço ou cisternas não entraram na amostragem. Deste modo, cada zona foi representada por um bairro contemplado pela ETAm/CAESA. Sendo cada zona representada pelos respectivos bairros, com segue: **ZONA NORTE: Infraero I; ZONA SUL: Buritizal; CENTRO: Trem; ZONA OESTE: Cabralzinho.**

As amostras coletadas foram analisadas no laboratório químico da CAESA (ETAm). O objetivo foi quantificar a concentração de flúor na água de abastecimento público que flui diretamente das subestações e avaliar o possível decaimento da concentração de flúor que alcança os domicílios. Ao longo do mês de maio de 2019 foram analisadas 40 unidades amostrais, distribuídas em 10 unidades amostrais/bairro.

Tabela 1: Dados de concentração de flúor por bairros F (mg/L).

| Residência/ETAm | BAIRROS | | | |
|-----------------|--------------------|--------------|-------------------|---------------------|
| | Infraero I F(mg/L) | Trem F(mg/L) | Buritizal F(mg/L) | Cabralzinho F(mg/L) |
| 1 | 0,048 | 0,27 | 0,07 | 0,09 |
| 2 | 0,048 | 0,60 | 0,03 | 0,13 |
| 3 | 0,044 | 0,09 | 0,02 | 0,14 |
| 4 | 0,046 | 0,35 | 0,09 | 0,15 |
| 5 | 0,046 | 0,01 | 0,16 | 0,03 |
| 6 | 0,048 | 0,06 | 0,03 | 0,11 |
| 7 | 0,044 | 0,01 | 0,03 | 0,19 |
| 8 | 0,046 | 0,06 | 0,10 | 0,12 |
| 9 | 0,046 | 0,37 | 0,22 | 0,19 |
| 10 (ETAm) | 0,200 | 0,70 | 0,21 | 0,10 |

Tabela 2: Distâncias das residências em relação às subestações (km).

| Residências | BAIRROS | | | |
|-------------|-----------------|-----------|----------------|------------------|
| | Infraero I (Km) | Trem (Km) | Buritizal (Km) | Cabralzinho (Km) |
| 1 | 1,42 | 0,626 | 0,907 | 0,830 |
| 2 | 1,43 | 0,128 | 0,932 | 0,866 |
| 3 | 1,46 | 0,830 | 0,945 | 0,869 |
| 4 | 1,48 | 0,438 | 0,907 | 0,868 |
| 5 | 1,48 | 0,928 | 0,894 | 0,895 |
| 6 | 1,42 | 0,910 | 0,932 | 0,864 |
| 7 | 1,45 | 0,935 | 0,932 | 0,826 |
| 8 | 1,48 | 0,810 | 0,907 | 0,868 |
| 9 | 1,47 | 0,425 | 0,844 | 0,833 |

Os resultados das análises laboratoriais foram então avaliados estatisticamente. A etapa experimental teve o suporte técnico dos responsáveis pelo laboratório da ETAm. O método de análise foi a espectrometria, e o equipamento utilizado foi o Hach 3900 (SPADNS Method).

A amostra da água foi analisada seguindo sete passos, sendo eles: **Passo 1:** Programar o espectrofotômetro para flúor (F^{-1}). Pressionar 190 para iniciar a análise; **Passo 2:** Amostra preparada: Pipetar 10,0 mL da amostra em um recipiente de vidro e seco; **Passo 3:** Preparação do Branco: Pipetar 10,0 mL de água desionizada (água destilada) em um segundo recipiente de vidro; **Passo 4:** Pipetar cuidadosamente 2,0 mL de reagente SPADNS em cada recipiente e se faz necessário girar para misturar; **Passo 5:** Pressionar o temporizador e programar um período de reação de 1 minuto; **Passo 6:** Quando o temporizador expirar deve-se limpar o recipiente com a água destilada que denomina-se branco e inseri-lo no suporte de recipiente de amostras com a linha de nível de enchimento voltada para o lado direito. Aguardar o mostrador exibi 0,00 mg/L F^{-1} ; **Passo 7:** Limpar o recipiente da amostra preparada e inseri-la no suporte de recipiente de amostra com a linha de nível de enchimento voltada para o lado direito. Pressionar leitura dos resultados em mg/L F^{-1} . E quando a amostra apresentar cloro residual deve-se adicionar uma gota (0,05) de arsenito de sódio para cada 0,1ppm presente na amostra.

Após análise laboratorial, os dados foram então estatisticamente analisados, tanto em grupos quanto individualmente. Isto é, com base nas suas variâncias e medianas e comportamento em relação às distâncias entre as concentrações entre as residências e as ETAs.

RESULTADOS

A Figura 1 mostra a variação integrada de todas as amostras de F (mg/L F) em relação à distância das

residências e em relação às ETAs dos bairros (km). Quando se testa um modelo de regressão simples entre a concentração de F nas residências e ETAs e suas respectivas distâncias, o coeficiente de determinação obtido é $R^2_{aj} = 0.89$. Isto é, relativamente baixo, sugerindo que, em média, a cada Km de distância a concentração de F (mg/L) decresce na taxa de 65,65% de sua concentração inicial (coeficiente com valor negativo na equação, com Erro Padrão = 0.038 e N = 37 amostras válidas).

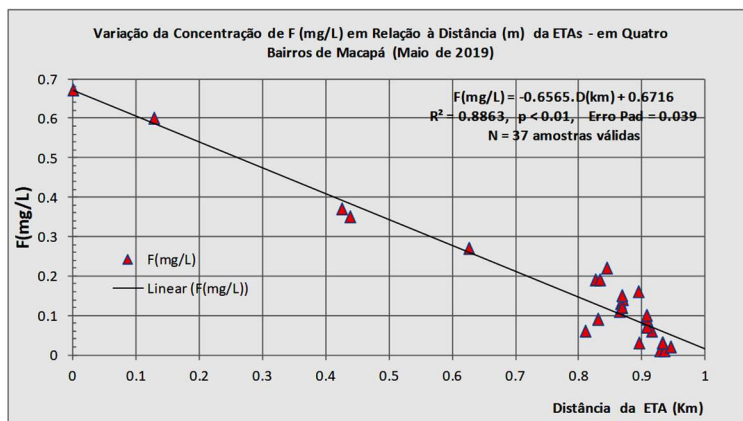


Figura 1: Variação de F(mg/L) com a distância (Km) em quatro bairros e subestações de Macapá.

Na sequência da Figura 2, 3, 4 e 5 quando se testa essa variação individualmente por bairros, observa-se um comportamento diferente para a variação entre a concentração de F (mg/L) em relação à distância das residências monitoradas.

Quando se comparam estatisticamente as diferenças entre as medianas da concentração para cada bairro, foram obtidos os seguintes resultados, aplicando-se o método não paramétrico de Friedman (CRAWLEY, 2007): $[F]_{Buritizal} = 0.080$ mg/L; $[F]_{Cabralzinho} = 0.080$ mg/L; $[F]_{Infraero I} = 0.125$ mg/L e $[F]_{Trem} = 0.180$ mg/L. Comparativo de Teste de Friedman foi $X^2 = 11.4$, GL = 3, p-value = 0.0097 (muito significativo).

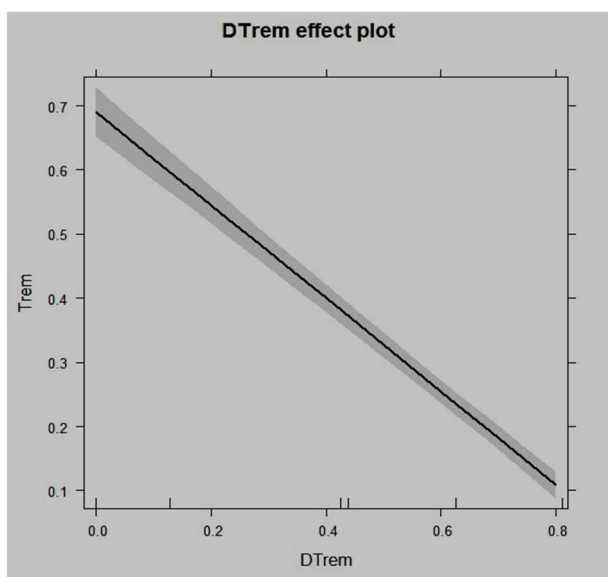


Figura 2: variação de F (mg/L) com a Distância (Km) para o Bairro do Trem. Equação: $F(\text{mg/L}) = -0.73D(\text{Km}) + 0.69$ ($R^2_{aj} = 0.99$, $F = 911.9$, $GL = 8$, $p < 0.01$). Variação significativa.

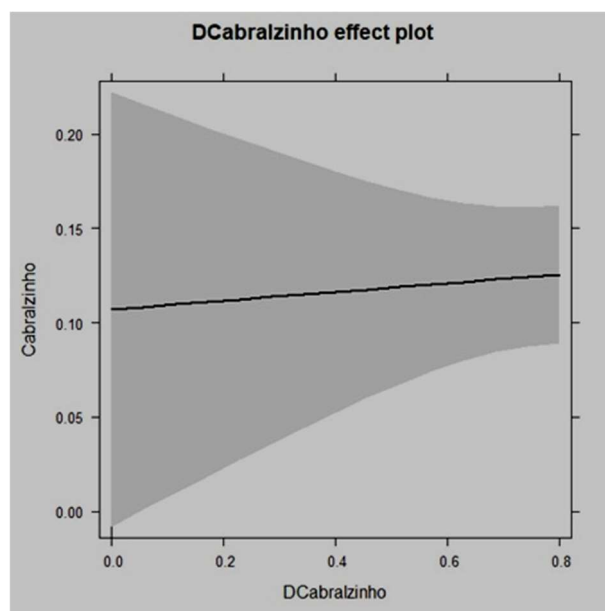


Figura 3: Variação de F(mg/L) com a Distância (Km) para o Bairro do Cabralzinho. Equação: $F(\text{mg/L}) = 0.02D(\text{Km}) + 0.11$ ($R^2_{aj} = 0.11$, $F = 0.14$, $GL = 8$, $p = 0.71$). Neste caso, a variação não foi significativa.

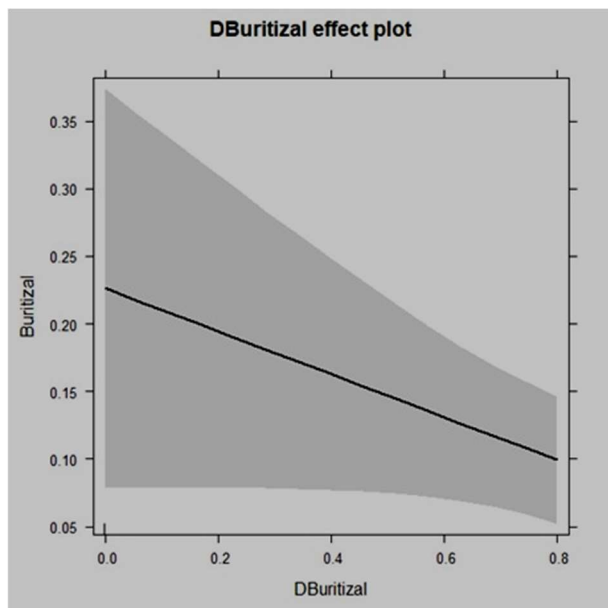


Figura 4: Variação de F (mg/L F) com a Distância (Km) para o Bairro Buritized. Equação: $F \text{ (mg/L F)} = -0.1589D(\text{Km}) + 0.22$ ($R^2_{aj} = 0.29$, $F = 4.6$, $GL = 8$, $p = 0.06$). Limite da variação significativa.

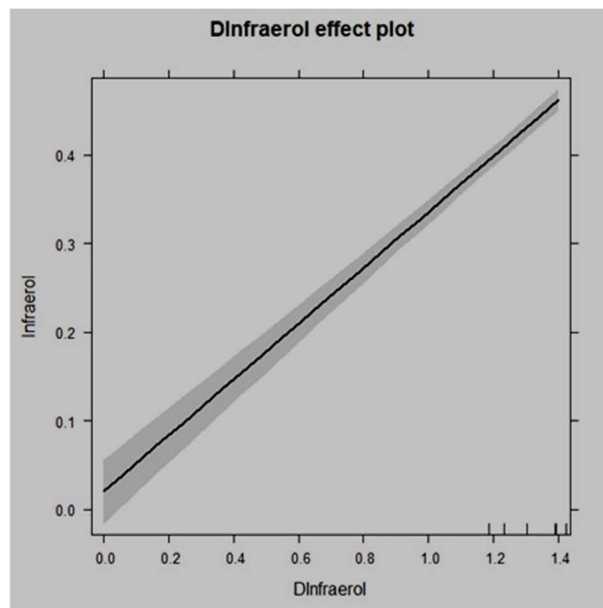


Figura 5: Variação de F (mg/L F) com a Distância (Km) para o Bairro Infraerol. Equação: $F \text{ (mg/L F)} = 0.016.D(\text{Km}) + 0.022$ ($R^2_{aj} = 0.98$, $F = 358.6$, $GL = 8$, $p < 0.01$). A variação foi muito significativa.

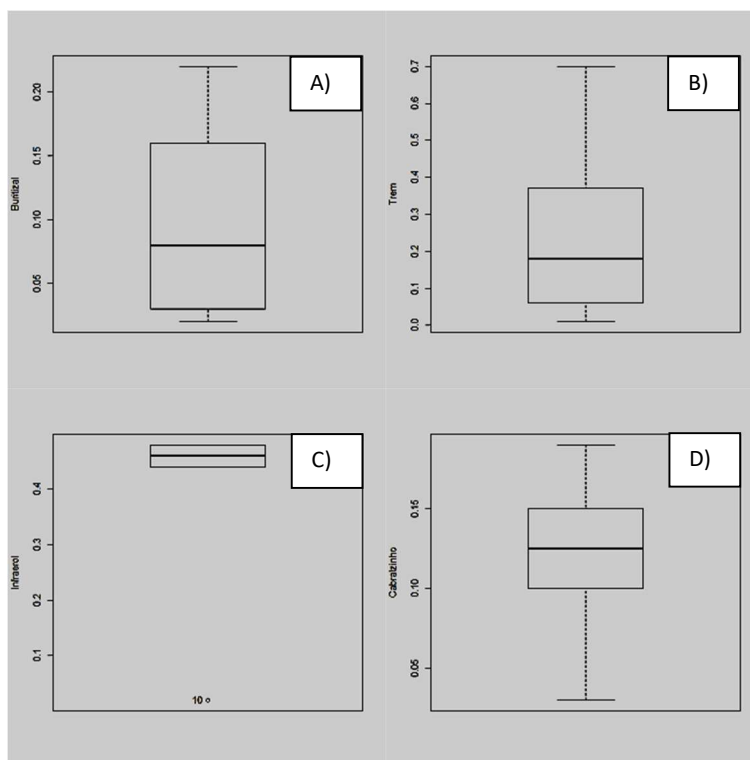


Figura 6: Gráficos box-plot para comparações entre as diferentes medianas da concentração de F (mg/L)/Bairro (método de Friedman): A) Buritized; B) Trem; C) Infraerol I e D) Buritized.

Considerando-se a Figura 6 acima, e aplicando-se o método de Wilcoxon pareado, para comparar as medianas (dois a dois), foi possível testar as diferentes eficácias do processo de fluoretação [F] nos quatro diferentes bairros: a) $[F]_{\text{Buritized}}$ e $[F]_{\text{Cabralzinho}}$, $V = 19$, $p\text{-value} = 0.4145$, não significativa; b) $[F]_{\text{Buritized}}$ e $[F]_{\text{Infraerol I}}$, $V = 1$, $p\text{-value} = 0.008$, significativa; c) $[F]_{\text{Buritized}}$ e $[F]_{\text{Trem}}$, $V = 9,5$, $p\text{-value} = 0.07$, no limite da significância, mas

considerado significativo; d) $[F]_{\text{Infraero I}}$ e $[F]_{\text{Trem}}$, $V = 42$, $p\text{-value} = 0.16$, não significativa; e) $[F]_{\text{Cabralzinho}}$ e $[F]_{\text{Trem}}$, $V = 15,5$, $p\text{-value} = 0.24$, não significativa; e f) $[F]_{\text{Infraero I}}$ e $[F]_{\text{Cabralzinho}}$, $V = 1$, $p\text{-value} = 0.004$, significativa.

Em relação às distâncias entre residências e as ETAs observamos que a concentração de flúor $[F]$ tende a declinar com o aumento das mesmas. E essa tendência já era esperada. Mas, por outro lado, e como pode ser observado, esse comportamento não seguiu uma regra geral, variando com o bairro. Neste tipo de análise, as equações de regressão nos fornecem uma ideia geral sobre a tendência das curvas entre $[F_{(\text{mg/l})}] \times [D_{(\text{km})}]$, além do intervalo de confiança ou erro representado pela mancha cinza mais escura do gráfico.

Esses resultados são interessantes porque indicam que na subestação do trem (distância de referência zero - PR) a concentração máxima observada de flúor foi de 0.7 mg/L. Mas antes de 1 km de distância (800 m = 0,8 km), a concentração também já é quase zero. Nestes termos, a eficiência do sistema de fluoretação parece extremamente limitada na aplicação do flúor, principalmente como procedimento coadjuvante de prevenção contra a cárie e, portanto, pode estar ausente na rede de distribuição além desses pontos, gerando uma implicação de não conformidade de saúde pública (Figuras 1, 2, 3, 4, e 5). Por outro lado, a Figura 6 sugere que há heterogeneidade entre as concentrações médias (medianas), sugerindo aparente descontrole desta variável.

DISCUSSÃO

Os resultados estatísticos sugeridos pelas Figuras 2, 3, 4, 5 e 6 sugerem em primeiro plano que, efetivamente, não há está ocorrendo o benefício esperado e necessário da qualidade da água para o parâmetro Flúor e sua fiel prevenção contra a cárie dentária - doença bucal mais prevalente, segundo dados da Organização Mundial de Saúde (OMS). Isto é, não houve conformidade legal em nenhum dos bairros amostrados. Todas as medianas estiveram limitadas ao intervalo $\{0,080 \text{ mg/L} < [F] < 0,180 \text{ mg/L}\}$. Pois a máxima concentração registrada foi 0,7 (mg/L F) (Tabela-1).

Portanto, todos os quatro bairros onde as amostras foram coletadas estão com a concentração de flúor abaixo da ideal. O bairro Buritizal, localizado na zona sul de Macapá e o bairro Cabralzinho, na zona oeste de Macapá, apresentaram a mesma média de 0,080 mg/L, sendo ela a mais baixa. O bairro Infraero I, na zona norte de Macapá, apresentou uma média de 0,125 mg/L, seguido pelo bairro do Trem, na zona central de Macapá, com mediana 0,180 mg/L.

Deste modo, ressalta-se que independente das medianas observadas através das análises gráficas, a fluoretação da água de abastecimento público de Macapá necessita ser re-verificada e provavelmente corrigida. De modo que seja possível atender à conformidade exigida pela Lei Nº 6.050/1974. Por exemplo, de acordo com Brito et al. (2016) as temperaturas nas capitais brasileiras indicam que o fluoreto deveria variar de 0,6 a 0,9 mg/L para prevenir cárie dentária. Mas levando-se em consideração as condições climáticas da capital do Amapá (Macapá, com $T_{\text{média}} = 26,7 \text{ }^\circ\text{C}$) (CUNHA et al., 2004), as concentrações de flúor encontradas nas águas de abastecimento da ETAm/CAESA estão muito frequentemente abaixo do (0,6 a 0,9 mg/L) para assegurar algum benefício para a população que consome esta água.

Para que esta medida seja respeitada de maneira que venha influenciar diretamente na prevenção

da doença cárie, deve-se preencher alguns requisitos básicos de controle e qualidade de tratamento. As características que fazem da fluoretação da água de abastecimento público uma grande medida de saúde pública no controle da doença cárie, quando implantada, são sua segurança, efetividade, facilidade de administração, baixo custo e sua abrangência populacional (BRITO et al., 2016).

Na cidade de Macapá, de acordo com a área técnica da ETAm, é realizada a adição de fluoretos na água de abastecimento. Porém, não há um controle eficaz de concentração de flúor para que esta se torne permanentemente satisfatória e segura. Assim, a fluoretação das águas de abastecimento público em Macapá, apesar de ser considerada como uma das mais importantes medidas de prevenção de cárie e por ser um método de maior alcance populacional, na realidade a ETAm/CAESA, desde maio de 2019 e até dezembro de 2020, o flúor não tem sido aplicado, alegando-se problemas econômicos e operacionais.

Contudo, o uso do flúor em saúde pública, sob a forma de fluoreto, é considerado o principal fator de proteção, decisivo para a obtenção de expressiva redução na prevalência da cárie. Por outro lado, o flúor também se apresenta em quantidades que variam de mínimas a altíssimas. Na maioria dos municípios brasileiros a quantidade de flúor é muito baixa, variando de 0,1 a 0,3 ppm. Contudo, em algumas cidades, como Piracicaba e Pereira Barreto, no estado de São Paulo, a concentração pode atingir mais de 4 ppm. "Deve-se notar que em quase todo os estados brasileiros foram detectados pontos de concentração de flúor na água de abastecimento público superior a 1,0 ppm" (KRIGER, 2003).

No Brasil o debate sobre o tema tem sido acalorado e apenas estudos mais aprofundados poderão trazer à luz qual a melhor medida de tratamento. Assim, deveria ser considerada a utilização ou não do flúor por via sistêmica na prevenção da cárie dental. Esta dúvida persiste na literatura atual, em geral, mesmo porque se a doença parece regredir (cáries) em alguns seguimentos mais ricos da população, nos mais pobres continua extremamente ativa (SILVA et al., 1995).

Partindo-se da hipótese da equidade inversa, constata-se que no Brasil as populações que vivem em cidades com piores condições socioeconômicas são justamente as que menos se beneficiam da fluoretação das águas como medida de saúde pública, uma vez que quando essa tecnologia é empregada isso acontece tardiamente em relação às cidades com melhores índices de desenvolvimento humano, sendo recorrentes também em outros países, como a Nova Zelândia (SCHLUTER et al., 2016).

A fluoretação das águas, nas localidades onde é utilizada, beneficia toda a população, mas em bairros mais carentes, seus efeitos tendem a ser mais intensos entre os grupos também socioeconomicamente mais vulneráveis. Alguns autores ponderaram que, no caso brasileiro, a cobertura da fluoretação da água é extremamente desigual, assinalando que a intervenção avançou mais nos estados do Sul e Sudeste, onde se concentra a maior parte da riqueza do País, sendo insuficiente nas regiões Norte e Nordeste. Os referidos autores destacam ainda que uma medida de saúde pública efetiva na redução de desigualdades é, ela própria, objeto de profundas desigualdades em sua implantação, no âmbito das políticas públicas de saúde em nível nacional. Por exemplo, em termos comparativos com a Nova Zelândia em um estudo similar, a prevalência de cáries pode variar de acordo com a condição étnica, e de acordo com padrões de prevalência de nenhuma experiência de cárie óbvia (livre de cáries) e índices médios de dentes cariados com falta de

obturação ao longo do tempo e pela fluoretação da água de comunidades (FAC) e classificações étnicas em crianças com 5 anos de idade e no 8º ano escolar (geralmente de 12 a 13 anos) (SCHLUTER et al., 2016).

Contudo, globalmente, as doenças bucais continuam como uma das mais prevalentes de todas as doenças crônicas, e indiscutivelmente as mais evitáveis, sendo a cárie dentária comum em cerca de 2,43 bilhões de pessoas (36% da população mundial). E esse fato é mais evidente no caso de cárie em dentes permanentes, com quase todas as experiências de cárie em algum momento de suas vidas, sendo mais prevalentes no mundo desenvolvido.

Portanto, a não prevenção de doenças bucais tem custos pessoais, sociais e econômicos significativos. Só na Nova Zelândia, gastos com o tratamento de doenças dentárias são mais de NZD \$ 1,1 bilhão por ano, principalmente em crianças pertencentes a grupos socioeconômicos menos afortunados economicamente, por exemplo as que residam em áreas sem fluoretação, onde há um maior risco de piorar a saúde bucal do que seus pares (SCHLUTER et al., 2016). Neste contexto, é importante ressaltar que as taxas de internações hospitalares para tratamento odontológico, em geral anestesia, pode aumentar até quase quatro vezes nestes casos. Assim, muitos fatores podem também ser identificados e implicados em relação ao mau estado de saúde bucal, com destaque à nutrição, educação, renda, etnia, exposição insuficiente ao flúor, comportamentos e práticas de saúde oral e atendimento odontológico irregular. Além disso, a intrincada interação entre estes e outros fatores individuais, sociais, culturais, econômicos e ambientais, podem tornar o desenvolvimento de medicamentos orais eficazes em estratégias preventivas de saúde, as quais mostram-se cada vez mais desafiadoras (SCHLUTER et al., 2016).

Prestação de Serviços de Saneamento Referente ao Flúor - ETAm/CAESA – Macapá

A fluoretação da água de abastecimento público é reconhecida como um importante fator para o declínio da prevalência da doença cárie. Portanto, além de ser mantida, deve ser monitorada constantemente, a fim de que o teor de flúor esteja conforme e dentro dos padrões adequados para o controle da cárie e prevenção da fluorose dentária. Por exemplo, Programas de políticas públicas devem garantir a implantação da fluoretação das águas em subestações com sistemas de tratamento, possibilitando à população o acesso aos benefícios do flúor (RAMIRES et al., 2007).

Os resultados obtidos durante a presente pesquisa de campo, realizada nas quatro zonas (norte, sul, oeste e central) da cidade de Macapá, e pela análise estatística, mostraram ser possível testar de forma simplificada a variação da concentração de flúor da água de abastecimento público para diferentes bairros e distâncias das ETAs. Portanto, em geral, a concentração de flúor está abaixo do recomendado pela OMS (não conformidade, de $[F] = 0,07$ mg/L na ETA). Dessa forma, a fluoretação da água de abastecimento público de Macapá (nos quatro bairros estudados) provavelmente não atende à legislação vigente e, conseqüentemente, não está contribuindo com o benefício esperado para o usuário do serviço de abastecimento de água de boa qualidade. Além disso, de acordo com os resultados, as medianas das concentrações obtidas a partir das Figuras 2, 3, 4, 5 e 6, sugerem que é possível aceitar a hipótese de ineficácia do tratamento das ETAs para este parâmetro (F).

Então, é necessária uma avaliação mais detalhada das etapas de tratamento da água nas ETAs e no seu sistema de distribuição, especialmente em relação ao flúor, de modo que seja possível também solucionar ou reduzir o problema da falta de combate efetivo de doenças bucais e medidas de prevenção contra as cáries. Com efeito, é uma oportunidade de otimizar o planejamento operacional, adequando as melhorias e retomada da efetividade da etapa de fluoretação na água de abastecimento público. Isso é indispensável para o gerenciamento correto não somente do fluoreto e sua distribuição na rede e em todas as subestações da Etam/CAESA, mas de qualquer outro parâmetro (ARAÚJO et al., 2021). Deste modo, a população de Macapá deveria ser melhor informada (de forma transparente) sobre a ausência de flúor na água do sistema público. Até porque o controle operacional e gerencial necessita cumprir a legislação vigente e, como consumidores, deveriam estar cientes do problema. Não apenas a melhoria do serviço de produção e distribuição de água de qualidade deveria ser melhor efetivada, mas também a fluoretação como medida preventiva de baixo custo para a redução de cáries da população (BELOTTI et al., 2018). Assim, a gestão operacional da ETAm deveria ser a principal responsável pela revisão do sistema operacional de fluoretação, mantendo a concentração ideal e equilibrada em toda a rede de distribuição e em todos os bairros, independentemente das distâncias. Somente assim, poderia efetivamente realizar a prevenção da doença cárie tal como exigido por força de lei (BRASIL, 1974; FUNASA, 2012).

Necessidade de integração entre as Políticas de Serviços de Saneamento Básico e a Prática da Odontologia

Segundo a Organização Mundial de Saúde - OMS (2013), a Pesquisa Nacional de Saúde Bucal indica que mais da metade da população brasileira (56%) apresenta o problema (BUENDIA, 1996). Salienta-se que o aumento das medidas preventivas e a consciencialização para a promoção da saúde oral, contribuiu para a diminuição notória da prevalência da doença cárie. Ainda assim, as promoções de políticas públicas voltadas para essa problemática ainda são escassas em alguns setores.

Portanto a fluoretação da água comunitária (FAC) tem sido considerada uma das mais eficazes intervenções de saúde pública para reduzir a prevalência e a gravidade de cárie dentária (RUGG-GUNN et al., 2012). Por outro lado, há evidências muito fortes em relação à eficácia da fluoretação da água antes da disponibilidade do creme dental com flúor. Todavia, ainda há necessidade de mais evidências contemporâneas para confirmar sua eficácia quando ocorrem os excessos. Tais evidências são ainda insuficientes para determinar se a fluoretação da água resulta em uma mudança significativa entre os níveis de cárie em todos os status socioeconômicos (SES) (BELLÓTI et al., 2018). Assim, a Organização Mundial da Saúde (OMS) recomenda que os países monitorem as mudanças na prevalência de cárie odontológica, a fim de melhor fundamentar suas recomendações sobre a fluoretação da água e o uso de dentifrícios com flúor. Mas essas informações deveriam ser registradas durante a rotina oral infantil de cada exame odontológico de serviço de saúde pública (COHS) (SCHLUTER et al., 2016; VENTURINI et al., 2016).

É também reconhecido que o peso da doença oral e necessidades das populações estão em transição e que os sistemas de saúde bucal e o conhecimento científico estão mudando rapidamente (BELLÓTI et al., 2018). Para enfrentar esses desafios de forma eficaz, os administradores e tomadores de decisão de saúde

pública precisam dispor de ferramentas, capacidade e informações para avaliar e monitorar as necessidades de saúde, escolher estratégias de intervenção, projetar opções de políticas adequadas às suas próprias circunstâncias, e melhorar o desempenho da saúde bucal sistema (SCHLUTER et al., 2016).

Estes procedimentos deveriam estar alinhados com a OMS e as prioridades nacionais, utilizando a versão nacional mais recente disponível publicamente das bases de dados disponíveis. Pois, atualmente, é comum se observar evidências sobre a efetividade do uso do flúor em relação à segurança das políticas de saúde pública em nível municipal. Além disso, há plausibilidade de correlações observadas em relação ao uso de flúor preventivo para a saúde bucal, o qual pode e deve encorajar mais investigações sobre quais potenciais fatores do uso comunitário deste elemento podem interferir (BELOTTI et al., 2018). Mas este tipo de avaliação nunca ocorreu nem mesmo para o uso do cloro em quaisquer um dos municípios do Estado do Amapá, principalmente em Macapá (ARAUJO et al., 2021).

Portanto, as políticas públicas de prevenção à cárie deveriam ser fundamentadas em processos operacionais (BELOTTI et al., 2018; SCHLUTER et al., 2016) e na legislação relacionados à fluoretação em estações de tratamento de água convencionais (FUNASA, 2012; MURRAY, 1986; ARANHA, 2009) ou também na literatura que trata das cáries (NARVAI, 2000; MCKAY et al., 1916).

Legislação brasileira da fluoretação

Como já descrito, desde 24 de maio de 1974 a fluoretação de águas de abastecimento público vem sendo implementada como um método de prevenção da cárie dental. O intuito é a promoção de saúde bucal em localidades onde a população está mais distante dos centros especializados de tratamentos odontológicos. Mas mesmo o flúor sendo inibidor da cárie dental é preciso levar em consideração que, mesmo quando utilizado acima do recomendado pelo cirurgião dentista ou acima do recomendado pela OMS (conformidade), este elemento pode se tornar tóxico, trazendo risco para a saúde da população e ocasionando a fluorose dental (BRASIL, 1974; NARVAI et al., 2014).

Como em muitos países o Brasil tem também uma legislação bem estruturada sobre fluoretação de águas que legitimam a imposição do método. O primeiro movimento de fluoretação da água de abastecimento público se deu no Rio Grande do Sul, no ano de 1944. Este movimento pioneiro resultou na aprovação da Lei Estadual Nº 3125, de 18 de Junho de 1957, obrigando a fluoretação das águas de abastecimento em todas as localidades operadas pelo estado e que possuíssem estação de tratamento (ETA).

A expansão deste procedimento se deu na década de 1960. Por razões conjunturais este programa pioneiro foi interrompido no início dos anos 1970. Além do Rio Grande do Sul, poucos estados da federação, por iniciativa independente dos seus governos, tiveram suas experiências de fluoretação das águas de abastecimento público (FUNASA, 2012).

No início dos anos 70 a fluoretação das águas passou a ser realizada apenas por poucos estados da federação, sendo por iniciativa independente e sem nenhum apoio do governo federal (NARVAI et al., 2014). Assim, o Congresso Nacional, em 24 de maio de 1974, aprovou a Lei Nº 6.050, sancionada posteriormente pelo Presidente da República, General Ernesto Geisel, determinou em seu Artigo 1º que os projetos

destinados à construção ou ampliação de sistemas públicos de abastecimento de água, onde haja estação de tratamento, devem incluir previsões e planos relativos à fluoretação de água (FUNASA, 2012).

Essa lei foi regulamentada pelo Decreto Nº 76.872, da Presidência da República, em 22 de dezembro de 1975, estabelecendo que nos sistemas onde não existam estações de tratamento de água (ETA) deve-se utilizar métodos e processos de fluoretação apropriados, ficando o Ministério da Saúde responsável por estabelecer normas e padrões para a fluoretação das águas em todo o território nacional (FUNASA, 2012). Então a partir desse momento passa a ser obrigatória a adição de íons fluoretados, respeitando sempre as concentrações mínimas e máximas, desde que não contribua com nenhum tipo de risco para a saúde da população, responsabilidade dos órgãos de abastecimento de água de cada estado, ficando a cargo do Ministério da Saúde e das Secretarias de Saúde ou equivalentes fazer as fiscalizações do cumprimento das normas estabelecidas. Por exemplo, a cárie é uma doença infecto contagiosa que acomete grande parte da população e é encontrada em todos os povos, raças e classes sócias tornando-se um grave problema de saúde pública. Assim, os fluoretos têm sido aplicados nas águas de abastecimento público na concentração de 1,0mg/L, ou 1,0ppm. E, nesta concentração em conformidade, mostraram-se atóxicos e muito eficazes na prevenção da cárie dental (ARANHA, 2009).

É importante frisar que, quando se trata da adição do flúor na água de abastecimento público, se faz necessário levar em consideração a climatologia da região, pois está pode interferir na concentração ideal de flúor durante a distribuição para as subestações que são responsáveis por levar a água para os domicílios. "Na água, encontrada nas ETAs, o flúor se apresenta em quantidades que variam de mínimas a altíssimas. Na maioria dos municípios brasileiros a concentração de flúor é muito baixa, variando de 0,1 a 0,3 ppm. Contudo, em algumas cidades, como Piracicaba e Pereira Barreto, no estado de São Paulo, a concentração pode atingir mais de 4 ppm. Deve-se notar que em quase todo os estados brasileiros foram detectados pontos de concentração de flúor na água de abastecimento público superior a 1,0 ppm (KRIGER, 2003).

No Brasil o uso ou não do Flúor é um debate que está evidente. Porém, apenas o conhecimento científico poderá nos levar a uma análise mais racional e desapaixonada a respeito da sua utilização ou não por via sistêmica na prevenção da cárie dental. Até porque se a doença parece regredir em alguns seguimentos mais ricos da população, nos mais pobres continua extremamente ativa (SILVA et al., 1995).

Em um estudo realizado por Peres et al. (2000), associando a renda familiar e a prevalência de cárie dental, foi comprovando que crianças de famílias com renda inferior a cinco salários mínimos, possuem 4,18 vezes mais chances de apresentar alta severidade de cárie quando comparadas com crianças cuja renda familiar era superior a 15 salários mínimos (SOUZA, 2015). Estes argumentos justificam a proposição de estudos específicos sobre esta temática, para testar sua relativa eficácia como medida preventiva contra a cárie. Além disso, em regiões com baixíssimo nível de atendimento no setor de saneamento básico, como no Estado do Amapá, são ainda mais justificados, haja vista o elevado nível de distanciamento e falta de conhecimento sobre os benefícios do Flúor pela população em geral.

CONCLUSÕES

Em geral foi apresentado um panorama geral sobre a importância da aplicação do Flúor em sistemas de abastecimento de água municipais, tanto os seus aspectos positivos quanto negativos. O que observamos é que ainda há muitas incertezas e desconhecimento sobre o uso e aplicação do Flúor nas ETAs. Mas, com base nos resultados apresentados, obtivemos as seguintes conclusões específicas, de acordo com os testes estatísticos e hipóteses levantadas: em relação aos bairros do município de Macapá, houve significativas diferenças nas variações espaciais da concentração de F nas residências em diferentes bairros. A concentração de F na rede não é homogênea. Além disso, não há estratégias específicas para uma possível correção deste problema. Assim, F variou significativamente entre os diferentes bairros e, muito frequentemente (> 80%), com concentrações abaixo da permitida por lei. Portanto, houve frequentes observações de campo com não conformidade legal para este parâmetro da qualidade da água;

Confirmou-se a hipótese de existência de correlações entre a concentração de flúor nas residências e as distâncias entre estas e a ETAm. Contudo, estas correlações foram conflitantes pois, em 75% dos bairros, estas foram positivas (crescentes e não esperadas) e em apenas 25% foram negativas (decréscenas e esperadas); Apesar da relevância da aplicação do F em ETAs ser fundamentada em legislação vigente (antiga), a prestação deste serviço tem sido frequentemente negligenciada, e evidentemente deficiente, com uma série de não conformidades que se refletem em ineficácia do sistema ou refletindo-se no descumprimento legal de sua obrigatoriedade, pelo menos nos quatro bairros estudados na presente pesquisa; Finalmente, a situação atual da aplicação de flúor na água de abastecimento dos bairros estudados em Macapá evidencia uma caótica problemática referente às políticas públicas setoriais de saneamento básico em Macapá (ou no Estado), especialmente em desfavor da prevenção contra as cáries e em detrimento da saúde bucal da população. Mas, como uma curiosidade adicional sobre esta situação é que o Estado do Amapá é o 4º lugar do Ranking Brasileiro que mais cuida da saúde bucal (Pesquisa Nacional de Saúde/2019). Portanto, as autoridades locais devem dar mais ênfase à problemática da ausência do flúor, propondo soluções que evidenciem o caráter preventivo de seu uso. Além disso, a falta de informação sobre o tema faz com que fração significativa da população não entenda bem o real risco-benefício da fluoretação da água de abastecimento público.

Por outro lado, a legislação desatualizada, ausência de monitoramento adequado, a falta estudos conclusivos sobre os riscos-benefícios da aplicação do flúor, além das incertezas da própria legislação, podem também ser coadjuvantes nesta desinformação. Tanto para a população quanto para os próprios gestores que não se sentem seguros em sua utilização, mas que ao não o fazer, descumprem uma série de normas.

REFERÊNCIAS

ARANHA, F. L.. **Bioquímica odontológica**. 3 ed. São Paulo: SARVIER, 2009.

ARAUJO, E. P.; BRITO, A. U.; CUNHA, A. C.; CUNHA, H. F. A.. **Indicadores de Abastecimento de Água e Doenças de Transmissão Hídrica em Municípios da Amazônia Oriental**. Engenharia Sanitária e Ambiental, 2021.

BELOTTI, L.; FRAZÃO, PAULO; ESPOSTI, C. D. D.; CURY, J. A.; SANTOS NETO, E. T.; PACHECO, K. T. S.. Quality of the water fluoridation and municipal-level indicators in a Brazilian metropolitan region. **Rev. Ambient. Água**, Taubaté, v.13 n.6, e2270, 2018. DOI: <http://dor.org/10.4136/ambi-agua.2270>

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

BRASIL. **Lei n. 6.050, de 24 de maio de 1974**. Dispõe sobre a fluoretação da água em sistemas de abastecimento quando existir estação de tratamento. Brasília: DOU, 1974.

BRASIL. Ministério da Saúde. Fundação Nacional da Saúde. Sistema de informações de vigilância da qualidade da água para consumo humano. **Manual operacional**. Brasília: Ministério da Saúde, 2003.

BRASIL. **Portaria n. 635, de 26 de dezembro de 1975**. Aprova as normas e padrões sobre a fluoretação da água dos sistemas públicos de abastecimento, destinada ao consumo humano. Brasília: DOU, 1975.

BRITO, C. S.; GARBIN, R. R.; MUSSI, A.; RIGO, L.. Vigilância da concentração de flúor nas águas de abastecimento público na cidade de Passo Fundo - RS. **Cadernos Saúde Coletiva**, v.24, p.452-459, 2016.

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

CRAWLEY, M. J.. **The R book**. Imperial College London at Silwood Park. Washington: John Wiley & Sons Ltd., 2007.

CUNHA, A. C.; CUNHA, H. F. A.; BRASIL JÚNIOR, A. C. P.; DANIEL, L. A.; SCHULZ, H. E.. Qualidade microbiológica da água em rios de áreas urbanas e periurbanas no baixo Amazonas: o caso do Amapá. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v.9, p.322-328, 2004.

FUNASA. Fundação Nacional de Saúde. **Manual de fluoretação da água para consumo humano**. Brasília: Funasa, 2012.

GROTT, S. L.; FURTADO, R. N.; FACANHA, E. B.; CUNHA, H. F. A.; CUNHA, A. C.. Variação espaço-sazonal de parâmetros da qualidade da água subterrânea usada em consumo humano em Macapá-AP, Brasil. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v.23, p.645-654, 2018.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa nacional de saneamento básico**. Rio de Janeiro: IBGE, 2018.

KRIGER, L.. **ABOPREV**: Promoção de Saúde Bucal. 3 ed. São Paulo: Artes Médicas, 2003.

MCKAY, F. S.; BLACK, G. V.. An investigation of mottled teeth: an endemic developmental imperfection of the enamel of the teeth, heretofore unknown in the literature of dentistry. **Dental Cosmos**, v.58, p.477-484, 1916.

MURRAY, J. J.. **O uso correto de flúoretos na saúde pública**. Santos: Organização Mundial da Saúde. 1986.

NARVAI, P. C.. Cárie dentária e flúor: uma relação do século XX. **Ciênc. Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v.5, n.2, 2000.

NARVAI, P. C.; FRIAS, A. C. F.; FRATUCCI, M. V. B.; ANTUNES, J. L. F.; FRAZÃO, P.. Fluoretação da água em capitais brasileiras no início do século XXI: a efetividade em questão. **Saúde em Debate**, v.38, n.102, p.562-571, 2014. DOI: <http://dx.doi.org/10.5935/0103-1104.20140052>

OMS. Organização Mundial da Saúde. **Levantamentos em**

saúde bucal: métodos básicos. 5 ed. OMS, 2013.

PELLETIER, A. R.. Maintenance of optimal fluoride levels in public water systems. **Journal of Public Health Dentistry**, v.64, n.4, p.237-239, 2004. DOI: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1752-7325.2004.tb02759.x>

RAMIRES, I.; BUZALAF, M. A. R.. A fluoretação da água de abastecimento público e seus benefícios no controle da cárie dentária: cinquenta anos no Brasil. **Ciênc. Saúde Coletiva**, v.12, n.4, p.1057-1065, 2007. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-81232007000400027>.

RUGG-GUNN, A. J.; DO, L.. Effectiveness of water fluoridation in caries prevention. **Community Dentistry and Oral Epidemiology**, v.40, n.2, p.55-64, 2012. DOI: <http://doi.org/10.1111/j.1600-0528.2012.00721.x>

SCHLUTER, P. J.; LEE, M.. Water fluoridation and ethnic inequities in dental caries profiles of New Zealand children aged 5 and 12–13 years: analysis of national cross-sectional registry databases for the decade 2004 2013. **BMC Oral Health**, v.16, n.21, 2016. DOI: <http://doi.org/10.1186/s12903-016-0180-5>

SILVA, M. F. A.; ALBUQUERQUE, M. F.; BORGES, T. D.. **Cárie dental entre escolares de alta e baixa renda de 12 anos de idade em Macéio, Al - Brasil**. Resultados não publicados. 1995.

SNIS. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (Brasil). Ministério das Cidades. **Série Histórica**: Macapá-Amapá. SNIS, 2019.

SOUZA, I. M. P.; COSTA, A. C. L.; SILVA, J. A. J.; SOUSA, J. R. A.; FEITOSA, J. R. P.; CUNHA, A. C.; ALBUQUERQUE, M. F.; MAGANO, H. J.. **Sazonalidade da temperatura do ar e radiação solar global em cidades de diferentes portes na Amazônia Brasileira**. SBMET, 2010.

SOUZA, G. M. O.. Fatores socioeconômicos e prevalência da cárie dental em diferentes classes sociais: uma revisão de literatura. **Ciências Biológicas e da Saúde**, Recife, v.2, n.3, p.61-68, 2015.

STEPHAN, R. M.. Changes in hydrogenion concentration on tooth surfaces and in caries lesions. **Journal of The American Dental Association**, v.27, p.718-723, 1940.

THYLSTRUP, A.. Clinical evidence of the role of pre-eruptive fluoride in caries prevention. **J. Dent. Res.**, v.69, p.742-50, 1990.

VENTURINI, C. Q.; NARVAI, P. C.; MANFREDINI, M. A.; FRAZÃO, P.. Vigilância e monitoramento de fluoretos em águas de abastecimento público: uma revisão sistemática. **Revista Ambiente & Água**, v.11, n.4, p.972-988, 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.4136/ambi-agua.1929>

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

ZILBOVICIUS, C.; FERREIRA, R. G. L. A.; NARVAI, C.. Água e saúde: fluoretação e revogação da lei federal n. 6.050/1974. **R. Dir. Sanit.**, São Paulo, v.18 n.3, p.104-124, 2016.