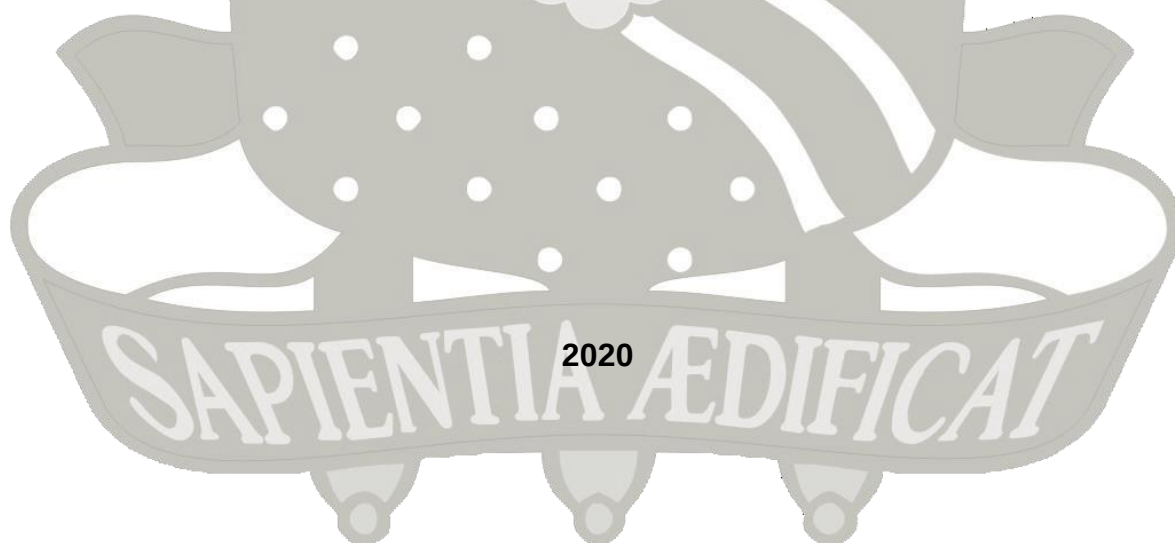


UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA

**Flúor nas águas de abastecimento público relacionado a
qualidade da água e indicadores socioeconômicos de municípios
da Paraíba**

MARIA ELIZA DANTAS BEZERRA ROMÃO



MARIA ELIZA DANTAS BEZERRA ROMÃO

**Flúor nas águas de abastecimento público relacionado a qualidade da água
e indicadores socioeconômicos de municípios da Paraíba**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação
em Odontologia, da Universidade Federal da Paraíba,
como parte dos requisitos para obtenção do título de
Mestre em Ciências Odontológica.

Orientador: Prof. Dr. Franklin Delano Soares Forte

Coorientadora: Prof. Dra. Jocianelle Maria Felix Fernandes Nunes

João Pessoa

2020

Catálogo na publicação
Seção de Catalogação e Classificação

NT99f Bezerra, Maria Eliza Dantas.

Flúor nas águas de abastecimento público relacionado a qualidade da água e indicadores socioeconômicos de municípios da Paraíba / Maria Eliza Dantas Bezerra. - João Pessoa, 2021.

44 f. : il.

Orientação: Franklin Delano Soares Forte Forte.

Coorientação: Jociannelle Maria Felix Fernandes Nunes.

Dissertação (Mestrado) - UFPB/CCS.

1. Odontologia. 2. Flúor. 3. Abastecimento de água. 4. Água. I. Forte, Franklin Delano Soares. II. Nunes, Jociannelle Maria Felix Fernandes. III. Título.

UFPB/BC

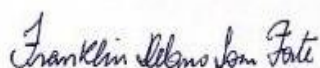
CDU 616.314(043)

Elaborado por MARILIA RIANNY PEREIRA COSMOS - CRB-15/862

MARIA ELIZA DANTAS BEZERRA ROMÃO

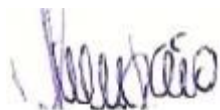
Flúor nas águas de abastecimento público relacionado a qualidade da água e indicadores socioeconômicos de municípios da Paraíba

Banca Examinadora



Prof. Dr. Franklin Delano Soares Forte

Orientador- UFPB



Prof. Dr. Dr. Fábio Correia Sampaio

Examinador - UFPB



Prof. Dr. Edja Maria Melo de Brito Costa

Examinador - UEPB

DEDICATÓRIA

A Deus. Aos meus pais, Eliane e Severino; meu marido, Lucas; minha irmã, Maria Tereza; meus avós, Terezinha, Durval, Mário e Maria, e a toda minha família. A vocês todo meu amor e empenho.

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, **Eliane e Bezerra**, pelo apoio e incentivo constante, por me ensinarem a nunca desistir dos meus sonhos e mais que isso, por lutarem por cada um deles junto a mim! A vocês, todas as minhas conquistas!

A minha irmã, **Maria Tereza** por ser a minha maior companheira de vida e sempre me apoiar!

(In memoriam) Aos meus avós, **Mário, Mocinha, Terezinha e Durval** antes de ser meu, esse sonho era de vocês. Meu coração é só gratidão e saudade!

Ao meu marido, **Lucas**, por sonhar os meus sonhos e ser esse apoio incansável em todos os meus planos! Obrigada pela compreensão das minhas ausências e estresses, por sempre despertar um sorriso meu e trazer paz aos meus dias!

A Lara, Marina, Camila e Isabela, por tornarem minha vida muito mais feliz e por me estimularem (mesmo sem saber) a nunca parar!

A toda minha família, por vibrarem comigo a cada conquista e por me ensinarem o verdadeiro significado da palavra família. Em especial as minhas tias Lêda e Edna, e aos meus primos Ana Beatriz e João Pedro.

Ao Professor, **Franklin Delano**, pelo privilégio de tê-lo como **orientador** e de poder aprender bem mais além do que o mundo acadêmico proporciona. É um ser humano e profissional ao qual me espelho diariamente!

A Professora **Jocianelle Fernandes**, pela acolhida e vínculo ao longo desses anos, é um exemplo ao qual muito me orgulho em ter! Gratidão por ter acreditado em mim ainda na graduação!

Ao professor **Fábio Sampaio**, por todos ensinamentos durante o período de realização desse trabalho, como também por ter cedido a estrutura do LABIAL.

A professora **Edja**, por ter aceitado contribuir e participar desse momento de conquista que é a conclusão deste curso!

A todos que fazem a família **LABIAL**, em especial ao **Professor Fábio, Alexandre, Thays, Raissa, Fernanda e Helene**, por toda a ajuda nesse período de coleta e análises, sem vocês eu não teria conseguido!

Por essa pesquisa ter sido um trabalho em equipe, ela jamais poderia ter sido realizada sem a ajuda de **Suyene, Diogo, Igor, Gardênia, Danielly, Thalyssa, Aldelany, Mayara, Marcos Alexandre, Alexandre e Alisson**, a todos vocês minha eterna gratidão pela ajuda e parceria!

A todos os meus amigos que sempre torceram e vibraram por mim, em especial, a minha dupla **Nayanna**, pela amizade e apoio incondicional! **Rhayanne, Marlúcio, Jancelle, Taynar, Carol, Ivo, Leilane e Larissa**, ter vocês ao meu lado tornatudo mais fácil!

Aos professores da **PPGO/UFPB**, pelos ensinamentos ao longo dessa jornada.

A **CAPES**, pelo investimento na educação pública de qualidade e por através dela mudar vidas, como a minha.

Acima de tudo, a **Deus**, por me oferecer muito mais do que mereço! Por me levar a realizar o que um dia pareceu impossível e por me mostrar diariamente que por Ele e para Ele são todas as coisas! ‘Há um tempo para todo propósito debaixo do céu’.

EPIÍGRAFE

“É justo que muito custe o que muito vale”
Santa Teresa D’Ávila

RESUMO

A efetividade do flúor como agente preventivo à cárie dentária é amplamente comprovada. O objetivo deste estudo foi analisar os teores residuais de fluoreto em águas de abastecimento público e sua relação com variáveis meteorológicas, indicadores de desenvolvimento, de saúde e a qualidade da água. Estudo ecológico, descritivo e analítico realizado em 22 municípios da Paraíba, nordeste Brasil. As coletas de águas do abastecimento público foram realizadas mensalmente durante 13 meses, sendo realizada em dois pontos da rede de tratamento de água mais próximos e dois pontos mais distantes da Estação de Tratamento de Água. A concentração de fluoreto foi determinada pelo método de eletrodo combinado íon-específico. Utilizou-se a classificação do Centro Colaborador do Ministério da Saúde em Vigilância da Saúde Bucal considerando a temperatura da cidade. Características meteorológicas, demográficas, socioeconômicas, de desenvolvimento humano, indicadores relacionados à Estratégia Saúde da Família e de saúde bucal também foram coletados. Coletaram-se 1.196 amostras contemplando as quatro macrorregiões geográficas da Paraíba. O teor residual de flúor foi encontrado em todas as amostras, variando de 0,04 a 1,60 mg F/L. A variação de temperatura foi de 21,7°C a 30,9°C. Considerando os valores de temperatura, apenas 6,34% das amostras estavam dentro da faixa ideal (mínimo risco para fluorose dentária com o máximo de benefício para prevenção da cárie dentária). Observou-se a presença de flúor residual em todas as amostras analisadas, sendo a maioria considerada abaixo dos valores adequados para a prevenção da cárie com o mínimo de fluorose dentária. Verificou-se correlação significativa entre a concentração de flúor e a população coberta por Equipe de Saúde da Família ($p < 0,0001$). Os municípios apresentaram indicadores dentro dos critérios de potabilidade da água para consumo humano.

Palavras-chave: Flúor; Abastecimento de água; água.

ABSTRACT

The fluoride's effectiveness as a preventive agent to dental caries is widely demonstrated. The aim of this study is to analyse the residual levels of fluorine in public water supply, and their relation among weather variables, development indicators, health and the water's quality. Ecological, descriptive and analytical study, accomplished in 22 cities of Paraíba, located in the Brazilian Northeast. The water collection was carried out monthly, during 13 months. It was collected in 2 spots of the Water Treatment Centre. The first one was closest to the Water Treatment Plant and the second farther. The fluorine concentration was determined by the electrode method combined with specific-ion. The Collaborating Centre of Health Ministry on Oral Health Surveillance's classification was utilized. Meteorological, demographic, socioeconomic human development characteristics, indicators related to the Family Health Strategy and oral health were also collected. 1196 samples from the four Geographical Macro Regions of Paraíba were collected. The fluoride's residual content was found in all samples, varying from 0.04 to 0.80 mg F/L. The temperature variation was 21.7°C to 30.9°C. Considering the temperature values, only 6.34% of the samples were in the ideal range (minimal risk of dental fluorosis with the maximum benefit to prevent dental caries). It was observed the presence of residual fluoride in every sample analysed, the majority were considered below the appropriate values to the caries prevention with the minimum of dental fluorosis. Besides that, it was verified a considerable correlation between the fluoride concentration and the population covered by the Family Health Team ($p < 0.0001$). The cities presented indicators within the criteria of water's potability to human use.

Keywords: Fluoride; Water Supply; Water; Fluoridation; Public Health Surveillance.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AESA: Agência Executiva da Gestão das Águas

CDC: Centers for Disease Control and Prevention

CECOL: Centro Colaborador do Ministério da Saúde em Vigilância da Saúde Bucal

Cl: Cloro

Cob.: Cobertura

CPOD: Dentes permanentes cariados, perdidos e obturados

ESF: Estratégia de Saúde da Família

ETA: Estação de Tratamento de Água

F: Flúor

IADR: Associação Internacional de Pesquisa Odontológica

IBGE: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IDH - Índice de Desenvolvimento Humano

Mg F/L: Miligrama de Flúor por Litro

mL: Mililitro

PB: Paraíba

pH: Potencial hidrogeniônico

PNSB: Política Nacional de Saúde Bucal

SAGE: Sala de Apoio à Gestão Estratégica

SVS: Secretária de Vigilância em Saúde

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
Capítulo 1	5
2. CONSIDERAÇÕES GERAIS	23
3. CONCLUSÃO	24
REFERÊNCIAS*	25

1. INTRODUÇÃO

O flúor é encontrado no ar, no solo, nas rochas e nas águas. Caracterizado por ser um halogênio, é quimicamente o mais reativo de todos os íons carregados negativamente, é o 13º elemento químico mais encontrado na natureza (Scalizi *et al.*, 2018; Lima *et al.*, 2019).

A fluoretação das águas de abastecimento público é empregada em vários países como medida de saúde pública para prevenção à cárie dentária (Iheozor-Ejiofor *et al.*, 2015; Crocombe *et al.*, 2015; Peres *et al.*, 2016). A utilização do fluoreto¹ por intermédio da água foi inicialmente pesquisada por este recurso ser considerado como de fácil acesso à população. No início do século XXI, a fluoretação para a prevenção da cárie dentária beneficiou cerca de 400 milhões de pessoas em todo o mundo (Frazão e Narvai, 2017). O efeito preventivo da fluoretação é estimado em torno de 40 a 70% em crianças, ocasionando consequentemente uma redução de perda dentária em adultos de 40 a 60% (CDC, 2013).

No Brasil, a fluoretação da água em sistemas públicos de abastecimento foi normatizada através da Lei Federal nº 6.050, de 24 de maio de 1974, e regulamentada pelo Decreto Presidencial nº 76.872, de 22 de dezembro de 1975 (Brasil, 1974; Brasil, 1975). Diante da expansão da fluoretação observada de forma geral no Brasil, é importante destacar que a fluoretação ainda apresenta marcantes desigualdades regionais. Nas regiões Sul e Sudeste houve um avanço na implantação da medida, porém nas regiões Norte e Nordeste esse avanço não aconteceu da mesma forma, sendo considerado insuficiente (Roncalli *et al.*, 2019; Lacerda *et al.*, 2020).

A presença do flúor em águas de consumo público pode ser natural e artificial. Na fluoretação natural, o fluoreto presente nas rochas chega aos mananciais pelas águas subterrâneas e superficiais (Fraga, 1992; Andreazzini *et al.*, 2006).

O tipo de solo e de manancial interfere diretamente na concentração de flúor nas águas, visto que, através do processo de decomposição das rochas ocorre a liberação deste elemento, bem como o seu transporte através dos mananciais (Andreazzini *et al.* 2006; Lima *et al.* 2019; Medeiros *et al.* 2019).

¹ Termo genérico para definir as formas químicas iônicas e não iônica do elemento flúor.

A concentração do flúor nas águas sofre a interferência de vários fatores, sendo eles, geológicos, demográficos e sociais (Scalizer *et al.*, 2018; Lima *et al.*, 2019). A temperatura e o nível pluviométrico são fatores impactantes na análise e concentração de flúor nas águas de abastecimento público (Scalizer *et al.*, 2018).

Através da compreensão da presença do flúor de forma natural nas águas de consumo público é de grande relevância a análise das águas de abastecimento público, para que a população não esteja sendo exposta a níveis elevados de flúor residual (Scalizer *et al.*, 2018).

Estudos que realizaram análises contínuas de níveis de flúor em águas de abastecimento público, relataram que em algumas regiões do Brasil teores de flúor são encontrados naturalmente (Sampaio, Von Der Fehr, Arneberg *et al.*, 1999; Da Silva *et al.*, 2009; Martins, Forte, Sampaio, 2012; De Sousa, Lima, Adriano 2013; Fernandes, Forte, Sampaio 2020).

No nordeste do Brasil, no estado da Paraíba, amostras de 167 cidades foram analisadas e 73% delas foi encontrado teor de flúor natural (Sampaio *et al.*, 2010). Um estudo que realizou análise de águas da zona rural do município de Catolé do Rocha, no Estado da Paraíba, encontrou valores acima do considerado ideal, onde o máximo encontrado foi de 3,78 mg F/L, resultado esse capaz de proporcionar o desenvolvimento de fluorose dentária (Martins, Forte, Sampaio, 2012).

Uma análise realizada em águas de abastecimento público de comunidades rurais de um município do Estado da Paraíba obteve como resultado uma variação de concentração de flúor residual de 0,06 a 1,98 mg F/L (Fernandes, Forte, Sampaio, 2020).

O consumo de água com alta concentração de flúor, fora do intervalo ideal, expõe a população ao desenvolvimento de fluorose dentária e óssea. Visando a não exposição a este risco é necessário a realização de análise e controle da concentração de flúor nas águas de distribuição pública (Kuhnen *et al.*, 2017; Frazão *et al.*, 2018). Águas com concentração de flúor superior a 1,5 mg F/L não são consideradas adequadas para o consumo humano (Who, 1984; Brasil, 2011).

A temperatura é um fator que está diretamente relacionado à exposição dos sujeitos ao consumo de água para beber. Nesse sentido, o Centro Colaborador do Ministério da Saúde em Vigilância da Saúde Bucal (CECOL) elaborou um Documento Técnico sobre classificação de águas de abastecimento público

segundo concentração de flúor que estabelece um intervalo de confiabilidade, determinando um valor máximo e outro mínimo, para que ocorra a prevenção à cárie dentária sem exposição do risco de desenvolvimento de fluorose dentária, de acordo com a variação média da temperatura da região (CECOL, 2011).

Uma ferramenta disponibilizada pelo Ministério da Saúde é o Sistema de Informação de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano (Sisagua) com o objetivo de contribuir no gerenciamento de riscos à saúde associados ao abastecimento de água, incluindo informações quanto a elementos químicos como o flúor (Oliveira Júnior *et al.*, 2019).

Um estudo realizado em municípios do Estado de Goiás avaliou durante 24 meses os níveis de fluoreto na água distribuída à população. Para obtenção de um dos critérios de aceitabilidade da concentração de flúor foi utilizado os intervalos das temperaturas obtidos a partir dos dados das médias das máximas temperaturas mensais. Também houve uma divisão quanto ao período sazonal de coleta, classificados em período chuvoso e período de seca, e quanto a origem da fonte de água, podendo ser subterrânea ou superficial. Foi obtido como resultado que no período chuvoso foi observado uma maior quantidade de amostras com teor de flúor superior a 0,60 mg F/L e que os sistemas abastecidos por água proveniente de manancial subterrâneo, com adição artificial de fluoreto, apresentaram concentrações mais baixas de flúor (Scalize *et al.*, 2018).

No Brasil, a questão da má distribuição da água ainda é uma realidade vivenciada por muitos, tendo a região nordeste como a mais afetada nesse aspecto tanto devido a fatores ambientais, por estiagens demoradas, quanto a fatores socioeconômicos, quando se trata de gestão política inadequada para o problema (Silva e Frazão, 2020).

A oferta de serviços de saneamento básico no Brasil apresenta grande desigualdade regional, fato esse que interfere diretamente no acesso à água, e consequentemente ao flúor, seja ele em sua forma natural ou através da adição desse componente químico (Frazão *et al.*, 2018; Silva e Frazão, 2018). O acesso à serviços de saneamento básico e de saúde pública, são fatores atrelados a qualidade de vida ofertada a população (Frazão *et al.*, 2018; Silva e Frazão, 2018).

As características de cada localidade, como o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH), o saneamento básico, a condição socioeconômica, o acesso à informação e aos serviços de saúde apresentam grandes diferenças quando

observadas dentro do contexto do Brasil (Frazão *et al.*, 2018; Silva e Frazão, 2018; Belotti *et al.*, 2018). Um estudo encontrou taxas crescentes de conformidade com os padrões de fluoretação de acordo com a escala dos sistemas de abastecimento e os valores do IDH (Daré *et al.*, 2009).

Entretanto, informações sobre a relação entre a concentração de flúor residual em águas de abastecimento público e indicadores municipais relacionadas às variáveis de saneamento, saúde, analfabetismo, economia e acesso a serviço de saúde são escassas.

A concentração de flúor é um parâmetro relevante para avaliação de qualidade nas águas de consumo, seja pela possibilidade de prevenção da cárie dentária, quando presente em níveis adequados, seja pelo potencial de provocar a fluorose dentária, quando em níveis elevados. Estabelecer níveis de segurança para o fluoreto em águas de consumo é uma medida necessária de proteção à saúde (Frazão *et al.*, 2011).

Ao tratar de água apropriada para o consumo humano é necessário também considerar os padrões de potabilidade da água estabelecidos pela Portaria 2.914 do Ministério da Saúde, que dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, estabelecendo critérios a serem respondidos para então classificar como adequada ou não para consumo (Brasil, 2011).

A presença de flúor residual em municípios do Estado da Paraíba é comprovada por diversos estudos transversais (Sampaio 1993; Sampaio *et al.*, 1999; Sampaio, Fehr, 2000; Forte *et al.*, 2008; Fernandes, Forte, Sampaio, 2020), porém estudos longitudinais que analisem a concentração de flúor residual em águas de abastecimento público, bem como a sua associação com fatores geográficos, meteorológicos, populacionais, socioeconômicos e oferta de serviço de saúde são escassos. Sendo necessários estudos que realizem um monitoramento contínuo do teor do flúor residual, bem como analisem os fatores interferentes nessa concentração e associações de condições atreladas a população abastecida por essa água.

Diante disso, o presente estudo tem como objetivo analisar a concentração de flúor natural na água abastecimento público de municípios do Estado da Paraíba e sua relação com variáveis meteorológicas, indicadores de desenvolvimento em nível municipal e de saúde e qualidade da água.

Capítulo 1.

O manuscrito a seguir será submetido na revista: *Environmental Geochemistry and health*.

Teores residuais de flúor nas águas de abastecimento público e indicadores socioeconômicos de municípios do Estado da Paraíba

Abstract

Fluoride's action as a preventive agent to dental cavities is scientifically proven. The aim of this study was to analyze the relation among the residual levels of fluoride in public water supply and its relation with weather variables, development indicators, health and water quality. Ecological, descriptive and analytical study, accomplished in 22 cities of Paraíba. The water collection from the public water supply were accomplished during 13 months. it was carried out in 2 spots of the Water Treatment Centre closest to the Water Treatment Plant and the two spots farther. The fluoride's concentration was determined by the electrode combined with specific-ion method. The Collaborating Centre of Health Ministry on Oral Health Surveillance classification was utilized. Meteorological, demographic, socio economic development characteristics, indicators related to the Family Health Strategy and oral health were also collected. 1196 samples from the three Macro Regions of Paraíba were collected. The fluoride's residual content was found in all samples, variating from 0.04 to 160 mg F/L. The temperature variation in the whole analysed period of the 22 participant cities were from 21,70°C to 30.92°C. Considering the temperature values, only 6.34% of the samples were in the ideal range (minimal risk of dental fluorosis with the maximum benefit to prevent dental caries). It was verified a considerable correlation between the fluoride concentration and the population covered by the Family Health Team. In addition, it was observed the presence of residual fluoride in every sample analysed. The majority of them were considered below the appropriate values to caries and dental fluorosis prevention. Every municipality presented good indicators within the criteria of water's potability to human use.

Keywords: Fluoride; Water; Water Supply; Dental fluorosis.

INTRODUÇÃO

A utilização do flúor como agente preventivo à cárie dentária é amplamente estudada (CDC 2013; Iheozor-Ejiofor, Worthington, Walsh, O'Malley, Clarkson, Macey et al., 2015). A fluoretação das águas de abastecimento público é uma importante medida de prevenção coletiva à cárie dentária. É um método recomendado pela Organização Mundial da Saúde (OMS) e pela *International Association for Dental Research* (IADR), por ter maior abrangência, igualdade de acesso, segurança, confiabilidade e baixo custo (Frazão e Narvai 2017; Whelton, Spencer, Do, Rugg-Gunn. 2019).

A fluoretação da água atinge cerca de 370 milhões de pessoas em todo o mundo (Frazão e Narvai, 2017). Entre os dez países mais populosos, Estados Unidos e Brasil têm as maiores coberturas (Rugg-Gunn e Do 2012; Frazão e Narvai 2017). Estudos (Frazão e Narvai 2017; Silva e Frazão, 2020) apontam que características dos municípios como, nível de desenvolvimento humano, porte populacional, cobertura de serviços de água e esgoto e a macrorregião ao qual o município faz parte, estão relacionadas a oferta da fluoretação artificial, destacando a existência de fortes diferenças dentro do país em relação ao acesso à fluoretação.

No Brasil, a ausência da fluoretação artificial das águas de abastecimento público em municípios com mais de 50 mil habitantes nas regiões Norte (88,9%) e Nordeste (52,3%), revela desigualdades e evidencia a omissão das autoridades em relação à fluoretação (Roncalli, Noro, Cury, Zilbovicius, Pinheiro, Ely et al. 2019).

A normatização da fluoretação artificial da água aconteceu através da Lei Federal nº 6.050, de 24 de maio de 1974, regulamentada pelo Decreto Presidencial nº 76.872, de 22 de dezembro de 1975 (Frazão e Narvai 2017; Roncalli, Noro, Cury, Zilbovicius, Pinheiro, Ely et al. 2019), reforçada pela Política Nacional de Saúde Bucal (PNSB) (Pucca, Gabriel, Araújo, Almeida 2015). Entretanto, mesmo diante desse contexto ainda existe muitos brasileiros desassistidos por essa política pública, onde geralmente, são os residentes de áreas menos populosas e menos desenvolvidas, não tendo assim, acesso à fluoretação da água ou a quantidade de flúor na água potável é desconhecida (Gabardo, Silva, Olandoski, Moysés, Moysés 2008; Frazão e Narvai, 2017). É preciso realizar o ajuste da concentração do flúor na água de abastecimento público. Essa medida visa controlar o processo e proporcionar maior efeito preventivo em relação à cárie dentária, principalmente entre os segmentos sociais mais populosos e de piores condições socioeconômicas (Frazão e Narvai 2017; Souza Neto e Frazão 2020).

Algumas regiões do Brasil apresentam teores de flúor natural em suas águas de abastecimento (Sampaio, Fehr, Arneberg, Petrucci Gigante e Hatløy 1999; Da Silva, Moreno, Forte, Sampaio 2009; Martins, Forte e Sampaio 2012; De Sousa, Lima e Adriano 2013; Fernandes, Forte e Sampaio 2020). Sendo explicado pelo fato do flúor ser o halogênio mais abundante na crosta terrestre (Murray 1996). A concentração do teor de flúor nas rochas é determinada pelas características minerais dos materiais primários que compõem essa estrutura, as rochas graníticas são apontadas como a maior fonte de flúor na natureza. Diante da decomposição desses materiais, que ocorre através dos processos de intemperismo e a partir de fontes antropogênicas, o flúor é transportado pelas águas subterrâneas e superficiais, as quais são consumidas pela população (Fraga 1992; Andreazzini, Figueiredo e Licht 2006).

Os teores de flúor presentes em águas subterrâneas variam de acordo com a região e são influenciados por diversos fatores, como porosidade das rochas, tipo de solo, área geográfica, tipo de manancial, padrão geológico, pH, temperatura, nível pluviométrico, solubilidade dos compostos fluoretados, local de moradia e existência de rede de tratamento e distribuição de água são fatores que interferem na concentração de flúor em águas de consumo público (Andreazzini, Figueiredo e Licht, 2006; Venturini, Narvai, Manfredini, Frazão 2016; Lima, Nóbrega, Cericato, Ziegelmann, Paranhos 2019).

Estudo em 176 municípios na Paraíba Nordeste do Brasil evidenciou a existência de “flúor natural” em suas águas de abastecimento público (Sampaio, Silva, Silva, Machado, de Araújo, de Sousa 2010). Há poucos estudos longitudinais no Brasil sobre o comportamento dos teores residuais de flúor nas águas de abastecimento público no Brasil e sua relação com fatores geográficos, meteorológicos, populacionais e socioeconômicos e de indicadores de saúde bucal em nível municipal.

A temperatura é um fator que está diretamente relacionado à quantidade de água consumida pela população, consequentemente a concentração dos elementos químicos presentes na água influencia na saúde dos consumidores (Lima, Nóbrega, Cericato, Ziegelmann, Paranhos 2019). Nesse sentido, o Centro Colaborador do Ministério da Saúde (CECOL) em Vigilância da Saúde Bucal elaborou um Documento Técnico sobre classificação de águas de abastecimento público segundo concentração de flúor que estabelece um intervalo de confiabilidade, determinando um valor máximo e outro mínimo, para que ocorra a prevenção à cárie dentária sem exposição do risco de desenvolvimento de fluorose dentária, de acordo com a variação média da temperatura da região (CECOL 2011).

O objetivo do estudo foi analisar os teores residuais de flúor na água de abastecimento público e sua relação com variáveis meteorológicas, indicadores de desenvolvimento em nível municipal e de saúde e qualidade da água.

METODOLOGIA

Trata-se de um estudo ecológico, descritivo, analítico, longitudinal e de campo, desenvolvido na Paraíba, Nordeste, Brasil. O estado da Paraíba possui 4.018.127 habitantes distribuídos em 223 municípios (IBGE 2018), os quais estão distribuídos entre as quatro macroregiões geográficas do estado da Paraíba (IBGE 2018). A Paraíba se caracteriza por ter uma temperatura média entre 26,7 °C e 32,5 °C, Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) 0,658, Gini 0,559. Cerca de 81,4% da população do Estado da Paraíba recebe água canalizada e 80,23% da população é abastecida por Sistema de água para abastecimento humano (SVS 2020).

Caracterização dos municípios

Para esse estudo, selecionou-se por conveniência 22 municípios da Paraíba. Os critérios de inclusão foram: municípios do litoral ao sertão, distribuídos pelas quatro regiões geográficas do estado; municípios de grande porte populacional (acima de 50.000 mil habitantes), considerando que estes municípios correspondem a aproximadamente 46% da população total do estado e outros municípios de menor porte que apresentavam maior facilidade da coleta, onde todos os municípios selecionados deveriam obrigatoriamente possuir Estação de Tratamento de Água e rede de abastecimento. Na Paraíba, somente um município apresenta fluoretação artificial, sendo esse excluído dessa pesquisa.

As características dos municípios estão descritas no quadro 1.

Quadro 1. Descritivo dos municípios participantes do estudo.

Região Geográfica	Município	População	Região de Saúde	IDH	Gini	% Cob. de água	% Cob. ESF	% Cob. ESB
Mata Paraibana	João Pessoa	800.323	1°	0,76	0,62	95	82	76
	Santa Rita	135.807	1°	0,62	0,47	67	88	93
	Bayeux	96.550	1°	0,64	0,48	92	85	85
	Cabedelo	66.680	1°	0,74	0,70	95	98	98
	Sapé	52.443	4°	0,56	0,51	92	100	98
	Pedras de fogo	28.389	12°	0,59	0,53	82	100	100
	Juripiranga	10.717	12°	0,54	0,54	94	100	100
Borborema	Sumé	17.007	2°	0,62	0,50	97	99	99
Agreste	Campina Grande	407.472	2°	0,72	0,58	92	84	43
Sertão	Guarabira	58.492	2°	0,67	0,53	34	99	99
	Alagoa Grande	28.482	3°	0,58	0,55	51	100	72
	Araruna	20.215	2°	0,56	0,53	84	99	100
	Patos	106.984	6°	0,70	0,56	90	99	99
	Sousa	69.161	10°	0,62	0,54	87	99	99
	Cajazeiras	61.776	9°	0,67	0,56	21	99	99
	São João do Rio do Peixe	17.941	9°	0,60	0,53	58	99	100
	Princesa Isabel	23.215	11°	0,60	0,48	95	99	99
	Tavares	14.103	11°	0,58	0,53	93	100	100
	Riacho dos Cavalos	8.587	8°	0,56	0,44	65	100	80
	Marizópolis	6.565	10°	0,60	0,52	79	100	99
	Vieirópolis	5.323	10°	0,57	0,45	31	100	99
	São Francisco	3.349	10°	0,58	0,48	79	100	100

Fonte: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE); Portal de Informação em Saúde do Estado da Paraíba; Sistema de Informação de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano (SISAGUA).

O quadro 2 reúne as características hidrográficas dos municípios participantes.

Quadro 2. Características hidrográficas de cada município participante.

Município	Região Hidrográfica	Tipo de Manancial	Tipo de sistema	Sub Bacia 1	Sub Bacia 2
João Pessoa	Atlântico Nordeste Oriental	Superficial	Integrado	Litorânea Paraíba/Pernambuco/Rio Grande do Norte	Baixo Paraíba/Mamanguape/Gramame
Santa Rita	Atlântico Nordeste Oriental	Superficial	Integrado	Litorânea Paraíba/Pernambuco/Rio Grande do Norte	Baixo Paraíba/Mamanguape/Gramame
Bayeux	Atlântico Nordeste Oriental	Superficial	Integrado	Litorânea Paraíba/Pernambuco/Rio Grande do Norte	Baixo Paraíba/Mamanguape/Gramame
Cabedelo	Atlântico Nordeste Oriental	Superficial	Integrado	Litorânea Paraíba/Pernambuco/Rio Grande do Norte	Alta Piranhas Açu
Sapé	Atlântico Nordeste Oriental	Superficial	Integrado	Litorânea Paraíba/Pernambuco/Rio Grande do Norte	Baixo Paraíba/Mamanguape/Gramame
Pedras de fogo	Atlântico Nordeste Oriental	Superficial	Isolado	Litorânea Paraíba/Pernambuco/Rio Grande do Norte	Baixo Paraíba/Mamanguape/Gramame
Juripiranga	Atlântico Nordeste Oriental	Superficial	Integrado	Litorânea Paraíba/Pernambuco/Rio Grande do Norte	Baixo Paraíba/Mamanguape/Gramame
Sumé	Atlântico Nordeste Oriental	Superficial	Integrado	Litorânea Paraíba/Pernambuco/Rio Grande do Norte	Alto e Médio/Paraíba/Taperoá
Campina Grande	Atlântico Nordeste Oriental	Superficial	Integrado		Alto e Médio/Paraíba/Taperoá
Guarabira	Atlântico Nordeste Oriental	Superficial	Integrado	Litorânea Paraíba/Pernambuco/Rio Grande do Norte	Baixo Paraíba/Mamanguape/Gramame

Alagoa Grande	Atlântico Nordeste Oriental	Superficial	Isolado	Litorânea Paraíba/Pernambuco/Rio Grande do Norte	Baixo Paraíba/Mamanguape/Gramame
Araruna	Atlântico Nordeste Oriental	Superficial	Integrado	Litorânea Paraíba/Pernambuco/Rio Grande do Norte	Alto e Médio/Paraíba/Taperoá
Patos	Atlântico Nordeste Oriental	Superficial	Integrado	Piranhas	Seridó/Piancó/Espinhares
Sousa	Atlântico Nordeste Oriental	Superficial	Integrado		Alta Piranhas Açú
Cajazeiras	Atlântico Nordeste Oriental	Superficial	Integrado	Piranhas	Alta Piranhas Açú
São João do Rio do Peixe	Atlântico Nordeste Oriental	Superficial	Isolado	Piranhas	Alta Piranhas Açú
Princesa Isabel	Atlântico Nordeste Oriental	Superficial	Integrado	Litorânea Paraíba/Pernambuco/Rio Grande do Norte	Seridó/Piancó/Espinhares
Tavares	Atlântico Nordeste Oriental	Superficial	Isolado	Piranhas	Seridó/Piancó/Espinhares
Riacho dos Cavalos	Atlântico Nordeste Oriental	Superficial	Integrado	Litorânea Paraíba/Pernambuco/Rio Grande do Norte	Alta Piranhas Açú
Marizópolis	Atlântico Nordeste Oriental	Superficial	Integrado	Litorânea Paraíba/Pernambuco/Rio Grande do Norte	Alta Piranhas Açú
Vieirópolis	Atlântico Nordeste Oriental	Subterrâneo	Isolado	Piranhas	Alta Piranhas Açú
São Francisco	Atlântico Nordeste Oriental	Superficial	Isolado	Piranhas	Alta Piranhas Açú

Fonte: Agência Nacional de Águas (2019).

Coleta de dados

A coleta de águas referente ao abastecimento público foi realizada mensalmente de outubro de 2019 a setembro de 2020 em 22 municípios da Paraíba. As amostras de água foram identificadas e classificadas conforme origem, data e anotadas as informações em rótulos, sendo depositadas em recipiente de polietileno de 10 mL com tampa. As equipes responsáveis pela coleta passaram por um processo de treinamento seguindo o protocolo do Centro Colaborador do Ministério da Saúde para Vigilância em Saúde Bucal (CECOL) (CECOL, 2011; Venturini, 2016; Belotti, Frazão, Esposti, Cury, Dos Santos, Pacheco 2018).

Os pontos de coleta foram estabelecidos conforme a quantidade e localização das estações de tratamento de água de cada município, conforme Atlas da Agência Nacional de Águas e seguindo as orientações do Documento de Consenso Técnico sobre classificação de águas de abastecimento público segundo concentração de flúor fornecido pelo CECOL (CECOL, 2011).

A seleção dos pontos ocorreu da seguinte forma: dois pontos da rede de tratamento de água mais próxima da estação de tratamento de água (ETA), mas distantes entre si, e dois pontos da rede mais distante da ETA e distantes entre si (Venturini 2016; Belotti, Frazão, Esposti, Cury, Dos Santos, Pacheco 2018). Cada ponto é controle de seu par (próximos e distantes). Os pontos de coleta não podiam ser da área interna da ETA, como também de áreas domiciliares, para que fosse garantida a representatividade e a abrangência espacial (CECOL 2011). Com base na Agência Nacional de Águas foram obtidos dados referentes a localização e quantidade de ETAs de cada município. Nos municípios que possuíam mais de uma Estação de Tratamento de Água (ETA) foram coletados os 4 pontos referente a cada ETA.

Inicialmente os recipientes foram identificados por município, ponto, mês e ano, em seguida no local da coleta, abriu-se a torneira por três minutos, tendo confirmação que a água era proveniente da rede de distribuição, lavagem do recipiente por três vezes com a água a ser coletada, preenchimento do recipiente de 10 mL, desprezando uma pequena porção deixando um pequeno espaço vazio, acondicionado e enviado ao laboratório para análise.

Além da coleta das águas algumas variáveis foram analisadas e estão descritas no quadro 3.

Quadro 3. Variáveis utilizadas no estudo e sua respectiva descrição.

Variável	Descrição
Variável Dependente	
Concentração de flúor nas águas	Teor de flúor em águas analisado
Variáveis Independentes	
Variáveis meteorológicas	
Temperatura	Média de temperatura em determinado local durante período analisado
Chuva	Média do nível pluviométrico de determinado local durante período analisado
Variáveis de desenvolvimento em nível municipal	
IDH	Índice de Desenvolvimento humano que utiliza critérios como taxa de alfabetização, longevidade, e renda per capita
Indicador de Gini	Indicador de concentração de renda
Analfabetismo	Percentual da população analfabeta com 15 anos ou mais
Mortalidade Infantil	Número de crianças de um determinado local que morre antes de completar 1 ano de vida a cada mil nascidas vivas.
Renda <i>per Capita</i>	Média de renda familiar mensal em reais dividida pelo número de moradores
Cobertura com água tratada	Percentual de pessoas que tem acesso a água tratada em sua moradia

Variáveis da estratégia de saúde da família	
Cobertura de Estratégia de Saúde da Família	Percentual de pessoas assistidas pela Estratégia de Saúde da família em determinado local
Cobertura de Agente Comunitário de Saúde	Percentual de pessoas assistidas pelos Agentes Comunitários de Saúde em determinado local
Cobertura de Equipe de Saúde Bucal	Percentual de pessoas assistidas pela Equipe de Saúde Bucal em determinado local
Variáveis independentes odontológicas	
Média de extração dentária	Média de extração dentária realizada em determinado local durante período analisado
Média de restauração	Média de restauração dentária realizada em determinado local durante período analisado
Média de Aplicação tópica de flúor	Média de Aplicação Tópica de Flúor realizada em determinado local durante período analisado
Variáveis de qualidade da água	
<i>E.Coli</i>	<i>Escherichia coli</i> deve estar ausente na água destinada a consumo humano
Turbidez	Resistência da água à passagem de luz. É provocada pela presença de partículas flutuando na água.
Cloro Residual	Cloro presente na água nas formas do ácido hipocloroso (HOCl) ou do íon hipoclorito (OCl ⁻).

Fonte: Agência Executiva da Gestão das Águas/AESA- PB; Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE); Sala de Apoio à Gestão Estratégica/SAGE – Ministério da Saúde.

A temperatura e nível pluviométrico de cada município participante deste estudo foi monitorado mensalmente durante o período de execução deste projeto através de dados da Agência Executiva da Gestão de Águas (AESA).

A partir dos dados disponibilizados pelo SISagua foram coletadas as informações dos critérios de potabilidade da água referente aos municípios participantes estabelecidos pela portaria 2.914 (Brasil 2011).

Análise da Concentração de Flúor

Inicialmente, foi realizada a calibração do eletrodo combinado íon-específico para fluoreto da ORION (9409BN) e eletrodo de referência (900200), conectados em um analisador de íons 710 A (ORION). As soluções padrões foram de 0,02 a 6,4 mg F/L. Todas as soluções e amostras foram agitadas previamente à leitura e utilizou-se o TISAB II. Os potenciais de milivoltagem (mV) foram convertidos em mg/L utilizando para isso uma curva padrão com coeficiente de correlação $r^2 \geq 0,99$. As leituras em mV, em triplicata para cada padrão, foram transformadas em concentração de flúor (mg F/L) no programa Windows-Excel® e, assim, registrados.

Análise dos dados

A concentração de flúor foi obtida pela média das três leituras das amostras analisadas para cada ponto de coleta e uma análise descritiva dos dados foi realizada para cada uma das amostras, coletadas e analisadas, classificada segundo sua concentração de flúor

Os dados foram classificados conforme o critério do Centro Colaborador do Ministério da Saúde em Vigilância da Saúde Bucal (CECOL) – de acordo com Documento de Consenso Técnico sobre classificação de águas de abastecimento público segundo concentração de flúor (CECOL, 2011), que estabelece um intervalo de confiabilidade, estabelecendo um valor máximo e outro mínimo, para que ocorra a prevenção à cárie dentária sem exposição do risco de desenvolvimento de fluorose dentária, de acordo com a temperatura média da região.

No período de outubro 2019 a outubro de 2020 os municípios participantes deste estudo apresentaram uma variação de média de temperatura entre 21,7 °C e 30,9 °C. Considerando esse intervalo de variação da

temperatura, as amostras foram classificadas conforme a temperatura mensal apresentada pelo município no período observado, conforme recomendado pelo CECOL. Para as localidades que apresentaram as médias da temperatura abaixo de 26,3°C foi classificado como melhor combinação entre o máximo benefício da prevenção da cárie dentária e o mínimo risco em produzir fluorose dentária o intervalo de 0,65 a 0,94 mg F/L, e para os municípios com médias de temperatura entre 26,3°C a 32,5° o intervalo ideal foi estabelecido de 0,55 a 0,84 mg F/L.

Os critérios de potabilidade da água para consumo humano (Brasil 2011) de cada município participantes foram classificados de acordo com os padrões expostos no quadro 4.

Quadro 4. Critérios de potabilidade da água.

Variável Analisada	Critério de potabilidade
<i>E.Coli</i>	Ausente
Turbidez	≤5,0
Cloro Residual Livre	0,2 a 2,0

Fonte: Portaria 2.914 do Ministério da Saúde.

Características dos fatores municipais

Características meteorológicas, demográficas, socioeconômicas, de desenvolvimento humano, indicadores relacionados a Estratégia Saúde da Família e indicadores de saúde bucal (AESAs 2020; SAGE 2018; IBGE 2017) foram utilizados a fim de identificar possíveis relações com o nível de concentração de flúor em águas de abastecimento público, conforme descrito a seguir:

Análise estatística

Os dados foram analisados estatisticamente utilizando-se o *software Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS, v.22.0) a análise descritiva das variáveis foi obtida por cálculo de frequência absoluta e relativa, enquanto, para a análise inferencial, foi aplicado o teste não paramétrico de Spearman, usado para analisar a correlação entre a variável desfecho e as independentes, considerando-se um intervalo de confiança de 95% e nível de significância de 0,05.

RESULTADOS

Um total de 1196 amostras foram analisadas de outubro de 2019 a outubro de 2020. Todas as amostras apresentaram teor residual de flúor variando entre 0,04 a 1,60 mg F/L. A Tabela 1 mostra a média mensal da concentração de flúor nas amostras analisadas por município. O município de Juripiranga apresentou uma concentração de flúor residual elevada em todo período analisado, com destaque aos meses de setembro e outubro apresentou média de concentração acima do considerado ideal para consumo humano.

Tabela 1. Média da concentração de flúor de cada município referente aos meses em análise.

Município	2019			2020									
	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abril	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out
	M (dp)	M (dp)	M (dp)	M (dp)	M (dp)	M (dp)	M (dp)	M (dp)	M (dp)	M(dp)	M(dp)	M(dp)	M(dp)
João Pessoa	0,05	0,05	0,04	0,08	0,09	0,22	0,23	0,08	0,04	0,12	0,10	0,09	0,09
ETA 1	(0,00)	(0,01)	(0,02)	(0,00)	(0,01)	(0,03)	(0,01)	(0,00)	(0,00)	(0,01)	(0,00)	(0,01)	(0,00)
João Pessoa	0,04	0,05	0,06	0,09	0,23	0,23	0,23	0,04	0,03	0,11	0,10	0,09	0,09
ETA 2	(0,01)	(0,01)	(0,00)	(0,00)	(0,00)	(0,00)	(0,01)	(0,00)	(0,00)	(0,00)	(0,00)	(0,00)	(0,00)
Santa Rita	0,03	0,05	0,09	0,08	0,22	0,19	0,22	0,03	0,02	0,10	0,10	0,07	0,8
	(0,02)	(0,01)	(0,00)	(0,00)	(0,01)	(0,03)	(0,00)	(0,00)	(0,00)	(0,00)	(0,01)	(0,01)	(0,00)
Bayeux	0,04	0,05	0,06	0,07	0,23	0,23	0,22	0,04	0,03	0,12	0,11	0,09	0,09
	(0,00)	(0,02)	(0,03)	(0,01)	(0,00)	(0,02)	(0,00)	(0,00)	(0,01)	(0,00)	(0,00)	(0,00)	(0,02)
Cabedelo	0,04	0,05	0,04	0,07	0,11	0,19	0,23	0,09	0,04	0,12	0,10	0,09	0,09
	(0,01)	(0,02)	(0,00)	(0,00)	(0,01)	(0,01)	(0,05)	(0,01)	(0,00)	(0,01)	(0,00)	(0,01)	(0,02)
Pedras de	0,10	0,06	0,07	0,18	0,18	0,10	0,09	0,10	0,09	0,09	0,17	0,20	0,19
Fogo	(0,02)	(0,00)	(0,00)	(0,00)	(0,00)	(0,00)	(0,00)	(0,00)	(0,01)	(0,01)	(0,00)	(0,02)	(0,00)
Juripiranga	0,59	0,64	0,57	0,60	0,58	0,58	0,80	0,46	0,58	0,63	0,59	1,60	1,60
	(0,00)	(0,03)	(0,13)	(0,13)	(0,06)	(0,01)	(0,34)	(0,02)	(0,01)	(0,05)	(0,09)	(0,09)	(0,25)
Campina	0,24	0,19	0,21	0,22	0,18	0,19	0,15	0,18	0,17	0,19	0,17	0,17	0,17
Grande	(0,01)	(0,00)	(0,01)	(0,00)	(0,01)	(0,00)	(0,01)	(0,01)	(0,01)	(0,00)	(0,00)	(0,00)	(0,01)
Guarabira	0,17	0,19	0,30	0,34	0,31	0,22	0,21	0,18	0,14	0,16	0,87	0,75	0,75
	(0,04)	(0,05)	(0,01)	(0,03)	(0,00)	(0,01)	(0,00)	(0,02)	(0,01)	(0,08)	(0,11)	(0,11)	(0,01)
Sapé	0,15	0,18	0,17	0,16	0,23	0,18	0,21	0,19	0,20	0,19	0,31	0,41	0,55
	(0,00)	(0,00)	(0,00)	(0,00)	(0,00)	(0,00)	(0,00)	(0,00)	(0,00)	(0,01)	(0,01)	(0,01)	(0,04)
Alagoa	0,15	0,09	0,09	0,15	0,08	0,07	0,14	0,20	0,18	0,22	0,29	0,20	0,19
Grande	(0,00)	(0,00)	(0,00)	(0,00)	(0,01)	(0,00)	(0,00)	(0,00)	(0,01)	(0,00)	(0,00)	(0,00)	(0,00)
Araruna	0,07	0,07	0,13	0,24	0,41	0,37	0,36	0,36	0,32	0,35	0,35	0,30	0,30
	(0,01)	(0,01)	(0,06)	(0,02)	(0,04)	(0,03)	(0,07)	(0,03)	(0,04)	(0,03)	(0,02)	(0,02)	(0,03)
Patos	0,14	0,13	0,20	0,17	0,13	0,08	0,07	0,09	0,15	0,15	0,61	0,61	0,60
	(0,02)	(0,01)	(0,00)	(0,00)	(0,01)	(0,03)	(0,01)	(0,00)	(0,01)	(0,00)	(0,00)	(0,00)	(0,07)
Sousa	0,17	0,17	0,20	0,06	0,06	0,07	0,06	0,13	0,08	0,10	0,27	0,24	0,30
	(0,00)	(0,01)	(0,04)	(0,00)	(0,00)	(0,01)	(0,03)	(0,01)	(0,01)	(0,00)	(0,01)	(0,01)	(0,02)
Cajazeiras	0,19	0,21	0,23	0,41	0,47	0,53	0,15	0,68	0,39	0,62	0,62	0,67	0,62
	(0,00)	(0,00)	(0,00)	(0,01)	(0,02)	(0,02)	(0,01)	(0,21)	(0,20)	(0,10)	(0,13)	(0,11)	(0,13)
São João do	0,14	0,37	0,46	0,27	0,47	0,28	0,40	0,20	0,36	0,47	0,50	0,45	0,45
Rio do Peixe	(0,01)	(0,01)	(0,01)	(0,00)	(0,08)	(0,10)	(0,00)	(0,01)	(0,02)	(0,03)	(0,01)	(0,09)	(0,09)

Sumé	0,29 (0,00)	0,28 (0,02)	0,13 (0,02)	0,40 (0,00)	0,26 (0,05)	0,0,6 (0,00)	0,12 (0,06)	0,16 (0,00)	0,07 (0,00)	0,10 (0,00)	0,24 (0,01)	0,29 (0,08)	0,31 (0,02)
Princesa Isabel	0,18 (0,00)	0,18 (0,00)	0,19 (0,01)	0,15 (0,01)	0,24 (0,02)	0,28 (0,02)	0,27 (0,02)	0,30 (0,00)	0,33 (0,01)	0,32 (0,00)	0,39 (0,00)	0,40 (0,01)	0,42 (0,00)
Tavares	0,35 (0,00)	0,37 (0,01)	0,43 (0,02)	0,42 (0,04)	0,40 (0,00)	0,30 (0,00)	0,37 (0,02)	0,57 (0,02)	0,75 (0,09)	0,66 (0,04)	0,79 (0,00)	0,74 (0,02)	0,79 (0,02)
Riacho dos Cavalos	0,19 (0,11)	0,27 (0,01)	0,15 (0,05)	0,16 (0,06)	0,20 (0,06)	0,11 (0,10)	0,12 (0,02)	0,16 (0,05)	0,16 (0,10)	0,14 (0,10)	0,19 (0,08)	0,16 (0,13)	0,14 (0,09)
Marizópolis	0,20 (0,00)	0,10 (0,00)	0,19 (0,00)	0,19 (0,00)	0,12 (0,00)	0,11 (0,00)	0,12 (0,01)	0,09 (0,01)	0,11 (0,02)	0,09 (0,00)	0,28 (0,01)	0,26 (0,01)	0,23 (0,01)
Vieirópolis	0,10 (0,00)	0,12 (0,00)	0,10 (0,00)	0,11 (0,00)	0,09 (0,01)	0,09 (0,00)	0,09 (0,00)	0,09 (0,01)	0,11 (0,00)	0,09 (0,00)	0,18 (0,02)	0,16 (0,01)	0,20 (0,02)
São Francisco	0,17 (0,00)	0,18 (0,00)	0,18 (0,00)	0,13 (0,00)	0,15 (0,01)	0,10 (0,00)	0,12 (0,00)	0,10 (0,01)	0,11 (0,00)	0,10 (0,00)	0,16 (0,02)	0,15 (0,01)	0,21 (0,02)

Fonte: Dados da pesquisa.

Os municípios de Tavares e Cajazeiras apresentaram um aumento da concentração de flúor residual a partir do mês de maio. Enquanto os municípios de Guarabira e Patos exibiram esse aumento de concentração a partir do mês de agosto.

Observou-se a partir do SISagua que todos os municípios participantes que tinham seus dados divulgado s referentes a *E.Coli*, turbidez e cloro residual livre estavam dentro do estabelecido como padrão.

O Quadro 5 demonstra as taxas de níveis ótimos de flúor por município para cada mês analisado. Foram classificadas de acordo os critérios estabelecidos. No mês de agosto é possível observar o aumento de amostras classificadas como máximo benefício e baixo risco, como também o menor número de amostras como insignificante. No mês de setembro foi obtido o maior percentual de amostras máximo benefício e baixo risco. Quadro 5. Percentual da melhor combinação entre o máximo benefício da prevenção da cárie dentária e o mínimo risco para desenvolver fluorose dentária das amostras de água de abastecimento público segundo ano, mês e temperatura.

A N O	Temperatura	Insignificante*	Mínimo/ Baixo	Moderado/ Baixo	Máximo/ Baixo	Máximo/ Moderado	Questionável /Alto	Maléfico/ muito alto
	≥26,3	0,0 a 0,44	0,45 a 0,54	0,55 a 0,64	0,65 a 0,94	0,95 a 1,24	1,25 a 1,44	1,45 ou mais
	≤26,3 ≥32,5	0,0 a 0,44	0,45 a 0,54	-	0,55 a 0,84	0,85 a 1,14	1,15 a 1,44	1,45 ou mais
2 0 1 9	Outubro	95,7			4,3			
	Novembro	95,7			4,3			
	Dezembro	95,7			4,3			
2 0 2 0	Janeiro	95,7		4,3				
	Fevereiro	95,7		4,3				
	Março	91,3		8,7				
	Abril	95,7			4,3			
	Maio	87,0	4,3		8,7			
	Junho	91,4		4,3	4,3			
	Julho	87,0		4,3	8,7			
	Agosto	73,9	8,7		17,4			
	Setembro	78,4	4,3		13,0			4,3
	Outubro	78,4	4,3		13,0			4,3
	Total	84,95	1,68	2,00	6,34			0,66

Fonte: Dados da Pesquisa/

*Critérios do CECOL

Conforme demonstrado na Tabela 3, as variáveis população total, renda per capita, população com acesso a água tratada, analfabetismo, mortalidade infantil, índice de Gini, população coberta por Estratégia de Saúde da Família e população coberta por Agente Comunitário de Saúde não apresentaram valores de correlação estatisticamente significantes com as concentrações de flúor. Foram encontrados valores de correlação entre a população coberta por Equipe de Saúde Bucal e concentração de flúor.

Tabela 3. Correlação de Spearman entre a concentração de flúor e variáveis socioeconômicas e de saúde.

Variáveis	Coefficiente de correlação	Valor de P	Correlação
População Total	-0,23	0,28	Não significativo
Renda per capita	-0,31	0,15	Não significativo
População com acesso a água	0,00	0,97	Não significativo
Analfabetismo	0,37	0,11	Não significativo
Mortalidade Infantil	0,17	0,43	Não significativo
Índice de Gini	0,00	0,98	Não significativo
População coberta por ESF	0,41	0,08	Não significativo
População coberta por ESB	0,61	0,01	Significativo
População coberta por ACS	0,17	0,48	Não significativo

Fonte: Dados da pesquisa.

DISCUSSÃO

Este estudo é pioneiro em monitorar e mapear em um ano os teores residuais de flúor nas águas de abastecimento público. Observou-se teores residuais em todas as coletas realizadas. Concentrando-se a maioria das amostras em valores abaixo do considerado adequado conforme parâmetros do CECOL e temperatura.

O direito ao acesso à água é um direito de todos os seres humanos, considerado essencial a vida e que deve ser ofertado sem discriminação (ONU 2017). No Brasil, o acesso a água potável apresenta fortes desigualdades, as quais estão relacionadas à renda da população, à área de moradia, à vulnerabilidade social, entre outros aspectos (Heller 2015). Nesse estudo foi possível observar que ainda existem municípios no Estado da Paraíba com menos de 50% da sua população total coberta por água tratada, ou seja, pessoas desassistidas por políticas de abastecimento público.

A água para consumo humano deve ser de boa qualidade, não possuir microrganismos e substâncias químicas que ameacem a saúde humana (ONU 2017). Todos os municípios participantes desta pesquisa que possuíam dados disponibilizados no SISagua estavam dentro dos critérios de potabilidade para o consumo, de acordo com a Portaria 2.914 do Ministério da Saúde (Brasil 2011). Os dados de fluoretos não estão disponibilizados. Entretanto, ainda há um grande número de cidadãos do Estado da Paraíba descobertos por políticas públicas de abastecimento e que consequentemente fazem uso de vias alternativas para obtenção de água, ou seja, águas de fontes e potabilidade desconhecidas, que não passam pelo processo de tratamento e estão sendo utilizadas, o que pode oferecer risco à saúde da população, sendo assim necessários estudos para o alcance dessas informações, como também investimentos para a ampliação dos sistemas de abastecimento público de água.

Nesse contexto a identificação das concentrações de fluoreto nas águas faz parte de diretrizes importantes internacionais e em marcos legais do Ministério da Saúde (WHO 2011). A concentração de flúor nas águas está diretamente relacionada a qualidade da água para o consumo humano, visto que águas com concentração de flúor superior a 1,5 mg F/L, não são consideradas adequadas para o consumo (Who 1984; Brasil 2011). Como resultado neste estudo, o município de Juripiranga que durante todo o período analisado se destacou pela média de concentração de flúor residual apresentada em cada mês, variando de 0,46 a 1,60 mg F/L. Assim os valores médios de concentração de flúor estão acima do considerado adequado, reforçando a importância da análise contínua das águas de abastecimento público para que a população não seja exposta a

nenhum risco, no caso a exposição excessiva de flúor que pode ocasionar o desenvolvimento de fluorose dentária (Buzalaf, 2018; Scalize, Pinheiro, Junior, Albuquerque, Lobón G, Arruda 2018).

Estudos anteriores (Martins, Forte e Sampaio 2012; Fernandes, Forte e Sampaio 2020) observou teores de flúor residual em todas as amostras coletadas da zona rural de um município do sertão da Paraíba. O flúor está presente na composição mineral das rochas, sendo liberado nas águas através da decomposição delas (Andreazzini, Figueiredo e Licht, 2006). Estudos (Da Silva, Moreno, Forte, Sampaio 2009; Carvalho, Medeiros, Santos, Pacheco 2011) demonstram a existência de flúor residual em outras regiões do Brasil, fato o qual segundo estudo (Viswanathan, Jaswanth, Gopalakrishnan, Siva Ilango 2009) também acontece em outros países.

Um estudo que analisou a cobertura da fluoretação artificial das águas de abastecimento público de municípios brasileiros, obteve como resultado que em 5.558 municípios identificados na pesquisa, 76,3% deles ofertava essa medida de prevenção coletiva a população (Frazão e Narvai, 2017). No entanto, essa expansão da implantação deste método preventivo não aconteceu da mesma forma entre as regiões do Brasil, destacando a ausência da fluoretação artificial das águas de abastecimento público em municípios com mais de 50 mil habitantes nas regiões Norte (88,9%) e Nordeste (52,3%) (Roncalli, Noro, Cury, Zilbovicius, Pinheiro, Ely et al. 2019). O Estado da Paraíba possui 10 municípios com mais de 50 mil habitantes, o que representa 46% da população total do estado, destes nenhum deles realiza a fluoretação artificial das águas de abastecimento público.

O número de amostras com concentração adequada para oferecer o máximo benefício de proteção a cárie dentária e o baixo risco de desenvolvimento de fluorose dentária teve seu maior percentual em agosto. A ação preventiva do flúor por intermédio da fluoretação das águas é ofertada à coletividade, onde beneficia proporcionalmente mais a população carente, que não tem acesso a outras fontes de flúor para prevenção da cárie, não o ofertar é excluir as pessoas do acesso a esse benefício (Frazão, Soares, Fernandes, Marques, Narvai 2013). Nesse sentido os resultados do presente trabalho podem servir para estudo de viabilidade para a fluoretação artificial, já que a adição de flúor na água nas estações de tratamento de água deverá ser proporcional aos teores residuais.

Estudos (Freire, Reis, Figueiredo, Peres, Moreira, Antunes 2013; Iheozor-Ejiofor, Worthington, Walsh, O'Malley, Clarkson, Macey et al. 2015; Cruz e Narvai 2018) demonstram que a implantação da fluoretação artificial nas águas de abastecimento proporciona melhores condições de saúde bucal em especial menores índices CPOD quando comparado a cidades que não possuem esse método preventivo. Dados do último estudo epidemiológico evidenciou um CPOD de 3,97 para cidades do interior do Nordeste e 2,61 na capital do Estado da Paraíba, João Pessoa. Observou-se que crianças de 12 anos que vivem em cidades não fluoretadas, com menor cobertura de abastecimento de água e renda mediana baixa apresentaram maior prevalência de cárie (Freire, Reis, Figueiredo, Peres, Moreira, Antunes 2013). Estudo afirma que houve redução nos valores médios do CPOD em 4 das 15 capitais que mantiveram a fluoretação durante o período avaliado, sem ocorrer interrupção no método (Narvai, Frias, Fratucci, Antunes, Carnut, Frazão 2014).

Na presente pesquisa não se observou relação estatisticamente significativa entre os teores de fluoretos e população total, analfabetismo, mortalidade infantil e população coberta por Agente Comunitário de Saúde. Resultado semelhante a estudo realizado anteriormente (Belotti, Frazão, Esposti, Cury, Dos Santos, Pacheco 2018).

A população coberta por Equipe de Saúde Bucal (ESB) correlacionou-se positivamente com a concentração média de flúor. Ressalta-se que ambas as situações, implantação de ESB e presença de flúor na água, são medidas de defesa e prioridade da política nacional de saúde bucal (Pucca, Gabriel, Araújo, Almeida 2015), sendo essenciais para a melhoria das condições de saúde bucal. A presença de flúor na água de abastecimento público não se limita apenas a concentração residual desse elemento químico, mas sim a intervalos de concentração para que exista o benefício da prevenção à cárie dentária sem exposição ao risco de fluorose dentária, fato esse alcançado através da fluoretação artificial, vigilância e do monitoramento contínuo.

A partir desse estudo, reforça-se a necessidade de monitoramento dos teores de fluoreto na água de abastecimento público com duas finalidades: garantir sua conformidade aos padrões de potabilidade, como também de ser empregado para assegurar a qualidade dos teores visando o máximo benefício da prevenção da cárie dentária com o mínimo de risco de fluorose dentária (Venturini et al., 2016; Roncalli, Noro, Cury, Zilbovicius, Pinheiro, Ely et al. 2019). Nesse sentido, o SISÁgua é uma importante ferramenta transparente e democrática para a vigilância das condições de abastecimento e esgoto no Brasil e contribui para elaboração de diagnóstico situacional inclusive das concentrações de fluoretos e acesso dessa medida por parte da população (Oliveira Júnior, 2019).

Através dos resultados obtidos desse mapeamento observam-se as boas condições que os municípios participantes deste estudo possuem de implantação da fluoretação artificial das águas de abastecimento público. Método preventivo à cárie dentária que se destaca por sua efetividade, confiabilidade, baixo custo, maior abrangência e igualdade de acesso ao flúor (Iheozor-Ejiofor, Worthington, Walsh, O'Malley, Clarkson, Macey et al. 2015; Frazão e Narvai, 2017; Buzalaf, 2018).

Reconhecem as limitações do estudo como: o número de municípios analisados e ausência de análise de fontes alternativas de águas utilizadas por essa população. Por outro lado, essa pesquisa fornece uma representação da realidade da concentração de flúor residual encontrada em 22 municípios do Estado da Paraíba, Nordeste, Brasil, que representa mais de 50% da população total do Estado. Sinaliza-se a necessidade de estudos das condições de saúde bucal dos municípios participantes, provisão da fluoretação das águas e fortalecimento da vigilância em relação à qualidade da água e os parâmetros estabelecidos pelas normativas.

CONCLUSÃO

Neste estudo foi observado a presença de flúor residual em todas as amostras analisadas, sendo a maioria considerada abaixo dos valores adequados para a prevenção da cárie com o mínimo de fluorose dentária. Verificou-se correlação significativa entre a concentração de flúor e a população coberta por Equipe de Saúde da Família. Observou-se que todos os municípios apresentaram bons indicadores dentro dos critérios de potabilidade da água para consumo humano.

Referências

- Andreazzini MJ, Figueiredo BR, Licht OAB. Geoguímica do Flúor em Águas e Sedimentos Fluviais da região de Cerro Azul, Estado do Paraná: Definição de Áreas de Risco para consumo Humano. *Geologia Médica*. 2006;1(18): 336-346.
- Agência Executiva de Gestão das Águas. Link: <http://www.aesa.pb.gov.br/aesa-website/> Visitado em 18/10/2020.
- Belotti L, Frazão P, Esposti CDD, Cury JÁ, Dos Santos ET, Pacheco KTS. Quality of the water fluoridation and municipal-level indicators in a Brazilian metropolitan region. *Rev. Ambient. Água*. 2018; 13(6).
- Bezerra MED, Ribeiro TM, Forte FDS, Sampaio FC, Nunes JMFF. External Control of water fluoridation in a small municipality of northeast of Brazil. *Rev Odontol UNESP*. 2020;49:e20200017.
- Boletim Epidemiológico: Diagnóstico do Abastecimento de Água para Consumo Humano no Brasil em 2019. Secretária de Vigilância em Saúde. Ministério da Saúde. 2020; 51(3): 1-16.
- Brasil. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Coordenação-Geral de Vigilância em Saúde Ambiental. Portaria MS n.º 518/2004 / Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde, Coordenação Geral de Vigilância em Saúde Ambiental – Brasília: *Editora do Ministério da Saúde*, 2005.
- Buzalaf MAR. Review of Fluoride Intake and Appropriateness of Current Guidelines. *Adv Dent Res*. 2018 Mar;29(2):157-166.
- Carvalho RB, Medeiros UV, Santos KT, Pacheco FoAC. Influência de diferentes concentrações de flúor na água em indicadores epidemiológicos de saúde/ doença bucal. *Cien Saude Colet*. 2011;16(8,):3509-18.
- 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: Faculdade de Saúde Pública da USP; 2011.
- CENTERS FOR DISEASE CONTROL AND PREVENTION - CDC. *Recommendation for using fluoride to prevent and control dental caries in the United States. Morbidity and Mortality Weekly Report*. 2011;50(14):1-42.
- Cruz MGB, Narvai PC. Cárie e água fluoretada em dois municípios brasileiros com baixa prevalência da doença. *Rev Saude Publica*. 2018;52:28.

Da Silva JS, Moreno WG, Forte FDS, Sampaio FC. Natural fluoride levels from public water supplies in Piauí State, Brazil. *Ciência & Saúde Coletiva*, 14(6):2215-2220, 2009.

De Souza CF, Lima JF Jr, Adriano MS, et al. Assessment of groundwater quality in a region of endemic fluorosis in the northeast of Brazil. *Environ Monit Assess*. 2013; 185(6):4735-4743.

Fernandes IC, Forte FDS, Sampaio FC. Molar-incisor hypomineralization (MIH), dental fluorosis, and caries in rural areas with different fluoride levels in the drinking water. nt. *J. Paediatr. Dent*. 2020;00:1–8.

Firmino RT, Bueno AX, Martins CC, Ferreira FM, Granville-garcia AF, Paiva SM. Dental caries and dental fluorosis according to water fluoridation among 12-year-old Brazilian schoolchildren: a nation-wide study comparing different municipalities. *J Theory Pract Dent Public Health*. 2018; 26(1): 501- 507.

Fraga CG. Origem de Fluoretos em águas Subterrâneas dos Sistemas Aquíferos Botuatu e Serra geral da Bacia do Paraná. 1992. 178 f. *Tese (doutorado em geociências)*- Universidade de São Paulo, 1992.

Frazão P, Soares CCS, Fernandes GF, Marques RAA, Narvai CP. Fluoretação da água e insuficiências no sistema de informação da política de vigilância à saúde. *RevAssoc Paul Cir Dent*. 2013; 67 (2):94-100.

Frazão P, Narvai PC. Water fluoridation in Brazilian cities at the first decade of the 21st century. *Rev. Saúde Pública*. 2017; 51(47): 1-11.

Frazão P, Narvai PC. *Cobertura e vigilância da fluoretação da água no Brasil: municípios com mais de 50 mil habitantes*. São Paulo: Faculdade de Saúde Pública da USP. 2017:202.

Frazão P, Ely HC, Noro LRA, Pinheiro HHC, Cury JÁ. O modelo de vigilância da água e a divulgação de indicadores de concentração de fluoreto. *Saúde debate*. 2018;42(116):274-286.

Freire MCM, Reis SCGB, Figueiredo N, Peres KG, Moreira RS, Antunes JLF. Determinantes individuais e contextuais da cárie em crianças brasileiras de 12 anos em 2010. *Rev Saúde Pública* 2013;47(Supl 3):40-9.

Gabardo MCL, Silva WJ, Olandoski M, Moysés ST, Moysés SJ. Inequalities in public water supply Fluoridation in Brazil: an ecological study. *BMC Oral Health*. 2008; 8 (9): 1-7.

Heller L. The crisis in water supply: how different it can look through the lens of the human right to water? *Cad Saude Publica*. 2015 Mar;31(3):447-9.

Iheozor-Ejiofor Z, Worthington HV, Walsh T, O'Malley L, Clarkson JE, Macey R, et al. Water fluoridation for the prevention of dental caries. *Cochrane Database Syst Rev*. 2015; 6.

Lima IFP, Nóbrega DF, Cericato OG, Ziegelmann PK, Paranhos LR. Prevalência de fluorose dental em regiões abastecidas com água sem suplementação de flúor no território brasileiro: uma revisão sistemática e metanálise. *Ciência & Saúde Coletiva*. 2019; 24(8):2909-2922.

Martins ETL, Forte FDS, Sampaio FC. Mapeamento dos teores residuais de flúor de águas da zona rural do sertão nordestino do Brasil. *Rev Odontol UNESP*. 2012; 41(3): 147-153.

Murray, J. J.; Rugg-gunn, A. J.; Jenkins GN. *Fluorides in caries prevention*. Wright: Oxford 1996;3.

Narvai PC, Frias AC, Frattucci MVB, Antunes JLF, Carnut L, Frazão P. Fluoretação da água em capitais brasileiras no início do século XXI: a efetividade em questão. *Saúde debate*. 2014; 38(102,): 562-571.

Oliveira Junior, A. Sistema de Informação de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano (Sisagua): características, evolução e aplicabilidade. *Epidemiol. Serv. Saude*. 2019; 28(1):e2018117.

Organização das Nações Unida. Assembléia Geral. Conselho de Direitos Humanos. Trigésima sexta sessão. 11-29 de setembro de 2017. Item 3 da Agenda. Promoção e proteção de todos os direitos humanos, direitos civis, políticos, econômicos, sociais e culturais, incluindo o direito ao desenvolvimento. Relatório do Relator Especial sobre o direito humano à água potável segura e ao esgotamento sanitário. 2017 Jul 19. 28p.

Pucca Junior GA, Gabriel M, Araújo ME, Almeida FC. Ten years of national oral health policy in Brazil: innovation, boldness, and numerous challenges. *J Dent Res*. 2015; 94: 1333-1337.

Roncalli AG, Noro LRA, Cury JA, Zilbovicius C, Pinheiro HHC, Ely HC et al. Fluoretação da água no Brasil: distribuição regional e acurácia das informações sobre vigilância em municípios com mais de 50 mil habitantes. *Cad. Saúde Pública* 2019; 35(6):e00250118.

Rugg-gunn AJ, DO L. Effectiveness of water fluoridation in caries prevention. *Community Dentistry and Oral Epidemiology*. 2012;40(2):55-64.

Sampaio FC, Fehr RVD, Arneberg P, Petrucci Gigante D, Hatløy A. Dental fluorosis and nutritional status of 6- to 11-year-old children living in rural areas of Paraíba, Brazil. *Caries Res*. 1999;33(1):66-73.

Sampaio FC, Silva FD, Silva AC, Machado AT, de Araújo DA, de Sousa EM. Natural fluoride levels in the drinking water, water fluoridation and estimated risk of dental fluorosis in a tropical region of Brazil. *Oral Health Prev Dent*. 2010;8(1):71-5.

Scalize PS, Pinheiro RVM, Junior HCR, Albuquerque A, Lobón GS, Arruda PN. Heterocontrole da fluoretação da água de abastecimento público em cidades do estado de Goiás, Brasil. *Cien Saude Colet*. 2018;23(11): 3849-3860.

Silva FB.; Frazão, N. Características das empresas de saneamento associadas à fluoretação da água dos sistemas de abastecimento de municípios do Brasil, 2008. *REV BRAS EPIDEMIOL.* 2020; 23: E200086.

Sistema de Informação de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano. Link:

<http://sisagua.saude.gov.br/sisagua/login.jsf>. Visitado em: 19/10/2020

Souza CFM, Paredes SO, Forte FDS, Sampaio FC. Fluoride content of bottled water commercialized in two cities of northeastern Brazil. *Braz J Oral Sci.* 2009;8(9):206-209.

Venturini CQ, Frazão P. Fluoride concentration in bottled water: a systematic review. *Cad. Saúde Colet.* 2015;23 (4): 460-467.

Souza-Neto AC, Frazão P. Liberdades, direitos, políticas públicas e a fluoretação da água. *Revista de saúde publica.* 2020;54:51.

Venturini CQ, Narvai PC, Manfredini MA, Frazão P. Vigilância e monitoramento de fluoretos em águas de abastecimento público: uma revisão sistemática. *Revista Ambiente & Água.* 2016; 11(4): 972-988.

Viswanathan G, Jaswanth A, Gopalakrishnan S, Siva Ilango S. Mapping of fluoride endemic areas and assessment of fluoride exposure. *The Science of the Total Environment.* 2009; 407(1):1579-87.

Whelton HP, Spencer AJ, Do LG, Rugg-Gunn AJ. Fluoride Revolution and Dental Caries: Evolution of Policies for Global Use. *J Dent Res.* 2019 Jul;98(8):837-846

2. CONSIDERAÇÕES GERAIS

A compreensão da água como direito de todos é algo necessário, juntamente com a reivindicação da garantia desse direito. Visto que ter água segura para uso pessoal, doméstico em quantidade adequada e de qualidade são essenciais para a vida e saúde. A realização desta pesquisa possibilitou o conhecimento sobre parte da população do Estado da Paraíba que ainda é desassistida por políticas de abastecimento público, servindo dessa forma de amparo para requerer das esferas governamentais medidas de implantação ou de expansão da rede de abastecimento de água.

A análise contínua da concentração de flúor residual nas águas de abastecimento público proporcionou revelações de municípios com a concentração desse íon em níveis adequados, ou seja, capaz de proporcionar o benefício da prevenção a cárie dentária com um baixo risco de desenvolvimento de fluorose dentária, como foi o caso do município de Juripiranga, Tavares, Cajazeiras e Guarabira, casos que se fosse avaliados através de uma única coleta talvez não tivesse alcançado esse resultado, pois o mesmo foi obtido através de uma observação em determinado período sem interrupções.

O percentual de 6,34 foi o resultado obtido de amostras consideradas capazes de oferecer o máximo benefício à cárie dentária com mínimo risco de exposição ao desenvolvimento de fluorose. Esse resultado reforça a necessidade da implantação da política pública de fluoretação artificial nos municípios do Estado da Paraíba, visando oferecer as grandes vantagens que esse método coletivo preventivo é capaz de proporcionar.

A correlação significativa foi encontrada entre a concentração de flúor e a população coberta por Equipe de Saúde Bucal, ambos pontos de defesa da Política Nacional de Saúde Bucal.

A realização desta pesquisa durante os 13 meses de execução possibilitou uma variedade de informações que viabiliza o fortalecimento da defesa de implantação de políticas públicas, como é o caso da expansão do abastecimento público de água e da fluoretação artificial. Os resultados obtidos serão entregues as Secretárias Municipais de Saúde.

3. CONCLUSÃO

Neste estudo foi observado a presença de flúor residual em todas as amostras analisadas, sendo a maioria considerada abaixo dos valores adequados para a prevenção da cárie com o mínimo de fluorose dentária. Verificou-se correlação significativa entre a concentração de flúor e a população coberta por Equipe de Saúde da Família. Observou-se que todos os municípios apresentaram bons indicadores dentro dos critérios de potabilidade da água para consumo humano.

REFERÊNCIAS*

Andreazzini MJ, Figueiredo BR, Licht OAB. Geoguímica do Flúor em Águas e Sedimentos Fluviais da região de Cerro Azul, Estado do Paraná: Definição de Áreas de Risco para consumo Humano. *Geologia Médica*. 2006;1(18): 336-346.

Brasil. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Coordenação-Geral de Vigilância em Saúde Ambiental. Portaria MS n.º 518/2004 / Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde, Coordenação Geral de Vigilância em Saúde Ambiental – Brasília: Editora do Ministério da Saúde, 2005.

Brasil. Portaria nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011. Dispõe sobre os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. *Diário Oficial da União*, 2011.

Buzalaf MAR. Fatores de risco para fluorose dentária e biomarcadores de exposição ao flúor. 2002. [Dissertação Livre-Docente]. Bauru: Faculdade de Odontologia de Bauru da Universidade de São Paulo; 2002.

Buzalaf MAR. Review of Fluoride Intake and Appropriateness of Current Guidelines. *Adv Dent Res*. 2018 Mar;29(2):157-166.

Carvalho RB, Medeiros UV, Santos KT, Pacheco FoAC. Influência de diferentes concentrações de flúor na água em indicadores epidemiológicos de saúde/doença bucal. *Cien Saude Colet*. 2011;16(8):3509-18.

CENTERS FOR DISEASE CONTROL AND PREVENTION - CDC.

Recommendation for using fluoride to prevent and control dental caries in the United States. *Morbidity and Mortality Weekly Report*. 2011;50(14):1-42.

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: Faculdade de Saúde Pública da USP; 2011.

Centro Colaborador do Ministério da Saúde em Vigilância da Saúde Bucal. Guia de Amostragem para Vigilância da Concentração do Fluoreto na Água de Abastecimento Público. São Paulo: Faculdade de Saúde Pública da USP; 2014.

Crocombe LA, Brennan DS, Slade GD, Stewart JF, Spencer AJ. The effect of lifetime fluoridation exposure on dental caries experience of younger rural adults. *Aust Dent J.* 2015; 60(1):30–37.

Daré F, Dall’aglio Sobrinho M, Libânio M. Avaliação do processo de fluoretação nos sistemas de abastecimento de água da região de Araçatuba, São Paulo. *Engenharia Sanitária e Ambiental.* 2009;14(2):73-182.

De Souza CF, Lima JF Jr, Adriano MS, et al. Assessment of groundwater quality in a region of endemic fluorosis in the northeast of Brazil. *Environ Monit Assess.* 2013;185(6):4735-4743.

Firmino RT, Bueno AX, Martin CC, Ferreira FM, Granville-garcia AF, Paiva SM. Dental caries and dental fluorosis according to water fluoridation among 12-year-old Brazilian schoolchildren: a nation-wide study comparing different municipalities. *J Theory Pract Dent Public Health.* 2018; 26(1): 501- 507.

Fraga CG. Origem de Fluoretos em águas Subterrâneas dos Sistemas Aquíferos Botuatu e Serra gerak da Bacia do Paraná. 1992. 178 f. Tese (doutorado em geociências)- Universidade de São Paulo, 1992.

Frazão P, Peres MA, Cury JA. Qualidade da água para consumo humano e concentração de fluoreto. *Revista de Saúde Pública, São Paulo.* 2011;5(45): 964-973.

Frazão P, Narvai PC. Water fluoridation in Brazilian cities at the first decade of the 21st century. *Rev. Saúde Pública.* 2017; 51(47): 1-11.

Frazão P, Narvai PC. Cobertura e vigilância da fluoretação da água no Brasil: municípios com mais de 50 mil habitantes. São Paulo: Faculdade de Saúde Pública da USP, 2017. 202 p.

Frazão P, Ely HC, Noro LRA, Pinheiro HHC, Cury JÁ. O modelo de vigilância da água e a divulgação de indicadores de concentração de fluoreto. *Saúde debate*. 2018;42(116):274-286.

Frencken JE, Sharma P, Stenhous L, Green D, Lavery D, Dietrich T. Global epidemiology of dental caries and severe periodontitis – a comprehensive review. *J Clin Periodontol*. 2017;44(18): 94- 105.

Gabardo MCL, Silva WJ, Olandoski M, Moysés ST, Moysés SJ. Inequalities in public water supply Fluoridation in Brazil: an ecological study. *BMC Oral Health*. 2008; 8 (9): 1-7.

Godoi L, Singh A, De Mello ALSF, Brennan DS, Peres MA. Area-level social development and indicators of public dental services in Southern Brazil. *Community Dent Oral Epidemiol*. 2019;1–7.

Grizzo LT, Magalhães AC, Fraiz FC, Sampaio FC, Volpato LER, Honório HM, Bijella MFB, Buzalaf MAR. Fluoride Concentrations in bottled water from five regions of Brazil. In: 88th IADR General Session, 2010, Barcelona. *Dent Res J*. 2010;89(1): 3161-3161.

Hellwig E, Lussi A. Oral hygiene products and acidic medicines. In: *Dental erosion*. Karger publishers. 2006;112-118.

Iheozor-Ejiofor Z, Worthington HV, Walsh T, O'Malley L, Clarkson JE, Macey R, et al. Water fluoridation for the prevention of dental caries. *Cochrane Database Syst Rev*. 2015; 6.

Kuhnen M, Gamba B, Narvai PC, Toassi RFC. Qualidade da água tratada: avaliação dos teores de flúor em 10 anos de heterocontrole no município de

Lages, Santa Catarina, Brasil. Vigilância Sanitária em Debate: Sociedade, Ciência & Tecnologia. 2017; 5(1):91-96.

Lacerda APAG, Oliveira NA, Pinheiro HHC, Assis KML, Cury JA. Water fluoridation in the ten largest municipalities of the state of Tocantins, Brazil. Cien Saude Colet. 2020 Mar;25(4):1507-1518.

Lima IFP, Nóbrega DF, Cericato OG, Ziegelmann PK, Paranhos LR. Prevalência de fluorose dental em regiões abastecidas com água sem suplementação de flúor no território brasileiro: uma revisão sistemática e metanálise. Ciência & Saúde Coletiva. 2019; 24(8):2909-2922.

Martins ETL, Forte FDS, Sampaio FC. Mapeamento dos teores residuais de flúor de águas da zona rural do sertão nordestino do Brasil. Rev Odontol UNESP. 2012; 41(3):147-153.

Medeiros SEL, Abrahão R, da Silva LP, de Medeiros Silva WK. Comparison between observed and estimated data to assess air temperature variability and trends in the Sertão Paraibano mesoregion (Brazil). Environ Monit Assess. 2019 Jan 11;191(2):63.

Murray, JJ.; Rugg-gunn, A. J.; Jenkins GN. Fluorides in caries prevention. 3. ed. Wright: Oxford, 1996.

Narvai, PC. *et al.* Cárie dentária no Brasil: declínio, polarização, iniquidade e exclusão social. Rev. panam. salud pública. 2006;6(19): 385-93.

Oliveira Junior A, Magalhães TB, Mata RN, Dos Santos FSG, Oliveira DC, Carvalho JLB, Araújo WN. Sistema de Informação de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano (Sisagua): características, evolução e aplicabilidade. Epidemiol. Serv. Saude. 2019; 28(1):e2018117.

Peres MA, Peres KG, Barbato PR, Höfelmann DA. Access to Fluoridated Water and Adult Dental Caries: A Natural Experiment. J Dent Res. 2016;95(8):868-74.

Peres MA, Macpherson LMD, Weyant RJ, Daly B, Venturelli R, Mathur MR, Listl S, Celeste RK, Guarnizo-Herreño CC, Kearns C, Benzian H, Allison P, Watt RG. Oral diseases: a global public health challenge. *Lancet*. 2019, 20;394(10194):249-260.

Roncalli AG, Noro LRA, Cury JA, Zilbovicius C, Pinheiro HHC, Ely HC et al. Fluoretação da água no Brasil: distribuição regional e acurácia das informações sobre vigilância em municípios com mais de 50 mil habitantes. *Cad. Saúde Pública* 2019; 35(6):e00250118.

Rugg-gunn AJ, Do L. Effectiveness of water fluoridation in caries prevention. *Community Dentistry and Oral Epidemiology*. 2012;40(2):55-64.

Sampaio FC. Prevalência de cárie e fluorose dentária em cidades da Paraíba com teores residuais de fluoretos na água de abastecimento. *CCS*. 1993; 12(2): 11-19.

Sampaio FC, Ramm von der Fehr F, Arneberg P, Petrucci Gigante D, Hatløy A. Dental fluorosis and nutritional status of 6- to 11-year-old children living in rural areas of Paraíba, Brazil. *Caries Res*. 1999;33(1):66-73.

Sampaio FC, von der Fehr FR. Fluoride as geomedical problem in developing countries: the Norwegian Academy of Sciences and Letters. 2000.

Sampaio FC, Silva FD, Silva AC, Machado AT, de Araújo DA, de Sousa EM. Natural fluoride levels in the drinking water, water fluoridation and estimated risk of dental fluorosis in a tropical region of Brazil. *Oral Health Prev Dent*. 2010;8(1):71-5.

Scalizi PS, Pinheiro RVM, Junior HCR, Albuquerque A, Lobón GS, Arruda PN. Heterocontrole da fluoretação da água de abastecimento público em cidades do estado de Goiás, Brasil. *Cien Saude Colet*. 2018;23(11): 3849-3860.

Schwendicke F, Dörfer CE, Schlattmann P, Page LF, Thomson WM, Paris S. Socioeconomic Inequality and Caries: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Dent Res J*. 2014;94(1):10-18.

Silva FB, F P. Empresas de saneamento e a fluoretação da água dos sistemas de abastecimento: estudo ecológico nos municípios do Brasil, 2008/2010. Epidemiol. Serv. Saude, Brasília,. 2018;27(4):e2018015.

Silva FB, Frazão, N. características das empresas de saneamento associadas à fluoretação da água dos sistemas de abastecimento de municípios do Brasil, 2008*. REV BRAS EPIDEMIOL. 2020; 23(4): E200086.

Souza CFM, Paredes SO, Forte FDS, Sampaio FC. Fluoride content of bottled water commercialized in two cities of northeastern Brazil. Braz J Oral Sci. 2009;8(9)206-209.

Sousa ET, Alves VF, Maia FBM, Nobre-dos-Santos M, Forte FDS, Sampaio FC. Influence of fluoridated groundwater and 1,100 ppm fluoride dentifrice on biomarkers of exposure to fluoride. Braz dent j. 2018;29:475-482.

Venturini CQ, Frazão P. Fluoride concentration in bottled water: a systematic review. Cad. Saúde Colet. 2015;23(4):460-467.

Venturini CQ, Narvai PC, Manfredini MA, Frazão P. Vigilância e monitoramento de fluoretos em águas de abastecimento público: uma revisão sistemática. Rev. Ambient. Água. 2016;11(4):972-988.

Whelton HP, Spencer AJ, Do LG, Rugg-Gunn AJ. Fluoride Revolution and Dental Caries: Evolution of Policies for Global Use. J Dent Res. 2019; 98(8):837-846.
World Health Organization. Guidelines for drinking-water quality: Recommendations. WHO. 1984;1.

* De acordo com as normas do PPGO/UFPB, baseadas na norma do International Committee of Medical Journal Editors - Grupo de Vancouver. Abreviatura dos periódicos em conformidade com o Medline

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA

Relatório dos resultados obtidos da análise das águas de abastecimento público

Com o objetivo de analisar a concentração de flúor nas águas de abastecimento público do município de (NOME DO MUNICÍPIO), foram realizadas coletas mensais do período de outubro de 2019 a outubro de 2020.

O quadro 1 traz as médias obtidas no período em análise.

Quadro1.

Mês/Ano	Concentração mg F/L
Outubro/2019	
Novembro/2019	
Dezembro/2019	
Janeiro/2020	
Fevereiro/2020	
Março/2020	
Abril/2020	
Junho/2020	
Julho/2020	
Agosto/2020	
Setembro/2020	
Outubro/2020	

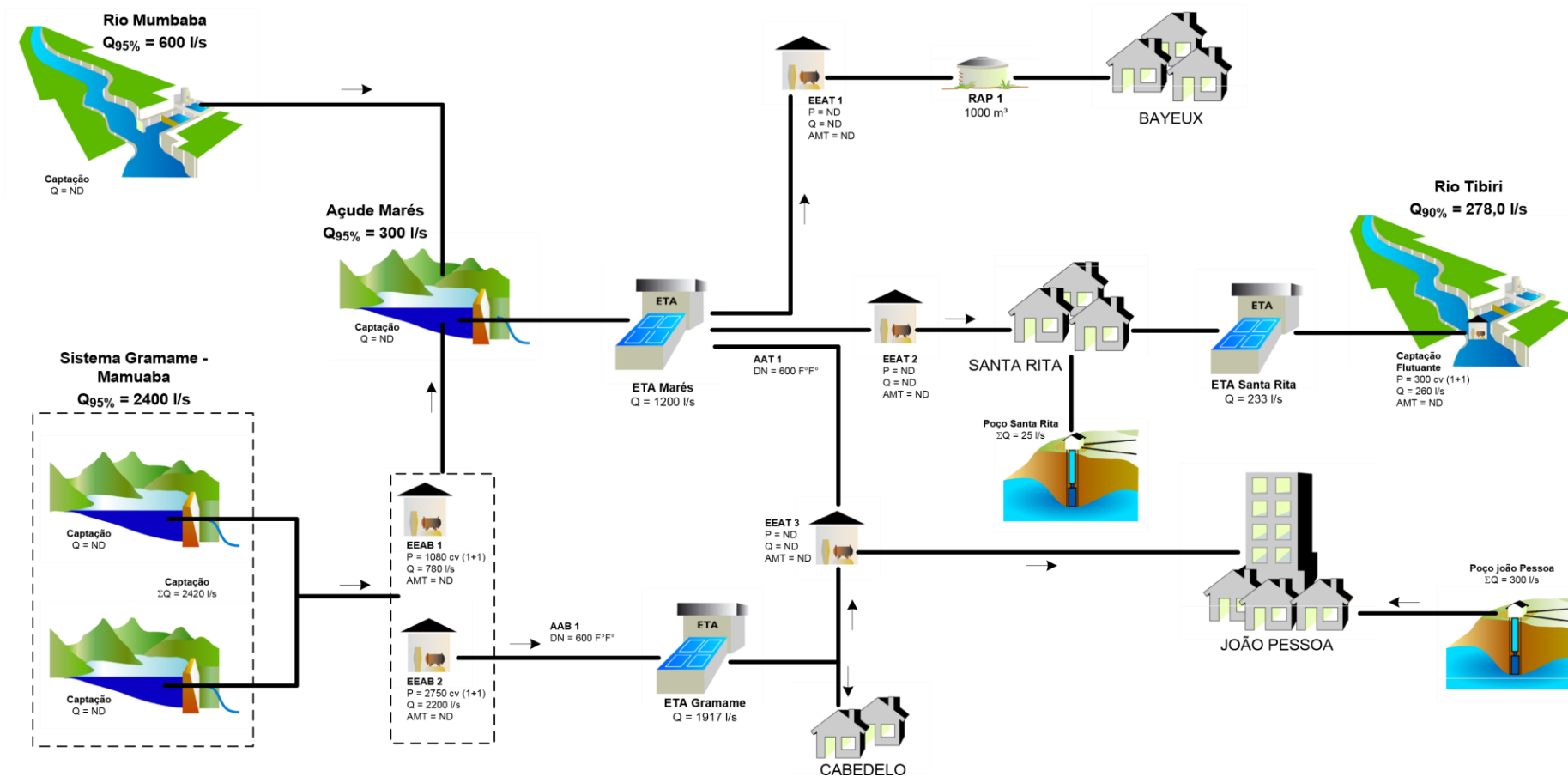
Esperamos contribuir com a execução de medidas públicas que visem favorecer a vida da população.

Maria Eliza Dantas Bezerra Romão

Anexo II

Mapa do sistema de abastecimento de água do município de João Pessoa-Paraíba.

ATLAS DO ABASTECIMENTO DE ÁGUA



POPULAÇÃO URBANA (hab)	SISTEMA PRODUTOR	TIPOS DE CAPTAÇÃO	SITUAÇÃO	RM SISTEMA INTEGRADO JOÃO PESSOA			Nº 0000
 Bairro/Distrito/Povoado  De 50.000 a 250.000	 Adutora  Tratamento  Existente	 Captação Fio d'Água/Tomada Direta  Bateria de n poços		Município:	Estado:	Data:	Código
 Até 5.000  De 250.000 a 1.000.000	 Estação Elevatória  Filtros  Projetado	 Barragem/ Açude  Chafariz		VÁRIOS	PARAÍBA	13/05/2009	
 De 5.000 a 50.000  Mais de 1.000.000	 Estação de Tratamento de Água  Reservatório Apoiado  Reservatório Elevado  Em Obras	 Poço  Carro-pipa		  			Fonte CAGEPA

Fonte: Agência Nacional das Águas.