

A ESPACIALIDADE DE FLUORETO NAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS DA PORÇÃO NORTE DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DAS CINZAS-PR: INDICADORES DE UMA EXTENSÃO FLUORANÔMALA E OS POTENCIAIS EFEITOS À SAÚDE BUCAL

Willian da Silva Santos

Universidade Estadual de Londrina – UEL
Pós-Graduação em Geografia, Londrina, PR, Brasil
willian.silva.santos@uel.br

José Paulo Peccinini Pinese

Universidade Estadual de Londrina – UEL
Departamento de Geologia e Geomática, CEGOT, Londrina, PR, Brasil
pinese@uel.br

Pablo Guilherme Caldarelli

Universidade Estadual de Londrina – UEL
Departamento de Medicina Oral e Odontologia Infantil Londrina, PR, Brasil
pablocaldarelli@hotmail.com

João Carlos Alves

Universidade Estadual de Londrina – UEL
Departamento de Química, Londrina, PR, Brasil
jcalves@uel.br

RESUMO

O fluoreto possui ações preventivo-terapêuticas no controle do desenvolvimento da cárie dentária em concentrações adequadas, considerado uma importante estratégia de saúde pública, entretanto, o consumo de teores acima dos parâmetros estabelecidos pode acarretar efeitos colaterais como a fluorose dentária. O objetivo deste artigo visa ampliar o conhecimento dos teores de fluoreto em águas subterrâneas para o consumo em quatorze municípios da porção norte da bacia hidrográfica do Rio das Cinzas - PR via amostras em poços tubulares. Pela análise química e espacialização detectaram-se áreas particularmente hiperfluoradas (>0,8 mg/L) em espaços contínuos (cinturões fluoranômalos), áreas de concentração adequada (0,6 – 0,8 mg/L) e hipofluoradas (< 0,6 mg/L), áreas naturalmente ineficientes no controle da doença cárie. Conclui-se necessária vigilância das águas de abastecimento público de maneira contínua pelos órgãos responsáveis quanto aos teores de fluoreto e um olhar enfático à manifestação do efeito colateral a ele associado na população residente.

Palavras-chave: Flúor. Fluorose Dentária. Águas subterrâneas. Saúde

FLUORIDE'S SPATIALITY ON GROUNDWATER FROM RIO DAS CINZAS'S WATERSHED NORTHERN PORTION: A GUIDING OF ABNORMAL FLUORINE EXTENSION AND ITS POTENTIAL EFFECTS ON ORAL HEALTH

ABSTRACT

In adequate proportions Fluoride has a preventive-therapeutic use to control the development of dental cavities, which is considered an important public health strategy, however, the consumption of levels above the established parameters can lead to side effects such as dental fluorosis. This article's goal is to amplify the knowledge about fluoride levels in groundwater used for consumption in fourteen cities around the Northern portion of Rio das Cinzas's watershed- PR by taking samples from tube wells. Chemical and spatial analysis revealed areas that were particularly hyper fluoridated (> 0.8 mg / L) in continuous spaces (abnormal fluorine belts), areas of adequate concentration (0.6 - 0.8 mg / L) and under fluoridated (< 6 mg / L), that are naturally ineffective regarding the control of dental cavities. In conclusion, there's a need of continuous surveillance on public water provision by its official department regarding fluoride levels and an emphatic look at the side effects which were observed in the resident population related to these levels.

Keywords: Fluoride. Dental Fluorosis. Underground water. Health.

INTRODUÇÃO

O consumo de águas subterrâneas demanda compreender elementos antrópicos e naturais intrinsecamente relacionados a essa prática, podendo em desequilíbrio químico ou biológico comprometer a saúde de seus usuários. A interação água-rocha possui como principal característica a disponibilização de algumas substâncias que devido às especificidades litológicas, tornam a água naturalmente prejudicial ou benéfica.

Entre os diversos elementos solubilizados e transportados pela água, o fluoreto, forma iônica do elemento químico flúor (F)¹, demonstra um comprovado efeito preventivo-terapêutico no controle do desenvolvimento da cárie dentária quando em concentrações adequadas, sendo considerado uma importante estratégia de saúde pública (CURY et al., 2019). Entretanto, o consumo de fluoreto em teores acima dos parâmetros estabelecidos, seja por vias artificiais ou por vias naturais, pode acarretar a ocorrência de efeitos colaterais em diferentes intensidades, como a fluorose dentária e a fluorose óssea. Pesquisas no âmbito hidrogeoquímico no Estado do Paraná apontam concentrações de fluoreto maiores do que os teores médios regionais (anomalias hidrogeoquímicas) em águas superficiais, demonstradas por Licht (2001), expondo análises ao nível estadual e desdobramentos na saúde das populações consumidoras, sobretudo como consequência a fluorose dentária (PIRES, E. O. 2008, ALIEVI, 2012; NASCIMENTO, R. E. 2015; ROSS, A. 2015; PINESE ET AL., 2019 a e b).

A intenção de pensar sobre tais relações entre a funcionalidade biológica do corpo humano e as características do ambiente, subsidiam vertentes da ciência geográfica como a Geologia Médica e a Geografia da Saúde. Neste recorte temático, a Organização Mundial de Saúde (WHO, 2017) estabelece intervalos regionalmente adequados para o consumo do elemento tanto no controle da cárie quanto para conter o desenvolvimento de níveis críticos de fluorose, amparado pelas especificidades climáticas. Diferenças climáticas e elementos como regimes pluviométricos em diferentes localidades, a temperatura diária e outros fatores naturais refletem na qualidade de vida e na saúde humana. Na década de 70 o Brasil estabeleceu as normas e padrões para ingestão de flúor em águas de consumo humano através da Portaria 635 (BRASIL, 1975), sendo essa referenciada atualmente no recorte do flúor nos avanços legislativos subsequentes (BRASIL, 2017; BRASIL, 2021). Os intervalos adequados de flúor para consumo são regulados pelo clima de cada região, isso devido a maior ingestão cotidiana de água nas regiões com predomínio de temperaturas elevadas e o inverso nas regiões predominantemente frias (BRASIL, 2012).

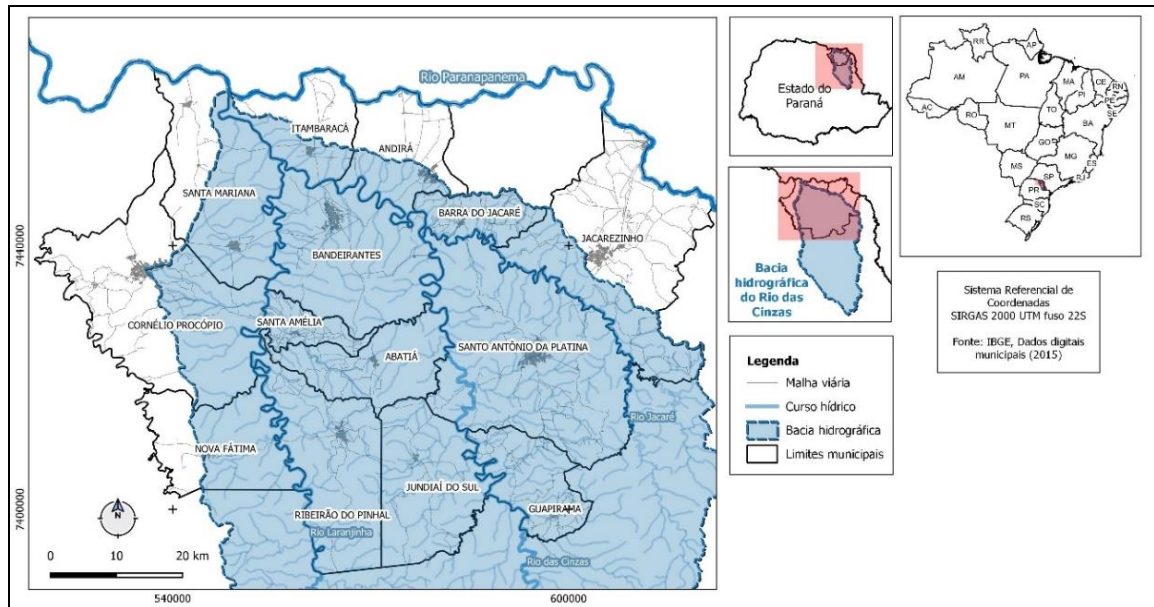
Níveis de fluoreto em excesso para águas superficiais também foram detectados na porção nordeste do Estado do Paraná na pesquisa de Cardoso (2002), Pires (2008), Golono de Deus (2016) e concomitante ocorrência de fluorose dentária (MORITA et al. 1998). O contexto geológico da região está inserido na Bacia Sedimentar do Paraná, configurando uma depressão que comporta pacotes de rochas ígneas e sedimentares (PIRES et al., 2001 e Pinese, 2002). Na área estudada evidencia-se o predomínio de rochas ígneas da Formação Serra Geral, atualmente categorizada como Grupo (LICHT; ARIOLI, 2018), e em menor ocorrência as litologias sedimentares das formações Botucatu, Piramboia, Rio do Rastro, Teresina, Serra Alta, dentre outras (ROSA FILHO et al., 2011). Esta fração do território paranaense assenta-se sobre quatro unidades aquíferas (Sistema Aquífero Serra Geral – SASG, Sistema Aquífero Guarani – SAG, Unidade Aquífera Paleozóica Média Superior – UAPMS e Unidade Aquífera Paleozóica Superior-UAPS) e teve como fator motivador a investigação complementar em concentrações a níveis subterrâneos detalhada por Rosa Filho et al. (2011).

A porção Norte da bacia hidrográfica do Rio das Cinzas contempla 14 municípios (figura 01), dos quais oito deles possuem abastecimento público proveniente de águas subterrâneas (Itambaracá, Santa Amélia, Nova Fátima, Abatiá, Ribeirão do Pinhal, Jundiá do Sul, Guapirama e Barra do Jacaré) e quatro por captação mista, simultaneamente água de origem superficial e subterrânea (Jacarezinho, Santo Antônio

¹ “Flúor (F) é o elemento químico (átomo) de número atômico 9. Tem massa atômica 19, faz parte da família dos halogênios na tabela periódica. Na natureza, apresenta-se na forma biatômica F₂ (dois átomos de flúor), um gás tóxico de coloração amarelo-esverdeada. Também está presente na forma de minerais. Fluoreto e íon flúor (F⁻) são sinônimos e referem-se à forma iônica do elemento químico flúor. [...] Embora possa parecer preciosismo diferenciar claramente flúor e fluoreto, essa distinção é importante para que se possa entender o mecanismo de ação do fluoreto no controle de cárie, bem como os potenciais riscos de sua utilização. Para ter efeito anticárie e potencial para causar algum efeito colateral, o flúor deve estar na forma iônica, ou seja, na forma de fluoreto”. (TENUTA et al. 2014).

da Platina, Andirá e Bandeirantes) e dois por água superficial (Santa Mariana e Cornélio Procópio) (BRASIL, 2010).

Figura 1 - Localização dos municípios da porção norte da Bacia Hidrográfica do Rio das Cinzas (PR), 2022.



Fonte - IBGE (2015), presente artigo.

Uma vez detectadas áreas com padrões anormais de fluoretos em águas superficiais naturais (GOLONO de DEUS, 2016, PINESE et al. 2017a; 2021), bem como áreas de risco a saúde humana, se objetiva nessa investigação ampliar e complementar o conhecimento sobre as águas de abastecimento público, por meio das unidades aquíferas subterrâneas, cujos mananciais representam cerca de 50% do consumo regional.

Também se espera verificar, por meio da espacialização de dados analíticos primários dos fluoretos dessas fontes subterrâneas, as possíveis áreas de risco que possam se correlacionar as obtidas dos mananciais superficiais e comorbidades associadas.

Fluoreto, fluoretação e fluorose

Para a fisiologia humana, o fluoreto apresenta-se como um elemento não essencial aproveitado em pequenas frações por via principal de ingestão quando diluído na água de consumo (SELINUS ET AL., 2010). Por funções metabólicas, enquanto solubilizado em água, possui principal absorção pela parede estomacal, sendo assimilado 10% na fixação nos tecidos duros, como dentes em formação e sistema ósseo, e desprezado 70% pela diurese, 5% pela sudorese e 15% por evacuação (BUENDIA, 1996). O fluoreto possui como fator mais relevante para esta discussão a capacidade de controlar os sinais clínicos da cárie dentária, reduzindo a prevalência e a gravidade da doença (TENUTA e CURY, 2010).

Nesse contexto, a partir da década de 1970, houve uma redução considerável na prevalência de cárie na maioria dos países desenvolvidos devido a medidas estratégicas como a fluoretação das águas de abastecimento público, o uso disseminado de dentífrícios fluoretados e uma aplicação efetiva em programas educativos. A soma destas ações resultou na diminuição mundial nos índices de cárie (DOWNER M.C., 1994; MARTHALER T.M. et al. 1996; PITTS N.B. et al. 2002, TAMER, M. N. 2019).

A cárie é uma doença complexa que causa a dissolução dos minerais dos dentes e possui dependência da exposição frequente de açúcar (sacarose) e a agregação de biofilme dental, composto pelo acúmulo de diferentes espécies bacterianas, naturalmente presentes na boca. Para o controle dessa doença, existem ações preventivas por meio da higiene bucal, uso racional de fluoreto, consumo disciplinado de açúcar e considerações sobre os determinantes sociais da doença. Pela ingestão contínua de água fluoretada ou

alimentos cozidos com ela, o protagonismo do fluoreto no controle da cárie se dá, de forma tópica, na ativação e na precipitação dos minerais perdidos da estrutura do dente pela produção de ácidos no biofilme (TENUTA et al. 2012).

A fluoretação é o procedimento mundial de adição de fluoreto nas redes de abastecimento de água para consumo humano como estratégia de saúde pública e objetiva distribuir concentrações adequadas e padronizadas referentes às legislações locais para controle da cárie dentária (RAMIRES; BUZALAF, 2007; Frazão et al., 2018). Tal processo é utilizado de forma estratégica para alcançar ampla parte da população cotidianamente a custos reduzidos, sendo assim, manter os níveis constantes no organismo (EMMERICH; FREIRE, 2003; BUENDIA, 1996; FRAZÃO et al., 2018). Tanto a ocorrência do efetivo controle da cárie como a ocorrência de fluorose provam a necessidade de leis e protocolos que regulamentem os teores adequados para cada região.

O efeito biológico irreversível derivado da ingestão de fluoreto é a fluorose dentária, um distúrbio da maturação do esmalte do dente em formação. Dessa forma, frente à diminuição dos índices de cárie pelo uso de fluoretos, é esperado um aumento no número de casos leves de fluorose dentária. Essa toxicidade crônica do fluoreto resulta na porosidade do dente manifestada em manchas brancas opacas profundas ou superficiais em diferentes estágios dependendo da dose ingerida, conforme o índice de Dean (DEAN, 1942), recomendado pela Organização Mundial da Saúde (OMS) (figura 2). Níveis severos de fluorose estão relacionados com a exposição elevada e contínua do elemento (2x superior ao teor 'ótimo' – concentração que provoca o mínimo de fluorose e o máximo benefício anticárie), nestes níveis as áreas hipomineralizadas do dente se pigmentam pela exposição aos alimentos devido à porosidade adquirida, podendo ainda até favorecer a ocorrência de cárie pela facilidade de acúmulo pelo biofilme (TENUTA et al. 2012). Mesmo havendo possibilidade de restaurações por abrasão externa ou implantações de facetas, ou coroas dentárias em casos mais severos, tais procedimentos mostram-se inacessíveis financeiramente à grande parcela da população. (BRASIL, 2009; VELÁSQUEZ, 2006).

Figura 02 - Aspecto clínico dos diferentes níveis de fluorose dentária e índices Segundo Dean (1942).



A) Muito leve (pequenas manchas esbranquiçadas e opacas espalhadas irregularmente nos dentes, envolvendo não mais que 25% das superfícies); B) leve (a opacidade é mais extensa, mas não envolve mais de 50% das superfícies); C) moderada (áreas brancas mais evidentes, afetando a maioria da coroa); e D) grave (hipomineralização intensa e generalizada, com perda ocasional da estrutura dentária). Dados de crianças expostas à água de poço contendo 1,4 ppm de F. Distrito de Assistência, Rio Claro, SP, Brasil. Fonte: CURY, J. A.; RICOMINI-FILHO, A. P.; BERTI, F. L. P.; TABCHOURY, C. P. M. Systemic Effectes (Risks) of Water Fluoridation. Brazilian Dental Journal. 2019.

Evidências apontam que devido à ingestão de múltiplas formas de fluoretos, a fluorose dental tem aumentado ao redor do mundo. Somado às águas com excesso de fluoreto naturalmente, o auto uso pelo consumo inadvertido de dentifrícios, determinadas variedades de chá, produtos de alimentação infantil, suplementos com fluoreto e algumas bebidas consumidas até os 6 anos contribuem para o

desenvolvimento dessa condição clínica (KHAN et al., 2005; CUNHA; TOMITA, 2006; MENEGHIM et al., 2006; CANGUSSU et al., 2002).

Pesquisas epidemiológicas brasileiras distinguem a prevalência de fluorose moderada e severa pontualmente em localidades onde ocorrem concentrações elevadas de fluoretos em reservatórios naturais (CANGUSSU et al., 2002). O levantamento epidemiológico das condições de saúde bucal nacional mais recente 'Projeto SB Brasil 2010: apontou que 16,7% das crianças com 12 anos apresentavam fluorose, sendo que 15,1% foram representados pelos níveis de severidade muito leve (10,8%) e leve (4,3%). A Fluorose moderada foi identificada em 1,5% das crianças. O percentual de examinados com fluorose grave pode ser considerado nulo (BRASIL, 2010; CALDARELLI, LUCAS E SILVA, 2016). Mesmo resultando em baixa prevalência, a pontualidade regional torna-se alvo de interesse investigativo.

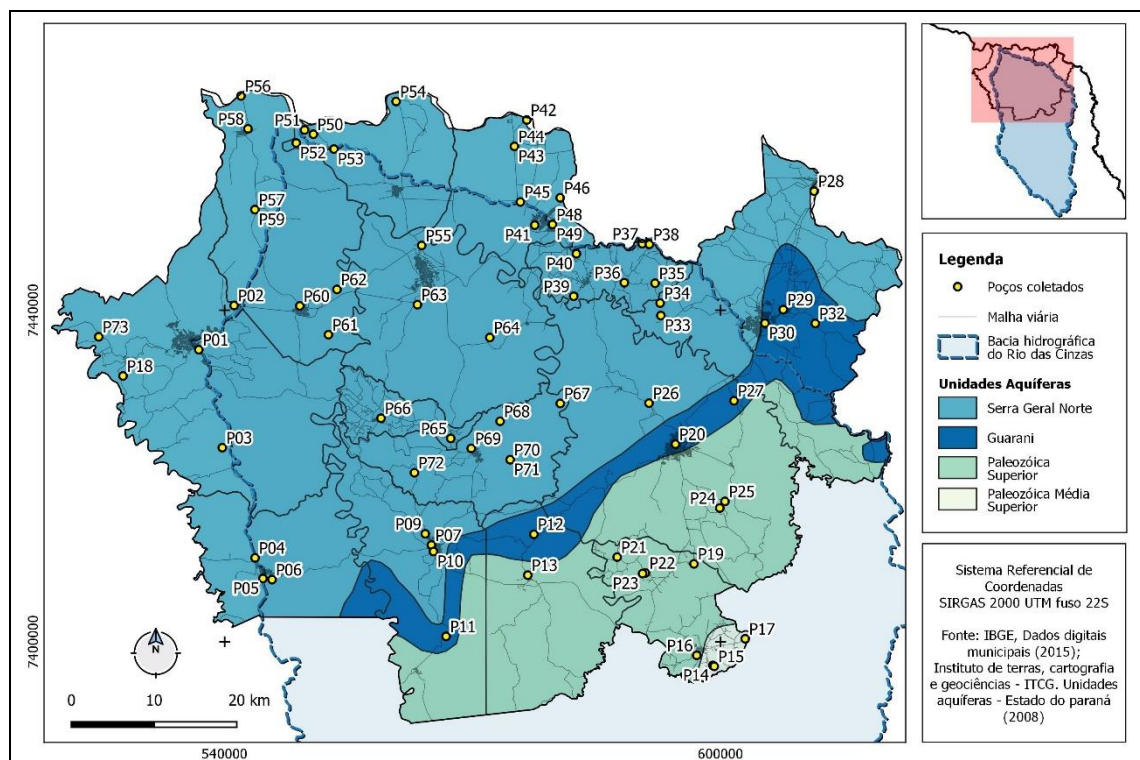
O Estado do Paraná apresentou localidades fluoranômalas para a hidrogeoquímica com concentrações de 1,9 mg/L em amostragens realizadas no final da década de 90, sobretudo no Norte Pioneiro (Licht et al. 1996b, Licht et al., 1997; Licht 2001 apud SILVA et al., 2006). Cardoso (2002) e Pires (2008) descrevem a prevalência de fluorose dentária em escolares do município de Itambaracá (um dos municípios amostrado nesta pesquisa) em 72% dos indivíduos, sendo 61% destes em níveis de severidade.

METODOLOGIA

Essa pesquisa possui natureza quantitativa descritiva, ao retratar o fenômeno da distribuição do flúor nas águas subterrâneas do nordeste paranaense, para sua execução delineou-se um desenho de pesquisa não experimental, transversal do tipo descritivo-correlacional.

O levantamento de dados iniciou-se na delimitação da área investigada ao se escolher a porção Norte da bacia hidrográfica do Rio das Cinzas-PR comportando 14 municípios, sobretudo escolhidos pela revisão bibliográfica de pesquisas anteriores que indicavam lacunas de conhecimento. A ida a campo para coleta de 73 amostras em poços tubulares nas Unidades Aquíferas SASG, SAG, UAPMS e UAPS ocorreu durante primeira semana de novembro de 2018, início do período chuvoso (figura 03).

Figura 3 - Poços amostrados e respectiva Unidade Aquífera na porção norte da Bacia Hidrográfica do Rio das Cinzas – PR.



Fonte - IBGE (2015), ITCG (2008), presente artigo.

O período de transição pluviométrica é quando o aquífero, ao sair do regime seco, favorece a maior concentração de sais (ionizados) em meio aquoso, posteriormente, recebe a recarga dos regimes pluviométricos e inicia o processo de dissolução dos elementos presentes na água.

A amostragem se deu sob lugares com usos diversificados, a saber em poços de abastecimento públicos geridos por Serviços Autônomos de Água e Esgoto - SAAE, poços da Companhia de Saneamento do Paraná - SANEPAR, poços de uso industrial em fábricas de alimentos, cooperativa de beneficiamento de grãos, hospitais, clubes, granjas suínas e avícolas, hotéis, condomínios, postos de combustível, além de poços de consumo familiar em propriedades rurais e poços de uso comunitário.

A escolha dos poços buscou atingir com maior abrangência a área de forma homogênea priorizando poços abastecidos pelo Sistema aquífero Serra Geral – SASG e com proximidade aos pontos de coleta de água superficial amostrados por Golono de Deus (2016) e analisadas para fluoreto na mesma região.

Utilizou-se sistema de navegação Garmin 60 CSx, mapa de campo impresso, material de anotação, garrafas de polietileno de 500 ml com lacre, leitor multiparâmetros Horiba-U52 e água deionizada para limpeza dos sensores entre as coletas. Durante a amostragem seguiu-se os procedimentos do Protocolo de Coleta e Análise da Amostra de Água (CECOL, 2014).

Após a coleta, os frascos foram identificados, lacrados, georreferenciados, e armazenados em caixas térmicas refrigeradas. Ao final do campo todas as amostras foram encaminhadas ao Laboratório de Geologia e Solos do Departamento de Geociências da UEL e mantidas sob refrigeração até a data da análise química.

Análise Química

A obtenção das concentrações dos íons de fluoreto foi realizada no Laboratório de Análise Química da Universidade Estadual de Londrina (CCE-UEL), utilizando a técnica da Potenciometria Direta, que utiliza um eletrodo específico e sensível ao elemento (CECOL, 2014). Para isso, foram utilizados um eletrodo específico para íon fluoreto, um potenciômetro com sensibilidade para 0,1mV, soluções padrão de íon fluoreto para a curva de calibração nos valores 0,125; 0,25; 0,5; 1,0 e 2,0 ppm F, solução TISAB II preparado e adicionado às amostras. Regulando o pH e garantindo que todo o íon fluoreto esteja livre na solução e água deionizada para limpeza do eletrodo entre as amostras para a regulamentação dos parâmetros de fluoreto na água de abastecimento público é a PORTARIA Nº 5, DE 03 DE OUTUBRO DE 2017 (BRASIL, 2017), que determina o valor máximo tolerável de 1,5 mg/L. Entretanto, orienta no caso de fluoretação adicional, o uso da PORTARIA Nº 635/Bsb, DE 26 DE DEZEMBRO DE 1975 (BRASIL, 1975), que estabelece intervalos baseados nas médias térmicas (individualizando diferentes localidades), fornece um valor ótimo. Além disto, tais parâmetros dialogam com a Resolução SS-4/2003 do Estado de São Paulo (SECRETARIA DE ESTADO DA SAÚDE DE SÃO PAULO, 2005), validada neste caso pela proximidade geográfica, partilhando de mesmo modo intervalo de valores recomendados iguais.

Após a determinação dos valores elaborou-se um banco de dados georreferenciado concatenando os pontos obtidos em campo e os teores de fluoreto de cada amostra. Para a elaboração cartográfica e a adequada representação na legenda utilizou-se os parâmetros da legislação.

A portaria mais recente para a regulamentação dos parâmetros de fluoreto na água de abastecimento público é a PORTARIA Nº 5, DE 03 DE OUTUBRO DE 2017 (BRASIL, 2017), que determina o valor máximo tolerável de 1,5 mg/L. Entretanto, orienta no caso de fluoretação adicional, o uso da PORTARIA Nº 635/Bsb, DE 26 DE DEZEMBRO DE 1975 (BRASIL, 1975), que estabelece intervalos baseados nas médias térmicas (o que individualiza diferentes localidades), fornece um valor ótimo. Além disto, tais parâmetros dialogam com a Resolução SS-4/2003 do Estado de São Paulo (SECRETARIA DE ESTADO DA SAÚDE DE SÃO PAULO, 2005), validada neste caso pela proximidade geográfica, partilhando de mesmo modo intervalo de valores recomendados iguais.

Segundo dados solicitados ao Instituto Nacional de Meteorologia- INMET e ao Instituto Agrônomo Do Paraná - IAPAR, a média das temperaturas máximas diárias para a área de estudo resulta o valor de 27,1°C. Portanto, a legenda do produto cartográfico corresponde como áreas hipofluoradas < 0,6 mg/L, concentração adequada entre 0,6 e 0,8 mg/L e áreas hiperfluoradas, que excedem o valor máximo recomendado (VMR) >0,8 mg/L (tabela 01) (cf. Pinese et al., 2017a; 2019; 2021).

Tabela 01 - Limites recomendados para a concentração de fluoretos em função da média das temperaturas máximas diárias.

Média das temperaturas máximas diárias do ar (°C)	Limites recomendados para a concentração do íon fluoreto em mg/L		
	Mínimo	Máximo	Ótimo
10 – 12,1	0,9	1,7	1,2
12,2 – 14,6	0,8	1,5	1,1
14,7 – 17,7	0,8	1,3	1,0
17,8 – 21,4	0,7	1,2	0,9
21,5 – 26,3	0,7	1,0	0,8
26,4 – 32,5	0,6	0,8	0,6

Fonte - Ministério da Saúde (1975), Pinese et al. (2017); (2021).

Estes intervalos balizaram os resultados das amostras de água considerados como apropriados e inapropriados, caracterizando dessa forma áreas de atenção, e/ou riscos por carência ou pelo excesso de fluoreto.

Elaboração cartográfica e estatística

Utilizando o Sistema de Informação geográfica Qgis 2.18 (software livre) importou-se a base de dados de teores pontuais com a aplicação da técnica geoestatística de Interpolação Inverse Distance Weighted - Inverso do Quadrado da Distância (IDW). Tal procedimento tem como finalidade fornecer uma superfície sugerida a partir de dados rarefeitos disponíveis por uma quantidade de pontos no plano cartográfico, para o mapa foram utilizados 73 pontos. O processo combina elementos geométricos e algébricos para estimar valores de dados desconhecidos baseando-se naqueles disponíveis (FERREIRA, 2014). A representação dos dados quantitativos numa cartografia temática se deu por meio dos parâmetros estabelecidos classificando áreas de atenção e/ou riscos à saúde por excesso de fluoreto, ou pela carência do elemento. Este produto possibilitou a interpretação de padrões espaciais e arranjos distributivos do fluoreto na área de estudo. Os produtos estatísticos como medidas de tendência central, valores percentílicos, distribuição, dispersão e representação gráfica foram processados pelo software Jamovi 2.3.21.0 (software livre).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Por análise estatística descritiva (tabela 02 e figura 04), nota-se uma distribuição assimétrica positiva dos dados amostrados, concentrando o intervalo interquartilico entre 0,083 e 0,603 com mediana de 0,172. Conclui-se que em linhas gerais, a grande maioria das águas coletadas apresentam concentrações inadequadas às preconizadas para o consumo de flúor. Observa-se que o valor mínimo encontrado foi de 0,015 em Ribeirão do Pinhal e o máximo em Guapirama com 4,76.

Tabela 02 - Estatística descritiva do universo amostral para os dados de flúor (mg/L).

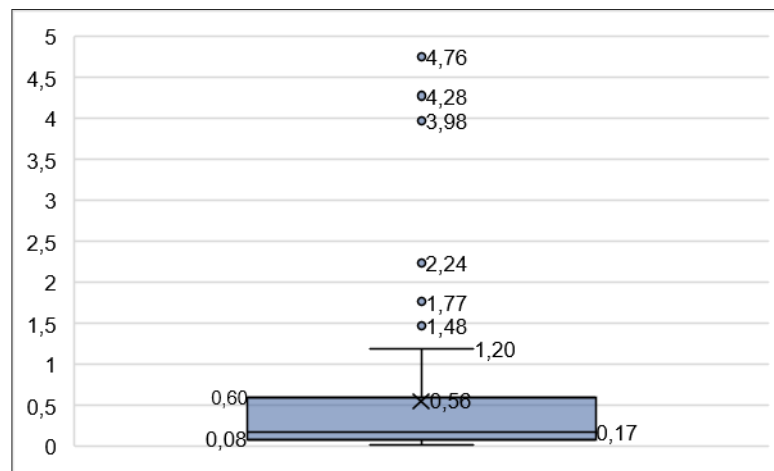
Estatística Descritiva											
N	Média	95% IC média limite inferior	95% IC média limite superior	Mediana	Desvio-padrão	Variância	AIQ	Mínimo	Máximo	25º percentil	75º percentil
73	0,555	0,34	0,77	0,172	0,922	0,849	0,52	0,015	4,76	0,083	0,603

Nota. O IC da média assume que a distribuição amostral da média segue uma distribuição t com N-1 graus de liberdade

Fonte - presente artigo.

A variância das concentrações intramunicipais aponta como município mais homogêneo em suas amostras o de Ribeirão do Pinhal com valor de 0,032, enquanto em Guapirama destaca valores excessivamente amplos cuja variância está em 3,89. Os valores *outsiders* mais elevados apresentam 1,55 em Santo Antônio da Platina; 1,76 em Andirá; 2,24 em Itambaracá; 3,98 em Bandeirantes; 4,27 em Jacarezinho e 4,75 em Guapirama, sendo assim áreas que merecem devida atenção aos índices de flúor consumidos nestes determinados poços.

Figura 04 - Síntese dos resultados obtidos para valores de flúor (mg/L) no universo amostral.



Fonte - presente artigo.

A partir da leitura sintetizada das tendências de distribuição dos dados, o endereçamento espacial possibilita a interpretação e localização das áreas de padrão ideal (0,6 a 0,8 mg/L), hipofluoradas e hiperfluoradas, estabelecendo como pressuposto benefícios e malefícios à saúde humana em especial a saúde bucal (figura 05).

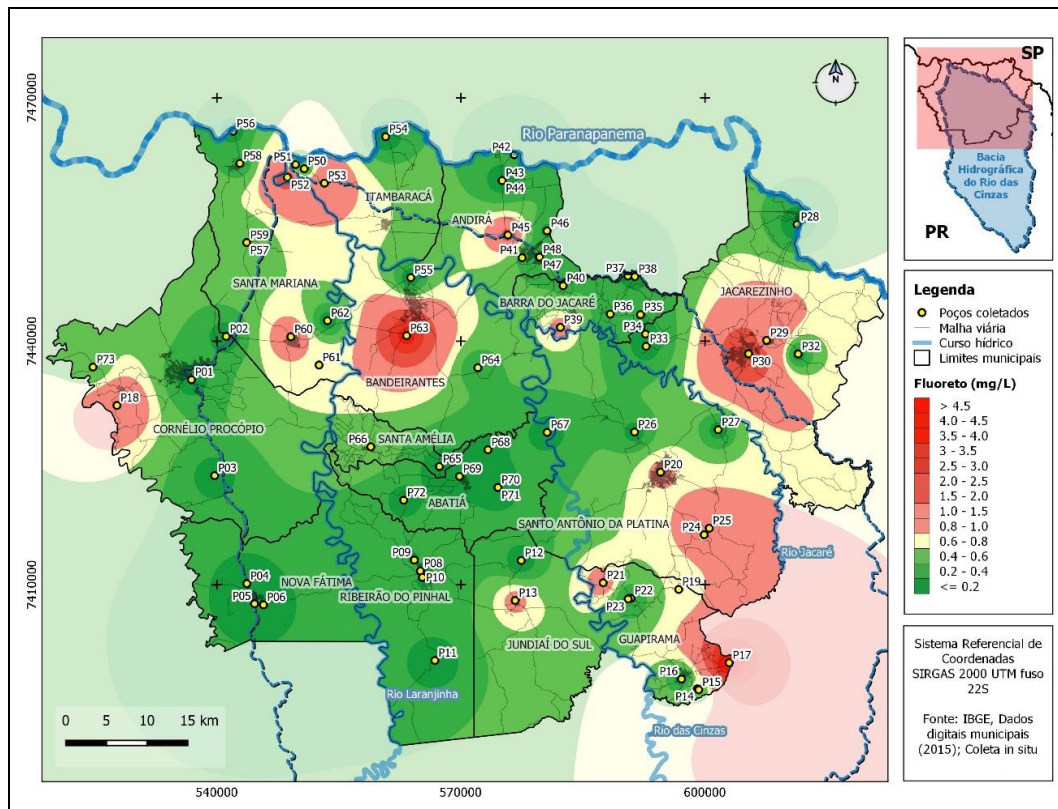
As áreas hiperfluoradas apresentam, em linhas gerais, feições espaciais de contiguidade, formando um padrão de cinturões anômalos com direção aproximada SW-NE (representados por tons vermelhos), compreendendo os municípios limítrofes de Jacarezinho, Santo Antônio da Platina, Jundiá do Sul e Guapirama na porção Leste da área de estudo, e um arranjo nuclear nos municípios de Bandeirantes, Itambaracá e Santa Mariana no segmento NW da região investigada. Além destas feições, manifestam-se marcadamente pontualmente em Andirá, e Cornélio Procópio (conforme figura 5), portanto ocorrências hiperfluoretadas nas quatro unidades aquíferas presentes na área. Tais composições corroboram com a análise regional, que configura uma ampla distribuição fluoranômala intensa e difusa de caráter geoquímico no Nordeste do Estado do Paraná, proposta por Licht (2001). Todavia, se trata de teores obtidos em levantamentos de alta densidade amostral (maior detalhamento), quando comparados àqueles de cunho regional e representam 20,5% do universo amostral (15 poços tubulares com valores > 0,8 mg/L). Por outro lado, aqueles teores (mínimo e máximo) no intervalo considerado adequado à saúde (0,6 – 0,8mg/L) se restringem apenas a quatro poços, correspondentes a 5,4% do universo amostral.

Por fim, 54% dos poços tubulares avaliados indicaram valores abaixo dos níveis recomendados (< 0,6 mg/L), portanto, se tratam de áreas hipofluoradas, possivelmente ineficientes para o controle da doença cárie, correspondendo a um conjunto de amostras que configuram um arranjo distributivo central como um corredor também de sentido SW-NE (representados por tons verdes), com destaque para municípios totalmente inseridos nesse contexto como Abatiá, Ribeirão do Pinhal e Nova Fátima, indicando a necessidade de fluoretação no caso de consumo.

No contexto da porção Leste, o trecho que conecta as maiores concentrações confirma a suspeita de correlação espacial com as áreas hiperfluoradas descritas por Pinese et al. (2017b), Pinese et al. (2021) e Golono de Deus (2016) em águas superficiais. A ligação entre essas concentrações nessas pesquisas é denominada cinturão anômalo (figura 06) que, segundo os autores, converge "(...) com as bordas dos derrames basálticos da Formação Serra Geral [onde] há ocorrência de fraturas horizontais [que]

configuram áreas de descarga do Aquífero Serra Geral e consequente abastecimento dos afluentes das bacias hidrográficas” (GOLONO DE DEUS, 2016 p.102).

Figura 05 - Mapa dos valores de fluoreto (mg/L) nas águas subterrâneas dos municípios da porção Norte da Bacia hidrográfica do Rio das Cinzas – PR.



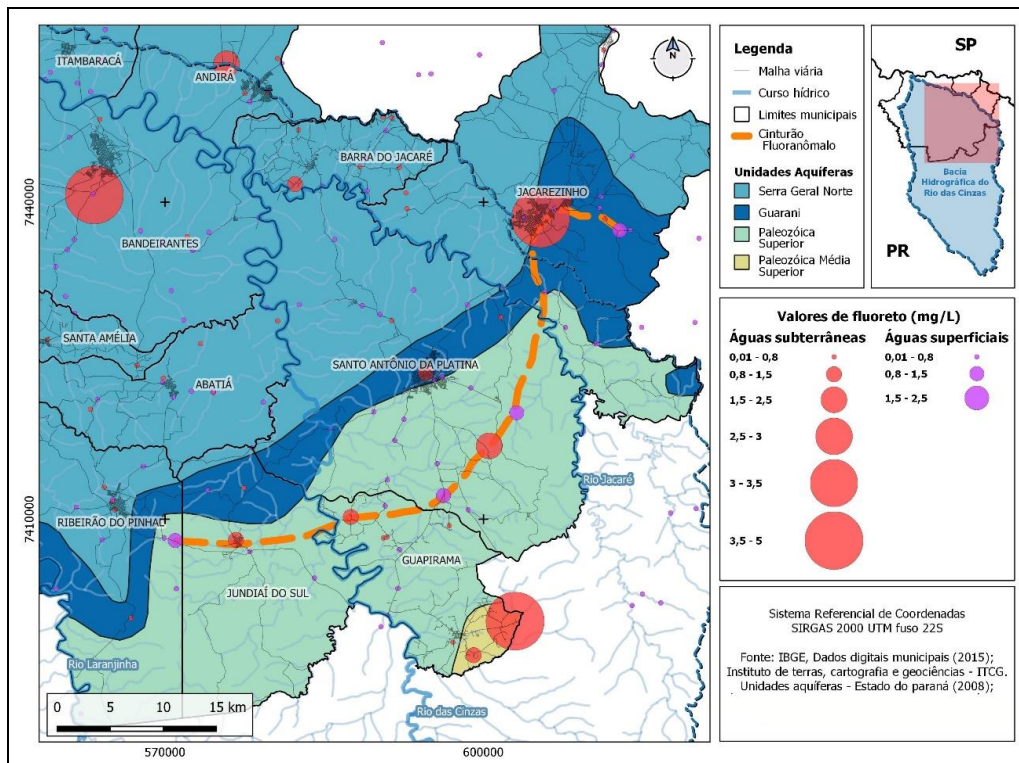
Fonte - IBGE (2015); presente artigo

Na região Nordeste do Estado do Paraná, tais concentrações estão possivelmente associadas pela afinidade geoquímica do fluoreto em rochas ígneas vulcânicas em interação com a água (Licht, 2001; LICHT e ARIOLI, 2018). Esse contato, no processo de percolação em basaltos da Formação Serra Geral (atual Grupo Serra Geral), resulta em teores elevados de fluoreto demonstrados por difração de raio-X liberados pelo mineral fluorapatita, presente nesses basaltos, além dos resíduos hidrotermais ricos em ácidos (Licht et al., 2015; LICHT e ARIOLI, 2018). Cumpre ressaltar que, recentes investigações petrográficas identificaram vesículas de flúor em basaltos hipohialinos do tipo 4, da Formação Pitanga do Grupo Serra Geral (LICHT e ARIOLI, 2018).

A associação dos maiores valores com a hipsometria, a geomorfologia, a pedologia e o clima não trouxeram essencialmente um vínculo de causas e fatores na organização dos padrões distributivos. Na sobreposição desses com as unidades aquíferas e geológicas, nota-se um acompanhamento das anomalias à margem do limite da Formação Botucatu e assentados notadamente sob o Sistema Aquífero Paleozóico e o Sistema Aquífero Guarani. Segundo MINEROPAR (2001), pode haver conectividade entre estes dois aquíferos e semelhanças químicas das águas em condições de alto e médio confinamento.

Conforme se nota no mapa síntese (Figura 06), mesmo em concentrações inferiores às subterrâneas, os picos de teores de fluoreto encontrados nas águas superficiais se distribuem regularmente com aspecto de cinturão nas bordas das formações geológicas Botucatu e Serra Geral, se ajustando ainda que parcialmente (SE da região), com a conformação de altas concentrações a níveis subterrâneos. A sobreposição das duas campanhas (superficial e subterrânea) revelam cenários de áreas de risco a fluorose, através de cinturões hiperfluorados, bem como áreas com reduzido benefício do fluoreto no controle da cárie dentária pela ausência de fluoretação.

Figura 06 Mapa síntese das concentrações de fluoreto em águas superficiais (2016) e subterrânea (2018) (mg/L) nas águas subterrâneas dos municípios da porção Norte da Bacia hidrográfica do Rio das Cinzas - PR.



Fonte - IBGE (2015); ITCG (2008); presente artigo.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presença apropriada de fluoreto na água de consumo humano natural ou adicionada, tem se mostrado eficaz no controle dos sinais clínicos da cárie dentária. Muito embora, como observado em pesquisas desta natureza, concentrações elevadas de fluoreto originem a fluorose dentária por meio da ingestão das águas, dentifrícios fluorados e de produtos alimentícios.

A porção Norte da Bacia Hidrográfica do Rio das Cinzas posicionada no Nordeste do Estado do Paraná apresentou, dentre 73 amostras coletadas, 15 pontos hiperfluorados em águas subterrâneas com valores acima do VMR para a saúde humana, com destaque aos municípios de Guapirama, Jacarezinho, Bandeirantes e Itambaracá. Dentre as características naturais da região da área de estudo, a dinâmica hídrica superficial e subterrânea, o clima e sobretudo a geologia, se configuram um cenário heterogêneo na concentração dos teores de fluoreto veiculados pelo consumo de águas nesses municípios, com potencial de manifestar a fluorose em níveis que proporcionam áreas de risco muito bem delimitadas. Sendo a fluorose um acometimento de insuficientes dados epidemiológicos notificados, nem sempre é identificada pelos acometidos e que por consequência não procuram atendimento odontológico inicial, fator revelador da qualidade das águas consumidas num determinado lugar. Enfatiza-se no segmento SE da região, a nítida evidência da área de semelhante risco a fluorose tanto ao consumo de águas superficiais quanto por águas subterrâneas, pela configuração de cinturões anômalos hiperfluorados e hipofluorados, sendo este último com áreas vulneráveis a cárie no qual se inserem os municípios de Abatiá, Ribeirão do Pinhal e Nova Fátima. Por outro lado, fora dos cinturões posicionados no quadrante SE na região investigada, se verifica à NW áreas hiperfluoradas (Bandeirantes e Itambaracá), as quais podem estar correlacionadas a estruturas dômicas em basaltos definidas por aeromagnetometria (cf. LICHT, 2001).

Para qualificar a discussão, se recomenda que seja futuramente realizada em campo entrevistas com os dentistas dos municípios que apresentaram desequilíbrio geoquímico de fluoreto (áreas de risco), obtendo informações quantitativas e qualitativas sobre a frequência da fluorose dentária na população atendida nos consultórios odontológicos. Somado a isso, contribuiriam levantamentos epidemiológicos e análise clínica

dos dentes de escolares e até mesmo a espacialização comparativa entre os acometidos por cárie dentária nos municípios com e sem fluoretação (por baixos teores naturais do elemento nas águas consumidas, sobretudo de forma autônoma em comunidades rurais, ou seja, sem fluoretação monitorada).

Considera-se muito relevante a coleta nos pontos em desequilíbrio (áreas de risco) para designar focos de persistência ou intermitência de anomalias, seja em períodos chuvosos ou em períodos secos do ano, devido às características climáticas de cada área.

A utilização de técnicas de geoprocessamento permite sustentar a compreensão do arranjo espacial do fluoreto em águas subterrâneas, que somado aos resultados de águas superficiais, caracterizam hidrogeoquimicamente concentrações elevadas e diminutas distribuídas em condição análoga a de um cinturão alinhado pelos halos de dispersão dos picos (hiperfluorados) e depressões (hipofluorados) dos teores analisados. Também propiciou a delimitação de áreas geográficas de maior ou menor risco à saúde bucal no tocante a fluorose e cárie dentária, atribuída à ingestão de altos e baixos teores de fluoreto que desviam da necessidade metabólica benéfica aos seres humanos da região investigada. A espacialização dessas áreas pode auxiliar no planejamento de saúde e ambiental dos municípios envolvidos.

Conclui-se, portanto, a necessária vigilância das águas de abastecimento público de maneira contínua pelos órgãos responsáveis, ativamente quanto aos teores flutuantes de fluoreto e um olhar enfático à manifestação do efeito colateral a ele associado. Os municípios de Guapirama, Jacarezinho, Bandeirantes e Itambaracá demandam conclusivamente atenção específica, estudos dirigidos in loco e formação de um banco de dados para fluorose, enquanto para cárie dentária os indicados são os municípios Nova Fátima, Ribeirão do Pinhal e Abatiá, por exemplo.

AGRADECIMENTOS

Ao apoio financeiro do CNPq processo 310.608/2017, Capes, Fundação Araucária do Estado do Paraná, Processos 13.015, 15.580, 19.733, 41.593. Também ao edital 01-2016 do CEPED/FUNESPAR/SANEPAR e dos projetos do Convênio CNPq/Fundação Araucária: 61.0088/06-8 e Convênio Fundação Araucária/UEL: 063/08.

REFERÊNCIAS

- ALIEVI, A. **O consumo de água subterrânea do aquífero Serra Geral na regional de saúde de Londrina (PR) e implicações à saúde coletiva – Uma discussão da geografia da saúde apoiada na Hidrogeoquímica**. Dissertação (Dissertação em Geografia) - UNIVESIDADE ESTADUAL DE LONDRINA - UEL. Londrina, 2012.
- BRASIL. Agência nacional de águas (ANA). **Atlas Brasil: Abastecimento urbano de água**. Brasília: ANA, 2010. Disponível em: <https://goo.gl/tSGhrQ>. Acesso em 10 maio 2020.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria nº 5 de 03 de outubro de 2017. **Capítulo V do padrão de potabilidade**. Diário Oficial da União, Brasília, Poder Executivo, DF, 03 out 2017. Disponível em: <https://goo.gl/m6FioE>. Acesso em 10 maio 2020.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria nº 635, de 26 de dezembro de 1975. **Aprova normas e padrões sobre fluoretação da água dos sistemas públicos de abastecimento destinada ao consumo humano**. Diário Oficial da União, Brasília, Poder Executivo, DF, 26 dez 1975. Disponível em: <https://central3.to.gov.br/arquivo/349893/>. Acesso em 10 maio 2020.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Atenção Básica. **Guia de recomendações para o uso de fluoretos no Brasil** / Ministério da Saúde, Secretaria de Atenção à Saúde, Departamento de Atenção Básica. – Brasília: Ministério da Saúde, 2009. 56 p.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Atenção Básica. **Projeto SB Brasil 2003: Condições de saúde bucal da população brasileira 2002- 2003: resultados principais**. Brasília, 2004.
- BRASIL. Fundação Nacional de Saúde: **Manual de Fluoretação da água para consumo humano**. Brasília: Funasa, 2012. 72 p.
- BRASIL. Portaria GM/MS Nº 888, de 4 de maio de 2021. **Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade de água para consumo humano e seu padrão de potabilidade**. Brasília,

2021. Disponível em: https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2021/prt0888_07_05_2021.html. Acesso em 15 março 2023.

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

CALDARELLI, P. G.; LUCAS, B. B.; SILVA, B. S. **Contribuição da água e dentifício fluoretado na prevalência de cárie e fluorose dentária**: uma abordagem baseada em evidências. Revista do Instituto de Ciências da Saúde (UNIP), v. 34, p. 117-122, 2016.

CANGUSSU, M. C. T.; NARVAI, P. C.; FERNANDEZ, R. C.; DJEHZIAN, V. **A fluorose dentária no Brasil**: uma revisão crítica. Caderno Saúde Pública, Rio de Janeiro. v. 18. p. 7-15, 2002. <https://doi.org/10.1590/S0102-311X2002000100002>

CARDOSO, L. M. **Fluorose dentária e teores de Flúor na água de Itambaracá- PR**. Dissertação (Mestrado em Saúde Coletiva). Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2002.

CECOL-USP. **Protocolo de Coleta e Análise da Amostra de Água – Projeto Vigifluor**. São Paulo, 2014. Disponível em: <https://goo.gl/9q3CDq>. Acesso em 10 maio 2020.

CUNHA, L. F.; TOMITA, N. E. **Fluorose dentária no Brasil**: uma revisão sistemática do período 1993/2004. Cadernos de Saúde Pública, [S.l.], v. 22, n. 9, p. 1809-1816, 2006. <https://doi.org/10.1590/S0102-311X2006000900011>

CURY, J. A.; RICOMINI-FILHO, A. P.; BERTI, F. L. P.; TABCHOURY, C. P. M. **Systemic Effectes (Risks) of Water Fluoridation**. Brazilian Dental Journal. 2019. <https://doi.org/10.1590/0103-6440201903124>

DEAN, H. T. **The Investigation of physiological effects by the epidemiological method**. In: MOULTON, F.R. (Org.). Fluorine and dental health. Washington, DC: American Association for the Advancement of Science, 1942. p.23-31

DOWNER M. C. **Caries prevalence in the United Kingdom**. Int Dent J 1994; 44: 365-70.

EMMERICH, A.; FREIRE, A. D. S. **Fluoreto e saúde coletiva**. Vitória: EDUFES. 2003.

FERREIRA, M. C. **Iniciação à análise geoespacial**: teoria, técnicas e exemplos para geoprocessamento. 1.ed. – São Paulo: Editora Unesp, 2014.

FRAZÃO, P.; ELY, H. C.; NORO, L. R. A.; PINHEIRO, H. H. C. & CURY, J. A. **O modelo de vigilância da água e a divulgação de indicadores de concentração de fluoreto** - São Paulo (SP), Brasil. Saúde em Debate [online]. v. 42, n. 116, p. 274-286, 2018. <https://doi.org/10.1590/0103-1104201811622>

GOLONO DE DEUS, A. **Análise da distribuição espacial dos concentrados de Fluoreto nas bacias hidrográficas do nordeste paranaense**: Relações com a saúde coletiva. Dissertação (Dissertação em Geografia) - UNIVESIDADE ESTADUAL DE LONDRINA - UEL. Londrina, 2016.

JAMOVI. **The jamovi project (2022)**. jamovi. (Version 2.3) [Computer Software]. Disponível em: <https://www.jamovi.org>. Acesso em: 17 março 2023.

R CORE TEAM. R: **A Language and environment for statistical computing**. (Version 4.1) [Computer software]. Disponível em: <https://cran.r-project.org>. (R packages retrieved from MRAN snapshot 2022-01-01). Acesso em: 17 março 2023.

KARMANN, I. **Ciclo da água, água subterrânea e sua ação geológica**. In: TEIXEIRA, W. et al. Decifrando a Terra, Oficina de Textos, São Paulo, 2008.

KHAN, A.; MOOLA, M. H.; CLEATON-JONES, P. **Global trends in dental fluorosis from 1980 to 2000**: a systematic review. Scandinavian Journal of Dental Research, [S.l.], v. 60, n. 10, p. 418-421, 2005.

LICHT, O. B. **A Geoquímica multielementar na gestão ambiental**: identificação e caracterização de províncias geoquímicas naturais, alterações antrópicas da paisagem, áreas favoráveis à prospecção mineral e regiões de risco para a saúde no Estado do Paraná, Brasil. Curitiba, 2001. 236 p. Tese (Doutorado em Geologia Ambiental) -Faculdade de Geologia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2001.

LICHT, O. B. **Prospecção Geoquímica**: Princípios, técnicas e métodos. CPRM, 1983.

LICHT, O. A. B.; ATHAYDE, G. B.; ATHAYDE, C. V. M.; ALLAN, G.; ROMULO, S. A. **Basaltos HTI-HP e os altos teores de fluoreto em bacias hidrográficas do terceiro planalto e no sistema Aquífero Serra**

Geral, estado do Paraná, Brasil. In: SIMPÓSIO SUL-BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 9., 2015, Florianópolis. Anais...Florianópolis: 2015.

LICHT, O. A. B., ARIOLI, E. E. **Mapa Geológico do Grupo Serra Geral – Nota Explicativa.** Instituto de Terras, Cartografia e Geologia do Paraná (ITCG). Curitiba, 316 p. 2018.

MARTHALER T. M.; O'MULLANE D. M, VRBIC V. **The prevalence of dental caries in Europe 1990-1995.** Caries Res 1996; 30(4): 237-55. <https://doi.org/10.1159/000262332>

MENEZES, M. C. **Trends in caries experience and fluorosis prevalence in 11- to 12-year old Brazilian children between 1991 and 2004.** Oral Health Preventive Dentistry, [S.l.], v. 4, n. 3, p. 193-198, 2006.

MINERAIS DO PARANÁ S.A – MINEROPAR. **Atlas Geológico do Estado do Paraná.** Curitiba, 125 p; 2001.

MONTEIRO, A. C.; MIRANDA, H. R. A. **O fluoreto e outros vilões da humanidade.** Itapetininga: Via Sette Editorial, 2003.

MORITA, M.C.; CARRILHO, A.; LICHT, O.A.B. **Use of geochemistry data in the identification of endemic fluorosis areas.** WORLD CONGRESS OF HEALTH AND URBAN ENVIRONMENT, 1, 1998. Anais. Madrid, jul 1998.

NASCIMENTO, R. E. **O consumo de água subterrânea do aquífero Serra Geral na porção norte da 19ª Regional de Saúde de Jacarezinho (PR) e suas relações com a hidrogeoquímica e saúde coletiva.** Dissertação (Dissertação em Geografia) - UNIVESIDADE ESTADUAL DE LONDRINA - UEL. Londrina, 2015.

PINESE, J. P. P.; ROSS, A.; ALVES, J. C. **Risco à saúde bucal evidenciada pela hidrogeoquímica do fluoreto em águas superficiais e subterrâneas de Londrina, Paraná, Brasil.** In: IV International Congress on Risks, 2017, Coimbra. Abstracts IV International Congress on Risks. Coimbra: Associação Portuguesa de Riscos, Prevenção e Segurança, 2017. v. 1. p. 399-399.

PINESE, J.P.P.; STIPP, N.A.F.; OLIVEIRA, J. **A geologia e os recursos minerais no curso inferior da Bacia Hidrográfica do Rio Tibagi-PR.** In: STIPP, N.A.F. (org.). Sociedade, Natureza e Meio Ambiente no Norte do Paraná: A porção inferior da Bacia Hidrográfica do rio Tibagi – PR. Londrina: UEL, 2000.

PINESE, J. P. P. **Síntese Geológica da Bacia do Rio Tibagi.** In: Moacyr E. Medri; Edmilson Bianchini; Oscar A. Shibatta; José A. Pimenta. (Org.). A Bacia do Rio Tibagi. 1ed. Londrina-PR: MC Gráfica Editora, 2002, v. 1, p. 21-38.

PINESE, J. P. P.; GOLONO DE DEUS, A.; ALVES, J. C.; MORITA, M. C. **Análise da distribuição espacial dos teores de fluoreto nas bacias hidrográficas do Norte do Paraná, Brasil e riscos à saúde coletiva.** In: IV International Congress on Risks, 2017, Coimbra. Abstracts IV International Congress on Risks. Coimbra: Associação Portuguesa de Riscos, Prevenção e Segurança, 2017 b. v. 1. p. 353-353.

PINESE, J P P; ROSS, A; ALVES, J. C. **Paisagens e Territórios Urbanos de Risco à Saúde Bucal balizadas pelos Teores de Fluoretos Naturais em Águas Subterrâneas de Abastecimento Público em Londrina, PR (Brasil).** In: Humberto Yamaki; Lucio Cunha. (Org.). Paisagem e Território: Expedições. 1ed.Londrina: EDUEL, 2019, v. 1, p. 63-75.

PINESE, J. P. P.; GOLONO DE DEUS, A.; CUNHA, L. J. S.; SANTOS, W.S.; ALVES, J. C. **O consumo de flúor em águas superficiais e territórios de risco para a saúde humana na região nordeste do Paraná.** Caminhos da Geografia (UFU. Online), 2021. <https://doi.org/10.14393/RCG228155186>

PIRES, E. O. **Geografia da saúde e geologia médica como instrumentos de planejamento e gestão em Saúde Ambiental: O caso das anomalias de fluoreto e da fluorose dentária em Itambaracá-PR.** Dissertação (Dissertação em Geografia) - UNIVESIDADE ESTADUAL DE LONDRINA - UEL. Londrina, 2008.

PIRES, E. O.; PINESE, J. P. P.; ALVES, J. C.; MARAFON, E. **Aspectos Geológicos e a distribuição do flúor na água de abastecimento do Município de Itambaracá (PR).** In: XVII Semana de Geografia, 2001, Londrina-PR. Quem tem medo do interior? Urbano-Rural: Que espaço é este? Londrina-PR: Editora UEL, 2001. v. 1. p. 170-172.

PITTS N. B.; EVANS D. J.; NUGENT Z. J.; PINE C. M. **The dental caries experience of 12-year-old children in England and Wales.** Surveys co-ordinated by the British Association for the Study of Community Dentistry in 2000/2001. *Community Dent Health* 2002; 19: 46-53.

QGIS [software GIS]. Versão 2.18. **QGIS Geographic Information System.** Open Source Geospatial Foundation Project. <http://qgis.osgeo.org>. 2022.

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.** *Ciência e Saúde Coletiva*, Rio de Janeiro, v. 12, n. 4, p. 1057-1065, 2007. <https://doi.org/10.1590/S1413-81232007000400027>

ROSS, A. **Espaços de risco à saúde bucal por teores de Fluoreto em águas superficiais e subterrâneas em Londrina – PR. (2008 - 2012).** Dissertação (Dissertação em Geografia) - UNIVESIDADE ESTADUAL DE LONDRINA - UEL. Londrina.

ROSA FILHO, E. F.; HINDI, E. C.; MONTOVANI, L. E.; BITTENCOURT, A. V. L. **Aquíferos do Estado do Paraná.** Curitiba: Edição do Autor, 2011.

SECRETARIA DE ESTADO DA SAÚDE DE SÃO PAULO. Coordenação de Controle de Doenças, Centro de Vigilância Sanitária. Resolução SS 65, de 12 de abril de 2005. **Estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao Controle e Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano no Estado de São Paulo e dá outras providências.** Diário Oficial Estado São Paulo 13 abril 2005; Seção I:18. Disponível em: <https://daejudiai.com.br/wp-content/uploads/2013/10/Resolu%C3%A7%C3%A3o-SS-64-2003.pdf>. Acesso em 11 maio 2020.

SELINUS, O. et al. **Medical Geology in Europe.** In: SELINUS, O. FINKELMAN, R. B.; CENTENO, A. (Orgs.). *Medical Geology: a regional synthesis.* Springer, New York, 2010. p. 259 -301. <https://doi.org/10.1007/978-90-481-3430-4>

SILVA, C. R.; FIGUEIREDO, B. R.; DE CAPITANI, E. M.; CUNHA, F. G. **Geologia médica no Brasil: efeitos dos materiais e fatores geológicos na saúde humana, animal e meio ambiente / Cássio Roberto da Silva (Ed.) ... [et al.]**. — Rio de Janeiro: CPRM - Serviço Geológico do Brasil, 2006. 220 p.

TAMER, M. N. **Fluorosis.** *Encyclopedia of Environmental Health*, 2nd. Edition, Elsevier. 2019. Pages 51-56. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-409548-9.10663-3>

TENUTA L. M. A.; CHEDID S. J.; CURY J. A. **Uso de Fluoretos em Odontopediatria - Mitos e Evidências.** In: Maia LC, Primo LG, editors. *Odontologia Integrada na Infância.* São Paulo: Santos, 2012:153-77.

TENUTA L. M. A., CURY J. A. **Fluoride: its role in dentistry.** *Braz Oral Res.* 2010;24(Spec Iss 1):9-17. <https://doi.org/10.1590/S1806-83242010000500003>

TENUTA, L. M. A.; LEITAO, T. J.; Cury, J.A. **Flúor ou fluoreto - definições e uso clínico.** In: Moysés SJ; Groisman S. (Org.). *Pro-Odonto Prevenção: ciclo 8.* 1 ed. Porto Alegre: Artmed Panamericana, 2014, v., p. 89-128.

VELÁSQUEZ, L. N. M. et al. **Fluorose dentária e anomalias de fluoreto na água subterrânea no município de São Francisco, Minas Gerais, Brasil.** In: SILVA et al. *Geologia médica no Brasil: efeitos dos materiais e fatores geológicos na saúde humana, animal e meio ambiente / Cássio Roberto da Silva (Ed.) ... [et al.]*. — Rio de Janeiro: CPRM - Serviço Geológico do Brasil, 2006. 220 p.

World Health Organization. **Guidelines for drinking- -water quality.** 4. ed. [internet]. Geneva: 2017.

Recebido em: 05/10/2022

Aceito para publicação em: 27/03/2023