



UNIVERSIDADE
ESTADUAL DE LONDRINA

JOSILANE AMANCIO CORCÓVIA

GEOGRAFIA DA SAÚDE:

ESTUDO SOBRE O FLUORETO EM ÁGUAS DE
ABASTECIMENTO PÚBLICO E AS IMPLICAÇÕES NA SAÚDE
COLETIVA NA REGIONAL DE LONDRINA (PR)

JOSILAINE AMANCIO CORCÓVIA

GEOGRAFIA DA SAÚDE:
ESTUDO SOBRE O FLUORETO EM ÁGUAS DE
ABASTECIMENTO PÚBLICO E AS IMPLICAÇÕES NA SAÚDE
COLETIVA NA REGIONAL DE LONDRINA (PR)

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu*, da Universidade Estadual de Londrina-UEL, Centro de Ciências Exatas, curso de Geografia como requisito à obtenção do título de Doutora em Geografia.

Linha de Pesquisa: Dinâmica Espaço Ambiental

Orientador: Prof. Dr. José Paulo Peccinini Pinese

Londrina
2025

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UEL

C793g Corcóvia, Josilaine Amancio.
Geografia da saúde : estudo sobre o fluoreto em águas de abastecimento público e as implicações na saúde coletiva na Regional de Londrina (PR) / Josilaine Amancio Corcóvia. - Londrina, 2025.
192 f. : il.

Orientador: José Paulo Peccinini Pinese.
Tese (Doutorado em Geografia) - Universidade Estadual de Londrina, Centro de Ciências Exatas, Programa de Pós-Graduação em Geografia, 2025.
Inclui bibliografia.

1. fluoreto - Tese. 2. saúde pública - Tese. 3. abastecimento de água - Tese. 4. hidrogeologia - Tese. I. Pinese, José Paulo Peccinini. II. Universidade Estadual de Londrina. Centro de Ciências Exatas. Programa de Pós-Graduação em Geografia. III. Título.

CDU 91

JOSILAINE AMANCIO CORCÓVIA

GEOGRAFIA DA SAÚDE:
ESTUDO SOBRE O FLUORETO EM ÁGUAS DE
ABASTECIMENTO PÚBLICO E AS IMPLICAÇÕES NA SAÚDE
COLETIVA NA REGIONAL DE LONDRINA (PR)

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu*, da Universidade Estadual de Londrina-UEL, Centro de Ciências Exatas, curso de Geografia como requisito à obtenção do título de Doutora em Geografia.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Orientador José Paulo Peccinini
Pinese
Universidade Estadual de Londrina - UEL

Prof. Dr. Paulo Nuno Maia de Sousa Nossa
Universidade de Coimbra – UC (Portugal)

Prof. Dr. Pablo Guilherme Caldarelli
Universidade Estadual de Londrina - UEL

Prof. Dr. Estevan Leopoldo de Freitas Coca
Universidade Federal de Alfenas – UNIFAL

Prof. Dr. Mauricio Moreira dos Santos
Universidade Tecnológica Federal do Paraná–
UTFPR

Londrina, 29 de abril de 2025.

Ao meu esposo Rogério Corc3via que foi meu farol durante esta jornada, sem ele nada seria poss3vel.

Aos meus dois filhos, Marine A. Corc3via e Muriel A. Corc3via que s3o os pilares de sustentac3o da minha vida.

Ao meu orientador e amigo Jos3 Paulo Peccinini Pinese que esteve comigo durante esses quatro anos de pesquisa, orientando e contribuindo com seus ensinamentos.

E a Deus, por sempre me guiar, iluminar o meu caminho e por ter me dado a oportunidade de chegar at3 aqui.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao meu orientador José Paulo Peccinini Pinese pelos ensinamentos ao longo do doutorado, sempre um amigo nessa jornada.

Ao professor Oswaldo Coelho Pereira Neto no auxílio da composição do projeto submetido ao Comitê de ética.

Ao Professor Pablo Guilherme Caldarelli pela disposição em colocar sua equipe da odontologia para validação da pesquisa in loco.

Aos amigos e colegas da Secretaria Municipal de Educação de Ibiporã por serem compreensivos durante os quatro longos anos do doutoramento.

Ao corpo docente do Programa de Pós-Graduação em Geografia que não mediram esforços para ensinar tudo o que é necessário para o cumprimento das disciplinas.

Ao grupo de pesquisa do Laboratório de Geologia, Naibi Souza Jaime, Célio Ferruchi de Azevedo e Pedro Henrique Brustz Mafort onde estivemos juntos nas segundas e terças-feiras e que foram momentos de grande colaboração para todos nós.

Aos órgãos de fomento (CAPES/CNPq/Fundação Araucária-PR, entre outros) pelo incentivo e estímulo a pesquisa que auxiliaram na bolsa do Célio e Pedro e que contribuíram grandemente em minha pesquisa.

Agradeço também, ao laboratório de Química da UEL na pessoa do professor João, e ao SAMAE, na pessoa do Diretor Gustavo de Sá e Maricélia de Sá pela análise das amostras.

[...] O espaço é, então, um verdadeiro campo de forças cuja aceleração Geografia médica e Geografia da saúde é desigual. Daí porque a evolução espacial não se faz de forma idêntica em todos os lugares (Santos 1980).

RESUMO

CORCÓVIA, Josilaine Amancio. **Geografia da saúde**: estudo sobre o fluoreto em águas de abastecimento público e as implicações na saúde coletiva na Regional de Londrina (PR). 2025. 192 f. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2025.

A qualidade da água utilizada para abastecimento público constitui fator essencial à promoção da saúde humana e ao uso sustentável dos recursos hídricos. Na Regional de Londrina (PR), área de atuação do Consórcio Intermunicipal de Saúde do Médio Paranapanema (CISMEPAR), verificam-se anomalias hidrogeoquímicas nos Sistemas Aquíferos Serra Geral (SASG) e Guarani (SAG), com registros relevantes de fluorose dentária, como no município de Itamaracá. Partindo das hipóteses de que a concentração de fluoreto nas águas varia entre os sistemas de abastecimento e que fatores geológicos, hidrogeológicos e de manejo influenciam esses níveis, este estudo teve como objetivo avaliar a relação entre os teores de fluoreto e o perfil de saúde bucal da população no período de 2021 a 2025. Foram analisadas 586 amostras de água em trabalhos de campos iniciais, seguidas por 21 amostras em períodos sazonais (inverno e verão). Os resultados apontaram que sete municípios ultrapassaram o Valor Máximo Recomendado (VMR) para fluoreto, sendo que Assaí, Florestópolis e Jaguapitã excederam também o Valor Máximo Permitido (VMP), configurando risco potencial de fluorose dentária. Em contraste, Sertanópolis e Miraselva apresentaram níveis abaixo do recomendado, destacando-se Miraselva com os menores valores, o que a torna mais vulnerável à cárie dentária. A análise clínica confirmou a correlação entre dados laboratoriais e desfechos em saúde bucal: maior prevalência de fluorose em Assaí e de cárie em Miraselva. Os resultados evidenciam a necessidade de vigilância constante sobre os sistemas de fluoretação, em conformidade com a Portaria GM/MS nº 888/2021, e reforçam a influência dos solos regionais — como Latossolo Vermelho, Neossolo Regolítico e Argissolo Vermelho — nos teores naturais de fluoreto. Conclui-se que o equilíbrio nos níveis de fluoreto é fundamental, sendo imprescindíveis ações interdisciplinares entre geociências e saúde pública, bem como políticas públicas que promovam o monitoramento contínuo da qualidade da água e a equidade em saúde bucal.

Palavras-chave: fluoreto; saúde pública; abastecimento de água; fluorose dentária; hidrogeologia.

ABSTRACT

CORCÓVIA, Josilaine Amancio. **Geography of health**: study on fluoride in public water supply and the implications for public health in the Londrina Region (PR). 2025.192 f. Thesis (Ph.D. in Geography) – State University of Londrina, Londrina, 2025.

The quality of water used for public supply is a key factor in promoting human health and the sustainable use of water resources. In the Londrina region (Paraná, Brazil), under the jurisdiction of the Intermunicipal Health Consortium of the *Médio Paranapanema* (CISMEPAR), hydrogeochemical anomalies have been observed in the *Serra Geral* (SASG) and *Guarani* (SAG) Aquifer Systems, with significant records of dental fluorosis, such as in the municipality of Itamaracá. Based on the hypotheses that fluoride concentrations in water vary across supply systems and that geological, hydrogeological, and management factors influence these levels, this study aimed to assess the relationship between fluoride content and the population's oral health profile from 2021 to 2025. A total of 586 water samples were analyzed in the initial field work, followed by 21 samples collected during seasonal periods (winter and summer). The results showed that seven municipalities exceeded the Maximum Recommended Value (MRV) for fluoride, with Assaí, Florestópolis, and Jaguapitã also surpassing the Maximum Permitted Value (MPV), indicating a potential risk of dental fluorosis. In contrast, Sertanópolis and Miraselva showed fluoride levels below recommended thresholds, with Miraselva presenting the lowest values, making its population more vulnerable to dental caries. Clinical findings confirmed the correlation between laboratory data and oral health outcomes: increased prevalence of fluorosis in Assaí and higher incidence of caries in Miraselva. The findings underscore the need for constant monitoring of fluoridation systems, in accordance with Ordinance GM/MS nº 888/2021, and highlight the influence of regional soils, such as Red Latosol, Regolithic Neosol, and Red Argisol, on natural fluoride levels. It is concluded that maintaining balanced fluoride levels is essential, requiring interdisciplinary actions between geosciences and public health, as well as public policies aimed at continuous monitoring of water quality and reducing oral health inequalities.

Keywords: fluoride; public health; water supply; dental fluorosis; hydrogeology.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Municípios que compõem a Região de Estudo	21
Figura 2 - Grupos de Identidade Territorial (GTI)	22
Figura 3 - Fluxograma da metodologia aplicada à pesquisa	25
Figura 4 - Trabalho de Campo nos Colégios da Região da Área Estudada	27
Figura 5 - Análise Bucal em crianças do Colégio Estadual Conselheiro Carrão - Assaí/PR	29
Figura 6 - Interpolação dos dados	30
Figura 7 - Tipos de Aquíferos	47
Figura 8 - Principais Aquíferos Brasileiros.....	48
Figura 9 - Localização dos Aquíferos Alter do Chão e Guarani.....	50
Figura 10 - Unidades Aquíferas do Estado do Paraná (PR)	54
Figura 11 - Litologia da Área de Estudo	75
Figura 12 - Pedologia da área de Estudo	80
Figura 13 - Aspectos Hidrológicos da Área de Estudo	83
Figura 14 - Mananciais que atendem os municípios da Região de Estudo	85
Figura 15 - Classificação Climática da Área de Estudo.....	95
Figura 16 - Densidade Populacional da Área de Estudo	98

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 -	População Urbana X População Rural.....	24
Gráfico 2 -	Cirurgiões por Estado Brasileiro.....	73
Gráfico 3 -	Microrregiões de Água e Esgoto (PR) - Lei nº 237/2021.....	82
Gráfico 4 -	Percentual de Domicílios por forma de Abastecimento - Censo 2022	86
Gráfico 5 -	Uso da Água	87
Gráfico 6 -	Percentual de Captação de Água Outorgada por tipo de fonte.....	88
Gráfico 7 -	Porcentagem das Fontes de Abastecimento da Área	89
Gráfico 8 -	Origem das Fontes de Abastecimento Público	90
Gráfico 9 -	Percentual de Outorgas para o Consumo Humano – 2022	91
Gráfico 10 -	Percentual de Captação de Água Outorgada por Tipo de Fonte	92

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - População da área de Estudo - Densidade Populacional.....	23
Quadro 2 - Método Analítico empregado na Pesquisa.....	33
Quadro 3 - Avanços da Geografia da Saúde nas Instituições de Saúde e de Ensino	43
Quadro 4 - Toxicidade do Flúor (Meio x tempo x efeito)	62
Quadro 5 - Normativas sobre a dosagem de concentrações de Fluoreto para água consumida no Brasil.....	70
Quadro 6 - Principais dentifrícios utilizados no Brasil.....	71
Quadro 7 - Aspectos da Litologia da Área.....	76
Quadro 8 - Municípios e suas Companhias de Abastecimento de Água e Esgoto	84

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

DATASUS	Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde do Brasil.
ETA	Estação de Tratamento de Água
FUNASA	Fundação Nacional de Saúde
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IDW	Inverse Distance Weighted
IQA	Índice de Qualidade da Água
ITCG	Instituto de Terras Cartografia e Geologia do Paraná
IAT	Instituto Água e Terra
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
mg/L	Miligramas por litro
MS	Ministério da Saúde
SAAE	Sistema de Abastecimento de Água e Esgoto
SAC	Sistema Alternativo Coletivo
SAG	Sistema Aquífero Guarani
SAI	Sistema Alternativo Individual
SAMAE	Serviço Autônomo Municipal de Água e Esgoto
SANEPAR	Companhia de Saneamento do Paraná
SASG	Sistema de Aquífero Serra Geral
SciELO	The Scientific Electronic Library Online
SIG	Sistema de Informações Geográficas
SISÁGUA	Sistema de Informação de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano
SUS	Sistema Único de Saúde
UEL	Universidade Estadual de Londrina
UTFPR	Universidade Tecnológica Federal do Paraná
VMP	Valor Máximo Permitido
VIGIÁGUA	Programa Nacional de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano
VS	Vigilância Sanitária
WHO	World Health Organization

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
1.1	PROBLEMÁTICA E JUSTIFICATIVA	15
1.2	HIPÓTESES.....	17
1.3	APRESENTAÇÃO.....	17
2	OBJETIVOS	19
2.1	OBJETIVO GERAL	19
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	19
2.3	ÁREA DE ESTUDO	20
2.4	METODOLOGIA.....	25
2.4.1	Levantamento Bibliográfico	25
2.4.2	Levantamento de Dados	26
2.4.3	Dados Externos	29
2.4.4	Planejamento das Amostras.....	30
2.4.5	Materiais.....	30
2.4.5.1	Imagens e referências	30
2.4.5.2	Metodologia de constituição da base cartográfica.....	31
2.4.5.3	Materiais de laboratório utilizados para análise da água.....	32
2.4.5.4	Materiais de campo	32
2.4.5.5	Procedimento de análise	32
3	REFERENCIAL TEÓRICO	34
3.1	CONCEITO DE TERRITÓRIO NA GEOGRAFIA.....	34
3.2	POLÍTICAS PÚBLICAS	35
3.3	GEOLOGIA MÉDICA	36
3.4	GEOGRAFIA DA SAÚDE	39
3.5	ÁGUA SUBTERRÂNEA	45
3.6	O QUE SÃO AQUÍFEROS?.....	46
3.7	TIPOS DE AQUÍFEROS?.....	46
3.8	AQUÍFEROS NO BRASIL	48
3.9	BRASIL, BERÇO DOS MAIORES AQUÍFEROS DO MUNDO	49
3.10	SISTEMA AQUÍFERO GUARANI (SAG)	51

3.11	SISTEMA AQUÍFERO SERRA GERAL (SASG)	53
3.12	QUALIDADE DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS	55
3.13	FLUORETOS.....	57
3.13.1	Metabolismo dos Fluoretos	57
3.13.2	O Flúor	58
3.13.3	A Absorção do Flúor no Organismo	59
3.13.4	Fluoreto no Plasma	59
3.13.5	A Excreção do Flúor	60
3.13.5	Toxidade do Flúor.....	61
3.14	A FLUOROSE DENTÁRIA.....	63
3.15	FLUORETAÇÃO DE ÁGUAS PARA ABASTECIMENTO PÚBLICO	65
3.15.1	Por que Fluoretar?.....	67
3.15.2	Estatística Descritiva	69
3.15.3	Uso de dentifrício e da Água Fluoretada no Brasil	71
3.15.4	Fluoretação da Água no Brasil	72
3.15.5	O Papel do Dentifrício Fluoretado	72
3.15.6	Cuidados com o Uso Excessivo de Flúor	72
3.15.7	Considerações Sobre o Uso de Dentífricos Fluoretados.....	73
4	CARACTERIZAÇÃO GEOGRÁFICA DA ÁREA DE ESTUDO	75
4.1	GEOLOGIA DA ÁREA	75
4.2	PEDOLOGIA DA ÁREA	78
4.3	ASPECTOS HIDROLÓGICOS	82
4.3.1	Formas de Consumo de Água na Área de Estudo	86
4.4	CLIMATOLOGIA DA ÁREA.....	93
4.5	ASPECTOS SOCIOECONÔMICOS DA ÁREA.....	96
5	ESTUDOS REALIZADOS	99
5.1	ARTIGO 1 - SUBMETIDO AO BOLETIM GOIANO DE GEOGRAFIA	99
5.2	ARTIGO 2 - SUBMETIDO À REVISTA CAMINHOS DA GEOGRAFIA	117
5.3	ARTIGO 3 À SUBMETER À REVISTA HYGEIA OU OUTRA REVISTA INDICADA.....	142
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS	167

REFERÊNCIAS	169
APÊNDICES	181
APÊNDICE A – BOLETIM GOIANO DE GEOGRAFIA.....	182
APÊNDICE B – SUBMISSÃO À REVISTA CAMINHOS DE GEOGRAFIA.....	183
ANEXOS	184
ANEXO I - PARECER CONSUBSTANCIAL DO PROJETO	185
ANEXO II - COLETA DE ÁGUA DE ABASTECIMENTO PÚBLICO NOS ESTABELECIMENTOS DE ENSINO.....	186
ANEXO III - FICHA DE EXAME BUCAL.....	187
ANEXO IV - AUTORIZAÇÃO PARA PESQUISA NAS ESCOLAS E COLÉGIOS.....	188
ANEXO V - FICHA DE AUTORIZAÇÃO DOS ALUNOS – ESTUDO EPIDEMIOLÓGICO	189
ANEXO VI - COLETA DE DADOS DOS PERÍODOS DE SECA (JULHO-2024) /CHEIA (JANEIRO-2025)	190
ANEXO VII - LIVRO INFANTIL.....	192

1 INTRODUÇÃO

1.1 PROBLEMÁTICA E JUSTIFICATIVA

A qualidade da água superficial e subterrânea utilizada para abastecimento público é um fator crítico para a saúde humana e o uso sustentável dos recursos hídricos uma preocupação. No Estado do Paraná, particularmente na regional estudada onde diversos municípios dependem dos Sistemas Aquíferos Serra Geral (SASG) e Guarani (SAG), têm sido observadas anomalias hidrogeoquímica que levantam preocupações quanto à segurança do consumo dessa água. Entre essas anomalias, destacam-se os casos de Fluorose Dentária registrados no município de Itamaracá, sugerindo possível excesso de fluoreto nas águas subterrâneas. Diante disso, torna-se necessário investigar a relação entre os parâmetros de qualidade da água, o uso e ocupação do solo, e os possíveis riscos à saúde pública decorrentes do consumo dessa água.

A avaliação da qualidade da água de abastecimento público tanto superficial quanto subterrânea é essencial para assegurar seu uso sustentável e seguro para consumo humano, uso agrícola e industrial. Para este propósito, o presente estudo busca avaliar a qualidade da água subterrânea do Sistema Aquífero Serra Geral (SASG) e Sistema Aquífero Guarani (SAG), bem como da água superficial, e descrever a correlação entre diferentes tipos de uso da terra e os parâmetros de qualidade dos municípios paranaenses que fazem parte da área de estudo que utilizam a água subterrânea do SASG e SAG para abastecimento público, já que no Estado do Paraná, ocorrem algumas anomalias que podem afetar a saúde humana como os casos constatados de Fluorose Dentária no município de Itamaracá.

Este estudo, também fomenta, conhecer a qualidade da água bruta fornecida a esses habitantes e verificar se há alguma relação entre a água e a anomalia da saúde dessa região no período de 2021 a 2025.

Quanto à questão de contaminação e poluição das águas, destaca-se o pensamento de Rosa Filho *et al.* (1998), que descreve que a contaminação seria toda a introdução sólida ou líquida, efetivada em um ambiente hidrológico, como resultado da atividade humana, e a poluição, estaria reservada a situações em que as concentrações de contaminantes atinjam níveis perigosos.

Para Migliorini (1994), é certo que todos os aquíferos, de alguma forma, são

vulneráveis, se contaminados por substâncias altamente móveis e persistentes, como sais e nitratos, por exemplo. Portanto, essa pesquisa é de suma importância para uma análise mais abrangente da qualidade e vulnerabilidade da água do Aquífero Serra Geral (SASG) e Guarani (SAG) na região de estudo.

A qualidade das águas subterrâneas está diretamente relacionada às condições de saneamento básico, estabelecendo uma ligação preocupante quando este é ausente ou insuficiente. Em geral, as águas subterrâneas apresentam excelente qualidade natural, sendo muitas vezes naturalmente potáveis e, portanto, dispensando tratamentos complexos após a extração. Contudo, é importante destacar que nem toda água subterrânea atende aos critérios exigidos para ser considerada mineral, uma vez que essas características dependem de fatores geológicos e físico-químicos específicos. Assim, a contaminação decorrente da ausência de saneamento pode comprometer significativamente esse recurso, afetando tanto sua potabilidade quanto sua segurança para o consumo humano.

Os problemas de qualidade natural das águas subterrâneas relacionam-se aos elementos químicos que são incorporados à água vindos do intemperismo e dissolução de minerais nas rochas. Geralmente os mais comuns estão relacionados ao ferro, manganês e dureza e mais raramente ao flúor, cromo, bário e arsênio (Bertolo; Hirata; Fernandes, 2007; *Hirata et al.*, 2006). Com a forte urbanização e a intensificação das atividades antrópicas, sobretudo após os anos 1960, têm sido crescentes os relatos de contaminação de aquíferos e das águas subterrâneas.

A CETESB (2018) registra, por exemplo, quase 6 mil áreas declaradas contaminadas no Estado de São Paulo, embora acredite-se que o número seja 10 vezes maior. Tal percepção é baseada nos históricos de contaminação em outros países e já reportados por autores como Hirata, Foster e Oliveira (2015) e Barbosa, Bertolo e Hirata (2017). Essas contaminações são associadas a atividades pontuais, responsáveis pela degradação de áreas de algumas centenas de metros quadrados, como as advindas de estocagem de produtos perigosos, deposição de resíduos sólidos ou lançamento de efluentes industriais.

A falta de redes de esgotamento sanitário e/ou as precárias condições das redes existentes devido a falhas de projeto e manutenção correspondem às fontes de degradação de aquíferos ambientalmente mais preocupantes, responsáveis pelos maiores casos de contaminação em volume e área no Brasil (Hirata; Foster; Oliveira, 2015). Portanto, essa pesquisa pretende fornecer subsídios teóricos a futuros estudos

acerca da problemática abordada, contribuindo para uma melhor qualidade de vida da população.

1.2 HIPÓTESES

A fluoretação de águas de abastecimento público, tem gerado muitas controvérsias científicas entre os pesquisadores e dentistas que defendem esta prática, alegando a relevância do consumo de flúor para a redução de lesões de cárie dentais, principalmente em locais onde a população possuem condições restritas de acesso à serviços odontológicos, ou mesmo à compra de produtos de higiene bucal, constituindo assim, as hipóteses de trabalho dessa pesquisa:

- O abastecimento público final possui a dosagem necessária de flúor para sua população.
- As águas armazenadas no Sistema Aquífero Guarani (SAG) e Sistema Serra Geral (SASG), são adequadas para o consumo humano em toda a região de estudo.
- Nos municípios da Região do Consórcio Intermunicipal de Saúde do Médio Paranapanema, onde há poços perfurados do SAG e SASG, pode haver superexploração e uso inadequado, bem como a utilização exclusiva desse recurso hídrico.
- A caracterização hidrogeoquímica do SASG e SAG da região pode fornecer indícios sobre a saúde da população estudada.
- O fluoreto nas águas de abastecimento público pode ter efeitos benéficos ou prejudiciais à saúde da comunidade estudada, dependendo de sua concentração.

1.3 APRESENTAÇÃO

Essa pesquisa intitulada **“GEOGRAFIA DA SAÚDE: ESTUDO SOBRE O FLUORETO EM ÁGUAS DE ABASTECIMENTO PÚBLICO E AS IMPLICAÇÕES NA SAÚDE COLETIVA NA REGIONAL DE LONDRINA (PR)”** é parte integrante da tese de doutorado do programa de pós-graduação em geografia da Universidade Estadual de Londrina, sob a orientação do professor Dr. José Paulo Peccinini Pinese, está inserida na plataforma Brasil, com Parecer Consubstancial nº 69883623.7.0000.5231,

sendo o recorte da pesquisa, a Regional de Saúde inserida no CISMENPAR, (Consórcio Intermunicipal de Saúde do Médio Paranapanema), compondo a mesma área da 17ª regional de saúde do Paraná, onde agrupa 21 municípios consorciados. Dessa tese, originaram-se trabalhos em eventos regionais, nacionais e internacionais, bem como, três artigos importantes para a comunidade científica:

- a) **O Fluoreto em Água de Abastecimento Público - Estudo de Caso da Região do CISMENPAR-PR** (Revista Boletim Goiano de Geografia) – Evidencia os avanços iniciais alcançados no desenvolvimento da pesquisa
- b) **Distribuição da Cárie Dentária em Crianças Brasileiras de 12 Anos: Uma Análise Geográfica do Uso do Fluoreto** (Revista Caminhos de Geografia) - Promove uma análise crítica sobre a evolução epidemiológica da cárie dentária no Brasil.
- c) **Impactos da Fluoretação na Água do CISMENPAR/PR: Entre a Prevenção da Cárie e os Riscos da Fluorose** (A ser submetido/Revista Hygeia) – Finaliza o estudo com a análise dos indicadores regionais de abastecimento público e dos dados epidemiológicos de Assaí e Miraselva.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar os aspectos geológicos, hidrogeológicos e hidrogeográficos da Regional de Londrina (PR) e o consumo da água de abastecimento público, com o intuito de identificar concentrações de flúor e as possíveis relações com a saúde coletiva da população.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Compreender as ocorrências naturais e antrópicas, de fluoretos na água consumida na Regional estudada.
- Analisar a água de abastecimento público a fim de verificar se os teores de fluoretos estão adequados nas águas de abastecimento público.
- Gerar parâmetros estatísticos, para quantificar e localizar a exposição ao consumo de fluoreto na regional de estudo no período de 2021 a 2025.
- Analisar, avaliar, mensurar e espacializar, em escala regional e local, possíveis áreas de riscos, e consequente intervenção, para estudos epidemiológicos e ações do poder público, frente as necessidades e especificidades geográficas.
- Gerar subsídios que podem ser relevantes para trabalhos multidisciplinares, que se interessem na saúde pública local, como investigações epidemiológicas principalmente da saúde bucal, utilizando conceitos da Geografia da Saúde.
- Compreender como é realizado a gestão, fornecimento e fiscalização dos índices de fluoretos na água consumida;
- Determinar possíveis comunidades mais vulneráveis à cárie e fluorose na Regional estudada.

2.3 ÁREA DE ESTUDO

A área em estudo compreende a 17ª Regional de Saúde, ou seja, compõe a Região do Consórcio Intermunicipal de Saúde do Médio Paranapanema – CISMEPAR que atua como ferramenta de gestão e articulação intermunicipal para 21 municípios (figura 1), abrangendo a população de cerca de 1 milhão de habitantes.

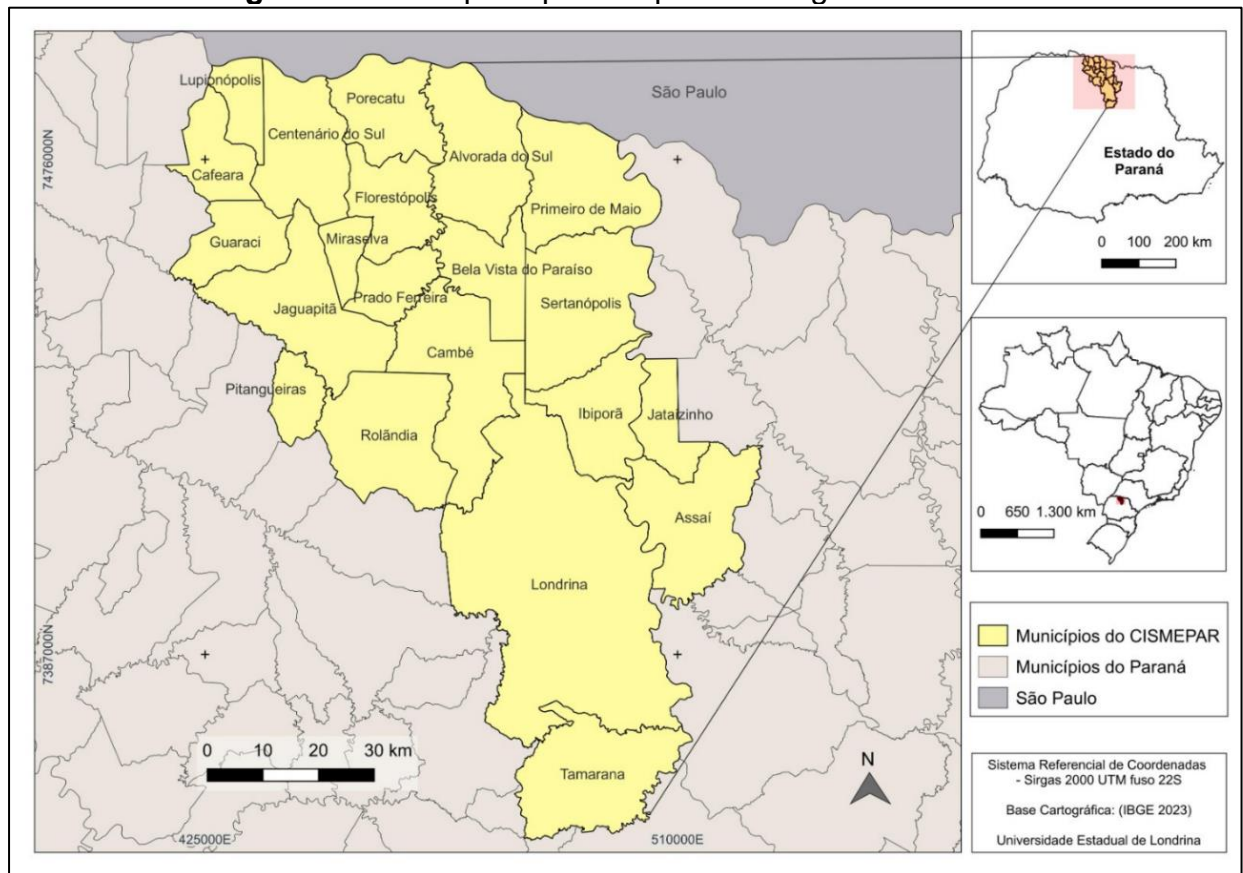
Esse consórcio destina-se a contribuir com a organização do sistema de saúde dentro da área de jurisdição dos municípios consorciados, segundo diretrizes do Sistema Único de Saúde, por meio de programas de interesse comum. Esse consórcio foi criado em janeiro de 1995, a partir da necessidade de um órgão que viabilizasse o atendimento às necessidades de saúde do território regional, com maior resolutividade e rapidez administrativa.

Desta forma, iniciou suas atividades a partir da execução de um programa de atenção ambulatorial especializada e ampliou seu escopo de programas desenvolvidos a partir das demandas apresentadas pelos municípios consorciados, tendo se revelado um importante instrumento de ação dos municípios que uniram esforços, somando recursos para a solução de problemas que lhes são comuns, obtendo, a partir da ação coletiva, excelentes resultados.

A área de estudo está localizada geograficamente na região sul do Brasil, no norte do estado do Paraná. Suas coordenadas geográficas centrais são 23° 31' 13.969" Latitude Sul e 50° 56' 48.911" Longitude Oeste, como representado na (figura 1). Dentro do contexto geológico, a região está inserida na Bacia Sedimentar do Paraná, que compreende o Segundo e o Terceiro Planalto Paranaense, cobrindo a maior parte do Estado.

A Bacia do Paraná é caracterizada pela sua “evolução sobre a Plataforma Sul-Americana. Sua formação foi iniciada há cerca de 400 milhões de anos no Período Devoniano, terminando no Cretáceo” (MINEROPAR, 2001, p. 3).

Figura 1 - Municípios que compõem a Região de Estudo



Fonte: Adaptado de IBGE (2022).

Uma das grandes preocupações em relação a esta área é que muitos municípios utilizam água subterrânea exclusivamente para sua população e entendendo que muitas vezes a presença natural do flúor na região pode estar relacionada a alteração de biotita dos granitos e de argilominerais. No entanto, considerando que a captação frequentemente ocorre em porções mais rasas do aquífero, é possível que a ocorrência de flúor também esteja relacionada a fontes antrópicas de contaminação.

A 17ª Regional de saúde ou melhor especificando, o Consórcio Intermunicipal de Saúde do Médio Paranapanema (CISMEPAR) conta com 4 microrregiões. O território possui um município sede da região metropolitana, 3 municípios de médio porte, sendo estes 4 municípios as sedes de cada uma das microrregiões. Além disso, o território conta com 6 municípios com até 6 mil habitantes e 11 municípios com mais de 6 mil habitantes e até 20 mil habitantes.

Pode-se observar a através da Figura 2, o porte e quantidade de atendimentos do CISMEPAR para a área estudada.

Figura 2 - Grupos de Identidade Territorial (GTI)



Fonte: Adaptado de CISMEPAR ([2025]).

Essa figura 2 do quadro de grupos atende por região censitária, abrangendo os 21 municípios estudados, sendo agrupados por porte de densidade demográfica.

A organização destes municípios classificados por porte populacional e a população total aponta que o município sede da região apresenta população de 575.377 habitantes, enquanto os municípios sede de microrregião somam 229.855 habitantes. Os municípios de médio porte representam 23,6% da base populacional, somando 229.855 habitantes.

Os pequenos municípios somam 17 municípios, sendo a maioria quantitativa dos municípios da região e juntos representam 27,2% da população do território regional.

A população da área estudada, contabilizada em 2022, último ano censitário, cerca de 1.124.791 habitantes, segundo o IBGE (2022).

A população da área estudada contabilizava em 2010, cerca de 871.267 habitantes, com uma projeção para 2018 de 953.722, segundo o IBGE (2011), mas como visto no quadro 1, esse número ultrapassou. Sendo notório que a população local se concentra predominantemente nos centros urbanos (94,3%).

Quadro 1 - População da Área de Estudo - Densidade Populacional

MUNICÍPIOS	Total/Hab 2022	Densidade Hab/km2	Território km²	% Urbana	% Rural
Alvorada do Sul	10.326	24,34	424,25	71,36%	28,64%
Assaí	13.797	31,33	440,347	83,08%	16,92%
Bela Vista do Paraíso	14.833	61,12	242,689	94,14%	5,86%
Cafeara	2.627	14,14	185,800	81,43%	18,57%
Cambé	107.208	216,42	495,375	96,09%	3,91%
Centenário do Sul	10.832	29,13	371,834	83,42%	16,58%
Florestópolis	11.446	46,37	246,331	93,96%	6,04%
Guaraci	4.748	22,43	211,68	80,35%	19,65%
Ibiporã	51.603	173,31	297,742	95,22%	4,78%
Jaguapitã	15.122	31,34	475,004	84,91%	15,09%
Jataizinho	11.813	74,21	159,178	93,08%	6,92%
Londrina	555.937	336,41	1 652,569	97,4%	2,6%
Lupionópolis	4.813	39,76	121,067	88,83%	11,17%
Miraselva	1.996	21,77	90,294	76,82%	23,18%
Pitangueiras	3.046	24,72	123,229	72,5%	27,5%
Porecatu	11.624	39,85	291,663	80,64%	19,36%
Primeiro de Maio	10.082	24,33	414,442	93,09%	6,91%
Prado Ferreira	3.706	24,26	153,399	87,81%	12,19%
Rolândia	71.670	156,14	459,024	87,81%	12,19%
Sertanópolis	15.930	31,51	505,532	87,68%	12,32%
Tamarana	10.707	22,68	472,155	47,77%	52,23%
Total	1.124.791				

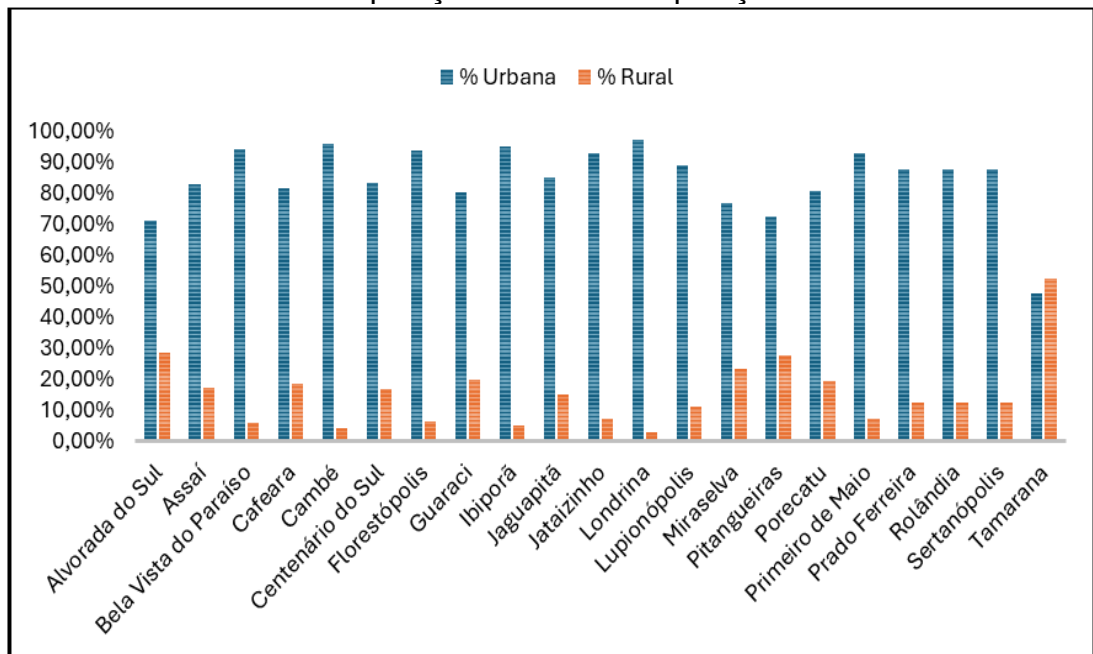
Fonte: Adaptado de IBGE (2022).

Verifica-se que apenas Tamarana tinha um contingente populacional maior na área rural, segundo o Censo de 2022, os 20 municípios restantes da região em estudo são altamente urbanizados, com destaques para Cambé e Londrina.

De acordo com os dados do último Censo, observa-se um expressivo crescimento populacional em determinados municípios, como Londrina, que registrou um aumento de 49.490 habitantes, e Sarandi, cuja população cresceu em mais de 30 mil pessoas.

Pelo lado das reduções, entre os municípios que mais perderam população em números absolutos estão Porecatu (-2.565) e Assaí (-2.557).

Gráfico 1 – População Urbana X População Rural



Fonte: Adaptado de IBGE (2022).

O quadro 1, demonstra a disposição geográfica dos 21 municípios na regional, além da densidade demográfica, que evidencia municípios com grande quantidade de habitantes por km² em contraponto com outros com menores densidades.

A população dentro dos limites da região estudada se concentra principalmente no eixo de aglomeração urbana (Fresca, 2012), sendo essas cidades as com maiores densidades demográficas, conforme afasta-se do eixo os municípios têm menor densidade populacional. Ainda, de acordo com Fresca (2012, p. 173-174):

Mas cabe apontar que os deslocamentos se articulam também ao movimento da economia e da sociedade: ora expansiva criando maior oferta de emprego e salário, ampliando os deslocamentos para determinados municípios seja para trabalho, consumo de bens e serviços; ora recessiva com implicações diretas nos fluxos cotidianos.

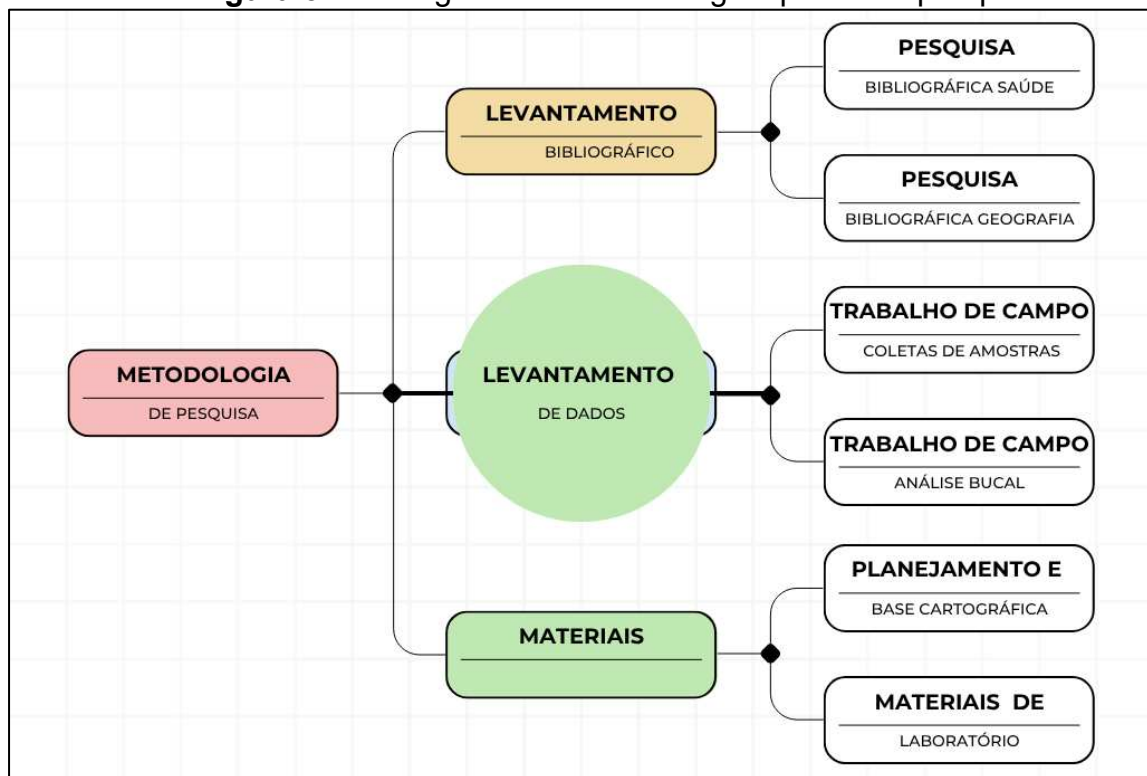
E no contexto das regiões metropolitanas e aglomerações urbanas brasileiras, estes fluxos foram muito ampliados nas últimas décadas, impondo que seu estudo também coloque em relevo questões de infraestruturas como transporte intraurbano, metropolitano, individual, a extensão da área e da região e todas as implicações que isto possa gerar, particularmente a questão da segregação (Moura *et al.*, 2005 *apud* Fresca, 2012, p. 174).

A geografia traz o conceito de território, nele também se insere o conceito das regiões metropolitanas, notadamente é necessário o entendimento deste importante conceito para a pesquisa.

2.4 METODOLOGIA

A pesquisa seguiu o fluxograma observado na figura 3.

Figura 3 – Fluxograma da metodologia aplicada à pesquisa



Fonte: Os autores (2025).

2.4.1 Levantamento Bibliográfico

Inicialmente, realizou-se uma revisão de bibliografia nacional e internacional em: livros, artigos, periódicos, internet, fotos de satélite, cartas topográficas e mapas.

O levantamento bibliográfico foi direcionado aos principais trabalhos científicos,

artigos, dissertações e teses relacionados à Geografia da Saúde e Epidemiologia.

Em um segundo momento, a pesquisa foi dirigida para gestão sustentável de recursos hídricos e análise das principais legislações vigentes no país sobre recursos hídricos para colaborar na composição de um plano de Gestão de recursos hídricos para os municípios estudados.

Foram utilizados dados primários extraídos do Laboratório de química da UEL, coletadas 87 amostras de águas superficiais e subterrâneas em 21 municípios do CISMEPAR, entre 2021 e 2022, adicionadas as 499 amostras coletadas entre 2022 e 2023, totalizando 586 amostras.

2.4.2 Levantamento de Dados

Após análises das amostras de 2021 a 2023, a pesquisa foi aprofundada com base na obtenção de dados primários através de análise hidrogeoquímica com trabalhos de campo na área de estudo, realizada em etapas distintas:

- a) **A primeira etapa** pautada com objetivo de obtenção de coordenadas geográficas da área de estudo e dos poços identificados anteriormente através das informações cadastradas pelo SAAE, SAMAE e SANEPAR. As coordenadas geográficas serão obtidas através de aparelho GPS de navegação (sistema de posicionamento global).
- b) **A segunda etapa** foi Através das informações dos prontuários do CISMEPAR, realizadas no ano de 2023, com a liberação pelo Comitê de Ética nº **69883623.7.0000.5231**, foram investigadas as moléstias sobre: Câncer, Comprometimento do sistema nervoso central, sistema ósteo, cárie dentária, deficiências renais, deformidades dos ossos, insuficiência cardíaca, derrames, Alzheimer e acidentes cardiovasculares, insuficiência renal.

Os dados foram submetidos à análise e espacialização, em escala regional e local, identificando possíveis áreas de riscos, e consequente a intervenção, para estudos epidemiológicos e ações do poder público, frente as necessidades e especificidades geográficas, gerando subsídios que podem ser relevantes para trabalhos multidisciplinares, que se interessem na saúde pública local, como investigações epidemiológicas principalmente da saúde bucal, utilizando conceitos da

Geografia da Saúde.

Com estes dados pode-se perceber que algumas doenças sobressaiam na região e foram investigadas, sendo as mesmas, dispostas em formato de artigo.

- c) **A terceira etapa** do trabalho foi o campo coletar as amostras de água de todos os municípios analisados que são abastecidos pela água subterrânea ou superficial e que nas primeiras análises sobressaíram os teores permitidos pela legislação vigente ou que estavam abaixo do VMP, que servem de abastecimento da população estudada.

As amostras coletadas foram acondicionadas em frascos de polietileno de 2 litros, enxaguadas pelo menos cinco vezes com a água do poço e mantidas em caixa de isopor com gelo até a chegada ao laboratório. Essa etapa foi realizada em julho (mês seco), nas escolas do ensino fundamental 2, devida a idade das crianças (12 anos). Os municípios visitados foram: Assaí, Bela Vista do Paraíso, Cambé, Florestópolis, Ibiporã, Jaguapitã, Lupionópolis, Miraselva e Sertanópolis. Totalizando 21 amostras coletadas (figura 4).

Figura 4 - Trabalho de Campo nos Colégios da Região da Área Estudada



Fonte: Os Autores (2025).

Para realização da caracterização química, as amostras foram realizadas no laboratório de química da Universidade Estadual de Londrina e na Estação de tratamento de água SAMAE (Ibiporã). O parâmetro químico analisado foi o teor de fluoreto nas águas de abastecimento público da área estudada.

Nessa etapa foram analisados apenas os municípios que ultrapassavam o VMP de teor de fluoreto ou os municípios que estavam muito abaixo do VMP, priorizados

como ponto de coletas áreas de grande fluxo de pessoas na área urbana, como escolas, além das regiões de fim de rede de abastecimento conforme indica o MS para o plano de amostragem (Brasil, 2004, p.11).

- d) **A Quarta Etapa:** A coleta de amostras ocorreu no mês de janeiro (27 a 30) de 2025 mês chuvosos. Foi realizada a coleta neste período pois os sólidos dissolvidos estão menos concentrados devido ao período chuvoso do mês. Foi realizada a coleta de água dos municípios de Assaí, Bela Vista do Paraíso Cambé, Florestópolis, Ibiporã, Jaguapitã, Lupionópolis, Miraselva, 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 Análises da Estação de tratamento do SAMAE, foram mantidas sob refrigeração até a análise química e acompanhado pela pesquisadora. Nesta etapa, foi realizada uma conversa com as diretoras dos municípios de Assaí, Sertanópolis e Miraselva a fim de identificar as turmas de alunos com 12 anos completos para análise bucal, através da parceria com a Odontologia da Universidade Estadual de Londrina.

- e) **A Quinta etapa:** Análise Bucal do Colégio Estadual Machado de Assis (Sertanópolis); Colégio Estadual Carrão (Assaí) e Colégio Estadual Arnaldo Busato (Miraselva). Nesta etapa, o trabalho foi auxiliado pela equipe de odontologia da Universidade Estadual de Londrina, a fim de verificar *in situ*, se os alunos de 12 anos possuíam dentes cariados ou com notoriedade de fluorose dentária. Os residentes foram auxiliados pelo Prof. Dr. Pablo Guilherme Caldarelli e através de uma ficha (figura 5), que foi analisada posteriormente, os residentes foram identificando as observações encontradas. As visitas ocorreram nos meses de fevereiro a março de 2025, com um total de cerca de 200 crianças analisadas.

Figura 5 - Análise Bucal em crianças do Colégio Estadual Conselheiro Carrão - Assaí/PR



FICHA DE EXAME																																																				
Examinador (a):	_____																																																			
Município:	Estado: _____ Data do exame: ____/____/____																																																			
Escola:	_____																																																			
NOME:	_____																																																			
IDADE:	SEXO: _____ COR/RAÇA: _____																																																			
<table border="0" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td style="border: none;">18</td><td style="border: none;">17</td><td style="border: none;">16</td><td style="border: none;">15</td><td style="border: none;">14</td><td style="border: none;">13</td><td style="border: none;">12</td><td style="border: none;">11</td><td style="border: none;">•</td><td style="border: none;">21</td><td style="border: none;">22</td><td style="border: none;">23</td><td style="border: none;">24</td><td style="border: none;">25</td><td style="border: none;">26</td><td style="border: none;">27</td><td style="border: none;">28</td> </tr> <tr> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px;"></td><td style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px;"></td><td style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px;"></td><td style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px;"></td><td style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px;"></td><td style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px;"></td><td style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px;"></td><td style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px;"></td><td style="border: none;">•</td><td style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px;"></td><td style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px;"></td><td style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px;"></td><td style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px;"></td><td style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px;"></td><td style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px;"></td><td style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px;"></td><td style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px;"></td> </tr> <tr> <td style="border: none;">48</td><td style="border: none;">47</td><td style="border: none;">46</td><td style="border: none;">45</td><td style="border: none;">44</td><td style="border: none;">43</td><td style="border: none;">42</td><td style="border: none;">41</td><td style="border: none;">←</td><td style="border: none;">31</td><td style="border: none;">32</td><td style="border: none;">33</td><td style="border: none;">34</td><td style="border: none;">35</td><td style="border: none;">36</td><td style="border: none;">37</td><td style="border: none;">38</td> </tr> </table>		18	17	16	15	14	13	12	11	•	21	22	23	24	25	26	27	28									•									48	47	46	45	44	43	42	41	←	31	32	33	34	35	36	37	38
18	17	16	15	14	13	12	11	•	21	22	23	24	25	26	27	28																																				
								•																																												
48	47	46	45	44	43	42	41	←	31	32	33	34	35	36	37	38																																				
FLUOROSE 0. Normal 1. Questionável 2. Muito leve 3. Leve 4. Moderada 5. Severa Índice de Dean: <input style="width: 30px; height: 20px;" type="text"/>	CÁRIE DENTÁRIA C. Cariado: <input style="width: 20px; height: 20px;" type="text"/> P. Perdido: <input style="width: 20px; height: 20px;" type="text"/> O. Obturado: <input style="width: 20px; height: 20px;" type="text"/> ↓ CPO-D: <input style="width: 30px; height: 20px;" type="text"/>																																																			
	X. Excluído: <input checked="" type="checkbox"/>																																																			

Fonte: Os Autores (2025).

2.4.3 Dados Externos

a) Banco de dados SISÁGUA

O banco de dados produzido com as informações do SISÁGUA permitiu a compilação em informações pertinentes à gestão dos fluoretos e metais pesados na área de estudo, sua distribuição natural, indicação de possíveis áreas de riscos quanto à ingestão desses elementos e correlação espacial com dados socioeconômicos advindos do Censo 2022.

b) Banco de dados DATASUS

O banco de dados DATASUS (Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde), possui a função de controle e processamento das contas referentes à saúde que antes era da Empresa de Tecnologia e Informações da Previdência Social (DATAPREV), foi necessário para a coleta dos dados em saúde juntamente com os dados do CISMENPAR, necessários para a presente pesquisa.

Após os dados coletados de água e saúde, foram interpolados, a interpolação utiliza pontos vetoriais com valores conhecidos para estimar valores locais desconhecidos cobrindo a superfície de toda uma área.

O resultado da interpolação (figura 6) é tipicamente uma camada raster. Foi

utilizado o SIG de Interpolação IDW, onde atribui pesos ponderados aos pontos amostrais, de modo que a influência de um ponto sobre outro diminui com a distância do novo ponto a ser estimado e o referido trabalho demonstra os dados, levando em conta a delimitação espacial dos setores censitários urbanos, os dados cadastrais das amostras.



2.4.4 Planejamento das Amostras

Através de imagens de satélites Landsat 8 da área estuda e informações da localização de cada ponto de Saneamento Básico (SAMAE, SAAE e SANEPAR),

Ocorreram os trabalhos de campo, onde foi retirado de cada local uma amostra, sendo acondicionado em frasco de polietileno, enxaguado 5 (cinco) vezes com a água que para análise.

2.4.5 Materiais

2.4.5.1 Imagens e referências

Através do INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais), foram adquiridas imagens de satélites LAND SAT 8, SAD 69 DATUM, UTM ZONA 22, SUL, 54D à 48D OESTE que possibilitaram compor mapas da área do CISMEPAR e checar coordenadas geográficas, bem como, perceber a composição da paisagem e sua organização, auxiliando os trabalhos em campo.

Essa área foi escolhida como recorte espacial por contemplar os dois aquíferos

(SAG e o SASG), e por alguns municípios estudados utilizarem das águas subterrâneas para abastecimento público.

A análise de imagens de satélites e mapas possibilitaram compor novos mapas sobre a área de estudo como: geológico, climatológico, hidrológico e de solos auxiliando em estudos posteriores. Esses dados coletados auxiliaram no entendimento de como o uso do solo pode interferir na qualidade da água dos municípios que fazem uso exclusivo da água subterrânea, checando as coordenadas geográficas, bem como, perceber a composição da paisagem e sua organização, auxiliando os trabalhos em campo.

Para realização do banco de dados, georreferenciamento de imagens, classificação, edição de imagens, processamento de dados, análise espacial de informações e confecção da cartografia de toda a tese, utilizou-se do Sistema de Informação Geográfica o ArcGis Pro.

A estruturação de banco de dados hidrogeoquímicos e análise espacial de dados regionalizados foi utilizado o programa Excel 2010, visando à organização dos dados para elaboração de tabelas.

2.4.5.2 Metodologia de constituição da base cartográfica

A base cartográfica dos municípios integrantes da área do CISMENPAR foi revisada no SIG ArcGis Pro, com uma base em formato DXF. Primeiramente, no ArcCatalog, houve a criação dos shapefiles, transformando as planilhas do Excel com os dados de coordenadas em UTM (Projeção de Mercator), depois arquivos foram baixados em shapefile (banco de dados) do site do ITCG (bases cartográficas de uso do solo, relevo e hidrografia, divisão de municípios do Paraná para serem trabalhados no ArcMap.

Através do mapa do Paraná, foi realizado um recorte dos municípios dentro do ArcMap, que foi utilizado posteriormente, como fonte de dados as imagens do Satélite LANDSAT 8.

Este satélite contém as imagens da região, sendo as mesmas gratuitas e atualizadas. Essas imagens são disponibilizadas pelo INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, do Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações. Depois de gerados os mapas, eles foram exportados com a extensão JPEG.

Com a base já elaborada, através dela foi confeccionada os mapas

hidroquímicos.

2.4.5.3 Materiais de laboratório utilizados para análise da água

- ◆ Frascos de polietileno previamente lavados com HCl 10% (v/v) de 200ml e de 2 litros
- ◆ Membrana Ha em ester de celulose 0,45UM – 047 mm, branca quadriculada
- ◆ Luvas de silicone
- ◆ Pipeta de 10 ml
- ◆ Funil de vidro
- ◆ Presilha
- ◆ Rolha
- ◆ Kitasato de 500 ml
- ◆ Câmara de vácuo
- ◆ Becker 200 ml;
- ◆ Balão volumétrico 50 ml
- ◆ Tubos de ensaio

2.4.5.4 Materiais de campo

- ◆ Celular para fotografar;
- ◆ GPS MAP 60 CSx (marca Garmim)

2.5.4.5 Procedimento de análise

O Método Analítico empregado na obtenção de dados químicos segue demonstrado no quadro 2.

A técnica da Potenciometria Direta é indicada pela Fundação Nacional de Saúde (FUNASA), conforme o Centro Colaborador do Ministério da Saúde em Vigilância da Saúde Bucal da Universidade de São Paulo (CECOL).

Quadro 2 - Método Analítico empregado na Pesquisa

PARÂMETRO	MÍNIMO DETECTADO (mg/L)	MÉTODO DE ANÁLISE
<i>Fluoreto (F-)</i>	-	Potenciometria

Fonte: Adaptado da Portaria GM/MS nº 888 (Brasil, 2021).

É utilizado um eletrodo sensível a íons de flúor. O eletrodo é calibrado com soluções de fluoretos conhecidas (soluções base), essas informações são utilizadas para uma regressão linear, que identifica os valores de fluoreto nas amostras coletadas por meio da diferença potencial entre essas.

Foi utilizada também uma solução tampão (TISABII), que ajusta o PH e a força iônica, para que os íons de fluoretos estejam livres na solução e o eletrodo possa realizar a leitura dos valores existentes em cada amostra.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 CONCEITO DE TERRITÓRIO NA GEOGRAFIA

O conceito de território na Geografia contemporânea ultrapassa a noção tradicional de espaço físico delimitado por fronteiras geopolíticas. Ele é compreendido como um espaço apropriado, marcado por relações de poder, identidade, controle e uso social. A Geografia crítica, especialmente, tem se dedicado a estudar o território como uma construção social dinâmica, onde diferentes atores disputam significados e usos.

Segundo Claude Raffestin (1993, p. 143), território é “um espaço definido e delimitado por e a partir de relações de poder”. Ele argumenta que o território é resultado da ação humana sobre o espaço, mediada por relações de dominação, controle e organização social.

Milton Santos (2002, p. 19), geógrafo brasileiro de grande relevância, amplia essa compreensão ao afirmar que “o território é o chão mais os sistemas de objetos e de ações que o utilizam”. Para ele, o território é inseparável do uso que dele se faz, e envolve tanto os aspectos naturais quanto os técnicos, econômicos e sociais. Essa abordagem integra a dimensão material e imaterial do território.

Haesbaert (2004) contribui com uma visão multidimensional do território, destacando que ele pode ser simultaneamente político, simbólico, identitário e econômico. Em sua análise, o autor introduz o conceito de “multiterritorialidade”, que reconhece a possibilidade de um indivíduo ou grupo estar inserido em múltiplos territórios ao mesmo tempo. Ele afirma que “o território é também um espaço de pertencimento, de identificação” (Haesbaert, 2004, p. 104).

Já Sack (1986, p. 19), em uma perspectiva mais voltada à Geografia política anglo-saxônica, define território como “uma tentativa de afetar, influenciar ou controlar ações e interações por meio do controle sobre uma área geográfica específica”. Sua abordagem enfatiza o território como instrumento de poder e controle social.

Portanto, na Geografia atual, o território é compreendido como um conceito complexo, que articula dimensões espaciais, políticas, culturais, simbólicas e afetivas. Ele é permanentemente produzido e reproduzido pelas práticas sociais e pelas disputas entre diferentes atores, sendo um elemento central para a compreensão das dinâmicas socioespaciais.

3.2 POLÍTICAS PÚBLICAS

As políticas públicas voltadas à saúde bucal no Brasil têm desempenhado um papel fundamental na prevenção da cárie dentária, especialmente por meio da ampliação do acesso aos serviços odontológicos no Sistema Único de Saúde (SUS).

A criação da Política Nacional de Saúde Bucal, conhecida como Brasil Sorridente, em 2004, foi um marco importante para a promoção da saúde bucal, integrando ações de prevenção, diagnóstico e tratamento das doenças bucais, com ênfase especial na cárie dentária.

Essas ações incluem desde a oferta de escovação supervisionada nas escolas até a fluoretação das águas de abastecimento público, prática reconhecida como uma das mais eficazes medidas preventivas de cárie.

Além disso, as estratégias educativas e promocionais têm buscado sensibilizar a população sobre a importância da higiene bucal, alimentação saudável e uso adequado do flúor.

Segundo Narvai (2010), a cárie dentária, apesar de ser uma doença evitável, ainda representa um grave problema de saúde pública, principalmente entre crianças e populações vulneráveis. Portanto, a continuidade e o fortalecimento das políticas públicas voltadas à saúde bucal são essenciais para garantir a equidade no acesso ao cuidado odontológico e a melhoria da qualidade de vida da população.

Uma visão ampliada de políticas públicas pode ser observada em trabalhos de Josué de Castro (2008), sendo um dos pioneiros na denúncia da fome como um problema social e político, e não apenas como resultado de fatores naturais.

Em sua obra *Geografia da Fome*, publicada originalmente em 1946, ele critica a forma como o Estado negligencia às populações famintas, tratando a fome como um fenômeno isolado e não como parte de um sistema de desigualdade. Segundo ele, “a fome não é uma fatalidade: é uma criação do homem” (Castro, 2008, p. 14). Essa afirmação aponta para a responsabilidade das políticas públicas na construção ou no combate à fome.

Castro propõe que é necessário repensar a distribuição de terras, os sistemas de produção agrícola e a forma como o Estado atua na economia alimentar. Para ele, a fome persiste porque atende a certos interesses sociais e econômicos. Ele afirma: “a organização econômica e política vigente interessa-se em manter a estrutura social que gera a fome, pois ela serve para disciplinar e submeter os pobres” (Castro, 2008, p. 89).

Assim, políticas públicas eficazes contra a fome devem ir além da assistência pontual e atacar as causas estruturais do problema, como a má distribuição de renda e de recursos.

Além disso, Josué de Castro defende a construção de políticas públicas voltadas à educação alimentar e à valorização da produção local. Ele acreditava que a solução para a fome passava também pela soberania alimentar e pelo envolvimento das comunidades. Como escreve: “não basta alimentar os famintos: é preciso transformar as condições que os tornaram famintos” (Castro, 2008, p. 112). Sua visão permanece atual e relevante, especialmente em contextos de crise social, onde a fome ressurge como um desafio à dignidade humana e à justiça social.

Outro ponto importante destacado por Josué de Castro é a relação entre fome e acesso à água. Em sua análise das regiões semiáridas do Brasil, ele observa que “a escassez de água potável, além de comprometer a saúde das populações, limita severamente a produção de alimentos” (Castro, 2008, p. 57). Ele reforça que políticas públicas voltadas ao combate à fome não podem ignorar o papel essencial da água na agricultura e na sobrevivência humana. Investimentos em infraestrutura hídrica, como cisternas e barragens, são medidas fundamentais para garantir segurança alimentar em regiões vulneráveis.

3.3 GEOLOGIA MÉDICA

A Geologia Médica estuda as variações regionais na distribuição dos elementos químicos, é uma ciência interdisciplinar, lida principalmente com os metálicos e metaloides, seus comportamentos geológico-geoquímicos, as contaminações de causas humanas ou naturais, e os possíveis danos à saúde humana, animal e/ou vegetal por deficiências ou excessos desses elementos.

Para Lacaz, Baruzzi e Siqueira (1972), “os trabalhos iniciais de Geografia Médica vinculavam áreas endêmicas de doenças, com determinadas características culturais, raciais e climáticas, relacionando ambientes e grupos populacionais de forma determinista”.

É notório que os seres vivos necessitam de alguns elementos químicos para manutenção de sua saúde e para os seres humanos, são essenciais os macronutrientes Ca, Cl, Mg, P, K, Na, S, O, H e S e os micronutrientes Co, Cr, Cu, Fe, Mn, Mo, Se, V e Zn, além de F, I e Si. Portanto, a Geologia Médica estuda a carência

e/ou o excesso desses elementos na ingestão de águas, alimentos e ar pode acarretar prejuízos à saúde.

Conforme Pessoa (1978) “este ramo da Geografia surgiu tendo como finalidade principal analisar a distribuição e a prevalência das doenças na superfície da Terra”. Essa especialidade brota no cenário científico internacional como elo entre os profissionais das ciências médicas e os das geociências, em busca da qualidade de vida das populações.

Este ramo científico tornou-se parte integrante da Filosofia Grega e do ensino da medicina ocidental até o final do século XIX, além de ser considerada uma importante ferramenta para o diagnóstico das patologias, por meio da inquirição das localidades de residência dos enfermos (Armstrong, 1983; Peiter, 2005).

A Geologia médica está bem reconhecida e identificada na existência de relações diretas entre a Geologia, representada essencialmente pela Mineralogia e pela Geoquímica, e a Saúde Humana. De acordo com Gomes (2021, p. 1):

A Geologia Médica é um campo científico emergente recente — com início há cerca de 20 anos — que está tendo um rápido desenvolvimento e grande utilidade em termos de Saúde Pública. Que é a ciência e arte de prevenir a doença, prologar a vida, e promover a saúde através de esforços organizados e escolhas informadas da sociedade, organizações públicas e privadas, comunidades, e indivíduos, analisando a saúde duma população e os riscos que a mesma corre.

A designação “Geologia Médica” foi aprovada e adotada em 1997. Antes, e desde 1934, este campo científico teve várias denominações: Geomedicina, Medicina Geográfica, Medicina Ambiental, Mineralogia Ambiental, Geoquímica Ambiental, e Mineralogia e Geoquímica Médicas.

Diante disso, de acordo com foi instituído em 2003, o Programa Nacional de Pesquisa em Geoquímica Ambiental e Geologia Médica - PGAGEM, sob a coordenação do Serviço Geológico do Brasil - SGB/CPRM. Com atuação multi-institucional e interdisciplinar e com resultados multiusos, o PGAGEM foi elaborado por pesquisadores do SGB, da Universidade de Campinas - Unicamp, da Universidade do Estado de São Paulo - USP, da Universidade Federal do Estado do Pará - UFPA, da Universidade Estadual de Londrina - UEL, da Universidade Federal de Ouro Preto - UFOP, do Serviço Geológico do Paraná – MINEROPAR, do Instituto Evandro Chagas, do Instituto Adolfo Lutz, da Escola Nacional de Saúde Pública - ENSP (Fiocruz) e da Empresa Brasileira de Agropecuária - Embrapa (Solos).

O termo “Médica” implica, como é bem sabido, o tratamento e cura da doença e o termo “Geologia”, em abrangência mais ampla que a Mineralogia e a Geoquímica. Efetivamente, a Medicina, assenta em três pilares básicos e interdependentes: informação científica, diagnóstico e terapêutica.

De acordo com Gomes (2021, p. 2):

O conceito de Geologia Médica tem relações com dois outros novos conceitos, Saúde Ambiental e Saúde Eco. O conceito de Saúde Ambiental é mais abrangente que o conceito de Geologia Médica, sendo definido como um ramo da Saúde Pública cujos alvos são as interações do ambiente natural e do ambiente construído na saúde humana. O conceito de Saúde Eco (Eco Health, em inglês) tem por alvo a investigação de como as mudanças dos ecossistemas (biológicos, físicos, sociais e económicos) criadas pelo homem afetam a sua saúde. As recentes doenças fortemente virulentas tais como, SARS, Ébola e outras entre as quais está a recentíssima COVID-19, todas elas resultantes de mudanças nos ecossistemas promovidas pelo homem.

Em 2006, foi estabelecida a IMGA (International Medical Geology Association), presentemente com cerca de 500 associados de vários países, agregados em grupos nacionais. De acordo com Silva *et al.* (2006, p. 118):

No Brasil, pesquisadores da área de Geologia Médica têm recorrido principalmente aos livros e artigos de Selinus *et al.* (2005), Skinner & Berger (2003), Cortecci (2002), Singh (2000), Licht (2001) e Figueiredo (2005b). Assim, com base nesses autores, a Geologia Médica pode ser definida como “o estudo das relações entre os fatores geológicos naturais e a saúde, visando o bem-estar dos seres humanos e outros organismos vivos”.

A união proporcionada pela Geologia Médica entre geólogos e outros cientistas como médicos, odontólogos, veterinários e biólogos, num esforço para resolver local e globalmente as questões de saúde, auxiliou para fortalecer e integrar pesquisas que possam reduzir as ameaças ambientais para a saúde e bem-estar dos humanos e animais.

A Geografia encontrou na Geologia Médica um avanço para os estudos geográficos a partir da Segunda Guerra Mundial, pois precisava encontrar relações sobre as doenças encontradas no campo de batalha. Segundo Peiter (2005, p. 11):

Até o fim do século XIX a Geografia Médica foi um campo de conhecimento construído apenas por médicos que consideravam unicamente os fatores estritamente relacionados aos agentes etiológicos causadores de patologias, sem levar em consideração os condicionantes socioeconômicos, tão relevantes neste contexto, considerando-se as péssimas condições de moradia e trabalho aos quais grande parte dos indivíduos estavam condicionados.

Conforme Guimarães (2007b), no início do século XX, os estudos de Max Sorre aproximaram a pesquisa geográfica da temática higienista; porém as suposições deste pesquisador, inspirado em rumos traçados por outros estudiosos da Geografia francesa clássica.

Os estudos que relacionam espaço e saúde são fortemente influenciados pela “nova geografia”, cujo objetivos são a rapidez das análises, a objetividade, a elaboração de modelos e hipóteses para estabelecer previsões e o esforço no sentido de alcançar uma interdisciplinaridade (Santos *et al.*, 2007).

Ao longo da história, percebeu-se que a Geografia e a Geologia médica se relacionam intrinsecamente, auxiliando na busca quantitativa e qualitativa na elucidação de eventos que antes eram observados apenas através da Geografia.

A década de 1950 foi marcada pela inserção do Positivismo Lógico no pensamento geográfico, sob a denominação de Geografia Teórica Quantitativa (Corrêa, 2007).

Este processo de renovação motivou a introdução de novos métodos e temas pelos geógrafos, inclusive no âmbito da Geografia Médica (Peitter, 2005).

Portanto, de acordo com Guimarães (2007, p. 15):

[...] a combinação dos conhecimentos oriundos das ciências da terra com aqueles provenientes da medicina e das ciências da vida oferece a oportunidade de inúmeras aplicações e possibilidades para a solução de questões concernentes à saúde. Essa integração de esforços pode melhorar a definição do problema, auxiliar nas estratégias de abordagem, definir e localizar fontes de água potável, e desenvolver soluções econômicas baseadas em princípios geológicos que podem ajudar a minorar, mas principalmente prevenir sofrimento e doença.

Desse modo, cabe ao geógrafo captar os problemas que ocorrem no espaço e as enfermidades que acometem diariamente a população, pois não tem como isolar o enfermo do seu ambiente, pois o ambiente pode ser a causa, mas também pode ser a cura. Nos tempos de hoje, não há mais a possibilidade de dissolução da Geografia com a saúde, essa união será constante na vida do geógrafo.

3.4 GEOGRAFIA DA SAÚDE

A geografia da saúde no Brasil surgiu inicialmente ligada à geografia médica, cujo foco estava na distribuição espacial das doenças e sua relação com fatores

ambientais. Nos anos 1950 e 1960, a influência de teorias ambientais foi predominante, com estudos centrados em doenças infecciosas e parasitárias, como a malária, a esquistossomose e a febre amarela, em regiões como a Amazônia e o Nordeste.

A partir dos anos 1970, influenciada por mudanças no campo da saúde pública e pela crítica às abordagens exclusivamente biomédicas, uma geografia da saúde começou a incorporar aspectos socioeconômicos, culturais e políticos em suas análises. Esse movimento foi reforçado pela criação do Sistema Único de Saúde (SUS) em 1988, que chamou a atenção para a equidade no acesso aos serviços de saúde e a descentralização das políticas públicas.

A geografia e a epidemiologia sempre tiveram estreitas relações, fazendo parte do núcleo central de conhecimentos da saúde coletiva (Bousquat; Cohn, 2004). Em sua origem, ambas tiveram forte influência positivista, postulando como critério de verdade a neutralidade científica e a busca da descrição dos fatos em si. Para isso, tanto o método geográfico quanto o método epidemiológico preconizavam o distanciamento crítico do sujeito diante do objeto de estudo, visando a obtenção de resultados considerados claros e completamente corretos.

Nesse processo analítico, seria preciso a fragmentação do objeto em quantas partes fossem necessárias para a sua compreensão exata (Guimarães; Pickenhayn; Lima, 2014). Em sua origem, a geografia tinha como objeto o espaço, compreendido como ambiente físico, divorciado do tempo histórico (Santos, 1978).

A epidemiologia, por sua vez, surgia com ênfase na concepção biológica da doença, o que foi reforçado com o advento da microbiologia (Bousquat; Cohn, 2004). Desde o surgimento dessas disciplinas científicas, no final do século XIX, a cartografia teve uma posição de destaque, possibilitando a análise de padrões de distribuição das doenças em diferentes escalas geográficas (Rojas; Barcellos, 2014).

A geografia da saúde busca estabelecer uma conexão entre as categorias e perspectivas fundamentais da geografia, tais como espaço geográfico, escala geográfica, saúde e tempo, território, local e região.

Vivemos uma luta de movimentos sociais em prol de uma saúde de qualidade mais alinhada às necessidades individuais diárias de cada indivíduo. Bakhtin (2002) afirma que os processos de produção das representações sociais estão sempre invariavelmente presentes na comunicação social.

O Brasil apresenta um território vasto e marcado por disparidades regionais profundas, que influenciam diretamente os indicadores de saúde. Regiões mais

desenvolvidas, como o Sudeste e o Sul, possuem melhor infraestrutura de saúde, maior número de opções profissionais e indicadores de saúde mais desenvolvidos. Em contraste, o Norte e o Nordeste que enfrentam desafios significativos, como alta mortalidade infantil, menor expectativa de vida e maior prevalência de doenças negligenciadas.

Essa desigualdade é explicada por fatores históricos, como a colonização e a concentração de investimentos em áreas urbanas e industriais, além de fatores contemporâneos, como a urbanização acelerada.

Em relação ao "lugar", ele desempenha um papel crucial na formação desses significados sociais (Gesler, 1992). As metáforas geográficas são empregadas para criar diversas identidades na vida comunitária (Barnes; Duncan, 1992), reconhecendo que o processo não é pacífico, mas repleto de conflitos.

A geografia da saúde desempenha um papel essencial na promoção de um desenvolvimento mais equilibrado e sustentável no Brasil. Ao evidenciar as conexões entre território, saúde e sociedade, ela contribui para a construção de um sistema de saúde mais justo e eficaz.

As metáforas sobre saúde e doença, por exemplo, podem ser empregadas tanto para desvendar ou ocultar os significados das relações sociais, relações assimétricas de poder, tornando uma análise imprescindível e ainda mais rica (Guimarães, 2015).

Para compreender o conceito de saúde do ponto de vista geográfico, é necessário relacionar as categorias que o formam, como a extensão, ordem e conexão (Guimarães, 2015, p. 81).

O termo extensão refere-se à dimensão do espaço e ao mesmo tempo, implica na habilidade de localizar os objetos geográficos na superfície terrestre. A ordem é um atributo espacial relacionado à distribuição dos elementos geográficos no espaço, e o termo conexão diz respeito ao elo existente entre os objetos e as ações humanas num sistema de relações no qual nenhum elemento é isolado dos outros (Guimarães, 2015, p. 81).

As categorias espaciais estabelecem o significado do conceito saúde, o que nos conduz a uma relação hierárquica em que as categorias poderiam ser vistas como conceitos mais abrangentes que retratam a essência da realidade (Guimarães, 2015, p. 82).

Para sabermos onde estamos, é preciso estabelecer a relação social entre pontos conhecidos. Localizar é identificar o nosso lugar no mundo na interação com os

outros lugares (Guimarães, 2015).

Silveira (2006) classificaria como uma geografia existencial, que não se preocupa com a geometria das distâncias, mas com o conjunto de circunstâncias em que a vida se desenvolve. Este, aliás, tem sido o objetivo do movimento pós-geografia médica no cenário global. Essas questões ganharam destaque na literatura anglo-saxônica devido às bases teóricas da geografia humana estruturalista (Kearns; Gesler, 1998).

O Organização mundial da saúde foi influenciada por essas perspectivas e pelo Debate da Nova Geografia Cultural com o Slogan de colocar a “saúde em primeiro lugar”, representando um movimento coletivo de investigações das relações entre as teorias a respeito da cultura e das etnias e a questão do gênero e da saúde, envolvendo a percepção das pessoas e as diversas dimensões da existência (emoções, sentimentos), conforme Kearns e Joseph (1993).

O Brasil foi sofrendo modificações nas suas estruturas de saúde nos últimos anos e em seus debates internos e externos, buscou contato recentemente com a experiência portuguesa, com destaques para os trabalhos de Paula Santana (2004) e Paulo Nuno Nossa (2008), buscando compreender que entre Brasil e Portugal, as relações entre saúde e espaço são indissociáveis, pelo que se torna importante discutir o potencial da ciência geográfica na abordagem da saúde e avaliando-a como mais uma área de estudo na qual o Geógrafo pode intervir.

Ocorreram avanços significativos na Geografia da Saúde por meio de instituições de saúde criadas tanto a nível internacional como em solo brasileiro, como demonstrado no quadro 3:

Quadro 3 - Avanços da Geografia da Saúde nas Instituições de Saúde e de Ensino

PERÍODO	ORGANIZAÇÕES	OBJETIVOS
1945	ONU (ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS)	Em 1945, após as duas guerras mundiais, a ONU foi estabelecida com a finalidade de prevenir que a humanidade seja novamente atingida pelo flagelo da guerra. A ONU é um fórum de conversação entre nações, onde se debatem questões e conflitos, em busca de soluções que favoreçam a todos.
1948	OMS (ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE)	A OMS teve como principal função orientar e coordenar a saúde global no âmbito do sistema das Nações Unidas. Os campos de trabalho principais incluem sistemas de saúde, saúde ao longo da vida, doenças não transmissíveis e transmissíveis, preparação, monitoramento e resposta; e serviços empresariais.
1975	SISTEMA NACIONAL DE VIGILÂNCIA EPIDEMIOLÓGICA	A Lei no 6.259/1975 estabeleceu a instituição do Sistema Nacional de Vigilância Epidemiológica. O propósito do Sistema Nacional de Vigilância Epidemiológica (SNVE) foi identificar e evitar enfermidades e problemas de saúde, bem como sugerir ações de controle.
1988	SUS (SISTEMA ÚNICO DE SAÚDE)	O propósito do Sistema Único de Saúde (SUS) é assegurar o acesso universal e sem custos à saúde para todos os cidadãos do Brasil. A criação do SUS teve como objetivo fomentar a justiça social e diminuir as disparidades na prestação de serviços de saúde.
PERÍODO	REVISTAS	OBJETIVOS
1995	REVISTA HEALTH AND PLACE	A criação da revista teve como objetivo fomentar um debate aprofundado entre a geografia e a saúde, especialmente em relação à emergência de novas enfermidades, estudo de suas causas, doenças contagiosas, sua disseminação e reemergência, além do impacto das doenças degenerativas e mentais.
2006	PACTO PELA SAÚDE	O Pacto pela Saúde consistiu em uma série de acordos entre os governos federal, estadual e municipal com o objetivo de promover aprimoramentos no Sistema Único de Saúde (SUS) A divulgação do pacto ocorreu em 2006 através da Portaria GM/MS no 399.

Fonte: Adaptado de Guimarães (2015).

Segundo ainda Rojas (2003), na América Latina os países encabeçados, principalmente pelo Brasil, ganharam destaque nos estudos de Geografia da Saúde devido à incorporação dessas bases teóricas da Geografia e em particular à organização do espaço geográfico, nos trabalhos de epidemiologistas e sanitaristas, o que resultou segundo Lima Neto (2000), em um período de assimilação dos aspectos sociais no processo saúde – doença, através de conceitos oriundos das ciências

sociais, embora esse período ainda seja marcado por uma maior preocupação com as questões ambientais e fatores sociais que contribuem para a incidência ou ausência das doenças (Rojas, 2003).

“A vantagem de utilizar espaços geográficos como indicadores de condições de vida está em tomar a complexidade da organização social em seu todo, em vez de fragmentá-lo em diferentes variáveis” (Barata, 2009a, p. 35).

Dessa maneira, o geoprocessamento e os Sistemas de Informação Geográfica (SIG) tornaram-se amplamente utilizados para analisar a distribuição geográfica dos riscos à saúde e formular hipóteses sobre suas causas. Além disso, esses recursos facilitam um enfrentamento mais eficaz dos desafios no território, pois possibilitam a identificação de desigualdades e iniquidades relacionadas à saúde.

No pensamento do realismo crítico, mais atual, a análise do processo saúde-doença tem se mostrado particularmente atraente para as ciências que antes não o viam como essencial para sua análise, como é o caso da epidemiologia social brasileira. Isso se deve às diferenças de adoecimento ou óbito entre as classes sociais ou indivíduos em diversos contextos socioespaciais (Sabroza; Leal, 1992; Silva, 1997).

Nestas pesquisas epidemiológicas, o conceito de espaço é enfatizado como crucial, juntamente com o de risco.

A Geografia da Saúde no Brasil passou por significativas transformações nas últimas décadas, consolidando-se como um campo de estudo autônomo e multidisciplinar, com forte articulação entre o espaço geográfico e os processos de saúde e doença.

Inicialmente vinculada à Geografia Médica, sua abordagem era marcada por análises descritivas e mapeamentos de doenças. No entanto, a partir das décadas de 1980 e 1990, essa perspectiva foi superada por um enfoque mais crítico, incorporando as influências do processo de urbanização, desigualdade socioespacial e acesso aos serviços de saúde (Monken; Barbosa, 2008, p. 29).

Essa mudança foi influenciada, sobretudo, pela ascensão da Geografia Crítica, que passou a enxergar os fenômenos de saúde como expressão das contradições do espaço produzido pelo capitalismo.

Entre os principais nomes que contribuíram para essa renovação da Geografia da Saúde no Brasil está Roberto Lobato Corrêa (1995, p. 18), que defendeu uma visão integrada entre espaço e saúde, destacando o papel da organização espacial na produção das condições de vida e doença. Outro destaque é Maria Adélia Aparecida

de Souza (1995), cujas análises sobre a produção do espaço urbano e seus reflexos na qualidade de vida foram fundamentais para compreender os determinantes sociais da saúde.

A partir dessa base teórica, os geógrafos da saúde passaram a incorporar variáveis como saneamento, mobilidade urbana, habitação e políticas públicas em suas análises, aproximando-se de outras disciplinas como a epidemiologia e a saúde coletiva (Barata, 2009b, p. 45).

Nas últimas décadas, a geografia da saúde no Brasil tem se beneficiado do avanço das tecnologias de geoinformação, como o uso de sistemas de informações geográficas (SIG) e a análise de big data. Essas ferramentas têm permissão para identificação de padrões espaciais de doenças, avaliação de impactos ambientais na saúde e planejamento de intervenções mais eficazes.

Além disso, novas temáticas têm se destacadas, como a saúde urbana, os impactos das mudanças climáticas, as doenças crônicas não transmissíveis (DCNT) e os desafios fiscais pela pandemia de COVID-19. Esses eventos reforçaram a importância de analisar a saúde de forma integrada, considerando os determinantes sociais, econômicos e ambientais.

Essa evolução tem sido acompanhada por pesquisadores como Rosana Denise dos Santos Monteiro e Rafael Dias de Oliveira, que trabalham com o conceito de “territorialização da saúde” no SUS, demonstrando como o território é elemento essencial no planejamento de ações em saúde (Monteiro; Oliveira, 2014, p. 112).

A produção recente da área evidencia a relevância da Geografia da Saúde para a formulação de políticas públicas mais equitativas, especialmente em um país de dimensões continentais e fortes desigualdades regionais como o Brasil.

3.5 ÁGUA SUBTERRÂNEA

É importante compreender que de toda água da Terra somente 3% é água doce (água necessária para suprir as nossas necessidades). E deste volume 69% são águas armazenadas em calotas polares e geleiras, 30% são águas subterrâneas e somente 1% são as águas superficiais que formam os rios, lagos e represas. Estes números dão às águas subterrâneas uma importância fundamental.

A água subterrânea é a parcela de água que permanece no subsolo (abaixo do solo), onde é armazenada em poros e fraturas existentes em rochas e grãos dos solos.

Flui lentamente até descarregar em corpos de água de superfície (rios e lagos, por exemplo), ser interceptada por raízes de plantas ou ser extraída através de poços. Esta água, invisível aos olhos, tem papel essencial na manutenção da umidade do solo, no fluxo dos rios, lagos e brejos (wetlands), produção de bens e consumo e abastecimento humano (Soldera, 2011).

A água subterrânea é também responsável por manter a perenização de rios durante os períodos de estiagem. Dentre as suas funções pode-se destacar ainda a função de produção, ambiental, estratégica, transporte, filtro, energética, estocagem e regularização (Rebouças, 2006). As águas subterrâneas são armazenadas em aquíferos.

3.6 O QUE SÃO AQUÍFEROS?

Aquíferos são reservatórios subterrâneos de água, sendo possível extrair quantidades suficientes para permitir um aproveitamento econômico e abastecimento público. Um aquífero pode ter extensão de poucos quilômetros quadrados a milhares de quilômetros quadrados, ou pode, também, apresentar espessuras de poucos metros a centenas de metros (Rebouças, 2002).

Etimologicamente, aquífero significa: aqui = água; fero = transfere; ou do grego, suporte de água (Heinen; Brinckmann; Brinckmann, 2001). São classificados em relação à porosidade da rocha que armazena a água, podendo ser granular, fissural e cárstico (Soldera, 2017).

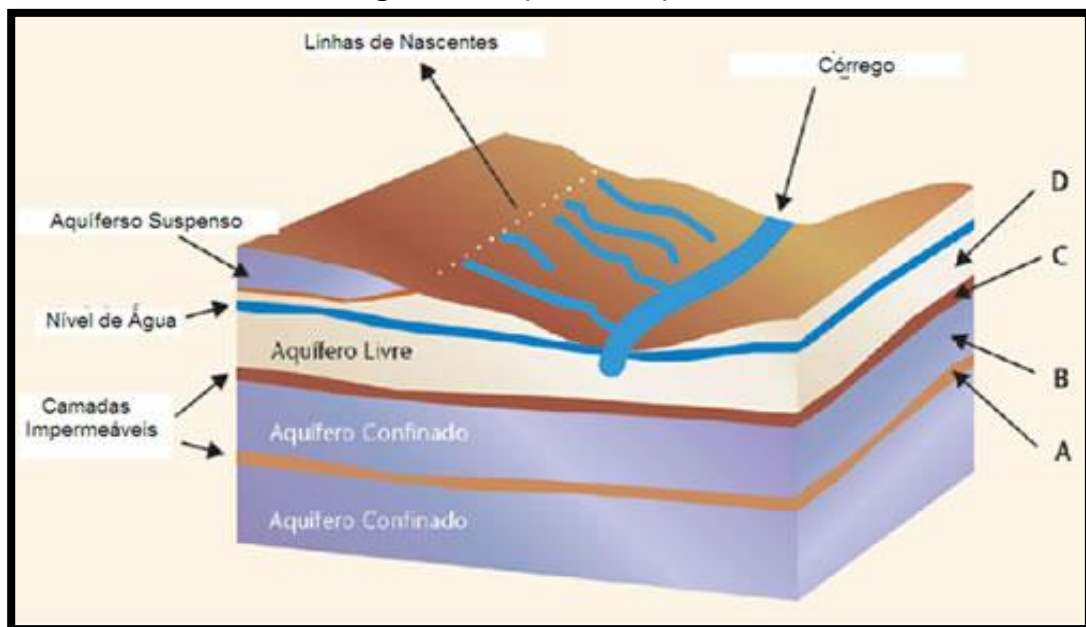
Os aquíferos também podem ser classificados por suas características hidráulicas, podendo ser livres ou confinados. Aquíferos livres, também chamados de freáticos, estão mais próximos à superfície e ficam submetidos à pressão atmosférica. Já os aquíferos confinados estão em uma profundidade maior e, intercalados por camadas impermeáveis, estão submetidos a uma pressão maior que a da atmosfera.

3.7 TIPOS DE AQUÍFEROS

Os aquíferos são classificados em função da pressão das águas nas suas superfícies limítrofes - superior camada topo e inferior camada base - e também em função da capacidade de transmissão de água das respectivas camadas limítrofes como observados na figura 7. De acordo com CPMR (Brasil, 2010), eles podem ser:

1. Aquífero Livre: Também chamado de freático ou não confinado, é aquele cujo limite superior é a superfície de saturação ou freático na qual todos os pontos se encontram à pressão atmosférica.
2. Aquífero Confinado: Também chamado de aquífero sob pressão, é aquele onde a pressão da água em seu topo é maior do que a pressão atmosférica. Em função das camadas limítrofes pode ser definido como: confinado, não drenante e confinado drenante.
 - 2.1 Aquífero Confinado Não Drenante: É aquele em que as camadas limítrofes, inferior e superior, são impermeáveis. Na captação por sondagem nesse tipo de aquífero, a água jorra naturalmente, sem necessidade de bombeamento: são os poços denominados “jorrantes” ou “artesianos”.
 - 2.2 Aquífero Confinado Drenante: É aquele que pelo menos uma das camadas limítrofes é semipermeável, permitindo a entrada ou a saída de fluxos.
3. Aquífero Suspenso: É um caso especial de aquífero livre formado sobre uma camada impermeável ou semipermeável que nem armazena nem transmite água (Brasil, 2010).

Figura 7 - Tipos de Aquíferos



Fonte: Adaptado de SGB (Brasil, 2010).

As áreas por onde os aquíferos são abastecidos (por onde o aquífero recebe água) são chamadas de áreas de recarga e normalmente são afloramento de formações geológicas. Já os locais onde a água brota (por onde a água sai) do aquífero são as áreas de descarga. As águas geralmente voltam à superfície como nascentes ou escoamento básico que irá contribuir para as águas que irão formar córregos e rios.

Poluição e superexploração de águas subterrâneas são problemas recorrentes. Assim, fazer gestão e gerenciamento eficientes, políticas públicas que visem a proteção destes mananciais e desenvolver ferramentas que integrem os órgãos gestores com a população é imprescindível.

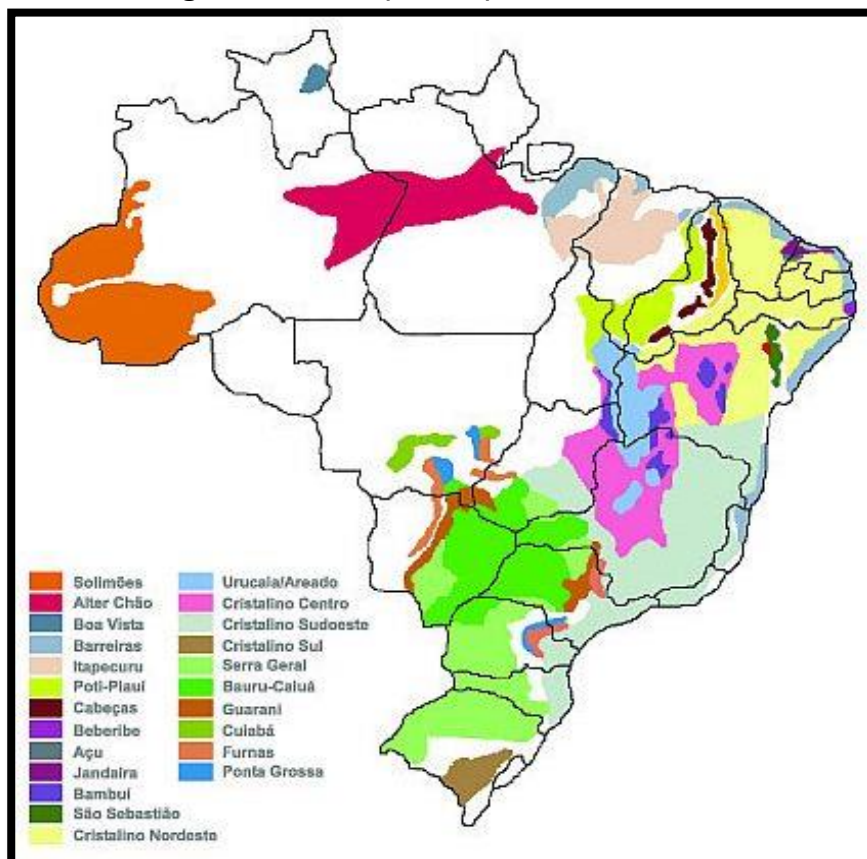
3.8 AQUÍFEROS NO BRASIL

Os principais aquíferos brasileiros (Figura 8) podem ser classificados em duas categorias gerais: Livres ou freáticos: são os aquíferos que possuem formação geológica de característica permeável, com base geralmente formada por argila. É o tipo mais explorado para abastecimento, apesar de ser o que mais apresenta índices de contaminação. Confinados ou artesianos: esses aquíferos possuem água confinada entre camadas de rochas permeáveis ou semipermeáveis a maiores profundidades.

Isso faz com que a água subterrânea fique confinada sob uma pressão superior à pressão atmosférica. Por este motivo, a maior parte dos poços perfurados para a captação do recurso tende a “jorrar”.

A depender do tipo de rocha ao qual está associado, o aquífero artesiano ainda pode ser classificado como aquífero de fraturas (rochas ígneas ou metamórficas), aquífero poroso (de formação rochosa sedimentar, com maior capacidade de absorção). O Aquífero Alter do Chão se encaixa nesse tipo ou ainda aquífero cárstico (rochas carbonáticas).

Figura 8 - Principais Aquíferos Brasileiros



Fonte: Adaptado de Borghetti, Borghetti e Rosa Filho (2004).

O esgotamento dos aquíferos por superexploração ocorre em todas as regiões do planeta, principalmente para fins de irrigação.

No Brasil, esse quadro ainda é agravado pelo fato de que não há uma legislação específica que determine sobre a extração racional de águas subterrâneas, o que tem comprometido o uso adequado do recurso proveniente dessas reservas naturais tão preciosas. Se o contexto demanda uma ação fundamental por parte das autoridades, a conscientização acerca da importância dos nossos aquíferos é um primeiro passo definitivo para as empresas e as populações que usufruem desse tipo de abastecimento.

As áreas por onde os aquíferos são abastecidos (por onde o aquífero recebe água) são chamadas de áreas de recarga. Normalmente elas são afloramento de formações geológicas. Já os locais onde a água brota (por onde a água sai) do aquífero são as áreas de descarga.

As águas geralmente voltam à superfície como nascentes ou escoamento básico que irá contribuir para as águas que irão formar córregos e rios. A poluição e superexploração de águas subterrâneas são problemas recorrentes. Assim, fazer gestão e gerenciamento eficientes, políticas públicas que visem a proteção destes mananciais e desenvolver ferramentas que integrem os órgãos gestores com a população é imprescindível.

3.9 BRASIL, BERÇO DOS MAIORES AQUÍFEROS DO MUNDO

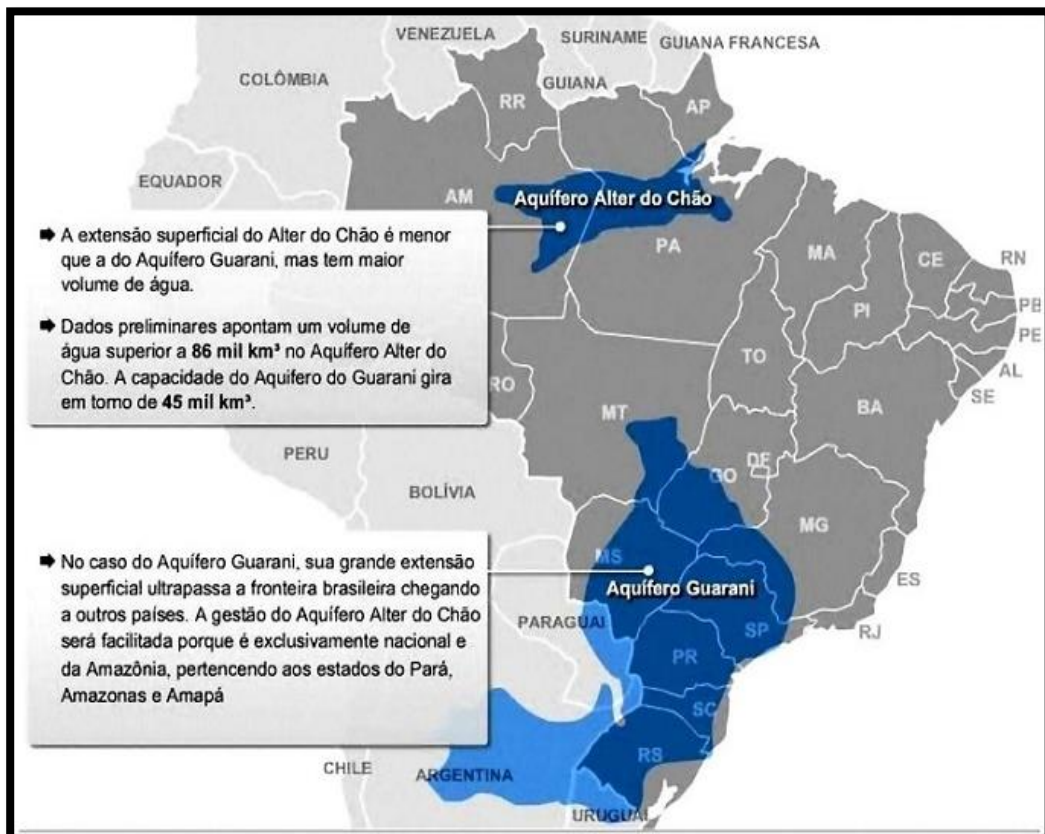
A água subterrânea em nosso país faz com que sejamos ricos em fator água, nas duas formas superficial ou subterrânea.

No Brasil, as reservas de água subterrânea são estimadas em 112.000 km³ (112 trilhões de m³) e a contribuição multianual média à descarga dos rios é da ordem de 2.400 km³/ano (Rebouças, 1988 citado em MMA, 2003). Nem todas as formações geológicas possuem características hidrodinâmicas que possibilitem a extração econômica de água subterrânea para atendimento de médias e grandes vazões pontuais. As vazões já obtidas por poços variam, no Brasil, desde menos de 1 m³/h até mais de 1.000 m³/h (FUNDAJ, 2003 *apud* ABAS, [2025]).

O nosso país é o berço dos maiores aquíferos do mundo, sendo eles: o Guarani e o Alter do Chão. Outros também merecem destaque, como o Cabeças, o Urucuia-Areado e Furnas. Formadas por rochas permeáveis, essas formações geológicas transmitem água (muitas vezes potável) para poços e nascentes. Considerado o maior

do mundo, o aquífero Alter do Chão (Figura 9) é o maior em extensão de água e compreende a região do Amazonas, Pará e Amapá. Segundo estimativas, seria suficiente para abastecer toda a população mundial por 100 vezes, com um volume que alcança 86 mil km³.

Figura 9 - Localização dos Aquíferos Alter do Chão e Guarani



Fonte: UFPA (2021).

Em termos comparativos, o Alter do Chão tem quase o dobro do volume de água potável que o Guarani, que passa também pela Argentina, Paraguai e Uruguai. Sua extensão territorial, porém, é menor que a do aquífero que abastece os outros países sul-americanos - o Aquífero Guarani encontra-se em extremo estado de degradação por localizar-se em uma região extremamente populosa e poluída, a Centro-leste do continente.

Em se tratando da reserva do Alter do Chão, é importante ressaltar o seu alcance: para se ter uma ideia, a região de Manaus tem cerca de 40% do seu abastecimento de água proveniente da formação, e a reserva fornece ainda 30% da água consumida na cidade de São Paulo. As águas do referido aquífero, em paralelo ao recurso oriundo do Guarani, são bem menos poluídas porque se encontram na

região amazônica, em que a concentração populacional é significativamente menor.

No Guarani há excesso de flúor, metais pesados e inseticidas agrícolas, acentuada pela ação humana e acelerada pelas características naturais da formação: as rochas ali presentes filtram menos a água da superfície. A formação rochosa do Alter do Chão é mais arenosa, permitindo uma filtragem de recarga de água na reserva subterrânea.

3.10 SISTEMA AQUÍFERO GUARANI (SAG)

Aquífero Guarani é a denominação dada à reserva de água existente em parte do subsolo da região do Mercosul. A reserva é imensa, com uma área total de 1.194.800 km². Além do Paraná, ele atravessa outros sete Estados brasileiros (Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Goiás, Minas Gerais, São Paulo, Rio Grande do Sul e Santa Catarina). Também passa pela Argentina, Paraguai e Uruguai. No Brasil, a área do Aquífero Guarani é de 840.000 km², e no Estado do Paraná, de 131.300 km².

Desde a década de anos 50 houve estudos relacionados às águas subterrâneas, mas na década 70 a sua exploração foi a partir do petróleo mais detalhado pela empresa de sua quantidade de água existente no subsolo.

Segundo Hydrolog (2003, p.1):

As formações geológicas sedimentares, que no seu conjunto constituem o atual Aquífero Guarani, foram intensamente estudadas na década de 50, mas somente a partir da década de 70 é que empresas de prospecção de petróleo e captação de água intensificaram suas atividades, permitindo o conhecimento mais detalhado da sua extensão, espessura e volume de água estocada.

Dentre os quatros países onde o aquífero está presente cada um apresenta um nome específico em seu país. No Brasil, o seu nome é em homenagem aos seus habitantes os índios que habitavam essa região é pelo acordo de todos os países unificaram o seu nome. Segundo Borghetti, Borghetti e Rosa Filho (2004, p. 128):

O termo Guarani foi sugerido pelo geólogo Danilo Antón em uma conversa informal com os colegas Jorge Montañó e Ernani Francisco da Rosa Filho, geólogos da Universidad La Republica do Uruguai e Universidade Federal do Paraná, respectivamente, em algumas reuniões que aconteceram em Montevidéu, em 1994, e aprovado com o respaldo dos quatros países em uma reunião em Curitiba (PR), em maio de 1996. O objetivo era unificar a nomenclatura das formações geológicas que formam o aquífero, e que recebem nomes diferentes nos quatros países do MERCOSUL (Piramboia/Botucatu, no Brasil; Misiones, no Paraguai; Tacuarembó; na Argentina e Buena Vista/Tacuarembó, no Uruguai) e, simultaneamente, prestar uma homenagem aos índios guaranis que habitavam a área de sua ocorrência, na época do descobrimento da América.

Trata-se de um aquífero do tipo regional confinado, onde cerca de 90% de sua área está recoberta pelos espessos derrames de lavas basálticas da Formação Serra Geral. Suas áreas de recarga localizam-se nas bordas da bacia em faixas alongadas de rochas sedimentares que afloram à superfície.

A alimentação do aquífero se dá por dois mecanismos: infiltração direta das águas de chuva nas áreas de recarga; e infiltração vertical ao longo de descontinuidades nas áreas de confinamento, num processo mais lento. O pacote arenoso que constitui o aquífero Guarani pode apresentar espessura variando entre 50 e 800 m desde a borda aflorante até as regiões mais centrais da Bacia do Paraná. As áreas de recarga são regiões onde o aquífero Guarani encontra-se mais vulnerável. O uso inadequado das terras localizadas nessas áreas pode, portanto, comprometer a qualidade da água. Desta forma, existe a necessidade de cuidados especiais quanto ao manejo dessas áreas, em particular quanto à disposição de produtos tóxicos, lixo urbano, rejeitos industriais e aplicação de agrotóxicos no solo. A gestão sustentável do aquífero Guarani depende, pois, da identificação e controle das fontes de poluição em toda sua extensão, não só nas áreas confinadas, mas também e, principalmente, nas áreas de recarga (IAST, 2021).

Na região norte-nordeste do Paraná, entre Jacarezinho e Londrina, as águas do Guarani são captadas para o abastecimento de 14 municípios em sistemas operados pela SANEPAR. Sistemas autônomos, como os de Ibiporã, Bandeirantes e Abatia, também utilizam poços penetrantes no Guarani para fins de abastecimento público.

A título de exemplo, a SANEPAR perfurou, no ano de 2004, um poço nas imediações de Londrina e o resultado, em termos de “vazão surgente” (sem bombeamento), foi de 560 m³ /h. É importante destacar, todavia, que nesta mesma cidade existe um poço (perfurado no ano de 1979) cujo teor de flúor é de 12 mg/L; neste caso, a água não é adequada ao consumo humano.

Atualmente, existem 63 poços outorgados no Banco de Dados Hidrogeológicos do Instituto das Águas do Paraná, sendo 40 poços são operados pela SANEPAR nesta unidade aquífera, dispostos em 22 localidades e 2 poços operados pelo SAMAE em Ibiporã, mas nem todos possuem a capacidade para abastecimento público. Na região oeste e sudoeste do Paraná, as águas possuem temperaturas que atingem até 68 °C (caso de Cianorte) e podem ser aproveitadas para usos diversos. As águas do aquífero Guarani, cuja ocorrência abrange mais de 50% do território do Paraná, quando requeridas entre outros, para a escaldagem/depenagem de carcaças de animais e higienização de ambientes. Elas apresentam profundidades média de 320 metros e vazão média de 100 m³/hora. As águas do aquífero Guarani, sob o ponto de vista físico-químico, são do tipo Alcalina-Bicarbonatada-Cloro-Sulfatada-Sódica, com teores

médios de Sólidos Totais Dissolvidos (STD) na faixa de 600 mg/L. Os teores são variáveis e apresentam os menores valores nas proximidades da área de recarga, da ordem de 120 mg/L e maiores nas proximidades da porção central da Bacia do Paraná, onde os valores de STD podem chegar a 1.800 mg/L.

No Estado do Paraná, os poços perfurados nesse aquífero podem apresentar grandes vazões, da ordem de 1.000 m³/hora. O aquífero também apresenta características termais, com temperatura média de 32°C, com grandes variações da borda de afloramento até as proximidades da calha do Rio Paraná onde existem registros de temperatura superior a 50°C.

3.11 SISTEMA AQUÍFERO SERRA GERAL (SASG)

O Sistema Aquífero Serra Geral (SASG), localiza-se sobre as rochas basálticas da Formação Serra Geral. “Essas rochas apresentam, geralmente, textura micro cristalina, estrutura maciça e vesicular e/ou amigdaloidal, bem como intenso fraturamento. Esfoliações esferoidais são características marcantes dos basaltos, tanto maciços, quanto vesico-amigdaloidais, embora sejam mais raras nestes últimos” (Celligoi, 1993, p. 20).

Devido a suas características litológicas, não possui porosidade e permeabilidade primárias (Figura 10). Assim sendo, para o armazenamento e condução da água, devem ocorrer descontinuidades físicas na rocha, de forma a constituir um meio aquífero fisicamente heterogêneo e anisotrópico (Rebouças; Fraga, 1988), que se caracteriza por uma condutividade hidráulica muito variável, complexa e de difícil avaliação, característica de um sistema aquífero fraturado (Fraga, 1986, 1992).

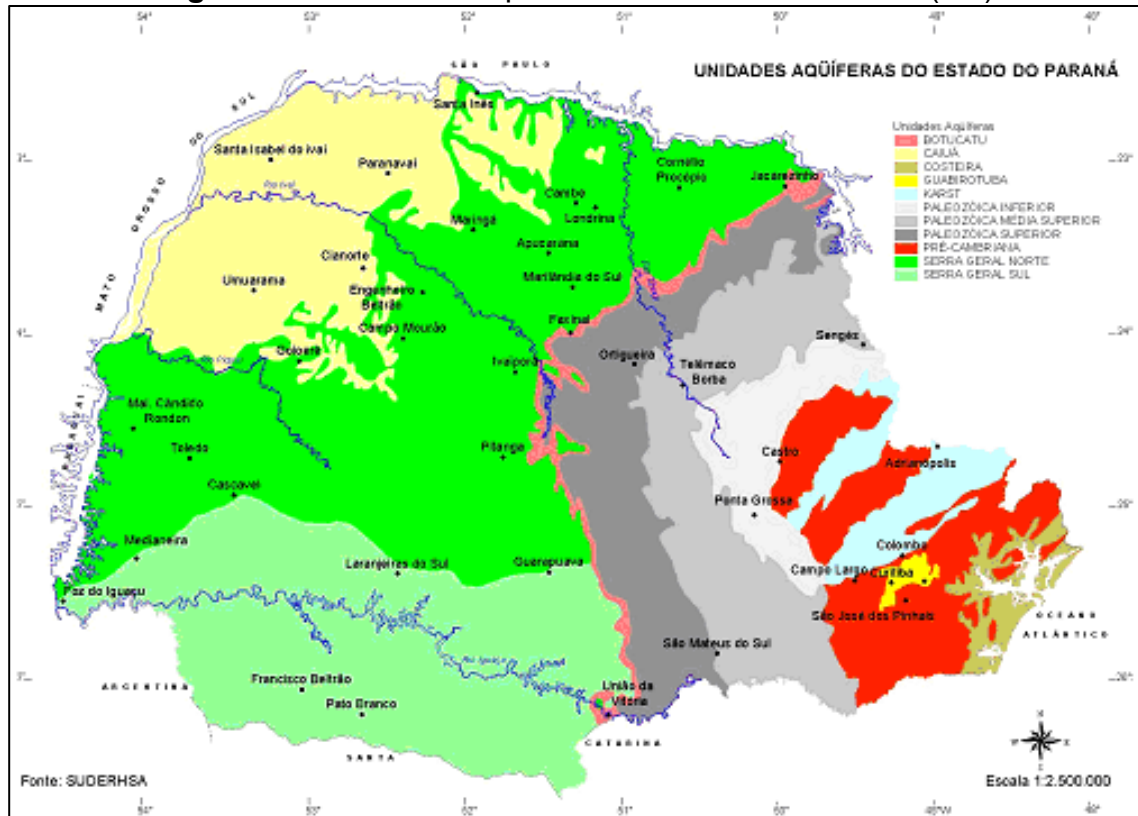
Conforme estudos realizados nesse contexto, Fraga (1986, 1992), Rosa Filho; Vanzolini; Campos. (1987), Celligoi (1994) determinam que a tipologia característica para a água presente nas rochas basálticas é bicarbonatada cálcica, relacionada com a mineralogia e natureza química dessas rochas.

Os dois primeiros autores admitem que a composição bicarbonatada sódica de algumas águas de poços neste ambiente sugere mistura com as águas de aquíferos subjacentes, a exemplo do aquífero Guarani e aquíferos paleozoicos. A Formação Serra Geral, sobreposta ao SAG, “comporta o maior número de poços perfurados, até a presente data, sendo, por esta razão, a atual e a principal fonte de abastecimento de água subterrânea das cidades localizadas sobre a Bacia Sedimentar do Paraná na

região do Sul do Brasil” (Bittencourt *et al.*, 2003, p. 67).

De acordo com o Banco de Dados Hidrogeológicos do IAT (2023), os poços mais produtivos estão relacionados com a Unidade Serra Geral Norte, caracterizada pelos derrames mais básicos, que determinam espessuras de solo maiores, variando de 10 a 50 metros.

Figura 10 - Unidades Aquíferas do Estado do Paraná (PR)



Fonte: IAT (2008).

A Unidade Sul é caracterizada por rochas de composição ácida apresentando espessura média de solo muito pequena – 0 a 10 metros - e vazões menores. Do ponto de vista físico-químico, as águas das duas unidades são muito semelhantes, podendo ser classificadas como Bicarbonatadas-sódicas, com conteúdo médio de Sólidos Totais Dissolvidos de 145 mg/L (ppm).

Existem cerca de 2.500 poços cadastrados no Banco de Dados Hidrogeológicos do IAT (2023), na Unidade Serra Geral Norte e 550 poços na Unidade Sul, apresentando profundidade média de 120 metros e 130 metros e vazão média de 18 m³/hora e 10 m³/hora, respectivamente.

3.12 QUALIDADE DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

Na captação de água subterrânea através de poços, não é importante apenas o aspecto da quantidade, isto é, a vazão a ser obtida. A qualidade da água subterrânea é outro fator a ser considerado, tendo em vista o uso proposto para a água a ser captada. A qualidade das águas subterrâneas é dada, a princípio, pela dissolução dos minerais presentes nas rochas que constituem os aquíferos por ela percoladas. Mas, ela pode sofrer a influência de outros fatores como composição da água de recarga, tempo de contato, água/meio físico, clima e até mesmo a poluição causada pelas atividades humanas.

Devido ao maior contato com os materiais geológicos, baixa velocidade de fluxo e maiores pressões e temperaturas, as águas subterrâneas são geralmente mais mineralizadas do que as águas superficiais. Pelas mesmas razões, possuem menores teores de matérias em suspensão e matéria orgânica, esta última devido à ação dos microrganismos presentes no solo. Também, devido as suas condições de circulação, as águas subterrâneas tendem a possuir menor teor de oxigênio dissolvido do que as superficiais.

A qualidade é definida pelas características físicas, químicas e biológicas da água. Dentro dos valores encontrados para cada um destes parâmetros, é possível estabelecer os diferentes usos: consumo humano, irrigação, industrial e outros.

Em relação a qualidade da água do Aquífero Guarani, depende de cada região do seu confinamento como dito anteriormente, em alguma região apresenta elevado teor de flúor, salinidade sulfatos, ph e temperatura acima dos recomendáveis para o consumo humano. Com influência pelas faturas tectônicas. Apresentando três tipos de água dentro do sistema guarani abaixo citado.

O quimismo das águas do Guarani é muito variável, principalmente nas zonas confinadas, seja por efeito de variações faciológicas, seja por influência de misturas induzidas por fraturas tectônicas. A esses fatores, marcantes nas zonas confinadas, se podem agregar os condicionantes da antropização da superfície nas áreas aflorantes e, portanto, mais vulneráveis (OEA, 2001, p. 151.)

Segundo Borghetti, Borghetti e Rosa Filho (2004, p. 150-151),

[...] há evidências da existência de pelo menos três tipos de água dentro do sistema Guarani: tipicamente água doce com total mineralização até 0,25 g/l no Botucatu/Tacuarembó; água salobra com total de mineralização variando entre 1-10 g/l no Piramboia/Buena Vista e água alcalina com origem magmática, predominantemente na área da base.

Apesar da distribuição desigual da água subterrânea para abastecimento público, nas últimas décadas, ela vem sendo priorizada, pois apresenta algumas vantagens, na exploração, em relação às águas superficiais, sendo algumas já citadas por Feitosa *et al.* (2009, p. 1):

1. Na maioria das vezes, dispensa tratamento químico que onera bastante as águas superficiais em dispendiosas estações de tratamento de águas (ETA's);
2. Não acarreta inundação de áreas aproveitáveis na superfície, muitas vezes representadas por excelentes solos agricultáveis;
3. A área de captação e proteção é extremamente reduzida;
4. Permite uma distribuição setorizada, com baterias de exploração constituindo sistemas isolados ou interligados;
5. A rede de adução até a caixa d'água é, em geral, de pequena extensão, ao contrário das barragens que requerem linhas adutoras de grande extensão;
6. A implantação do sistema pode ser efetuada de maneira gradativa, ao longo do tempo, na medida em que aumente a demanda, evitando períodos de sobra, como quando se constrói uma barragem, e períodos de déficit, quando a demanda ultrapassa a sua capacidade. Essa flexibilidade evita a aplicação de grandes investimentos concentrados em curto espaço de tempo;
7. Não implicam em desapropriação de grandes áreas, como barragens, que representam vultosos gastos financeiros;
8. O prazo de execução de um poço é de dias, em oposição a meses e até a anos, no caso do barramento de um rio;
9. As águas subterrâneas não estão sujeitas, como as superficiais, ao intenso processo de evaporação, que implica na região semiárida numa perda de cerca de 2.500 mm de lâmina d'água acumulada na superfície;
10. O sistema é muito melhor protegido de eventuais contaminações químicas ou atômicas em período de guerra;
11. Não se verificam impactos ambientais como os decorrentes do barramento dos cursos d'água superficiais;
12. A manutenção é mais segura, pois a paralisação para conservação de uma unidade de bombeamento, até mesmo, a sua substituição pode ser efetuada sem prejuízos do conjunto;
13. Os poços que apresentam um bom nível técnico nas fases de projeto, construção e operação, segundo as normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), têm vida útil superior a 20 anos, com amortização dos investimentos realizados em apenas 5 a 8 anos.

Apesar de todas estas vantagens, as águas subterrâneas também apresentam algumas desvantagens, como o problema de detecção e identificação de fontes de contaminação seja ela de origem natural ou antrópica; a manutenção periódica é mais cara, devido à multiplicidade de equipamentos de bombeamento; apresenta, em geral, maior consumo de energia elétrica no sistema de bombeamento. Portanto, a qualidade da água é definida por sua composição e pelo conhecimento dos efeitos que seus constituintes podem causar e se dividem em constituintes maiores, quando estão presentes com teores superiores a 5 mg L⁻¹; menores, quando os teores ficam entre 0,01 e 10 mg L⁻¹; e traços, quando os teores são inferiores a 0,01 mg L⁻¹ (Corcória, 2013).

3.13 FLUORETOS

Os fluoretos são as substâncias mais utilizadas na prevenção e controle placa dentária usada em água potável, sal, leite, e prescrito ou aplicado na forma de géis, soluções ou creme dental.

O uso regular de pasta de dente é provavelmente o método de aplicação mais eficaz flúor diretamente em contato com a superfície do dente onde é necessário para estabilizar a cárie e remineralizar o dente. Contudo, um aspecto importante do flúor é o controle da dissolução mineral dentária, enquanto processo de formação de lesões cáries, inicialmente o pH cai devido ao impacto ambiental dos ácidos produzidos pelas bactérias do biofilme dentário tocara o esmalte, causando uma condição em que os componentes dos dentes podem dissolver.

O flúor (F) no meio ambiente é depositado nesta área para substituir minerais de um dente desmineralizado, portanto é notório observar que a absorção de flúor em doses suficientes é benéfica à saúde porque promove o aumento da proteção e durabilidade da matriz mineral dos dentes e ossos.

A partir da década de 1940, o flúor foi considerado com base neste efeito o meio mais eficaz de prevenir e controlar a cárie, adotando-a a medida preventiva higiênica mais importante, adicionando fluoreto de sódio à água destinado ao consumo humano. A adição dessa substância, contudo, depende do teor de flúor já presente na água e do clima da região (Freysleben; Peres; Marcenes, 2010).

De acordo com (Fejerskov *et al.*, 2004) a introdução do flúor como fator de prevenção a cárie dentária, observou-se, em grande parte da população mundial, uma diminuição na prevalência de cárie e em contrapartida um aumento na prevalência da fluorose.

3.13.1 Metabolismo dos Fluoretos

A disponibilidade de compostos fluoretados é grande, devendo os profissionais, cirurgiões dentistas ou médicos, conhecerem as concentrações ideais e as fontes de consumo de seus pacientes, principalmente se estes residem em áreas com águas fluoretadas, tendo em vista evitar a ingestão excessiva de flúor (Cunha; Cunha, 1998).

Em relação ao metabolismo dos fluoretos, o entendimento dos efeitos biológicos do fluoreto ingerido de forma sistêmica requer o conhecimento de suas propriedades

químicas e de sua distribuição no organismo humano (Ekstrand, 1996).

3.13.2 O Flúor

O flúor é um componente natural da biosfera, sendo o 13º elemento mais encontrado na crosta terrestre (Whitford, 1996). É um halogênio, possui como símbolo a letra F, número atômico 9 e peso atômico 19.

Por possuir um pequeno raio atômico, sua carga de superfície efetiva é maior que a dos outros elementos, tornando-o deste modo o elemento mais eletronegativo e reativo da tabela periódica. Essas características fazem com que este íon se ligue facilmente a qualquer outro elemento, e estas ligações sejam mais estáveis que a de uma molécula de F₂. Ele reage prontamente com o seu ambiente, comportando-se como íon flúor ou fluoreto (Furtado; Traebert; Marcenes, 2009).

Os minerais mais importantes no qual está presente são a fluorita (CaF₂), a criolita (Na₃AlF₆) e a fluorapatita [Ca₅F(PO₄)₃] (Buzalaf; Cardoso, 2008; Smith; Ekstrand, 1996). Em relação à absorção:

O F⁻ se combina reversivelmente com íons hidrogênio para formar o HF, um ácido fraco com pKa de 3,45. Muito do comportamento biológico do F⁻ pode ser explicado com base na difusibilidade do HF, já que o íon flúor é polar e sua permeabilidade à membrana plasmática é bastante limitada. Entretanto, com a queda do pH, uma parte do íon flúor pode se combinar com os íons hidrogênio, formando o HF. A polaridade da molécula de HF facilita sua absorção pelas células (maior difusibilidade). Uma vez dentro da célula, o HF se dissocia, liberando o íon flúor. Quanto menor o pH, maior o deslocamento da reação para a formação de HF, maior a migração de F⁻, e maior o seu potencial de toxicidade (Whitford, 1996, p. 23).

Há ampla evidência de que existem vários aspectos da distribuição de Flúor, dependente do pH e que o transporte de íons através da membrana ocorre na forma HF em resposta a diferenças na acidez de compartimentos adjacentes líquidos. O corpo quando ingere, o F⁻ é rapidamente absorvido no trato gastrointestinal, tornando sua absorção passiva e independente de ofertas especiais de transporte. O tempo médio de absorção é de cerca de 30 minutos após a absorção, os níveis plasmáticos de F aumentam rapidamente, 20 a 60 minutos no pico. Isso indica que o íon é rapidamente absorvido pelo estômago, um fato que o distingue dos demais halógenos e muitas outras substâncias (Whitford, 1996).

Após esse pico, as concentrações de F⁻ no plasma declinam rapidamente,

paralelamente à diminuição da proporção de absorção, devido à contínua incorporação do F- ao osso e à excreção urinária (Ekstrand, 1996; Whitford, 1996).

3.13.3 A Absorção do Flúor no Organismo

Entende-se que mesmo que o F- seja rapidamente absorvido no estômago, sua absorção total no estômago será determinada pela acidez gástrica, pelo conteúdo gástrico e pela rapidez do esvaziamento gástrico para o intestino delgado (Furtado; Traebert; Marcenes, 2009). Diferente do estômago, no intestino, a absorção do F- é independente do pH e ocorre essencialmente na forma de íons de flúor, que atravessam o epitélio intestinal via canais para celulares das junções intercelulares.

Aproximadamente 25% da absorção do F- é realizada no estômago, enquanto 75% acontecem no intestino delgado. Esta grande absorção de F- no intestino delgado pode compensar uma baixa absorção gástrica em alto pH (Messer; Ophaug, 1993).

O Flúor se distribui velozmente pelo organismo. Através da ótica farmacocinética, o plasma é considerado o compartimento central de distribuição do F-, pois ele é o fluido pelo qual o F- deve passar para sua subsequente redistribuição e eliminação. Nos tecidos moles, o F- estabelece uma distribuição de estado estacionário entre fluidos intra e extracelulares, e, como consequência, quando há aumento ou diminuição dos níveis plasmáticos de F-, existe uma mudança proporcional na concentração dos fluidos intracelulares.

Para uma dose de F- ingerida por um adulto, parte é excretada na urina, e parte é incorporada aos tecidos mineralizados, principalmente ossos. Nestes, o F- se liga reversivelmente, sendo liberado durante o remodelamento ósseo (Buzalaf; Cardoso, 2008).

3.13.4 Fluoreto no Plasma

No plasma, o F- está na forma iônica (também chamada de flúor), livre ou inorgânico) e não iônico (flúor orgânico ou ligado). O íon F, que pode ser detectado pelo eletrodo de íon específico de interesse em odontologia, medicina e saúde pública. Para o F- não iônico, embora sua concentração seja maior que a do iônico, seu significado biológico ainda não foi determinado (Whitford, 1996).

Nos humanos, a proporção de íons F no plasma é geralmente muito alta baixo e

embora a ingestão de F exceda o padrão normal de ingestão diária espera-se que as concentrações plasmáticas de alimentos, líquidos e cremes dentais atinjam o pico imperceptível, geralmente tende a aumentar durante as horas em que uma pessoa fica acordado e cai durante o sono. O nível de F de plasma reflete essencialmente o equilíbrio entre quantidade e frequência sua captação, absorção, distribuição em tecidos moles e fluidos órgãos especializados, sua ligação a tecidos mineralizados e finalmente sua filtração e excreção pelos rins (Ekstrand, 1996; Whitford, 1996).

Cerca de 99% do flúor no corpo está ligado a tecidos mineralizados, principalmente os ossos, mas também o esmalte e a dentina. A dentina e o osso parecem ter concentrações semelhantes de F.

A concentração de F- no esmalte é bem menor, mais alta na superfície e declinam progressivamente em direção à junção amelo-dentinária. As razões para a aparente seletividade do Flúor aos tecidos ósseo e dentário, e esmalte em particular, foram relacionados às interações entre os íons flúor e o mineral ósseo, a hidroxiapatita (Furtado; Traebert; Marcenes, 2009).

3.13.5 A Excreção do Flúor

O fluoreto é absorvido por via gastrintestinal e quase inteiramente depositado nos ossos e dentes, possuindo atividade anticariogênica. A excreção renal é a principal forma de regulação da quantidade corporal. Concentrações elevadas de flúor na água potável, bem como o consumo de chá, frutos do mar e cremes dentais podem acarretar valores elevados detectados na urina.

Os rins são os principais responsáveis pela remoção do flúor do organismo, pois mais da metade de F é excretado pela urina em condições normais. Dessa maneira, o plasma e a excreção urinária refletem um balanço fisiológico que é determinado pela ingestão prévia de F-, o grau de acúmulo do íon no osso e a eficiência dos rins em excretá-lo (Ekstrand *et al.*, 1977).

Pelo flúor iônico não se ligar às proteínas plasmáticas, sua concentração no filtrado glomerular é inquestionavelmente a mesma do plasma. Após entrar nos túbulos renais, uma quantidade variável do íon é reabsorvida (de 10 a 90%) e retorna à circulação sistêmica, sendo o remanescente excretado pela urina. Isso indica que a filtração glomerular é o primeiro determinante na quantidade de F⁻ excretada pela urina e que sua redução, como ocorre na disfunção renal crônica, bem como nas últimas décadas de vida, quando o número de néfrons normalmente funcionais está em declínio, refletirá em um aumento da concentração de F⁻ no plasma (Ekstrand, 1996, p. 57).

Assim, quando a urina está relativamente alcalina, quase todo o F⁻ está presente na forma iônica e, devido ao tamanho e carga, permanece no interior do túbulo renal para ser excretado.

À vista disso, os fatores que alteram o pH urinário, como a composição da dieta, certas doenças respiratórias ou metabólicas, algumas drogas e a altitude de residência, poderiam afetar o metabolismo do F⁻, sendo que nos casos de pH urinário mais ácido poderia haver um aumento dos níveis circulantes de F⁻ (Whitford, 1996).

3.13.6 Toxidade do Flúor

Intoxicação crônica é resultado da ingestão de fluoreto, em doses consideradas relativamente pequenas em relação à dose letal, mas que ultrapassam a dose normal e que são recebidas durante períodos relativamente prolongados de tempo. É necessário evidenciar que, quanto maior a quantidade de fluoreto ingerida, menores serão os espaços de tempo necessários para que ocorram respostas confirmatórias da intoxicação crônica. De acordo com Cury (2001), apresenta um quadro onde listam as respostas do organismo em relação às doses ingeridas e ao período de tempo.

No quadro 4 observa-se que o agravamento dos distúrbios orgânicos aumenta em gravidade paralelamente ao aumento da dose de fluoreto. O nível menor, de onde parte o quadro 4 (2 ppb), não apresenta nenhum efeito orgânico humano observável. Desse ponto em diante, na medida em que as quantidades aumentam, as respostas do organismo também. No quadro 4, observa-se que o agravamento dos distúrbios orgânicos aumenta em gravidade paralelamente ao aumento da dose de fluoreto. O nível menor, de onde parte o quadro 4 (2 ppb), não apresenta nenhum efeito orgânico humano observável. Desse ponto em diante, na medida em que as quantidades aumentam, as respostas do organismo são rapidamente percebidas.

Quadro 4 -Toxidade do Flúor (Meio x tempo x efeito)

Concentração	meio	tempo	efeito
2ppm (0,002 ppm)	Ar	Toda a vida	Danos na vegetação
1 ppm	Água	Toda a vida	Redução da cárie
2 ppm	Água	Na form. Dent.	Fluorose dentária
5 ppm	Água ou Ar	Alguns anos	Não osteo esclerose
8 ppm	Água	Alguns anos	10% de esclerose
20-80 ppm	Água ou Ar	Alguns anos	Fluorose deformante
50 ppm	Alimento/Água	Alguns anos	Mudanças na Tireoide
100 ppm	Alimento/Água	Alguns anos	Retardo no crescimento
125 ppm	Alimento/Água	Alguns anos	Mudanças nos rins
2,5 a 5,0 g	Dose aguda	2 a 4 horas	Morte

Fonte: Cury (2001).

De acordo com o quadro 4, as doses são mais acentuadas, chegando até o máximo, 2,5 a 5,0 gramas, que caracteriza a dose fatal. Não se conhece a dose letal exata para os seguintes fluoretos solúveis: ácido fluorídrico, ácido fluorsilício, fluoreto de potássio, fluorsilicato sódico e fluoreto amônico. Talvez a dose se situe entre 2,0 a 10,0 gramas.

Sabe-se, contudo, que os fluorsilicatos são mais tóxicos que o NaF e o CaF₂ e que o NaF é mais tóxico que o CaF₂. Pode-se inferir que o processo de intoxicação está contido entre dois fatores: 1º a quantidade diária de ingesta e, 2º, o período. Isto pode ser expresso da seguinte forma: mgF-/dia/período ou, ainda, dose tempo.

A dose diária que ocasiona fluorose dentária é de 0,1 a 0,2 mg F-/kg de peso, equivalente a água com 1,5 ppm de fluoreto (Maltz, 1996). Essa água, como antes frisamos, deve ser consumida durante a fase de amelogenese. É importante considerar que a ingestão de 1 litro de água a 1 ppm (1 mg F-/litro/dia) para uma criança com 10 quilos de peso, alcança o limite mínimo da dose capaz de desencadear uma fluorose dentária leve (0,1 mg F-/kg de peso). Ao mesmo tempo, uma criança com 20 kg de peso que ingerisse água fluoretada a 2 mg/F-, receberia o mesmo 0,1 mgF-/kg de peso.

3.14 A FLUOROSE DENTÁRIA

Segundo Pinese *et al.* (2021), a fluorose dentária é uma patologia decorrente da toxicidade associada à ingestão prolongada de concentrações elevadas de flúor, contudo, outros fatores podem influenciar o grau de severidade da patologia. De acordo com Cury (2001), o consumo de flúor em jejum aumenta para 100% a absorção deste elemento pelo organismo, podendo ocasionar distúrbios metabólicos e alterações de atividades renais, que acompanhados com a deficiência nutricional (baixo cálcio, baixa vitamina C e o baixo peso corporal) podem acentuar o grau de severidade da fluorose dentária.

As manifestações em cada pessoa vão depender da quantidade de flúor ingerida, do tempo de exposição, da idade, do peso e estado nutricional do indivíduo.

O decréscimo da cárie e o aumento da predominância da fluorose nas formas mais leves têm sido identificadas em diversas regiões do mundo. Alguns autores notaram maior aumento proporcional em locais com teores deficientes de flúor na água (Horowitz, 1992; Ripa, 1991); outros observaram diferenças pequenas entre áreas fluoretadas e não fluoretadas (Kimmelman, 1995; Lewis; Banting, 1994); e outros, sem entrar no mérito do seu aumento, atribuíram a ocorrência das formas leves à fluoretação da água (Bawden, 1996).

No Brasil, a prevalência de fluorose dentária tem sido avaliada mais regularmente nos últimos anos, período no qual a exposição da população infantil a diferentes métodos de uso do flúor tem crescido.

Estudos que revelam a redução de lesões de cárie também mostraram que a fluorose está começando a aparecer, de acordo com Cangussu *et al.* (2002) discutem esse distúrbio como um relevante problema de Saúde Coletiva. Outros autores, embora com poucos casos de severidade, os resultados sugerem frequências mais altas do que as esperadas, sendo necessárias medidas de vigilância à saúde bucal. E para Cury e Tabchoury (2003, p. 3):

Há uma divisão de opiniões entre os profissionais, e, embora a maioria considere que a prevalência não é um problema de Saúde Coletiva, em concordância com a percepção da população, as crianças têm sido expostas a fontes múltiplas de flúor, que, consideradas em conjunto, significam ampla variação na dose adequada.

No entanto, concorda-se que são necessárias medidas de vigilância sanitária mais precisas e reforçadas, incluindo medidas nas áreas de epidemiologia, vigilância sanitária, prescrição e utilização de produtos fluoretados e educação em saúde oral.

Ainsworth (1933 *apud* Pereira,1996), verificou que em áreas apresentando concentrações mais elevadas de flúor nas águas de abastecimento público, a experiência de cárie era menor que em áreas sem a presença do flúor na água. Dean *et al.* (1942) examinaram crianças de 12 a 14 anos de idade oriundas de 21 localidades de 5 estados americanos, com concentrações de flúor na água entre 0,0 a 2,6 ppm F. Observaram que o percentual de crianças afetadas pela fluorose dentária variou de 0,2% em Waukegan, Illinois (0,0 ppm F) a 73,8% em Colorado Springs, Colorado (2,6 ppm F), e que a prevalência de cárie dentária era inversamente proporcional à concentração de flúor nas águas de consumo.

Dessa forma, determinaram que a máxima ação preventiva do flúor sem provocar o aparecimento da fluorose é encontrada em concentrações em torno de 1 ppm. Alcaide e Veronezi (1979) examinaram 449 crianças de ambos os sexos, com idades entre 7 a 14 anos, nascidas e criadas em Icém (SP), que ingeriam água de consumo com concentração de flúor variando de 2,6 a 4,0 ppm F e constataram que 84,7% apresentavam algum grau de fluorose dentária. Heifetz *et al.* (1988) examinaram em dois anos distintos, 1980 e 1985, adolescentes de 13 a 15 anos de idade que moravam desde o nascimento em comunidades dos Estados de Illinois e Iowa (EUA).

Essas comunidades, de acordo com as concentrações de flúor nas águas de consumo, foram reunidas em dois grupos: com concentração ótima e duas vezes a concentração ótima de flúor. Observaram em 1980 um total de superfícies afetadas pela fluorose dentária de 11,4% (concentração ótima) e de 38,3% ao passo que em 1985 verificaram um total de 29,4% (concentração ótima) e 66,5% (duas vezes a concentração ótima).

Peres *et al.* (2003) avaliaram o impacto da cárie e da fluorose dentárias na satisfação com a aparência e com a mastigação em 695 escolares de 12 anos de Chapecó, SC. Embora 27,8% das crianças examinadas apresentassem algum grau de fluorose, isso não foi um fator significativo para a insatisfação com a aparência nos escolares, não a caracterizando como problema de saúde pública.

Em relação à cárie dentária, quanto maior o CPO-D encontrado, especialmente em relação ao componente C, maior foi a chance da criança estar insatisfeita com a mastigação e aparência. Wondwossen *et al.* (2003) estudaram a fluorose dentária em

306 adolescentes (154 meninos e 152 meninas) de 12 a 15 anos e 233 mães residentes em 22 em três comunidades da Etiópia apresentando fluorose endêmica, com o objetivo de se determinar a concordância em sua percepção tanto pelos adolescentes quanto por suas mães, por meio de exames clínicos e fotografias de dentes fluoróticos (TF 2, 3, 5 e 7) apresentadas aos voluntários.

Houve concordância na aceitação estética tanto para os adolescentes e suas mães em relação aos dentes com graus TF 2 e TF 3, ao mesmo tempo em que houve concordância na não aceitação estética nos graus TF 5 e TF 7.

Entretanto, as mães foram mais criteriosas em considerar esteticamente desagradável a fluorose do que seus filhos, evidenciando-se desta forma uma preocupação social maior no grupo adulto.

3.15 FLUORETAÇÃO DE ÁGUAS PARA ABASTECIMENTO PÚBLICO

A adição de flúor aos sistemas de abastecimento de água é vista como a intervenção de saúde mais eficaz na prevenção de doenças, pois atinge uma ampla faixa da população, é segura, traz vantagens para a saúde dental, não possui efeitos adversos e não requer ações por parte da população (Alves, 2012, p. 56).

O Centro de Controle e Prevenção de Doenças (CDC) dos EUA reconhece que a eficácia preventiva da água com flúor varia entre 40% e 70% em crianças, conforme o índice de incidência de lesões de cárie. Além disso, essa prática diminui a perda dentária em adultos em uma faixa que vai de 4% a 60%, sendo destacada como uma das dez grandes conquistas da saúde pública do século XX.

Ainda de acordo com Alves (2012), além do CDC, a Organização Mundial da Saúde (OMS) também reconhece e recomenda a fluoretação como medida de saúde pública, porém, para que as pessoas se beneficiem dos efeitos desta importante medida.

Assim, tem-se observado que é considerada uma estratégia de atenção primária à saúde dental e, quando empregada como um método preventivo contra a cárie dentária, pode possibilitar a inibição e o tratamento nas fases iniciais da condição, desde que a cavidade bucal permaneça constantemente em contato com o flúor. Isso sugere que os efeitos das substâncias incorporadas à água vão além de impactos sistêmicos, também exercendo influência local no esmalte dos dentes (Cardoso, 2004; Koppaka, 1999).

No Brasil, desde 1974, a adição de flúor na água é um requisito legal, conforme estabelecido pela Lei Federal nº 6.050. No entanto, a documentação sobre a fluoretação nas cidades é escassa, o que dificulta a compreensão do acesso a esse benefício em várias áreas do Brasil, mesmo que a expansão desse acesso seja uma prioridade na Política Nacional de Saúde Bucal (PNSB). Um levantamento de saúde bucal feito em 2003 indicou que apenas 115 dos 250 municípios analisados, ou seja, 46%, tinham água fluoretada disponível. As regiões Sudeste e Sul apresentaram a melhor cobertura, com 66% e 88%, respectivamente (Antunes; Narvai, 2010; Pucca, 2005).

Em 2003, cerca de 70 milhões de brasileiros estavam sob a fluoretação das águas de abastecimento público. Dados do Ministério da Saúde indicam que até junho de 2005, 121 novas instalações de fluoretação de água foram criadas em seis estados, favorecendo aproximadamente 500 mil indivíduos. Além disso, o MS informa que outros 430 projetos técnicos foram enviados para avaliação, o que poderia beneficiar cerca de seis milhões de brasileiros. A realização desses projetos está sendo possível graças a uma colaboração entre a Fundação Nacional de Saúde (FUNASA) e convênios com as Secretarias Estaduais de Saúde (Pucca, 2005).

A fluoretação das águas de abastecimento público é uma estratégia reconhecida de saúde pública para a prevenção da cárie dentária, como citado anteriormente. No entanto, a concentração ideal de flúor na água pode variar de acordo com as condições climáticas da região, especialmente a temperatura ambiente.

A principal razão para essa variação está no consumo de água pela população. Em regiões mais quentes, as pessoas tendem a consumir maiores quantidades de água devido ao aumento da transpiração corporal. Para evitar a ingestão excessiva de flúor – o que pode levar à fluorose dentária, uma condição que afeta o esmalte dos dentes – a concentração de fluoreto na água é ajustada para níveis mais baixos em climas quentes. Por outro lado, em regiões frias, onde o consumo de água é geralmente menor, a concentração de fluoreto pode ser levemente aumentada para manter sua eficácia preventiva.

De acordo com Narvai (2000), a concentração ideal de fluoreto na água varia entre 0,6 a 1,0 mg/L, sendo ajustada conforme a média anual da temperatura local. Essa recomendação visa equilibrar a eficácia na prevenção da cárie e a segurança contra a fluorose.

Além disso, a Portaria GM/MS nº 888, de 2021, que dispõe sobre os padrões de

qualidade da água para consumo humano no Brasil, também reconhece essa necessidade de adequação conforme variáveis locais, incluindo o clima.

Essa prática de ajuste climático da fluoretação mostra como fatores ambientais devem ser considerados na formulação de políticas de saúde pública, reforçando a importância de uma abordagem territorial e contextualizada no controle de doenças bucais.

3.15.1 Por que Fluoretar?

A adição de flúor à água potável é uma das ações de saúde pública mais significativas e relevantes, podendo ser vista como a maneira mais eficiente de prevenir lesões de cárie, considerando seu impacto em larga escala. Entre os principais pontos positivos citados pelos apoiadores da fluoretação, destacam-se o baixo custo por pessoa, a segurança gerada pela mínima quantidade de íons de flúor por litro de água e a extensa pesquisa sobre sua utilização, além do fato de que essa estratégia beneficiará toda a comunidade que utiliza água tratada (Antunes; Narvai, 2010; Narvai, 2000; Pucca, 2005).

Considerando que os efeitos preventivos do flúor são amplamente aceitos em iniciativas de saúde pública, estes são potencializados quando a água é o meio de entrega e levando em conta a sua eficácia, custo e frequência de consumo, a fluoretação da água destinada ao abastecimento é frequentemente considerada como a melhor forma de exposição ao flúor (Antunes; Navai, 2010).

Ainda de acordo com Antunes e Narvai (2010), o efeito favorável da fluoretação da água pôde ser identificado na redução da prevalência de cárie dentária, conforme se constata por meio de levantamentos epidemiológicos de saúde bucal de amplitude nacional.

Depois de meados dos anos 1980, observou-se um significativo decréscimo nos índices de cárie. O índice CPO-D, que mede a quantidade de dentes afetados por cárie, diminuiu de 6,7 em 1986 para 2,8 em 2003, em crianças de 12 anos.

A "potência preventiva" da fluoretação das águas, quando praticada de forma isolada, é considerável. Ainda que outras ações preventivas sejam implementadas ao mesmo tempo, é reconhecido que a fluoretação da água é a técnica de maior alcance (Narvai, 2000, p. 3). Além disso, pesquisas recentes indicam que a fluoretação das águas de consumo é uma ação que favorece proporcionalmente os mais necessitados,

já que seu efeito preventivo é maior quanto maior a desigualdade social, tanto em dentes decíduos quanto em dentes permanentes.

Apesar de ser compreensível que a fluoretação tenha começado nos municípios com maior população, que possuem mais recursos para administrar os interesses públicos, a demora na sua implementação, com mais da metade dos municípios brasileiros ainda não tendo implementado a medida, requer ajustes na administração dessa política pública. Esses ajustes são imprescindíveis e urgentes, especialmente porque interromper a fluoretação, ou não efetuar-la no local correto, é um "ato legalmente ilegal, cientificamente inviável e socialmente injusto", de acordo com Antunes e Narvai (2010, p. 13).

É importante destacar que a execução da fluoretação também auxilia na melhoria dos processos de tratamento de água, aperfeiçoando-os. Dessa forma, a ação contribui indiretamente para a diminuição da incidência de doenças transmitidas pela água, que, como é conhecido, ainda afetam uma parcela significativa da nossa população (Rodrigues, 1987).

Para prevenção da cárie dentária de maneira segura e eficaz é necessário um controle rígido dos fluoretos adicionados à água. É necessária a concentração ótima de flúor, que no Brasil varia de 0,7 e 1,0 por milhão (ppm), bem como sua continuidade ao longo do tempo, a constatação que no Brasil, ocorriam oscilações nas concentrações do flúor adicionado à água de abastecimento público, motivou a formulação de uma proposta para implantação de vigilância sanitária da fluoretação das águas, baseadas no princípio do heterocontrole.

Recomenda-se que seja operacionalizado por entidades ou instituições públicas, privadas, ou ambas, diferentes das companhias de abastecimento de água (Panize *et al.* 2008) e ainda de acordo com Pinese *et al.* (2021, p. 1):

Tendo em vista que a ingestão de teores diários de flúor fora do intervalo de 0,6 a 0,8 mg/L de F⁻, seguindo o rigor da lei brasileira, possibilita a geração de patologias como a cárie e a fluorose, se objetiva nessa investigação apontar localidades onde as concentrações naturais de flúor obtidas em drenagens, delimitem áreas de risco para a saúde humana pela ingestão direta ou fluoretada.

Segundo a portaria nº 1469 do Ministério da Saúde, em cidades em que o número de habitantes é menor que cinquenta mil, preconiza-se um número de no mínimo cinco amostras mensais para avaliar a concentração de fluoreto na água; de

cinquenta mil a duzentos mil habitantes, uma amostra deve ser coletada para cada dez mil habitantes e em cidades com mais de duzentos e cinquenta mil habitantes, no mínimo vinte amostras devem ser coletadas e mais uma para cada cinquenta mil (Catani *et al.*, 2007).

As dificuldades de se manter uma concentração ótima de flúor só poderão ser corrigidas se forem detectadas, e por esse motivo a importância de realizar o heterocontrole; sendo de grande importância um maior controle social da fluoretação da água, o qual não pode ficar na dependência de quem está no comando das administrações públicas.

A fluoretação das águas de abastecimento público, foi adotada no Estado do Paraná em 1958, na cidade de Curitiba (primeira capital brasileira a receber o benefício) e atualmente a população urbana de 390 municípios tem acesso à água fluoretada (Paraná, 2013, p. 1)

O Ministério da Saúde e as Secretarias de Saúde têm como dever e a obrigação a promoção e o acompanhamento da vigilância da qualidade da água (Brasil, 2018).

3.15.2 Estatística Descritiva

Conforme Moraes (2005), a estatística descritiva é vista como um conjunto de métodos para sintetizar um conjunto de dados em uma pesquisa específica. No presente estudo, as informações são as concentrações de íon fluoreto encontradas nas amostras recolhidas. Este conjunto de informações é usualmente estruturado em tabelas, gráficos e números que facilitam a compreensão do mesmo. Sob essa ótica, utilizou-se a classificação de variáveis para o presente estudo.

A categorização das variáveis baseou-se no tipo de fonte e nos níveis de fluoreto. Como referência para os índices de fluoreto, seguiu-se a orientação da OMS (1999), que recomenda a determinação dos valores limiares de acordo com as condições climáticas locais.

A Portaria 635 do Ministério da Saúde (Brasil, 1975) foi estabelecida e confirmada pela Portaria de Consolidação nº 5 de 2017. Em Londrina, as médias das temperaturas máximas oscilam entre 26,4° e 32,5° C, um intervalo parecido com o de São Paulo. Assim, adotou-se o valor de referência de 0,6 a 0,8 mg/L (Pinese; Ross; Alves, 2017).

Este valor foi aplicado em todas as análises estatísticas e na elaboração dos mapas, com o objetivo de uniformizar o debate sobre os riscos e benefícios do consumo

de fluoreto. No presente estudo, considera-se como insuficiente para combater a cárie níveis de fluoreto inferiores a 0,6 mg/L para as amostras. Caso a concentração ultrapasse 0,8 mg/L, existe o risco de ocorrer algum grau de fluorose dentária. Também se entende que os níveis de concentração de fluoreto que estão além do intervalo indicado estão fora do padrão de potabilidade, levando em conta que esse padrão precisa ser ajustado às normas locais de consumo em várias áreas, incluindo a concentração de fluoretos (Hespanhol, 2018).

Compreende-se que esses sejam os valores ideais para a região em análise, porém, os valores ideais para consumo diferem para outras regiões. O quadro 5 apresenta variados valores de referência para diversas regiões do Brasil. Isso ocorre devido à média térmica, que é usada como referência no cálculo proposto pela Portaria MS- 635/1975.

As portarias mais recentes fazem referência a esse cálculo sugerido pela OMS, que vem sendo aplicado desde os anos 70, quando a fluoretação começou na maioria dos municípios do Brasil. No Paraná, a fluoretação não tem limites mínimos obrigatórios, sendo o limite máximo determinado pelas normas federais de 1,5 mg/L.

Quadro 5 - Normativas sobre a dosagem de concentrações de Fluoreto para água consumida no Brasil

Local	Normativa	Concentração de fluoretos em água para
Brasil	Portaria MS-635/1975	Cálculo deve ser feito pela temperatura
Brasil	Resolução CONAMA nº 357 de 2005 para água doce dos rios.	Máximo 1,4.
Brasil	Portaria 2914/2011 do Ministério da Saúde	Máximo 1,5, mas remete o cálculo à Portaria 635/1995.
Brasil	Portaria de consolidação nº 5, de 28 de setembro de 2017	remete o cálculo à Portaria 635/1975
Rio Grande do Sul	Portaria nº 10/1999 do Rio Grande do Sul	Entre 0,6 - 0,9
São Paulo	Resolução SS-293/96	Entre 0,6 - 0,8
Paraná	Não há normativa	Não há valores definidos
Utilizado para análises estatísticas	Pinese <i>et al.</i> (2017)	Entre 0,6 e 0,8

Fonte: Guimarães (2020).

3.15.3 Uso de dentifrício e da Água Fluoretada no Brasil

A fluoretação da água e o uso do dentifrício fluoretado são estratégias essenciais na prevenção da cárie dentária no Brasil. Desde a década de 1970, a adição de flúor à água de abastecimento tem sido uma medida de saúde pública amplamente necessária, causando significativamente a incidência de lesões de cárie na população. Paralelamente, a recomendação do uso diário de creme dental com flúor reforça essa proteção. “A recomendação do uso de dentifrício fluoretado para o controle de cárie é fortemente baseada em evidência de dezenas de resultados de estudos clínicos randomizados e controlados em comparação com a escovação usando dentifrício não fluoretado” (Marinho *et al.*, 2003, p. 1).

Observa-se no quadro 6, os principais dentifrícios utilizadas na sociedade brasileira.

Quadro 6 - Principais dentifrícios utilizados no Brasil

MARCA/PRODUTO	INDICAÇÃO PRINCIPAL	CONTÉM FLÚOR	VEGANO	DESTAQUES
Colgate Total 12 Clean Mint	Uso geral	Sim	Não	Hálito fresco e proteção antibacteriana
Oral-B 3D White Perfection	Clareamento	Sim	Não	Dentes mais brancos em poucos dias
Close-Up Liquifresh Ice	Uso geral	Sim	Não	Hálito fresco prolongado
Boni Natural Menta e Melaleuca	Uso geral	Não	Sim	Fórmula natural e sem flúor
Sensodyne Repair & Protect Whitening	Sensibilidade e clareamento	Sim	Não	Ajuda na reparação do esmalte e alívio da sensibilidade
Colgate Total 12 Gengiva Reforçada	Saúde gengival	Sim	Não	Proteção contra problemas gengivais
Oral-B Pró-Gengiva Original	Gengivite	Sim	Não	Combate eficaz à inflamação das gengivas
Close-Up Proteção Bioativa	Uso geral	Sim	Não	Fórmula bioativa com proteção completa
Oral-B Natural Essence com Bicarbonato	Clareamento natural	Sim	Não	Contém bicarbonato para ação branqueadora
Sensodyne Branqueador Extra Fresh	Clareamento e sensibilidade	Sim	Não	Branqueia suavemente dentes sensíveis
Colgate Sensitive Pró-Alívio	Sensibilidade	Sim	Não	Alívio imediato da sensibilidade
Parodontax	Gengivite	Sim	Não	Recomendado para pessoas com sangramento nas gengivas
Biorepair Fast Sensitive Repair	Restauração do esmalte e sensibilidade	Não	Sim	Repara micro danos no esmalte sem uso de flúor
Boni Natural Branqueador Menta e Carvão	Clareamento natural	Não	Sim	Fórmula vegana com carvão vegetal para limpeza profunda

Fonte: (10 melhores [...], 2024).

3.15.4 Fluoretação da Água no Brasil

A fluoretação da água foi renovada no Brasil como uma forma acessível e eficiente de levar proteção contra lesões de cárie a milhões de pessoas. A legislação brasileira exige que os municípios com sistemas de abastecimento tratem a água com níveis adequados de flúor (entre 0,6 e 0,8 mg/L) de acordo com Pinese *et al.* (2021), o que contribua para fortalecer o esmalte danificado e reduzir a desmineralização causada por bactérias presentes na boca. Estudos indicam que essa medida moderada a prevalência de cárie em até 60% em crianças de até 5 anos e adolescentes de até 12 anos.

3.15.5 O Papel do Dentifrício Fluoretado

O dentifrício fluoretado complementa a proteção da água fluoretada, pois permite a aplicação direta do flúor nos dentes. Seu uso regular ajuda a remineralizar o esmalte e a neutralizar os ácidos produzidos por bactérias. No entanto, é fundamental utilizar a quantidade correta: para crianças pequenas, recomenda-se apenas um "grão de arroz" de creme dental fluoretado, enquanto para adultos, um tamanho igual ou menor.

Além do dentifrício ser fluoretado, ele precisa ter uma concentração mínima de fluoreto para ser obtido o máximo benefício anticárie. Essa concentração deve ser de pelo menos 1.000 ppm F (mg F/kg), para que tanto a dentição decídua como a permanente (Walsh *et al.*, 2010).

3.15.6 Cuidados com o Uso Excessivo de Flúor

Embora o flúor seja um aliado essencial na prevenção da cárie, seu uso excessivo pode levar à fluorose dentária, que causa manchas nos dentes. Isso reforça a importância do acompanhamento odontológico e do uso adequado do creme dental, especialmente em crianças.

No Brasil, a maioria dos dentifrícios utilizados pela população tem como agente abrasivo o carbonato de cálcio (CaCO₃) (Ricomini Filho *et al.*, 2012, p. 46).

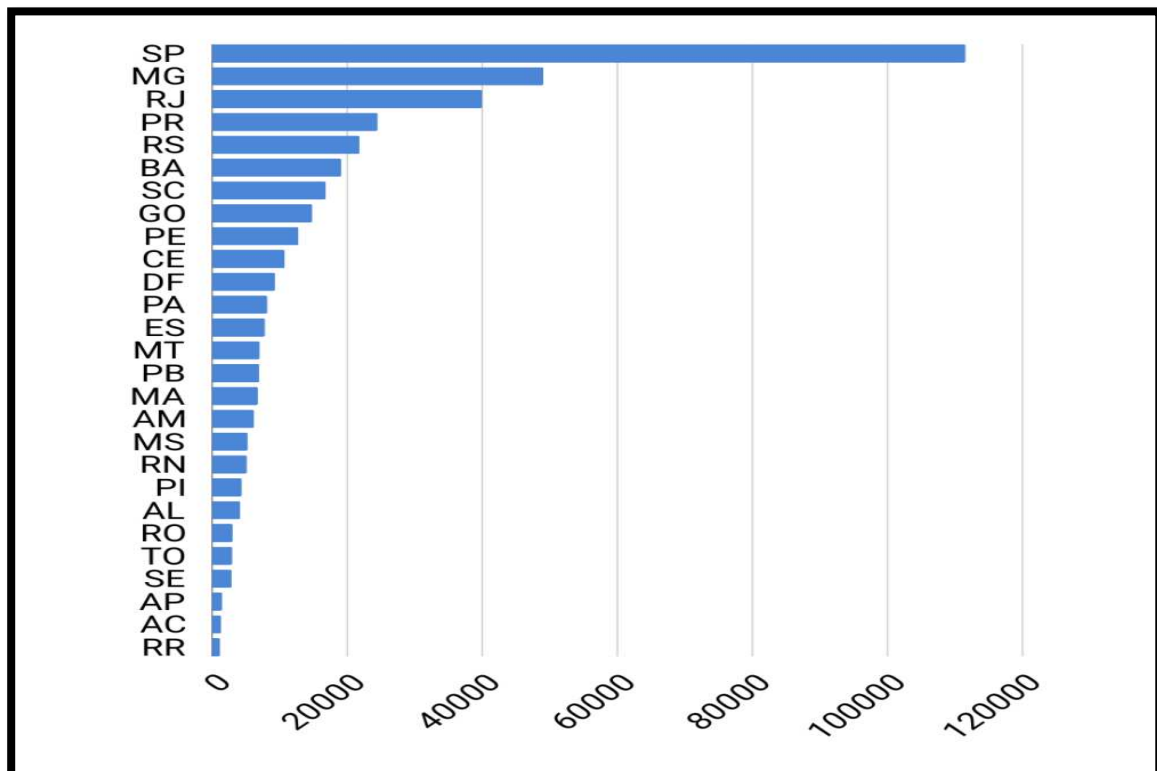
3.15.7 Considerações sobre o uso de dentífricos fluoretados

A combinação da fluoretação da água e do uso dos dentífricos fluoretados tem sido um dos fatores responsáveis pela melhoria da saúde bucal dos brasileiros. No entanto, a conscientização sobre o uso adequado do creme dental e a manutenção de hábitos de higiene bucal, como escovação correta e visitas regulares ao dentista, são essenciais para garantir um sorriso saudável ao longo da vida. O Brasil, em 2024, obteve um aumento considerável de dentista, isso fortalece os atendimentos em âmbito nacional, justificando os números decrescentes de lesões de cárie no Brasil.

De acordo com dados da Odontologia News (Augusto, 2024), o Brasil iniciou 2024 com mais de 400 mil Cirurgiões Dentistas, 402.552 para ser mais exato. Com uma população de 203 Milhões de cidadãos, temos uma média histórica de 504 habitantes para cada dentista (gráfico 2). Ou seja, um dos mercados mais concorridos do mundo.

Os 402 mil dentistas, estão divididos nas regiões do brasileiras, onde o estado de São Paulo lidera o ranking com o maior número de Cirurgiões Dentistas, seguido dos estados de Minas Gerais e Rio de Janeiro.

Gráfico 2 - Cirurgiões por Estado Brasileiro



Fonte: Augusto (2024).

Importante observar que no início dos anos 2000, o Brasil tinha pouco mais de 100 mil dentistas. Em 2010, esse número era quase o dobro, chegando a 194.250 profissionais.

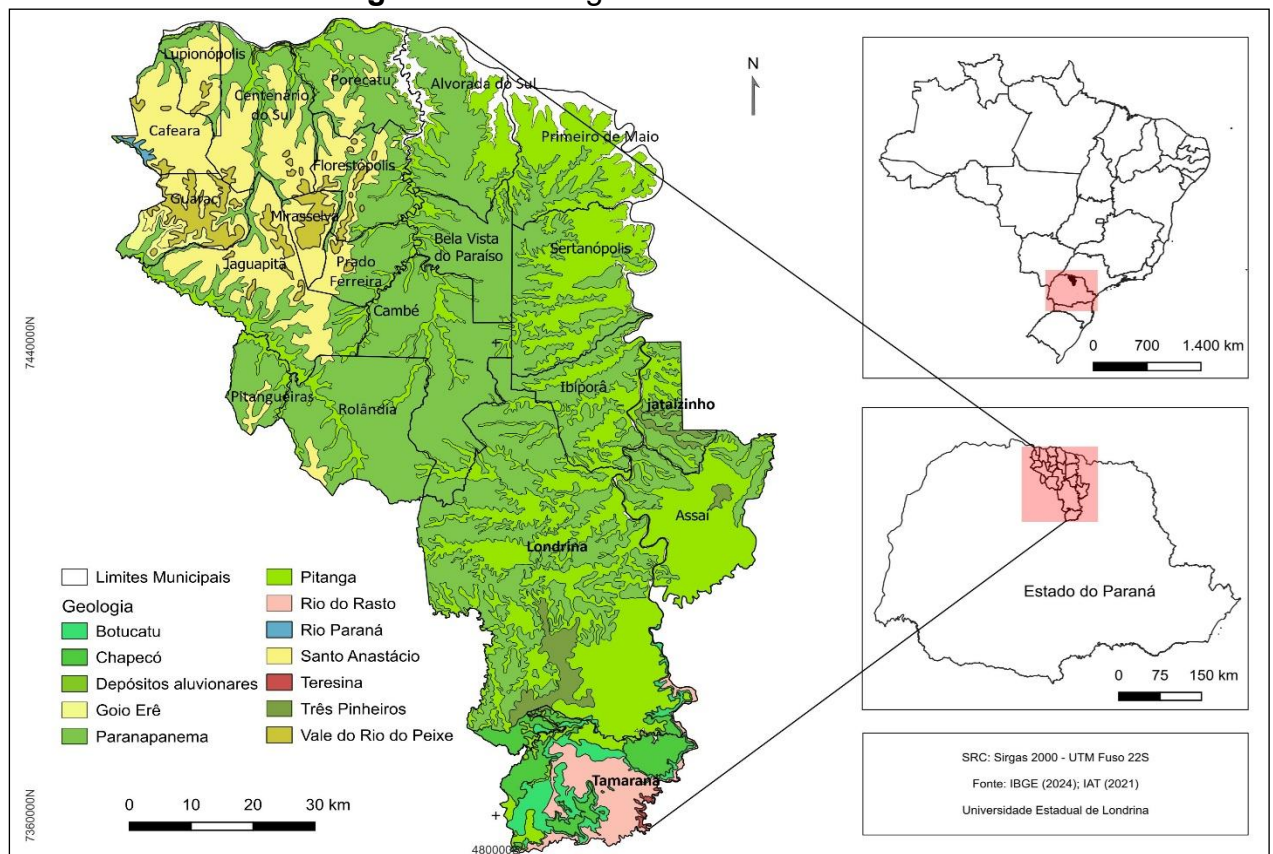
E, atualmente, temos mais que o dobro do número de cirurgiões dentistas comparado ao início da década de 2010. Isso colaborou muito para a evolução das regiões dos estados do Sudeste e Sul na questão da diminuição da cárie.

4 CARACTERIZAÇÃO GEOGRÁFICA DA ÁREA DE ESTUDO

4.1 GEOLOGIA DA ÁREA

A região de estudo localizada ao norte do Paraná é composta por 21 municípios, (Figura 11) faz parte da extensa Bacia Sedimentar do Paraná (IAT, 2020) Essa bacia se formou ao longo de milhões de anos, acumulando diferentes camadas de sedimentos e sofrendo eventos vulcânicos que influenciaram diretamente a composição do subsolo e do relevo local.

Figura 11 - Litologia da Área de Estudo



Fonte: IBGE (2024).

Entre as principais formações geológicas da região está a Formação Serra Geral, caracterizada por grandes derrames de lava basáltica que ocorreram no período Cretáceo (IAT, 2020). Essas rochas são responsáveis por moldar o relevo atual e impactam a disponibilidade de água subterrânea.

Logo abaixo dessa formação, encontra-se a Formação Botucatu, composta por arenitos depositados entre o Jurássico e o início do Cretáceo. Esses sedimentos

originaram o Aquífero Guarani, um dos maiores reservatórios subterrâneos de água doce do planeta. No entanto, na área possui uma grande quantidade de basalto da Formação Serra Geral reduz o acesso direto a esse aquífero.

Outra importante unidade geológica presente é a Formação Furnas, que remonta ao Devoniano. Seus arenitos quartzosos, de granulação média a grossa, compõem o Aquífero Furnas, uma alternativa para o abastecimento hídrico em locais onde a camada de basalto é mais fina (IAT, 2020).

A composição geológica da região influencia diretamente a qualidade da água subterrânea utilizada pela população.

De acordo com Brumatti, Spisila e Besser (2024), o quadro 7 demonstra as características evidenciadas na figura 11, destacando os municípios da região estudada.

Quadro 7 - Aspectos da Litologia da Área

FORMAÇÕES LITOLÓGICAS	CARACTERÍSTICAS	ABRANGÊNCIA NA ÁREA DE ESTUDO
Formação Botucatu	A Formação Botucatu é composta por arenitos quartzosos de granulação fina a média, depositados em ambiente desértico durante o Jurássico. Esses arenitos formam parte do Aquífero Guarani, uma das maiores reservas subterrâneas de água doce da América do Sul.	Norte de Tamarana
Formação Chapecó	Localizada no sul do Brasil, é formada por rochas vulcânicas originadas de derrames de lava, com evidências de interação com água. Ela faz parte da Província Magmática do Paraná, relacionada à fragmentação do supercontinente Gondwana e à abertura do Atlântico Sul, sendo frequentemente sobreposta pelas rochas da Formação Serra Geral.	Porecatu, Alvorada do Sul, Rolândia, Pitangueiras, Bela vista do Paraíso
Formação Goio Erê	Localizada no extremo sudeste da Bacia do Paraná, a Formação Goio Erê é composta por arenitos quartzosos com estratificação cruzada, indicativos de deposição em ambientes eólicos. Apresenta espessuras preservadas de até 50 metros.	Lupionópolis, Cafeara, Guaraci, Centenário do Sul, Florestópolis, Miraselva, Jaguapitã,
Depósitos Aluvionares	Presentes em diversas áreas, os depósitos aluviais são compostos por areia fina argilosa, argila orgânica, argila siltosa e cascalhos, formando as planícies fluviais. São sedimentos mais recentes, do Cenozoico, encontrados nas partes sul e sudoeste de municípios como Botucatu	Jataizinho, Assaí, Londrina e Sertanópolis

Formação Santo Anastácio	Parte do Grupo Bauru, a Formação Santo Anastácio é composta por arenitos, argilitos e conglomerados, representando ambientes fluviais e lacustres do Cretáceo Superior. É significativa para o estudo da paleogeografia da América do Sul durante a era Mesozoica.	Lupionópolis, Cafeara, Jaguapitã, Florestópolis e Guaraci
Formação Vale do Rio do Peixe	Esta formação é composta por arenitos muito finos a finos, intercalados com siltitos ou lamitos arenosos, depositados em ambientes eólicos e fluviais durante o Neocretáceo. É uma das principais unidades fossilíferas da Bacia Bauru.	Miraselva, Florestópolis, Prado Ferreira e Guaraci.
Formação do Rio do Rastro	Datada do Permiano Superior, a Formação Rio do Rastro é composta por siltitos, argilitos e arenitos finos, representando ambientes sedimentares diversos. É significativa na região sul do Brasil, incluindo o Paraná.	Londrina (sul) e Tamarana
Estrutura de Pitanga	Apresenta uma estrutura geológica complexa, com falhas normais e inversas, resultantes de eventos tectônicos múltiplos. As unidades litoestratigráficas incluem desde o Grupo Itararé até rochas básicas intrusivas, abrangendo um intervalo do Permocarbonífero ao Cretáceo.	Assaí, Londrina, Sertanópolis e Primeiro de Maio
Formação Teserina	A Formação Teresina é uma unidade geológica do período Permiano, situada na porção superior do Grupo Passa Dois, dentro da Bacia do Paraná. Ela é composta predominantemente por rochas siliciclásticas de granulometria fina, como argilitos, siltitos e arenitos finos, frequentemente organizados em fácies heterolíticas. Essas características indicam deposição em ambientes de mar raso, influenciados por ondas de tempestade, com transições entre condições marinhas e continentais. A presença de fósseis de moluscos bivalves e microfósseis, como esporos e pólen, reforça essa interpretação paleoambiental.	Tamarana
Formação Três Pinheiros	O Três Pinheiros é uma subdivisão da Formação Serra Geral, localizada na região central do estado do Paraná, especialmente na bacia do rio Coutinho, próximo a Guarapuava. Ele é caracterizado por basaltos hipovítreos do tipo Pitanga, com alto grau de fraturamento. Essas rochas resultam de extensos derrames de lava associados ao magmatismo fissural da Província Magmática do Paraná, ocorridos durante o Cretáceo, relacionados à fragmentação do supercontinente Gondwana e à abertura do Oceano Atlântico Sul.	Londrina (sul), Assaí, Jataizinho, Sertanópolis, Rolândia, Iporã,

Formação Rio Paraná	A Formação Rio Paraná é uma unidade geológica pertencente à Bacia do Paraná, mencionada em listas de unidades estratigráficas do Brasil. No entanto, informações detalhadas sobre suas características litológicas, idade geológica, espessura ou ambiente deposicional são escassas na literatura disponível. É possível que a Formação Rio Paraná esteja relacionada a outras unidades sedimentares da Bacia do Paraná, como a Formação Goio Erê ou a Formação Santo Anastácio, ambas pertencentes ao Grupo Bauru, do Cretáceo Superior. Essas formações são compostas predominantemente por arenitos e siltitos, depositados em ambientes fluviais e eólicos.	Centenário do Sul, Porectu, Alvorada do Sul e Primeiro de Maio.
Formação Paranapanema	A Formação Paranapanema é composta por basaltos maciços e pouco vesiculados, com coloração cinza escura a preta, originados por derrames de lava durante o Cretáceo, associados à Província Magmática do Paraná. Ela representa um dos maiores volumes de rochas ígneas da Formação Serra Geral, sendo uma das unidades mais espessas e extensas da Bacia do Paraná. Esses basaltos são geralmente do tipo tálus, com poucos minerais visíveis, e indicam episódios de vulcanismo fissural intenso.	Alvorada do Sul, Bela Vista do Paraíso, Ibiporã, Porecatu, Cambé e Florestópolis.

Fonte: Brumatti, Spisila e Besser (2024).

Estudos indicam a presença de minerais como cálcio, magnésio, ferro e manganês em diferentes concentrações, dependendo da formação geológica predominante em cada área. Essas variações químicas podem afetar as condições da água para consumo e exigem monitoramento contínuo.

4.2 PEDOLOGIA DA ÁREA

A região norte do Estado do Paraná pertence ao grande grupo do terceiro planalto paranaense que representa a região dos grandes derrames de lavas básicas, como a Formação Serra Geral, Grupo São Bento. Tais derrames acabaram dando origem às formas e estruturas da superfície, das quais mais chamam atenção, são as que constituem as paisagens típicas, dando origem a uma topografia de aspecto tabuliforme, reconhecidas em diversas áreas pelas formas onduladas, com as chapadas de encostas mais suavizadas (Larach *et al.*, 1984).

Os solos desta unidade são influenciados por um clima chuvoso, com ligeira

estação seca de aproximadamente 3 meses. Corresponde ao tipo Cwa, da classificação de Koeppen (Larach *et al.*, 1984).

De acordo com Larach *et al.* (1984), o relevo da unidade é praticamente plano e/ou suave ondulado, constituído por colinas de topos arredondados, com vertentes longas de centenas de metros de comprimento e declives suaves de 0 a 8%; ocorrem normalmente nas partes altas e planas, que correspondem aos divisores de água. Encontram-se em altitudes que variam normalmente entre 500 e 1.000 metros.

Caracterizar e classificar os solos é fundamental para conhecer as principais qualidades e limitações pedológicas de um determinado Território. Levantar as características dos solos permite reconhecer o uso mais adequado delas.

Segundo Lepsch (2019), o solo é um conjunto natural dos corpos, que contém matéria viva, e resulta da ação do clima e de organismos sobre o material de origem, de modo que a transformação do solo se consolida durante determinado tempo e é influenciada pelo tipo de relevo.

Sendo assim, os solos desta unidade de mapeamento concentram-se na região norte do Estado, e os perfis que se apresentam nessa espacialidade são os Latossolos, Nitossolos, Neossolos, Gleissolos e Argissolos, sendo que uma pequena porção da região se encontra em outros valores não definidos. Os solos da Região do CISMENAR, podem ser observados através da Figura 12.

Segundo Fasolo *et al.* (1986), citado por Gutierrez (2005), no Paraná, os latossolos ocupam cerca de 30% do território e apresentam textura predominantemente média (areia argilosa), oriundos do arenito Caiuá (região noroeste), e argilosa a muito argilosa provenientes de rochas vulcânicas (região norte). São solos espessos, muito porosos, de coloração amarelada ou avermelhada em função do conteúdo e da natureza dos compostos de ferro. São solos em avançado estágio de intemperização, com pequenas diferenciações de horizontes, e geralmente são definidos e reconhecidos pelo horizonte B latossólico imediatamente abaixo de qualquer horizonte diagnóstico superficial (Lepsch, 2019).

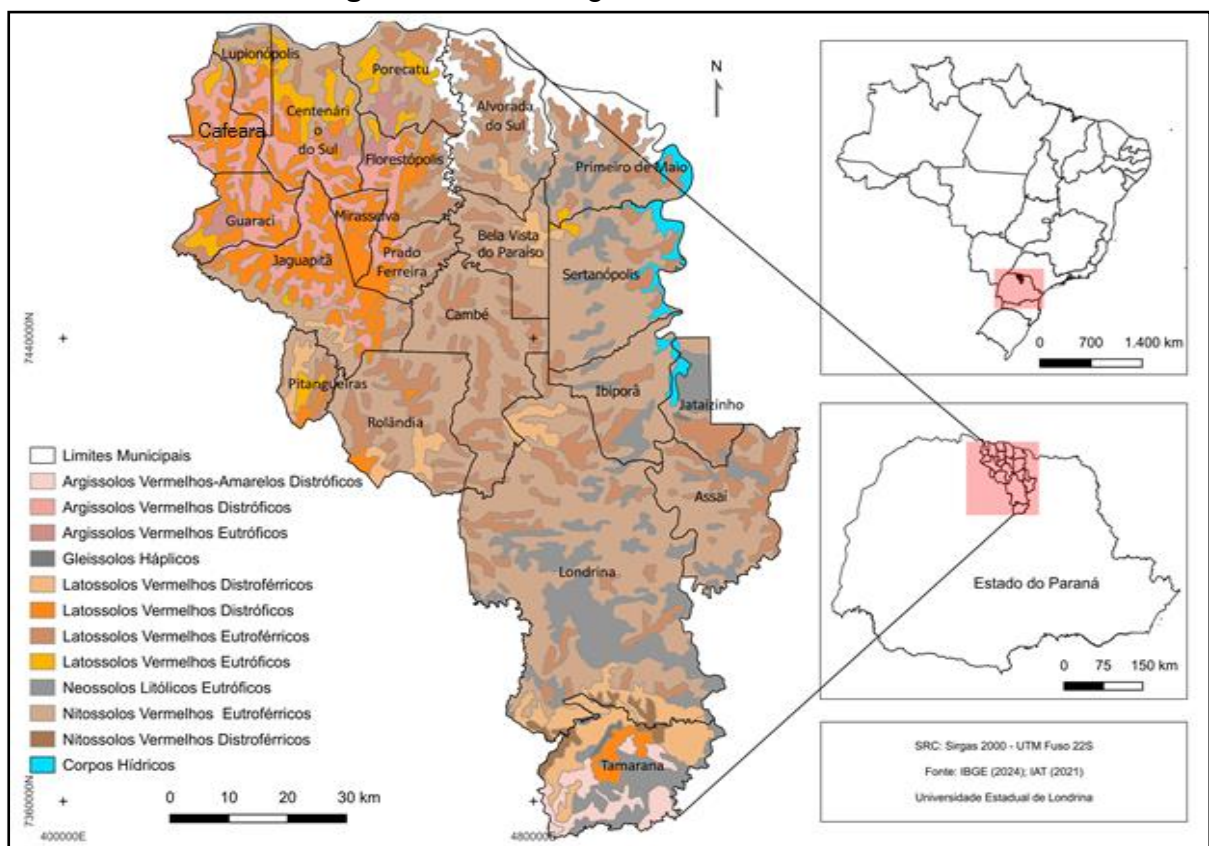
Os Nitossolos apresentam um grau elevado de intemperismo, e compreendem solos constituídos por material mineral, com horizonte B nítico, que são medianamente profundos, e possuem uma fraca diferenciação de horizontes, além de textura argilosa ou muito argilosa, desde a superfície do solo (Santos *et al.*, 2018). Manifesta estruturas agregadas em forma de blocos, que acabam evidenciando nítidas e brilhantes superfícies, designadas como cerosidade (Lepsch, 2019).

De acordo com o IAT (2021), os tipos de solo identificados: Latossolo Vermelho (predominante), Neossolo Regolítico, Nitossolo Vermelho, Argissolo Vermelho, Gleissolo Háptico

Observando a figura 12, os municípios associados principalmente a Latossolo Vermelho, Litossolo Vermelho e Neossolo Regolítico são: Jaguapitã, Ibiporã e Assaí.

E os Municípios relacionados ao Argissolo Vermelho e Latossolo Vermelho são destacados por Miraselva e Sertanópolis.

Figura 12 - Pedologia da área de Estudo.



Fonte: EMBRAPA (2020).

Outra classe de solo presente é os Neossolos, que são constituídos por material mineral ou orgânico e pouco espessos (20 cm), sem nenhum tipo de horizonte B diagnosticado, além de possuírem, ou não, nenhuma evidência de horizontes pedogenéticos subsuperficiais.

Na região estudada há ocorrência dos Neossolos Regolíticos, estes que apresentam limitações e estão sujeitos a erosão, apesar de não apresentarem rochas de pouca profundidade (Lepsch, 2019).

Os Argissolos ocupam 20% do território brasileiro e são o segundo maior em

extensão depois dos latossolos. Esses solos são muito intemperizados, possuem uma diferenciação de horizontes evidente, sendo a B mais marcante pelo alto grau de acúmulo de argila e desenvolvem-se em condições de ambiente tropical úmido, (Lepsch, 2019).

Sendo o solo o resultado da ação intempérica sobre a rocha exposta, os diferentes tipos de solos resultam, entre outras coisas, dos diferentes processos de intemperismo e também das características constituintes e intrínsecas a cada tipo de rocha. Assim, as propriedades que caracterizam os solos e os diferenciam são resultado daquilo que Dokuchaev, em 1898, afirmava ser os fatores de formação do solo, os quais são, a saber: material de origem (tipo de rocha), clima, organismos, topografia (relevo) e tempo (Muggler; Pinto Sobrinho; Machado, 2005, p. 66). Na área de estudo deste trabalho (Figura 6) predominam os nitossolos vermelhos, latossolos vermelhos e vermelho-amarelos, argissolos vermelhos e neossolos regolíticos.

As maiores ocorrências dizem respeito aos nitossolos e latossolos, sendo que estes últimos, em se tratando do estado do Paraná, ocupam uma área total de aproximadamente 30,76%, cerca do dobro do que é ocupado pelos argissolos (15,53%) e nitossolos (15,18%) e um pouco mais do que é ocupado pelos neossolos (22,22%), conforme dados da EMBRAPA (2020). Retomando-se o nível da regional, em seguida tem-se uma ocorrência considerável de neossolos regolíticos, enquanto os argissolos (nas duas variações encontradas), ocupam as menores porções da área estudada, como pode-se observar na figura 12.

Devido ao fato de que cerca de 90% da área de estudo situar-se sobre o terceiro planalto, os solos desta porção formaram-se a partir dos processos intempéricos exercidos sobre as rochas deste planalto, ou seja, rochas como o basalto, diabásio, regolito, entre outras. Ademais, por ser bastante uniforme do ponto de vista geológico, o próprio relevo e os solos são um tanto quanto homogêneos no terceiro planalto, como um todo.

O clima tropical úmido/semiúmido submeteu as rochas oriundas dos derrames de lava fazendo delas derivar um solo de fertilidade variável. Ainda no terceiro planalto, uma pequena porção dos solos situa-se sobre o arenito Caiuá (noroeste) e cobre, principalmente, o topo dos espigões, são solos do tipo argissolo vermelho. Estes solos ocorrem em partes dos municípios de Jaguapitã, Miraselva, Florestópolis e Prado Ferreira.

Os Latossolos caracterizam-se por apresentarem teor de silte inferior a 20% e

argila variando entre 15% e 80%, conforme dados encontrados no site da Embrapa (2020). Segundo dados relatados em Pinese (2002), os latossolos podem ocorrer nos espigões divisores d'água, ou seja, ocupam normalmente posições de topo até o terço médio das encostas suave onduladas, típicas das áreas de derrames basálticos, são solos com alta permeabilidade à água, o que se traduz numa maior infiltração (Santos *et al.*, 2006).

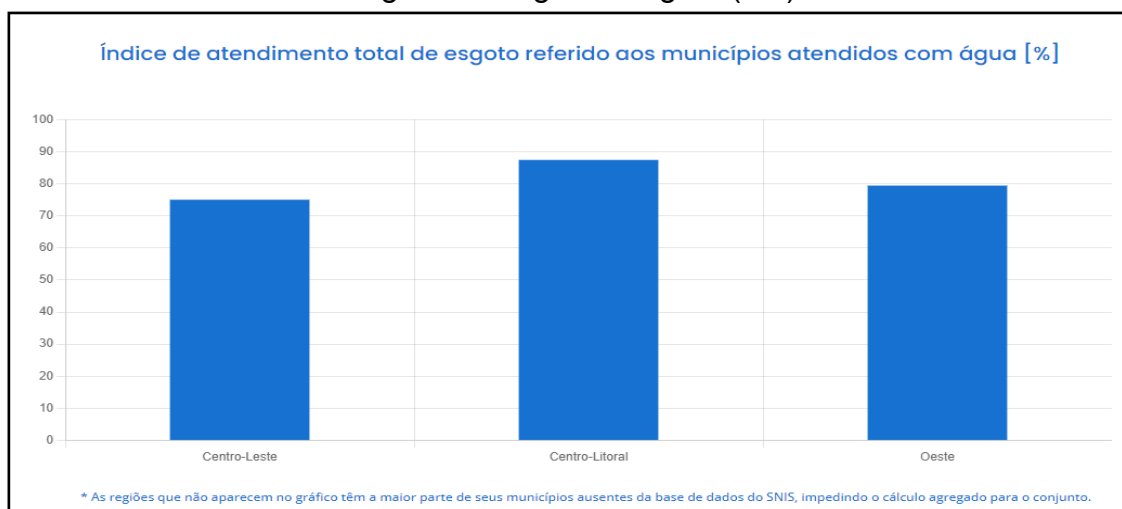
São desta forma, solos muito apropriados à recarga de aquíferos. Os nitossolos formam-se sobre rochas básicas e ocupam as porções média e inferior de encostas onduladas até fortemente onduladas. É comum sua ocorrência em áreas bem drenadas, próximas a cursos d'água onde predominam rochas básicas (basalto, diabásio). Estão frequentemente associadas à Latossolos vermelho-escuros (EMBRAPA, 2006).

Basicamente, no contexto desta área de estudo, somente no município de Tamarana encontram-se os argissolos vermelho-amarelos, que devem sua coloração, em parte, ao fato dos solos do segundo planalto apresentarem-se praticamente desprovidos da camada superficial que é rica em húmus, o que faz com que estes solos tenham uma coloração mais clara.

4.3 ASPECTOS HIDROLÓGICOS

O Estado do Paraná com seus 399 municípios, está dividido hidrológicamente em 3 Microrregiões de Água e Esgoto, por meio da Lei nº 237/2021, são elas: Região Centro-Oeste, Centro-Litoral e Oeste, como demonstrado no gráfico 3.

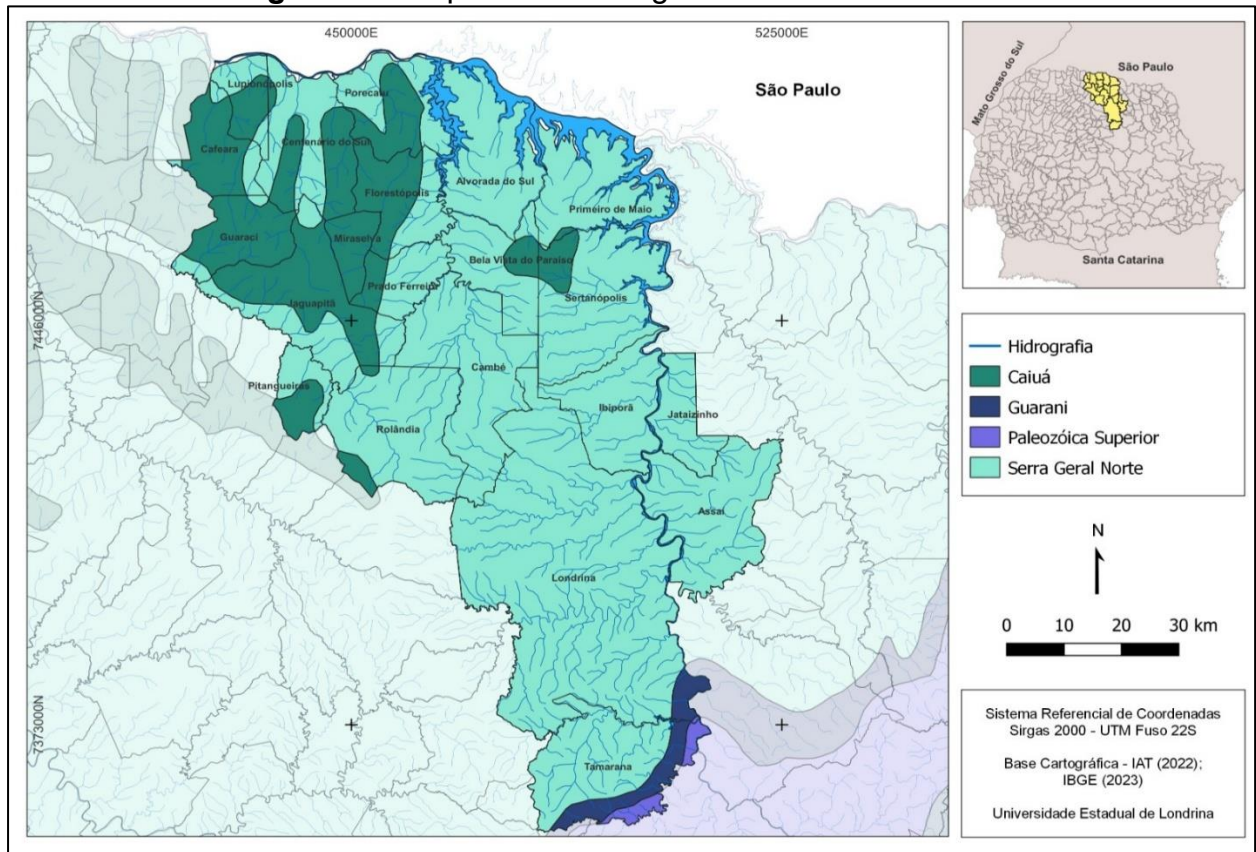
Gráfico 3 - Microrregiões de Água e Esgoto (PR) - Lei nº 237/2021



Fonte: IAT (2023).

Pode-se afirmar que apenas dois municípios (Ibiporã - PR e Londrina - PR) consomem água extraída do SAG, sendo o consumo de água subterrânea da cidade de Ibiporã - PR atualmente, é fornecido por 60% pela exploração do Aquífero Guarani e 40% pelo Rio Tibagi (Figura 13).

Figura 13 - Aspectos Hidrológicos da Área de Estudo



Fonte: IAT (2023).

O quadro 8, traz em destaque as companhias de abastecimentos público, seus municípios abastecidos e as principais fonte de abastecimento. Em relação ao total de água consumida pelo município de Londrina, a porcentagem de captação subterrânea é bastante inferior à superficial.

A extração da água superficial e subterrânea pela região de estudo é realizada através dos seguintes mananciais,: Ribeirões Ema e Jaú, Guarazinho, Jacutinga, Cafezal e rio Tibagi, utilizados pelos municípios de Rolândia - PR, Bela Vista do Paraíso - PR, Ibiporã - PR, Cambé - PR, Jataizinho - PR e Londrina - PR. No caso de Assaí - PR, os mananciais de abastecimento público são o Rio Jataizinho - PR, que abastece cerca de 55% da população assaiense, e as minas Kamogawa e Akagui, que contribuem com os demais 45%. O quadro 8, indica os municípios e os respectivos

mananciais explorados.

Quadro 8 - Municípios e suas Companhias de Abastecimento de Água e Esgoto

Município	Uso da Água para abastecimento Público superficial/ subterrânea/misto	Companhia de Abastecimento	Mananciais
1. Alvorada do Sul	subterrânea	SAMAE	Poços do Aquífero Serra Geral
2. Assaí	superficial	SANEPAR	Rio Jataizinho e Minas Amogawa e Akagui
3. Bela Vista do Paraíso	misto	SANEPAR	Ribeirão Guarazinho/poços do Aquífero Serra Geral
4. Cafeara	superficial	SANEPAR	Ribeirão Atalaia
5. Cambé	superficial	SANEPAR	Ribeirão Cafezal (25%), no rio Tibagi, Aquífero Guarani (11%) e em poços no Aquífero Serra Geral (em Cambé).
6. Centenário do Sul	Subterrânea	SANEPAR	Aquífero Serra Geral
7. Florestópolis	superficial	SANEPAR	Rio Jataizinho
8. Guaraci	superficial	SANEPAR	Córrego Bocaina
9. Ibiporã	misto	SAMAE	Ribeirão Jacutinga (40%) e Aquífero Guarani (55%)
10. Jaguapitã	subterrânea	SAMAE	Poços do Aquífero Serra Geral (5)
11. Jataizinho	superficial	SAAE	Rio Tibagi
12. Londrina	misto	SANEPAR	Rio Tibagi, Ribeirão Cafezal e Aquífero Guarani
13. Lupionópolis	superficial	SANEPAR	Córrego Água do Veadinho e Córrego Água da Fé
14. Miraselva	superficial	SAAE	Poços do Aquífero Serra Geral (3)
15. Pitangueiras	subterrânea	SAMAE	Córrego das Pitangueiras, 7 poços do Aquífero Serra Geral e 2 poços do Aquífero Guarani
16. Porecatu	subterrânea	SAMAE	Poços do Aquífero Serra Geral (5)
17. Primeiro de Maio	subterrânea	SAMAE	Poços do Aquífero Serra Geral
18. Prado Ferreira	subterrânea	SAAE	Poços do Aquífero Serra Geral
19. Rolândia	misto	SAMAE	Ribeirões Ema e Jaú
20. Sertanópolis	subterrânea	SAAE	Poços do Aquífero Serra Geral
21. Tamarana	subterrânea	SANEPAR	Poços do Aquífero Guarani

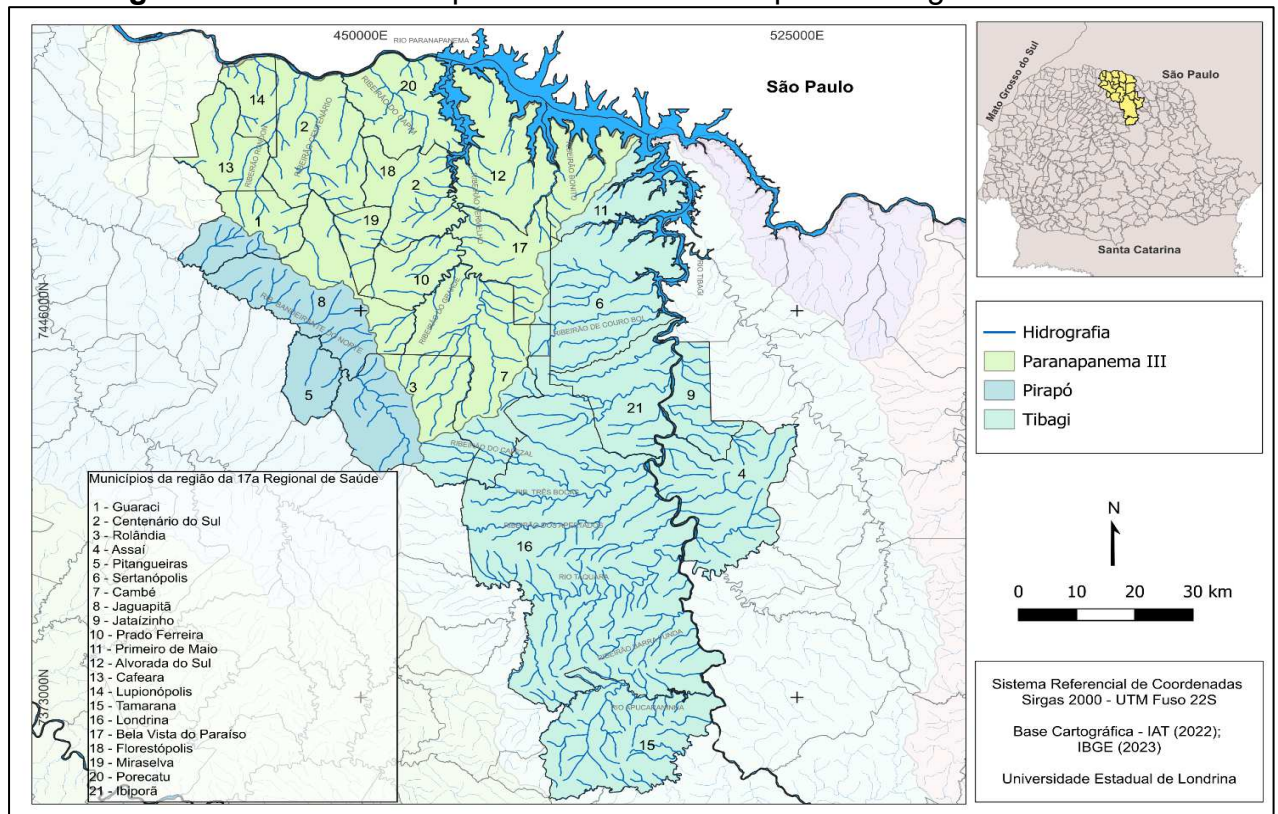
Fonte: Organizado pelos autores com base nas informações das Companhias de Abastecimento (SANEPAR, SAAE E SAMAE).

Nesta Região estudada, existem cerca de 16 sub-bacias principais que perpassam o município de Londrina, dentre as quais, na área urbana do município tem cerca de 70 cursos d'água, entre córregos e ribeirões. Estes levam suas águas até os córregos dessas sub-bacias e seus cursos de maior ordem correm de oeste para leste, até alcançarem o Rio Tibagi.

Observa-se através da figura 14, que o rio Tibagi que está localizado à leste do município de Londrina, sendo um dos mais importante para a Região, ele recebe os rios tributários localizados na área urbana e em seu entorno. Sendo um dos principais formadores da bacia hidrográfica do rio Paranapanema que desemboca na bacia do rio Paraná. Uma bacia hidrográfica é uma área drenada por um rio principal e seus tributários.

A direção dos canais fluviais das bacias dos ribeirões Jacutinga e Lindóia, ao norte, é no sentido oeste-leste enquanto as demais bacias: Cambé, Cafezal estão orientadas no sentido noroeste-sudeste. Além dessas, no sentido noroeste-sudeste também tem a Bacia do Limoeiro e a Bacia Três Bocas.

Figura 14 - Mananciais que atendem os municípios da Região de Estudo



Fonte: IAT (2023).

De acordo com Barros (2008, p. 10):

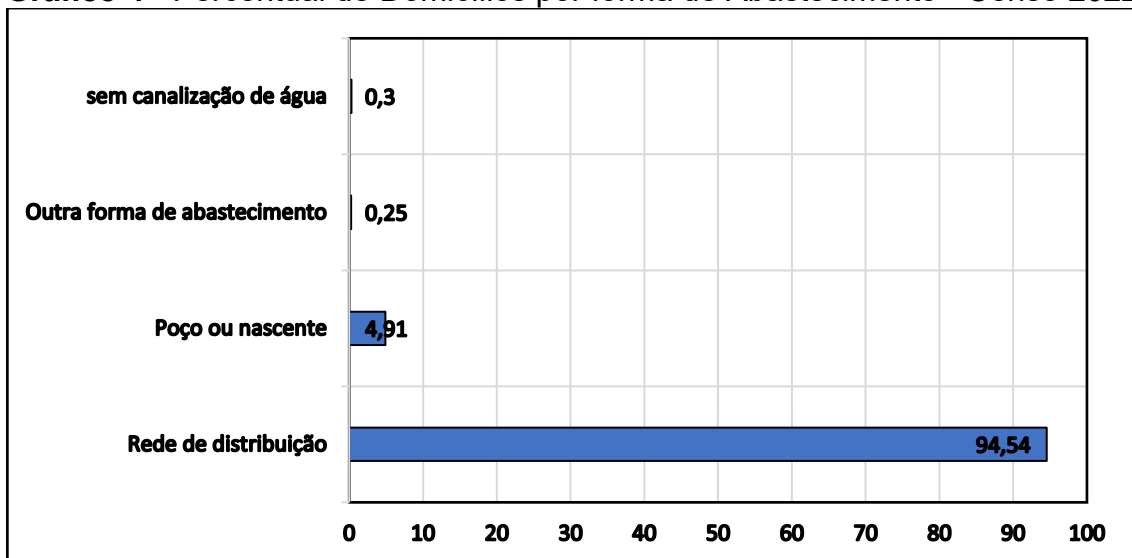
A partir do estudo das bacias hidrográficas, evidencia-se que a história dos rios é a própria história dos homens, e da vida dos homens nas suas relações e transformações ao longo do tempo. Desde os banhistas, pescadores, ribeirinhos e os donos de estabelecimentos turísticos que se usufruem deste majestoso meio natural, cada um com sua maneira singular de usufruir dessas águas e assim fixá-lo em suas memórias.

4.3.1 Formas de Consumo de Água na Área de Estudo

De acordo com o IBGE (2022), o Censo 2022 demonstra que 94,54% dos domicílios recebiam água de abastecimento via rede geral de abastecimentos, 4,91% eram abastecidos diretamente de poço ou nascente dentro da propriedade, o que sugere que a população local consome predominantemente água proveniente de rede de abastecimento municipal.

Os dados sobre o tipo de abastecimento por domicílios segundo o Censo 2022, estão dispostos na Gráfico 4, o IBGE não fez distinção no levantamento para o Censo quanto a origem e condição da água consumida, se tratada ou não, se provém de fonte superficial ou subterrânea.

Gráfico 4 - Percentual de Domicílios por forma de Abastecimento - Censo 2022



Fonte: IBGE (2022).

De acordo com a Lei de 9.433 de 1997 (Brasil, 1997) que instituiu o Plano Nacional de Recursos Hídricos e sancionou a outorga de direitos de uso da água como

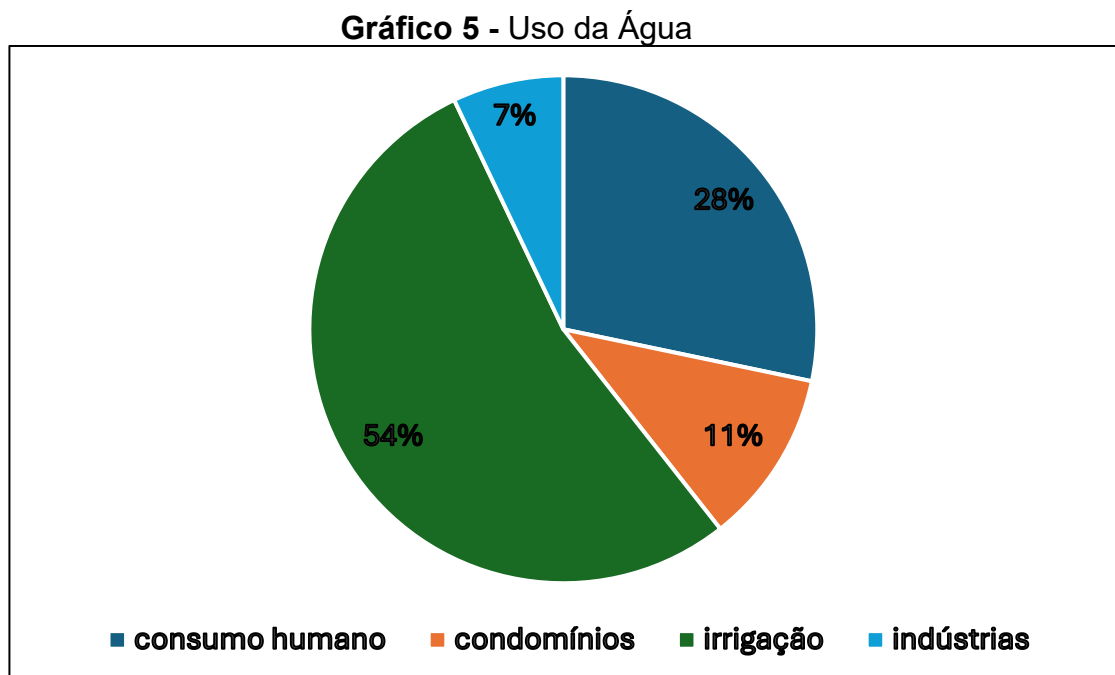
instrumento de controle quantitativo e qualitativo sobre o uso da água, em seu Art. 12.

Estão sujeitos a outorga pelo Poder Público os direitos dos seguintes usos de recursos hídricos:

- I - Derivação ou captação de parcela da água existente em um corpo de água para consumo final, inclusive abastecimento público, ou insumo de processo produtivo;
- II - Extração de água de aquífero subterrâneo para consumo final ou insumo de processo produtivo;
- III - Lançamento em corpo de água de esgotos e demais resíduos líquidos ou gasosos, tratados ou não, com o fim de sua diluição, transporte ou disposição final;
- IV - Aproveitamento dos potenciais hidrelétricos;
- V - Outros usos que alterem o regime, a quantidade ou a qualidade da água existente em um corpo de água (Brasil, 1997).

Segundo o Instituto Água e Terra (IAT, 2023), havia ao todo 663 outorgas para uso da água na Região do CISMEPAR, dessas 28% do total é utilizado para consumo humano direta ou indiretamente, além disso, 11% do total é utilizado em condomínios, para irrigação 53% e indústrias 7% (gráfico 5).

De acordo com a ANA (2020) o abastecimento é feito prioritariamente por fontes subterrâneas, em função da presença de dois aquíferos de grande importância, sobrepostos: o Serra Geral e o Guarani.

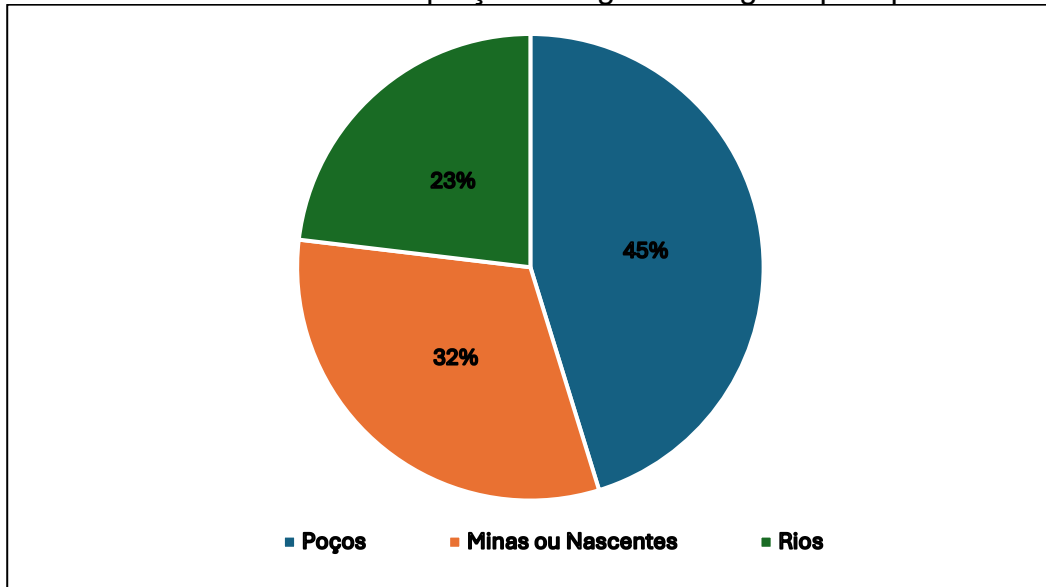


Fonte: IAT (2023).

Quanto a vazão total das outorgas por tipo de fonte, os poços têm maior vazão outorgada, de 45,24% do total, minas ou nascentes representa 31,65%, e rio apenas 23,11% (gráfico 6), ressalta-se, que mesmo havendo alguma denominação quanto ao uso da água outorgada no sistema do SIRGAH (IAT).

Não há cadastrado uma proporção da população atendida por essas fontes e algumas das outorgas não faz menção a quantidade de vazão outorgada, impossibilitando conclusões corretas em relação à quantidade de água captada de cada tipo de fonte.

Gráfico 6 - Percentual de Captação de Água Outorgada por tipo de fonte



Fonte: IAT (2023).

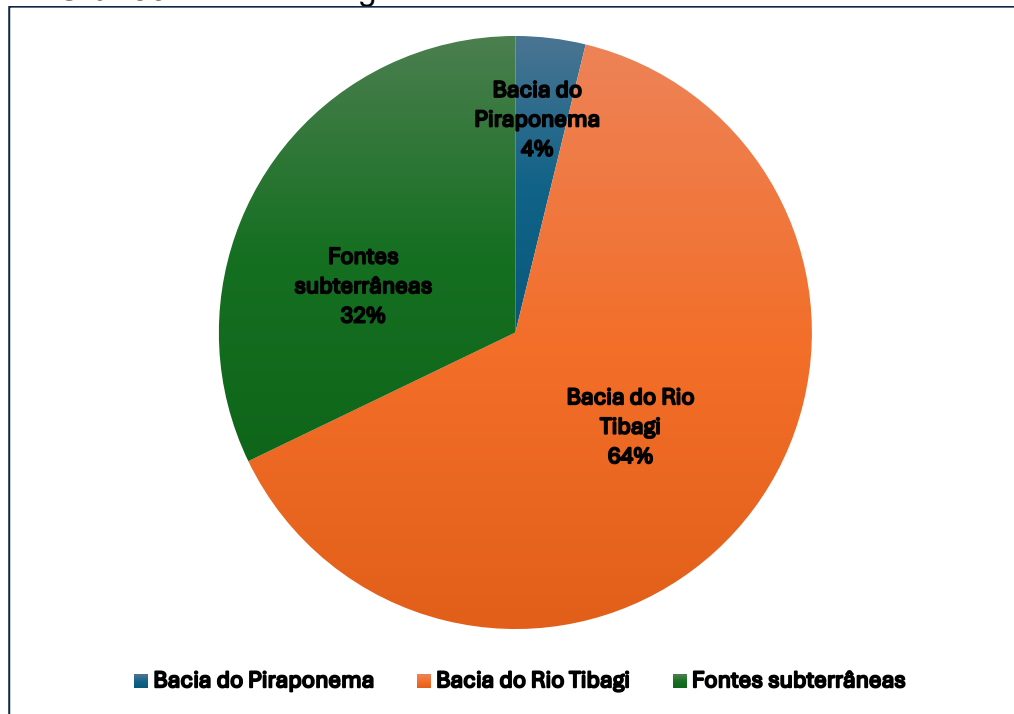
Para as fontes de abastecimento público, nos municípios que compõem a área estuda é comum o uso de água subterrânea pelos sistemas de abastecimentos, se analisarmos a quantidade de municípios que utilizam dessa fonte, contudo em proporção de população abastecida e volume captado, a principal fonte de abastecimento na regional são as águas superficiais, principalmente oriundas da bacia do Rio Tibagi.

De acordo com o SISÁGUA (Brasil, 2023), o Rio Tibagi fornece água diretamente para o abastecimento público em Cambé, Londrina e Jataizinho, afluentes e subafluentes, são utilizados para captação de água bruta em Assaí, sendo, portanto, a principal fonte de água para consumo humano na área estudada em termos populacionais e soma uma vazão média de 3.475,5 m³/hr.

Os afluentes da bacia do Piraponema abastecem diretamente os municípios de Rolândia e Bela Vista do Paraíso, com uma vazão média de 206,7 m³/hr, totalizam, portanto, uma vazão média de captação de água superficial de 2.682,2 m³/hr (Brasil, 2023).

As fontes subterrâneas utilizadas para abastecimento, segundo o SISÁGUA, somam 10 nessa região e 4 municípios utilizam de forma complementar águas oriundas dos sistemas de aquíferos da região, somando uma vazão média de 1.744,4 m³/hr, conforme demonstra o gráfico 7.

Gráfico 7 – Porcentagem das Fontes de Abastecimento da Área



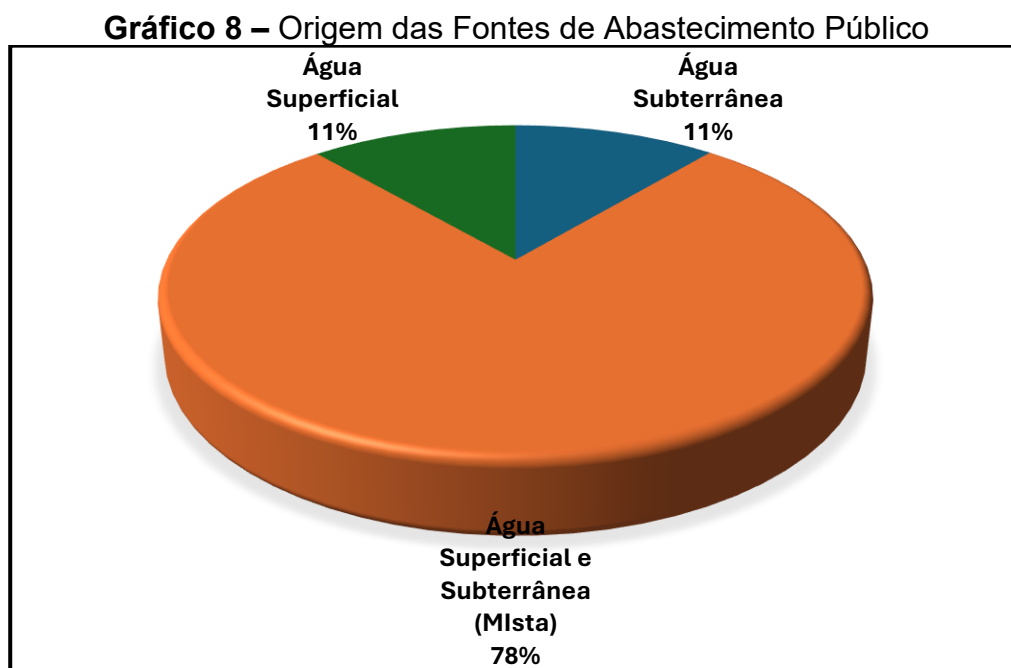
Fonte: IAT (2023).

Os dados apresentados de três fontes diferentes acerca das formas de abastecimento na área estudada (IBGE, IAT e SISÁGUA), leva ao entendimento que a maior parte da população tem acesso a água pelos sistemas de abastecimento de água, os maiores centros urbanos (Cambé e Londrina) e são abastecidos predominantemente por água superficial, embora Londrina é abastecida por meio misto, mas a sua maioria por água superficial, possuindo maior capacidade de vazão média.

As águas subterrâneas são amplamente utilizadas na Região do CISMENAR, exclusivamente em centros urbanos menores (Alvorada do Sul, Centenário do Sul,

Jaguapitã, Miraselva, Porecatu, Primeiro de Maio, Pitangueiras, Prado Ferreira, Sertanópolis e Tamarana), ou, nos grandes centros como complemento dentro dos sistemas de abastecimento, esses têm capacidade mais reduzida de vazão, como o caso do município de Ibiporã que se utiliza do Ribeirão Jacutinga para complemento de seu abastecimento.

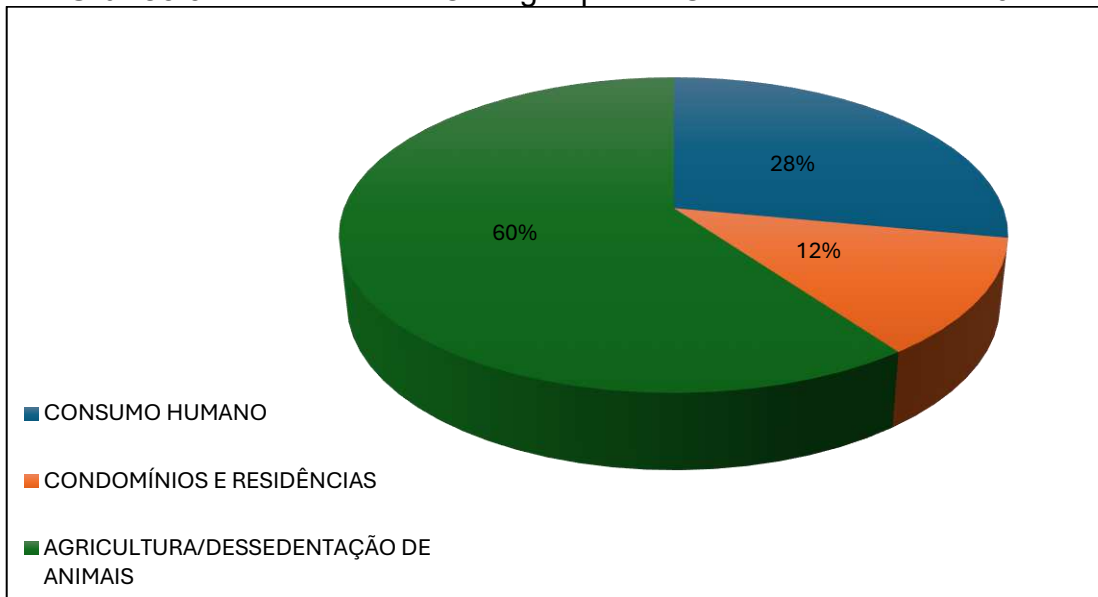
Aproximadamente 104.461 mil habitantes consomem água exclusivamente subterrânea, 732.627 mil recebem água superficial e subterrânea (mista) e 106.841 mil pessoas consomem água exclusivamente superficial, conforme demonstra o gráfico 8.



Fonte: IAT (2023).

Segundo o IAT (2023), através do SIGARH que tem como intuito agilizar o processo de outorga de recursos hídricos e cadastro de uso insignificante de água para usuários no estado do Paraná.

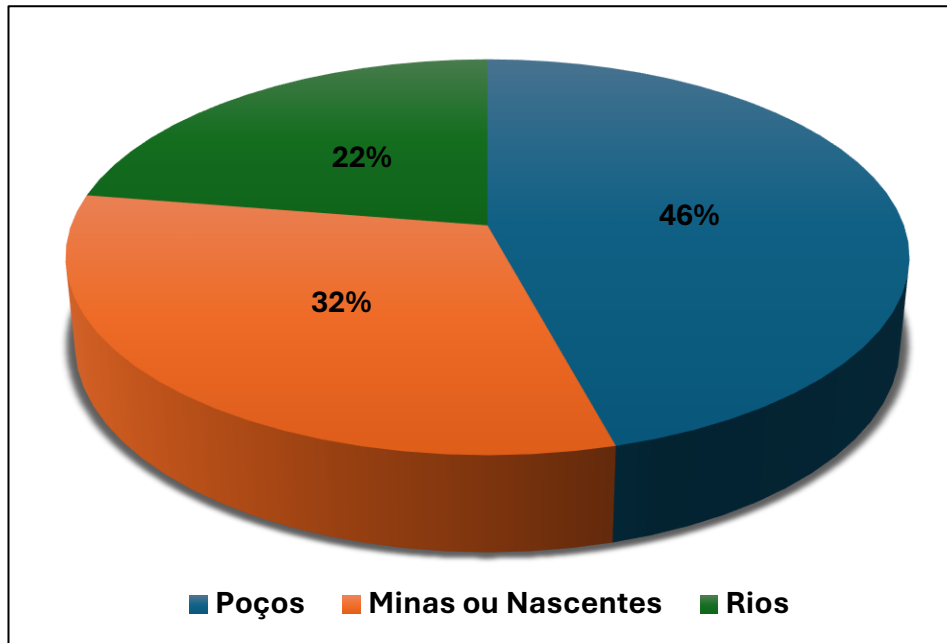
Em 2022, havia ao todo 725 outorgas para uso da água na região de estudo, dessas 28% do total era utilizado para consumo humano direta ou indiretamente, além disso, 12% do total é utilizado em condomínios residências. E 60% para agricultura/dessedentação de animais, conforme gráfico 9.

Gráfico 9 - Percentual de Outorgas para o Consumo Humano - 2022

Fonte: IAT (2023).

Do total de outorgas para consumo humano 81% são oriundas de poços, 17% de mina ou fonte e apenas 2% de rios.

Quanto a vazão total das outorgas por tipo de fonte, gráfico 10, os poços tem maior vazão outorgada, de 45,81% do total, minas ou nascentes representa 31,75%, e rio apenas 24,11%, cabe mencionar aqui, que mesmo tendo alguma denominação quanto ao uso da água outorgada no sistema do IAT, não há cadastrado uma proporção da população atendida por essas fontes e algumas das outorgas não faz menção a quantidade de vazão outorgada, impossibilitando conclusões assertivas sobre a quantidade de água captada de cada tipo de fonte.

Gráfico 10 - Percentual de Captação de Água Outorgada por Tipo de Fonte

Fonte: IAT (2023).

Ao todo entre 2021 e 2022 os municípios da região do CISMENPAR foram coletados e realizados análises no laboratório de Química da UEL 87 amostras pelo que estão também no VIGIÁGUA, sendo realizadas em área urbana e na área rural.

Em 2022 a 2023, foram analisadas na UEL mais 489 amostras e em 2024, 44 amostras analisadas no laboratório do SAMAE em Ibiporã, essas foram realizadas em 2 períodos, em julho (seca) e dezembro (cheias), coletadas apenas dos municípios em discrepâncias aos limites máximos e permitidos para o Fluoreto, esses municípios foram Assaí, Bela Vista do Paraíso, Cambé, Florestópolis, Ibiporã, Jaguapitã, Lupionópolis, Miraselva e Sertanópolis.

Do total em área urbana predominam as coletas em cavaletes/hidrômetros (407) e torneiras (190). Na área rural, as principais fontes de amostragem foram fontes ou nascentes (18) e poços tubulares (6).

Em relação à fluoretação, associada na pesquisa como forma de tratamento da água consumida, pode-se avaliar que é quase inexistente na área rural, apenas 1,25% das amostras dessas áreas tiveram fluoretação entre 2021 e 2024.

A população dessa área, portanto, depende das concentrações naturais de fluoreto, sendo essa mais sujeita as alterações hidrogeoquímicas da água. Ainda se nota conforme dados supracitados, que os poços tubulares, são importantes fontes de consumo da água na área rural.

Em relação às áreas urbanas a fluoretação é comum na regional, 95,75% das amostras coletadas constam como fluoretadas e 3,00% não fluoretadas. Dessa forma, a população da região, majoritariamente urbana, conta com a administração dos fluoretos que fazem parte do tratamento das fontes naturais e está sujeita a influências humanas, além de depender do manejo dos órgãos responsáveis pela distribuição de água em cada cidade.

4.4 CLIMATOLOGIA DA ÁREA

A preservação de todos os elementos da natureza é indispensável para a manutenção e proliferação da vida, além de garantir o funcionamento dos ecossistemas.

De acordo com Pena ([2025], p. 2), “a biosfera é constituída por elementos como atmosfera, litosfera e hidrosfera, responsável em produzir espaços naturais que propiciam um dinamismo completo”. Para um bom desenvolvimento natural dos ecossistemas, é necessário que haja uma relação entre os elementos: solo, sol, ar, água, temperatura entre outros.

Em casos mais específicos observa-se a interdependência direta que há entre hidrografia, clima e relevo, pois estabelecem influências determinantes entre eles. Neste processo, pode-se frisar o exemplo da hidrografia, quando rios e lagos surgem a partir do derretimento de neve e geleiras sofrendo as alterações na vazão pela chuva.

As oscilações ocorridas nos mananciais são provenientes das estações do ano, dessa forma, na medida em que as estações mudam, rios e lagos são influenciados, derivando os períodos de cheias e vazantes.

As cheias correspondem aos períodos do ano nos quais a estação é chuvosa e há derretimento de gelo e neve, elevando de forma significativa os níveis das águas. Os períodos de vazantes acontecem nas estações secas, momento em que há uma grande diminuição das águas dos rios.

Constata-se uma forte correlação entre o relevo e as atribuições climáticas da Região do CISMENPAR, afinal, valores altimétricos atuam como barreiras orográficas e reafirma a distribuição das chuvas.

“As massas de ar e os sistemas frontais geradores de chuva são conduzidos e barrados pelo relevo, na baixa troposfera, determinando tanto a quantidade quanto a intensidade das chuvas precipitadas sobre as vertentes destes relevos” (Boin, 2002

apud Carmello, 2011a, p. 35).

Segundo Nery, Ferreira e Martins (2000), grande porção da região Sul brasileira, onde está localizada na Região citada, localiza-se ao Sul do Trópico de Capricórnio, zona onde há predominância de características de um clima temperado.

Nesta zona há Influência do sistema de circulação perturbada de Sul, responsável pelas chuvas, principalmente no verão e do sistema de circulação perturbada de Oeste, que acarreta chuva intensa, por vezes acompanhada de granizo, com ventos com rajadas de 60 a 90 Km/h. Na região Sul do país, o inverno é frio e o verão, quente. Sua temperatura média anual situa-se entre 14° e 22°C. Já, acima de 1.100 metros de altitude, a temperatura média chega a 10°C. (Nery; Ferreira; Martins, 2000, p. 33).

Na geografia da Região Sul do Brasil, há a predominância de três massas de ar da vertente atlântica da América do Sul: massa Equatorial atlântica (atua mais diretamente no verão); massa Tropical atlântica (age na área durante o ano inteiro); massa Polar atlântica (Carmello, 2011b).

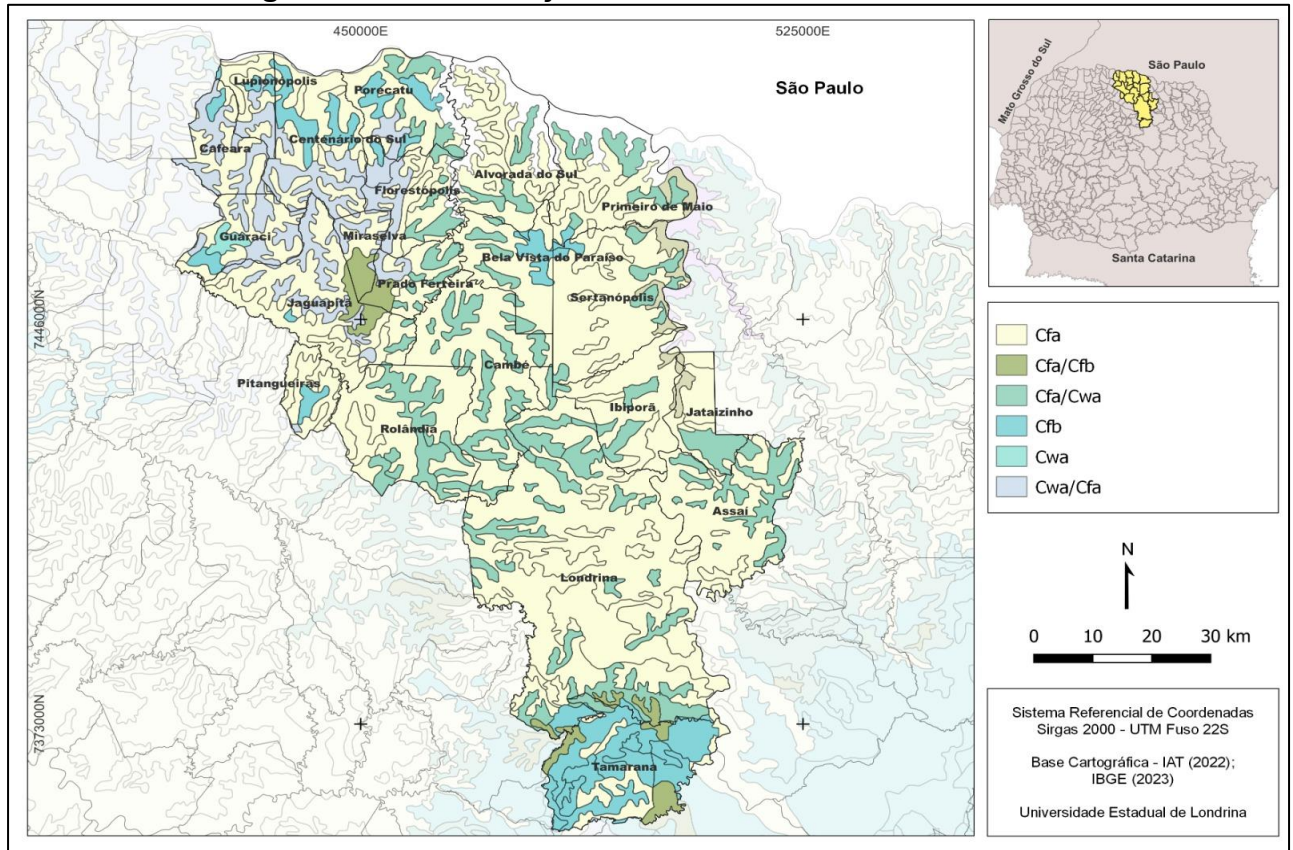
Ainda de acordo com Carmello (2011b), as oscilações da Frente Polar Atlântica atuam na formação de chuvas dessa região, de modo que no verão há maior evaporação por conta do movimento sazonal, que está, por sua vez, associado ao posicionamento da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) em latitudes mais altas e a presença marcante dos sistemas equatoriais e tropicais na maior parte do território brasileiro. Em relação à precipitação:

A porção serrana do terceiro planalto paranaense apresenta precipitação próxima dos 2.000 mm. Na porção central, a precipitação sofre uma redução para 1.000 mm e para oeste volta a aumentar, para algo em torno de 1.500mm. No que diz respeito à concentração de chuvas, no norte da região a mesma prevalece nos meses de novembro a janeiro (Carmello, 2011a, p. 35).

A figura 15, mostra a classificação climática estabelecida por Köppen, para a Região do CISMENPAR, essa região é considerada essencialmente agrícola, beneficiada por um regime pluviométrico bem distribuído durante o todo o ano, sendo raros os períodos de grandes estiagens ou prolongadas chuvas, como no caso dos meses de janeiro a março de 2023. De acordo com o IAPAR (2012), o registro mais significativo ocorreu em 2007: “A precipitação pluviométrica anual em 2007, foi de 1.566 mm, sendo janeiro, julho e dezembro, os meses mais chuvosos e junho, setembro, e agosto os meses mais secos”.

Há uma redução dos totais de chuva no período de inverno no Norte do Estado do Paraná, e essa é uma característica da transição entre a zona tropical e subtropical. Esta região, pela classificação de Köppen, se enquadra nos climas mesotérmicos, que ocorrem em parte da região Sudeste e no Sul do país (Carmello, 2011a).

Figura 15 - Classificação Climática da Área de Estudo



Fonte: IAT (2023).

Observa-se na figura que 80% da Região enquadra-se no Cfa, ou seja, Clima Subtropical, com verão quente. As médias de temperatura são superiores a 22° C no verão e possui chuvas bem distribuídas pelo ano.

Nos municípios de Centenário do Sul, Lupionópolis, Guaraci, Porecatu, Bela Vista do Paraíso e Tamara, enquadram-se em sua maior porção no Cfb, ou seja, Cfb – Clima Temperado, com verão ameno – Chuvas bem distribuídas pelo ano, sem estação seca e as temperaturas médias no verão não chegam acima de 22°C. Geadas severas e frequentes durante o inverno.

Tamara traz uma peculiaridade, está ao Sul de Londrina, sendo no passado, um de seus distritos, mas com clima totalmente diferenciado em relação à sua vizinha e os demais municípios.

4.5 ASPECTOS SOCIOECONÔMICOS DA ÁREA

O Paraná possui a 5ª maior população do Brasil, de acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2022). Com uma população estimada de 11.824.665 habitantes (5,6% do País), o Estado fica atrás apenas de São Paulo (45,9 milhões), Minas Gerais (21,3 milhões), Rio de Janeiro (17,2 milhões) e Bahia (14,8 milhões).

A população do Paraná variou 3,32% em relação ao Censo de 2010, que apontava 11.444.380 pessoas residentes no Estado. É também a maior população da região Sul, concentrando 38% do total de 31.113.021 habitantes. O Rio Grande do Sul conta com 11,2 milhões (36%) e Santa Catarina, 8,05 milhões de moradores (25,9%).

O IBGE (2022) divulgou a estimativa de população dos 5.570 municípios brasileiros. O Paraná, que possui 399 cidades (5º maior número do País), tem apenas Curitiba na casa do milhão de habitantes. São 1.829.225 pessoas que vivem na capital paranaense, 8ª cidade com maior população do Brasil, bem como, a 8º capital mais populosa.

A Região Metropolitana de Londrina, ao qual pertence a Região do CISMENPAR, ao Norte do Estado, possui 1.125.446 habitantes, 29ª a nível nacional.

Londrina é também a segunda maior cidade do Estado, com 577.318 pessoas, única paranaense a figurar na lista de municípios com mais de 500 mil habitantes (com exceção de capitais), ocupando a 17ª posição nacional.

É seguida por Maringá (425.983), Ponta Grossa (372.562), Cascavel (364.104), São José dos Pinhais (345.644), Foz do Iguaçu (295.500), Colombo (240.720), Guarapuava (188.710) e Fazenda Rio Grande (161.506), sendo que a última registrou o segundo maior aumento proporcional entre os municípios brasileiros com mais de 100 mil habitantes entre os Censos de 2010 e 2022.

O Paraná conta com 101 municípios com até cinco mil habitantes; 104 entre 5.001 e 10 mil; 99 entre 10.001 e 20 mil; 59 entre 20.001 e 50 mil; 22 entre 50.001 e 100 mil; 12 entre 100.001 e 500 mil; e dois acima de 500 mil moradores.

Os municípios com população entre 5.001 e 10 mil habitantes representam 26,1% do total de cidades paranaenses, seguida de perto pelos municípios com até cinco mil habitantes, 25,3%. Entre 10.001 e 20 mil são 24,8%. Curitiba e Londrina, únicas com mais de 500 mil pessoas, representam apenas 0,5%.

Quando vista a distribuição da população por municípios, 35,6% residem em

idades entre 100.001 e 500 mil habitantes; 20,4% em cidades acima de 500 mil; e 15,9% em municípios entre 20.001 e 50 mil. Apenas 3% dos paranaenses moram em cidades com até cinco mil habitantes.

No caso do Paraná, a população deve alcançar os 12 milhões de habitantes já em 2027 e continuará crescendo até 2044, quando a curva será invertida, com queda no número geral de habitantes.

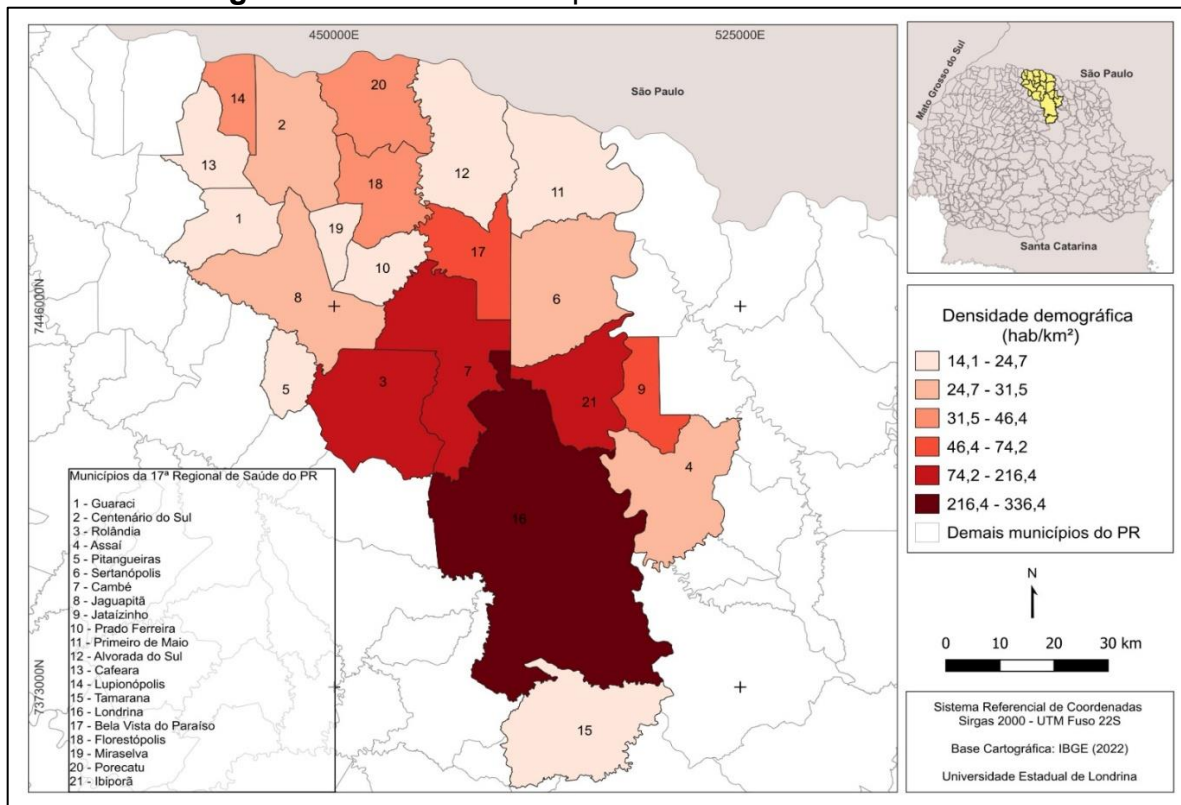
A estimativa da população brasileira, segundo o IBGE (2022), é de 212.583.750 habitantes em 2024, 4,68% a mais do que o registrado no Censo de 2022, quando foram contabilizadas 203.080.756 pessoas, após ajuste.

A região mais populosa é a Sudeste, com 88,6 milhões, seguida pelo Nordeste, 57,1 milhões; Sul, 31,1 milhões; Norte, 18,6 milhões; e Centro-Oeste, com 17 milhões.

A figura 16, demonstra a disposição geográfica dos 21 municípios na regional, além da densidade demográfica, que evidencia municípios com grande quantidade de habitantes por km² em contraponto com outros com menores densidades.

A população dentro dos limites da área estudada se concentra principalmente no eixo de aglomeração urbana (Fresca, 2012), sendo essas cidades as com maiores densidades demográficas, conforme afasta-se do eixo os municípios têm menor densidade populacional.

Figura 16 - Densidade Populacional da Área de Estudo



Fonte: IBGE (2022).

A Figura 16, demonstra que apenas Londrina ultrapassa a densidade demográfica acima de 300 hab/Km², Ibiporã e Cambé estão entre mais de 200 hab/Km². Rolândia ultrapassa 156 hab/km², sendo que os demais municípios estão na faixa entre 1 a 120 hab/km².

5 ESTUDOS REALIZADOS

Apresentação dos estudos referentes ao trabalho, na íntegra, que foram e serão submetidos para publicação. Esta seção é composta por dois artigos submetidos e um artigo a submeter.

5.1 ARTIGO 1 -SUBMETIDO AO BOLETIM GOIANO DE GEOGRAFIA¹

**O FLUORETO EM ÁGUA DE ABASTECIMENTO PÚBLICO - ESTUDO DE CASO
DA REGIÃO DO CISMEPAR-PR
THE FLUORIDE IN PUBLIC WATER SUPPLY - CASE STUDY FROM THE
CISMEPAR-PR REGION
EL FLUORURO EN EL ABASTECIMIENTO PÚBLICO DE AGUA - ESTUDIO DE
CASO DE LA REGIÓN CISMEPAR-PR**

RESUMO

O presente artigo discute aspectos conceituais/metodológicos do sistema de gestão das águas de abastecimento público (subterrânea/superficial) associado aos desvios de concentração de fluoreto em águas para o consumo humano. As anomalias de concentração de fluoreto, são pouco conhecidas e tem ocasionado graves questões de saúde coletiva e gastos excessivos na procura de soluções para o fornecimento de água nas comunidades. Sendo assim, o estudo realiza uma avaliação sobre a questão das anomalias de fluoreto em águas destinadas ao consumo humano na Região do CISMEPAR, é analisada criticamente em relação às leis atuais que regulam os padrões de potabilidade e de classificação de recursos hídricos subterrâneos. No Paraná, são relatados teores de flúor em águas públicas superficiais acima dos recomendados para a saúde humana ($\geq 0,8$ mg/L F⁻). Considerando que a ingestão diária de flúor fora da faixa de 0,6 mg/L a 0,8 mg/L de F⁻, seguindo o rigor da legislação brasileira, permite a geração de patologias como cárie e fluorose. Foram coletadas 586 amostras georreferenciadas de água bruta (2022-2023) que abastecem a região, analisadas quimicamente para fluoreto pela técnica potenciometria direta (teor até 1,2 mg/L). De acordo com os dados expressos na pesquisa, mostra que os municípios estão

¹ Comprovação da submissão no Apêndice A

potencialmente sujeitos ao risco de fluorose dentária, cujos níveis máximos coincidem no sentido W-E, como uma faixa de anomalias (Assaí, Cambé, Ibiporã, Jataizinho, Londrina e Rolândia). O estudo evidencia municípios com risco de cárie. Portanto, é essencial novas investigações epidemiológicas e hidrogeoquímicas, especialmente nas águas subterrâneas, para melhor definir a extensão dos riscos e apoiar o planejamento da Saúde Pública.

Palavras-Chave: gestão de águas subterrâneas; anomalia de concentração de flúor; abastecimento humano.

ABSTRACT

This article discusses conceptual/methodological aspect of the public water supply management system (underground/surface) related to fluoride concentration anomalies in water intended for human supply. Fluoride concentration anomalies are little known and have caused serious public health problems and wasted funds while looking for substitute sources of supplies communities. Therefore, the study carried out an assessment of the issue of fluoride anomalies in water used for human supply, in the CISMEPAR Region, presenting a critical assessment of current legislation regarding potability parameters and parameters for the classification of underground water resources. In Paraná, fluoride levels are reported in surface public waters above those recommended for human health (≥ 0.8 mg/L F⁻). Although daily fluoride intake is beyond the 0.6 to 0.8 mg/L F, following the strictness of Brazilian legislation, allows the generation of pathologies such as cavities and fluorosis. 586 georeferenced samples of raw water (2022-2023) that supply the region were collected, The sample was chemically tested for fluoride directly potentiometric technique (content up to 1.2 mg/L). Data spatialization shows that the municipalities are potentially subject to the risk of dental fluorosis, whose maximum levels coincide in the W-E direction, like a band of anomalies (Assaí, Cambé, Ibiporã, Jataizinho, Londrina and Rolândia). The study highlighted municipalities with a risk of cavities. Therefore, new epidemiological and hydrogeochemical investigations are essential, especially in groundwater, to better define the degree of the hazards and assist with public health planning.

Keywords: groundwater management; fluoride concentration anomaly; human supply.

RESUMEN

El presente artículo analiza aspectos conceptuales/metodológicos del sistema de gestión de las aguas de abastecimiento público (subterránea/superficial) relacionado a las anomalías de concentración de fluoreto en aguas destinadas al abastecimiento humano. Las anomalías de concentración de fluorosis, son poco conocidas y conllevan serios problemas de salud pública y desperdicio de bienes en la búsqueda de alternativas para el abastecimiento de las comunidades. De esta manera, el estudio realiza una evaluación a respecto de la problemática de anomalías de fluorosis en aguas de uso para abastecimiento humano, en la Región del CISMEPAR, presentando una evaluación crítica a las legislaciones vigentes referentes a los parámetros de potabilidad y parámetros para encuadrar recursos hídricos subterráneos. En Paraná, son relatados proporciones de flúor en aguas públicas superficiales por encima de lo recomendado para la salud humana ($\geq 0,8$ mg/L F⁻). Teniendo en cuenta que la ingestión a diario de flúor fuera de la porción de 0,6 a 0,8 mg/L de F⁻, siguiendo el rigor de la legislación brasileña, puede acarretar patologías como caries y fluorosis. Fueran colectadas 586 muestras de georreferencia del agua bruta (2022-2023) que abastecen la región, analizadas químicamente para fluorosis por la técnica potenciometría directa (teor até 1,2 mg/L). La especialización de los datos muestra que los municipios están potencialmente sujetos al riesgo de fluorosis dentaria, cuyos niveles máximos coinciden en el sentido W-E, como una faja de anomalías (Assaí, Cambé, Ibiporã, Jataizinho, Londrina e Rolândia). El estudio llama la atención para municipios con riesgo de caries. Por lo tanto, es esencial nuevas investigaciones epidemiológicas y hidrogeoquímicas, especialmente en las aguas subterráneas, para mejor definir la extensión de los riesgos y apoyar la planificación de la Salud Pública.

Palabras Clave: gestión de aguas subterráneas; anomalía de concentración de fluorosis; abastecimiento humano.

1 INTRODUÇÃO

A água potável é aquela que o homem pode ingerir sem causar risco à sua saúde. De acordo com Freitas ([2025]): “É necessário avaliar, portanto, os aspectos químicos, bacteriológicos e radioativos das águas; somente a partir das avaliações destes parâmetros é que se torna possível afirmar se uma determinada água pode ou não ser utilizada para fins de abastecimento público”.

Os males e distúrbios mais comuns oriundos de águas contaminadas resultam em doenças, tais como a cólera, a leptospirose, a febre tifoide, draconstiasis, schistosomose e a hepatite.

Outras doenças que normalmente estão atribuídas as águas sem controle sanitário, são a desintéria bacilar e amebiana, a febre paratifoide, a tularemia, a echinococosis e um vasto grupo de doenças diarreicas. Encontra-se ainda, doenças que normalmente estão associadas como vetor ocasional, são a pleurodinia e a poliomielite, além de distúrbios de gota, envenenamentos por chumbo e outros metais, a metahemoglobinemia e a fluorose.

Sobre a utilização do flúor pelo ser humano, Carneiro, Campos e Mendonça (2008, p. 15) destaca os seguintes pontos:

Os níveis de flúor e outros compostos químicos prejudiciais à saúde afetam milhões de pessoas em todo o mundo, causando graves problemas de saúde. Segundo a Organização Mundial de Saúde (OMS), existem mais de 400 milhões de pessoas no mundo afetadas pela contaminação por flúor (fluoreto) na água. Cerca de um quarto dos países do mundo enfrentam hoje problemas de abastecimento de água.

Há uma forte correlação entre os problemas de saúde associados aos componentes ambientais naturais, em particular os recursos hídricos em geral, e os riscos toxicológicos da água, especialmente da água de beber.

Azevedo e Chasin (2003) afirmam que:

[...] muitos fatores ambientais estão relacionados à morbidade e à mortalidade por doenças, notadamente o câncer além de intoxicações provocadas por substâncias químicas, doenças pulmonares, neurológicas, cardiovasculares, renais, imunológicas, mutagênicas, teratogênicas e estresse.

O flúor é o 13^o elemento mais abundante natureza, bem como, o mais eletronegativo halogênio pertence ao grupo que contempla o cloro, bromo e iodo.

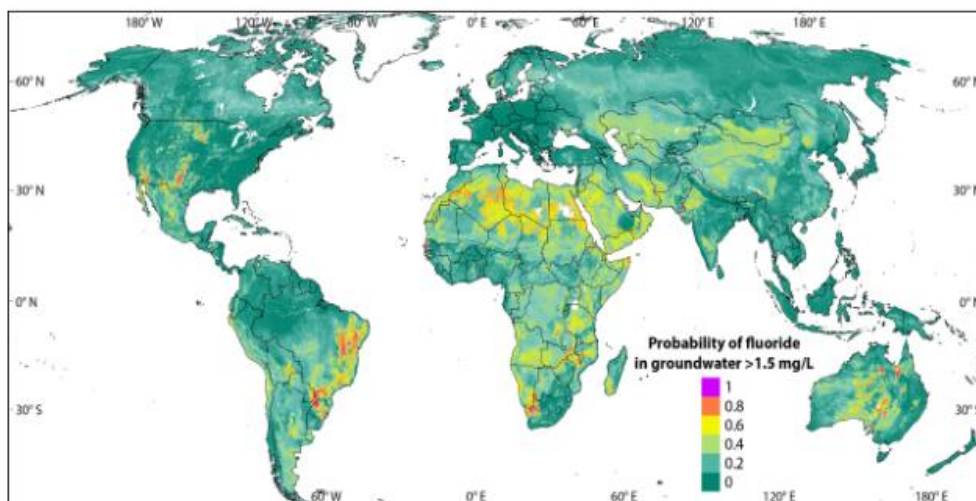
Possui grande capacidade para isso, sendo reagentes com outros elementos químicos, formando compostos orgânicos e inorgânicos.

Este elemento é abundante na natureza, se acumula nas águas subterrâneas, pode-se tornar extremamente nocivo para a nossa saúde. O Instituto Federal Suíço de Ciência e Tecnologia Aquática (EAWAG) foi um dos primeiros a produzir mapas destacando a poluição global por flúor nas águas subterrâneas e detectaram locais no planeta com elevados riscos à saúde humana.

Entretanto, os estudos retrataram que as águas subterrâneas são raramente testadas em muitos países do hemisfério sul, e pessoas principalmente da zona rural obtêm água diretamente de uma bomba de água subterrânea. Como resultado, as áreas de risco são pouco conhecidas e havendo muitas lacunas nos presentes estudos.

Pesquisas realizadas por Podgorski e Berg (2022) sobre recursos hídricos e água potável, “buscaram preencher esses gaps, criando uma base para monitoramento mais eficaz das águas subterrâneas”, como visto na figura 1.

Figura 1 – Concentrações de Flúor nas Águas Subterrâneas de acordo com a OMS



Fonte: Podgorski e Berg (2022).

De acordo com Podgorski e Berg (2022), o mapa da figura 1 identifica áreas ao redor do mundo, sendo que os níveis de fluoreto em águas subterrâneas provavelmente excederão os níveis recomendados pela Organização Mundial da Saúde. Notadamente, quase todo o continente africano e vastas regiões da Ásia estão sujeitos a uma possível exposição perigosa ao flúor.

Portanto, é importante o estudo dos elementos químicos contidos na água de

abastecimento público, o qual poderá conter um risco silencioso à saúde populacional.

Ressalta-se que a presença de elementos químicos em minerais e a sua disponibilidade no meio ambiente pode influenciar negativamente na saúde humana, embora os mesmos sejam necessários para as funções orgânicas em baixas porcentagens. Notadamente quando ultrapassam as reais necessidades bioquímicas do ser humano, podem causar sérios riscos à saúde ambiental, seja do ser humano, bem como, os animais que fazem parte da cadeia alimentar e do ciclo natural de várias espécies, uma vez que todos os componentes físicos e naturais estão diretamente interligados.

O elemento flúor está presente em todas as águas naturais em diferentes concentrações, sendo que a maioria das fontes de água não possui mais que 0,3 mg/L.

Trata-se de um micronutriente essencial para o organismo humano, pois contribui para a saúde, proteção dos ossos e do esmalte dos dentes. De fato, a utilização de pasta de dente com flúor tem sido eficaz na prevenção de lesões de cárie dentárias, e a adição de flúor na água tem mostrado ser eficiente na prevenção da osteoporose em regiões onde há deficiência desse mineral na água e nos alimentos, no entanto, consumir demasiadamente esse elemento, pode ser extremamente prejudicial ao ser humano.

De acordo com o Brasil (1975), “o limite estabelecido pela OMS (Organização Mundial de Saúde) para o consumo de flúor para o ser humano é de 1,5 mg/L”. Ingerir água acima dos valores recomendados, pode ocasionar fluorose, principalmente ao longo da etapa de formação da dentição (até 8 anos de idade), e essa doença pode ter efeitos opostos aos benefícios do consumo de flúor em doses reduzidas: ossos e a dentição tornam-se suscetíveis ao desgaste, bem como, alterações no neurodesenvolvimento; bem como, ocorrendo problemas também na pele.

Na verdade, não é recomendado que as crianças utilizem produtos ricos em flúor, como pasta de dente, devido aos efeitos negativos no desenvolvimento do sistema nervoso.

Foi estabelecida uma ligação causal entre os fluoretos presentes na água e a fluorose dentária na década de 1930 e simultaneamente, pesquisas clássicas de Dean (1942) indicaram que, até certo ponto, a presença de flúor na água potável está ligada a uma menor incidência de cárie dentária (Paiva; Barros, Manoel, 1993; Rojas; Cirett; Mier, 2004).

Sendo assim, “Formas graves de fluorose dentária podem ser consideradas um

indicador de possíveis problemas esqueléticos” (Loyola-Rodriguez *et al.*, 2000; OMS, 2006), especialmente em populações que bebem água em níveis de teor de fluoreto acima de 6,0 mg/L.

Pinese *et al.* (2021, p. 88) destaca teores de fluorose acima do permitido no Brasil, mais especificamente no estado do Paraná:

No Nordeste do Paraná se assinalam teores de fluoretos em águas superficiais de abastecimento público, acima dos recomendáveis para a saúde humana ($\geq 0,8$ mg/L de F^-). Tendo em vista que a ingestão de teores diários de flúor fora do intervalo de 0,6 a 0,8 mg/L de F^- , seguindo o rigor da lei brasileira, possibilita a geração de patologias como a cárie e a fluorose, se objetiva nessa investigação apontar localidades onde as concentrações naturais de flúor obtidas em drenagens, delimitem áreas de risco para a saúde humana pela ingestão direta ou fluoretada.

Um dos efeitos mais tóxicos pelo flúor encontrado é a fluorose dentária, que é uma anomalia no desenvolvimento dos dentes e está associada à deformação do esmalte, resultando em um “aumento de porosidade, opacidade, manchamento e erosão do esmalte” (Dean, 1942).

Ainda de acordo com Dean (1942), além de causar mudanças visuais, como o aparecimento de manchas brancas, marrom e até pretas na superfície dos dentes, deformidades aparentes nos dentes podem ser causadas pela perda da substância do esmalte.

A ingestão excessiva de flúor por longo tempo pode causar a fluorose dentária, destaca-se que entre o nascimento e os quatro a cinco anos de idade, quando o esmalte começa a se formar, a fluorose torna-se mais acentuada, como notado na figura 2.

Figura 2 - Fluorose dentária em nível generalizado



Fonte: Nishida *et al.* (2016).

Conforme evidenciado na figura 2, Nishida *et al.* (2016) destaca que para “uma vítima de fluorose dentária, quanto mais acentuado o grau de fluorose, mais opaco e até amarelo-castanho ficará o esmalte”.

Os efeitos sobre os dentes são extremamente prejudiciais aos seres humanos, mas sobre o esqueleto causa deformações graves e por vezes irreversíveis.

Altas dosagens de flúor depositados ano a ano nos ossos tem demonstrado que podem afetar as células responsáveis por sua formação, estimulando a formação de osteoblastos e induzindo a proliferação de tumores malignos, havendo deformação na formação óssea.

Os fluoretos aparentemente podem alterar a estrutura cristalina do osso, contudo ocasionando riscos de fraturas, em muitos países foi abolido o seu uso, como citados por Caldarelli *et al.* (2016 *apud* Pinese *et al.*, 2021, p. 94):

Atualmente, a fluoretação de águas de abastecimento público, embora alvo de muitas críticas, tem sido uma prática recorrente em diversos países. Contudo, segundo Connett (2012) na maioria dos países desenvolvidos, incluindo o Japão e em 97% da população da Europa Ocidental, a fluoretação das águas de consumo foi abolida e/ou nem sequer implementada. Parte desses países optaram pela aplicação de creme e enxaguantes.

O quadro 1, ilustra as conexões entre o flúor em água para consumo e seus impactos em relação à saúde humana.

Quadro 1 - Efeitos do flúor sobre a saúde humana

CONCENTRAÇÃO EM Mg/L	EFEITOS SOBRE A SAÚDE
0	Limitações do crescimento
0,0-0,5	Não evita cárie dental
0,5-0,7	Evita enfraquecimento dos dentes, com efeitos benéficos sobre a saúde
0,8-4,0	Fluorose dental (manchas nos dentes)
4,0-10,0	Fluorose dental grave e fluorose esquelética (dores nas costas e ossos do pescoço)
>10,00	Fluorose deformante

Fonte: Adaptado de Cortecchi (2002).

Em regiões com fluorose endêmica, a principal fonte de fluoretos costuma ser a água de abastecimento. Os fluoretos na água provêm da dissolução da fluorita presente nas rochas calcárias (FERREIRA *et al.*, 2010) ou da água contaminada por rochas vulcânicas, ricas em fluoretos (Castilho *et al.*, 2015, p. 17).

Entendendo que a superexploração de aquíferos exige perfurações cada vez mais profundas, chegando muitas vezes a exceder a marca de 200 metros de

profundidade, destaca-se que a epidemia de fluorose aumentou substancialmente, neste contexto, Machado (2008, p. 2) diz que:

No Rio Grande do Sul, por exemplo, demonstra que em algumas regiões, abastecidas pelo Sistema Aquífero Guarani/SAG, a água não é de boa qualidade, por ser salobra. Obtendo ainda, em diversas localidades, resultados que demonstram ocorrências anômalas de fluoreto acima do Valor Máximo Permissível (VMP) de 1,5 mg/L, segundo a Portaria nº 888/21, o que tem comprometido a utilização da água subterrânea. Devido a esta anomalia de concentração de fluoreto e a falta de conhecimento de qual seria sua origem, sérios problemas de saúde pública e desperdício de finanças na busca de alternativas para o abastecimento das comunidades, sobretudo rurais, são sentidos pelas populações e autoridades responsáveis pelo abastecimento nestas regiões.

Frente à crescente preocupação com a poluição do lençol freático, seja por fatores naturais ou antropogênicos, observa-se um interesse crescente em entender a origem do aumento de fluoreto nas águas subterrâneas, gerando diversas hipóteses.

De acordo com Pires (2008), algumas regiões do mundo apresentam fluorose dentária endêmica, sendo um caso estudado, o de Itambaracá.

Esse fenômeno vem ocorrendo em Itambaracá, norte do estado do Paraná, cujos habitantes ingerem água proveniente de poços com presença natural de flúor. A área apresenta uma anomalia hidrogeoquímica, com altas concentrações de flúor em solo e em água de bacias superficiais (Pires, 2008, p. 38).

Nota-se que alguns estados do Brasil apresentam problemas referentes às concentrações excessivas de fluoreto em águas subterrâneas utilizadas para consumo, sendo este elemento químico expressivo como parâmetro, a fim de identificar e enquadrar as águas para o abastecimento público.

Neste contexto, o Conselho Nacional do Meio Ambiente, com a Resolução CONAMA nº396/2008 (CONAMA, 2008) por se tratar de classificação ambiental e diretrizes para classificação, prevenção e controle da contaminação de águas subterrâneas, não incluiu o fluoreto como Valor de Referência de Qualidade (VRQ), estando ausente das tabelas de elementos resultantes da poluição natural.

Pinese *et al.* (2021, p. 8), aborda a legislação sobre os teores permitidos de flúor na água de abastecimento público:

As Portarias 2.914 e 5 do Ministério da Saúde (Brasil, 2011, 2017 respectivamente) estabeleceram os parâmetros legislativos mais recentes acerca dos teores permitidos de elementos químicos nas águas de consumo e da fluoretação no Brasil. Em relação ao flúor nestes documentos, se determina como máximo permitido concentrações de até 1,5 mg/L ou ppm, contudo, nos parágrafos concernentes ao padrão de potabilidade, se preconiza que os valores recomendados para concentração de íon fluoreto devem observar a Portaria nº 635/GM/MS, de 30 de janeiro de 1976.

A origem e a forma do flúor são desconhecidas, e ocorrências anormais de flúor nas águas subterrâneas são uma realidade em alguns estados brasileiros. Embora a legislação federal possa parecer falha, deve-se lembrar que ela foi projetada para facilitar as etapas necessárias para tornar constitucionais certas leis estaduais, bem como em nível federal.

Por exemplo, a Portaria Estadual nº10/1999 do Estado do Rio Grande do Sul (1999) “recomenda que a faixa de concentração de flúor na água para consumo humano seja de 0,6 a 0,9 mg/L”. Esta é mais limitada do que a lei federal, que limita o máximo de 1,5 mg/L de fluoreto.

Assim, o objetivo primordial do presente estudo é demonstrar a importância, a relevância e causas do flúor, bem como seus efeitos e consequências, devido à dificuldade de estabelecer mecanismos de gestão para diminuir os níveis atípicos de fluoreto nas águas de consumo público.

2 METODOLOGIA

A princípio, foi realizada uma revisão bibliográfica referente ao Flúor em água subterrânea, a relação com saúde coletiva da área estuda. Foram tabuladas através do Programa Excel (2010), 586 amostras de águas de abastecimento público coletadas e analisadas pela Universidade Estadual de Londrina, no período de 2022-2023.

A análise hidroquímica das amostras foi realizada no laboratório de Química da Universidade Estadual de Londrina (UEL), utilizando a técnica de potenciometria com um eletrodo seletivo.

As informações das concentrações coletadas, foram empregadas na criação de cartas digitais na área de estudo, utilizando o software Qgis 3.36.3. Para a definição e a digitalização dos municípios integrantes da Região de estudo, a base cartográfica adotada foi a elaborada pelo Instituto de Água e Terra (IAT, 2022), onde foi constituído os limites geográficos dos municípios do estado do Paraná.

Realizou-se um levantamento do uso atual das águas subterrâneas baseado nas informações sobre poços tubulares profundos registrados nos municípios da área analisada. Este registro da pesquisa foi elaborado por meio de levantamento dos dados dos poços tubulares profundos que são de propriedade do Serviço Geológico do Brasil (CPRM) e que estão armazenados no SIAGAS.

Ao longo da fase analítica, foram usados um potenciômetro com sensibilidade de 0,1mV, um eletrodo específico para íons de flúor e soluções de íons de fluoreto padrão para criar curvas de calibração.

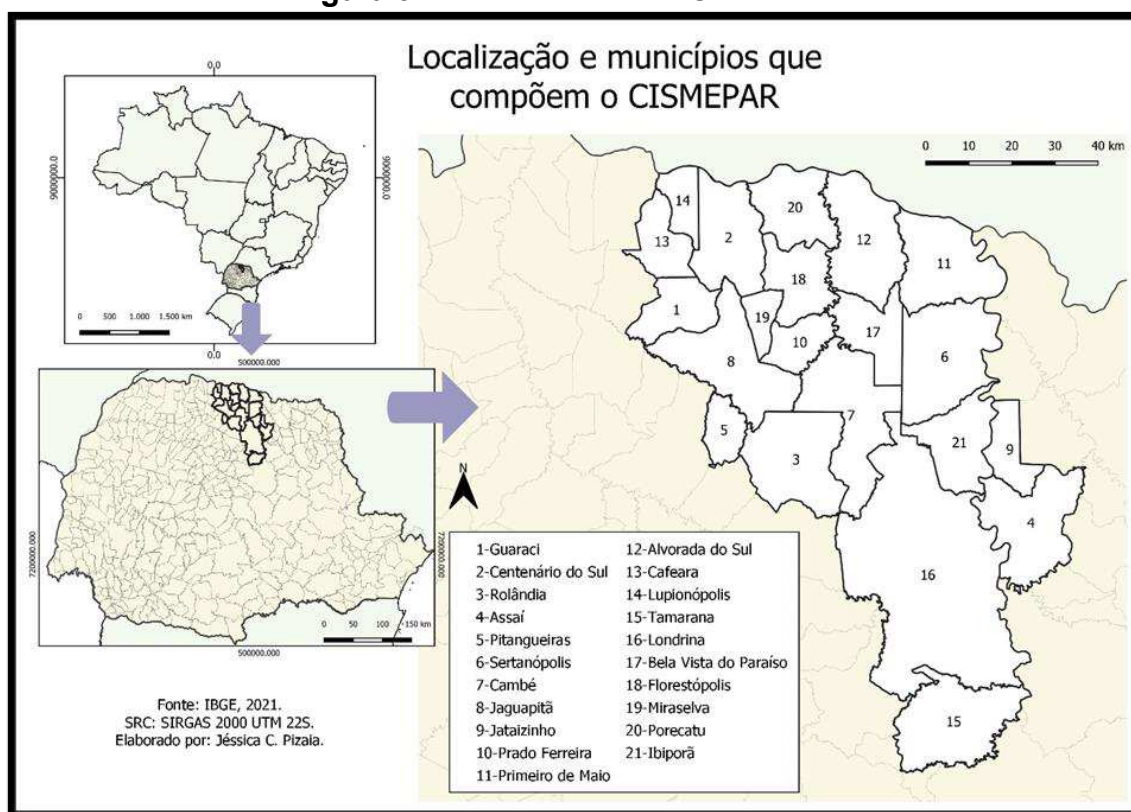
A fim de estabilizar o pH e assegurar a presença completa do íon flúor na solução, adicionou-se a solução TISAB II às amostras, além de utilizar água deionizada para higienização do eletrodo entre as análises. Os resultados foram compilados em mapas georreferenciados usando o programa gratuito Qgis 3.36.3 e logo após, interpolou-se os dados através do método de Neiborhood (Ferreira, 2014).

3 DESENVOLVIMENTO

3.1 ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo engloba 21 municípios sendo suas coordenadas geográficas centrais são 23° 31' 13.969", Latitude-Sul e 50° 56' 48.911" Longitude-Oeste, como representado na (figura 3).

Figura 3 – Área de estudo – CISMEPAR



Fonte: IBGE (2021).

Essa área enquadra o Consórcio Intermunicipal de Saúde do Médio Paranapanema – CISMEPAR, consórcio este que foi formalizado a fim de minimizar a falta de profissionais qualificados de saúde nos municípios consorciados, compreende a 17^a Regional de Saúde de Londrina-PR.

Segundo Manoel Filho (2008), “quase toda água subterrânea origina do ciclo hidrológico, formando uma trajetória no qual a água circula dos oceanos para os continentes de forma superficial e subterrânea”.

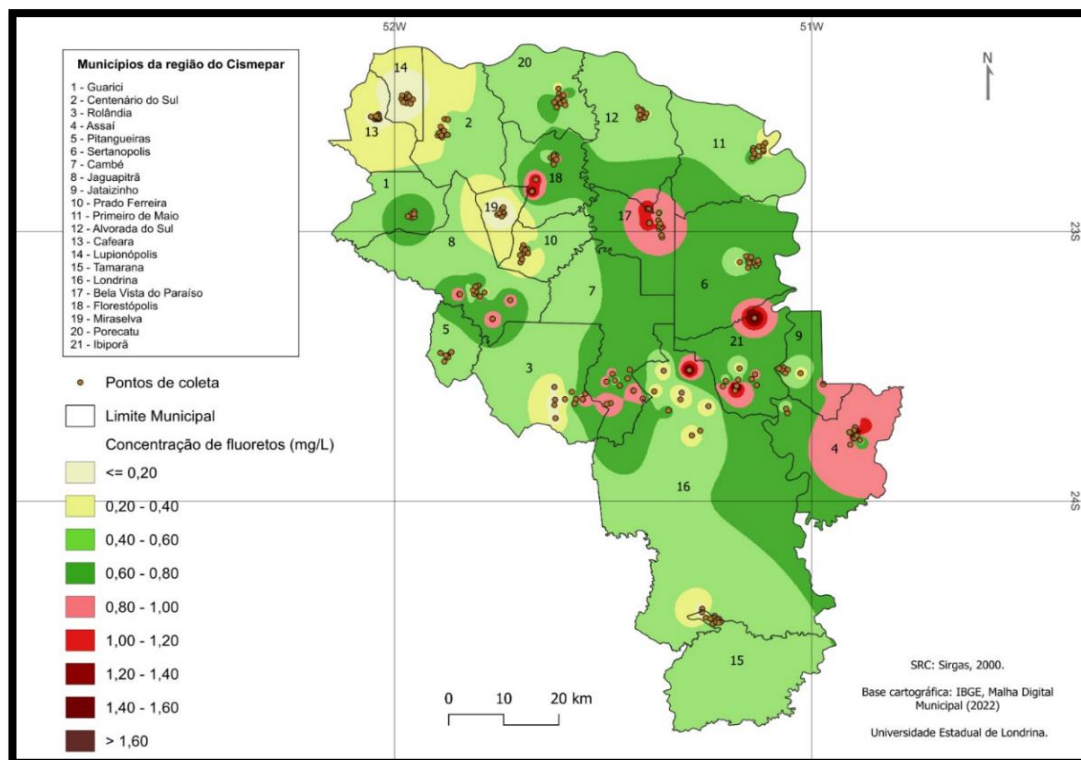
De acordo com Pinese e Guimarães (2018), apontam que: “A utilização do potencial hídrico subterrâneo é uma alternativa viável, no entanto, a perfuração indiscriminada de poços, tem gerado preocupações nas autoridades públicas, colocando em risco todo sistema hídrico”.

4 RESULTADOS

De acordo com a figura 4, nota-se na área grande preocupação quanto aos municípios que estão abaixo do Valor Recomendado (0,6 mg/L-0,8 mg/L) permitido pela legislação vigente, podendo ocasionar a cárie dentária, quanto aos municípios que

excedem esse limite, podendo ocasionar a fluorose dentária.

Figura 4 - Mapa de Prevalência do Flúor



Fonte: IBGE (2021).

Exposição às fontes de flúor, como dentifrícios e água do abastecimento público, aumentou nos últimos anos. Ingerir flúor pode ajudar a prevenir e controlar lesões de cárie dentárias em crianças e adultos. Entretanto, pode ocasionar intoxicação prolongada, dependendo da dosagem e do período de exposição.

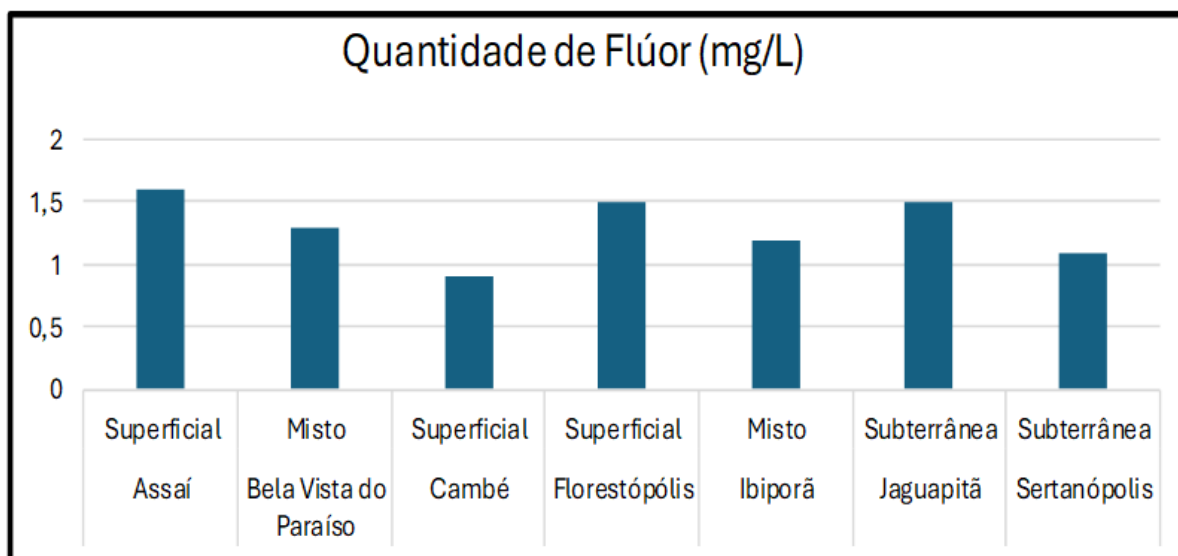
Foram analisadas 586 amostras na região estudada, onde a espacialização dos dados, indicam os municípios potencialmente sujeitos ao risco de fluorose dentária, cujos níveis máximos estão na direção W-E, como um cinturão de anomalias (Assaí, Cambé, Ibiporã, Jataizinho, Londrina e Rolândia).

Constata-se através do presente artigo, que novos levantamentos epidemiológicos e hidrogeoquímicos devem ser realizados dentro da pesquisa, a fim de verificar os riscos encontrados nas águas de abastecimento público, sobretudo em municípios que são abastecidos exclusivamente por águas subterrâneas, para estudar e identificar as áreas suscetíveis à anomalia de fluorose, auxiliando os municípios no planejamento da Saúde Coletiva.

A figura 4, mostra ainda que na direção NE, também indicam municípios que se

encontram abaixo do limite permitido para o flúor em águas de consumo, sendo esses destaques para Guaraci, Centenário do Sul e Cafeara, na direção NW-Prado Ferreira e Miraselva, ainda na direção S, encontramos Tamarana. Essas áreas podem trazer grandes riscos de lesões de cárie à população por falta do teor adequado de flúor.

Gráfico 1 - Municípios que excedem os limites de flúor permitido Mg/L



Organização: Os autores (2024).

No gráfico 1, verifica-se que na área de estudo, municípios que se encontram nos níveis de fluoreto que estão em desconformidade com os parâmetros sugeridos neste artigo, pois variam de 0,9 mg/L a 1,6 mg/L, os municípios mais preocupantes são Jaguapitã com abastecimento por água subterrânea e Florestópolis (1,5 mg/L), com abastecimento superficial, e por fim, Assaí (1,6 mg/L), também com abastecimento superficial, excedendo os limites permitidos de acordo com descrito por Pinese *et al.* (2021).

Destaca-se neste contexto que a maioria dos municípios que estão com os teores de fluoretos acima do valor máximo permitido (VMP), são de água superficial, indicando um alerta para as companhias de abastecimento público (SAAE, SAMAE e SANEPAR), portanto, a adição de flúor na água destinada ao consumo público não está sendo supervisionada de maneira apropriada.

Baseado na análise dos dados, observa-se que o fluoreto está presente em excesso na água potável bruta de alguns municípios, segundo pesquisas atuais, em concentrações que ultrapassam os limites estabelecidos nesta investigação e as concentrações recomendadas pelo Ministério da Saúde (Brasil, 1975) e podem

combinar-se com outros fatores para causar fluorose dentária e/ou esquelética na população local.

Esses resultados reforçam a necessidade de novas pesquisas hidrogeoquímicas e epidemiológicas nos municípios de Bela Vista do Paraíso, Florestópolis, Ibiporã, Jaguapitã e Sertanópolis, a fim de ampliar a amostra de bancos de água para esse fim, incluindo recursos hídricos subterrâneos e avaliação de potenciais áreas de risco apresenta um perfil dos casos de fluorose dentária na comunidade odontológica local.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

É amplamente reconhecida a importância de pesquisar áreas afetadas pela concentração anômala de flúor no lençol freático que abastece tanto zonas rurais quanto urbanas. Sendo que nas áreas urbanas, existem redes públicas que seguem as regulamentações estaduais exigidas, enquanto nas áreas rurais a situação é bastante diferente, sendo o meio rural o mais afetado por doenças decorrentes da anomalia de flúor.

Geralmente, as autoridades de vigilância sanitária nos municípios ainda carecem dos recursos suficientes para supervisionar os padrões mínimos de qualidade, incluindo a verificação do flúor.

De modo geral, as águas subterrâneas no Brasil apresentam qualidade satisfatória e características físico-químicas e bacteriológicas propícias para uma variedade de aplicações, incluindo o uso para consumo humano. No entanto, em seu estado natural, algumas restrições devem ser levadas em conta, especialmente devido à presença de minerais nas rochas que, ao se dissolverem, podem resultar em águas com concentrações que ultrapassam os padrões de potabilidade.

Diante das evidências que mostram que o consumo prolongado de altas concentrações de flúor podem ser prejudicial para o corpo humano, há um debate presente no meio acadêmico e profissional sobre a restrição do uso de flúor e a importância de adicionar íons de flúor na água potável, conhecida como fluoretação controlada. O estudo revelou que há regiões de risco na área analisada onde a fluorose dental é endêmica, impactando crianças em idade escolar.

Destaca-se que os municípios que possuem teor baixo de flúor recomendando pelo Ministério da Saúde, podendo ocasionar um maior número de pessoas com cárie, de acordo com o presente artigo são: Cafeara, Centenário do Sul, Guaraci, Miraselva,

Prado Ferreira e Tamarana.

Os municípios que ultrapassam o valor máximo permitido (VMP) de flúor são: Cambé, Sertanópolis, Jaguapitã, Iporã, Florestópolis, Bela Vista do Paraíso e Assaí, sendo o município de Assaí o que mais excede aos teores recomendados pela OMS, podendo esses municípios possuírem indivíduos propensos à Fluorose Dentária.

É extremamente complicado obter informações sobre a existência de fluorose nos centros regionais de saúde, assim como hospitais e estabelecimentos que prestam serviços dentários. Isso ocorre, principalmente pela dificuldade em realizar um diagnóstico assertivo. A fluorose dental ainda é uma condição que permanece desconhecida por muitos indivíduos acometidos por esta doença e até mesmo pelos profissionais da área.

A lei federal já considera e limita os parâmetros e indicadores de qualidade das águas subterrâneas, mas conforme anunciado anteriormente, existem muitas lacunas que a lei estadual deve abordar e monitorar. Finalmente, uma gestão integrada eficaz dos recursos hídricos subterrâneos, ou seja, a gestão dos recursos hídricos bem como seu planejamento, deve considerar elementos de quantidade e qualidade da água como componentes de um único ciclo.

AGRADECIMENTOS

À CAPES pela bolsa de estudos proporcionada para a realização deste trabalho. Ao CNPq (310.608/2017) e à Fundação Araucária do Estado do Paraná, Brasil, pelo suporte financeiro por meio dos projetos do Convênio CNPq/Fundação Araucária: 61.0088/06-8 e Convênio Fundação Araucária/Uel: 063/08. Também dos projetos da Fundação Araucária do Estado do Paraná 15.880,19.733 e 25.247.

REFERÊNCIAS

AZEVEDO, T. S.; CHASIN, A. **Geografia e meio ambiente**: análise das relações ambientais no espaço geográfico. São Paulo: Editora Contexto, 2003.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Portaria n. 635, de 26 de dezembro de 1975**. Aprova as normas e padrões sobre a fluoretação da água, tendo em vista a lei n. 6050/74. Brasília, DF: MS, 1976. Disponível em: <https://central3.to.gov.br/arquivo/349893/>. Acesso em: 19 maio 2024.

CASTILHO, L. F. E.; VELÁSQUEZ, L.; FANTINEL, L.; PERINI, E. Fluorose na América Latina. **Ambiente**, Boa Vista, v. 7, n. 1, p. 15-31, 2015. DOI:

<https://doi.org/10.24979/227>.

CONAMA - CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE. **Resolução n. 396, de 03 de abril de 2008**. Dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas e dá outras providências. Brasília, DF: CONAMA, 2008. Disponível em: <https://www.mpf.mp.br/atuacao-tematica/ccr4/dados-da-atuacao/projetos/qualidade-da-agua/legislacao/resolucoes/resolucao-conama-no-396-de-3-de-abril-de-2008/view#:~:text=Disp%C3%B5e%20sobre%20a%20classifica%C3%A7%C3%A3o%20e%20subterr%C3%A2neas%20e%20d%C3%A1%20outras%20provid%C3%Aancias>. Acesso em: 23 jun. 2024.

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.

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

FREITAS, Eduardo de. A relação entre hidrografia, clima e relevo. **Brasil Escola**, São Paulo, [2025]. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/geografia/a-relacao-entre-hidrografia-clima-relevo.htm>. Acesso em: 2 jun. 2025.

IBGE. **Censo brasileiro de 2021**. Rio de Janeiro: IBGE, 2021. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/component/content/article/1861-novo-portal/institucional/30085-trabalhe-no-censo.html>. Acesso em: 12 set. 2024.

LOYOLA-RODRÍGUEZ, R. J.; POZOS-GUILLÉN, A. J.; HERNÁNDEZ-GUERRERO, J. C.; HERNÁNDEZ-SIERRA, J. F. Fluorosis in dentición temporal en area con hidrofluorosis endémica. **Salud Publica**, Cuernavaca, v. 42, n. 3, p. 194-200, 2000. DOI 10.1590/s0036-36342000000300005.

MACHADO, J. L. F. Mitos e verdades do aquífero Guarani. **Revista do Conselho de Engenharia e Arquitetura do Rio Grande do Sul**, Porto Alegre, n. 10, p. 11-13, 2008.

MANOEL FILHO, J. Ocorrências das águas subterrâneas. *In*: FEITOSA, F. A. C.; MANOEL FILHO, J.; FEITOSA, E. C.; DEMÉTRIO, J. G. (org.). **Hidrogeologia**: conceitos e aplicações. 3. ed. Rio de Janeiro: CPRM/LABHID, 2008. p. 53–75.

NISHIDA, A.; FRANCCI, C.; CARNAVAL, T. G.; SAAVEDRA, G. D. S. F. A. Soluções minimamente invasivas para a fluorose dental: microabrasão e clareamento. **The International Journal of Esthetic Dentistry**, São Paulo, v. 1, n. 3, p. 398, jul. 2016. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/305037736_Solucoes_minimamente_invasivas_para_a_fluorose_dental_microabrasao_e_clareamento. Acesso em: 17 jun. 2025.

PAIVA, S. M.; BARROS, F.; MANOEL, A. Contribuição ao estudo da fluorose dentária, na dentição permanente, numa comunidade com fluorose endêmica (Cocal-Urussanga- Santa Catarina). **Revista de Odontopediatria**, Florianópolis, v. 2, p. 5-12, 1993.

PINESE, J. P. P.; DEUS, A. G.; 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 de Geografia**, Uberlândia, v. 22, n. 81, p. 88-105, jun. 2021. DOI 10.14393/RCG228155186.

PINESE, J. P. P.; GUIMARAES, D. V. Principais aspectos do meio físico no município de Londrina, Paraná, Brasil. *In*: CUNHA, L.; YAMAKI, H. (org.). **Paisagem e território**. Londrina: EDUEL, 2018. v. 1, p. 89-108.

PIRES, E. O. **Geografia da saúde e geologia médica como instrumentos de planejamento e gestão em saúde ambiental**: o caso das anomalias de flúor e da fluorose dentária em Itambaracá Pr. 2008. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2008. Disponível em: <https://repositorio.uel.br/handle/123456789/11288>. Acesso em: 27 maio 2024.

PODGORSKI, J.; BERG, M. Análise global e previsão de flúor em águas subterrâneas. **Nature Communications**, São Paulo, v. 13, n. 1, p. 4232-4241, 2022. DOI 10.1038/S41467-022-31940-X.

RIO GRANDE DO SUL. **Portaria n.º 10/99**. Define teores de concentração do íon fluoreto nas águas para consumo humano fornecidas por Sistemas Públicos de Abastecimento. Porto Alegre: Secretaria da Saúde, 1999. Disponível em: <https://saude.rs.gov.br/portarias-1999>. Acesso em: : 19 mar. 2024.

ROJAS, A. E.; CIRETT, J. L. U.; MIER, E. A. M. A review of the prevalence of dental fluorosis in México. **Revista Panamericana de Salud Pública**, Washington, D.C., v. 15, n. 1, p. 9-18, Jan. 2004. DOI 10.1590/s1020-49892004000100003.

6.2 ARTIGO 2 - SUBMETIDO À REVISTA CAMINHOS DA GEOGRAFIA²**DISTRIBUIÇÃO DA CÁRIE DENTÁRIA EM CRIANÇAS BRASILEIRAS DE 12 ANOS: UMA ANÁLISE GEOGRÁFICA DO USO DO FLUORETO****RESUMO**

A cárie dentária é uma doença biofilme-açúcar-dependente complexa que afeta grande parcela da população mundial. O acesso ao flúor, a redução do consumo de carboidratos e a ampliação dos serviços odontológicos têm contribuído para a diminuição de sua prevalência e incidência. Para avaliar a presença da cárie em crianças, utilizam-se levantamentos epidemiológicos. Este estudo analisou a prevalência da cárie em crianças brasileiras, com foco nas necessidades de tratamento e no impacto do flúor no Brasil. A pesquisa foi baseada nos dados do SB Brasil de 2010 e 2023, envolvendo cerca de 10.000 crianças de 12 anos nos municípios brasileiros. A experiência da cárie foi mensurada pelos índices CEO-D e CPO-D. Os resultados mostraram que 63% das crianças estavam livres de cárie em dentes permanentes, enquanto apenas 30% não apresentaram lesões de cárie em dentes decíduos. Houve baixa prevalência de cárie na dentição permanente, com alguns estados (Distrito Federal e Santa Catarina) apresentando índices melhores que a média nacional. No entanto, a cárie na dentição decídua foi mais frequente. Esses dados reforçam a importância de ações preventivas e de políticas públicas para a saúde bucal infantil e o uso contínuo do flúor nas águas de abastecimento público e dentifrícios bucais.

Palavras-chave: fluoreto; cárie; abastecimento público; crianças; brasileiros.

² Comprovação da submissão no Apêndice B

DISTRIBUTION OF DENTAL CARIES IN 12-YEAR-OLD BRAZILIAN CHILDREN: A GEOGRAPHICAL ANALYSIS OF FLUORIDE USE

ABSTRACT

Dental caries is a complex biofilm-sugar-dependent disease that affects a substantial portion of the world's population. Access to fluoride, reduction in carbohydrate consumption and expansion of dental services have contributed to the reduction in its incidence. To assess the presence of caries in children, epidemiological surveys are used. This study analyzed the prevalence of tooth decay in Brazilian children, focusing on treatment needs and the impact of fluoride in Brazil. The research was based on data from SB Brazil from 2010 and 2023, involving around 10,000 12-year-old children in Brazilian municipalities. The caries experience was measured by the CEO-D and CPO-D indices. The results showed that 63% of children were free of caries in permanent teeth, while only 30% did not have caries in primary teeth. There was a low prevalence of caries in permanent teeth, with some states (Federal District and Santa Catarina) showing better rates than the national average. However, caries in the primary dentition was more frequent, especially among children in public institutions. These data reinforce the importance of preventive actions and public policies for children's oral health and the continuous use of fluoride in public water supplies and oral dentifrices.

Keywords: fluoride; caries; public supply; children; brazilians.

1 INTRODUÇÃO

Esse artigo tem por objetivo compreender a prevalência da cárie dentária em crianças brasileiras na faixa-etária de 12 anos completos, por meio do relatório do Brasil (2023), estimando as necessidades de tratamento relacionadas a esta condição em crianças, para fins de planejamento das ações em saúde que visem melhores condições de vida à população considerando as ações do flúor no cenário brasileiro.

A Cárie dentária é uma doença bucal que afeta milhões de brasileiros, além de ser um problema de saúde coletiva global. Destacam-se as afirmações de Caldarelli, Lucas e Silva (2016, p. 117):

A cárie dentária ainda é um problema de saúde pública no Brasil e no mundo.

A fluoretação das águas de abastecimento público e a incorporação de flúor aos dentifrícios provocaram, nas últimas décadas, uma diminuição em nível populacional dessa doença. Entretanto, essas medidas resultam em exposição sistêmica ao íon fluoreto durante os primeiros anos de vida, aumentando a prevalência de fluorose dentária, efeito colateral da exposição crônica ao flúor.

O flúor mudou a realidade brasileira para a redução desse problema de saúde, e esse trabalho é justificado por trazer dados importantes sobre a prevalência da cárie no Brasil e os benefícios do flúor para a nossa sociedade, embora a cárie dentária continue sendo um problema no Brasil, impactando tanto a dentição decídua quanto a permanente, mas que apresentou avanços nesse período de estudos. Estudos de Guimarães (2020, p. 8) destacam que:

O flúor ocorre naturalmente na água, com maior ou menor concentração de acordo com o contexto natural da fonte de água. A fluoretação ocorre desde a década de 1970 no Brasil, como medida de combate à cárie, contudo o consumo de altos teores de fluoretos, pode-se desenvolver a fluorose dentária entre outras doenças.

1.1 BENEFÍCIOS E RISCOS DO FLÚOR

A vigilância em saúde pública pode ser entendida como um conjunto integrado de ações que garantem a obtenção, análise e interpretação de informações sobre eventos de saúde específicos que impactam a população, incluindo a rápida divulgação dos resultados a todos os responsáveis pela prevenção e controle (Waldman, 1998, p. 10).

A monitorização da água destinada ao abastecimento público deve integrar esse sistema, com o objetivo de garantir padrões de segurança e qualidade adequados para o consumo humano, alinhados a metas de saúde previamente estabelecidas. Essa vigilância não elimina nem isenta as empresas e organizações responsáveis pelo tratamento da água de suas obrigações em relação aos controles operacionais (WHO, 2011). Entre os parâmetros físico-químicos e microbiológicos a serem monitorados, destaca-se a concentração de fluoreto.

A supervisão dos níveis de fluoreto na água distribuída pelo governo pode ser feita apenas para garantir a sua aderência aos padrões de potabilidade, ou também como refere Cury (1990, p. 288) pode ser usada para garantir a qualidade dos níveis, com o objetivo de maximizar a prevenção da cárie dentária com o mínimo risco de fluorose ou manchas no esmalte dentário. Quando esse acompanhamento faz parte da

ação contínua do Estado, é referido como vigilância.

A vigilância pode ser realizada a partir da auditoria de dados produzidos pelas companhias de abastecimento de água, ou por meio da observação direta examinando amostras de água da rede de distribuição (WHO, 2011).

Levando em conta que os resultados de ações preventivas só podem ser observados alguns anos após a aplicação dessas ações, especialistas no Brasil têm sugerido que o controle da fluoretação seja realizado por entidades não diretamente envolvidas no tratamento da água (princípio do heterocontrole).

Os malefícios do acréscimo além do que é permitido pela legislação brasileira < 1,5 mg/L e o que é recomendado a partir de estudos científicos por Pinese, Ross e Alves (2017) e Pinese *et al.* 2021) < 0,8 mg/L podem causar fluorose dentária, como frisa Santos *et al.* (2023) 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.

No final da década de 1980, foram estabelecidos os primeiros sistemas de monitoramento dos níveis de flúor nas águas de consumo público no Brasil, com a finalidade de permitir o acompanhamento do processo de fluoretação, auxiliando na interação entre o governo e as empresas de água e esgoto (Narvai, 2000b; Schneider Filho *et al.*, 1992).

1.2 NORMATIVAS SOBRE DOSAGEM DE FLUORETO

As portarias mais recentes se referem a este cálculo sugerido pela OMS, que tem sido implementado desde os anos 1970, quando a fluoretação iniciou na maior parte dos municípios brasileiros. No Paraná, as normas federais estabelecem um limite máximo de 1,5 mg/L para a fluoretação como limite máximo, de acordo com Guimarães (2020). Observa-se ao longo dos anos o avanço relativo às leis para o monitoramento das águas de abastecimento público, como demonstrado no quadro 1.

Quadro 1 - Normativas sobre a dosagem de concentrações de fluoreto para água consumida no Brasil.

LOCAL	NORMATIVA	TEOR DE FLUORETO
Brasil	Portaria MS-635/1974	Cálculo deve ser feito pela temperatura média do local.
Brasil	Portaria 2914/2011 do Ministério da Saúde	Máximo 1,5, mas remete o cálculo à Portaria 635/1975
Brasil	RESOLUÇÃO CONAMA nº 357 de 2005 para água doce dos rios.	Máximo 1,4 mg/L
Brasil	Portaria 2914/2011 do Ministério da Saúde	Máximo 1,5, mas remete o cálculo à Portaria 635.
Brasil	Portaria de consolidação nº 5, de 28 de setembro de 2017	remete o cálculo à Portaria 635/1975
Brasil	Portaria GM/MS Nº 888, de 4 de maio de 2021	Máximo 1,5,mas remete o cálculo à Portaria Nº 05 de setembro de 2017
Rio Grande do Sul	Portaria nº 10/1999 do Rio Grande do Sul	Entre 0,6 - 0,9 mg/L
São Paulo	Resolução SS-293/96	Entre 0,6 - 0,8 mg/L
Paraná	Não há normativa	Não há valores definidos
Paraná	Utilizado para análises estatísticas Pinese, Ross e Alves (2017).	Entre 0,6 e 0,8 mg/L

Fonte: Guimarães (2020).

A constatação de variações nas concentrações de fluoreto em várias regiões brasileiras (Barros; Gonçalves; Lima, 1990; Vasconcellos, 1982), a implementação de sistemas sanitários de controle da fluoretação das águas para consumo público (Narvai, 2000b; Schneider Filho *et al.*, 1992) tem incentivado a realização de estudos para monitorar seus níveis.

É fundamental monitorar a fluoretação das águas de abastecimento, a fim de manter os benefícios de prevenção da cárie e mínimo risco para o desenvolvimento da fluorose dentária (USP, 2011).

Nessa lógica, é necessário criar Sistemas de Vigilância ou Heterocontrole, com o objetivo de acompanhar o processo de fluoretação, no qual amostras coletadas em diferentes localidades dos municípios são examinadas por instituições públicas ou privadas, possibilitando que haja o controle social quanto ao uso de fluoretos (Wambier *et al.*, 2007, p. 67).

Vale destacar que também existe o Controle Operacional, que é realizado pela empresa de saneamento, diretamente nas Estações de Tratamento de Águas (ETAs), objetivando corrigir possíveis distorções nos mecanismos de operação do processo de fluoretação (Wambier *et al.*, 2007).

Conforme o Decreto Federal 5.440/2005, se a concentração de fluoreto de ocorrência natural exceder 1,5 mg F/L, é competência dos responsáveis pelos sistemas e soluções alternativas coletivas de abastecimento de água informar aos consumidores: “Esta água não deve ser consumida diariamente por menores de oito anos de idade” (Frazão; Peres; Cury, 2011, p. 971).

A lei brasileira trata a água como um recurso público, sendo responsabilidade do governo distribuí-la entre os vários setores usuários, de forma a assegurar um uso harmonioso, livre de conflitos e com um impacto ambiental mínimo.

Conforme Pinese *et al.* (2021), a Organização Mundial de Saúde OMS (1999) e o Ministério da Saúde (Brasil, 1974) indicam que o consumo diário de águas naturalmente ricas em Flúor (superior a 1,5mg/L) pode causar doenças como fluorose dental e degeneração óssea.

1.3 A CÁRIE DENTÁRIA

A cárie dentária, que afeta grande parte da população global, é vista como uma doença biofilme-açúcar-dependente complexa (Machiulskiene *et al.*, 2020).

A exposição contínua ao flúor, aliada a alterações no consumo de carboidratos fermentáveis, maior disponibilidade de serviços odontológicos, e o aumento da educação em saúde bucal, que leva a uma maior sensibilização da população para programas de prevenção, são elementos que contribuem para a redução da prevalência e severidade da cárie dentária (Cortelli *et al.*, 2005; Ruiz *et al.*, 2009).

De acordo com Santos, Silve e Oliveira (2021) é necessária vigilância das águas de forma contínua pelos órgãos responsáveis, observando ativamente quanto aos teores flutuantes de fluoreto e um olhar enfático à manifestação do efeito colateral a ele associado.

Embora haja um aumento no número de profissionais de Odontologia no mercado, ainda existe um uso restrito de serviços odontológicos. A participação do Sistema Único de Saúde (SUS nos atendimentos odontológicos é muito inferior à do atendimento médico. Mesmo com a possibilidade de prevenção, a cárie persiste como a enfermidade bucal mais comum na população, sendo vista como um problema de saúde social (Barros; Bertoldi, 2002; Roncalli; Côrtes; Peres, 2012; Ruiz *et al.*, 2009).

Não só a adição de flúor à água foi crucial para o Brasil na redução da cárie, mas também o uso de dentifrícios fluorados, conforme mencionado por Cury, Caldarelli e

Tenuta (2015) a relevância do uso de dentifrício fluoretado para a diminuição da cárie dentária no Brasil tem reduzido o efeito da fluoretação da água na diminuição da cárie, conforme já observado em outras nações.

A última pesquisa epidemiológica de âmbito nacional, conduzida em 2020-2023 (SB Brasil), analisou a condição dos dentes. Quando tinham 5 anos, 53,17% das crianças brasileiras não tinham cárie na dentição decídua e, aos 12 anos, 49,32% apresentavam a mesma situação na dentição permanente. Aos 5 anos, uma criança no Brasil tinha, em média, 2,14 dentes cariados, sendo o componente cariado o principal responsável por mais de 80% desse índice (Brasil, 2012).

Em relação ao CEO-D das crianças de 5 anos, a média observada foi de 2,14. Apesar da redução da cárie dentária entre a população no período de 10 anos, ainda existe um número significativo de crianças com índices altos desse problema, caracterizando um grupo específico onde as lesões estão predominantemente presentes em crianças de condições socioeconômicas desfavoráveis (Musso *et al.*, 2013; Ruiz *et al.*, 2009).

2 METODOLOGIA

2.1 ÁREA DE TRABALHO

Trata-se de um estudo epidemiológico quantitativo baseado em dados secundários, do tipo transversal, com abordagem descritiva. Esse levantamento de dados tem como definição da área de estudo do Brasil em sua totalidade (Figura 1), composto por 5.570 municípios, 26 estados e um Distrito Federal.

Figura 1 - Localização da Área Investigada: Brasil e seus Estados



Fonte: IBGE (2022).

A escolha pelo baseia-se numa revisão bibliográfica prévia, que estabelece lacunas de conhecimento sobre o tema. Para embasamento da análise, foram utilizados dados nacionais de saúde bucal (SB Brasil) 2010 e 2023. A presente pesquisa realizou uma análise detalhada da proporção de estudantes de 12 anos, considerando as variações regionais. Embora, o percentual geral tenha sido baixo, identificaram diferenças significativas entre as regiões, com índices mais elevados nas regiões Norte e Nordeste.

A relação de risco e benefício no consumo de fluoretos permeia o trabalho, que compila dados sobre a prevalência da cárie no Brasil através estratégia adotada pelo Ministério da Saúde de realizar uma série histórica de dados para a vigilância em saúde bucal (SB Brasil), na tentativa de compreender o cenário de risco à saúde da população brasileira. Analisou-se a base de dados do SB Brasil de 2010 e 2023 sobre a prevalência de cárie no Brasil, além dos dados do IBGE (2022) e DataSUS (Brasil, 2023), sendo o recorte temporal investigado de 2023 onde nomeia-se os dados anteriores a esta data (2020-2023) e a faixa-etária descrita, a de crianças com 12 anos completos.

A escolha de crianças de 12 anos para a análise da prevalência de cárie baseia-se nas recomendações da Organização Mundial da Saúde (OMS) e de instituições brasileiras de saúde pública, sendo os principais motivos a “Dentição Permanente Estabelecida”, pois aos 12 anos, a maioria das crianças possuem dentes permanentes erupcionados, tornando uma análise mais relevante para a saúde bucal ao longo da vida.

A lei brasileira sobre a fluoretação das águas destinadas ao consumo público mostra-se um tanto polêmica. A portaria de 1975, destinada a regulamentar, foi estabelecida o parâmetro fluoretos que estipula uma variação de concentração entre 0,7 e 1,2 mg/L, com base na média diária das temperaturas máximas. Contudo, a portaria publicada sobre a qualidade da água para consumo que engloba todos os fatores físico-químicos necessários para a sua potabilidade se remete a Portaria GM/MS nº 888, de 4 de maio de 2021, e o Guia de recomendações para o uso de fluoretos no Brasil (2024) é a legislação mais recente sobre o controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano, incluindo a fluoretação que faz menção à portaria de 1975, mas onde o limite superior de 1,5 mg/L é estabelecido apenas para a água destinada ao consumo.

A análise dos dados procedeu-se por meio de avaliação descritiva sobre a utilização de teor de flúor na água de abastecimento público, tendo por base os parâmetros do CECOL (USP, 2011) observados no quadro 2. Estes parâmetros surgiram de um consenso técnico em que pesquisadores e especialistas no assunto propuseram a classificação das águas segundo o teor de flúor e de acordo com a variação da temperatura da região, relacionando as dimensões do risco e dos benefícios.

Quadro 2 - Relação benefício-risco para localidades onde as médias das temperaturas máximas se situam abaixo de 26,3°C

TEOR DE FLÚOR NA ÁGUA (ppm ou mg/L)	BENEFÍCIO (prevenção da doença cárie)	RISCO (fluorose dentária)
0,00 a 0,44	Insignificante	Insignificante
0,45 a 0,54	Mínimo	Baixo
0,55 a 0,64	Moderado	Baixo
0,65 a 0,94	Máximo	Baixo
0,95 a 1,24	Máximo	Moderado
1,25 a 1,44	Questionável	Alto
1,45 ou mais	Maléfico	Muito Alto

*A melhor combinação benefício-risco ocorre na faixa de 0,65 a 0,94 ppm de F.

Fonte: USP (2011).

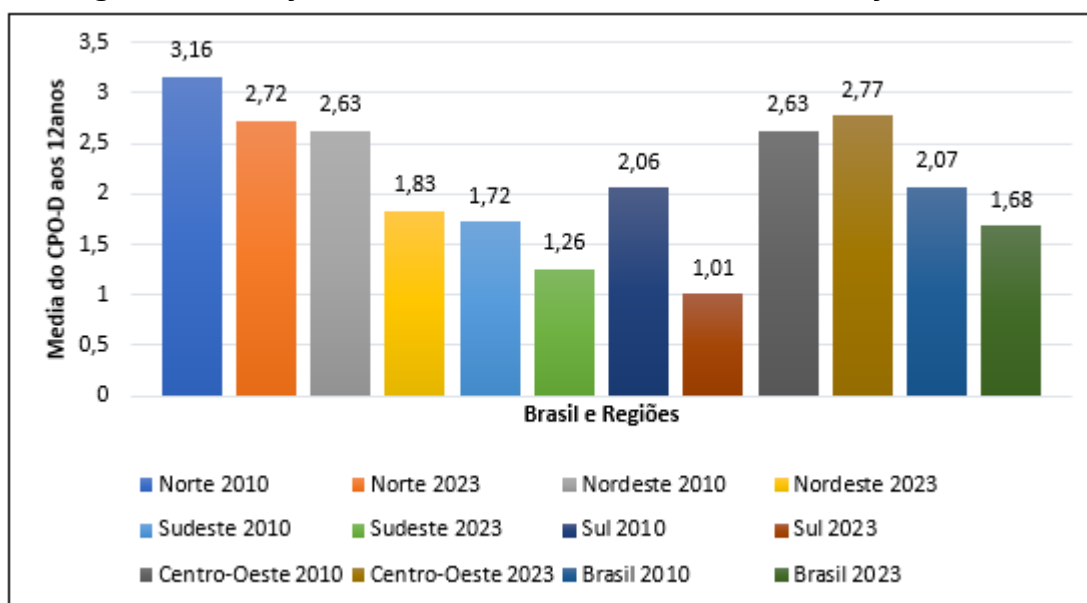
A estratégia adotada pelo Ministério da Saúde de realizar uma série histórica de dados para a vigilância em saúde bucal (SB Brasil) tem sido eficiente, pois, além de identificar tendências dos variados problemas de saúde na população, permitiu o planejamento e a análise das medidas para estados e municípios brasileiros. Neste sentido, o presente relatório descreve a metodologia e os resultados da Pesquisa Nacional de Saúde Bucal – Projeto SB Brasil, 2023. Este relatório busca orientar o planejamento da oferta dos serviços de saúde bucal nos próximos 10 anos.

3 RESULTADOS

Para analisar a prevalência de cárie no Brasil foram aplicados os critérios recomendados pela OMS (1999) para a dentição decídua, utilizando-se o índice CEO-D que é obtido pela soma de dentes decíduos cariados, extraídos e obturados e CPO-D (dentes permanentes cariados, perdidos ou obturados). A média para um grupo de indivíduos onde é obtida dividindo-se a soma pelo número de pessoas examinadas.

O presente artigo examinou os dados nacionais da Pesquisa Nacional de Saúde Bucal - SB Brasil 2020-2023 na faixa etária de 12 anos (Figura 2) em confronto com dados de análises do SB

Figura 2- Crianças com 12 anos- Cárie dentária na dentição decídua



Fonte: Adaptado de SB (Brasil, 2020, 2023).

Embora a dentição decídua (ou dentes de leite) geralmente seja substituída pela dentição permanente até os 12 anos de idade, muitas crianças nesta faixa-etária ainda

podem ter dentes de leite.

De acordo com Wilson *et al.* (2021) a cárie dentária nos dentes decíduos não deve ser negligenciada, pois pode causar dor, infecção e até impactar o desenvolvimento e posicionamento dos dentes permanentes. As causas principais da cárie na dentição decídua são:

a) **Má Higiene Bucal** - Uma escovação concentrada ou pouco frequente permite o acúmulo de placa bacteriana.

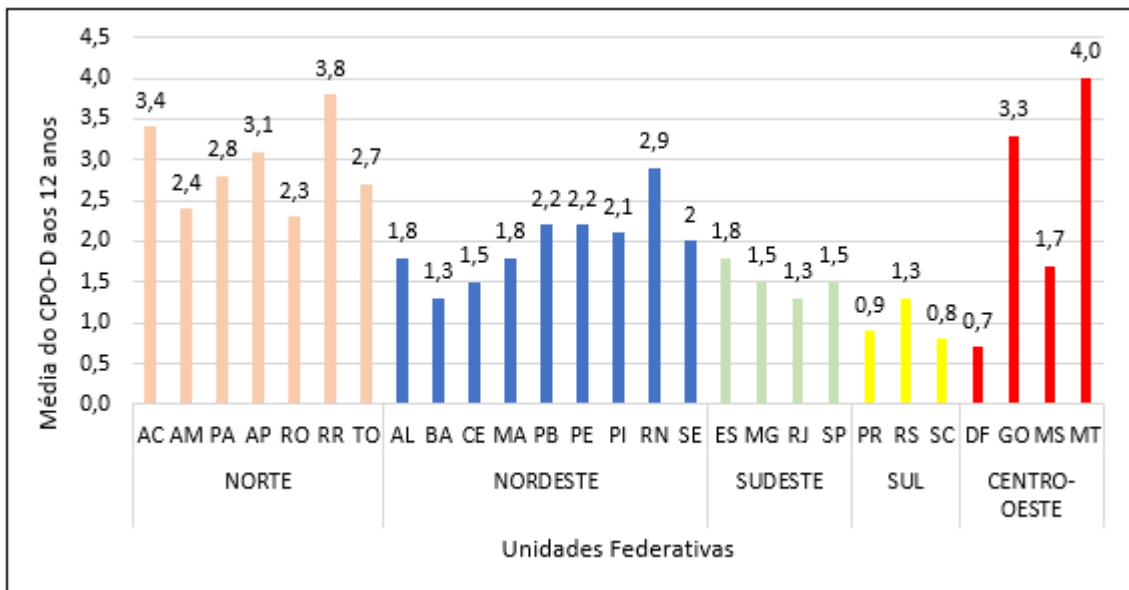
b) **Alimentação Rica em Açúcares** - O consumo excessivo de doces, refrigerantes e carboidratos orgânicos favorece o crescimento de bactérias cariogênicas, como o *Streptococcus mutans*.

Como demonstrado na figura 2, através dos dados do SB (Brasil, 2023) em média, 1,68 dentes foram acometidos por cárie, com valores variando de 1,01 (Sul) a 2,77 (Centro-oeste) entre as regiões. Houve redução do CPO-D no Brasil, principalmente nas regiões Nordeste com um decréscimo de 0,80 CPO-D e na Região Sul, com decréscimo de 1,05 CPO-D, comparados a 2010.

As variações no CPO-D entre as Unidades Federativa, em observância aos dados de 2010 (SB) em contraponto aos dados de 2023 (SB), demonstram que apenas Região Centro-Oeste apresenta um aumento deste índice (0,14 CPO-D).

A figura 3 evidencia o índice médio de CPO-D aos 12 anos, nas Unidade federativas brasileira e por estado.

Figura 3 – Índice médio de CPO-D aos 12 anos nas Unidades de Federação



Fonte: Adaptado de SB (Brasil, 2020, 2023).

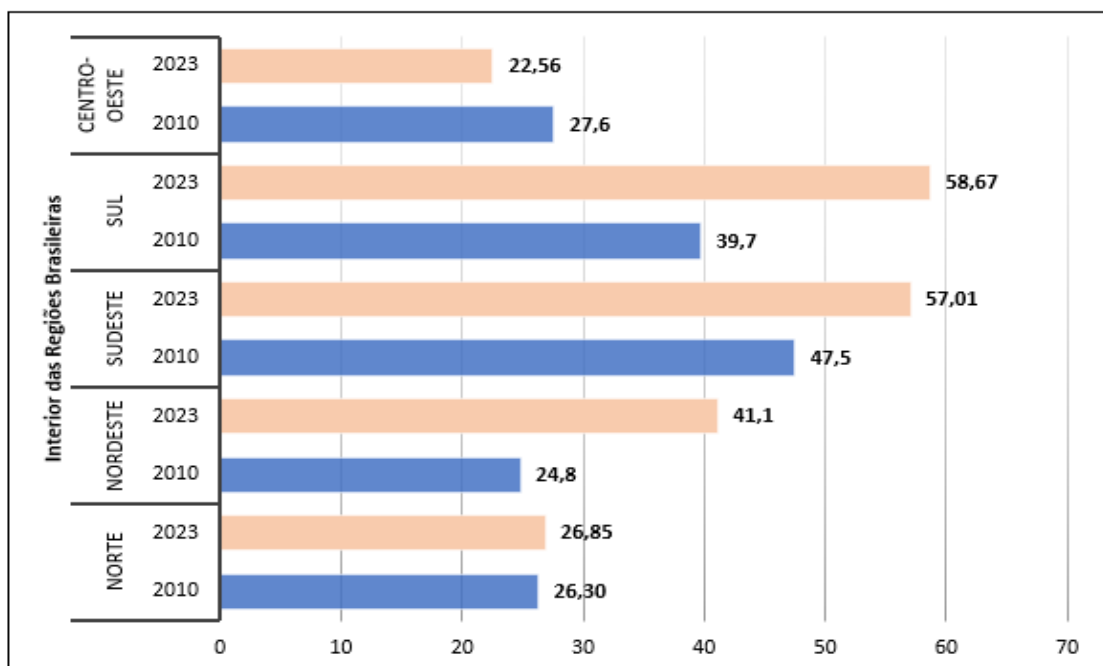
O índice de CPO-D aos 12 anos é uma das principais estatísticas usadas em odontologia para avaliar a saúde bucal de população. Este índice indica a média de dentes afetados por cárie, que foram perdidos ou tratados, em crianças de 12 anos, uma faixa etária considerada padrão pela Organização Mundial da Saúde (OMS) para comparações globais (WHO, 1994).

Os dados sobre o índice de CPO-D variam de acordo com as Unidades da Federação (UF) no Brasil, refletindo diferenças em fatores como políticas públicas de saúde bucal e acesso a tratamentos odontológicos.

Na figura 3, pode-se observar que a região Centro-Oeste possui os índices mais elevados, com destaque ao Mato Grosso (CPO-D=4,0), seguido pela Região Norte brasileira, sendo o estado de Roraima o que mais se destaca, com um índice de CPO-D=3,8. Entretanto, a região mais notória na diminuição deste índice é a Região Sul, especialmente no Estado de Santa Catarina, com um índice de CPO-D=0,8, com destaque também para a Região Centro-Oeste, sendo representado pelo Distrito Federal com índice de 0,7 CPO-D.

A figura 4 traz uma observação importante sobre o percentual de adolescentes livres de cárie no interior de cada região brasileira.

Figura 4 - Percentual de adolescentes de 12 anos (completos) livres de cárie (CPO-D=0) no interior do Brasil



Fonte: Adaptado de SB (Brasil, 2020, 2023).

De acordo com o levantamento nacional (Brasil, 2010), o percentual de crianças

de 12 anos livres de cárie (CPO-D=0) em áreas urbanas e rurais demonstrado na Figura 4, variou de acordo com diversos fatores, entre eles, o acesso a serviços odontológicos. Nos dados referentes ao SB 2023, de acordo com a Figura 4, a Região Sudeste foi a que mais se destacou com 47,50% de adolescentes livres de lesões de cárie (CPO-D = 0) no interior do Brasil, sendo notório um avanço de 6,4%.

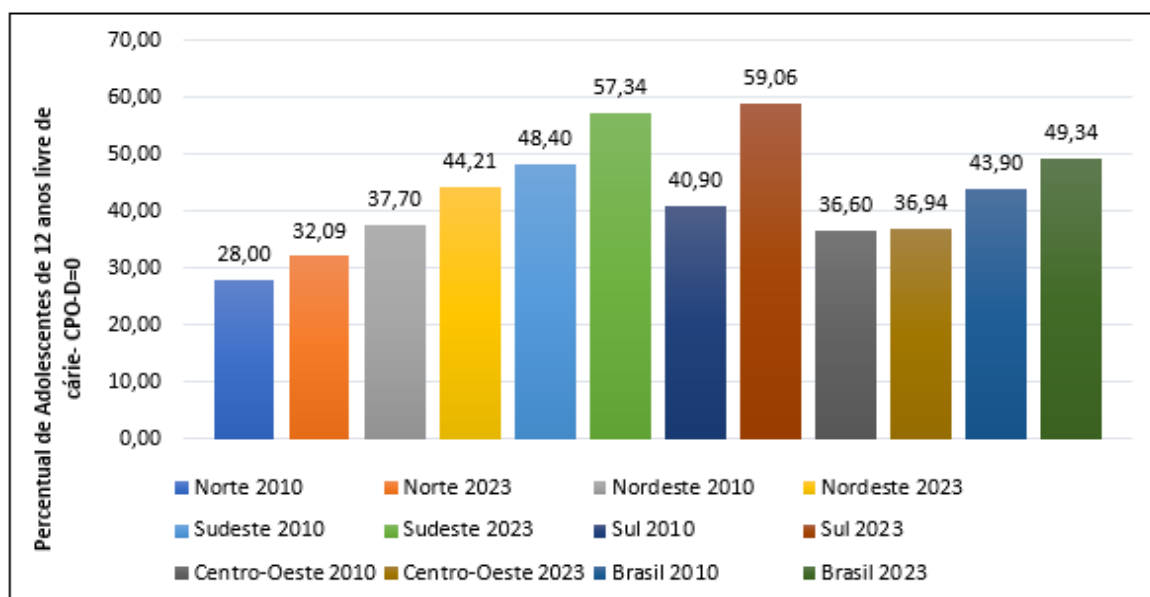
A Região Sul se destacou com 58,67 % de adolescentes livres de lesões de cárie (CPO-D=0) seguida pela região Sudeste com 57,01 % de adolescentes livres de lesões de cárie (CPO-D=0) em relação às regiões brasileiras.

Em comparação dos dados de 2010 e 2023, a Região Sul, foi a que mais avançou com um salto quantitativo de 18,97% de adolescentes livres de lesões de cárie (CPO-D=0). Os dados da região Centro-Oeste demonstram que houve um acréscimo discreto em relação aos dados de 2023 em comparação ao de 2010, com uma média de 5,04 % de adolescentes livres de lesões de cárie (CPO-D=0), sendo um alerta para esta região, pois mesmo verificado o avanço de um relatório para o outro, os resultados mantiveram-se no patamar dos 20%.

Ainda comparando as regiões, a que menos avançou em relação aos adolescentes livre de cárie foi a Norte, entre 2010 a 2023 houve acréscimo de apenas 0,85%, mantendo-se no patamar de 25%.

A figura 5, traz elementos importantes sobre os adolescentes de 12 anos livre de cárie por regiões brasileira em 2010 e 2023.

Figura 5 - Adolescentes de 12 anos (completos) livres de cárie (CPO-D=0) Regiões brasileiras



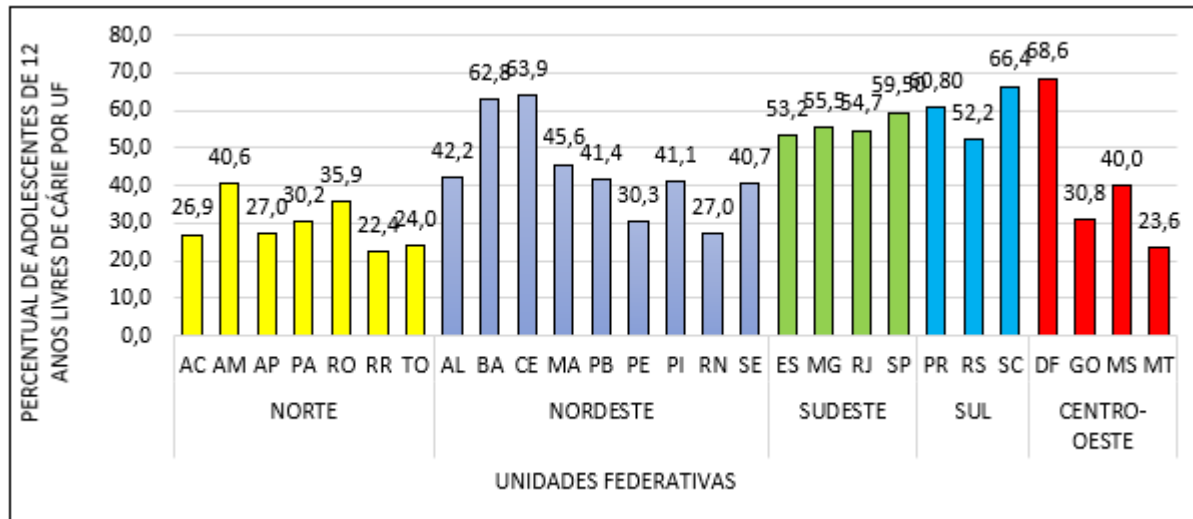
Fonte: Adaptado de SB (Brasil, 2020, 2023).

De acordo com os dados do SB Brasil 2010 (figura 5), em média, no Brasil, aproximadamente 43,5% dos adolescentes de 12 anos estavam livres de cárie (Brasil, 2010), elevando o índice nos dados coletados entre 2020-2023 para 49,32%, sendo verificada uma variação de 5,82% (Brasil, 2023), um avanço para o Brasil.

Na figura 6, para o SB (Brasil, 2023), o destaque é para a Região Sul, com uma variação de 18,16%, onde ultrapassou os índices brasileiros, essa região desde a década de 80, utilizou de forma extensiva, programas de combate à carie nas escolas municipais e estaduais, além de trabalhar a conscientização sobre o impacto do flúor e a importância de um uso equilibrado, especialmente em produtos como cremes dentais.

Em áreas urbanas, geralmente há maior disponibilidade de clínicas odontológicas e programas de saúde bucal, enquanto em áreas rurais esse acesso pode ser limitado, o que pode impactar níveis dos índices de cárie. Contudo, iniciativas como fluoretação da água e programas de saúde bucal têm contribuição para esse aumento de Adolescentes de 12 anos livres de cárie (CPO-D=0).

Figura 6 - Percentual de adolescentes de 12 anos (completos) livres de cárie (CPO-D=0) nos Estados brasileiros



Fonte: Adaptado de SB (Brasil 2020, 2023).

De acordo com a Figura 6, nos dados do SB (Brasil, 2023), os estados em que o percentual de adolescentes de 12 anos livres de cárie (CPO-D=0) mais cresceram foram o Distrito Federal com 68,6% na Região Centro-Oeste e na Região Sul, o Estado de Santa Catarina com 66,4 %, seguido pelo estado do Paraná, com 60,8%. O Estado que menos se destacou foi o Tocantins (TO), na Região Norte, com 22,4%.

No Brasil, o impacto da fluoretação se manifestou na alteração do perfil

epidemiológico da cárie dentária, marcado pela diminuição da prevalência e severidade da doença em crianças e jovens. Durante a década de 1980, a fluoretação das águas de consumo público ganhou força e, em 2006, beneficiou aproximadamente 100 milhões de indivíduos.

Atualmente, o Brasil conta com o segundo maior sistema global de fluoretação de águas para consumo público e um dos maiores grupos populacionais que consomem dentifrícios fluorados. Ademais, numerosas fontes de produtos fluorados são expostas por uma vasta parcela da população.

3.1 ANÁLISE GEOGRÁFICA

A saúde bucal brasileira está profundamente ligada às condições socioeconômicas variáveis em diferentes partes do país. Elementos como nível de renda, grau de escolaridade e disponibilidade de serviços de saúde impactam diretamente a frequência de complicações bucais. Embora a região Sudeste represente o maior contingente populacional, como identificado na tabela 1, essa região é mais bem assistida nas questões de saúde de forma geral. Já a região Nordeste que ocupa o segundo lugar em população de acordo com a tabela 1, sofre com a falta de serviços básicos como água e esgoto.

No Brasil, há diversas formas de desigualdade social. Contudo, essas disparidades não se restringem apenas a aspectos como cor, classe social e etnia. Também enfrentamos desigualdades regionais, que dizem respeito às diferenças entre as diversas regiões, estados e municípios do país.

Um exemplo a ser considerado, observando o contexto da pobreza nos estados, é a região Nordeste, onde estão localizados um dos estados com a maior quantidade de indivíduos recebendo até metade do salário-mínimo (IBGE, 2022). Além disso, uma diferença significativa entre o Centro-sul e o Nordeste é a disparidade no desenvolvimento humano.

Tabela 1 - População por Regiões Brasileiras

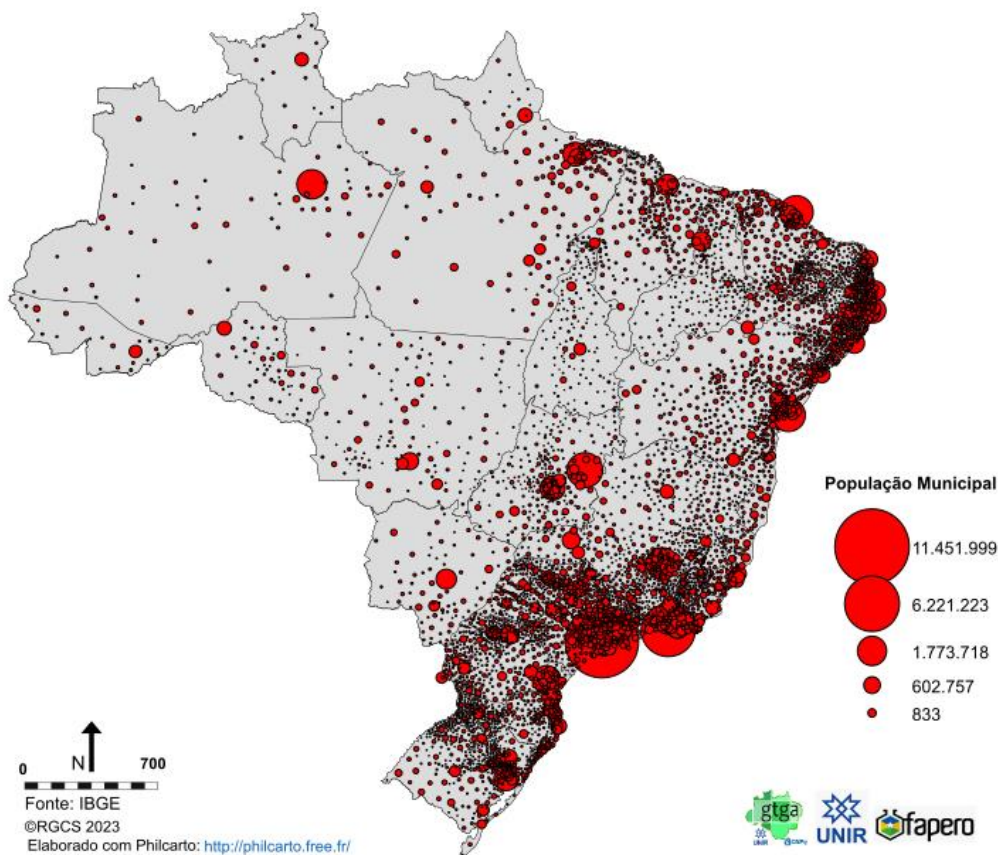
REGIÕES BRASILEIRAS	POPULAÇÃO/HAB
Sudeste	84.847.187
Nordeste	54.644.582
Sul	29.933.315
Norte	17.349.619
Sudeste	84.847.187
Nordeste	54.644.582
Total	203.062.511

Fonte: IBGE (2022).

Conforme o censo conduzido em 2022, destacado na tabela 1, o Brasil conta com uma população de 203.062.511 indivíduos.

A taxa de crescimento populacional no Brasil, de apenas 0,52%, é a mais baixa desde o início da série histórica.

A maior parte da população brasileira habita regiões urbanas (figura 7), principalmente ocupando as metrópoles do país. A distribuição da população brasileira é bastante desequilibrada entre suas várias regiões e estados.

Figura 7 – Distribuição da população brasileira, 2022

Fonte: IBGE (2022).

Conforme ilustrado na figura 7, a maioria dos brasileiros reside na região Sudeste. Sendo notório, os estados com maior contingente populacional sendo São Paulo, Minas Gerais e Rio de Janeiro. São Paulo é a cidade com a população mais expressiva do Brasil, seguida por Rio de Janeiro e Brasília.

Para entender os progressos na saúde bucal dos brasileiros, é essencial analisar o desenvolvimento humano (IDH) de cada região, que mede a qualidade de vida da população em âmbito nacional, estadual e municipal. Essa avaliação demanda pesquisas e análises de dados estatísticos. Isso pode ser feito por diversos organismos, sejam eles públicos ou privados, de acordo com o interesse ou estratégia, mesmo que o órgão oficial seja o responsável.

Realizando uma classificação, baseada no IDH das regiões brasileiras, obtém-se a seguinte hierarquia:

Primeiro lugar: Rio Grande do Sul, Santa Catarina, São Paulo, Paraná, Rio de Janeiro, Espírito Santo e Mato Grosso do Sul;

Segundo lugar: Minas Gerais, Goiás, Mato Grosso, Rondônia, Amazonas, Roraima e Amapá;

Terceiro lugar: Acre, Pará e Sergipe.

Por último, estão os estados do Nordeste, com exceção de Sergipe.

Frisa-se que o IDH (Índice de Desenvolvimento Humano) significa como a população de um determinado lugar está vivendo, segundo a qualidade de vida, renda per capita, mortalidade infantil, taxa de analfabetismo, expectativa de vida, qualidade dos serviços públicos (saúde, educação e infraestrutura em geral).

A partir desses fatos, verifica-se que dentro de um país pode haver vários tipos de desigualdades que podem ser decorrentes de vários fatores (históricos, econômicos, sociais etc.).

De acordo com o último levantamento epidemiológico nacional de saúde bucal (SB Brasil, 2023), a região Norte apresenta os maiores índices de cárie dentária e perda dentária precoce, refletindo desafios no acesso a serviços odontológicos e menor nível socioeconômico. Já as regiões Sul e Sudeste exibem melhores indicadores de saúde bucal, atribuídos aos maiores investimentos em saúde pública e melhores condições socioeconômicas.

O acesso aos serviços de saúde bucal no Brasil é uma temática multidimensional que envolve aspectos sociais, econômicos, culturais, políticos e organizativos do Sistema Único de Saúde (SUS). Neste contexto, historicamente, o cenário das políticas

de saúde bucal no Brasil tem vivenciado transformações significativas, impulsionadas pela busca do acesso aos serviços, pela melhoria da qualidade da atenção odontológica e pelo estabelecimento de caminhos para a universalização e integralidade do cuidado.

Na perspectiva de reorientar a prática odontológica, a partir dos princípios da integralidade e equidade, qualificar as ações e os serviços de saúde bucal e ampliar o acesso ao tratamento de maneira gratuita e universal, a Política Nacional de Saúde Bucal (PNSB), de 2004, se destaca como um marco indutor para importantes ações da saúde bucal no SUS.

Programas governamentais, como o Brasil Sorridente que faz parte da Política Nacional de Saúde (PNSB) têm buscado reduzir essas disparidades, ampliando o acesso a serviços odontológicos em áreas carentes. No entanto, ainda há um longo caminho a percorrer para garantir a equidade na saúde bucal em todas as regiões do país.

A PNSB estabeleceu, com caráter democrático, linhas de ação, com direcionamento para a reorganização da Atenção Primária à Saúde (APS) em saúde bucal, especialmente por meio da Estratégia Saúde da Família (ESF), a ampliação e qualificação da Média Complexidade pela implantação de Centros de Especialidades Odontológicas (CEO) e dos Laboratórios Regionais de Próteses Dentárias (LRPD) e ainda a viabilização de políticas públicas que garantissem a implementação e a vigilância da fluoretação das águas de abastecimento público no país.

Em relação às condições de saúde bucal da população brasileira, levantamentos epidemiológicos de abrangência nacional (Brasil, 2004, 2012, 2024c) apontam que houve importantes avanços desde a implantação da PNSB. A mudança do perfil epidemiológico em saúde bucal dos brasileiros parece ter uma relação direta com as medidas de prevenção e controle no âmbito populacional, como a fluoretação das águas de abastecimento público, o uso de dentifrícios fluoretados e o incremento das ações de promoção e proteção à saúde, as quais foram implantadas com o intuito de reduzir as desigualdades sociais e as iniquidades na assistência odontológica no Brasil.

Na perspectiva de fortalecimento do cenário das políticas de saúde no Brasil, a Lei nº 14.572, de 08 de maio de 2023, representa um marco importante, ao incluir a saúde bucal na Lei Orgânica da Saúde (Lei 8080/90) e configurar a PNSB em uma política de Estado, e não mais de governo. Dessa forma, a Lei nº 14.572 do Ministério da Saúde (Brasil, 2024b), fortalece a política de saúde bucal do país, garantindo sua

continuidade e relevância dentro dos serviços públicos, reconhecendo-a como parte integrante do SUS, com todas as implicações em termos de financiamento, planejamento e oferta de serviços, que são aspectos fundamentais para garantia do acesso da população brasileira a serviços odontológicos de qualidade.

Através da abordagem do SB (Brasil, 2024c), 39,9% dos adolescentes possuem um ou mais dentes com cárie dentária não tratada, com variações regionais e maiores percentuais observados nas regiões Norte, Nordeste e Centro-oeste. Dessas regiões, a mais preocupante é a Região Norte, sendo constatado um elevado índice de 54,1% de Proporção de adolescentes de 12 anos com um ou mais dentes com cárie dentária não tratada.

Essa região necessita de investimentos para tratamento de água e muitas cidades e comunidades da região Norte enfrentam desafios logísticos para oferecer atendimento odontológico regular. A baixa presença de profissionais de saúde bucal, a escassez de postos de atendimento e a dificuldade de deslocamento em áreas rurais e ribeirinhas dificultam a realização de consultas preventivas e tratamentos adequados.

A região Sul é a que possui menor proporção de adolescentes de 12 anos com um ou mais dentes com cárie dentária não tratada sendo um dos principais diferenciais da região, a ampla fluoretação das águas de abastecimento público. Os estados sulistas têm forte atuação de programas preventivos promovidos pelo Sistema Único de Saúde (SUS), como o Brasil Sorridente, unidades móveis de atendimento odontológico, além da população da Região Sul ter um alto índice de escolaridade em comparação com outras regiões do Brasil, o que favorece uma maior conscientização sobre a importância da higiene bucal.

Nesta Região, Campanhas educativas são frequentemente realizadas em escolas, postos de saúde e até em ambientes de trabalho, promovendo bons hábitos desde a infância e outro fator relevante é o acesso facilitado a produtos de higiene bucal de qualidade.

O Sul do Brasil tem uma das melhores infraestruturas de saneamento básico do país, com altos índices de tratamento de água e esgoto. Isso reduz doenças bucais associadas a infecções e melhora a saúde geral da população, contribuindo para a prevenção da cárie

De forma geral, no Brasil, proporções semelhantes de adolescentes necessitam de tratamento eletivo (33,1%) e preventivo (29,1%). De acordo com os dados do SB (Brasil, 2024c), em torno de 14% dos adolescentes apresentaram trauma dentário, com

diferentes gravidades, dos quais aproximadamente 3% foram tratados.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

No Brasil, o fluoreto passou a fazer parte da pasta de dente em 1988, enquanto a fluoretação da água passou a ser uma exigência legal a partir de 1974 (Brasil, 1974). O país possui, inclusive, o segundo maior sistema global de fluoretação de águas para consumo público - o primeiro lugar pertence aos Estados Unidos.

As informações de estudos científicos conduzidos no SB (Brasil, 2024c) indicaram que a fluoretação da água para consumo público se mostrou uma das ações mais efetivas para a saúde bucal dos brasileiros, reduzindo significativamente os níveis de cárie, desde o início do século XX.

De acordo com o Ministério da Saúde (Brasil, 2011), a fluoretação da água e o uso de creme dental fluoretado são considerados totalmente seguros em termos de toxicidade aguda. A aplicação profissional de fluoreto também é segura no consultório ou na escola. Nessas duas situações, quem recebe a aplicação é sempre orientado a não engolir o produto, pois para a sua ação protetora contra a doença, basta que entre em contato com os dentes, na cavidade bucal.

Segundo a Fundação Nacional de Saúde (Funasa, 2006), a fluoretação da água para consumo humano é uma medida preventiva de eficácia comprovada, que reduz a prevalência de cárie, em média, entre 50% e 65% em populações, após dez anos de exposição contínua à concentração recomendada. É um processo seguro, econômico e efetivo de prevenção. Por isso, seu uso no Brasil é uma importante estratégia de saúde pública, que beneficia milhões de pessoas, de todas as idades.

Segundo o Ministério da Saúde (Brasil, 2011), a fluoretação da água e a utilização de creme dental fluoretado são vistos como totalmente seguros em relação à toxicidade aguda. Reduzindo a prevalência de cárie, em média, entre 50% e 65% em populações, após dez anos de exposição contínua à concentração recomendada (Brasil, 2024c) o uso profissional de fluoreto é seguro tanto em consultórios quanto em escolas. Nestas duas circunstâncias, quem recebe a aplicação é constantemente aconselhado a não ingerir o produto, já que para sua eficácia na proteção contra a doença, basta que ele entre em contato com os dentes, na cavidade oral.

Através da análise do SB (Brasil, 2024c), os dados indicaram uma média de 1,68 dentes acometidos por cárie entre adolescentes de 12 anos no Brasil, com variações

regionais de 1,01 no Sul a 2,77 no Centro-Oeste. Houve redução do índice CPO-D no país e nas regiões Nordeste e Sul em comparação com 2010, embora persistam diferenças entre as Unidades Federativas. Além disso, 49,32% dos adolescentes dessa faixa etária não possuem experiência de cárie, com os maiores percentuais de indivíduos livres de doença concentrados nas regiões Sudeste e Sul.

A análise também indicou que 39,9% dos adolescentes possuem pelo menos um dente com cárie não tratada, com maior prevalência nas regiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste. Além disso, as convenções ordinárias de tratamento eletivo (33,1%) e preventivo (29,1%). Cerca de 14% dos adolescentes sofreram traumatismo mortal, variando em gravidade, sendo que apenas 3% foram tratados. Os resultados do SB (Brasil, 2024c) mostraram que 63% das crianças estavam livres de cárie em dentes permanentes, enquanto apenas 30% não apresentaram lesões de cárie em dentes decíduos, reportando um avanço para o país.

A alta taxa de cárie não tratada entre os alunos da Região Norte é um reflexo de problemas estruturais e sociais que precisam ser resolvidos com ações integradas. O fortalecimento das políticas públicas, a ampliação do acesso ao atendimento odontológico e o incentivo a programas educacionais sobre higiene bucal são fundamentais para reverter esse quadro e garantir sorrisos mais saudáveis para as crianças da região.

É notório o avanço da diminuição da cárie na Região Sul, sendo essa região referência na fluoretação da água, nos programas de saúde bucal, na educação preventiva, no acesso a produtos de higiene e saneamento básico eficiente.

É seguro consumir fluoreto na concentração sugerida pela lei. Destaca-se que o consumo excessivo de fluoreto durante a fase de mineralização dos dentes, antes de penetrarem na cavidade oral, pode resultar no surgimento de uma condição chamada fluorose dentária, caracterizada por manchas brancas de diferentes dimensões, visíveis na superfície dos dentes.

Portanto, é crucial identificar os territórios e as comunidades que ainda não possuem acesso facilitado à água fluoretada em nível ótimo e ao uso de dentífrico fluoretado com concentração adequada de fluoreto solúvel, com o objetivo de mobilizar as autoridades sanitárias e a sociedade civil para estabelecer as condições necessárias para a aplicação desses benefícios.

Para obter mais informações sobre a utilização de fluoretos em cada município, é necessário consultar o setor técnico de odontologia ou saúde oral da Secretaria de

Saúde ou o órgão municipal encarregado da saúde municipal. Para saber mais sobre a fluoretação da água, também é possível contatar diretamente a companhia de saneamento encarregada do fornecimento de água em cada município brasileiro. Se a informação não estiver disponível ou haja incerteza quanto aos dados, o Conselho Municipal de Saúde e o Ministério Público podem ser acionados, a fim de verificação da ocorrência.

AGRADECIMENTOS

À CAPES pela bolsa de estudos proporcionada para a realização deste trabalho. Ao CNPq (310.608/2017) e à Fundação Araucária do Estado do Paraná, Brasil, pelo suporte financeiro por meio dos projetos do Convênio CNPq/Fundação Araucária: 61.0088/06-8 e Convênio Fundação Araucária/UEL: 063/08. Também dos projetos da Fundação Araucária do Estado do Paraná 15.880,19.733 e 25.247.

REFERÊNCIAS

BARROS, A. J.; BERTOLDI, A. D. Desigualdades na utilização e no acesso a serviços odontológicos: uma avaliação em nível nacional. **Ciência & Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v. 7, n. 4, p. 709-717, 2002. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1413-81232002000400008>.

BARROS, S. S.; GONÇALVES, P. D.; LIMA, J. P. Avaliação da fluoretação da água de abastecimento público no Brasil. **Revista de Saúde Pública**, Curitiba, v. 24, n. 4, p. 271–276, 1990.

BRASIL. Lei n. 6.050, de 24 de maio de 1974. Dispõe sobre a fluoretação da água em sistema de abastecimento quando existir estação de tratamento. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 27 maio 1974. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6050.htm. Acesso em: 29 mar. 2025.

BRASIL. Ministério da Saúde Secretaria de Atenção Primária à Saúde. Departamento de Estratégias e Políticas de Saúde Comunitária. Coordenação Geral de Saúde Bucal. **Guia de recomendações para o uso de fluoretos no Brasil**. Brasília, DF: Ministério da Saúde, 2024a. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/aceso-a-informacao/participacao-social/consultas-publicas/2024/consulta-publica-guia-de-recomendacoes-para-o-uso-de-fluoretos-no-brasil/guia-de-recomendacoes-para-uso-de-fluoretos-no-brasil.pdf>. Acesso em: 2 fev. 2025.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Dados SB Brasil**: levantamento das condições de saúde bucal da população brasileira - SB Brasil 2023. Brasília: Ministério da Saúde, 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/composicao/saps/brasil-sorridente/sb-brasil>. Acesso em: 17 jun. 2025.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Manual de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade**. Brasília: Ministério da Saúde, 2011. 208 p.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Coordenação Nacional de Saúde Bucal. **Projeto SB Brasil 2003: condições de saúde bucal da população brasileira 2002-2003 – Resultados principais**. Brasília, DF: Ministério da Saúde, 2004.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Atenção Básica. **SB Brasil 2010: Pesquisa Nacional de Saúde Bucal – Resultados principais**. Brasília: Ministério da Saúde, 2012. 116 p.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção Primária à Saúde. Departamento de Estratégias e Políticas de Saúde Comunitária. **SB Brasil 2023: pesquisa nacional de saúde bucal: relatório final**. Brasília, DF: Ministério da Saúde, 2024c. Disponível em: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/sb_brasil_2023_relatorio_final_1edrev.pdf. Acesso em: 26 abr. 2024.

CALDARELLI, P. G.; LUCAS, B. B.; SILVA, B. S. Contribuição da água e dentifrício fluoretado na prevalência de cárie e fluorose dentária: uma abordagem baseada em evidências. **Revista do Instituto de Ciências da Saúde**, São Paulo, v. 34, n. 2, p. 117-122, 2016. Disponível em: https://repositorio.unip.br/wp-content/uploads/2020/12/V34_n2_2016_p117a122.pdf. Acesso em: 26 abr. 2024.

CORTELLI, J. R.; CORTELLI, S. C.; RICARDO, L. H.; LOBERTO, J. C. S.; AQUINO, D. R.; PALLOS, D. CPO-D da população de Campo Redondo, Itamonte, MG. **International Journal of Dentistry**, Recife, v. 4, n. 2, p. 61-65, jul./dez. 2005.

CURY, J. A. **Toxicidade do flúor: uma avaliação dos riscos e benefícios na sua utilização em odontologia**. Campinas: UNICAMP, 1990.

CURY, J. A.; CALDARELLI, P. G.; TENUTA, L. M. A. Necessidade de revisão da regulamentação brasileira sobre dentifrícios fluoretados. **Revista de Saúde Pública**, São Paulo, v. 49, n. 74, p. 1-7, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0034-8910.2015049005768>.

FRAZÃO, P.; PERES, M. A.; CURY, J. A. Qualidade da água para consumo humano e concentração de fluoreto. **Revista de Saúde Pública**, São Paulo, v. 45, n. 5, p. 964-973, out. 2011. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0034-89102011005000046>.

FUNASA – Fundação Nacional de Saúde. **Manual de procedimentos para o desenvolvimento de ações de vigilância da qualidade da água para consumo humano**. Brasília: Ministério da Saúde, Fundação Nacional de Saúde, 2006. 188 p.

GUIMARÃES, D. V. **Teores de fluoreto na água para consumo humano na 17. regional de saúde do Paraná entre os anos de 2014 e 2018: vulnerabilidades e riscos à saúde bucal**. 2020. 201 f. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2020. Disponível em: <https://pos.uel.br/geografia/teses-dissertacoes/teores-de-fluoreto-na-agua-para-consumo-humano-na-17a-regional-de-saude-do-parana-entre-os-anos-de-2014-e-2018-vulnerabilidades-e-riscos-a-saude-bucal/>. Acesso em: 6 mar. 2025.

IBGE. **Censo demográfico 2022**: população e domicílios. Rio de Janeiro: IBGE, 2022. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao/22827-censo-demografico-2022.html>. Acesso em: 17 jun. 2025.

MACHIULSKIENE, V.; GANSER, J. S.; CAMPBELL, P. M. Global oral health inequalities: A review of the evidence and recommendations for action. **Journal of Clinical Periodontology**, v. 47, n. p. 4–15, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1002/JPER.19-0512>

MUSSO, V. F.; ZANDONADE, E.; EMMERICH, A. O. Desigualdades na distribuição da cárie dentária aos 12 anos no Brasil. 2013. **Revista Brasileira de Pesquisa em Saúde**, Vitória, v. 15, n. 2, p. 64-72, maio 2013. DOI: <https://doi.org/10.21722/rbps.v0i0.5676>.

NARVAI, P. C. Cárie dentária e flúor: uma relação do século XX. **Ciência e Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v. 5, n. 2, p. 381-392, 2000a. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-81232000000200011>.

NARVAI, P. C. Vigilância da fluoretação da água: importância e desafios. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE SAÚDE PÚBLICA, 2000, São Paulo. **Anais [...]**. São Paulo: ABRASCO, 2000b. 166p.

OMS – ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. **Levantamento epidemiológico básico de saúde bucal**: manual de instruções. 4. ed. São Paulo: Editora Santos, 1999.

PINESE, J. P. P.; DEUS, A. G.; 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 de Geografia**, Uberlândia, v. 22, n. 81, p. 88-105, jun. 2021. DOI: <https://doi.org/10.14393/RCG228155186>.

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*: INTERNATIONAL CONGRESS ON RISKS, 4., 2017, Coimbra. **Anais [...]**. Coimbra: Associação Portuguesa de Riscos, Prevenção e Segurança, 2017. v. 1, p. 399-399.

RONCALLI, A. G.; CÔRTEZ, M. I. S.; PERES, K. G. Perfis epidemiológicos de saúde bucal no Brasil e os modelos de vigilância. **Cadernos de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 28, p. S58-S68, 2012. Suplemento. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0102-311X2012001300007>.

RUIZ, Luciana Aparecida; RIHS, Lilian Berta; SOUSA, Maria da Luz Rosário de; HILDEBRAND, Lídia; FELIZATTI, Rita de Cássia. Declínio da cárie dentária em escolares entre 1998 e 2004 em Leme, São Paulo, Brasil. **Revista Gaúcha de Odontologia**, Porto Alegre, v. 57, n. 2, p. 145-150, abr./jun. 2009.

SANTOS, A.; SILVA, B.; OLIVEIRA, C. Vigilância dos teores de fluoreto em águas: importância e desafios. **Revista Brasileira de Saúde Ambiental**, v. 15, n. 2, p. 123-130, 2021.

SANTOS, W. S.; PINESE, J. P. P.; CALDARELLI, P. G.; ALVES, J. C. 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. **Caminhos de Geografia**, Uberlândia, v. 24, n. 95, p. 223-236, out. 2023. DOI: <https://doi.org/10.14393/RCG249567183>.

SCHNEIDER FILHO, D. A.; PRADO, I. T.; NARVAI, P. C.; BARBOSA, S. E. Fluoretação da água: como fazer a vigilância sanitária? **Cadernos de Saúde Bucal**, Rio de Janeiro, v. 1, n. 2, p. 1-23, 1992. Disponível em: <https://www.ibiblio.org/cedros/caderno2.htm>. Acesso em: 3 mar. 2025.

USP - UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. 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, 2011.

VASCONCELLOS, M. C. C. Prevalência de cárie dentária em escolares de 7 a 12 anos de idade, na cidade de Araraquara, SP (Brasil), 1979. **Revista de Saúde Pública**, São Paulo, v. 16, n. 6, p. 317-28, dez.1982. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0034-89101982000600002>.

WALDMAN, E. A. Usos da vigilância e da monitorização em saúde pública. **Informe Epidemiológico do Sus**, Brasília, DF, v. 7, n. 3, p. 7-26, set. 1998. DOI: <https://doi.org/10.5123/S0104-16731998000300002>.

WAMBIER, D. S.; PINTO, M. H. B.; KLOTH, A. E. G.; VETORAZZI, M. L.; DITTERICH, R. G.; OLIVEIRA, D. K. Análise do teor de flúor nas águas de abastecimento público de Ponta Grossa-PR: dez meses de heterocontrole. **Ciências Biológicas e da Saúde**, Ponta Grossa, v. 13, n.1/2, p. 65-72, mar./jun. 2007. DOI: <https://doi.org/10.5212/Publ.Biologicas.v.13i1/2.0008>.

WHO – WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Fluorides and oral health**. Geneva: WHO, 1994. (Who Technical Report Series).

WHO – WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Guidelines for drinking-water quality**. 4. ed. Geneva: World Health Organization, 2011.

WILSON, W. W. *et. al.* Prevention of viridans group streptococcal infective endocarditis: a scientific statement from the American Heart Association. **Circulation**, Dallas, v. 143, n. 20, e963-e978, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1161/CIR.0000000000000969>.

6.3 ARTIGO 3 – À SUBMETER À REVISTA HYGEIA OU OUTRA REVISTA INDICADA

IMPACTOS DA FLUORETAÇÃO NA ÁGUA DO CISMEPAR/PR: ENTRE A PREVENÇÃO DA CÁRIE E OS RISCOS DA FLUOROSE

RESUMO

A água é essencial à vida, mas sua qualidade pode representar riscos à saúde devido à presença de contaminantes físicos, químicos e biológicos. Para garantir a segurança do consumo, normas regulam sua potabilidade. Diante da escassez hídrica e da poluição das fontes, é fundamental investir em políticas sustentáveis e tecnologias de tratamento. Este artigo aborda a importância da qualidade da água para o consumo humano, seus impactos na saúde, desafios enfrentados e soluções disponíveis. Um dos elementos presentes na água de abastecimento é o flúor, amplamente utilizado também em cremes dentais e tratamentos odontológicos, por seu papel na prevenção da cárie. O estudo avalia a exposição ao flúor em crianças de 12 anos nos municípios de Miraselva e Assaí, no Paraná, considerando seus benefícios e possíveis efeitos adversos. Os resultados destacam a necessidade de controle rigoroso da fluoretação e de ações educativas em saúde bucal. As observações dos alunos de Odontologia mostraram maior prevalência de lesões de cárie em Miraselva e de fluorose em Assaí, confirmadas pelas análises feitas nos períodos de julho e janeiro. Isso reforça a importância do equilíbrio na exposição ao flúor para garantir a saúde dental infantil.

Palavras-chave: água; flúor; Assaí; Miraselva; abastecimento público; crianças.

THE IMPACT OF WATER FLUORIDATION IN CISMEPAR/PR: BALANCING CAVITY PREVENTION AND THE RISK OF FLUOROSIS

ABSTRACT

Water is essential to life, but its quality can pose health risks due to the presence of physical, chemical, and biological contaminants. To ensure safe consumption, water potability is regulated by specific standards. In the face of water scarcity and pollution of sources, investing in sustainable policies and effective treatment technologies is crucial. This article discusses the importance of water quality for human consumption, its health impacts, the challenges involved, and available solutions. One of the elements found in public water supplies is fluoride, which is also widely used in toothpaste and

dental treatments due to its role in preventing dental caries. This study evaluates fluoride exposure in 12-year-old children from the municipalities of Miraselva and Assaí, in Paraná, considering both its benefits and potential adverse effects. The results emphasize the need for strict control of fluoridation and educational actions in oral health. Observations made by Dentistry students revealed a higher incidence of dental caries in Miraselva and greater prevalence of fluorosis in Assaí, confirmed by analyses conducted during the months of July and January. These findings highlight the importance of balanced fluoride exposure to ensure children's dental health.

Keywords: Water; Fluoride; Assaí; Miraselva; Public Water Supply, Children.

OBJETIVOS

Este artigo tem por objetivo avaliar a influência do flúor na prevenção de lesões de cárie em crianças de 12 anos, investigar o nível de fluoretação da água nos municípios da região do CISMED-PR, identificar possíveis casos de fluorose dentária e conscientizar a população sobre o uso adequado do flúor, visando um equilíbrio entre seus benefícios e potenciais riscos à saúde bucal.

1 INTRODUÇÃO

A água é essencial para a vida e desempenha um papel fundamental na manutenção da saúde (Freitas; Brilhante, Almeida, 2001, p. 653). Nosso corpo é composto por cerca de 60% de água, e ela está envolvida em diversas funções específicas, como a regulação da temperatura corporal, o transporte de nutrientes e a eliminação de toxinas. A hidratação adequada é indispensável para o bom funcionamento do organismo, prevenindo problemas como fadiga, tontura e dificuldades na digestão.

Além da hidratação, a água tem um papel crucial na saúde da pele, dos enxágues e do sistema cardiovascular.

Ela mantém a pele hidratada e saudável, ajudando a retardar o envelhecimento precoce. Nos enxágues, facilita a filtração de impurezas e previne a formação de cálculos renais. Já para o coração, a ingestão de água suficiente melhora a circulação sanguínea e ajuda a controlar a pressão arterial, reduzindo o risco de doenças cardiovasculares (Baumann, 2009, p. 6).

A qualidade da água que consumimos também é um fator determinante para a saúde. As águas subterrâneas, que abastecem muitos poços e nascentes, podem ser contaminadas por substâncias químicas e biológicas, como metais pesados, nitratos, pesticidas e microrganismos patogênicos. Essas contaminações ocorrem devido ao descarte de resíduos industriais, esgoto sem tratamento e ao uso excessivo de fertilizantes na agricultura. O consumo de água contaminada pode causar doenças graves, como diarreia, cólera e intoxicações.

No Brasil, os padrões de potabilidade da água são regulamentados pelo Ministério da Saúde, por meio da Portaria GM/MS nº 888/2021. Esses padrões estabelecem limites para a presença de substâncias químicas, microbiológicas e radioativas na água destinadas ao consumo humano. A norma exige que a água seja livre de coliformes fecais e tenha concentrações seguras de elementos como chumbo, arsênio e mercúrio. Além disso, parâmetros como pH, turbidez e presença de resíduos de cloro são monitorados para garantir a segurança hídrica da população.

Manter-se hidratado é um dos hábitos mais simples e eficazes para preservar a saúde e o bem-estar. Além de beber água regularmente, é importante garantir que sua fonte seja segura e tratada. O uso de filtros domésticos e a fervura da água são medidas adicionais para reduzir o risco de contaminação. A conscientização sobre a importância da água potável deve ser incentivada desde a infância, garantindo que todos desenvolvam o hábito de consumir água de qualidade para uma vida saudável.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 HIDROGEOQUÍMICA E GEOLOGIA

A água no meio natural não é pura, isto porque, conforme os meios em que ela interage, pode dissolver elementos químicos presentes nos mesmos, e em se tratando das águas que percolam solos e rochas essa ocorrência é ainda mais notável, pois existe nítido reflexo entre os elementos químicos que correm nas rochas e solos e aqueles que ocorrem nas águas que os percolam. Segundo Santos (1997, p. 46) “a água é o solvente mais abundante, sendo capaz de incorporar grandes quantidades de substâncias ao entrar em contato com os minerais dos solos e rochas que a compõe”.

Em se tratando das águas subterrâneas, normalmente, existem poucas variações no estado natural de qualidade dessas águas, entretanto Pinese e Martins

Junior (2005, p. 40) afirmam que havendo características extremas, destoantes ou diferentes daquelas esperadas, podem indicar a presença de situações anômalas tais como corpos de minérios, metamorfismo das rochas, ação antrópica, entre outras.

Os autores ainda frisam que pode ocorrer presença de materiais pesados nessa percolação, e ainda são pouco descritas, pois esses metais se apresentam em baixas concentrações, com teores abaixo de 1 mg/L.

De qualquer forma, este fato remete à ocorrência de uma distribuição espacial de elementos químicos condicionada por uma absorção/adsorção destes pela água que os dissolve e transporta-os para outras localidades. Em alguns espaços geoquímicos, as rochas percoladas apresentam uma anormalidade no sentido de que há um desvio no padrão químico daquele meio.

Licht (1983, p. 56) destaca que esta anomalia química é por definição, um desvio da normalidade, um desvio dos padrões geoquímicos considerados normais para um determinado espaço geoquímico.

“Destacam-se que os constituintes da água subterrânea podem ser influenciados por diferentes fatores, entre os quais a deposição atmosférica, processos químicos e/hidrólise no aquífero e mistura com o esgoto e/ou águas salinas por intrusão” (Freitas; Brilhante; Almeida, 2001, p. 651).

Os elementos químicos que ocorrem na natureza e que se encontram alojados nas rochas não se distribuem igualmente pela superfície terrestre e nem nas águas subterrâneas, as concentrações podem sofrer variações, apresentando-se muito baixas (deficiência) ou muito altas (toxicidade).

Os elementos constituintes das rochas podem apresentar riscos à saúde dos seres vivos. De acordo com Selinus (*apud* Silva *et al.*, 2006, p. 2), a dificuldade que o ambiente possui de prover o balanço químico dos elementos pode levar a sérios problemas de saúde, e é importante evidenciar que as interações entre ambiente e saúde são particularmente importantes para a sobrevivência das populações que são altamente dependentes deste local para suprir sua alimentação.

Neste sentido, Selinus (*apud* Silva *et al.*, 2006, p. 1) apontam que a geologia médica estuda a influência de fatores geológicos relacionados à distribuição geográfica das doenças humanas e dos animais, sendo que a geoquímica e a hidrogeoquímica do ambiente estão associadas com a saúde das populações locais.

2.2 GEOGRAFIA E EPIDEMIOLOGIA

Desde o começo de sua existência, o ser humano sempre buscou compreender como as enfermidades se manifestam. Hipócrates, na antiguidade, associou a disseminação de doenças ao ambiente habitado pelo ser humano.

A Geografia foi empregada como ferramenta de conquista durante as políticas imperialistas dos séculos XVII e XVIII. Essa mesma avaliação pode ser aplicada à Geografia Médica, uma vez que seu crescimento acelerado coincidiu com a chegada dos países imperialistas aos trópicos, conforme evidenciado nos Atlas de Geografia Médica elaborados naquela época, contendo informações sobre a geografia médica. Medidas de prevenção a serem implementadas pelos exércitos europeus em caso de conflito e ocupação das áreas insalubres do mundo tropical por forças militares.

No entanto, em 1930, a Geografia se une à Epidemiologia para determinar as relações causais de várias doenças, e sua produção científica é fortemente influenciada pelas descobertas bacteriológicas. Neste cenário, surge o paradigma da Tríade Ecológica (homem, agente e ambiente), proposto por Pavlovsky em seu livro "A Teoria dos Focos Naturais das Doenças Transmissíveis". Pavlovsky, em sua obra "A Teoria dos Focos Naturais das Doenças Transmissíveis", reintroduz conceitos cruciais como a circulação do agente no ambiente natural e a formação do complexo agente-ambiente (Lima Neto, 2000; Peiter, 2005).

A geografia e a epidemiologia compartilham trajetórias semelhantes, caracterizadas por um forte intercâmbio com disciplinas das ciências naturais e sociais. Ambas podem se relacionar, especialmente, através das crises que frequentemente surgem devido à obsolescência de modelos existentes ou à necessidade de se adaptar a novas circunstâncias. Assim, para Barcellos (2000, p. 1):

O lugar, ao lado de pessoas e tempo, é uma das três principais dimensões de análise de fenômenos epidemiológicos. Essa categorização é meramente didática, uma vez que pessoas, tempo e lugares interagem. O conjunto lugar-tempo-pessoas é, em outras palavras, precisamente o objeto da geografia. A geografia estuda a relação entre sociedade e espaço, ou seja, como, onde, em que condições e por que causas se dá o desenvolvimento humano (não propriamente equivalente ao desenvolvimento pessoal) na superfície da terra (lugares). Para isso, compreende esse processo como resultado da acumulação de forças históricas (tempo).

Portanto, a saúde humana, assim como a de outros seres vivos, está condicionada a fenômenos geológicos, que agindo diretamente ou indiretamente,

promovem a dispersão e/acondicionamentos essenciais (tanto a nível traço ou não) ou elementos não essenciais que podem ser tóxicos aos seres vivos, Para Cortecci (2002) várias doenças já são conhecidas pelos elementos, estejam eles em forma de elementos traços (ppm) ou elementos ultra-traços (ppb).

Para este trabalho o flúor é o protagonista, sendo primordial entendê-lo no contexto da população ao qual está sendo investigada, sendo identificado nas águas de abastecimento público oriundo da água subterrânea ou superficial.

2.3 O FLÚOR

O flúor é um elemento químico fundamental para a saúde bucal, pois fortalece o esmalte dos dentes e reduz a incidência de lesões de cárie. Ele fortalece o esmalte dos dentes, tornando-os mais resistentes à ação dos ácidos produzidos por bactérias na boca.

Além disso, o flúor pode reverter as lesões iniciais de desmineralização, ajudando na manutenção de um sorriso saudável. Por isso, está presente em cremes dentais, enxaguantes bucais e até na água de abastecimento público em muitos países. Entretanto, Rosa Filho *et al.* (2010, p. 106) destaca: “Tem uma solubilidade baixa e contribui, ligeiramente, para o aumento da alcalinidade ao se hidrolisar. Não é prejudicial à saúde em baixas concentrações. Carência de Fluoreto ou concentrações acima de 1,5 mg/L podem causar fluorose dentária”.

Salienta-se que sua utilização excessiva pode levar à fluorose dentária, caracterizada por manchas e alterações na estrutura do esmalte.

Apesar dos benefícios, o uso excessivo deste elemento pode trazer riscos à saúde. O consumo exagerado na infância pode causar fluorose dentária, uma condição que provoca manchas e enfraquecimento do esmalte dos dentes.

Em casos mais graves, uma exposição prolongada a altas doses pode afetar ossos e outros órgãos, causando problemas sistêmicos. Por isso, é fundamental utilizar produtos fluoretados de forma adequada, especialmente para crianças, evitando o consumo excessivo.

O equilíbrio no uso do flúor é essencial para aproveitar seus benefícios sem sofrer os efeitos negativos. O acompanhamento de um dentista é indispensável para garantir que a quantidade utilizada seja segura e eficaz. Além disso, a educação sobre higiene bucal e o uso correto dos produtos fluoretados são medidas importantes para

manter a saúde dos dentes ao longo da vida.

Segundo Cortecci (2002), no Brasil existem várias áreas com altos teores de flúor em águas naturais causando fluorose aos que dela bebe. Ainda de acordo com Figueiredo (2000), são estabelecidos no Brasil uma série de parâmetros legalmente constituídos, onde estão os limites de concentrações de metais e outras substâncias tóxicas.

Diversos estudos demonstram os benefícios da fluoretação da água para a saúde dental, reduzindo significativamente a prevalência de lesões de cárie. A Organização Mundial da Saúde (OMS) recomenda um nível ideal de fluoretação para evitar efeitos adversos, como a fluorose.

2.4 FLUORETAÇÃO NO BRASIL

No Brasil, o Programa Nacional de Fluoretação da Água Potável regula a quantidade de flúor adicionada à água de abastecimento, sendo essencial monitorar esses níveis em cada localidade.

A fluoretação da água de abastecimento público representa uma das principais e mais importantes medidas de saúde pública, podendo ser considerada como o método de controle de cárie dentária mais efetivo, quando considerada a abrangência coletiva (Burt; Fejerskov, 1996; Cury, 2001; Palmer; Wolfe, 2001).

A fluoretação consiste na adição controlada de flúor à água de consumo público, aumentando a concentração deste a um nível pré-estabelecido capaz de controlar a cárie dentária. De acordo com Cury (2001), ela é considerada um dos meios mais efetivos no controle da cárie dentária em âmbito coletivo, sendo uma das principais e mais importantes medidas de saúde pública.

No Brasil, a obrigatoriedade da fluoretação em sistemas públicos de fornecimento de água foi estabelecida pela Lei no 6.050, de 24 de maio de 1974, regulamentada pelo Decreto Federal no 76.872, de 22 de dezembro de 1975, e pela Portaria no 635/BSB, de 26 de dezembro de 1975, do Ministério da Saúde.

O Ministério da Saúde, em sua Portaria nº 635/BSB, estabelece normas e padrões a serem observados, desde a concentração do íon flúor a ser empregado, desde a dosagem do íon flúor a ser empregado até os compostos sugeridos, para a implementação da fluoretação das águas de consumo público. (Brasil, 1975, 1976).

Em contrapartida, a Portaria do Ministério da Saúde no 635/BSB, datada de 26

de dezembro de 1975, estabelece normas e padrões a serem cumpridos, desde a concentração do íon flúor a ser empregado, baseada nas médias das temperaturas máximas anuais de cada região, até os compostos sugeridos para a implementação adequada da fluoretação das águas de consumo. Segundo o Ministério da Saúde (Brasil, 2017), o Anexo XX da Portaria de Consolidação nº 5 de 2017, em tabela de padrão de potabilidade para substâncias químicas que representam risco à saúde (Anexo VII), o valor máximo permitido (VMP) de fluoreto na água potável é de 1,5 mg/L.

Embora a lei brasileira considera a água como um recurso público, sendo responsabilidade do governo distribuí-la entre os vários setores usuários, de forma a assegurar um uso harmonioso, livre de conflitos e com um impacto ambiental mínimo, embora, Pinese *et al.* (2021), a Organização Mundial de Saúde OMS (1999) e o Ministério da Saúde (Brasil, 1974) indicam que o consumo diário de águas naturalmente ricas em Flúor (superior a 1,5mg/L) pode causar doenças como fluorose dental e degeneração óssea.

A fluoretação da água é uma medida essencial de saúde pública no Brasil, pois ajuda a prevenir lesões de cárie de forma acessível e eficaz, beneficiando toda a população, especialmente as camadas mais vulneráveis.

3 METODOLOGIA

Este estudo analisou inicialmente um total de 499 amostras de água coletadas entre 2021 e 2022 em vinte e um municípios que compõem a região do CISMENPAR, abrangendo tanto fontes superficiais quanto fontes subterrâneas utilizadas para abastecimento público.

Além disso, foram incluídas 87 amostras obtidas através de levantamento primário ocorrido no período de 2023 a 2024 e reavaliadas em 2025 para obtenção de dados de áreas anômalas de fluoreto nas primeiras análises e verificação *in loco* de 2 escolas através de dados odontológicos, pela equipe de Odontologia de Residentes da Universidade Estadual de Londrina.

Após a coleta de todas as amostras de água, as mesmas foram encaminhadas ao Laboratório de Química de Análises de Água da Universidade Estadual de Londrina (UEL), onde foram examinadas para determinar as concentrações de íons fluoreto, através do método de potenciometria direta.

Figura 1 - Residentes Universitários examinando as crianças de Miraselva (PR)



Organização: Os autores (2025).

A potenciometria direta é uma técnica analítica utilizada para determinar a concentração de íons fluoreto em soluções aquosas. O método baseia-se na medição do potencial elétrico gerado por um eletrodo íon-seletivo de fluoreto em comparação com um eletrodo de referência, sem a necessidade de reagentes adicionais ou reações químicas complexas.

Uma amostra de água é coletada e pode ser tratada com uma orientação de ajuste iônico (TISAB – Total Ionic Strength Adjustment Buffer). Esse controle tem a função de manter a força iônica constante, evitando interferências de outras íons e garantindo a linearidade da resposta do eletrodo.

Anterior à análise, o eletrodo íon-seletivo deve ser calibrado com soluções padrão de fluoreto, geralmente em número restrito, para estabelecer a curva de excepcional. O eletrodo é imerso na amostra e no equipamento registra o potencial elétrico gerado. A concentração de fluoreto é determinada comparando esse potencial com os valores da curva de localização

Durante esse processo, as coordenadas geográficas de cada ponto coletado foram registradas, possibilitando a criação de mapas que auxiliam em uma análise visual mais acessível.

Segundo a Portaria nº 888, de 4 de maio de 2021, do Ministério da Saúde, o limite máximo permitido (VMP) para íons fluoreto em sistemas de abastecimento, sejam eles públicos ou privados, é de 1,5 mg/L. No entanto, os valores observados seguem

as diretrizes da Portaria nº 635/GM/MS, de 30 de janeiro de 1976, que ajusta os níveis recomendados conforme as variações de temperatura observadas no Brasil, tendo como base as médias das temperaturas máximas do ar (Pinese *et al.*, 2021).

Conforme indicado por Pinese *et al.* (2021), as amostras de água para a concentração de flúor variam entre 0,6 mg/L (>) e 0,8 mg/L (<), sendo este último o valor máximo recomendado (VMR). Os resultados são expressos em mg/L ou ppm (partes por milhão), permitindo a avaliação da conformidade da água com os padrões de qualidade estabelecidos para o consumo humano. A potenciometria direta é amplamente utilizada em estudos de monitoramento da qualidade da água, especialmente na avaliação da fluoretação em sistemas de abastecimento público.

Os dados obtidos através do laboratório, foram organizados em planilhas do Excel e, posteriormente, convertidos em shapefiles — arquivos variados amplamente utilizados em Sistemas de Informações Geográficas (SIG) para manipulação e visualização de dados espaciais. A elaboração dos mapas temáticos foi realizada no software de geoprocessamento QGIS 3.36.1, permitindo representar a distribuição da concentração de flúor nos municípios da região do CISMENPAR.

A interpolação espacial realizada por meio da técnica IDW (Inverso da Distância Ponderada), estima os valores de flúor nas áreas ao redor dos pontos de amostragem. Além disso, foram gerados mapas dos locais onde foram encontrados teores máximos e mínimos, e onde realizou-se por amostra, análise *in loco*. Após mais duas coletas de água dos municípios que excederam os valores Recomendados (VR) os que estavam abaixo dos valores recomendados, foi realizado trabalho de campo, contando com o auxílio dos estudantes residentes da odontologia, juntamente com seu professor doutor, visitaram 2 colégios, um em Miraselva (apresentou teores abaixo dos recomendados em fluoretos) e o outro em Assaí (apresentou teores recomendados elevados em fluoretos), a fim de verificar os resultados obtidos na pesquisa.

A faixa etária selecionada para a análise bucal foi de 12 anos, conforme recomendação da Organização Mundial da Saúde (OMS) e outras instituições de saúde pública. Essa escolha se justifica pelo fato de que, nessa idade, a maioria das crianças já apresenta a dentição permanente completa, com exceção dos terceiros molares, o que possibilita uma avaliação mais consistente da condição de saúde bucal, sem interferência do processo de troca dentária. A OMS considera essa faixa etária como um marco epidemiológico, permitindo comparações internacionais e subsidiando a formulação de políticas públicas voltadas à promoção e prevenção em saúde bucal.

Foram avaliados os dentes cariados (C), perdidos (P) e obturados (O), compondo o índice CPO-D, em conformidade com a metodologia preconizada pelo levantamento nacional de saúde bucal SB Brasil. Paralelamente, investigou-se a presença de fluorose dentária utilizando-se a classificação proposta por Dean (1942), cujos graus de severidade foram organizados de forma simplificada por Cangussu (2002), sendo essa adaptação amplamente aceita por pesquisadores e profissionais da área. As intensidades da fluorose observadas estão descritas no quadro 1.

O presente estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa, sob o parecer consubstanciado registrado na Plataforma Brasil, CAAE nº 69883623.7.0000.5231.

Quadro 1 - Classificação dos níveis de fluorose segundo Dean (1942)

CLASSIFICAÇÃO	CRITÉRIOS DE DESCRIÇÃO DO ESMALTE DENTÁRIO
Normal	Superfície lisa, brilhante e branco translúcido
Questionável	Algumas manchas e pontos esbranquiçados
Muito leve	Pequenas manchas opacas que cobrem menos do que 25% da superfície do dente
Leve	Áreas brancas opacas que cobrem menos do que 50% da superfície do dente
Moderada	Toda superfície do dente afetada, desgastes da superfície de mastigação, manchas marrons podem estar presentes
Severa	Toda superfície do dente afetada, nota-se depressões discretas ou confluentes. Manchas marrons estão presentes e o dente sempre apresenta uma aparência de corrosão.

Fonte: Cangussu *et al.* (2002).

4 RESULTADOS

O estudo de Dean (1942) demonstrou que a exposição excessiva ao fluxo pode comprometer a saúde bucal, especialmente em crianças, levando ao desenvolvimento de diferentes graus de fluorose dentária. Esse quadro é caracterizado por alterações no esmalte dos dentes, como manchas esbranquiçadas, porosidade e, em casos mais graves, perda estrutural. A fluorose ocorre devido ao consumo excessivo de flúor durante a fase de formação dentária.

Por outro lado, conforme destacado por Rigo *et al.* (2010), o uso controlado do flúor é fundamental na prevenção da cárie dentária, sendo amplamente utilizado em cremes dentais, géis fluoretados, alimentos e no abastecimento de água. No estado do

Paraná, por exemplo, a fluoretação da água é realizada pela Companhia de Saneamento do Paraná (SANEPAR, SAAE e SAMAE), contribuindo para a saúde bucal da população.

Após a compilação dos dados contendo os de níveis de fluoreto, coletados ao longo de 2021 a 2024 na região do CISMEPAR, apresenta-se um quadro detalhado que inclui as companhias de abastecimento de cada microrregião, as quantidades de amostras coletadas e a concentração média de fluoreto observada em cada município da área abrangida pelo CISMEPAR (quadro2).

Essa análise permite uma compreensão aprofundada da distribuição espacial dos níveis de fluoreto, contribuindo para a gestão eficiente dos recursos hídricos e a garantia da qualidade da água fornecida às populações locais.

Quadro 2 – Concentrações de Fluoretos na área de estudo

Município	Uso da Água para abastecimento Público superficiais/subterrâneas/mista	Companhia de Abastecimento	Quantidade de Flúor média mg/L nas Amostras	Quantidade de Amostras analisadas
Alvorada do Sul	subterrânea	SAMAE	0,68	23
Assaí	superficial	SANEPAR	0,95	24
Bela Vista do Paraíso	mista	SANEPAR	0,85	30
Cafeara	superficial	SANEPAR	0,67	12
Cambé	superficial	SANEPAR	0,79	45
Centenário do Sul	subterrânea	SANEPAR	0,78	20
Florestópolis	superficial	SANEPAR	0,81	25
Guaraci	superficial	SANEPAR	0,68	7
Ibiporã	mista	SAMAE	0,89	48
Jaguapitã	subterrânea	SAMAE	0,88	30
Jataizinho	superficial	SAAE	0,77	20
Londrina	mista	SANEPAR	0,78	99
Lupionópolis	superficial	SANEPAR	0,53	18
Miraselva	superficial	SAAE	0,40	12
Pitangueiras	subterrânea	SAMAE	0,65	6
Porecatu	subterrânea	SAMAE	0,67	30
Primeiro de Maio	subterrânea	SAMAE	0,67	17
Prado Ferreira	subterrânea	SAAE	0,66	18

Rolândia	mista	SAMAE	0,77	43
Sertanópolis	subterrânea	SAAE	0,41	30
Tamarana	subterrânea	SANEPAR	0,67	29
TOTAL				586

Fonte: SISÁGUA (2024).

Em análise aprofundada, os municípios que excederam os limites permitidos para o teor de fluoreto (0,8 mg/L) de acordo com Pinese *et al.* (2021), foi Assaí (0,95 mg/L), Ibiporã (0,89 mg/L) e Jaguapitã (0,88 mg/L).

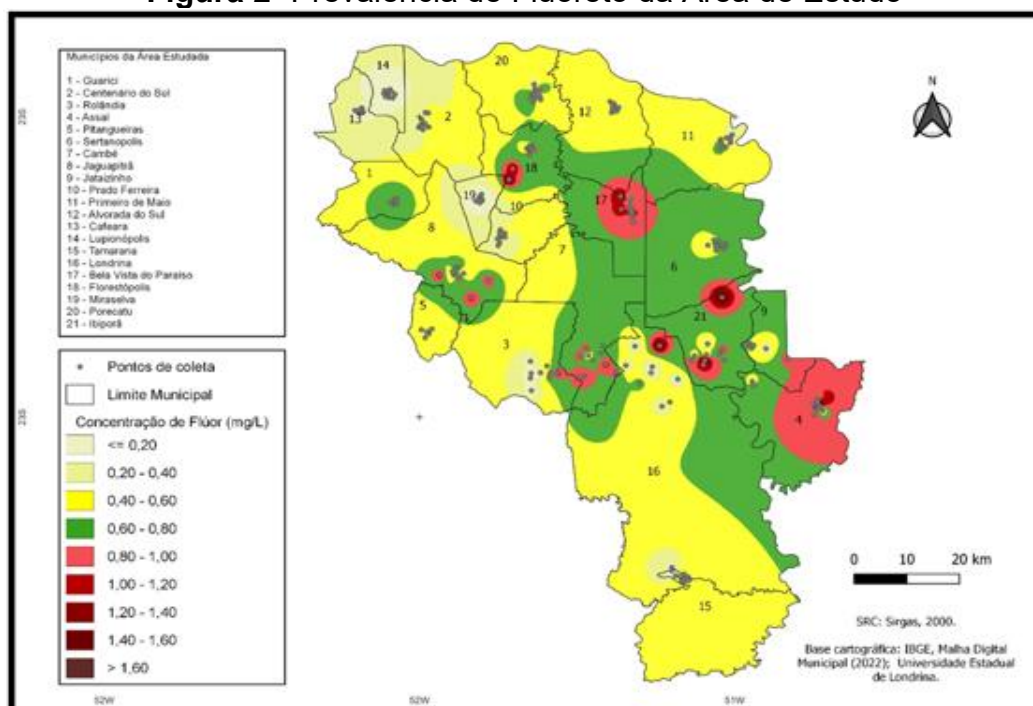
Desses municípios o mais preocupante é Assaí, onde possui seu abastecimento por água superficial, indicando que possivelmente está ocorrendo uma dosagem excessiva de flúor na água de abastecimento público. Ibiporã possui uma água mista, devendo haver um maior controle na dosagem de flúor para não ocorrer excesso. Jaguapitã possui apenas água subterrânea, deixando um alerta para análises mais aprofundadas por meio da companhia de abastecimento do SAMAE.

A espacialização dos dados mostrados através do quadro 2, indica municípios potencialmente propensos ao risco de fluorose dental cujos picos de teores se alinham na direção W-E, como um cinturão de anomalias (Rolândia, Cambé, Londrina, Ibiporã, Jataizinho e Assaí).

De acordo com o quadro 2, evidencia que na direção NE, indicam municípios que se encontram abaixo do teor proposto por Pinese *et al.* (2021) para o fluoreto em águas de consumo, sendo esses destaques para Guaraci, Centenário do Sul e Cafeara, na direção NW-Prado Ferreira e Miraselva, e ainda na direção S, encontramos Tamarana.

Essas áreas podem trazer grandes riscos de lesões de cárie à população por falta do teor adequado de flúor, principalmente aos pequenos municípios que não possuem uma saúde coletiva estruturada. Observa-se no mapa de prevalência, os municípios com altos e baixos teores em fluoretos.

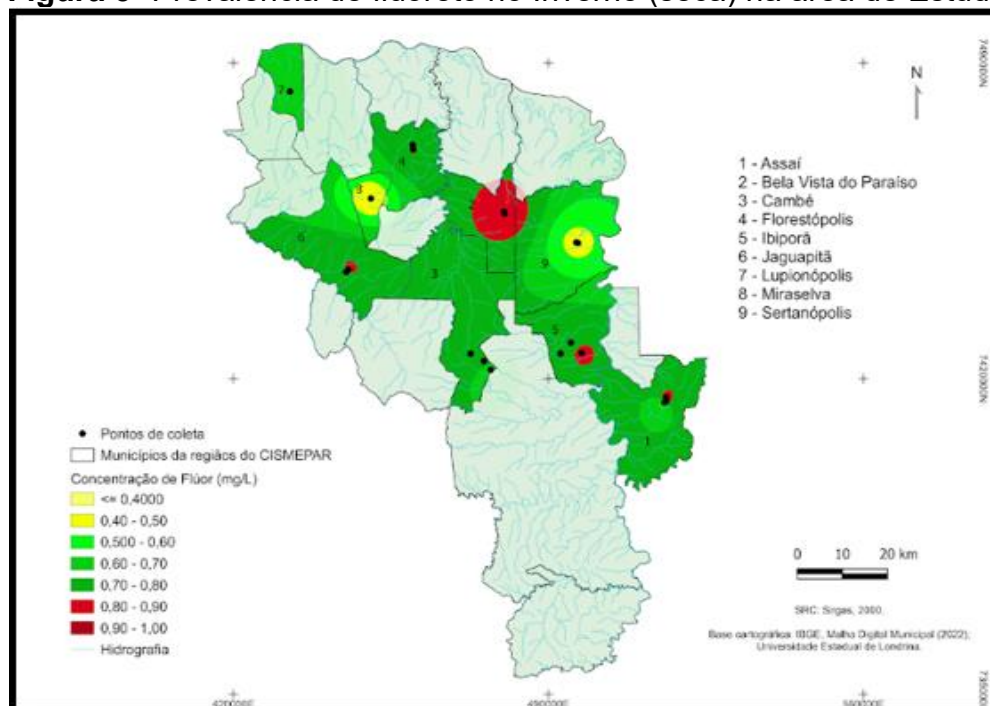
Figura 2- Prevalência de Fluoreto da Área de Estudo



Fonte: IBGE (2022).

Após identificação das áreas anômalas, foram realizados trabalhos de campo para verificação nos períodos secos (julho-2024) na figura 2 e chuvosos (janeiro-2025) na figura 3.

Figura 3- Prevalência de fluoreto no Inverno (seca) na área de Estudo

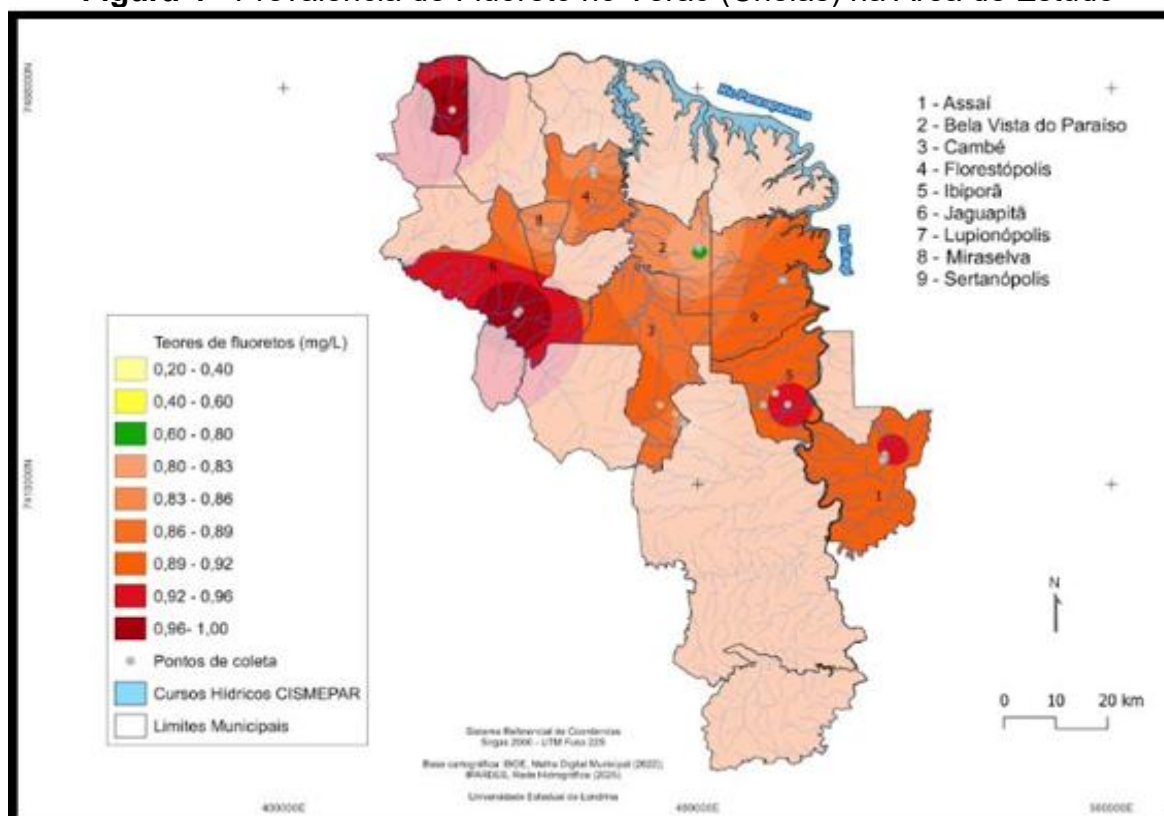


Fonte: IBGE (2022).

Nesta etapa da pesquisa, foram coletadas águas dos colégios que possuem crianças com 12 anos nos 9 municípios que mais discordaram nos teores indicados como seguros para ingestão de fluoretos, de acordo com Pinese, Ross e Alves (2017) e Pinese *et al.* (2021), esses municípios foram: Assaí, Bela Vista do Paraíso, Cambé, Florestópolis, Ibiporã, Jaguapitã, Lupionópolis, Miraselva e Sertanópolis. A pesquisa iniciou com a análise de 21 amostras, de cada colégio em observância a tabela 2. Essa análise ocorreu no mês de julho de 2024, sendo realizada nova coleta em janeiro de 2025.

Nesta coleta, o destaque para teores acima do valor recomendado de 0,8 mg/L, foram para Assaí, Ibiporã e Bela Vista do Paraíso, como mostrados no quadro 3. E os municípios cujo teores que ficaram abaixo do recomendado foram: Miraselva e Sertanópolis.

Figura 4 - Prevalência de Fluoreto no Verão (Cheias) na Área de Estudo



Fonte: IBGE (2022).

Essa etapa, mostrada no quadro 3, foi realizada no mês de janeiro para sobrepor e confrontar os resultados do período das secas. A coleta ocorreu nos mesmos pontos que a anterior, sendo analisados 9 municípios. Os municípios de Miraselva (teor <0,4)

e Assaí (teor >0,8) foram destaques novamente, e por estarem mais próximos de Londrina, foram selecionados para a investigação referente a saúde bucal das crianças de 12 anos.

Quadro 3 - Teores de Fluoreto Seca/Cheia na Região de Estudo

Municípios	Forma de Abastecimento	Teor de Flúor- Seca	Teor de Flúor - Cheia
Assaí	superficial	0,90	0,93
Assaí	superficial	0,95	0,97
Assaí	superficial	0,32	0,85
Bela Vista	mista	0,88	0,75
Bela Vista	mista	0,85	0,89
Cambé	superficial	0,78	0,86
Cambé	superficial	0,79	0,92
Cambé	superficial	0,56	0,84
Florestópolis	superficial	0,83	0,91
Florestópolis	superficial	0,69	0,8
Ibiporã	mista	0,78	0,92
Ibiporã	mista	0,72	0,92
Ibiporã	mista	0,84	0,93
Jaguapitã	subterrânea	0,85	1,00
Jaguapitã	subterrânea	0,73	0,98
Lupionópolis	superficial	0,69	0,98
Miraselva	superficial	0,41	0,83
Sertanópolis	subterrânea	0,47	0,92
Sertanópolis	subterrânea	0,47	0,92

Fonte: Os autores (2025).

5 DISCUSSÕES

A pesquisa realizada na regional, mais especificamente que compõe o CISMENPAR, revelou uma correlação significativa entre os teores de flúor nas águas superficiais, as classes de solo e a litologia dos municípios estudados (Assaí, Bela Vista do Paraíso, Cambé, Florestópolis, Ibiporã, Jaguapitã, Lupionópolis, Miraselva e Sertanópolis, observados na figura 5.

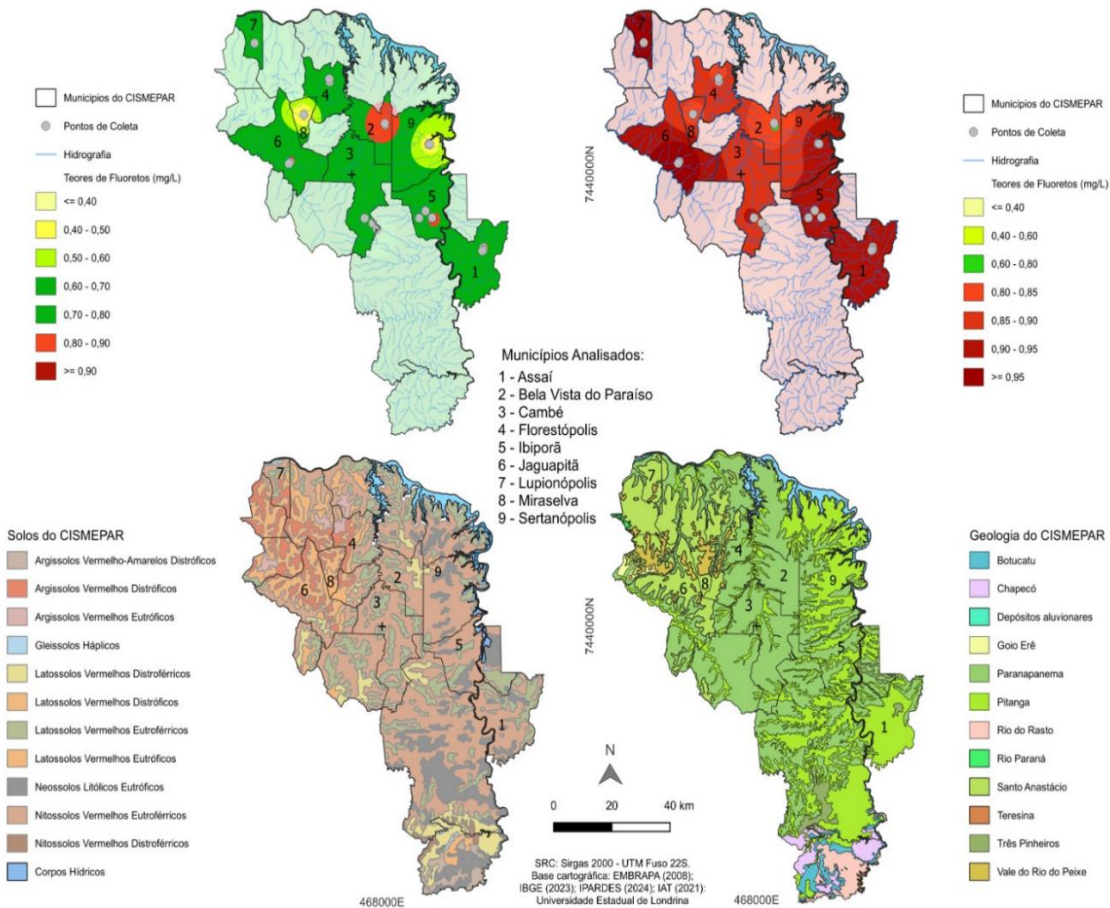
Os teores de flúor variaram de 0,20 a 1,00 mg/L, ao longo da investigação dos dados, com os maiores valores observados em Lupionópolis, Bela Vista do Paraíso e Sertanópolis (0,80–1,00 mg/L), especialmente na época das secas. Esses municípios apresentam solos Nitossolos Vermelhos Eutróficos, que, por serem menos ácidos,

favorecem a mobilidade do flúor, e estão associados a Depósitos aluvionares, que podem conter minerais ricos em flúor, como apatita.

Em contrapartida, áreas com Latossolos e Argissolos Vermelhos Distróficos, como Assaí, Cambé e Miraselva, mostraram teores moderados (0,40–0,70 mg/L), indicando maior retenção de flúor devido à acidez e à presença de óxidos de ferro e alumínio.

A litologia predominante, representada pela Formação Botucatu (arenitos), desempenha um papel crucial na lixiviação de flúor, devido à sua alta permeabilidade, que facilita a transferência do elemento do solo para as águas subterrâneas e superficiais.

Figura 5 -Correlação entre teores de Fluoreto (Cheia/Seca), Pedologia e Geologia.



Fonte: IBGE (2022).

A variação sazonal dos teores de flúor, com aumento na época das secas, reflete a concentração do elemento em menores volumes de água, enquanto as cheias promovem diluição, especialmente em áreas com solos distróficos. Além disso, a presença de Depósitos aluvionares em municípios com altos teores de flúor sugere uma

origem geogênica significativa, possivelmente associada a minerais fluorados. Contudo, a influência antrópica, como o uso de fertilizantes fosfatados em áreas agrícolas intensivas, não pode ser descartada, especialmente em regiões como o norte do Paraná, onde a agricultura é predominante.

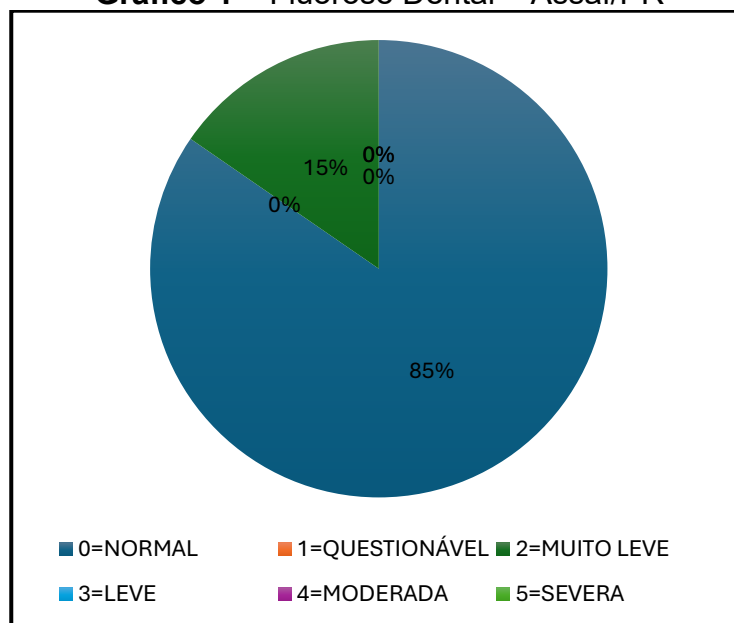
Os resultados indicam que a distribuição de flúor na região é controlada por fatores naturais, como a composição litológica e pedológica, mas também pode ser influenciada por atividades humanas. A alta mobilidade do flúor em solos eutróficos e a permeabilidade das rochas sedimentares da Formação Botucatu sugerem que o manejo do solo e da água na região deve considerar esses fatores para mitigar riscos à saúde pública, já que teores de flúor acima de 0,8 mg/L podem ser preocupantes para consumo humano, conforme padrões brasileiros (Portaria GM/MS nº 888/2021).

Este estudo contribui para o entendimento da dinâmica do flúor em ambientes tropicais e destaca a necessidade de monitoramento contínuo das águas na região do CISMEPAR-PR, especialmente em áreas com teores elevados, para garantir a segurança hídrica e a sustentabilidade ambiental.

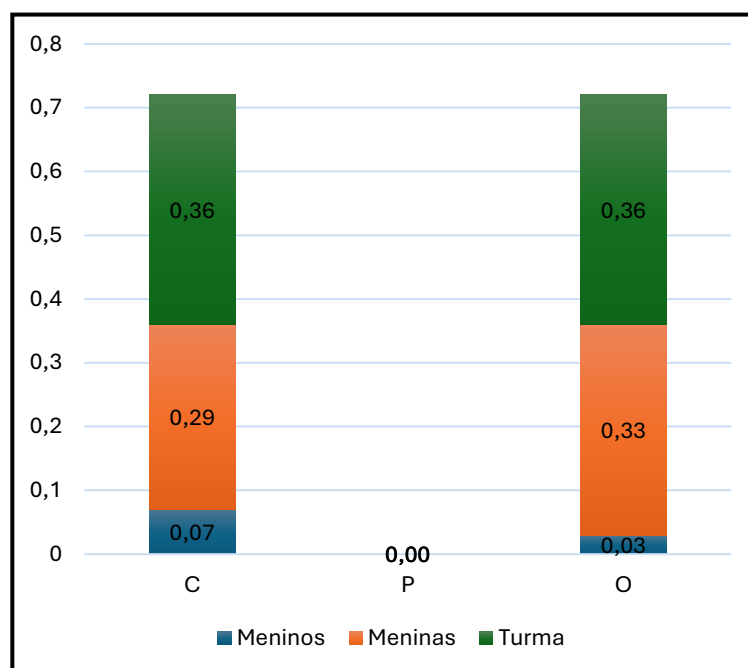
5.1 ANÁLISE DE FLUOROSE E CPO-D - ASSAÍ

Os gráficos 1 e 2 apresentam os dados referentes ao município de Assaí, com base em uma amostra composta por 22 escolares de 12 anos de idade, todos matriculados no Colégio Conselheiro Carrão. Dentre os participantes, 17 eram do sexo feminino e 5 do sexo masculino.

Com relação ao índice de Dean observados no gráfico 1, constatou-se que 84,61% das crianças apresentaram condição considerada normal (0). No entanto, 15,39% foram classificadas com fluorose muito leve (2). Esses dados sinalizaram a presença de alterações relacionadas à exposição ao flúor, ainda que em grau leve.

Gráfico 1 – Fluorose Dental – Assaí/PR

Fonte: Os autores (2025).

Gráfico 2 – CPO-D – Assaí/PR

Fonte: Os autores (2025)

Na análise do índice CPO-D (número de dentes cariados, perdidos e obturados) observados através do gráfico 2, também realizada com os 22 participantes, verificou-se um valor total de 0,76. Esse índice é inferior à média do estado do Paraná (0,91), indicando uma condição bucal relativamente favorável. Não foram identificados dentes perdidos na amostra, e o número médio de dentes cariados foi de 0,36. Observou-se

ainda que o maior número de dentes obturados se concentrou entre as meninas, as quais representaram a maior parte da amostra (0,33).

Vale ressaltar que a Organização Mundial da Saúde (OMS) recomenda o uso do índice CPO-D para monitorar a prevalência de cárie dentária em diferentes regiões. Embora o município de Assaí apresente um índice CPO-D abaixo da média estadual, os dados relativos ao índice de Dean requerem atenção, especialmente considerando que 15% das crianças analisadas apresentaram sinais, ainda que leves, de fluorose dentária. Isso pode estar associado à forma de abastecimento de água no município, que é realizado por meio de captação superficial, podendo haver variações na concentração de flúor a água destina ao consumo urbano.

Assaí conta com uma população estimada de 13.797 habitantes, o município de Assaí é reconhecido nacional e internacionalmente por suas iniciativas inovadoras. Conta com uma rede de saúde composta por seis unidades de atendimento, nas quais são oferecidos serviços odontológicos regulares.

5.2 ANÁLISE DE FLUOROSE E CPO-D – MIRASELVA

Miraselva é um município localizado no estado do Paraná, Brasil, com uma população estimada de 1.966 habitantes, conforme dados do Censo de 2022. A cidade possui uma área territorial de 90,294 km², resultando em uma densidade demográfica de 21,77 habitantes por km².

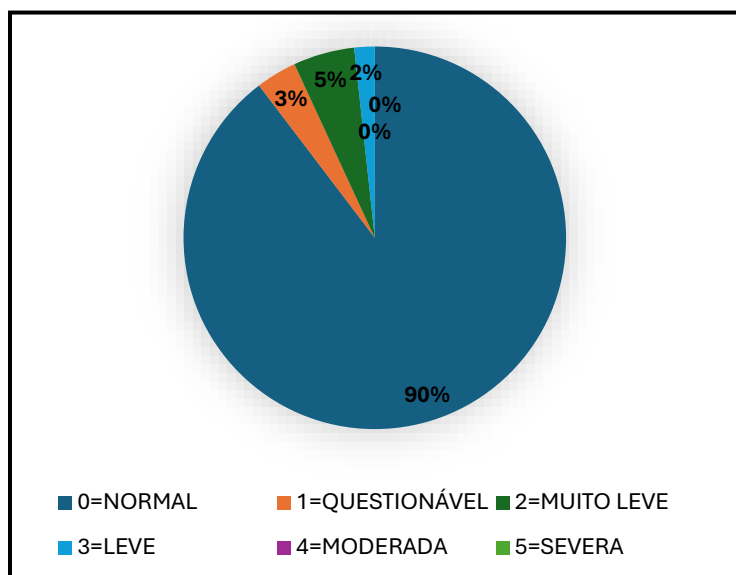
No que se refere à educação, Miraselva conta com duas escolas de ensino fundamental e uma escola de ensino médio, totalizando três estabelecimentos de ensino. O colégio onde se realizou a pesquisa foi o C. E. Arnaldo Busato, o único com ensino fundamental II e Médio no município. Na área da saúde, o município dispõe de uma Unidade Básica de Saúde (UBS), denominada Centro de Saúde de Miraselva. Essa unidade oferece serviços como clínica geral, odontologia, sala de curativo, enfermagem, imunização e nebulização.

A economia local é predominantemente voltada para a agropecuária, que contribui com 43,4% do valor adicionado ao PIB municipal. A administração pública responde por 30,8%, os serviços por 22,9% e a indústria por 2,9%. Essas informações refletem o perfil atual de Miraselva, destacando aspectos fundamentais de sua estrutura educacional, de saúde e economia do município.

Os gráficos 3 e 4 apresentam os dados referentes ao município de Miraselva,

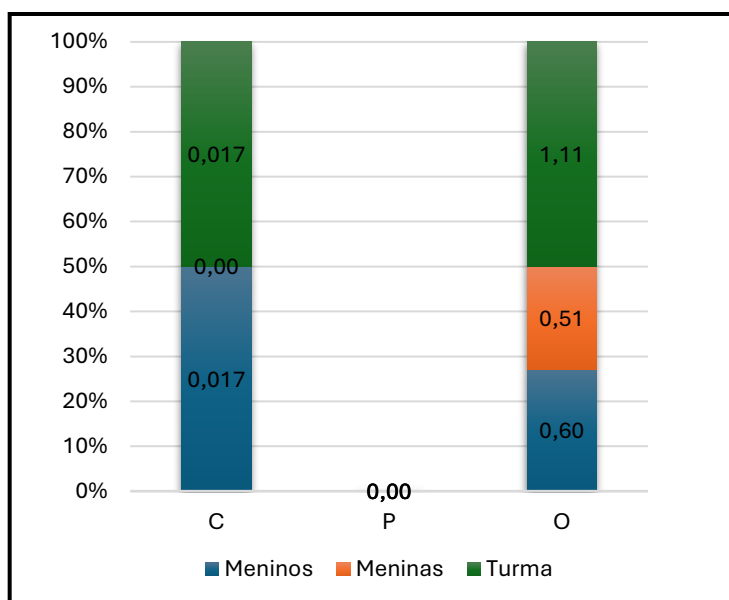
com base em uma amostra composta por 52 escolares de 12 anos de idade, todos matriculados no Colégio Estadual Arnaldo Busato. Dentre os participantes, 28 eram do sexo feminino e 24 do sexo masculino.

Gráfico 3 - Fluorose Dental – Miraselva/PR



Fonte: Os autores (2025).

Gráfico 4 -CPO-D – Miraselva/PR



Fonte: Os autores (2025).

Com relação ao índice de Dean observados no gráfico 3, constatou-se que 90% das crianças apresentaram condição considerada normal (grau 0). No entanto, 3% foram classificadas com Fluorose como questionável (1) e 5% com Fluorose muito leve (2).

Em contrapartida, a análise do índice CPO-D (dentes cariados, perdidos e obturados), representada no Gráfico 4 e aplicada aos 52 participantes, revelou um valor total de 1,21, superior à média registrada no estado do Paraná (0,91). Especificamente, observou-se a média de 1,19 dentes obturados, 0,0017 dentes cariados e nenhum dente perdido.

Esses dados indicam que, embora o município apresente um quadro geral de boa saúde bucal, os níveis de flúor adicionados à água podem não estar adequados para garantir uma condição bucal ideal. Além disso, os alunos que apresentaram sinais de fluorose leve ou moderada foram, em sua maioria, aqueles em tratamento com medicamentos de uso contínuo ou que utilizam creme dental fluoretado com ingestão do produto.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo avaliou a exposição da população da região analisada ao flúor presente nas águas subterrâneas e superficiais, considerando os riscos associados tanto à sua deficiência quanto ao seu excesso. De modo geral, as águas subterrâneas no Brasil apresentam qualidade satisfatória para o consumo humano; no entanto, a presença natural de minerais pode resultar em concentrações de flúor que extrapolam os padrões de potabilidade.

Diante desses achados, destaca-se a necessidade de políticas públicas voltadas ao monitoramento da qualidade da água, à fluoretação controlada dentro dos parâmetros recomendados e à realização de levantamentos epidemiológicos contínuos. Essas ações são essenciais para garantir o equilíbrio na exposição ao flúor, reduzir as desigualdades em saúde bucal e proteger a população dos efeitos adversos tanto da deficiência quanto do excesso desse elemento.

Ressalta-se que a fluoretação da água, assim como o uso de flúor em produtos odontológicos, constitui uma estratégia fundamental na prevenção da cárie dentária. No entanto, torna-se imprescindível promover a conscientização da população quanto aos riscos associados à exposição excessiva ao flúor. Dessa forma, políticas públicas voltadas à educação em saúde bucal e ao uso racional do flúor devem ser fortalecidas, a fim de garantir o equilíbrio entre seus benefícios profiláticos e os potenciais efeitos adversos.

As observações realizadas pelos acadêmicos do curso de Odontologia

evidenciaram uma maior prevalência de lesões de cárie dentárias no município de Miraselva, enquanto, em Assaí, os casos de fluorose dentária foram mais recorrentes. Esses achados foram confirmados pelas coletas e análises realizadas em dois períodos distintos (julho e janeiro) o que confere maior robustez aos dados obtidos. Tais resultados indicam a existência de uma variabilidade regional significativa quanto à exposição e aos efeitos do flúor, seja ele proveniente da água de abastecimento público ou de outras fontes, como cremes dentais fluoretados.

Dessa forma, os dados reforçam a relevância de se buscar um equilíbrio na exposição ao flúor, garantindo sua eficácia na prevenção da cárie dentária sem, no entanto, ultrapassar os limites que possam predispor à fluorose.

A situação observada nos dois municípios destaca a necessidade de monitoramento contínuo da fluoretação da água, bem como de estratégias educativas voltadas à orientação da população sobre o uso consciente de produtos contendo flúor. Assim, torna-se possível assegurar uma abordagem preventiva eficaz, especialmente na infância, fase crucial para o desenvolvimento da saúde bucal.

AGRADECIMENTOS

À CAPES pela bolsa de estudos proporcionada para a realização deste trabalho. Ao CNPq (310.608/2017) e à Fundação Araucária do Estado do Paraná, Brasil, pelo suporte financeiro por meio dos projetos do Convênio CNPq/Fundação Araucária: 61.0088/06-8 e Convênio Fundação Araucária/UEL: 063/08. Também dos projetos da Fundação Araucária do Estado do Paraná 15.880,19.733 e 25.247.

REFERÊNCIAS

BARCELLOS, C. Elos entre geografia e epidemiologia. **Cadernos de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 16, n. 3, jul./set. 2000. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0102-311X2000000300004> .

BAUMANN, L. **Cosmetic dermatology: principles and practice**. 2nd ed. New York: McGraw-Hill, 2009.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Lei n. 6.050, de 24 de maio de 1974**. Dispõe sobre a fluoretação da água em sistema de abastecimento quando existir estação de tratamento. Brasília, DF: Presidência da República, 1974. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6050.htm. Acesso em: 29 mar. 2025.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Portaria n. 635, de 26 de dezembro de 1975**. Aprova as normas e padrões sobre a fluoretação da água, tendo em vista a lei n. 6050/74. Brasília, DF: MS, 1976. Disponível em: <https://central3.to.gov.br/arquivo/349893/>. Acesso em: 19 maio 2024.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria GM/MS n. 888, de 4 de maio de 2021. Altera o anexo XX da portaria de consolidação GM/MS n. 5, de 28 de setembro de 2017, para dispor sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, n. 85, p. 127, 4 maio 2021. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/portaria-gm/ms-n-888-de-4-de-maio-de-2021-318461562>. Acesso em: 29 mar. 2024.

BRASIL. Ministério da Saúde. SISÁGUA – Sistema de Informação de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano. **Dados semestrais 2023-2024**. Brasília, DF: Ministério da Saúde, 2024. Disponível em: <https://sisagua.saude.gov.br>. Acesso em: 17 jun. 2025.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Portaria de Consolidação nº 5, de 28 de setembro de 2017**: Consolidação das normas sobre as ações e os serviços de saúde do Sistema Único de Saúde. Brasília, DF: Ministério da Saúde, 2017.

BRUMATTI, M.; SPISILA, A. L.; BESSER, M. L. **Geologia e recursos minerais do Estado do Paraná**. Curitiba: Instituto Água e Terra, 2024. *Escala 1:600.000*. Disponível em: <https://rigeo.sgb.gov.br/handle/doc/22492>. Acesso em: 19 maio 2025.

BURT, B. A.; FEJERSKOV, O. Water fluoridation. *In*: FEJERSKOV, O.; EKSTRAND, J.; BURT, B. A. (ed.). **Fluoride in dentistry**. Copenhagen: Munksgaard, 1996. p. 275-290.

CANGUSSU, M. C. T.; COELHO, A. L.; SANTOS, M. L. S. C.; SANTOS, J. S.; MEDEIROS, D. Fluorose dentária: um problema de saúde pública? **Revista Brasileira de Saúde Materno Infantil**, Recife, v. 2, n. 1, p. 75-81, jan./mar. 2002.

CDC – CENTERS FOR DISEASE CONTROL AND PREVENTION. Recommendation for using fluoride to prevent and control dental caries in the United States. **Morbidity and Mortality Weekly Reports**, Washington, D.C., v. 50, n. 14, p. 1-42, Aug. 2001. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11521913/>. Acesso em: 10 mar. 2025.

CORTECCI, G. **Geologia e saúde**. Tradução de Wilson Scarpelli. São Paulo: USP, 2002. Disponível em: <http://www.cprm.gov.br/pgagem/artigoind.htm>. Acesso em: 10 mar. 2025.

CURY, J. A. Uso do flúor e controle da cárie como doença. *In*: BARATIERI, L. N.; MONTEIRO JR., S.; MELO, T. S. **Odontologia restauradora**. São Paulo: Editora Santos, 2001. p. 34-68.

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.

FIGUEIREDO, B. R. **Minérios e ambiente**: parte 3. Campinas: Editora da UNICAMP,

2000.

FREITAS, M. B.; BRILHANTE, O. M.; ALMEIDA, L. M. Importância da análise de água para a saúde pública em duas regiões do Estado do Rio de Janeiro: enfoque para coliformes fecais, nitrato e alumínio. **Caderno de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 17, n. 3, p. 651-660, maio/jun. 2001. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/csp/a/N5fLPRCByVWSXRxKZp4KLsL/?format=pdf>. Acesso em: 10 mar. 2025.

IBGE. **Censo demográfico 2022**: população e domicílios. Rio de Janeiro: IBGE, 2022. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao/22827-censo-demografico-2022.html>. Acesso em: 17 jun. 2025.

LICHT, O. A. B. **Prospecção geoquímica**: princípios, técnicas e métodos. Rio de Janeiro: CPRM, 1983.

LIMA NETO, J. E. **Geografia e saúde**. 2000. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.

OMS – ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. **Levantamento epidemiológico básico de saúde bucal**: manual de instruções. 3. ed. São Paulo: Editora Santos, 1999.

PALMER, C.; WOLFE, S. H. Position of the American Dental Association: the impact of fluoride health. **Journal of the American Dietetic Association**, Chicago, v. 101, n. 1, p. 126-132, 2001. DOI 10.1016/j.jada.2005.08.017.

PEITER, P. C. **A geografia da saúde na faixa de fronteira internacional do Brasil na passagem do milênio**. 2005. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2005.

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*: INTERNATIONAL CONGRESS ON RISKS, 4., 2017, Coimbra. **Anais [...]**. Coimbra: Associação Portuguesa de Riscos, Prevenção e Segurança, 2017. v. 1, p. 399-399.

PINESE, J. P. P.; MARTINS JUNIOR, J. S. Síntese geológica da bacia do rio Tibagi. *In*: SIMPÓSIO DE GEOGRAFIA DO PARANÁ, 2005, Londrina. Anais... Londrina: Departamento de Geografia da UEL, 2005. p. 1-12.

PINESE, J. P. P.; DEUS, A. G.; 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 de Geografia**, Uberlândia, v. 22, n. 81, p. 88-105, jun. 2021. DOI 10.14393/RCG228155186.

ROSA FILHO, E. F.; HINDI, C. E.; MANTOVANI, L. E.; LIMA, A. V. L. B. **As águas subterrâneas do Estado do Paraná**. Curitiba: E. F. Rosa Filho, 2010.

SANTOS, A. C. Noções de hidroquímica. *In*: SANTOS, A. C. **Hidrologia**: conceitos e aplicações. Fortaleza: UFPE, 1997. p. 81-107.

SILVA, C. R.; FIGUEIREDO, B. R.; CAITANI, E. M.; CUNHA, F. G. **Geologia médica no Brasil**: efeito dos materiais e fatores geológicos na saúde humana, animal e meio ambiente. Rio de Janeiro: Serviço Geológico do Brasil, 2006.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os objetivos estabelecidos nesta pesquisa foram plenamente alcançados, uma vez que foi possível identificar e analisar os níveis de fluoreto em amostras de água provenientes de 21 municípios da região da Regional de Saúde de Londrina, ao qual pertence ao CISMEPAR, no estado do Paraná.

As concentrações encontradas foram comparadas aos valores recomendados e permitidos pelas normativas vigentes, possibilitando, ainda, a correlação entre esses dados e os tipos de solos predominantes na região, bem como com indicadores epidemiológicos em dois municípios selecionados. As análises revelaram que sete municípios apresentaram níveis de fluoreto superiores ao Valor Máximo Recomendado (VMR) de 0,8 mg/L por Pinese (2021), sendo que três deles ultrapassaram o Valor Máximo Permitido (VMP) de 1,5 mg/L, conforme a Portaria GM/MS nº 888/2021, configurando risco potencial à saúde pública.

A pesquisa também permitiu a realização de uma segunda etapa de coletas em nove municípios com teores extremos de fluoreto, realizada em períodos sazonais distintos (seca e cheia), o que contribuiu para a identificação de variações temporais nas concentrações do elemento.

Os resultados apontam para a influência de fatores geológicos, pedológicos e climáticos, bem como de ações antrópicas relacionadas à fluoretação artificial da água e ao uso agrícola do solo. Dentre os tipos de solo predominantes, destacam-se o Latossolo Vermelho, o Neossolo Regolítico e o Argissolo Vermelho, os quais exercem influência direta na mobilidade e na concentração de fluoreto nas águas subterrâneas.

Casos específicos observados em municípios como Assaí, Miraselva e Sertanópolis exemplificam a necessidade de ações diferenciadas. Em Assaí, os níveis elevados de fluoreto requerem maior rigor no monitoramento por parte da companhia de abastecimento (SANEPAR), a fim de mitigar o risco de fluorose dentária. Por outro lado, em Miraselva e Sertanópolis, os baixos níveis de fluoreto indicam a necessidade de ajustes na fluoretação para garantir a proteção contra cáries dentárias, especialmente entre populações em situação de maior vulnerabilidade.

Recomenda-se a ampliação dos estudos por meio de análises mineralógicas dos

solos e rochas da região, com foco na identificação de minerais portadores de flúor, como a fluorita e a apatita, principalmente em áreas com depósitos aluvionares. Adicionalmente, análises geoquímicas e isotópicas poderão contribuir para distinguir as fontes geogênicas e antrópicas do flúor. Estudos longitudinais que avaliem o impacto do uso agrícola e das práticas de manejo do solo sobre a mobilidade do fluoreto também se mostram necessários para o aprimoramento das políticas de vigilância ambiental.

Outro aspecto relevante refere-se ao papel das Estações de Tratamento de Água (ETAs), operadas por SANEPAR, SAMAE e SAAE, na fluoretação da água distribuída à população. A adição excessiva de compostos fluoretados pode contribuir para o aumento das concentrações de fluoreto nos efluentes lançados nos corpos hídricos, com destaque para áreas urbanas como Cambé, Ibiporã e Sertanópolis. Dessa forma, recomenda-se o levantamento detalhado das práticas de fluoretação em cada município, o monitoramento contínuo dos efluentes e a verificação da conformidade com os parâmetros estabelecidos pela legislação vigente (0,6 a 0,8 mg/L, segundo a Portaria GM/MS nº 888/2021).

A pesquisa também evidenciou desigualdades em saúde bucal entre zonas urbanas e rurais. Populações residentes em áreas rurais, frequentemente abastecidas por fontes naturais pobres em fluoreto, apresentaram maior vulnerabilidade ao desenvolvimento de cáries dentárias. Municípios como Prado Ferreira, Alvorada do Sul e Miraselva apresentaram maior proporção de setores censitários classificados como de alta vulnerabilidade, demandando a implementação de políticas públicas específicas, realização de levantamentos epidemiológicos periódicos e a introdução de sistemas de fluoretação adequados.

Por fim, embora o flúor seja reconhecido por seu papel protetor contra a cárie dentária, sua presença em concentrações inadequadas — tanto acima quanto abaixo dos limites recomendados — representa um desafio à saúde pública. A ausência de indícios de superexploração dos aquíferos reforça a importância do monitoramento contínuo da qualidade da água como ferramenta preventiva. Assim, o equilíbrio entre os níveis ideais de fluoreto deve ser uma prioridade para os gestores municipais e estaduais, garantindo o fornecimento de água segura e eficaz na promoção da saúde bucal da população atendida.

REFERÊNCIAS

- 10 MELHORES pastas de dente em 2024 (Colgate, Sensodyne, Oral-B e mais). **Mybest Brasil**, Tokyo, 2024. Disponível em: <https://br.my-best.com/7659>. Acesso em: 23 mai. 2025.
- ABAS – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS. **O que são águas subterrâneas**. São Paulo: ABAS, [2025]. Disponível em: <https://www.abas.org/educacao/o-que-sao-aguas-subterraneas/> Acesso em: 10 jun. 2025.
-
- ALCAIDE, A. L.; VERONEZI, O. Prevalência de fluorose dental na cidade de Icó. **Revista da Associação Paulista de Cirurgiões Dentistas**, São Paulo, v. 33, n. 1, p. 90-95, 1979.
- ALVES, F. P. **Fluoretação das águas de abastecimento público**: uma estratégia de promoção de saúde coletiva. 2012. 102 f. Dissertação (Mestrado em Saúde Pública) – Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.
- ANA – AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO. **Atlas Brasil**: abastecimento urbano de água. Brasília, DF: ANA, 2020. Disponível em: <https://www.ana.gov.br>. Acesso em: 17 jun. 2025.
- ANTUNES, J. L. F.; NARVAI, P. C. Políticas de saúde bucal no Brasil e seu impacto sobre as desigualdades em saúde. **Revista de Saúde Pública**, São Paulo, v. 44, n. 2, p. 360-365, 2010.
-
- ARMSTRONG, R. W. Medical geography. *In*: RUFINI, J. L. (ed.). **Advances in medical social science**. New York: Gordon and Breach Science Publishers, 1983. p. 167-183.
- AUGUSTO, Fernando. Odontologia brasileira em números 2024. **Odontologia News**, Rio de Janeiro, 26 abr. 2024. Disponível em: <https://www.odontologianews.com.br/blog/2024/04/26/odontologia-brasileira/>. Acesso em: 12 jun. 2025.
- BAKHTIN, M. **Marxismo e filosofia da linguagem**: problemas fundamentais do método sociológico na ciência da linguagem. São Paulo: Hucitec, 2002.
- BARATA, R. B. **Como e porque as desigualdades sociais fazem mal à saúde**. Rio de Janeiro: Fiocruz, 2009a.
- BARATA, R. B. Geografia e saúde: o desafio da aproximação. **Revista Ciência & Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v. 14, n. 4, p. 45-52, 2009b.
- BARBOSA, Marcos; BERTOLO, Reginaldo Antonio; HIRATA, Ricardo. Method for environmental data management applied to mega - sites in the state of São Paulo, Brazil. **Journal of Water Resource and Protection**, Herndon, v. 9, n. 3, p. 322-338, 2017. DOI: 10.4236/jwarp.2017.93021.

BARNES, T. J.; DUNCAN, J. S. **Writing worlds**: discourse, text and metaphor in the representation of landscape. London: Routledge, 1992. v. 14.

BARROS, H. M. A. **Bacia hidrográfica**: planejamento e gestão. São Paulo: Oficina de Textos, 2008. 224 p.

BAWDEN, J. W. "Where is Waldo?": the timing of fluorosis. **Journal of Public Health Dentistry**, Raleigh, v. 56, n. 1, Jan. 1996. DOI: 10.1111/j.1752-7325.1996.tb02387.x.

BERTOLO, R.; HIRATA, R.; FERNANDES, A. Hidrogeoquímica das águas minerais envasadas do Brasil. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v. 37, p. 515-529, 2007.

BITTENCOURT, A. V.; ROSA FILHO, E. F.; HINDI, E. C; BUCHMANN FILHO, A. C. A influência dos basaltos e de misturas com águas dos Aquíferos Sotopostos nas águas subterrâneas do Sistema Aquífero Serra-Geral Bacia do Rio Piquiri, Paraná – BR. **Revista Águas Subterrâneas**, Belo Horizonte, v. 17, n. 1, p. 67-75, maio 2003.

Disponível em:

<https://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/view/1313/1091>. Acesso em: 2 abr. 2022.

BORGHETTI, N. R. B.; BORGHETTI, J. R.; ROSA FILHO, E. F. **Aquífero Guarani**: a verdadeira integração dos países do MERCOSUL. Curitiba: Fundação Roberto Marinho, 2004.

BOUSQUAT, A.; COHN, A. A geografia e a epidemiologia na saúde coletiva. In: COHN, A. (org.). **Saúde coletiva**: teoria e prática. Rio de Janeiro: Fiocruz, 2004. p. 45-67.

BRASIL. **Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997**. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República, 1997.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria GM/MS n. 888, de 4 de maio de 2021. Altera o anexo XX da portaria de consolidação GM/MS n. 5, de 28 de setembro de 2017, para dispor sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, n. 85, p. 127, 4 maio 2021. Disponível em:

<https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/portaria-gm/ms-n-888-de-4-de-maio-de-2021-318461562>. Acesso em: 29 mar. 2024.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Portaria n. 685/Bsb, de 25 de dezembro de 1975**. Aprova as normas e padrões sobre a fluoretação da água dos sistemas públicos de abastecimento, destinada ao consumo humano. Brasília, DF: Presidência da República, 1975. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/composicao/saps/brasil-sorridente/legislacao/fluoretacao>. Acesso em: 29 mar. 2024.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. **A saúde bucal no Sistema Único de Saúde**. Brasília, DF: Ministério da Saúde, 2018.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Atenção Básica. Coordenação Nacional de Saúde Bucal. **Diretrizes da política nacional de saúde bucal**. Brasília, DF: MS, 2004. Disponível em: http://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/politica_nacional_brasil_sorridente. Acesso em: 2 abr. 2022.

BRASIL. Ministério da Saúde. SISÁGUA – **Sistema de Informação de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano**. Brasília, DF: Ministério da Saúde, 2023. Disponível em: <https://sisagua.saude.gov.br>. Acesso em: 17 jun. 2025.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Sistema de Informação de vigilância da qualidade da água para consumo humano**. Brasília, DF: Ministério da Saúde, [2024]. Disponível em: <http://www.gov.br/saude/pt-br/composicao/svsa/saude-ambiental/vigiagua/sisagua>. Acesso em: 10 jan. 2024.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. Serviço Geológico do Brasil. **Aquíferos**. Brasília, DF: SGB, 2010. Disponível em: <https://www.sgb.gov.br/aquiferos>. Acesso em: 8 set. 2020.

BRUMATTI, M.; SPISILA, A. L.; BESSER, M. L. Geologia e recursos minerais do Estado do Paraná. Curitiba: Instituto Água e Terra, 2024. *Escala 1:600.000*. Disponível em: <https://rigeo.sgb.gov.br/handle/doc/22492>. Acesso em: 19 maio 2025.

BUZALAF, M. A. R.; CARDOSO, V. E. S. Destinos do fluoreto no organismo. *In*: BUZALAF, M. A. R. (ed.). **Fluoreto e Saúde Bucal**. São Paulo: Editora Santos, 2008.

CANGUSSU, M. C. T.; COELHO, A. L.; SANTOS, M. L. S. C.; SANTOS, J. S.; MEDEIROS, D. Fluorose dentária: um problema de saúde pública? **Revista Brasileira de Saúde Materno Infantil**, Recife, v. 2, n. 1, p. 75-81, 2002.

CARDOSO, A. C. C. Participação popular e controle social da fluoretação de águas para consumo humano: um olhar sobre o estado da Bahia. **Revista Baiana de Saúde Pública**, Salvador, v. 28, n. 2, p. 259-66, 2004.

CARMELLO, V. **Vulnerabilidade agrícola da produção de soja em cinco municípios da região metropolitana de Londrina – PR**. 2011. 79 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Geografia) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2011a. Disponível em: http://www.geo.uel.br/tcc/117_vulnerabilidadeagricoladaproducaodesojanaregiaometropolitanaodelondrinapr_2011.pdf. Acesso em: 10 mar. 2025.

CARMELLO, V. Vulnerabilidade agrícola da produção de soja na região metropolitana de Londrina – PR: Análise da Safra de 2005/06. **Revista Geográfica de América Central**, Costa Rica, v. 2, n. 47, p. 1-16, 2011b.

CASTRO, J. **Geografia da fome: o dilema brasileiro: pão ou aço**. 2. ed. Petrópolis: Vozes, 2008.

CATANI, D. B.; HUGO, F. N.; CIPRIANO, S.; SOUZA, M, R. L. de; CURY, J. A. Relação entre Níveis de Fluoreto na Água de Abastecimento Público e Fluorose Dental. **Revista de Saúde Pública**, São Paulo, v. 41, n. 5, p. 732-739, out. 2007.

CELLIGOI, A. **Recursos Hídricos Subterrâneos da Formação Serra Geral em Londrina – PR**, 1993. 83 f. Dissertação (Mestrado) - Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1993.

CELLIGOI, A.; DUARTE, U. Aspectos hidrogeoquímicos da Formação Serra Geral em Londrina – PR. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS, 8., 1994, Recife. **Anais** [...]. Recife: ABAS, 1994. p. 425- 433. Disponível em: <https://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/view/24491/16447>. Acesso em: 20 set. 2020.

CETESB - COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Gerenciamento de áreas contaminadas**. São Paulo: CETESB, 2018. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/areas-contaminadas/relacao-de-areas-contaminadas>. Acesso em: 20 set. 2020.

CISMEPAR – CONSÓRCIO INTERMUNICIPAL DE SAÚDE DO MÉDIO PARANAPANEMA. **Grupos por região censitária**. Londrina: CISMEPAR, [2025]. Disponível em: https://cismepar.org.br/pagina/184_Grupos-de-Identidade-Territorial.html. Acesso em: 16 jun. 2025.

CORCÓVIA, J. A. **Caracterização Hidrogeológica dos Sistemas Aquíferos Serra Geral e Guarani no Município de Ibiporã**: gestão dos recursos hídricos subterrâneos. 2013. 153 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2013.

CORRÊA, R. L. Espaço: um conceito-chave da Geografia. *In*: CASTRO, I. E.; GOMES, P. C. C.; CORRÊA, R. L. (ed.). **Geografia**: conceitos e temas. 10. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2007. p. 16-47.

CORRÊA, R. L. **O espaço da saúde**: o território e o processo saúde-doença. São Paulo: Hucitec, 1995.

CUNHA, J. P. P.; CUNHA, R. E. Sistema Único de Saúde: princípios. *In*: CAMPOS, F. E.; TONON, L. M.; OLIVEIRA JÚNIOR, M. (org.). **Cadernos de saúde**: planejamento e gestão em saúde. Belo Horizonte: Coopmed, 1998. p.11-26.

CURY, J. A, TABCHOURY, C. P. M. Determination of appropriate exposure to fluoride in non-EME countries in the future. **Journal of Applied Oral Science**, Bauru, v. 11, n. 2, p. 83-95, 2003.

CURY, J. A. **Toxicidade do flúor**: uma avaliação dos riscos e benefícios na sua utilização em odontologia. Campinas: UNICAMP, 1990.

CURY, J. A. Uso do flúor e controle da cárie como doença. *In*: BARATIERI, L. N. *et al.* **Odontologia restauradora**: fundamentos e possibilidades. São Paulo: Ed. Santos, 2002. p.31-68.

DOALTO, A. L. S.; BELOTTI, L.; PAULINO, C. M.; FRAZÃO, P. Consistency of information on the provision of water fluoridation in Brazil. **Revista Brasileira de Epidemiologia**, São Paulo, v. 27, e 240029, 2024. <https://doi.org/10.1590/1980-549720240029>.

EKSTRAND, J. Fluoride metabolism. *In*: FEJERSKOV, O.; EKSTRAND, J.; BURT, B. A. (ed.). **Fluoride in dentistry**. 2nd ed. Copenhagen: Munksgaard, 1996. p. 55-68.

EKSTRAND, J.; ALVAN, G.; BORÉUS, L. O.; NORLIN, A. Pharmacokinetics of fluoride in man after single and multiple oral doses. **European Journal of Clinical Pharmacology**, Berlin, v.12, n.4, p.311-7, Dec. 1977.

EMBRAPA. **Manual de levantamento de solos**. 2. ed. rev. e ampl. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 212 p.

EMBRAPA. **Radar solos**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2020. 18 p.

ESRI – ENVIRONMENTAL SYSTEMS RESEARCH INSTITUTE **ArcGIS: Plataforma geoespacial empresarial da ESRI**. São José dos Campos: ArcGIS, 2019. Disponível em: <https://www.img.com.br/pt-br/arcgis/sobre-arcgis/visao-geral>. Acesso em: 19 mar. 2024.

FASOLO, P. J.; HOCHMULLER, D. P.; CARVALHO, A. P.; CARDOSO, A.; RAUEN, M. J.; POTTER, R. O. **Guia para identificação dos principais solos do Estado do Paraná**. Brasília, EMBRAPA, 1986.

FEITOSA, F. A. C.; FERNANDES, J. S.; FEITOSA, E. C.; DEMETRIO, J. G. A. **Hidrogeologia: conceitos e aplicações**. Fortaleza: Editora CPRM, 1997. p. 1.

FEITOSA, F. A. C.; MANOEL FILHO, J.; FEITOSA, E. C.; DEMETRIO, J. G. A. (org.). **Hidrogeologia: conceitos e aplicações**. 3. ed. ver. ampl. Rio de Janeiro: CPRM, 2009.

FEJERSKOV, O.; MANJI, F.; BÆLUM, V.; MØLLER, I. J. **Fluorose dentária: um manual para profissionais da saúde**. São Paulo: Ed. Santos, 2004.

FRAGA, C. G. **Introdução ao zoneamento do sistema aquífero Serra Geral no Estado do Paraná**. 1986. Dissertação (Mestrado) - Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1986.

FRAGA, C. G. **Origem de fluoreto em águas subterrâneas dos sistemas Aquíferos Botucatu e Serra Geral da Bacia do Paraná**. 1992. Tese (Doutorado) – Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1992.

FRESCA, T. M. Deslocamentos pendulares na região metropolitana de Londrina - Pr: uma aproximação. **Geo UERJ**, Rio de Janeiro, v. 1, n. 23, p. 167-191, 2012. DOI: <https://doi.org/10.12957/geouerj.2012.3706>.

FREYSLEBEN, G. R.; PERES, M. A. A.; MARCENES, W. Prevalência de cárie e CPO-D médio em escolares de doze a treze anos de idade nos anos de 1971 e 1997, região Sul, Brasil. **Revista de Saúde Pública**, São Paulo, v. 34, n. 3, p. 304-308, jun. 2010.

FURTADO, A.; TRAEBERT, J. L.; MARCENES, W. S. Prevalência de doenças bucais e necessidade de tratamento em Capão Alto, Santa Catarina. **Revista ABO Nacional**, São Paulo, v. 7, n. 4, p. 226-230, ago./set. 2009.

GESLER, W. M. Paisagens terapêuticas: questões médicas à luz da nova geografia cultural. **Ciências Sociais e Medicina**, v. 34, p. 735-746, abr. 1992.

GOMES, C. S. F. Geologia médica. **Revista de Ciência Elementar**, v. 9, n. 4, p. 1-13, dez. 2021. DOI: <http://doi.org/10.24927/rce2021.074>.

GUIMARÃES, D. V. **Teores de fluoreto na água para consumo humano na 17. regional de saúde do Paraná entre os anos de 2014 e 2018: vulnerabilidades e riscos à saúde bucal**. 2020. 201 f. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2020. Disponível em: <https://pos.uel.br/geografia/teses-dissertacoes/teores-de-fluoreto-na-agua-para-consumo-humano-na-17a-regional-de-saude-do-parana-entre-os-anos-de-2014-e-2018-vulnerabilidades-e-riscos-a-saude-bucal/>. Acesso em: 6 mar. 2025

GUIMARÃES, R. B. Geografia da saúde: categorias, conceitos e escalas. *In*: GUIMARÃES, R. B. **Saúde: fundamentos de Geografia humana**. São Paulo: Editora UNESP, 2015. p. 79-97.

GUIMARÃES, R. B. **Os fundamentos da relação saúde e ambiente**. Rio de Janeiro: Editora Fiocruz, 2007.

GUIMARÃES, R. B.; PICKENHAYN, J. A.; LIMA, S. C. **Geografia e saúde: sem fronteiras**. Uberlândia: Assis Editora, 2014.

GUTIERREZ, J. **Fundamentos de pedologia**. São Paulo: Editora XYZ, 2005.

GUTIERREZ, N. H. M. **Influências de aspectos estruturais no colapso de solos do norte do Paraná**. 2005. 191 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2005

HAESBAERT, R. **O mito da desterritorialização: do 'fim dos territórios' à multiterritorialidade**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004.

HEIFETZ, S. B.; DRISCOLL, W. S.; HOROWITZ, H. S.; KINGMAN, A. Prevalence of dental caries and dental fluorosis in areas with optimal and above optimal water fluoride concentrations: a 5 year-follow-up survey. **The Journal of the American Dental Association**, Chicago, v. 116, n. 4, p. 490-495, Apr. 1988.

HEINEN, C.; BRINCKMANN, W. E.; BRINCKMANN, C. A. Aquífero Guarani. **Boletim Informativo**, Santa Cruz do Sul, v. 4, n. 2, fev. 2001.

HESPANHOL, I. Água e saúde pública. *In*: PILLI, A.; HESPANHOL, I. (org.). **Engenharia ambiental: conceitos, tecnologia e gestão**. 2. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2018. p. 355-392.

HIRATA, R.; FOSTER, S.; OLIVEIRA, F. **Águas subterrâneas urbanas no Brasil: avaliação para uma gestão sustentável**. São Paulo: Instituto de Geociências:

FAPESP, 2015. v. 1.

HIRATA, R.; ZOBBI, J.; FERNANDES, A.; BERTOLO, R. Hidrogeología del Brasil: Una breve crónica de las potencialidades, problemática y perspectivas. **Boletín Geológico y Minero**, Madrid, v. 217, n.1, p. 25- 36, 2006.

HOROWITZ, H. S. The need for toothpaste with lower conventional fluoride concentrations for preschool-aged children. **Journal of Public Health Dentistry**, Raleigh, v. 52, n. 4, p. 216-221, 1992. DOI 10.1111/j.1752-7325. 1992.tb02276.x.

HYDROLOG. **Planeta terra - planeta água**. São Paulo: Hydrolog, 2003.

IAPAR – INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ. **Dados meteorológicos históricos e atuais**. Londrina: IAPAR, 2012. Disponível em: <https://www.idrparana.pr.gov.br/system/files/publico/agrometeorologia/medias-historicas/Londrina.pdf>. Acesso em: 2 abr. 2022.

IAST - INSTITUTO DAS ÁGUAS DO PARANÁ. **Paraná e suas águas**. Curitiba: IAST, 2021. Cap. 4. Disponível em: <https://www.iat.pr.gov.br/Pagina/O-Parana-e-suas-aguas>. Acesso em: 12 jun. 2025.

IAT - INSTITUTO ÁGUA E TERRA – IAT. **Banco de Dados Hidrogeológicos do Estado do Paraná**. Curitiba: IAT, 2023. Disponível em: <https://www.iat.pr.gov.br>. Acesso em: 11 jun. 2025.

IAT – INSTITUTO ÁGUA E TERRA. **Base cartográfica do Estado do Paraná**. Curitiba: IAT, 2022. Disponível em: <https://www.iat.pr.gov.br>. Acesso em: 16 jun. 2025.

IAT - INSTITUTO ÁGUA E TERRA. **Mapas geológicos detalhados na escala 1:100.000**. Curitiba: IAT, 2020. Disponível em: <https://www.iat.pr.gov.br/Pagina/Mapas-e-Dados-Espaciais>. Acesso em: 24 mar. 2025.

IAT – INSTITUTO ÁGUA E TERRA. **Unidades Aquíferas do Paraná**. Curitiba: IAT, 2008. Disponível em: https://www.iat.pr.gov.br/sites/agua-terra/arquivos_restritos/files/documento/2020-07/mapa_unidades_aquiferas_a3.pdf. Acesso em 11 jun. 2025.

IBGE. **Censo demográfico 2022**: população e domicílios. Rio de Janeiro: IBGE, 2022. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao/22827-censo-demografico-2022.html>. Acesso em: 17 jun. 2025.

IBGE. **Censo demográfico 2010**: características da população e dos domicílios. Rio de Janeiro: IBGE, 2011. Disponível em: <https://censo2010.ibge.gov.br>. Acesso em: 16 jun. 2025.

IBGE. **Manual técnico de pedologia**. 3. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2015. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv95017.pdf>. Acesso em: 17 jun. 2025.

KEARNS, R. A.; GESLER, W. M. **Putting health into place**. Nova York: Syracuse University Press, 1998.

KEARNS, R. A.; JOSEPH, A. E. Space in its place: developing the link in Medical Geography. **Social Science and Medicine**, Oxford, v. 37, n. 6, p. 711-717, 1993.

KIMMELMAN, B. B. Fluoride: is there a limit? **Compendium of Continuing Education in Dentistry**, Jamesburg, v. 16, n. 4, p. 376-393, 1995.

KOPPAKA, R. Ten great public health achievements: United States 1900-1999. **Morbidity and Mortality Weekly Report**, Atlanta, v. 48, n. 12, p. 241-243, Apr. 1999.

LACAZ, C. S.; BARUZZI, R. G.; SIQUEIRA JÚNIOR, W. **Introdução à Geografia Médica do Brasil**. São Paulo: EDUSP, 1972.

LARACH, J. O. I.; CARDOSO, A.; CARVALHO, A. P. de; HOCHMULLER, D. P.; MARTINS, J. S.; RAUEN, M. de J.; FASOLO, P. J.; POTTER, R. O. **Levantamento de reconhecimento dos solos do Estado do Paraná** Curitiba: EMBRAPA-SNLCS; Londrina: IAPAR, 1984. (IAPAR. Boletim técnico, 16; Embrapa-SNLCS. Boletim técnico, 27).

LEPSCH, I. F. **Formação e conservação dos solos**. São Paulo: Oficinas de Textos, 2002.

LEPSCH, I. F. **Pedologia**: estudo do solo no ambiente. 3. ed. Londrina: Editora da UEL, 2019.

LEWIS, D. W.; BANTING, D. W. Water fluoridation: current effectiveness and dental fluorosis. **Community Dentistry and Oral Epidemiology**, Copenhagen, v. 22, n. 3, p. 153-158, June 1994. DOI: 10.1111/j.1600-0528.1994.tb01833.x

LIMA NETO, J. E. **Geografia e saúde**. 2000. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.

MALTZ, M. **Fluorose dentária**: aspectos clínicos e preventivos. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996.

MARINHO, V. C.; HIGGINS, J. P.; SHEIHAM, A.; LOGAN, S. Fluoride toothpastes for preventing dental caries in children and adolescents. **The Cochrane Database of Systematic Reviews**, Oxford, n. 1), CD002278, 2003. DOI: 10.1002/14651858.CD002278.

MESSER, H. H.; OPHAUG, R. H. Influence of gastric acidity on fluoride absorption in rats. **Journal of Dental Research**, Chicago, v. 72, n. 3, p. 619- 22, Mar. 1993. DOI: 10.1177/00220345930720031101.

MIGLIORINI, R. B. **Cemitérios como fonte de poluição em aquíferos**: estudo do Cemitério Vila Formosa na bacia sedimentar de São Paulo. 1994. 74 p. Dissertação (Mestrado em Hidrogeologia) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 1994.

MINEROPAR - MINERAIS DO PARANÁ S/A. **Atlas Geológico do Estado do Paraná**. Curitiba: MINEROPAR, 2001. Disponível em: chrome-extension://efaidnbnmnnibpcajpcglclefindmkaj/http://www.geografia.seed.pr.gov.br/arquivos/File/2012/atlas_geologico_parana.pdf. Acesso em: 11 jun. 2024.

MONKEN, M.; BARBOSA, P. R. O território na promoção, vigilância e cuidado à saúde. *In*: MONKEN, M.; BARBOSA, P. R. (org.). **Território, saberes e práticas em saúde**. Rio de Janeiro: EPSJV, 2008.

MONTEIRO, R. D. S.; OLIVEIRA, R. D. Território e saúde: uma leitura geográfica do SUS. **Revista Geografia em Atos**, Presidente Prudente, v. 9, n. 2, p. 110-120, 2014.

MORAIS, C. Escalas de medida, estatística descritiva e inferência estatística. Bragança: Escola Superior de Educação, 2005. Working Papers. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10198/7325>. Acesso em: 26 abr. 2022.

MOURA, R.; BRANCO, C. M. L.; FIRKOWSKI, O. L. C. F. Movimento pendular e perspectivas de pesquisas em aglomerados urbanos. **São Paulo em Perspectiva**, São Paulo, v. 19, n. 4, p. 121-133, out./dez. 2005.

MUGGLER, C. C.; SOBRINHO, F. A. P.; MACHADO, V. A. Educação em solos: princípios e pressupostos metodológicos. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 30., Recife, 2005. **Anais [...]**. Recife: Sociedade Brasileira de Ciências do Solo, 2005. CD ROM.

NARVAI, P. C. Cárie dentária e flúor: uma relação do século XX. **Ciência & Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v. 5, n. 2, p. 381-392, 2010.

NARVAI, P. C. **Cárie dentária e flúor**: uma relação doentia? São Paulo: Hucitec, 2000.

NERY, J. T.; FERREIRA, J. H. D.; MARTINS, M. L. O. F. **Relação de parâmetros meteorológicos associados a anos de El Niño e La Niña no Estado do Paraná**. Maringá: EDUEM, 2000. Apontamentos n. 95.

NOSSA, P. N. **Geografia da Saúde**: contributo para uma abordagem alternativa em saúde pública. Lisboa: Edições Colibri, 2008.

OEA - ORGANIZAÇÃO DOS ESTADOS AMERICANOS. Termo de referência: **Projeto Proteção Ambiental e Gerenciamento Sustentável Integrado do Sistema Aquífero Guarani**. Curitiba: Global Environmental Facility, Banco Mundial, fev. 2001. 208p.

OMS - ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. **Levantamento epidemiológico básico de saúde bucal: manual de instruções**. 3. ed. São Paulo: Ed. Santos, 1999.

PARANÁ. Secretária de Saúde. **Saúde bucal 2013**. Curitiba: Secretária de Saúde, 2013. Disponível em: <https://www.saude.pr.gov.br/Pagina/Saude-bucal>. Acesso em: 11 jun. 2025.

PEITER, P. C. **Geografia da saúde na faixa de fronteira continental do Brasil na Passagem do Milênio**. Rio de Janeiro: UFRJ, 2005.

PEREIRA, A. C. **Comparação entre três índices de fluorose dentária na dentição permanente, observados em escolares de 12 a 14 anos de idade, residentes em áreas com diferentes concentrações de flúor nas águas de consumo**. 1996. Tese

(Doutorado em Saúde Pública) - Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1996. DOI: <https://doi.org/10.11606/T.6.2018.tde-20042018-174819>

PERES, K. G.; LATORRE, M. R. do; PERES, M. A.; TRAEBERT, J.; PANIZZ, I M. Impacto da cárie e da fluorose dentária na satisfação com a aparência e com a mastigação de crianças de 12 anos de idade. **Cadernos de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 19, n. 1, p. 323-330, 2003.

PESSOA, S. B. **Ensaio Médico-Sociais**. 2. ed. São Paulo: Cebes: Hucitec, 1978.

PINESE, J. P. P. Síntese geológica da bacia do rio Tibagi. *In*: MOACYR, E. M.; BIANCHINI, E.; SHIBATTA, O. A.; PIMENTA, J. A. (org.). **A bacia do Rio Tibagi**. 1. ed. Londrina: MC gráfica Editora, 2002. v. 1, p. 21-38.

PINESE, J. P. P.; DEUS, A. G.; 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 de Geografia**, Uberlândia, v. 22, n. 81, p. 88–105, 2021. Disponível em: <https://seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/article/view/55186>. Acesso em: 8 abr. 2023.

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*: INTERNATIONAL CONGRESS ON RISKS, 4., 2017, Coimbra. **Anais** [...]. Coimbra: Associação Portuguesa de Riscos, Prevenção e Segurança, 2017. v. 1, p. 399.

PUCCA, J. A política nacional de saúde bucal como demanda social. **Ciência e Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v. 11, n. 1, p. 243-246, 2005.

RAFFESTIN, Claude. **Por uma geografia do poder**. São Paulo: Editora Ática, 1993

REBOUÇAS, A. C. Águas subterrâneas. *In*: REBOUÇAS, A. C.; BRAGA, B.; TUNDISI, J.G. **Águas doces no Brasil**: capital ecológico, uso e conservação. 2. ed. rev. ampl. São Paulo: Escrituras, 2002. cap. 4, p. 119-151.

REBOUÇAS, A. C.; BRAGA, B. B.; TUNDISI, J. G. **Águas doces no Brasil**. 3. ed. São Paulo: Escrituras, 2006.

REBOUÇAS, A. C.; FRAGA, C. G. Hidrogeologia das rochas vulcânicas do Brasil. **Revista Águas Subterrâneas**, São Paulo, v. 12, n. 1, p. 29-55, 1988.

RICOMINI FILHO, A. P.; CIMENTA, L. A.; FERNANDES, F. S. D.; RANZAN, R. F. M.; MARQUES, R. A. Fluoreto: uma revisão sobre seu uso na promoção de saúde. **Journal of the Health Sciences Institute**, São Paulo, v. 30, n. 2, p. 191-195, 2012.

RIPA, L. W. A critique of topical fluoride methods (dentifrices, mouthrinses, operator, and self-applied gels) in a era of decreased caries and increased fluorosis prevalence. **Journal of Public Health Dentistry**, Raleigh, v. 51, n. 1, p. 23-41, 1991.

RODRIGUES, C. S. **A inserção da odontologia nas ações integradas de saúde: a experiência de Pernambuco.** 1987. Dissertação (Mestrado) - Fundação de Ensino Superior de Pernambuco, [Camaragibe], 1987.

ROJAS, L. I. Geografía y salud: entre historias, realidades y utopias. **Caderno Prudentino de Geografia**, Presidente Prudente, n. 25, p. 9-28, 2003.

ROJAS, L. I.; BARCELLOS, C. La cartografía en salud pública: viejos problemas y nuevas oportunidades. **Revista do Departamento de Geografia – USP**, São Paulo, p. 390-412, 2014. Volume Especial Cartogeo.

ROSA FILHO, E. F.; HINDI, E. C.; GIUSTI, D. A.; NADAL, C. A. Utilização das águas subterrâneas no abastecimento público das cidades paranaenses. **Boletim Paranaense de Geociências**, Curitiba, n. 46, p. 13-23, 1998.

ROSA FILHO, E. F.; VANZOLINI, P.; CAMPOS, J. E. G. **Águas subterrâneas.** Brasília: CNPq, 1987.

SABROZA, P. C.; LEAL, M. C. Saúde, ambiente e desenvolvimento: alguns conceitos fundamentais. *In*: LEAL, M. C.; SABROZA, P. C.; RODRIGUEZ, R. H.; BUSS, P. M. (org.). **Saúde, ambiente e desenvolvimento.** São Paulo: Hucitec, 1992. v. 1, p. 45-93.

SACK, R. D. **Human territoriality: its theory and history.** Cambridge: Cambridge University Press, 1986.

SANTANA, P. **Geografia da saúde: contexto, evolução e perspectivas.** Coimbra: Imprensa da Universidade de Coimbra, 2004.

SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V. A.; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A.; CUNHA, T. J. F.; OLIVEIRA, J. B. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos.** 5. ed. rev. e ampl. Brasília, DF: Embrapa, 2018.

SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V. A.; OLIVEIRA, J. B.; COELHO, M. R.; LUMBRERAS, J. F.; CUNHA, T. J. F. **Sistema brasileiro de classificação de solos.** 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006.

SANTOS, M. **Por uma geografia nova.** São Paulo: Hucitec, 1978.

SANTOS, M. **Por uma outra globalização: do pensamento único à consciência universal.** 16. ed. Rio de Janeiro: Record, 2002.

SANTOS, S. M.; CHOR, D.; WERNECK, G. L.; COUTINHO, E. S. F. Associação entre fatores contextuais e autoavaliação de saúde: uma revisão sistemática de estudos multinível. **Cadernos de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 23, n. 11, p. 2533-2554, nov. 2007.

SILVA, C. R.; FIGUEIREDO, B. R.; CAPITANI, E. M.; CUNHA, F. G. **Geologia médica no Brasil: efeitos dos materiais e fatores geológicos na saúde humana, animal e meio ambiente.** Rio de Janeiro: CPRM, 2006.

SILVA, L. J. O conceito de espaço na epidemiologia das doenças infecciosas. **Cadernos de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 13, n. 4, p. 585-593, 1997.

SILVEIRA, M. L. O espaço geográfico: da Perspectiva Geométrica à Perspectiva Existencial. **GEOUSP - Espaço e Tempo**, São Paulo, v. 10, n. 2, p. 81-91, 2006. DOI: <https://doi.org/10.11606/issn.2179-0892.geosp.2006.73991>.

SOLDERA, B. C. **Monitoramento dos níveis freáticos do aquífero Bauru (Formação Adamantina) no município de Assis– SP**. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Geografia) - Universidade Estadual Paulista, Ourinhos, 2011.

SOUZA, M. A. A. **O território**: espaço vivido. São Paulo: Hucitec, 1995.

SMITH, F.; EKSTRAND, J. The occurrence and the chemistry of fluoride. *In: . In: FEJERSKOV, O.; EKSTRAND, J.; BURT, B. A. (ed.). **Fluoride in dentistry**. 2nd ed. Copenhagen: Munksgaard, 1996. p. 17-26.*

UFPA - UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ. **Hidrogeologia aplicada ao desenvolvimento sustentável na Amazônia**. Belém: UFPA, 2021.

WALSH, T.; WORTHINGTON, H. V.; GLENNY, A. M.; APPELBE, P.; MARINHO VC, SHI X. **Fluoride toothpastes of different concentrations for preventing dental caries in children and adolescents**. *Cochrane Database Syst Rev*.2010; 20;(1):CD007868.


WHITFORD, G. M. **The metabolism and toxicity of fluoride**. 2nd, rev. ed. Basel: Karger, 1996. (Monographs in Oral Science; v. 16).

WONDWOSSEN, F.; NORDREHAUG, A.; BARDBSEN, A.; BJORVATN, K. Perception of dental fluorosis among Ethiopian children and their mothers. **Acta Odontologica Scandinavica**, Stockholm, v. 61, n. 2, p. 81-6, Apr. 2003.

APÊNDICES

APÊNDICE A – BOLETIM GOIANO DE GEOGRAFIA



[BGG] Nova notificação de Boletim Goiano de Geografia Externa Caixa de entrada x 

Boletim Goiano de Geografia via Portal de Periódicos da UFG <noreply.bc@sistemas.ufg.br>
para mim ▾

seg., 24 de mar., 16:31 ☆ ↶

Você tem uma nova notificação de Boletim Goiano de Geografia:

Há novas atividades na discussão intitulada "Comentários para o editor" sobre a submissão "FLUORETO EM ÁGUA DE ABASTECIMENTO PÚBLICO":


Link: <https://revistas.ufg.br/bgg/authorDashboard/submission/80821>

Karla Maria Silva de Faria

APÊNDICE B – SUBMISSÃO À REVISTA CAMINHOS DE GEOGRAFIA



Agradecimento pela submissão Externa Caixa de entrada x 

 **no-reply@sistemas.ufu.br** 14:32 (há 7 minutos)  
para mim ▾

JOSILAINE AMANCIO CORCÓVIA:

Obrigado por submeter o manuscrito, "DISTRIBUIÇÃO DA CÁRIE DENTÁRIA EM CRIANÇAS BRASILEIRAS DE 12 ANOS: UMA ANÁLISE GEOGRÁFICA E O USO DO FLUORETO" ao periódico Caminhos de Geografia. Com o sistema de gerenciamento de periódicos on-line que estamos usando, você poderá acompanhar seu progresso através do processo editorial efetuando login no site do periódico:

URL da Submissão: <https://seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/authorDashboard/submission/77698>
Usuário: josilaine02

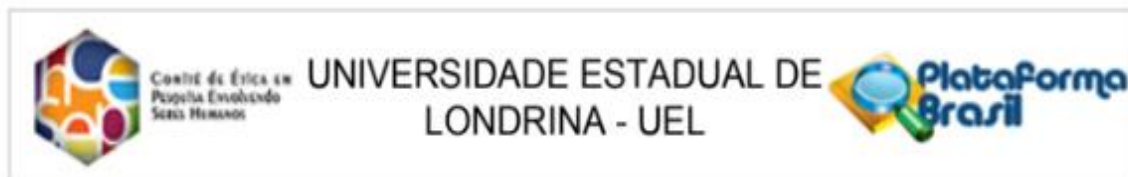
Lembre-se que **"autores que tenham submissões em andamento somente poderão realizar uma nova submissão após o recebimento do parecer final (aceitar ou rejeitar) daquelas que já estão em processo editorial na revista."**

Se você tiver alguma dúvida, entre em contato conosco. Agradecemos por considerar este periódico para publicar o seu trabalho.

Equipe Editorial da Revista Caminhos de Geografia

ANEXOS

ANEXO I - PARECER CONSUBSTANCIAL DO PROJETO

**PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP****DADOS DO PROJETO DE PESQUISA**

Titulo da Pesquisa: UM ESTUDO SOBRE O FLUORETO E METAIS PESADOS EM ÁGUAS DE ABASTECIMENTO PÚBLICO:
Implicações na saúde coletiva da Região do CISMEPAR-PR com base em dados hidrogeoquímicos.

Pesquisador: JOSILAINE AMANCIO CORCOVIA

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 69883623.7.0000.5231

Instituição Proponente: CCE - Departamento de Geociências

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

ANEXO III - FICHA DE EXAME BUCAL

 <p style="margin: 0;">UNIVERSIDADE ESTADUAL DE LONDRINA</p>	
CURSO DE ODONTOLOGIA	

FICHA DE EXAME																																																				
Examinador (a): _____																																																				
Município: _____ Estado: _____ Data do exame: ____/____/____																																																				
Escola: _____																																																				
NOME: _____																																																				
IDADE: _____ SEXO: _____ COR/RAÇA: _____																																																				
<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center; width: 50px;">18</td><td style="text-align: center; width: 50px;">17</td><td style="text-align: center; width: 50px;">16</td><td style="text-align: center; width: 50px;">15</td><td style="text-align: center; width: 50px;">14</td><td style="text-align: center; width: 50px;">13</td><td style="text-align: center; width: 50px;">12</td><td style="text-align: center; width: 50px;">11</td> <td style="text-align: center; width: 10px;">•</td> <td style="text-align: center; width: 50px;">21</td><td style="text-align: center; width: 50px;">22</td><td style="text-align: center; width: 50px;">23</td><td style="text-align: center; width: 50px;">24</td><td style="text-align: center; width: 50px;">25</td><td style="text-align: center; width: 50px;">26</td><td style="text-align: center; width: 50px;">27</td><td style="text-align: center; width: 50px;">28</td> </tr> <tr> <td style="border: 1px solid black; width: 50px; height: 30px;"></td><td style="border: 1px solid black; width: 50px; height: 30px;"></td><td style="border: 1px solid black; width: 50px; height: 30px;"></td><td style="border: 1px solid black; width: 50px; height: 30px;"></td><td style="border: 1px solid black; width: 50px; height: 30px;"></td><td style="border: 1px solid black; width: 50px; height: 30px;"></td><td style="border: 1px solid black; width: 50px; height: 30px;"></td><td style="border: 1px solid black; width: 50px; height: 30px;"></td> <td style="border: 1px solid black; width: 10px; height: 10px; text-align: center;">•</td> <td style="border: 1px solid black; width: 50px; height: 30px;"></td><td style="border: 1px solid black; width: 50px; height: 30px;"></td><td style="border: 1px solid black; width: 50px; height: 30px;"></td><td style="border: 1px solid black; width: 50px; height: 30px;"></td><td style="border: 1px solid black; width: 50px; height: 30px;"></td><td style="border: 1px solid black; width: 50px; height: 30px;"></td><td style="border: 1px solid black; width: 50px; height: 30px;"></td><td style="border: 1px solid black; width: 50px; height: 30px;"></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">48</td><td style="text-align: center;">47</td><td style="text-align: center;">46</td><td style="text-align: center;">45</td><td style="text-align: center;">44</td><td style="text-align: center;">43</td><td style="text-align: center;">42</td><td style="text-align: center;">41</td> <td style="text-align: center;">•</td> <td style="text-align: center;">31</td><td style="text-align: center;">32</td><td style="text-align: center;">33</td><td style="text-align: center;">34</td><td style="text-align: center;">35</td><td style="text-align: center;">36</td><td style="text-align: center;">37</td><td style="text-align: center;">38</td> </tr> </table>		18	17	16	15	14	13	12	11	•	21	22	23	24	25	26	27	28									•									48	47	46	45	44	43	42	41	•	31	32	33	34	35	36	37	38
18	17	16	15	14	13	12	11	•	21	22	23	24	25	26	27	28																																				
								•																																												
48	47	46	45	44	43	42	41	•	31	32	33	34	35	36	37	38																																				
<p>FLUOROSE</p> <p>0. Normal</p> <p>1. Questionável</p> <p>2. Muito leve</p> <p>3. Leve</p> <p>4. Moderada</p> <p>5. Severa</p> <p style="margin-top: 20px;">Índice de Dean: <input style="width: 50px; height: 30px;" type="text"/></p>	<p>CÁRIE DENTÁRIA</p> <p>C. Cariado: <input style="width: 30px; height: 25px;" type="text"/></p> <p style="text-align: center;">+</p> <p>P. Perdido: <input style="width: 30px; height: 25px;" type="text"/></p> <p style="text-align: center;">+</p> <p>O. Obturado: <input style="width: 30px; height: 25px;" type="text"/></p> <p style="text-align: center;">↓</p> <p>CPO-D: <input style="width: 50px; height: 30px;" type="text"/></p> <p style="margin-top: 10px;">X. Excluído: <input checked="" style="width: 30px; height: 25px;" type="checkbox"/></p>																																																			

Prof. Dr. Pablo Guilherme Caldarelli

ANEXO IV - AUTORIZAÇÃO PARA PESQUISA NAS ESCOLAS E COLÉGIOS



UNIVERSIDADE
ESTADUAL DE LONDRINA

AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA GEOGRÁFICA-ODONTOLÓGICA

TÍTULO DA PESQUISA: UM ESTUDO SOBRE O FLUORETO E METAIS PESADOS EM ÁGUAS DE ABASTECIMENTO PÚBLICO: Implicações na saúde coletiva da Região do CISMEPAR-PR com base em dados hidrogequímicos.

PESQUISADORES: Doutoranda Josilaine Amancio Corcovia; Doutor José Paulo Peccinini Pinese, Doutor Pablo Guilherme Caldarelli; mestrando Pedro Henrique Brustz Mafort e Célio de Azevedo Ferruchini.

ORIENTADOR/PESQUISADOR RESPONSÁVEL: Prof. Dr. José Paulo Peccinini Pinese

ORIENTADOR /PESQUISADOR RESPONSÁVEL PELA PESQUISA EM SAÚDE BUCAL:
Prof. Dr. Pablo Guilherme Caldarelli

OBJETIVO PRINCIPAL DA PESQUISA: O trabalho busca analisar a relação do consumo de fluoretos e metais pesados, por meio da água de abastecimento público na Região do CISMEPAR, com mapeamento da saúde bucal.

Documento assinado digitalmente
gov.br PABLO GUILHERME CALDARELLI
Data: 28/01/2025 08:11:38-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Londrina, 27/01/2025

Prof. Dr. Pablo Guilherme Caldarelli
Professor do Departamento de Medicina Oral e Odontologia Infantil (MOOI) da Universidade Estadual de Londrina (UEL)

Documento assinado digitalmente
gov.br JOSE PAULO PECCININI PINESE
Data: 28/01/2025 17:58:09-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. José Paulo Peccinini Pinese
Professor Orientador do Programa de Pós-Graduação em Geografia (Mestrado e Doutorado)
UEL

Documento assinado digitalmente
gov.br JOSILAINE AMANCIO CORCOVIA
Data: 29/01/2025 10:28:04-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Doutoranda Josilaine Amancio Corcovia
Pesquisadora do Programa de Pós-Graduação em Geografia
(UEL)

Aprovação do comitê de Ética nº CAAE:1 69883623.7.0000.5231
Autorizo a Equipe Odontológica da Universidade Estadual de Londrina para a realização da pesquisa
acima descrita

Assinatura do Responsável

ANEXO V - FICHA DE AUTORIZAÇÃO DOS ALUNOS – ESTUDO EPIDEMIOLÓGICO



PESQUISA CIENTÍFICA

Levantamento das Condições de Saúde Bucal da População**Brasileira de crianças na****Faixa-etária de 12 anos**


Londrina, ____ de _____ 2025

Prezado(a) Senhor(a),

Pedimos o favor de dedicar alguns minutos do seu tempo para ler este comunicado. A Universidade Estadual de Londrina (UEL), através do Programa de Pós-Graduação em Geografia (UEL) e do Curso de Odontologia (UEL) estão fazendo uma pesquisa sobre as condições de saúde bucal da população de crianças de 12 anos. Nessa investigação científica, serão examinados os dentes e as gengivas de crianças. O exame é uma observação da boca, feita na própria escola através da equipe técnica, com segurança e higiene, conforme normas da Organização Mundial da Saúde e do Ministério da Saúde. Não representa riscos nem desconforto para quem será examinado. Os dados individuais não serão divulgados em nenhuma hipótese, mas os resultados da pesquisa ajudarão muito a prevenir doenças bucais e melhorar a saúde de todos. Por isso, **sua colaboração, autorizando no quadro abaixo a realização do exame**, é muito importante. Esclarecemos que sua participação é decorrente de sua livre decisão após receber todas as informações que julgar necessárias. Você não será prejudicado de qualquer forma caso sua vontade seja de não colaborar até mesmo onde haja submissão à autoridade, como em quartéis ou escolas.

Esperamos contar com seu apoio, desde já agradecemos a todos os que se empenham para melhorar a saúde pública em nosso Estado e no Brasil.

Atenciosamente,

Documento assinado digitalmente
 PABLO GUILHERME CALDARELLI
 Data: 28/01/2025 08:11:38-0300
 Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Pablo Guilherme Caldarelli
Coordenação da Pesquisa

AUTORIZAÇÃO

Após ter sido informado sobre as características da pesquisa “*Levantamento das Condições de Saúde Bucal da população de Crianças na faixa-etária de “12 anos”*”, **AUTORIZO** a realização do exame em:

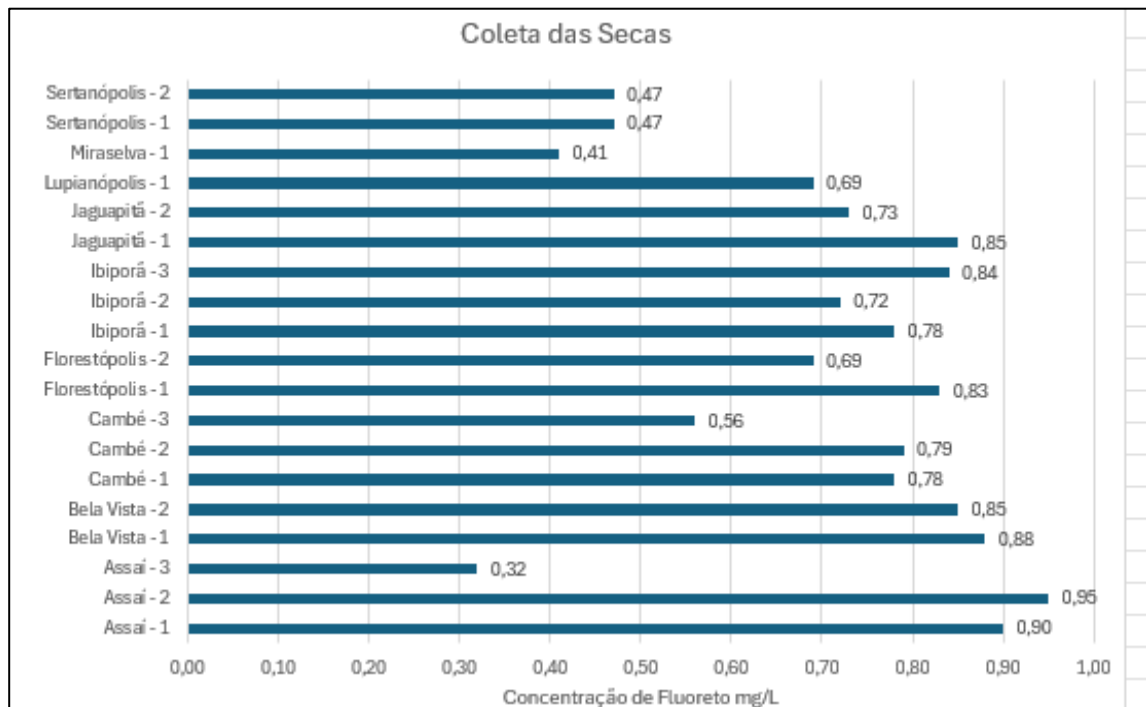
Em ____ de _____ de 2025.

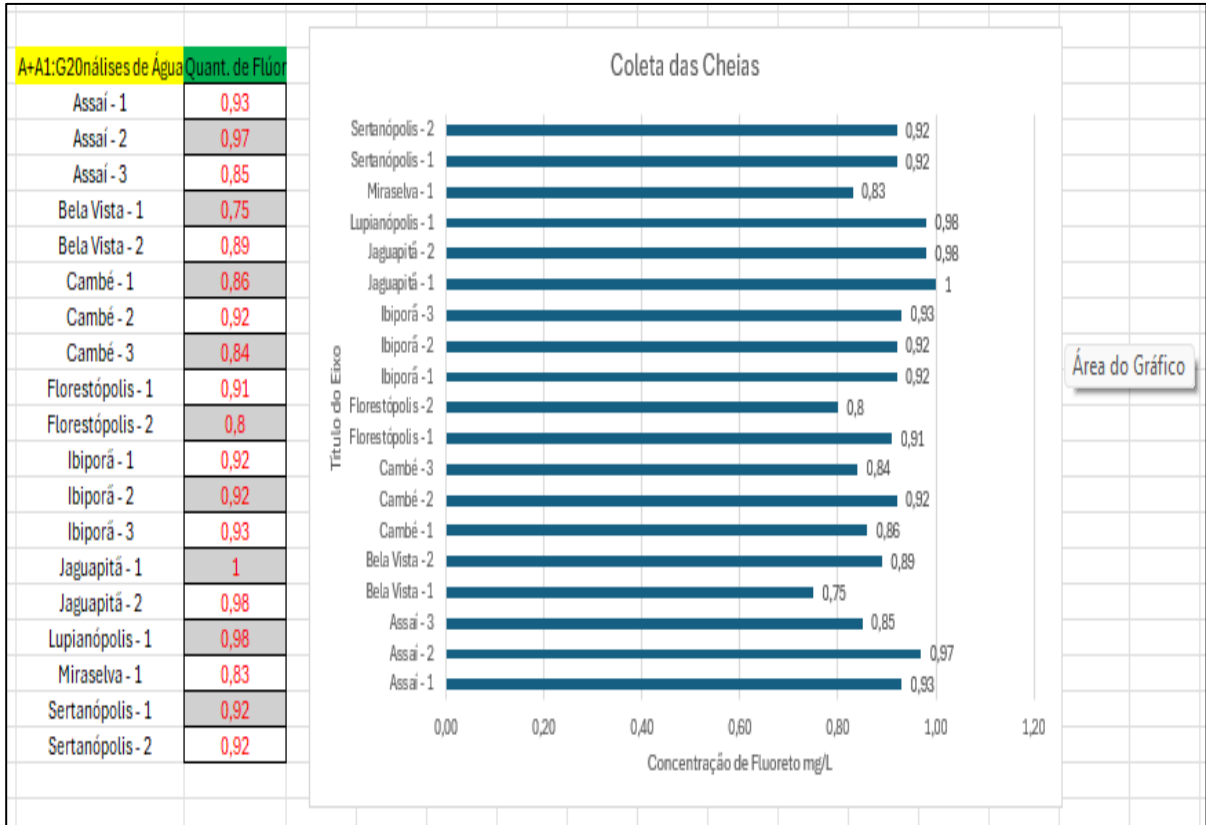
Nome do Responsável

Assinatura do Responsável

ANEXO VI - COLETA DE DADOS DOS PERÍODOS DE SECA (JULHO-2024) /CHEIA (JANEIRO-2025)

Forma de Abastecimento	Teor de Flúor- Seca	Teor de Flúor - Cheia	A+A1:G20 Análises de Água	Quant. de Flúor
superficial	0,90	0,93	Assaí - 1	0,90
superficial	0,95	0,97	Assaí - 2	0,95
superficial	0,32	0,85	Assaí - 3	0,32
mista	0,88	0,75	Bela Vista - 1	0,88
mista	0,85	0,89	Bela Vista - 2	0,85
superficial	0,78	0,86	Cambé - 1	0,78
superficial	0,79	0,92	Cambé - 2	0,79
superficial	0,56	0,84	Cambé - 3	0,56
superficial	0,83	0,91	Florestópolis - 1	0,83
superficial	0,69	0,8	Florestópolis - 2	0,69
mista	0,78	0,92	Ibiporã - 1	0,78
mista	0,72	0,92	Ibiporã - 2	0,72
mista	0,84	0,93	Ibiporã - 3	0,84
subterrânea	0,85	1	Jaguapitã - 1	0,85
subterrânea	0,73	0,98	Jaguapitã - 2	0,73
superficial	0,69	0,98	Lupianópolis - 1	0,69
superficial	0,41	0,83	Miraselva - 1	0,41
subterrânea	0,47	0,92	Sertãoópolis - 1	0,47
subterrânea	0,47	0,92	Sertãoópolis - 2	0,47





ANEXO VII - LIVRO INFANTIL

