



UNIVERSIDADE
ESTADUAL de LONDRINA

DIEGO VILA GUIMARÃES

**TEORES DE FLUORETO NA ÁGUA PARA CONSUMO
HUMANO NA 17ª REGIONAL DE SAÚDE DO PARANÁ
ENTRE OS ANOS DE 2014 E 2018:
VULNERABILIDADES E RISCOS À SAÚDE BUCAL**

Londrina
2020

DIEGO VILA GUIMARÃES

**TEORES DE FLUORETO NA ÁGUA PARA CONSUMO
HUMANO NA 17ª REGIONAL DE SAÚDE DO PARANÁ
ENTRE OS ANOS DE 2014 E 2018:
VULNERABILIDADES E RISCOS À SAÚDE BUCAL**

Tese de Doutorado em Geografia apresentado ao Programa de Pós-graduação em Geografia do Departamento de Geociências da Universidade Estadual de Londrina, como requisito parcial à obtenção do título de Doutor em Geografia.

Orientador: Prof. Dr. José Paulo P. Pinese

Londrina
2020

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

- D559 Guimarães, Diego Vila.
Teores de fluoreto na água para consumo humano na 17ª Regional de Saúde do Paraná entre os anos de 2014 e 2018 : vulnerabilidades e riscos à saúde bucal / Diego Vila Guimarães. - Londrina, 2020.
191 f.
- Orientador: José Paulo Peccinini Pinese.
Tese (Doutorado em Geografia) - Universidade Estadual de Londrina, Centro de Ciências Exatas, Programa de Pós-Graduação em Geografia, 2020.
Inclui bibliografia.
1. Riscos e vulnerabilidades - Tese. 2. Fluoreto - Tese. 3. Saúde bucal - Tese. 4. Água pra consumo - 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

DIEGO VILA GUIMARÃES

**TEORES DE FLUORETO NA ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO NA
17ª REGIONAL DE SAÚDE DO PARANÁ ENTRE OS ANOS DE 2014
E 2018:
VULNERABILIDADES E RISCOS À SAÚDE BUCAL**

Tese de Doutorado em Geografia apresentado ao Programa de Pós-graduação em Geografia do Departamento de Geociências da Universidade Estadual de Londrina, como requisito parcial à obtenção do título de Doutor em Geografia.

BANCA EXAMINADORA

Orientador: Prof. Dr. José Paulo P. Pinese
Universidade Estadual de Londrina – UEL

Profª. Drª. Nilza Freres Stipp
Universidade Estadual de Londrina – UEL

Prof. Dr. Christovam Barcellos
Fundação Oswaldo Cruz – FIOCRUZ

Prof. Dr. André Celligoi
Universidade Estadual de Londrina – UEL

Prof. Dr. Paulo César Rocha
Universidade Estadual Paulista - UNESP

Londrina, 29 de julho de 2020.

AGRADECIMENTOS

Primeiro agradecimento sem dúvidas é ao meu orientador e amigo Prof. Dr. José Paulo Pinese, com sua boa vontade aceitou a parceria quando procurado às pressas em 2015, a partir daquele momento se mostrou amigo, conselheiro e compreensivo com minhas imperfeições e aflições, tal qual um pai é para o filho.

Ao financiamento do projeto realizado por CEPED/SANEPAR/FUNESPAR, via Edital de Chamamento 01/2016, com a concessão de bolsas e compra de equipamentos. Ao CNPq (310.608/2017), CAPES-FCT (88881.156421/2017-01) e Fundação Araucária do Estado do Paraná, Brasil, pelo suporte financeiro através dos projetos do Convênio CNPq/Fundação Araucária: 61.0088/06-8 e Convênio Fundação Araucária/UEL: 063/08. Também dos projetos Fundação Araucária 15.880, 19.733 e 25.247.

À ANVISA, nominalmente ao Sr. Adalberto e Sr. Domingos, que com extrema generosidade nos forneceu os dados do SISAGUA, ajudou a contatar os técnicos municipais e dividiram o conhecimento e anseios sobre as operações da ANVISA na regional de saúde.

Aos que ajudaram de alguma forma no desenvolvimento técnico e teórico do trabalho, os professores Andre Celligoi, Marciel Lohmann e Pablo Caldarelli pelas contribuições na banca de qualificação. À professora Maria Luiza que contribuiu nas discussões odontológicas juntamente com o professor Pablo. Aos professores do departamento de Química João Carlos Alves e Carlos Alberto Camara e da aluna Vanessa que contribuíram para as análises químicas além do contato com a ANVISA. Aos alunos de IC do lab. de Geoquímica, em especial ao William, que contribuiu muito para a formação do banco de dados.

Aos professores da banca de defesa pela grande contribuição científica, elogios, críticas e sugestões. Ter nomes como dos professores Nilza Freres Stipp, Christovam Barcellos, André Celligoi e Paulo César Rocha como colaboradores finais desse trabalho me enche de esperança para os próximos projetos, obrigado por toda atenção dada em cada detalhe.

Aos meus amigos do Sapia, que sempre dispuseram um momento de distração e resenha, vocês são demais. Aos amigos do Laboratório de Geoquímica, Polar, Vini e Wil, pelas tantas conversas, viagens e levantamentos, vocês foram fundamentais nesse processo e desejo todo sucesso profissional possível a vocês. Aos amigos de IAPAR, principalmente ao coordenador e amigo João Caviglione (em memória), grande incentivador da ciência e em especial dessa tese, sua atenção e dedicação comigo está eternizada em meu coração, muito obrigado.

Por último e não menos importante obrigado a minha mãe, Suzana, por seus exemplos e grandiosa generosidade, meu irmão Tiago conselheiro e exemplo, meu pai Marcos amigo e dedicado, minha avó Valdomira pelo modelo de mãe e matriarca, que se preocupa com cada detalhe da minha vida e a todos os integrantes da minha família, que se fizeram presentes fisicamente ou em orações, muito OBRIGADO. Em especial à minha companheira, sua serenidade e apoio diário me fortaleceram, obrigado Andressa, a tese não sairia sem a sua paciência em minhas faltas.

GUIMARAES, Diego Vila. **Teores de fluoreto na água para consumo humano na 17ª 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.

RESUMO

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 a cárie, contudo o consumo de altos teores de fluoreto pode-se desenvolver a fluorose dentária. Essa relação de risco e benefício no consumo de fluoretos é tema desse trabalho, que compila dados de abastecimento, teores de fluoreto em água para consumo e dados socioeconômicos, na tentativa de compreender o cenário de risco à saúde bucal na 17ª Regional de Saúde do Paraná. A principal fonte de dados da presente tese é pautada pelo controle realizado pela ANVISA, disponibilizado via SISAGUA. Complementarmente foram realizados trabalhos in locus objetivando a identificação de potencialidades e deficiências nas coletas realizadas pela ANVISA. Entre os anos de 2014 e 2018 a ANVISA coletou e analisou para fluoreto 12.321 amostras nos 21 municípios da regional, 6.936 amostras de água fluoretada e 5.381 de fontes naturais. De posse destes dados se realizaram procedimentos estatísticos e de geoprocessamento, para conhecimento das condicionantes de origem natural (geogenética) ou alterações relacionadas à fluoretação (tecnogenéticas) que influem nos teores de fluoretos da água consumida. Quanto às amostras coletadas de fontes naturais somente 3,1% estavam dentro dos teores tido como valor de referência para o trabalho (entre 0,6 e 0,8 mg/L), 2,4% acima e 94,4% apresentaram teores de concentração abaixo do indicado para benefício a saúde bucal. As nascentes tiveram maior média de concentração de fluoreto (0,37 mg/L) seguidos por poços cacimba (0,14 mg/L) e poços tubulares (0,13 mg/L), evidenciando que a água natural consumida na regional é pouco rica em fluoretos. Cabe ressaltar que mapeamento acusou áreas com teores mais altos que os valores de referência, como nos municípios de Londrina, Assaí e Bela Vista do Paraíso. Quanto a água tratada, 66,7% das amostras estavam fora do valor de referência, sendo que Miraselva, Prado Ferreira, Jaguapitã e Alvorada do Sul se destacaram como municípios que praticam baixos teores de concentração em seus SAA, em contraponto Londrina, Ibiporã e Cafeara foram aqueles com maior percentual de amostras acima do valor de referência. Nesses casos há eficácia no combate a cárie, porém há maior propensão ao desenvolvimento de fluorose dentária. Ao relacionar os dados de consumo de fluoretos em SAA e socioeconômicos se construiu uma cartografia das vulnerabilidades e riscos à cárie na regional, tendo como destaque os municípios de Prado Ferreira e Miraselva com alto percentual de população em classes de risco Alta a Muito Alta. Evidenciou-se também que o eixo de aglomeração urbana (Rolândia, Cambé, Londrina e Ibiporã) apresenta população menos exposta, proporcionalmente, à riscos a cárie, mas as áreas de conurbação urbana denotaram maior ocorrência nas classes de risco à cárie Alta a Muito Alta.

Palavras-chave: Fluoreto. Saúde bucal. Riscos e vulnerabilidades. 17ª Regional de Saúde do Paraná. Água para consumo.

GUIMARAES, Diego Vila. **Fluoride content in water for human consumption at the 17th Health Regional: vulnerabilities and risks to oral health.** 2020. 201 p. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2020.

ABSTRACT

Fluorine occurs naturally in water, with a greater or lesser concentration according to the natural context of the water source. Fluoridation has occurred since the 1970s in Brazil, as a measure to combat caries, but as a result of the consumption of high fluoride levels in water, dental fluorosis occurs. This relationship of risk and health benefit of fluoride consumption is the theme of this work, which compiles data on supply, fluoride concentration and socioeconomic factors in an attempt to understand the scenario of risk to oral health in the 17th Regional Health of Paraná. The main source of data for this thesis is based on the control carried out by ANVISA, made available by SISAGUA, in addition, work was carried out in locus aiming at the identification of potentialities and deficiencies in the collections carried out by ANVISA. Between 2014 and 2018, ANVISA collected and analyzed 12.321 samples for fluoride in the 21 municipalities in the region, 6.936 samples of fluoridated water and 5.381 from natural sources. From the data, it was possible to carry out statistical and geoprocessing procedures, to know the conditions of natural origin (geogenetic) or changes related to fluoridation (tenogenetic) that influence the fluoride content of the water consumed. As for the samples collected from natural sources, only 3,1% were within the levels considered as the reference value for the work (between 0,6 and 0,8 mg / L), 2,4% above and 94,4% had levels concentration below that indicated by the work for better risk and health benefit. In natural water the headwaters had the highest average fluoride concentration (0,37 mg / L) followed by cacimba wells (0,14 mg / L) and tubular wells (0,13 mg / L), showing that the natural water consumed in regional it is not very rich in fluorides, but the mapping showed areas with higher levels than the average in the region, such as in the municipalities of Londrina, Assaí and Bela Vista do Paraíso. As for treated water, 66,7% of the samples were outside the reference value Miraselva, Prado Ferreira, Jaguapitã and Alvorada do Sul stood out as municipalities that practice low concentration levels in their SAA, in contrast to Londrina, Ibiporã and Cafeara, however, there is a greater propensity for the development of dental fluorosis in these populations. with a higher percentage of samples above the reference value. By relating the data on fluoride consumption in SAA and socioeconomic data, building a mapping of vulnerabilities and risks to caries in the region was produced, highlighting the municipalities of Prado Ferreira and Miraselva with a high percentage of population in High to Very High risk classes. It was also evident that the urban agglomeration axis (Rolândia, Cambé, Londrina and Ibiporã) are those with a population less exposed, proportionally, to caries risks, however the urban conurbation areas showed a higher occurrence in the classes of higher caries risk.

Keywords: Fluoride. Oral health. Risks and vulnerabilities. 17th Regional Health of Paraná. Drinking water.

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1	Gráfico de tendências encontradas nos trabalhos analisados - conforme Barcellos e Bastos (1996).....	24
Figura 2.2	Taxa de mortalidade de crianças até 5 anos no mundo - Países Industrializados, em Desenvolvidos e Menos Desenvolvidos.....	35
Figura 4.1	Esquema de inserção de fluoreto no processo de controle a cárie	47
Figura 4.2	Ciências principais em Saúde Pública	57
Figura 5.1	Mapa de Localização dos Municípios da 17RS	62
Figura 5.2	Mapa Geológico da 17RS	64
Figura 5.3	Carta de distribuição e extensão dos aquíferos da 17RS	70
Figura 5.4	Carta de Distribuição das Bacias Hidrográficas da 17RS	73
Figura 5.5	Gráfico da Evolução populacional por situação de domicílios - Censos 1970 – 2010	75
Figura 5.6	Gráfico Comparativo de Pop. em Área Urbana e Rural por Municípios da 17RS	77
Figura 5.7	Densidade demográfica na 17RS de Paraná.....	79
Figura 5.8	Gráfico do índice CPO-D (Dentes cariados perdidos ou obturados) aos 12 anos de idade em 1986, 2003 e 2010, segundo as regiões brasileiras	82
Figura 5.9	Percentual de domicílios por forma de abastecimento - Censo 2010	106
Figura 5.10	Gráfico do Percentual de outorgas para consumo humano por tipo de fonte – 2019	107
Figura 5.11	Gráfico do Percentual de captação de água outorgada por tipo de fonte	108
Figura 5.12	Gráfico da Vazão média (m ³ /hr) por tipo de fonte de abastecimento na 17RS – SISAGUA.....	109
Figura 5.13	Quantidade de habitantes por tipo de fonte de abastecimento - IBGE e SIAGUA.....	110
Figura 5.14	Carta de distribuição dos tipos de fontes e responsáveis pelo abastecimento na 17RS.....	111

Figura 6.1	Potenciometria direta com eletrodo seletivo para íons de fluoreto.....	87
Figura 6.2	Gráfico da quantidade de amostras analisadas para concentração de fluoreto com coordenadas coletadas pela VS e pelo projeto entre 2014 e 2018	90
Figura 6.3	Coleta de água consumida em escola na cidade de Centenário do Sul	93
Figura 6.4	Coleta de água subterrânea na área rural de Jataizinho	93
Figura 6.5	Armazenamento, identificação e aferição de coordenadas das amostras na cidade de Cafeara	94
Figura 6.6	Técnica de junção espacial (spatial join) para contagem de pontos amostrais em limite vetorial.....	97
Figura 7.1	Gráfico Percentual de amostras coletadas por formas de abastecimento e zona de coleta - 2014 – 2018	113
Figura 7.2	Gráfico Percentual de fontes de coleta em área rural e urbana - 2014 – 2018.....	114
Figura 7.3	Percentual de amostras fluoretadas por tipo de fonte - SISAGUA - 2014 a 2018.....	116
Figura 7.4	Percentual de amostras coletadas em zona rural e urbana por cidade - SISGUA - 2014 a 2018.....	117
Figura 7.5	Gráfico com percentual de amostras de água não fluoretada por faixas de concentração de fluoreto - 2014 – 2018	119
Figura 7.6	Gráfico do percentual de amostras por faixa de concentração e tipo de fonte coletada – entre 2014 e 2018.....	121
Figura 7.7	Gráfico comparativo entre máximas e médias de fluoreto em águas naturais por tipo de fonte.....	122
Figura 7.8	Mapa da concentração natural de fluoreto em poços cacimba na 17RS.....	126
Figura 7.9	Mapa de concentração natural de fluoretos em poços tubulares	128
Figura 7.10	Mapa de concentração natural de fluoretos em nascentes NA 17RS.....	130
Figura 7.11	Faixas de concentração de fluoretos em SAA - 2014 a 2018 ..	132

Figura 7.12	Gráfico do percentual de amostras por faixas de concentração fluoreto por ano coletado - SISAGUA - 2014 a 2018	133
Figura 7.13	Gráfico com porcentagem de amostras por faixas de concentração de fluoreto em SAA na 17RS entre 2014 e 2018.....	136
Figura 7.14	Mapa da Média de concentração de fluoreto em amostras de SAA na 17RS entre 2014 e 2018 – método regional de análise.....	139
Figura 7.15	Faixas de concentração média de fluoretos em saa por percentual de população exposta na 17rs - entre 2014 e 2018 – escala de análise municipal	141
Figura 7.16	Mapa da média de fluoretos em SAA por setor censitário – municípios noroeste da 17RS	145
Figura 7.17	Mapa da média de fluoretos em SAA por setor censitário – municípios Leste e oeste	146
Figura 7.18	Mapa da média de fluoretos em SAA por setor censitário – eixo de aglomeração urbana e centro-sul.....	147
Figura 7.19	Mapas dos teores de fluoretos em SAA interpolados de 2014 a 2018.....	150
Figura 7.20	Mapas dos teores de fluoretos em SAA interpolados de todas as amostras coletadas entre 2014 e 2018	151
Figura 7.21	Histograma da Frequência de setores censitários por classes percentuais e valores ponderados por classe percentual de responsáveis analfabetos	153
Figura 7.22	Mapa do percentual de domicílios com responsável analfabeto por setor censitário – censo 2010	155
Figura 7.23	Histograma da frequência de setores por classes percentuais e valores ponderados de domicílios com renda mensal de até 1 sál. Mínimo.....	156
Figura 7.24	Mapa do percentual de domicílios com renda até 1 sál. mínimo por setor censitário – censo 2010	157
Figura 7.25	Histograma da frequência de setores por grau de vulnerabilidade socioeconômica na 17RS	158
Figura 7.26	Mapa de vulnerabilidade socioeconômica da 17RS	159

Figura 7.27	Mapa da Vulnerabilidade socioeconômica no eixo de aglomeração urbana da 17rs.....	160
Figura 7.28	Gráfico percentual de setores por classes de Vulnerabilidades e riscos a cárie na 17RS	161
Figura 7.29	Gráfico percentual de hab. por classe de Vulnerabilidades e riscos a cárie na 17RS	162
Figura 7.30	Espaços de vulnerabilidades e risco a cárie no eixo conurbado da 17RS	165
Figura 7.31	Espaços de vulnerabilidades e risco a Cárie em Municípios do centro- oeste da 17rs	166
Figura 7.32	Espaços de vulnerabilidades e risco a cárie em municípios do noroeste da 17RS	167
Figura 7.33	Comparativo entre os dados de vulnerabilidade, concentração média de fluoreto em saa e índice de vulnerabilidades e risco a cárie na cidade de Jataizinho.....	168

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1	Trabalhos analisados no levantamento bibliográfico, para determinação de tendências atuais, conforme Barcellos e Bastos (1996).....	29
Tabela 3.1	Possíveis doenças causadas por elementos químicos segundo Selinus (2005)	38
Tabela 3.2	Limites de fluoretos na água para distribuição conforme Média de temperatura diária	44
Tabela 4.1	Classificação dentária do índice de Dean	53
Tabela 5.1	Quantidade e percentual de habitantes por município na 17Rs.....	76
Tabela 6.1	Normativas sobre a dosagem de concentrações de fluoreto para água consumida no Brasil	103
Tabela 7.1	Quantitativo de coletas realizadas por tipo de fonte e zona de coleta – 2014 – 2018.....	112
Tabela 7.2	Quantitativo e percentual de amostras fluoretadas por zona coletada – 2014 – 2018.....	115
Tabela 7.3	Média, máxima e desvio padrão em concentração de fluoreto de amostras de água natural por tipo de fonte e município – entre 2014 e 2018	124
Tabela 7.4	Comparativo entre o quantitativo de habitantes expostos a concentrações fora do padrão das SAA de acordo com a escala de análise regional e municipal	141
Tabela 7.5	Percentual de população urbana que consumiu água com teores de fluoreto fora do valor de referência entre 2014 e 2018 na 17rs – método de análise municipal.....	142
Tabela 7.6	Percentual de setores censitários por município e níveis de risco a cárie na 17RS	163
Tabela 7.7	Teor Médio, mínimo e máximo de fluoreto encontrado em água bruta em levantamentos in loco na 17RS.....	169
Tabela 7.8	Teor Médio, mínimo e máximo de fluoreto encontrado em água tratada em levantamentos in loco na 17RS.....	170
Tabela 7.9	Índice de fluoretos em amostras coletadas em água tratada por administrador do sistema de abastecimento	171

LISTA DE SIGLAS

17RS 17 ^a	Regional de Saúde do Estado do Paraná
ANVISA	Agencia Nacional de Vigilância Sanitária
CDC	Center of Diseases Control
CPO D	Índice de Dentes Cariados, Perdidos e Obturados
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	Iverse Distance Weighted
IQA	Índice de Qualidade da Água
ITCG	Instituto de Terras Cartografia e Geologia do Paraná
mg/L	Miligramas por litro
MS	Ministério da Saúde
SAA	Sistema de Abastecimento de Água
SAC	Sistema Alternativo Coletivo
SAG	Sistema Aquífero Guarani
SAI	Sistema Alternativo Individual
SANEPAR	Companhia de Saneamento do Paraná
SASG	Sistema de Aquífero Serra Geral
SciELO	The Scientific Electronic Library Online
SIG	Sistema de Informações Geográficas
SISAGUA	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
VIGIAGUA	Programa Nacional de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano
VS	Vigilância Sanitária
WHO	Word Health Organization

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	8
2	OBJETIVOS	12
2.1	OBJETIVO GERAL	12
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	12
3	GEOGRAFIA DA SAÚDE	13
3.1	O GEOPROCESSAMENTO DE DADOS DE SAÚDE	19
3.2	GEOGRAFIA DA SAÚDE E SUAS CONTRIBUIÇÕES RECENTES	23
3.3	VULNERABILIDADES E RISCO AMBIENTAL: ÁGUA, GEOGRAFIA E SAÚDE.....	31
4	GEOLOGIA MÉDICA	37
4.1	FLÚOR GEOGÊNICO.....	39
4.2	FLÚOR ANTROPOGÊNICO	42
5	AÇÃO DO FLUORETO NA CAVIDADE BUCAL	45
5.1	A CÁRIE COMO AGRAVO DE SAÚDE COLETIVA	49
5.2	FLUORETO E FLUOROSE.....	52
5.3	ANVISA E O CONTROLE DA QUALIDADE DE ÁGUA	55
6	ALGUMAS CARACTERÍSTICAS GEOGRÁFICAS DA 17ª REGIONAL DE SAÚDE	59
6.1	GEOLOGIA	62
6.1.1	Grupo Passa Dois (Permiano).....	64
6.1.2	Grupo São Bento (Mesozoico: Jurássico Superior- Cretáceo Inferior) ...	65
6.1.3	Grupo Bauru (Mesozóico – Cretáceo Superior).....	66
6.2	HIDROGEOLOGIA	67
6.3	HIDROGRAFIA	72
6.4	DEMOGRAFIA E DISTRIBUIÇÃO POPULACIONAL	74
6.5	LEVANTAMENTOS EPIDEMIOLÓGICOS DA SAÚDE BUCAL NA REGIONAL	79
7	MATERIAIS E MÉTODOS	84

7.1	DADOS DO SISAGUA.....	85
7.2	DADOS COLETADOS EM CAMPO	91
7.3	TÉCNICAS EM GEOPROCESSAMENTO.....	94
7.3.1	Médias De Consumo De Fluoretos Em SAA Por Junção Espacial.....	96
7.3.2	Riscos E Vulnerabilidades Por Sobreposição Ponderada De Mapas E Classificação Por Quebras Naturais	98
7.3.3	Interpolação Por Método IDW	101
7.4	ESTATÍSTICA DESCRITIVA	102
8	RESULTADOS E DISCUSSÕES	105
8.1	FORMAS DE CONSUMO DE ÁGUA	105
8.2	COBERTURA DAS AMOSTRAGENS DO VIGIAGUA NA 17RS	111
8.3	TEOR DE CONCENTRAÇÃO DE FLUORETO EM ÁGUA NATURAL	118
8.3.1	Espacialização Dos Teores De Fluoretos Em Águas Naturais	124
8.4	CONSUMO DE FLUORETOS EM ÁGUA DE ABASTECIMENTO	131
8.4.1	Espacialização Do Consumo De Fluoretos em SAA	137
8.4.2	Variabilidade de Fluoreto em SAA.....	148
8.4.3	Espaços De Vulnerabilidade Ao Baixo Consumo De Fluoreto Em Sistema De Abastecimento Urbano.....	151
8.4.4	Analfabetismo	153
8.4.5	Renda Mensal	155
8.4.6	Vulnerabilidade	157
8.5	ESPAÇOS DE VULNERABILIDADE SOCIOECONÔMICA E RISCOS A CÁRIE PELO BAIXO CONSUMO DE FLUORETOS EM SAA	160
8.6	LEVANTAMENTOS IN LOCO	169
9	CONSIDERAÇÕES FINAIS	171
	REFERÊNCIAS	177

1. INTRODUÇÃO

O flúor é um elemento químico que ocorre naturalmente no ambiente, originado das rochas e diluído em solução na água, os íons de fluoreto estão na dieta humana via consumo de água e alimentos, seja ela naturalmente rica em fluoretos ou inseridas artificialmente por tratamento de água.

A fluoretação foi introduzida no Brasil a partir da década de 1970, na tentativa de controle a cárie, com a constatação realizada em outras regiões do planeta da correlação entre altos níveis de fluoreto naturais e baixa ocorrência de cárie em populações que consumiam das fontes de água rica em flúor. O consumo de fluoretos se dá de forma positiva em caso de um bom controle e vigilância desse elemento na água tratada ou *in natura*, estudos epidemiológicos (VENTURINI, *et al.*, 2016; FRAZÃO *et al.*, 2018; CALDARELLI, 2016; MALTZ, *et al.*, 2016; CORTELLAZZI *et al.*, 2009; CURY, 2001) evidenciam uma queda na média de dentes cariados por pessoa, após o início da fluoretação de água tratada desde a década de 1970.

Pires (2008) constatou casos de fluorose dentária severa, na população de uma comunidade do Norte do Paraná. Nessa localidade, se verificou anomalias de fluoretos em água utilizada para abastecimento público, o que causou a disseminação dessa doença de forma endêmica, sendo essa, outra face do consumo de fluoretos, quando suas concentrações extrapolam o indicado para consumo.

Assim, há tanto na água fluoretada pela ação humana, como na água *in natura*, potencialidades para controle da cárie, se consumida em uma dosagem adequada, ou, para desenvolvimento de algum nível de fluorose, por isso o limiar entre situações positivas ou negativas a saúde dependem do controle e gestão de fluoretos na água consumida.

Essa condicionante é entendida como o risco e o benefício de consumo de fluoretos, pois se assume- o risco de aumento de fluorose em populações com água fluoretada, para a diminuição da cárie, esta última considerada a principal doença no âmbito odontológico.

Nesse contexto, há a questão socioeconômica, pois determinadas populações podem ser mais vulneráveis ao desenvolvimento de cáries. A tese aqui apresentada

parte do pressuposto que determinada fatia da população está mais exposta a condicionantes naturais e antrópicas ligadas à água consumida, em diferentes escalas e contextos socioeconômicos.

Ao considerar a vulnerabilidade como a capacidade da população de absorver impactos ambientais em diferentes contextos socioeconômicos (CUNHA e DIMUCCIO, 2002; MARANDOLA e HOGAN, 2004; BURTON, KATES e WHITE, 1978; MENDONÇA, 2004), há um devido agravante quando o assunto é o consumo de água, pois se considera para indicadores de vulnerabilidades e risco, além de outras variáveis socioeconômicas, o acesso a serviços de abastecimento e esgotamento sanitário, não havendo menção sobre a qualidade da água consumida, que também pode ter impacto relevante na saúde humana dependendo da situação socioeconômica.

Foram constatados, em trabalhos científicos anteriores, que há altas concentrações de fluoreto e outros elementos químicos, que ocorrem nas águas da região Norte do Estado do Paraná. Pires (2008) Alievi (2012), Ross (2014), Nascimento (2015), Pinese *et al.* (2017 e 2019) observaram a ocorrência de áreas de anomalias geoquímicas de determinados elementos, com ocorrência natural em águas subterrâneas e superficiais.

Segundo Licht (1983) pode ser considerada anomalia geoquímica aquela que ocorre em concentrações fora dos padrões de determinado local. Dessa maneira, entende-se que o consumo dessas substâncias com concentração anômala pode oferecer risco à saúde.

No caso dos fluoretos, a inserção de maiores concentrações pelo tratamento em Estações de Tratamento de Água (ETA), chamada de fluoretação, conforme a lei nº 6.050/74, pode ampliar a exposição ao elemento e gerar situações de risco. A intenção, na lei promulgada em 1974, foi adicionar, à água consumida, concentração de fluoreto suficiente para o controle da cárie no país, conforme Cury (2001, p.42) há indícios de correlação temporal entre o início da fluoretação e a queda da média de dentes cariados por paciente.

Para tal afirmação, Jayme Cury realizou levantamentos odontológicos para quantificação de Dentes Cariados, Perdidos ou Obturados (CPO-D), durante as últimas décadas na cidade de Piracicaba-SP, que tem sua água fluoretada desde a década de 1970. Em suma, na década de 1970 eram encontrados em média nos

pacientes 6,7 dentes cariados e esse número caiu para 1,5 na década de 2000, após 30 anos de fluoretação da água de abastecimento público, o que indica possível benefício da fluoretação para o controle de cárie.

Situações investigativas sobre a exposição de fluoreto é comum em trabalhos epidemiológicos na área da saúde bucal, sendo que muitos estudos indicam para a queda da média de dentes cariados, e aponta, para a fluorose como um problema que afeta uma pequena parte da população e muitas vezes em casos leve de severidade, conforme a Pesquisa Nacional de Saúde Bucal (2010).

Nesse sentido, a hipótese dessa tese é de que determinadas populações consomem níveis inadequados de fluoreto pela água, considerando o princípio do risco e benefício, no qual entende-se que o fluoreto em excesso pode causar fluorose dentária em diferentes níveis de severidade, enquanto a falta desse, pode sugerir uma população que sofra mais com os problemas ligados a cárie dental.

Como objeto geográfico de estudo, escolheu-se a 17ª regional de Saúde do Paraná, para a qual foram determinados, em trabalhos anteriores, áreas com excesso natural de fluoreto em água para consumo, porém tais trabalhos não trouxeram a fundo a discussão sobre a falta de fluoretos e a condição socioeconômica da população.

A regional estudada engloba 21 municípios do Norte do estado, regionalização a qual faz parte do projeto de universalização dos serviços de saúde pública no Brasil, Lei 8.080 de 1990, na qual dentre as ações do Sistema Único de Saúde prevê a regionalização e hierarquização do sistema. Outra ação que a lei prevê “[...] é a identificação e divulgação dos fatores condicionantes e determinantes da saúde”, sendo esse trecho a principal motivação para o presente trabalho.

Cabe observar todo o contexto socioeconômico da regional que envolve acentuado processo de metropolização no eixo conurbado no entorno da cidade de Londrina, em detrimento, a centros urbanos menores, mais distantes dessa centralidade.

A tese aqui apresentada justifica-se, também, pela quantidade diminuta de trabalhos que relacionam a exposição ao consumo de fluoretos, condicionantes socioespaciais, como a vulnerabilidade, e dados oficiais, que contribuam ao entendimento do risco e benefício à saúde bucal quanto a cárie/fluoreto e fluorose/fluoreto.

O entendimento dessa relação pode ajudar na discussão sobre o limiar de consumo de fluoreto pela água, visto que no Estado do Paraná e em alguns outros brasileiros, não há normatização definida, remetendo esse cálculo à normativas nacionais, que por sua vez segue modelos internacionais.

Entendeu-se, com o desenvolvimento teórico sobre a saúde bucal, que havia uma lacuna de conhecimento sobre a relação entre espacialidade do consumo de fluoretos e os fatores socioeconômicos.

Há populações com características socioeconômicas distintas, expostas a diferentes níveis de concentração de fluoreto, aliado ao fato de não haver planejamento ou ações que considerem essas diferenças sociais no âmbito da distribuição de água e saúde coletiva.

Observada essa problemática buscou-se, um melhor entendimento das ocorrências naturais e antrópicas, de fluoretos na água consumida na 17RS, assim como, a tentativa de contribuir com a comunidade local e entidades que fazem a gestão, fiscalização e pesquisas científicas sobre a qualidade da água e a saúde bucal. Por meio de ferramentas teórico-metodológicas da geografia da saúde e geologia médica.

A Geografia da Saúde, como uma vertente da Geografia, pode ser utilizada de forma aprofundada no planejamento de ações em saúde coletiva, capaz de analisar, avaliar, mensurar e espacializar, em escala regional e local, possíveis áreas de intervenção, para estudos epidemiológicos e ações do poder público, frente as necessidades e especificidades geográficas.

Foram gerados subsídios que podem ser relevantes para trabalhos multidisciplinares e geográficos, que se interessem na saúde pública local, além de investigações epidemiológicas principalmente da saúde bucal. Formulou a partir de um banco de dados de concentrações de fluoreto entre 2014 e 2018, disponibilizados via parceria com a ANVISA, cenários e locais de vulnerabilidades e riscos a exposição natural e antrópica pelo consumo da água na 17RS.

Também foram levantados dados primários de concentração de fluoreto e acompanhamento de levantamento de amostras pelos técnicos da Vigilância Sanitária dos municípios da 17RS. Em ações conjuntas com a regional foram verificadas deficiências nas coletas no tocante às informações espaciais, como

forma de extensão do projeto à sociedade, onde se realizaram orientações juntos aos técnicos responsáveis pelas coletas.

A tese aqui apresentada, está vinculada ao projeto maior de pesquisa intitulado: “Riscos Ambientais e à Saúde devido ao teor anormal de Flúor nas Águas da Região de Londrina (PR)”, no qual estão envolvidos os Departamentos de Química, Geografia, Medicina e Curso de Odontologia da UEL e da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Londrina (UTFPR), contou com o apoio financeiro parcial da Fundação de Apoio ao Desenvolvimento da Universidade Estadual do Paraná (FUNESPAR) e da empresa estatal de abastecimento público, Companhia de Saneamento do Paraná (SANEPAR), além da Fundação Araucária.

Dessa maneira, a parceria entre ANVISA e universidades, se insere no contexto do projeto de pesquisa, que procura produzir dados e informações necessárias para o controle das concentrações de fluoretos, como parte do processo de vigilância à saúde coletiva, tendo nesse conjunto principal o geógrafo e o escopo científico que permite atuar por metodologias de análises espaciais, com a finalidade de dar respaldo à sociedade e atuar junto às entidades que controlam a qualidade e o consumo de água na regional.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Contribuir de forma teórico-metodológica para o conhecimento e a relação do consumo de fluoretos por meio da água, nas especificidades geográficas da 17RS e seus possíveis desdobramentos a saúde bucal, no período entre 2014 e 2018.

2.2 Objetivos específicos

- Compreender as ocorrências naturais e antrópicas, de fluoretos na água consumida na 17RS;
- Gerar parâmetros estatísticos, para quantificar e localizar a exposição ao consumo de fluoreto na regional
- 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 a cárie e fluorose na regional.

3. GEOGRAFIA DA SAÚDE

Ao longo da história a Geografia teve importância na área da saúde auxiliando na correlação e sistematização de informações com dimensões sociais e ambientais, pertinentes ao espaço e doenças.

Max Sorre (1961) definiu a Geografia como a ciência que descreve a Terra e tudo que contém nessa, englobando o que está na sua superfície. Sua análise sobre a definição de Geografia e seu lugar como ciência, menciona a Geografia Física como a que estuda os elementos inertes, a Geografia Biológica preocupada com os seres vivos e a Humana como a que se preocupa com o homem e suas obras, no ponto de vista de sua distribuição.

Essa observação de Sorre é pertinente ao contexto aqui proposto, pois a Geografia da Saúde, tem sua base nas análises sobre as ações humanas mais as ocorrências naturais, que podem culminar em alterações à saúde coletiva. Os principais estudos da Geografia Física, Humana e Biológica, apontadas por Sorre, podem contribuir em uma análise espacial que visa entender a dinâmica de riscos à saúde, sejam naturais e/ou oriundos da ação humana.

Segundo Mendonça *et al.* (2014, p. 42) as ocorrências de doenças tiveram diferenciadas concepções ao longo da história da sociedade. O homem primitivo relacionava a ocorrência de fenômenos naturais como algo mágico e sobrenatural, assim, também, se explicava as alterações na saúde humana.

A partir das civilizações Egípcias e do Oriente Médio passa-se a entender as alterações do corpo humano separado da espiritualidade. Na Grécia Antiga surgiu a medicina (pré) científica, na tentativa de explicação racional sobre as doenças, passando o doente a ser o principal foco das análises, foi nesse período, também, o primórdio do entendimento da relação meio e alterações na saúde humana.

O período da Idade Média é tido como retrocesso, quanto as explicações científicas, as noções religiosas, colocava a doença como “uma designação da vontade de Deus” e que somente através da igreja se daria sua cura, retornando as explicações da ocorrência de doenças a concepção divina e tida muitas vezes como um castigo divino (MENDONÇA *et al.* 2014, p.43).

Anterior a estruturação da Geografia como uma importante ferramenta para estudo de doenças, no ano de 1854, o médico britânico Jon Snow, analisou a ocorrência de surtos de cólera, ocorridos em Londres, relacionando as mortes com as fontes de suprimento de água. Confrontando dados de residências abastecidas por duas fontes diferentes e mapeando as mortes ocorridas pelo surto, ele pôde chegar à conclusão que a ocorrência da epidemia, estava relacionada à pontos de captações específicos.

Snow utilizou técnicas de análises espaciais, como centralidade e correlação pela proximidade. Pode-se mencionar que esse foi o primórdio da utilização de técnicas de mapeamento e espacialização de dados, atualmente englobadas nas técnicas de geoprocessamento, com a finalidade de contribuir para a melhoria das condições de saúde da população (HINO, *et al.*, 2006).

Os avanços do conceito determinista no século XIX, pela “Teoria Bacteriana”, passa a creditar toda doença aos agentes biológicos, confrontando o meio natural como grande causador e vetor das doenças bacteriológicas e virais, sendo a base da concepção de doenças a época. (MENDONÇA, *et al.*, 2014, p.44). Essa relação teve em Max Sorre, na década de 1940, uma abordagem ampliada para além do meio natural, considerando também, para análise de doenças e epidemias, o meio vivo e meio social.

Maximiliano Sorre é apontado como um dos precursores da Geografia Médica (posteriormente Geografia da Saúde), como parte do entendimento entre espaço e ocorrência de doenças. O complexo patogênico de Sorre possibilitou um elo entre Ecologia e Geografia, essas vertentes são aproximadas pela delimitação

cartográfica das áreas de extensão das doenças, fato esse, que permanece como desafio da Geografia da Saúde atual. (GUIMARÃES, 2015, p.19 e 20).

Sobre o complexo patogênico Guimarães (2015, p.20) afirma que para Sorre “o desenvolvimento de uma doença num agrupamento humano seria resultado da interação entre o agente patógeno [...], o hospedeiro humano e o ambiente”. Esses estudos contribuíram com o a aplicação do método da Geografia regional ao estudo da doença, utilizando o complexo patogênico como região, compreendido na integração de dados físicos e humanos, observa-se a individualidade de cada fenômeno e sua espacialidade.

Nessa perspectiva, a Geografia Médica, teve seus estudos direcionados a relação dos fenômenos físico-natural com as endemias e epidemias, bem como a espacialidade das mesmas (MAZETTO, 2008, p. 18). A preocupação com as características físico-naturais e as situações que podem alterá-las, se tornaram essências em diagnósticos ligados à área da saúde. A observação do clima, solo e fontes de recursos naturais podem dar dicas sobre a origem de uma epidemia, por exemplo.

Mazetto Menciona que (2008, p. 18),

[...]. Aquele que quiser compreender a medicina deve aprender tudo o que está escrito aqui. Primeiro, é preciso conhecer o efeito de cada estação do ano e as diferenças entre elas. Deve-se levar em conta os ventos frios ou quentes, comuns a qualquer país ou restritos a certas localidades. Finalmente, é preciso inteirar-se sobre as diferentes qualidades das águas, variações de gosto e efeitos no corpo humano.

É importante salientar que o estudo das doenças e a relação entre agente patógeno, vetor e ambiente, é um desafio para o geógrafo que pretende seguir essa linha, pois limites humanizados, nos quais se aplicam os dados populacionais, características das moradias, faixas de renda, entre outros, não tem os mesmos limites das características ambientais, nem se circunscrevem a amplitude das causas e consequências à saúde.

Tais elementos, são entendidos como possibilidades importantes na análise de doenças transmissíveis ou não transmissíveis. Monken *et al.* (2008, p. 23) afirmam que as mudanças atuais obrigam novas formas de se pensar a problemática da saúde e saúde pública, e os conceitos fundamentais da Geografia são utilizados de forma ampla, sem muito cuidado teórico e metodológico.

Nos estudos sobre saúde e a saúde pública, a incorporação de conceitos geográficos como espaço, território e ambiente vem sendo novamente privilegiada. Propõem-se novos termos, e adjetivos são adicionados aos termos existentes, às vezes sem muita preocupação com a definição com a definição “original” da ciência de procedência (MONKEN *et al.*, 2008, p. 23).

Os autores abordam o conceito de território, especificamente, demonstrando a sua utilização no campo da saúde. Por meio do entendimento histórico desse conceito dentro da Geografia. Para os autores os conceitos de território acompanharam tendências históricas da geografia, como determinismo, naturalismo e mais atualmente com um viés antropológico (MONKEN *et al.*, 2008).

A complexidade do conceito território e a adoção artificial dos limites territoriais se faz necessária, pois o ambiente não pode ser completamente incorporado no território, nem os processos humanizados. Assim, adota-se o limite territorial como uma estratégia de análises e coletas de dados espaciais, naturais e sociais, em um “esforço de generalização de dados”, para, principalmente, “prevenir riscos e evitar danos à saúde e das condições de vida de populações em áreas delimitadas” (MONKEN *et al.*, 2008, p.38).

Se entende a discussão da temática como algo a ser aprofundado em trabalhos que se propõe a tal, podendo extrair um ponto fundamental desse conceito: o território pode ser utilizado como uma unidade de análise espacial, na qual, pretende-se estudar as relações ambientais e humanizadas nesses limites, e a Geografia dentro desse contexto, pode contribuir com suas metodologias e métodos de análises para a gestão e estudo dessas problemáticas em um território delimitado.

Ainda quanto aos elementos fundamentais da Geografia, Barcellos (2008) menciona a revalorização do espaço geográfico como conceito importante para o entendimento das relações sociais e ambientais dos problemas de saúde coletiva e sua utilização na Epidemiologia (BARCELLOS, 2008 p. 43). Esse conceito fora utilizado pelos naturalistas, para descrever a distribuição de doenças e a identificação de aspectos climáticos dos locais de ocorrência, antes mesmo da organização da Epidemiologia e da Geografia como ciências.

Segundo o autor (2008, p.43) há algumas aproximações conceituais históricas entre Geografia e Epidemiologia, principalmente ligadas ao espaço geográfico. Ele menciona uma atual reaproximação em busca de determinantes sociais e

ambientais que possam explicar certas condições para o desenvolvimento de fenômenos epidemiológicos.

A epidemiologia utiliza em suas análises três dimensões: lugar, tempo e pessoas, justamente, o objeto de estudo da Geografia. Segundo Barcellos:

[...] o espaço não só viabiliza o encontro entre entes que promovem a produção de doenças, mas estabelece um elo unindo, de um lado, grupos populacionais com características sociais que podem magnificar efeitos adversos e, do outro, fontes de contaminação, locais de proliferação de vetores. Essa ligação não 'só' acontece no espaço, mas, principalmente, se dá através da organização espacial (2008, p. 45).

A proliferação de doenças (transmissíveis), ou, a existência e distribuição de condições de risco (não transmissíveis), estão diretamente ligadas aos fatores econômicos, sociais e culturais, atuantes e transformadores do espaço, assim como, as condicionantes naturais de proximidades e exposição à riscos ambientais.

Em uma tentativa de entender o espaço geográfico como palco de diferentes condições de risco à saúde, Barcellos e Bastos (1996), propõem que o “[...] espaço é resultado da ação da sociedade sobre a natureza, sua configuração incorpora a estrutura social e sua dinâmica”.

Dessa maneira há nas cidades, por exemplo, diferentes contextos socioeconômicos, sendo essa heterogênea, produz o lugar de ricos, pobres e da indústria, além dos fluxos de circulação de bens de serviço (1996, p. 392).

O espaço não pode ser delimitado em um mapa, segundo Barcellos e Bastos (1996), pois há nesse, relações sociais, econômicas, culturais e ambientais inter-relacionadas que não são passíveis de representação cartográfica.

Todavia, pode-se mapear e representar seus elementos visíveis e não visíveis, facilitando a interpretação, nesse ponto, assumem o geoprocessamento como uma ferramenta primordial do geógrafo para a interpretação de elementos que compõe o espaço (1996, p.393).

Segundo Porto (2008),

Uma visão mais abrangente de saúde deve assumi-la como fenômeno complexo e multidimensional, o qual tem dimensões éticas, sociais e culturais irreduzíveis, sendo objeto de permanente negociação e eventuais conflitos dentro da sociedade, dependendo de como os valores e interesses se relacionam dentro das estruturas de poder e distribuição dos recursos existentes. (PORTO, 2008, p.146)

Porto sintetiza muito bem no trecho supracitado a importância de se analisar variadas facetas que influem na saúde humana, dentro dessas estão os fenômenos espaciais de segregação e as possibilidades aplicadas no espaço geográfico, menciona a distribuição dos recursos por essas estruturas de poder.

Tal análise se faz pertinente para o presente trabalho, pois sabe-se que a água é um recurso vital, a gestão e distribuição dessa é realizada por fatias da sociedade, poder público ou instituições privadas, se não são feitas a contento podem privar parte da população de ingerir, pela água, elementos essenciais, ou, ingerir demasiadas concentrações, que em ambos os casos podem prejudicar o organismo humano.

No mesmo trabalho Porto (2008, p.154) faz algumas conclusões acerca dos riscos à saúde, que podem ser incertos e complexos, segundo ela o risco pode ser modelado e se tornarem riscos passíveis de controle, nesse sentido, o risco pode ser passível de ser controlado pelo conhecimento sobre o cenário elaborado anteriormente, via modelos e cenários.

A autora menciona (2008, p. 154) algumas fontes tecnológicas que podem trazer riscos a população e algumas incertezas elevadas, quanto ao cenário futuro, inseridas na sociedade nos últimos cinquenta anos, são elas: poluição química, alimentos transgênicos e a ampliação dos *commodities*.

Porto completa sobre as tecnologias que “a questão é [...] saber até que ponto elas estão nos servindo [...] em termos energéticos, ambientais e de saúde; ou então, ao contrário, tornando-nos escravos de um produtivismo e um consumo alienantes.

Essa asserção é também factível de comparação ao que se refere o trabalho aqui proposto, embasado na geografia da saúde, mapear e modelar situação de possíveis riscos à saúde humana, pelo consumo de água em uma determinada região, que tem suas próprias relações sociais, econômicas em uma base ambiental.

O risco aqui é entendido como potencialidade, futura e presente, de alteração significativa no organismo humano, que possa trazer desequilíbrios físicos e até mesmo mentais.

3.1 O geoprocessamento de dados de saúde

A Ciência no geral tem interesses por padrões, a Geografia analisa padrões espaciais, temporais e espaço-temporais. Para estudar tais padrões na área de saúde o geógrafo pode utilizar-se de diversas escalas, quanto a espacial, pode variar desde uma residência até a maior unidade de agregação de dados, na escala temporal pode variar de dias a anos (BARROZO, 2014).

A saúde dos indivíduos de determinadas populações pode estar relacionada, não só às condições ambientais, mas, também, com condições de segregação social. Barrozo (2014) utilizou técnicas cartográficas, aliadas ao banco de dados censitários na cidade de São Paulo, para relacionar rendimentos médios, com risco relativo de mortalidade e conclui que as famílias com rendimento abaixo da média em São Paulo têm maior risco relativo de morte por tuberculose.

A manipulação dos bancos de dados em conjunto com as técnicas de processamentos espaciais, permitem análises pertinentes à saúde, além de possibilitar a geração de cartografia temática, que aproxima o entendimento de gestores públicos e/ou interessados no assunto.

As técnicas cartográficas e estatísticas contribuem nesse sentido, segundo Barrozo,

Técnicas de estatística espacial e representação cartográfica têm sido apuradas continuamente para contribuírem na elucidação de intrigantes padrões espaciais de morbidade e mortalidade. Algumas associações tradicionalmente consideradas evidentes do ponto de vista epidemiológico explicam apenas pequena parcela do complexo, remetendo-nos à necessidade da busca da integração multi-escalar e transdisciplinar. (BARROZO, 2014, p.416).

As técnicas cartográficas, mencionadas por Barrozo, aliada ao avanço tecnológico consolidou o uso de técnicas em Geoprocessamento e Sistema de Informação Geográfica (SIG) como ferramenta para análise espacial dos eventos em saúde.

Podemos definir o termo Geoprocessamento, a uma área do conhecimento que se utiliza de técnicas computacionais e matemáticas no tratamento, armazenamento e manipulação de dados geográficos, com finalidades pré-definidas pelo usuário (CÂMARA, 1998, p.1). Para este autor, o principal objetivo é fornecer ferramentas computacionais para a determinação das evoluções “espacial e

temporal de um fenômeno geográfico e as inter-relações entre diferentes fenômenos”.

Uma das ferramentas computacionais mais utilizadas no Geoprocessamento é o Sistema de Informações Geográficas (SIG), que nada mais é que um, ou, mais programas de computador (*Software*), aliado aos componentes físicos do computador (*Hardware*), que permite a manipulação dos dados geográficos através de técnicas cartográficas digitais.

As necessidades atuais de efetivação de uma gestão integrada de dados informacionais e espaciais, são imprescindíveis para gestão da saúde, os SIGs se mostram ferramentas aptas a armazenar, processar e proporcionar melhor interpretação desses dados, possibilitando a sobreposição de informações pertinentes ao assunto.

Para Barcellos e Bastos (1996, p.396) “no campo preditivo e preventivo, a ferramenta do geoprocessamento permite ainda planejar medidas de intervenção junto a fontes poluidoras, áreas de concentração de poluentes e populações expostas a risco”.

Os autores citados mencionam três linhas que tentam relacionar e investigar a saúde coletiva no âmbito da geografia da saúde, são elas as que:

1ª) relacionam padrões de morbidade em populações no entorno de fontes de poluição;

2ª) relacionam padrões de distribuição de doenças com fatores de riscos ambientais, como saneamento, habitação e poluição atmosférica;

3ª) investigam tendências espaço-temporais em trajetórias verificadas espacialmente.

Segundo Barcellos e Bastos,

Todas estas estratégias para abordagem da relação entre saúde e ambiente são, no entanto, desenvolvidas a partir de hipóteses previamente estabelecidas. No primeiro caso, a fonte ou agente de risco são conhecidos e estudam-se suas consequências sobre a saúde. No segundo, o lugar é conhecido e estuda-se a relação entre variáveis ambientais, socioeconômicas e de saúde. No terceiro, o agravo e sua etiologia são conhecidos e estuda-se sua relação com fatores ambientais (1996, p. 394).

A 1ª linha de tendência apontada utiliza dados de morbidade e mortalidade no entorno de fontes de poluição, de acordo com os autores os trabalhos que seguem essa linha levam em consideração uma fonte específica de poluição, como por

exemplo, áreas que sofreram alterações significativas por atividades humanas, como o entorno de usinas nucleares (BARCELLOS e BASTOS, 1996, p.393).

Nesse caso as regiões estudadas são específicas e as questões de mortalidade e morbidade são pesquisadas em populações anexas a essas áreas. Ou seja, a área de estudo é pré-definida por uma hipótese de que aquele tipo de poluição, ou situação, na qual a população está exposta pode gerar desdobramentos à saúde coletiva e os levantamentos são realizados de forma direta à população do entorno.

Alguns fatores de riscos podem gerar alterações na saúde coletiva, essa seria a 2ª linha mencionada por Barcellos e Bastos (1996). Algumas doenças se desenvolvem através da exposição a determinados fatores socioambientais, essas pesquisas alinham a distribuição espacial de doenças com essas condições.

Nesse caso a hipótese é que um fator de risco potencial ou efetivo, pode contribuir no processo de alterações ao organismo humano, portanto, busca-se entender a distribuição de determinada doença em determinada região, pré-definida, e correlacionar com fatores naturais e/ou sociais que influem nessa distribuição. Os autores mencionam pesquisas sobre a mortalidade infantil, relacionada com fatores de risco

Pode-se englobar aqui, a relação do consumo de água com algumas doenças e alterações na saúde, geradas pelo efeito cumulativo de elementos químicos, compreendendo a dinâmica da gestão da qualidade da água acerca desses elementos químicos e seus desdobramentos a saúde coletiva.

A terceira e última tendência apontada por Barcellos e Bastos (1996, p.394) seria a que identifica tendências espaço-temporais a partir de trajetórias verificadas espacialmente, como exemplo citam a epidemia da AIDS, nesse estudo foi verificada a disseminação do vírus HIV no país relacionados a processos migratórios. Nesse caso as pesquisas necessitam de um banco de dados robusto com informações de determinado fenômeno, em um período de tempo pré-determinado para as análises espaciais.

Assim, essas tendências apontam as formas de pesquisas em Geografia da Saúde em um período anterior à popularização e barateamento da informática e técnicas computacionais, as quais contribuem atualmente para as pesquisas em Geografia e demais ciências, como possibilidades infinitas de armazenamento e

processamento de dados. Essa mudança, justifica a tentativa de compreender como durante os últimos anos se desenvolveram pesquisas na Geografia da Saúde.

Os autores sugerem o geoprocessamento como uma ferramenta importante para o entendimento dessas problemáticas, pois possibilitam a inter-relação de um conjunto de elementos presentes no espaço,

“O geoprocessamento de informações ambientais e de saúde permite, [...] a identificação de variáveis que revelem a estrutura social, econômica e ambiental, onde riscos à saúde estão presentes.”(BARCELLOS e BASTOS, 1996, p. 396)

Conforme analisa Guimarães (2016, p. 873), boa parte dos trabalhos científicos produzidos através de conhecimentos geográficos em revistas de saúde coletiva, geralmente estão ligados a produção de informações geográficas relacionadas a saúde coletiva, através de modelos estatísticos e geométricos de informações espaciais, elaborados por meio de técnicas em geoprocessamento.

O autor realizou um trabalho de pesquisa bibliográfica em periódicos científicos, com a intenção de compreender como a Geografia da Saúde vem sendo abordada em trabalhos multidisciplinares que abordam temas da saúde coletiva.

Guimarães conclui que (2016)

Apesar da importância do conhecimento geográfico no desenvolvimento do campo da saúde coletiva, as publicações de artigos científicos sobre o tema, em revistas acadêmicas brasileiras, ainda são muito incipientes. Do universo de 11.898 artigos publicados nas três revistas pesquisadas desde o primeiro número até dezembro de 2015, foram identificados apenas 113 artigos relacionados aos conhecimentos geográficos (0,9% do total) (p.874)

Guimarães (2016) demonstra que o conhecimento geográfico não é frequentemente utilizado nas pesquisas sobre saúde coletiva, sendo necessário abordar a discussão da geografia, como um importante para a compreensão das condicionantes espaciais, que podem contribuir para alterações no organismo humano. A geografia preocupa-se muito com o inverso de como o homem altera e transforma os espaços. A relação dessas alterações com implicações no organismo humano, teve até o momento contribuições, segundo o autor, incipiente.

A geografia em grande amplitude estuda problemáticas relacionadas a água e seus desdobramentos, muitos desses estudos analisam processos de degradação socioambiental relacionadas as formas de alterações nas bacias hidrográficas. Essa preocupação remonta a grandes contribuições à Geografia, como as elaboradas por

Bertrand (1972) evoluindo uma abordagem geossistêmica, considerando os sistemas de ações na bacia hidrográfica como unidade, “Nessa perspectiva, a ação humana foi incorporada como mais um elemento do sistema, que condiciona fluxos de matéria e energia, alterando o comportamento ou equilíbrio natural dos geossistemas.” (LIMA, 2005, p. 175)

Não se pretende utilizar metodologias como os geossistemas para esse trabalho, entende-se que o homem altera e distribui a água natural, evidente que com a intenção de melhorar a qualidade, seguindo preceitos científicos de potabilidade, cabe a observação se essas alterações estão sendo realizadas de forma correta.

Além disso, resta saber se a água natural que é utilizada para consumo, sem alterações, se adequa aos preceitos de potabilidade. Entende-se aqui a Geografia, munida com as ferramentas, conhecimentos e dados necessários, como ator de aproximação entre gestores e os dados disponíveis para análises em saúde, tanto espaciais como epidemiológicos.

3.2 Geografia da saúde e suas contribuições recentes

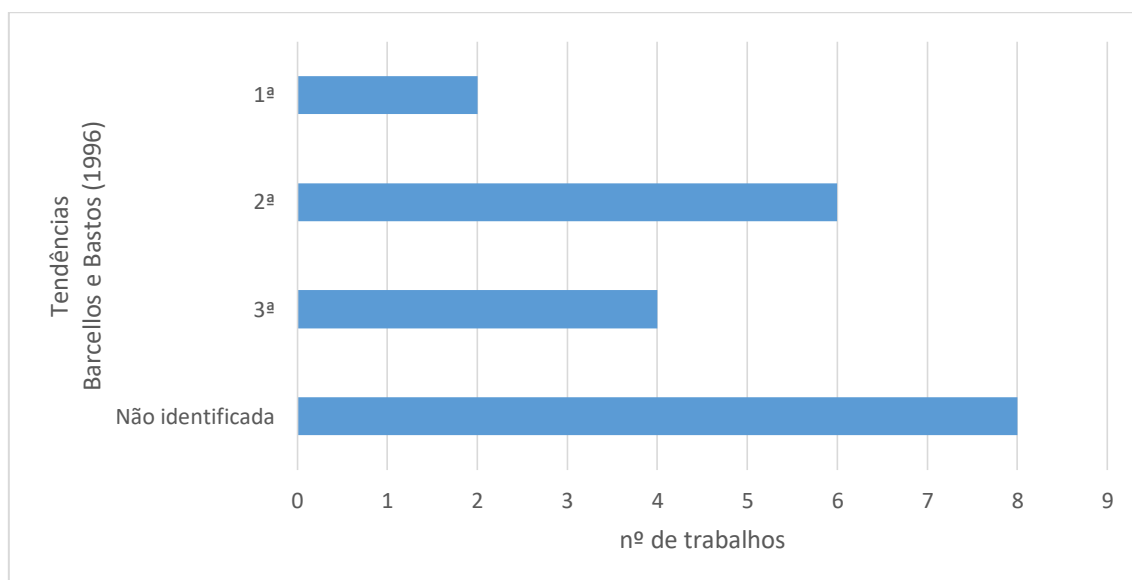
Como suporte bibliográfico e entendimento da atuação recente da Geografia no entendimento das condicionantes espaciais que influem na saúde humana, buscou-se para o presente subtítulo, trabalhos relacionados a Geografia da Saúde em periódicos e nos anais do último Simpósio Nacional em Geografia da Saúde (2017), que pudessem dar parâmetro de análise sobre as atuais tendências comparando com as reportadas na década de 1990 (BARCELLOS E BASTOS, 1996).

Parte do exercício de busca foi realizado através de plataforma digital The Scientific Electronic Library Online – SciELO, um projeto que disponibiliza, em formato digital, artigos resultantes de pesquisas científicas brasileiras e internacionais. Foram pesquisados cadernos digitais que trabalham com uma temática multidisciplinar na área da saúde, *Revista de Saúde Pública*, *Cadernos de Saúde Pública* e *Saúde e Sociedade*, objetivando entender o papel do geógrafo em pesquisas com equipes multidisciplinares.

Foram consultados, também, algumas pesquisas publicadas nos anais do último Simpósio Nacional de Geografia da Saúde (Geosaúde), que ocorreu em 2017 na cidade de Dourados – MS, esse evento ocorre bianualmente e une diversos trabalhos nacionais sobre o tema. Nesses anais foram publicados 95 artigos que trabalham a Geografia da Saúde em diferentes perspectivas.

No total foram analisados 20 artigos científicos, dois deles nas revistas multidisciplinares e o restante nos anais do Geosaúde 2017. A Figura 3.1 demonstra um gráfico com a quantidade de trabalhos por tendências encontradas nas análises, dentre essas a 2ª tendência foi a que mais apresentou trabalhos, porém houveram mais artigos que não foram identificadas as tendências apontadas na década de 1990, apesar do esforço para encaixar essas em uma das tendências.

FIGURA 3.1- GRÁFICO DE TENDÊNCIAS ENCONTRADAS NOS TRABALHOS ANALISADOS - CONFORME BARCELLOS E BASTOS (1996)



Org. Adão, Ferreira e Guimarães, 2019.

Na pesquisa realizada na revista *online* “Cadernos de Saúde Pública” foram encontrados 12 artigos (publicados entre 2017 e 2018) relacionando temas de saúde com características geográficas como: distribuição populacional, estudos de doenças predominantes em diversas etnias e classes sociais e sobre unidades espaciais de pesquisa em saúde.

Contudo, foi encontrado somente 1 artigo com participação de um geógrafo de formação como coautor. Nesse artigo foi utilizado um SIG para identificar padrões

de distribuição por tipo de hanseníase encontrada nos pacientes, ao longo de 11 anos, e, apontou algumas tendências socioeconômicas, como fator importante para a distribuição da doença no município (MARCIANO *et al.*, 2018), tal artigo engloba-se na 3ª tendência apontada por Barcellos e Bastos (1996).

Na “Revista de Saúde Pública”, foram encontrados 3 artigos, entre 2017 e 2018, relacionados com o tema geografia, nenhum deles foi encontrada a participação de geógrafos nas equipes de trabalho, apesar de apresentarem objetos de estudos geográficos nos 3 artigos como demografia, classificação social e cultural ligadas à saúde.

Na revista “Saúde e Sociedade” foi encontrado 1 artigo elaborado por uma geógrafa (BUFFON, 2018), a autora propôs uma análise multicritério, utilizando ferramentas de geoprocessamento, para espacializar a vulnerabilidade socioambiental ligada a leptospirose em Curitiba, esse estudo se encaixa na 2ª tendência apontada, pois relaciona casos de doenças e estruturas urbanas para gerar um índice de vulnerabilidade. Não foram encontrados mais artigos ligados ao tema geografia no período de análise para esse periódico.

Quanto aos artigos publicados no evento Geosaúde de 2017, foram analisados 18 trabalhos do total de 95 publicados, conforme essa pesquisa a 1ª tendência parece estar em desuso atualmente, somente em 2 trabalhos do total de 20 analisados apresentaram indicações que se encaixam nessa tendência, em nenhum dos dois foram utilizadas técnicas de geoprocessamento.

Sabe-se que inicialmente as primeiras pesquisas epidemiológicas, foram ligadas a pontos de poluição relacionados com casos de morbidade e mortalidade. Conforme afirma Guimarães (2016) o médico britânico, John Snow, considerado um dos pioneiros na epidemiologia moderna, “concluiu que as mortes por cólera estavam concentradas nas ruas próximas a um dos poços de abastecimento de água. Ao sugerir o fechamento desse poço, o surto de cólera foi controlado em Londres” (p.18).

Entende-se que esse tipo de pesquisa se dá em âmbito de escalas de detalhes, com coletas em campo e mapeamento temático, correlacionando fontes de poluição locais com casos de doenças, e o levantamento aponta para uma diminuição na quantidade de trabalhos que seguem essa linha.

Um dos possíveis motivos desse desuso, pode estar relacionado com a dificuldade de dados de saúde em escala de detalhe, geralmente esses são primários, que necessitam do pesquisador maior viabilidade temporal e financeira em seus projetos, talvez a opção por outras escalas de análise seja facilitada pelos dados oficiais, secundários, indicado também pelo fato de nenhuma das duas pesquisas, encontradas nessa tendência, terem utilizado geoprocessamento como ferramenta de análise, cabendo maiores investigações acerca do atual desuso dessa tendência apontada na década de 1990.

Queiroz Filho em 2005 ao analisar a escala de trabalho e o tipo de dados utilizados afirmou que

[...] o pesquisador pode definir sua área de estudo de acordo com os dados existentes e não somente conforme o seu interesse. Nem sempre é possível participar do processo de obtenção dos dados, uma vez que restrições de ordem técnica, temporal, financeira, entre outras, limitam a possibilidade da sua aquisição. Nessas condições, o projeto é realizado conforme a “escala disponível”. Isto significa dizer que o pesquisador pode ser obrigado a utilizar dados secundários (coletados por terceiros) ou que foram agrupados em unidades espaciais distintas das suas necessidades (distrital, municipal, estadual e federal).(QUEIROZ FILHO, 2005)

Como exemplo, observa-se a dificuldade de se espacializar dados do DATASUS em escala de detalhe, como bairros e ruas no entorno de fontes de poluição. O DATASUS agrega dados oficiais (secundários) analisados por município, que indicam, além de outras informações, morbidade e mortalidade. Quando usados em banco de dados georreferenciados, esses são extrapolados para os limites municipais, o que não permite uma análise mais pontual da problemática, como a quantidade de morbidade em um bairro ou uma rua, dependendo assim de dados primários de coleta.

Essa observação se relaciona com as técnicas cartográficas para pesquisas em saúde, citadas por Barrozo (2014), que relacionam ocorrências de morbidade e dados espaciais através de técnicas cartográficas, onde a cartografia permite análises em múltiplas escalas. Apesar do aprimoramento da cartografia digital, apontado pela autora, há dificuldades quanto aos dados espaciais e o conflito de escala na Geografia da Saúde, principalmente o de dados secundários.

A 2ª tendência, foi encontrada em 5 dos trabalhos analisados, onde percebe-se que nessas há uma mudança de escala no geral se comparado com a 1ª tendência, dessa maneira as escalas determinadas nesses estudos foram

denominadas pelos autores como município, região metropolitana e estado. Corroborar com a questão das possibilidades de dados agregados por municípios, mais facilmente trabalhada e com maior quantidade e gama de informações oficiais.

Essa facilidade de compilação de dados com os limites territoriais municipais, leva a criação de bancos de dados mais robustos e com maior variedade de dados possivelmente relacionados com a saúde coletiva, ampliando as possibilidades de usos de ferramentas de geoprocessamento. Dentre os trabalhos apontados para essa tendência 4 deles utilizaram SIG e técnicas de geoestatística.

As variáveis de saneamento, por exemplo, podem ser utilizadas em escala municipal ou até mesmo dos setores censitários. O censo 2010 é uma fonte de dados sobre os domicílios e seu entorno, com características socioambientais que acabam influenciando na saúde coletiva, pode-se correlacionar esgotamento sanitário, rede de abastecimento e destinação dos resíduos, além de renda e grau de instrução como situações de vulnerabilidade e riscos para determinadas doenças.

Apesar dos dados mencionados terem a possibilidade de um trabalho em escala de detalhe, como os setores censitários, remete-se a mesma dificuldade dos trabalhos da 1ª tendência, de adaptar e correlacionar dados de morbidade e mortalidade com escalas de detalhe dos setores censitários. Por isso são usados municípios como objeto de estudo, pois trazem a possibilidade de serem agregados em escalas regionais, conforme verificado nos trabalhos analisados pelo levantamento.

Por sua vez, foram encontrados 4 trabalhos na 3ª tendência apontada por Barcellos e Bastos, esses trabalhos tem como característica a distribuição de dados em períodos temporais e espaciais, necessitando de um banco de dados histórico sobre a morbidade e mortalidade de determinadas doenças. São trabalhos que determinam a relação espaço e tempo e suas transformações para explicar fenômenos na saúde coletiva.

Predominantemente as escalas dos estudos são regionais e municipais e o levantamento de dados temporais primários coletados por grupos de estudos consolidados, que detém e monitoram um fenômeno em específico.

O banco de dados é formado ao longo do tempo de pesquisa, ou, pode ser utilizado banco de dados secundários. Do total encontrado nessa tendência 3 dos trabalhos utilizaram de alguma forma o geoprocessamento.

Houve, portanto a predominância de artigos nos quais não foi possível identificar alguma das três tendências, dessa maneira, entende-se que há novos objetos de pesquisas na geografia da saúde atualmente. Dentre esses objetos podemos mencionar doenças oriundas de formas de organizações mais atuais, como as ligadas ao trabalho.

Segundo Moreira *et al.* (2015, p. 1699) a saúde dos trabalhadores está ligada a fatores sociais, tecnológicos e organizacionais com relação ao consumo e produção, ocasionando padrões diferentes de morbidade e mortalidade.

Assinalam-se pesquisas que tentaram relacionar educação ambiental, políticas públicas, processos migratórios atuais e estruturas de saúde a morbidade e mortalidade. Outros partiram para análises fenomenológicas e da perspectiva da educação básica tratando de assuntos ligados a saúde coletiva.

Segundo Guimarães (2016) a

[...]interface da geografia e saúde fazem parte de um sistema de ideias em evolução e de um movimento mais amplo de consolidação do campo da saúde coletiva, o que precisa ser aprofundado. Para se compreender esse sistema de ideias em evolução é necessário rever o processo que se sucede na trama complexa de associações entre geógrafos, médicos e outros profissionais de áreas afins da saúde coletiva. É isso que se pretende desenvolver neste artigo (GUIMARÃES, 2016).

Os fenômenos sociais e naturais se dão no espaço em diferentes escalas temporais e espaciais, inclusive os que influem na saúde coletiva. Essa “trama complexa de associações”, denominada por Raul Guimarães, liga o geógrafo a outros tipos de profissionais com interesses em pesquisa na área da saúde coletiva.

Verificou-se a inserção do geógrafo em pesquisas multidisciplinares nos trabalhos analisados (12 dos 20 trabalhos) percebendo-se que esse dentro de trabalhos compreendidos pela Geografia da Saúde, tende a participar de equipes formadas por outros profissionais, que têm interesses na área da saúde coletiva, dentre esses, os trabalhos envolviam, além de geógrafos, profissionais da enfermagem, odontologia, medicina, nutrição, administração e farmácia.

Dada a complexidade dos fenômenos que envolvem alterações na fisiologia humana ou em determinados grupos sociais as análises multidisciplinares se adequam ao estudo da saúde coletiva.

A Tabela 3.1 demonstra os trabalhos analisados, a formação dos autores, questão analisada nos trabalhos e as linhas de tendências que esses se encaixaram, conforme o levantamento realizado.

TABELA 3.1 - TRABALHOS ANALISADOS NO LEVANTAMENTO BIBLIOGRÁFICO, PARA DETERMINAÇÃO DE TENDÊNCIAS ATUAIS, CONFORME BARCELLOS E BASTOS (1996)

Título	Formação dos autores	Questão da saúde analisada	Ano	Tendência
Vulnerabilidade em saúde e malária na fronteira Brasil-Guiana Francesa	Multidisciplinar com um autor com pós-graduação em Geografia	Malária	2017	3ª
Análise geoespacial dos casos de dengue e sua relação com fatores socioambientais em Bayeux – PB	Graduação e Pós-Graduação em Geografia	Dengue	2017	2ª
Qualidade da água para o consumo humano nas escolas da zona rural do município de Uberlândia-MG	Multidisciplinar com dois autores com graduação e pós-graduação em Geografia	Ingestão de <i>Escherichia coli</i> e Coliformes Fecais	2017	1ª
Geografia da saúde: contexto das doenças de veiculação hídrica na bacia hidrográfica do rio boa hora, município de Urbano Santos, MA	Graduação e Pós-Graduação em Geografia	Cólera, diarreia e gastroenterite de origem infecciosa, esquistossomose, amebíase, e dengue	2017	Não identificada
Zoneamento geoambiental e socioeconômico das áreas endêmicas e focais a ocorrência da esquistossomose no estado de Sergipe	Graduação e Pós-Graduação em Geografia	Esquistossomose	2017	2ª
Percepção da paisagem urbana e saúde ambiental: uma análise da cidade de Aquidauana-MS	Multidisciplinar com autor com graduação e pós-graduação em Geografia	Saúde Ambiental	2017	Não identificada
As implicações da política de desenvolvimento regional no ambiente e sua interação com a saúde coletiva na Amazônia.	Multidisciplinar sem geógrafo	Políticas públicas	2017	Não identificada
Avaliação dos docentes de geografia sobre os conteúdos relacionados a saúde nos livros didáticos de geografia do ensino médio, distribuídos pelo PNLD nos colégios estaduais em Curitiba/PR	Graduação e pós-graduação em Geografia	Educação relacionada a saúde.	2017	Não identificada
Geografia e saúde na graduação em medicina: da territorialização à construção de um mapa inteligente no serviço	Multidisciplinar sem geógrafo	Planejamento na saúde	2017	Não identificada
Mentiras com mapas na geografia da saúde: métodos de classificação e o caso da base de dados de LVA do SINAN e do CVE	Graduação e Pós-graduação em Geografia	Leishmaniose visceral americana (LVA)	2017	Não identificada
Padrão espacial do suicídio no Distrito Federal	Multidisciplinar com graduado e mestre em geografia	Suicídio	2017	3ª
Saúde e as relações interurbanas: Uma análise a partir da realidade de Glória de Dourados- MS	Graduação e Pós-graduação em Geografia	Problemas migratórios relacionados a estrutura e oferta de serviços de saúde	2017	Não identificada

Leishmaniose visceral na área urbana e rural de Tupi Paulista- SP/Brasil entre 2006 e 2015	Multidisciplinar com graduado, mestre e doutor em geografia	Leishmaniose	2017	2ª
Mineração Manual na área de proteção ambiental (APA) da região de Maracanã e suas implicações na saúde do trabalhador	Multidisciplinar com geógrafo	Vários tipos de doenças físicas causadas pelas condições precárias de trabalho	2017	Não identificada
A trajetória epidemia de aids nas mulheres residentes no Município de São Paulo, de 1983 a 2012	Multidisciplinar com ausência de geógrafo	Aids	2017	3ª
A saúde pública afetada pelo descarte inadequado de embalagens vazias de agrotóxicos	Multidisciplinar com doutor em geografia	Problemas ambientais e consequência na saúde coletiva.	2017	1ª
Acidentes de trânsito na cidade de Jataí (GO): Análise espacial do período de 2013 e 2014	Multidisciplinar com geógrafo	Problemas urbanos que afetam a saúde da população local.	2017	2ª
Dengue: uso dos SIG no mapeamento das vulnerabilidades socioambientais em Curitiba-PR como subsídio de educação ambiental	Multidisciplinar com geógrafo	Dengue	2017	2ª
Caracterização epidemiológica e geográfica da hanseníase em um município brasileiro hiperendêmico.	Multidisciplinar com geógrafo	Hanseníase	2018	3ª
Socio-environmental vulnerability to human leptospirosis in urban agglomeration metropolitan of Curitiba, Paraná, Brazil: methodological proposal from the multicriteria analysis and maps algebra	Doutoranda em Geografia	Leptospirose	2018	2ª

Org. Adão, Ferreira e Guimarães, 2019.

Pode-se indicar que houve uma mudança principalmente nos tipos de objetos de estudo, o geoprocessamento, como foi apontado por Barcellos e Bastos em 1996, se mostra como uma ferramenta muito utilizada em Geografia da Saúde, tanto na produção de metodologias, como para análises através de geoestatística, esses últimos representam mais da metade dos trabalhos analisados (11 de 20).

A alteração de objetos de estudo na Geografia da Saúde, pode ser indicada pelas dinâmicas atuais e quantidade de dados disponíveis em escalas municipais, a evolução rápida e dados atualizados em tempo real, contribuem muito para as diferentes pesquisas na área da Geografia, onde uma nova onda de levantamentos à distância e facilidade de acesso a dados secundários ampliou a gama de possibilidades.

A possibilidade de orientações e procedimentos bilaterais quanto às informações coletadas por profissionais da saúde deve ser considerada em trabalhos multidisciplinares, pois o geógrafo necessita dos dados espacializadas de

forma precisa, para uma boa avaliação. A diminuição de pesquisas nesse sentido, fica evidenciada pela quantidade de trabalhos com levantamento em escala de detalhe (1ª tendência), geralmente realizados *in loco*.

A geografia da saúde e pode ser muito útil para a análise e planejamento de ações no campo da saúde coletiva. Segundo Guimarães (2010), há o reconhecimento do uso de ferramentas de espacialização na área da saúde coletiva, sendo esse um campo pouco explorado pelos pesquisadores brasileiros.

O geógrafo em uma equipe multidisciplinar de análises em saúde, tem a função principal de detectar tendências espaciais, na ocorrência de doenças ou fenômenos que influem na alteração biológica e na qualidade da vida humana. Outra forma de destaque da geografia em trabalhos multidisciplinares em saúde é o apontamento de cenários e tendências espaciais, como os espaços de vulnerabilidade e risco, com uso de ferramentas estatísticas em geoprocessamento.

Destarte, o geoprocessamento e suas ferramentas facilitam e dão arcabouço técnico-metodológico para avaliações mais precisas sobre essas tendências. Contudo depende claramente de uma fonte segura de dados e das melhores escolhas dentro da infinidade de possibilidades em um ambiente SIG.

3.3 Vulnerabilidades e risco ambiental: água, geografia e saúde

O risco ambiental aliado aos aspectos socioeconômicos de determinada população tem uma difusão cada vez maior dentro da geografia e outras ciências que trabalham com esses conceitos.

Na área da saúde, é grande a quantidade de metodologias que utilizam múltiplas variáveis para a discussão de risco ambiental e vulnerabilidades. As quais, se preocupam cada vez mais com a gestão e planejamento das situações geradas pela relação homem e natureza. (MARANDOLA e HOGAN, 2004, p.3).

Segundo Cunha e Dimuccio (2002) pode-se dizer que o risco (hazard) é uma fórmula que alinha fatores ligados à dinâmica natural do Meio, e os fatores ligados a diferentes vulnerabilidades das populações, resultando numa probabilidade espacial e temporal de ocorrência de um fenômeno.

A geografia aponta para diferentes formas de resiliência no espaço geográfico, sendo esse fator, considerado a forma como cada população é capaz de

absorver as pressões do ambiente, sendo diferente em cada contexto socioespacial. (CUNHA e DIMUCCIO, 2002; MARANDOLA e HOGAN, 2004; BURTON, KATES e WHITE, 1978; MENDONÇA, 2004).

Covello e Mumpower (1985, p. 103) realizaram um resgate histórico conceitual sobre risco, segundo eles na sociedade Mesopotâmica, que viveram por volta de 3.200 a.c. no atual Médio Oriente, havia um grupo chamado *Asipu*, que eram consultados em casos de difícil solução, esses, através de critérios estabelecidos como negativos e positivos, apresentavam as consequências, ou, cenários de cada possibilidade e indicavam uma melhor decisão a ser tomada. Nos períodos das Grandes Navegações, no século XV, havia a necessidade da avaliação das possíveis perdas sobre avarias nos navios, desde então, utiliza-se conceitos de risco para tomadas de decisão.

Segundo os autores, as práticas realizadas na Mesopotâmia, eram ligadas também a questões de saúde, e são muito similares aos estudos contemporâneos sobre riscos, “esses antepassados babilônios enfatizam o ponto de que as pessoas lidam com problemas de risco há muito tempo, geralmente de maneira sofisticada e quantitativa.”

Com o avanço da matemática probabilística a possibilidade de asserções ligadas ao cálculo de riscos eminentes e suas consequências avançaram na Geografia, principalmente em pesquisas sobre eventos catastróficos e casuais, como chuvas concentradas, terremotos e furacões, considerando também o fator socioeconômico e a capacidade de ação da população afetada frente aos problemas (COVELLO e MUNPOWER, 1985; MENDONÇA, 2004).

Cunha e Dimuccio (2002) desenvolveram trabalhos sobre riscos naturais para a região ao Sul de Coimbra, considerando a formulação cartográfica e os Sistemas de Informações Geográficas como ferramentas metodológicas e apontam que

As transformações econômicas, sociais e culturais verificadas ao longo do século passado e, particularmente, o processo crescente de globalização das economias e das culturas que se traduzem numa Geografia Nova à escala global, ficam também marcadas por fortes pressões sobre o ambiente e por marcas, muitas vezes irreparáveis, sobre alguns territórios. Nos países menos desenvolvidos, a delapidação dos recursos naturais, a fome, o uso e abuso de tecnologias ultrapassadas e a consequente poluição ambiental; nos países mais desenvolvidos, a poluição decorrente de processos desarticulados de produção agrícola, energética e industrial, de consumo e de transportes; nuns e noutros uma crescente procura dos espaços urbanos, que conjugada com a falta de políticas ajustadas de ordenamento do território, levam a um crescendo de problemas ambientais,

com particular destaque para os que se prendem com os riscos naturais e a segurança das populações (CUNHA e DIMUCCIO, 2002, p. 3)

O fato do processo de globalização produzir espaços e possibilidades diferentes de ações, frente aos riscos eminentes, parece ser um consenso entre geógrafos que discutem o conceito teórico de riscos e vulnerabilidade, Francisco Mendonça (2002, p.141) também aponta as áreas urbanizadas como o reflexo desse, pois “[..] vivencia processos de exclusão e injustiça social”, os quais necessitam de uma abordagem complexa dos problemas ambientais, a partir desse contexto boa parte da população passa a ser exposta a eventos ambientais que oferecem riscos e perigo eminente.

Gonçalves (2016, p. 34) demonstra um exemplo prático de como as vulnerabilidades interagem sobre os efeitos do perigo, que se tornam desastres naturais, sobre uma população mais ou menos capaz de proteção. Segundo o autor, uma chuva de granizo quando incide em coberturas mais frágeis colocam os moradores em perigo. A mesma chuva ao cair sobre casas com telhados capazes de suportar a força do impacto, não terá o mesmo aspecto de desastre.

Para Marandola e Hogan (2004, p.4) o estudo dos perigos estão ligados ao contexto de planejamento em áreas específicas do planeta, onde havia perdas humanas e econômicas por fenômenos naturais, gerando através de prognósticos a probabilidade de ocorrência desses. “Neste sentido, os geógrafos desenvolveram largamente o que chamavam de risk assessment (avaliação do risco): avaliação do risco de ocorrer um perigo em determinado local”. (MARANDOLA e HOGAN, 2004, p.4)

Burton, Kates e White (1978, p. 223) apontam que a interação sociedade, tecnologia e natureza geram vulnerabilidades e diferentes formas de resiliência diante de um desastre, e, assim como os outros autores mencionados, apontaram diferenças entre contextos sociais quanto aos riscos ambientais, mostrando que esse conceito era delineado no final da década de 1970 e começo de 1980.

Os autores sugerem que “a vulnerabilidade a riscos varia entre os países, enfatizando a perda de vidas nos países em desenvolvimento e danos catastróficos nas áreas altamente industrializadas.” (BURTON, KATES e WHITE, 1978, p.223).

Segundo Nascimento Júnior, o momento atual na geografia e estudo sobre riscos, concebe

a natureza incorporada às dimensões sociais, ambientais, políticas, econômicas, culturais e históricas, e que evidencia a inseparabilidade da vulnerabilidade e a noção de previsibilidade - inerente à ideia de controle e instrumentalização da natureza. (2018, p. 57)

Portanto, pesquisas que tentam investigar o risco, tem em seu escopo metodológico o uso de dados espaciais referentes a características sociais, ambientais, políticas, econômicas, culturais e históricas, conforme menciona Nascimento Júnior (2018), além dos dados históricos de eventos naturais que culminam em risco ambiental, como chuvas extremas, por exemplo.

Os conceitos apresentados são de importante valia para a construção metodológica e entendimento de que um fenômeno natural, potencializado pela ação humana, pode ter consequências distintas de acordo com o contexto socioeconômico. Sendo no caso da saúde, uma doença pode ter um comportamento diferente, de acordo com o grau de instrução, por exemplo, sendo essa uma vulnerabilidade possível.

Como exemplo, a água consumida nas áreas rurais, geralmente sofrem mais com processos contaminantes, o que pode ser um risco a saúde, principalmente quanto às doenças de veiculação hídrica. Amaral *et al.* (2003, p.512), realizaram estudos em 30 propriedades rurais na região Nordeste do Estado de São Paulo, além das coletas de água realizadas, entrevistaram os proprietários rurais, a fim de averiguar a compreensão desses sobre a qualidade da água. O resultado mostrou que apesar de 100% dos entrevistados considerarem a água consumida de boa qualidade, 90% das amostras coletadas durante período de chuva e 83% das coletadas na estiagem estavam fora dos padrões de potabilidade.

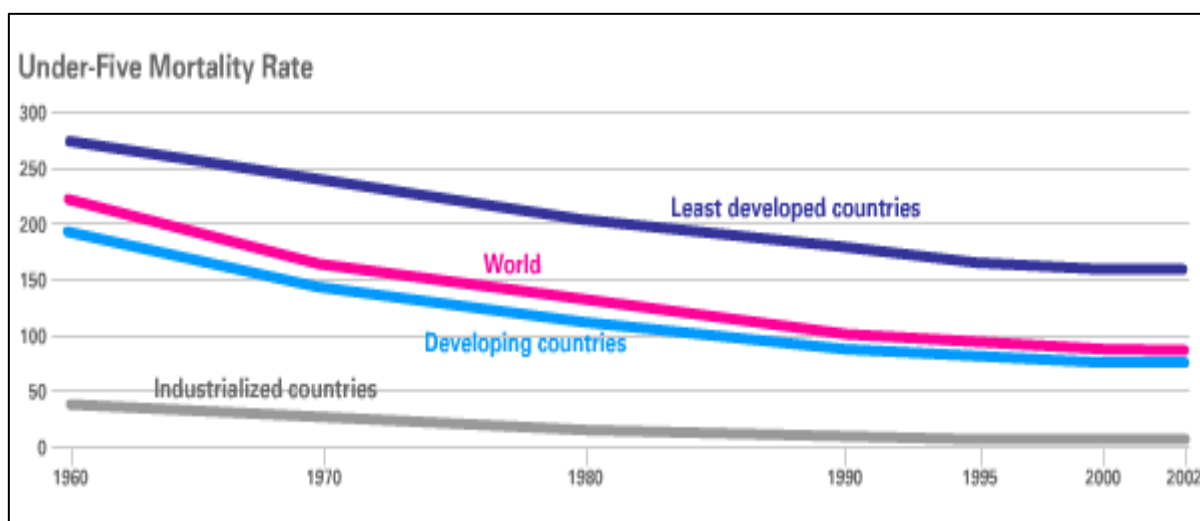
A população rural entrevistada, apesar de consumir água contaminada, não tem a instrução suficiente para compreender a percepção do risco ao consumir águas fora do padrão microbiológico de potabilidade, o que não é exclusividade da população rural e o consumo de água fora dos padrões pode estar relacionadas com surtos epidemiológicos, que afetam principalmente parte da população sem um determinado grau de instrução, com falta de infraestruturas de saneamento, baixa capacidade financeira, entre outros.

A água de consumo é um importante veículo para o desenvolvimento de diarreias infecciosas, no ano de 2018, foram registrados no Paraná, 39.462 casos de

internações por doenças infecciosas e parasitárias e 87.943 casos de doenças do aparelho digestivo, segundo o DATASUS.

A World Health Organization (WHO) menciona o fato de 10 milhões de crianças com menos de 5 anos morrem anualmente, dessas 18% é devido a diarreia, a Figura 3.2 demonstra um comparativo da taxa de mortalidade de crianças até 5 anos de acordo com o grau de desenvolvimento do país. Evidencia que o risco de mortalidade abaixo de 5 anos (probabilidade de crianças morrerem entre o nascimento e o quinto aniversário, expressa como 1.000 crianças nascidas vivas), elaborado pela UNICEF, é maior em países menos desenvolvidos.

FIGURA 3.2 - TAXA DE MORTALIDADE DE CRIANÇAS ATÉ 5 ANOS NO MUNDO - PAÍSES INDUSTRIALIZADOS, EM DESENVOLVIMENTOS E MENOS DESENVOLVIDOS.



Fonte: UNICEF, 2004

Ao realizar a ligação dos conceitos apresentados sobre riscos e vulnerabilidades aos dados apresentados, compreendemos que pessoas que vivem em locais menos desenvolvidos tem maior probabilidade de desenvolver problemas de saúde, sendo essas populações mais vulneráveis, por diversos fatores como a falta de saneamento básico, poluição de fontes de água para consumo, falta de infraestruturas adequadas de atendimento básico em saúde, entre outros, que podem contribuir para o aumento das taxas de mortalidade e morbidade, principalmente infantil.

O risco, no sentido amplo do conceito, pode ser entendido como a causa das doenças, como mencionado, onde 18% das crianças morrem por diarreia, que pode

estar ligada ao consumo de água fora dos padrões de potabilidade, conforme Amaral *et al.* (2003). Ou seja, o risco é o fato de a água estar contaminada, e as vulnerabilidades, seriam nesse caso, a falta de conhecimento sobre como a água contaminada pode afetar a saúde.

Segundo Hespanhol (2018, p.2)

A evolução de diretrizes e normas relativas a temas de saúde pública não é controlada unicamente por estudos e pesquisas toxicológicas e epidemiológicas. Características socioculturais, práticas de higiene, percepção e sensibilidade públicas, desenvolvimento tecnológico e condições econômico-financeiras são tão importantes quanto evidências científicas no estabelecimento de normas para a proteção da saúde pública de usuários de sistemas públicos de abastecimento de água.

Esse ponto de vista, exposto por Hespanhol, se mostra fundamental para o presente trabalho, pois ao considerar a característica química da água como fatores de risco para o consumo é necessário, além do parâmetro laboratorial, analisar as situações socioeconômicas e culturais, sendo que algumas podem expor mais ou menos o indivíduo ao desenvolvimento de doenças pelo consumo de água.

Segundo este autor, no Brasil as normas de saúde relacionadas a qualidade da água potável são baseadas em normas estrangeiras, muitas vezes adotadas sem a adaptação necessária, sendo possível não exercer a proteção devida à população, em casos mais graves, ocasionar doenças, por não representarem as características brasileiras de saúde pública, cultural, social, econômica e tecnológica.

A adaptação da potabilidade da água para consumo humano no Brasil, segue as sugeridas pela Organização Mundial de Saúde, “sem quaisquer bases científicas ou estudos epidemiológicos e toxicológicos que lhes confirmem credibilidade”, na adaptação para a população brasileira. (HESPANHOL, 2018, p.3).

Esse fato ocorre também com a fluoretação, na qual a Portaria do Ministério da Saúde 2.914 de 2011 e a Portaria de Consolidação nº5 de 2017, prevê somente um valor máximo, que é o sugerido pela WHO, que é de 1,5 mg/L. Tais portarias sugerem que o cálculo para a concentração de fluoretos em água tratada, deve ser realizado de acordo com a Portaria nº 635 de 1975, que remete o cálculo ao considerar a temperatura média do local de fornecimento de água.

Não há nessas a menção de um valor mínimo de concentração para a fluoretação, assim sendo, apesar de obrigatória a fluoretação, não há normatização federal que sugira um valor mínimo praticado.

Assume-se um risco ao não delimitar melhor o limiar ótimo para o consumo de fluoretos e outro ao não considerar a questão socioeconômica no cálculo, conforme indica Hespanhol (2018). Portanto, é necessário conhecer melhor a relação entre consumo de fluoretos na água natural ou tratada e população que a consome, para que se possa calcular com maior clareza os limites máximos e mínimos da concentração desse elemento na água.

4. GEOLOGIA MÉDICA

A Geografia tem trabalhado o meio físico em conjunto com a Geologia no uso de técnicas e metodologias de análises geológicas, que permitem relacionar a ocorrência de substâncias químicas oriundas dos minerais e rochas, disponíveis no solo, ar e água, com saúde humana. Trabalhos que utilizam análises geoquímicas do solo e da água tem a finalidade principal de correlacionar os teores de certas substâncias com distribuição de doenças.

Segundo Wilson Scarpelli (2003)

A Geologia Médica, ou Geomedicina, está em franco desenvolvimento no Brasil, já ativada pelo Serviço Geológico do Brasil (CPRM) com um programa específico, o Programa Nacional de Pesquisa em Geoquímica Ambiental e Geologia Médica, o PGAGEM. É ciência de equipe, exigindo bom entrosamento e entendimento com outras ciências. Em detalhe, estuda variações regionais na distribuição dos elementos, principalmente os metálicos e metalóides, seu comportamento geológico-geoquímico, as contaminações naturais e artificiais e os danos à saúde animal e/ou vegetal por excessos ou deficiências (2003, s/n).

Segundo Selinus (2006, p.1), Geologia Médica, é conhecida como a ciência que “estuda a influência de fatores geológicos ambientais relacionados com a distribuição geográfica das doenças humanas e animais”. Os autores supracitados, mencionam que fatores geológicos podem influenciar na saúde humana e animal e essas observações devem ser realizadas de forma a envolver outras ciências, aqui propomos a geografia como uma ciência contributiva e que se utiliza de técnicas investigativas da Geologia médica.

Os elementos químicos que ocorrem na natureza, podem produzir variados efeitos à saúde humana. Considera-se que há na natureza e em seus recursos, como água e solo, uma determinada concentração de elementos químicos e que a atividade humana pode modificar essas concentrações.

O intemperismo dita o ritmo de reformulação dos minerais, que podem ser solubilizados, ou incorporados ao solo, tornando-se assim, geodisponíveis em parte da cadeia alimentar, através da sua transferência a alimentos, como peixes e vegetais, ou, solubilizados na água, ou mesmo, ser introduzidos aos seres vivos através da inalação ou contato dermal.

Neste conjunto, solo, água corrente e acumulada nos aquíferos e plantas, são resultados das rochas que compõe o substrato. Consequentemente o ser humano pode ser influenciado diretamente pelo local onde vive, havendo “[...] casos clássicos de doenças acompanhando faixas geológicas litologicamente anômalas” (SCARPELLI, 2003).

O livro “Medicinal Geology: a Regional Synthesis” (SELINUS *et al.*, 2005) aborda um compêndio de produções regionais relacionadas a Geologia Médica, demonstrando em cada região as relações de doenças e anomalias geoquímicas, encontradas na água, no solo e no ar produtos de processos geogênicos ou tecnogênicos.

O livro supracitado foi elaborado com contribuições de mais de sessenta autores espalhados pelos continentes. Cada região do planeta é apresentada em forma de capítulo, que traz informações estatísticas, gráficas e textuais sobre a relação de elementos químicos, que ao serem absorvidos, em altas ou baixas concentrações, provenientes de alimentos, água e ar, provocam alterações importantes no organismo de seres humanos e animais.

Dentre os elementos mais mencionados pelos autores estão o Amianto, Arsênio, Cádmio, Chumbo, Flúor, Iodo, Radônio e Selênio. A inserção desses na corrente sanguínea com altos teores, podem estar relacionadas a uma diversidade de doenças. Essas relações estão dispostas na Tabela 4.1, organizada a partir do referido livro.

TABELA 4.1- POSSÍVEIS DOENÇAS CAUSADAS POR ELEMENTOS QUÍMICOS SEGUNDO SELINUS (2005)

Elemento	Doenças possivelmente associadas
Amianto	Doenças pulmonares; Doenças cardiovasculares; Doenças de pele; Neoplasias;
Arsênio	

	Variados problemas fatais; Deficiências renais Hipertensão arterial; Diabetes;
Cadmio	Neoplasias.
Chumbo	Doenças neurológicas
Iodo (deficiência)	Problemas na tireoide Fluorose dentária e óssea;
Flúor	Doenças neurológicas quando associado a outros elementos. Doenças pulmonares;
Radônio	Neoplasias; Danos aos órgãos;
Selênio (deficiência)	Comprometimento fisiológico.

Fonte: SELINUS *et al.*, 2005

Vale mencionar que muitos desses estudos relacionando doenças com a ingestão de elementos dispostos de alguma forma no ambiente, estão em desenvolvimento, mas muitos desses demonstram alta correlação da prevalência dessas doenças em regiões ricas em determinados elementos químicos. Entendendo a Geologia Médica como uma vertente que estuda saúde e minerais correlacionados, essa noção é de suma importância para o presente trabalho, onde a água como um elemento de interação entre minerais e seres humanos. A origem geogênica do flúor será demonstrada a seguir e posteriormente como esse é inserido na dieta por meio da água natural e tratada.

4.1 Flúor Geogênico

O flúor destaca-se como o décimo terceiro elemento mais abundante na crosta terrestre, sua abrangência se estende a diversos materiais geológicos e corpos hídricos, apresentando-se em diferentes concentrações que variam de um conjunto de fatores, tais como: temperatura, pH, presença ou não de complexos minerais, íons precipitados e colóides, solubilidade de minerais, capacidade de troca iônica de minerais, a granulometria e o tipo da litologia e o tempo de residência das águas (PANAGOULIAS e FILHO, 2006).

É considerado um elemento não-metálico da família dos halogênios, com maior eletronegatividade química, formando íons de fluoreto quando em soluções (MARIMON, 2006). Segundo Marimon (2006, p.41) o flúor é um elemento litófilo (com energia de oxidação maior que a do ferro) e ocorre principalmente em fase

sólida em maiores concentrações em rochas ígneas, em sua forma livre apresenta coloração amarela clara e é altamente corrosivo que reage com praticamente todas substâncias orgânicas e inorgânicas.

O flúor é liberado para as águas naturais por intemperismo, Marimon ressalta que

Os minerais de maior solubilidade disponibilizam maior quantidade de fluoreto para as soluções percolantes; como a solubilidade é em geral baixa, o fluoreto migra lentamente em solução e neste caminho pode ficar retido temporariamente nos argilominerais. Por esta razão, as águas superficiais mostram baixas concentrações de fluoreto e o transporte dos continentes aos oceanos é mais eficiente através de partículas em suspensão nos rios do em solução. A concentração de fluoreto nas águas naturais resulta do equilíbrio entre água e os minerais das rochas, da capacidade destes minerais em liberar flúor para a solução, ou, ao contrário, de sorver este elemento da solução. (MARIMON, 2006, p.42)

Conforme a autora, as águas superficiais (0,1 a 0,4 mg/L) naturalmente tendem a ter menores concentrações de fluoretos do que água subterrânea (0,1 a 2,0 mg/L), ainda menciona que as águas subsuperficiais tendem a maiores concentrações, comparadas as superficiais. Segundo Dissanayake e Chandrajith (2009) as águas de fonte ou hidrotermais frequentemente apresentam elevadas concentrações de fluoreto.

A associação de altas concentrações de fluoreto com doenças dentárias e ósseas, são exemplificadas por *Sellinus et al.* (2005), sendo uma situação recorrente em várias regiões do planeta. Dentre essas regiões vale mencionar casos mais extremos como: Colorado (EUA), regiões do México, Nicarágua, Costa Rica, Honduras, Antígua, regiões do Brasil (Minas Gerais, Paraná e São Paulo), algumas regiões na China, Índia, Paquistão, Sri Lanka, determinadas regiões do Irã, algumas regiões da Rússia, Finlândia, Portugal e Itália.

As altas doses de fluoreto nessas regiões geralmente estão associadas a formações geológicas de origem vulcânica, com rochas ricas em fluoreto que são lixiviadas e se acumulam em maiores quantidades na água subterrânea, com maior contato com a rocha mãe, podendo ocorrer também em menores concentrações na água superficial.

A busca por água potável é uma realidade problemática estudada por diferentes pesquisadores, também, em outras regiões com concentrações de fluoretos de origem geogênica, como é o caso da Tanzânia, conforme Marwa, *et al.*

(2018), Ndé-Tchoupé *et al.* (2019), Pittalis (2010), Vuhahula (2008) e Haimanot *et al.* (2006) há ocorrência de altos índices de fluoreto de origem geogênica no Vale do Rift na África Oriental.

Alguns desses pesquisadores buscaram desenvolver, no Norte da Tanzânia, fontes alternativas de água com taxas de concentração de fluoreto ótimas pra consumo, chamadas por esses de *fluoride-free water* (MARWA, *et al.* 2018 e NDÉ-TCHOUPÉ *et al.*, 2019), uma das saídas encontradas foi a coleta, armazenamento e tratamento de água da chuva. Segundo Pittalis (2010, p.65) foram encontradas em regiões da Tanzânia valores máximos de 59 mg/L em água subterrânea, sendo que para o consumo a WHO indica o valor seria de 1,5 mg/L, com cálculo para valores de concentração ótimos através da média de temperatura de cada região.

Em outra pesquisa por amostragem nessa mesma região Vuhahula (2009, p. 610) realizou um trabalho epidemiológico em 92 vilarejos da Tanzânia, cuja a concentração das fontes de água variavam entre 1,5 a 24,9 Fmg/L. Segundo ela 50% das crianças estão expostas a níveis acima de 4,0 mg/L, 18,9% vivem em vilas cujo teor médio de fluoreto na água é de 2,0 mg/L e um total de 25% com índice médio de 6,0mg/L, sendo que nenhuma criança vive, nessa pesquisa, em área com níveis aceitáveis de fluoreto na água subterrânea, próprios para consumo humano.

Curiosamente os artigos dos pesquisadores mencionados são apresentados com títulos chamativos no sentido da importância de uma fonte de água *fluoride-free* para a saúde humana, como: “Dentes brancos e esqueletos saudáveis para todos” (NDÉ-TCHOUPÉ *et al.* 2019) ou “Derrotando a fluorose no leste do Rift Valley”. Fato esse que reforça a necessidade de conhecimento sobre as fontes de consumo de água e como é realizado o controle desse elemento, que pode alterar a saúde humana em casos extremos como o da Tanzânia.

Esse levantamento bibliográfico, que demonstra altas concentrações de fluoreto em alguns locais do planeta e a necessidade dessas populações em encontrar fontes de abastecimento livre de fluoretos, mostra a relevância de trabalhos que realizam o conhecimento dessa problemática. Dessa forma, reforça a ideia aqui proposta, de formatação de dados de concentrações de fluoretos na 17RS em informações pertinentes à saúde coletiva, indo além, entender como o homem realiza a gestão dessas concentrações e a relação com o consumo.

4.2 Flúor antropogênico

Segundo Ross (2014, p.67) modificações na concentração de flúor em águas normalmente é decorrente de processos hidrogeoquímicos, mas eventualmente pode estar associada com ações antropogênicas como a mineração, produção agrícola com insumos fosfatados e a queima de carvão mineral, sendo essas as fontes de poluição difusa de flúor.

Na China, o fluoreto é encontrado em grandes quantidades no ar, em regiões onde ocorrem a produção e exploração de carvão mineral, ainda em pesquisa recente Yang *et al.* (2017) confirmou que existem grandes concentrações de fluoreto predominante em formações carboníferas de diferentes períodos geológicos conforme os dados apresentados, a concentração contida nas jazidas de carvão na China são de 130 mg/kg sendo que média mundial é de 88 mg/kg. Nesse sentido, a população está exposta tanto na queima desse carvão, como pela lixiviação do fluoreto nas águas subterrâneas e no solo (YANG *et al.* 2017, p.12).

Segundo Chen *et al.* (2019, p.1) foram encontradas concentrações muito altas de nitrato e fluoreto, além dos limites indicados para consumo, na região Noroeste da China, em águas subterrâneas. Nessa região desenvolveu-se um estudo de fatores de análises para compreender a contaminação da água subterrânea e percebeu-se que a interação rocha-água e a contaminação humana são os maiores fatores de influência na química da água subterrânea.

Os autores fazem uma análise sobre a salinidade e o IQA da água utilizada para consumo e irrigação de plantações na região de Zhongning, concluindo que a água subterrânea utilizada na região é ligeiramente alcalina naturalmente, com altas cargas de Na^+ , K^+ , Mg^{2+} , Cl^- , SO_4^{2-} . Demonstraram também, correlação positiva para pH e fluoretos, indicando uma contaminação geogênica. Além disso, fatores de interação induzidos com cargas fortes em NO_3^- -N, indicando os possíveis efeitos das atividades agrícolas e / ou esgoto na qualidade das águas subterrâneas

Conforme os autores o governo chinês tem investido em pesquisas que analisem e propõe medidas para a qualidade da água, relacionada com meio ambiente e saúde humana,

Atualmente, o governo chinês se esforça para resolver a situação implementando várias técnicas e financiando programas para proteger a água potável. Um grande plano político de controle e limpeza da poluição da água ("Plano das Dez Águas") foi adotado em 2015. Devido às melhorias

lideradas pelo governo no fornecimento de água e nas iniciativas de água potável, ela teve uma profunda influência na saúde e nos meios de subsistência de milhões de chineses e no meio ambiente (CHEN *et al.*, 2019, p. grifo nosso)

Mostra-se aqui uma preocupação das autoridades chinesas frente as necessidades de saúde para a população ligada ao consumo de água. O evidente crescimento econômico ocorrido no país recentemente, é pautado na exploração de recursos naturais, o que trouxe diversas consequências ao ambiente e à saúde humana, inclusive para a água e o aumento da ocorrência de fluoretos em água natural.

Ainda assim, a principal atividade humana que insere íons de fluoreto no organismo humano se dá via fluoretação de água de abastecimento, sua presença constante na cavidade bucal com associação a processos químico físicos que ali ocorrem contribui para o controle da cárie.

Dessa maneira, foi inserido no abastecimento público a fim de controlar essa doença infecciosa. Conforme afirma Santos (2019) ao analisar a fluoretação,

compreende-se que a prática promove uma redução expressiva do cenário de cáries em crianças, provocando, portanto, o dever de um acompanhamento contínuo que assegure a população contra a manifestação da fluorose dentária e óssea, ou seja, não tolerando o consumo em excesso do elemento (2019, p.40).

Segundo Santos (2019) a fluoretação no Brasil inicia-se em 1953 no município de Baixo Guandu – ES, seguido por Marília – SP em 1956 e Taquara – RS em 1957

“Deste movimento de vanguarda derivou a aprovação da Lei Estadual nº 3125 de 18 de junho de 1957, tornando obrigatório a fluoretação em estações de tratamento localizadas e gerenciadas pelo Estado, ganhando expansão na década de 60.”

Segundo a Funasa (BRASIL, 2012) o Fluossilicato de Sódio e o Ácido Fluossilícico são os principais produtos utilizados para inserção de fluoretos na água de abastecimento no Brasil. O Fluossilicato de Sódio é um produto sólido é forma de pó branco, brilhante e cristalino, sendo muito corrosivo. “Em função de sua baixa solubilidade, utiliza-se solução saturada para fluoretar as águas para consumo humano. Por outro lado, o ácido Fluossilícico é um subproduto da manufatura de fertilizantes, sendo um líquido altamente solúvel e corrosivo, o que exige material

específico para transporte e armazenamento, como PVC e polietileno, por ter natureza tóxica deve ser armazenado em ambientes frescos e ventilados.

A Lei nº 6.050 de 1974 obriga onde haja estações de tratamento de água a realização da fluoretação, enquanto a Portaria nº 635/74 regulamenta os limites a serem praticados e sugere o cálculo de concentrações a serem adicionadas à água de abastecimento relacionado com a média térmica diária, conforme apresentadas na

Tabela 4.2.

Quanto ao valor máximo de concentração a ser praticado nos sistemas de abastecimento, a Portaria Complementar nº5 de 2017 do MS, admite até 1,5mg/L de íons de fluoreto. Não há em esfera nacional uma obrigatoriedade para nível mínimo de concentração, somente sugere o cálculo mínimo, às médias térmicas, há ainda um brecha referida na lei 635/74, a qual obriga a fluoretação somente em sistemas que haja estações de tratamento, ou seja, não há obrigatoriedade de fluoretação em sistemas de abastecimento que utilizam tratamentos simplificados, sem estações de tratamento.

TABELA 4.2 - LIMITES DE FLUORETOS NA ÁGUA PARA DISTRIBUIÇÃO CONFORME MÉDIA DE TEMERAPUTA DIÁRIA.

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

Fonte: Ministério da Saúde (1975)

5. AÇÃO DO FLUORETO NA CAVIDADE BUCAL

Como visto o flúor é um elemento encontrado naturalmente na água ou de forma artificial, através da fluoretação, o propósito de sua inserção na dieta humana é unicamente ligado à sua função na cavidade bucal para o controle da cárie. A fluoretação em água de abastecimento é considerada uma grande inovação na saúde coletiva (CURY e TENUTA, 2017, p.5). “A cárie ainda é o maior problema enfrentado na odontologia e é entendida como uma doença multifatorial, que teve um grande declínio em sua prevalência a partir da fluoretação”. (PALTÍ, *et. al*, 2008, p.312).

Ramires e Buzalaf (2007), apontam que a partir do ano de 1942 verificou-se correlação diretamente proporcional entre a prevalência de fluorose dentária e concentrações de íons de flúor na água de consumo, e uma correlação inversamente proporcional entre a presença de flúor e a prevalência de cárie, essa constatação segundo os autores mudou o patamar da discussão em saúde bucal, pois a fluoretação passou a ser uma medida de controle da cárie, com uma limitação para as concentrações afim de não ampliar as ocorrências de fluorose dentária. Segundo estes:

A Organização Mundial da Saúde, em 1958, reconheceu a importância da fluoretação e instituiu um Comitê de Peritos em fluoretação da água, que em seu primeiro relatório deu parecer favorável à fluoretação, indicando-a como uma medida de saúde pública. O mesmo Comitê sugeriu que pesquisas de outros métodos e veículos de aplicação tópica de flúor fossem desenvolvidas, a fim de permitir o uso do composto em locais onde a fluoretação não pudesse ser implantada. (RAMIRES; BUZALAF, 2007)

A cárie dental é um processo dinâmico que se inicia por uma lesão no esmalte do dente, provocada pela alternância de períodos de remineralização e desmineralização, o flúor tem importante papel nesse processo via efeito físico-químico (CURY, *et. al.*, 2017).

Segundo Cury (2001, p. 33) o esmalte do dente e a dentina (partes integrantes dos dentes) são formados por compostos minerais à base de apatita (cálcio e fosfato), o açúcar ingerido pela alimentação e acumulado na placa dental, é convertido para ácido, o que gera uma queda do pH bucal, “atingidos os pH críticos para esmalte ou dentina, estes perderão cálcio (Ca) e fosfato (P) sofrendo desmineralização. (CURY, 2001, p. 37)”.

Cury, *et. al.* simplificam a ação do fluoreto no ambiente bucal em equações matemáticas, a presença do fluoreto na cavidade bucal minimiza a perda mineral durante a desmineralização do dente, através da precipitação simultânea de minerais contendo fluoreto (fluorapatita). “Então físico-quimicamente, havendo fluoreto no meio bucal, a desmineralização será menor do que aquela ocorrida na ausência de fluoreto, é uma diminuição na perda total”.

Quando o pH no meio bucal se eleva novamente, o fluoreto age na potencialização da remineralização via saliva, acelerando a reparação da perda mineral ocorrida no processo anterior (CURY, *et al.* 2017, p.111).

Os benefícios da inserção de fluoreto na água para consumo estão ligados a frequente exposição desses no ambiente bucal, pois é uma forma de constante inserção desse elemento e é considerada na odontologia como uso coletivo de flúor e uma medida que minimiza diferenças ao acesso de dentifrícios fluoretados, considerado um meio individual de utilização do fluoreto (CURY e TENUTA, 2017, p. 11).

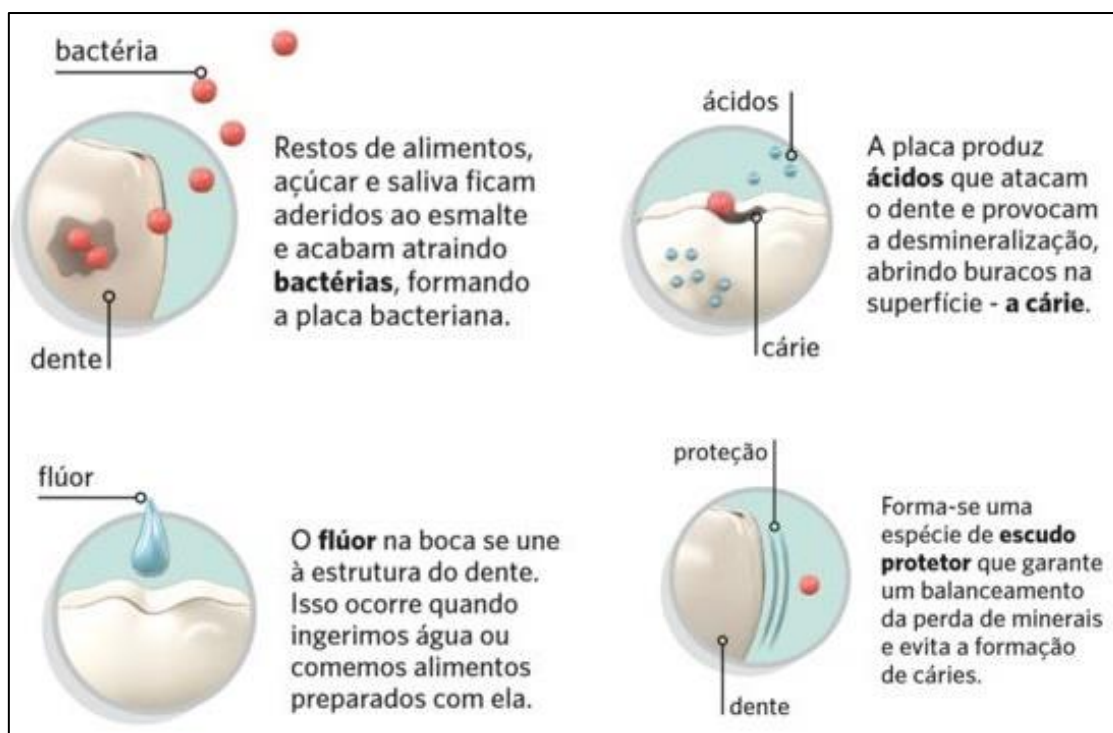
Cury e Tenuta (2017) complementam que fluoreto adicionado a cavidade bucal tem propriedades relevantes para os processos de desmineralização e remineralização dos dentes, com efeitos físico-químicos agindo na cavidade bucal, envolvendo a solubilidade dos minerais hidroxiapatita e fluorapatita.

A ação do fluoreto se dá pelo contato com o ambiente bucal, tanto na saliva como nas placas de microrganismos presentes nos dentes (biofilme), por isso se faz necessário a manutenção constante dos níveis de fluoreto na boca, pois o fluoreto só previne a cárie (principal função dos fluoretos no abastecimento público) pela presença de concentrações de íons no ambiente bucal e não diretamente nas estruturas minerais dos dentes.

A Figura 5.1, demonstra um esquema didático sobre o efeito dos íons de fluoreto quando inseridos na cavidade bucal, a produção de ácidos pelas bactérias estimulada pela presença de açúcar e resto de alimentos (placa bacteriana) provocam o processo inicial de desmineralização do dente, o que abre buracos na superfície do dente, formando assim, a cárie.

O flúor **ingerido**, se une as estruturas do dente e forma uma proteção que garante um balanceamento entre a perda de minerais, ocasionada pelo processo anterior, evitando a formação de cáries.

FIGURA 5.1 - ESQUEMA DE INSERÇÃO DE FLUORETO NO PROCESSO DE CONTROLE A CÁRIE



Fonte: VIGIFLUOR, 2019.

Entre os efeitos colaterais sobre o consumo de fluoretos nos dentes, está a toxicidade crônica, chamada de fluorose dental, esse é considerado um efeito sistêmico do flúor consumido, pois o fluoreto é absorvido pelo sangue e afeta o esmalte do dente em formação, manifestando-se em diferentes graus (severidade) de opacidade do dente, "caracterizados através de linhas brancas transversais que podem se fundir tornando o dente todo branco" (CURY e TENUTA, 2017, p. 15). Sendo essa um efeito sistêmico que se dá na formação do dente, são afetados os indivíduos em idade de desenvolvimento da dentição, que se dá entre 0 a 12 anos.

Segundo Cury e Tenuta (2017, p.15) qualquer fluoreto absorvido tem potencial de causar fluorose dental, e há uma relação linear entre o grau de fluorose observado e a dose de exposição a fluoreto pela água, contanto, se a água for otimamente fluoretada o potencial de causa fluorose é restrita a níveis muito leve e leve, sendo esses níveis não comprometedores da estética do dente.

Os autores ainda revelam que a odontologia chama essa relação entre consumo de fluoreto, redução de cárie e aumento de prevalência de fluorose, como

binômio de **benefícios x riscos** de utilização de fluoreto, e indicam que apesar do desenvolvimento da fluorose em níveis de severidade baixos a insatisfação de crianças com fluorose é menor se comparada a insatisfação dos efeitos da cárie (CURY e TENUTA, 2017, p. 17).

Os mecanismos pelos quais o fluoreto diminui cárie e aumenta fluorose são totalmente distintos e do ponto de vista farmacológico enquanto o efeito do primeiro é local, portanto, concentração dependente, o do segundo é sistêmico, logo dose dependente. Maximizar os benefícios do fluoreto enquanto minimizando seus riscos é um desafio permanente daqueles comprometidos com saúde pública (CURY e TENUTA, 2017, p. 17).

Venturini *et al.* (2016) apontam a necessidade de se realizar o controle da fluoretação por organizações não responsáveis pelo tratamento de água, segundo o princípio do heterocontrole. Em 2008 apenas 37,3% dos municípios brasileiros haviam registros mensais sobre concentração de fluoretos na água (VENTURINI *et al.*, 2016).

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).

Ainda segundo os autores, o monitoramento dos fluoretos na água de abastecimento pode ter duas principais finalidades, a de assegurar os padrões de potabilidade e assegurar os **benefícios** na prevenção da cárie com **risco** diminuído para a ocorrência de fluoroses.

Segundo Frazão *et al.* (2018) as principais situações encontradas por pesquisas brasileiras foram de hipofluoretação, sendo os níveis de fluoretos mais baixos que os recomendados para prevenção de cáries.

Caldarelli *et al.* (2016, p. 117) mencionam que o Brasil escolheu a fluoretação da água como principal meio de uso coletivo e consumo de fluoretos, sendo que a Lei 6050/1974, torna a sua adição obrigatória aos sistemas de abastecimento público de água, onde houver tratamento da água, com a inclusão de planos de fluoretação.

Frazão *et al.* (2018), apontam que em estudos recentes sobre a fluoretação no Brasil foram encontrados 89 municípios com concentração média de fluoretos acima de 1,544 mg F/L e 445 municípios que apresentaram valores médios entre

0,945 e 1,544 mg F/L, “[...]”requerendo o planejamento e a adoção de medidas corretivas em curto prazo. (Frazão *et al.*, 2018, p. 281).

Os conceitos de riscos e benefícios da fluoretação e heterocontrole, são fundamentos aqui importantes, o trabalho realizado pela ANVISA de vigilância da qualidade da água visa prevenir possíveis problemas de saúde, não somente as de origem bucal, via consumo da água e intervenção junto às entidades envolvidas.

O heterocontrole realizado pela ANVISA, possibilita uma análise temporal e espacial do consumo e gestão da água, o que pode embasar a discussão acerca dos limites de concentrações para risco e benefício na saúde bucal, para melhor aproveitamento de recursos e ações ligadas a saúde bucal, principalmente ligados ao controle da cárie e prevenção ao desenvolvimento de fluoroses.

5.1 A cárie como agravo de saúde coletiva

A cárie é ainda considerada um agravo de saúde pública no Brasil, apesar de quase meia década de fluoretação. “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.” (CALDARELLI *et al.*, 2016, p. 117).

A cárie é uma doença infecciosa, seu avanço muitas vezes é lento na maioria dos indivíduos, na falta de tratamento, resultando em destruição das estruturas dentárias afetadas. Entre os problemas de saúde bucal a cárie é um dos maiores desafios da odontologia, entendida como um processo multifatorial, que leva os pesquisadores a buscarem a prevenção por diversos métodos, iniciada pela lesão do esmalte dental, provocada pelo período de alternância de desmineralização e remineralização. (PALTI, *et al.*, 2008, p. 312)

Lima (2007, p.119) propõe a cárie como um processo anormal, que não existia na época do homem primitivo, o qual vivia em condições naturais de equilíbrio físico-químico

Apesar de todos os elementos necessários para desenvolver a cárie estarem presentes, havia uma condição de desequilíbrio e reequilíbrio, representados pelo fenômeno da desmineralização e remineralização, mediadas pela saliva, que mantinha a estrutura do esmalte dentário intacta. Essa biodiversidade determinada pela presença de todos os elementos que influenciavam a fisiologia da cavidade bucal em condições naturais, como alimentação, microrganismos e secreção salivar, mantinha o equilíbrio homeostático. (LIMA, 2007, p.119)

Esse autor ainda sugere a cárie e sua etiologia, como parcialmente compreendido pela ciência, por isso, não foi possível ainda a erradicar e criar situações de equilíbrio, como as do homem primitivo. Apesar dessa afirmação, conceitua a cárie dentária como uma doença multifatorial e que depende da ingestão de açúcar via dieta, produzindo a desmineralização das estruturas dentárias. Ao discutir a origem da cárie, Lima (2007, p. 120) afirma que há fatores intrínsecos e extrínsecos à suscetibilidade à cárie. Os fatores extrínsecos são condizentes com a estrutura sociocultural de inserção do indivíduo, os intrínsecos são as condicionantes bucais propícias ao desenvolvimento da doença.

Petersen (2005) sugere que a cárie dentária é historicamente considerada a mais importante doença bucal, sua distribuição e gravidade em diferentes partes do mundo variam até dentro de um mesmo país ou região. É tida como um grande problema de saúde pública nos países industrializados, afetando 60 a 90% das crianças em idade escolar, prevalente em vários países asiáticos e latino-americanos.

Embora pareça ser menos comum e menos grave na maioria dos países africanos, é previsto que aumente em um futuro próximo, devido ao aumento do consumo de açúcares e da exposição inadequada a fluoretos. O autor ainda menciona que

O papel significativo dos fatores sócio comportamentais e ambientais nas doenças bucais e na saúde é demonstrado em um grande número de pesquisas epidemiológicas. O padrão atual de cárie dentária reflete principalmente perfis de risco distintos entre os países (relacionados às condições de vida, estilos de vida e fatores ambientais) e à implementação de sistemas preventivos de saúde bucal. (PETERSEN, 2005).

Cortellazzii *et al.*, realizaram levantamentos em crianças com idade pré-escolar no município de Piracicaba – SP, concluíram, dentre outros aspectos, que as crianças pertencentes à famílias com renda mensal inferior a 4 salários mínimos tiveram maior probabilidade de ter experiência de cárie “Assim, o planejamento de ações de prevenção e intervenção direcionadas a este público seria essencial para o controle da doença” (CORTELLAZZII *et al.*, 2009, p. 490).

Soares de Paula (2002) faz correlações de dados coletados em 133 municípios do estado de São Paulo em parceria com a Secretaria de Saúde,

indicando que “[...] há prevalência de cáries em municípios com menor grau de educação e que quanto maior o Índice de Condição de Vida, menor a prevalência de cárie”.

Segundo a autora as condições socioeconômicas são determinantes para a maior ou menor incidência e prevalência de cáries em determinadas populações, sendo, quanto maior tempo de estudo da população dos municípios e melhores condições de moradia, menor os índices de incidência de cárie sobre a população.

A autora ainda conclui “sugerindo que se as condições socioeconômicas ligadas a esses indicadores forem boas, o uso do flúor na água como meio de prevenção, não irá alterar significativamente as medidas de prevalência (SOARES DE PAULA, 2002, p. 38).”

Ou seja, a fluoretação é importante no controle à cárie, principalmente para a população em desvantagens socioeconômicas, pois quanto menor o poder aquisitivo e grau de instrução menor é o acesso às informações necessárias para ações ligadas a odontologia preventiva.

Atualmente, há um consenso de que o flúor importante é aquele mantido constante na cavidade bucal, o qual é capaz de interferir com a dinâmica do processo de cárie, reduzindo a quantidade de minerais perdidos quando do fenômeno da desmineralização e ativando a quantidade reposta quando da remineralização saliva (CURY, 2001, p. 39)

É frequente em levantamentos epidemiológicos na investigação da cárie a correlação dos índices de ocorrência com dados socioeconômicos dos indivíduos analisados, condicionantes que na geografia e outras ciências das humanidades que abordam saúde coletiva, são conhecidas como vulnerabilidade social.

Determinadas condicionantes socioeconômicas como renda e educação, estão associadas a capacidade da população em lidar frente a ameaças e situações de exposição, por isso se faz importante compreender a espacialidade e gestão do consumo de fluoretos via água.

Ao entender que o flúor para influenciar a dinâmica de evolução da cárie, controlando-a, deve ser mantido de forma constante na cavidade bucal, conclui-se que a fluoretação da água de abastecimento, é a forma mais popular de acesso constante à essa substância, atingindo diferentes camadas sociais dentro da área de cobertura do sistema de distribuição.

Dessa forma, a distribuição de água fluoretada como uma forma justa de aporte social àquelas famílias com menor esclarecimento sobre higiene bucal ou acesso a produtos de uso tópico do flúor, como os dentífricos fluoretados.

5.2 Fluoreto e fluorose

Como visto, a água fluoretada trata-se de um método de uso coletivo do flúor, consagrado no século XX como uma das principais medidas de saúde pública, em função do seu impacto em reduzir os níveis de cárie na população. A eficiência deste método foi comprovada em dezenas de países através de centenas de avaliações. (CURY, 2001, p. 41).

As primeiras observações da ação do flúor na cavidade bucal, fora relacionada com o efeito de superexposição aos íons de fluoreto, chamada de fluorose dental. Essas foram realizadas a partir de 1901 pelo médico americano J.M Eager, em sua obra científica “História dos dentes manchados”, o qual relacionou manchas brancas nos dentes de crianças com a qualidade da água que consumiam (FUNASA, 2012).

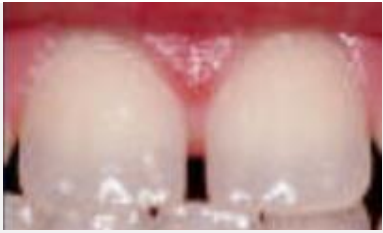




Mais tarde em 1911, outro americano, dessa vez odontólogo, estudou as mesmas manchas brancas em crianças no município de Colorado Spring do Estado do Colorado nos Estados Unidos, associando essas também ao consumo de água, mais tarde em 1928, McKay deduziu que a mesma substância ingerida na água que produzia as manchas brancas inibia o desenvolvimento de cáries, no caso os íons de fluoreto (FUNASA, 2012).

Portanto, como subproduto da fluoretação e utilização de produtos fluoretados na higiene bucal, há a ocorrência de fluorose, segundo Frazão *et al.* (2018, p.276) a humanidade começa a ter a noção de controle do nível de fluoreto na água a partir da primeira metade do século XX, quando foram associados problemas na dentição com a concentração de água no abastecimento público.

Segundo os autores, foram identificados em observações epidemiológicas a correlação entre “níveis crescentes de fluoreto e taxas de ocorrência de fluorose dentária (um defeito de formação do esmalte dentário)” (FRAZÃO *et al.*, 2018, p. 276).

Para a avaliação do grau de severidade da fluorose a classificação mais utilizada é conhecida com Índice de Dean (DEAN, 1934), conforme Tabela 5.1. Segundo a Pesquisa Nacional de Saúde Bucal, esse índice é recomendado pela OMS para estudos epidemiológicos de saúde bucal, e tem sido utilizado há anos, servindo como um parâmetro para análises possíveis da evolução em determinadas populações ao longo de maior período temporal.

TABELA 5.1 - CLASSIFICAÇÃO DENTÁRIA DO ÍNDICE DE DEAN.

	Classificação	Grau	Crítérios-descrição do Esmalte
	Normal	0	Esmalte superficial liso, brilhante e geralmente de cor branca bege pálida
	Questionável	1	Esmalte apresenta leves aberrações na translucidez de esmalte normal, que podem variar desde pequenos traços esbranquiçados até manchas ocasionais
	Muito leve	2	Áreas pequenas e opacas de cor branca, porosas e dispersas irregularmente sobre o dente, mas envolvendo menos de 25% da superfície dentária vestibular.
	Leve	3	Opacidade branca do esmalte mais extensa do que para o código 2, recobrindo menos de 50% da superfície dentária
	Moderado	4	Superfície de esmalte apresentando desgaste acentuado e manchas marrons, frequentemente alterando a anatomia do dente.



Severo

5

Superfície do esmalte muito afetada e hipoplasia tão acentuada que o formato geral do dente pode ser afetado. Existem áreas com fóssulas ou desgastes e manchas marrons espalhadas por toda parte; os dentes frequentemente apresentam aparência de corrosão

Fonte: Dissanayake; Chandrajith 2009 e Santos, 2019.

A Pesquisa Nacional de Saúde Bucal realizada em 2010, aponta que 16,7% das crianças de 12 anos no Brasil apresentavam fluorose, sendo que 15,1% em níveis de severidade muito leve (10,8%) e leve (4,3%). Apenas 1,5% das crianças foram identificadas com fluorose moderada e os resultados de fluorose severa foram considerados nulos em âmbito nacional.

Na região Sul, 14,8% das crianças analisadas apontaram alguma severidade de fluorose, sendo 10,1% muito leve, 6,9% leve e 2,1% moderada (BRASIL, 2011, p. 47).

Caldarelli (2016) ainda alerta sobre os dados em São Paulo, os quais apontam prevalência de fluorose, aos 12 anos, de 13,7%, naqueles municípios que realizam a fluoretação para as águas de abastecimento público, nos municípios sem fluoretação a prevalência cai para 0,6%.

Catani *et al.* (2007), realizaram pesquisas epidemiológicas em duas cidades distintas no Estado de São Paulo, dessas, uma tinha pouca oscilação, quanto a concentração de fluoretos, no abastecimento público e dentro do padrão indicado para controle a cárie, a outra apresentava oscilações abaixo e acima do padrão indicado. Concluíram que “crianças residentes no município com teores de fluoreto homogêneos tiveram oito vezes mais chance de ter fluorose dentária do que as residentes no município com teores de fluoreto irregulares na água” (2007, p.738).

Os estudos apontam, portanto, que há evidências que o consumo de fluoretos, está diretamente envolvido com a redução da cárie, além de ter ligação com a ocorrência e o aumento da fluorose dentária. Sendo a água fluoretada, ou não, advinda de abastecimento público, o trabalho aqui proposto, se preocupa com os níveis e frequência de exposição aos riscos e benefícios do consumo, na tentativa de buscar um equilíbrio entre riscos e benefícios da fluoretação.

5.3 ANVISA e o controle da qualidade de água

Muitos autores definem a vigilância em saúde, ou sanitária, como a coleta, análise e interpretação sistemática e contínua de dados em saúde, essenciais para o planejamento, implementação e avaliação das práticas de saúde pública, intimamente integradas à disseminação desses dados para aqueles que precisam conhecer e estão ligados à prevenção e controle (THACK, *et al.*, 2012; ARREAZA e MORAES, 2010; ALBUQUERQUE, *et al.* 2002; COSTA e ROZENFELD, 2000).

Segundo Arreaza e Moraes (2010) esse conceito, como instrumento de saúde pública surge no séc. XIX, de forma concomitante à ampliação do conhecimento sobre a microbiologia e conhecimento sobre doenças infecciosas, entendendo o subsídio de dados e informações como alternativa a pratica de restrição dos doentes, em práticas como a quarentena, “seu propósito fundamental era detectar doentes em seus primeiros sintomas para a rápida instituição do isolamento”(2010, p. 2216).

Motivada por pesquisas internacionais a vigilância em saúde na primeira metade do séc. XX, foi ampliada para outras doenças, além das transmissíveis. O Center of Diseases Control (CDC) de Atlanta nos Estados Unidos e do Instituto de Microbiologia e de Epidemiologia de Praga, são tidos como pioneiros na ampliação de estudos que apontam a vigilância em saúde como importante nas ações de saúde coletiva.

Tanto que a partir de 1964 a Organização Mundial de Saúde (OMS) cria a Unidade Epidemiológica da Divisão de Doenças Transmissíveis, tendo como foco o acompanhamento sistemático de doenças junto à comunidade internacional, com o propósito de aprimorar as medidas de controle sanitário.

Segundo Albuquerque, Carvalho e Lima (2002, p. 7) desde a Idade Média até os séculos XVII e XVIII o termo vigilância está vinculado as ações de quarentena e isolamento, sendo institucionalizado como instrumento a partir do séc. XIX, frente ao desenvolvimento de doenças comumente chamadas de “pestes”, como a varíola e a febre amarela.

No caso brasileiro, o surto dessas doenças na então capital federal, Rio de Janeiro, levou o Congresso Federal a promulgar lei que tornava obrigatória a

notificação de casos de tifo, cólera, febre amarela, peste, varíola, difteria, febre tifóide, tuberculose aberta e lepra ulcerada, doenças tidas como pestilentas.

A Campanha de Combate a Varíola, que ocorreu entre 1966 e 1973, “auxiliou no aprimoramento e incorporação das atividades da vigilância epidemiológica aos programas de controle de doenças transmissíveis no mundo”, o que motivou no Brasil, em 1969, a efetivação do sistema nacional de notificação semanal de doenças.

Em paralelo no ano de 1968, ocorreu a XXI Assembleia Mundial de Saúde, com ampliação do conceito em vigilância de saúde, antes chamado epidemiológica, que passa a incluir nessas ações doenças além das transmissíveis, que exigia, assim, a construção da “produção contínua e sistemática de informações individuais e/ou coletivas” para a “nova demanda” (ALBUQUERQUE, *et al.*, 2002, p.8).

No Brasil a origem desse segmento na saúde pública foi inicialmente tida como vigilância médica, posteriormente, sanitária, que de qualquer forma, consolidou-se na segunda metade do século XX, como importante instrumento de saúde pública, utilizado tanto para doenças transmissíveis como também para outros grupos relevantes de ameaças a saúde. (ARREAZA e MORAES, 2010, p. 2216).

Ainda sobre a definição de Vigilância Sanitária,

é a forma mais complexa de existência da Saúde Pública, pois suas ações, de natureza eminentemente preventiva, perpassam todas as práticas médico-sanitárias: promoção, proteção, recuperação e reabilitação da saúde. A Vigilância Sanitária atua sobre fatores de risco associados a produtos, insumos e serviços relacionados com a saúde, com o ambiente e o ambiente de trabalho, com a circulação internacional de transportes, cargas e pessoas. Os saberes e práticas da Vigilância Sanitária se situam num campo de convergência de várias disciplinas e áreas do conhecimento humano, tais como química, ecologia, epidemiologia, engenharia civil, sociologia política, direito, economia política, administração pública, planejamento e gerência, biossegurança, bioética e outras. (COSTA e ROZENFELD, 2000, p.15)

O Centro para Controle de Doenças e Prevenção (Center for Diseases Control e Prevention – CDC) , entidade do EUA, ligada ao Departamento de Saúde e Serviços Humanos, utiliza a terminologia em inglês “Health Surveillance”, traduzido como Vigilância em Saúde e a define da mesma forma como os autores supracitados, sendo que o principal foco é a coleta e análise de dados das condicionantes que influem na saúde pública.

A Figura 5.2, demonstra um organograma com as ciências centrais da saúde pública, segundo o CDC, e mostra a preocupação com a prevenção da saúde pública via vigilância, epidemiologia, técnicas laboratoriais e tecnologia. A informática aliada as outras vertentes da saúde pública quanto a prevenção se mostra como importante ferramenta na tomada de decisões.

FIGURA 5.2 – CIÊNCIAS PRINCIPAIS EM SAÚDE PÚBLICA



Fonte: CDC, 2019

O grande campo de atuação da vigilância sanitária é o fornecimento de informações que possam ser usadas para ações pelo pessoal de saúde pública, líderes governamentais e a sociedade para orientar políticas e programas de saúde.

Pesquisadores do CDC, ao analisar os novos desafios e perspectivas sobre a Vigilância em Saúde, apontam que os avanços científicos e tecnológicos, assim como a mudanças de metodologias, disponibilidade e síntese de dados, surge como uma redefinição da saúde pública para o século XXI.

As contribuições do passado foram importantes para o entendimento da disseminação de doenças e mais atualmente contribuem na prevenção. O avanço tecnológico que permite uma análise de variados fatores integrados na área da

saúde coletiva, se mostra uma ferramenta muito eficaz, quando aliada a ciência e metodologias (HALL, *et al.*, 2012, p.10).

A amplitude das ações de vigilância, motivam a inserção de muitas variáveis, formatadas e orientadas pelas ciências descritas, para o conhecimento de controle de doenças tida como de interesse público. Nesse contexto, a água é tida como fundamental no controle e no conhecimento de doenças e epidemias. Uma das formas de controle da água consumida é realizada pela Vigilância Sanitária (VS), além do controle feito no caso dos prestadores de serviço de abastecimento, fazendo-se extremamente necessário o controle da qualidade dessa em diferentes perspectivas.

Frazão *et al.* (2018) mencionam a importância da vigilância do flúor nas águas para abastecimento pelo Programa Nacional de Vigilância em Saúde Ambiental relacionada à Qualidade da Água (VIGUIAGUA) que faz parte dos procedimentos que alimentam os dados no Sistema de Informação de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano (SISAGUA). Esse programa é coordenado pelas secretarias estaduais e municipais.

As coletas de água do VIGIAGUA, realizadas pelos técnicos municipais da vigilância sanitária, são testadas para alguns parâmetros que indicam a qualidade da água, dentre esses estão a presença de coliformes totais e *Escherichia Coli*, concentração de fluoreto e cloro residual, turbidez dentre outros. Após todas as análises os dados são inseridos junto com informações do local e fonte de coleta da água.

Segundo o CDC, algumas das funções da vigilância em saúde pública são as seguintes:

- Identificar os pacientes e seus contatos para tratamento e intervenção;
- Detectar epidemias, problemas de saúde, mudanças de comportamentos de saúde;
- Estimar a magnitude e o alcance dos problemas de saúde;
- Medir tendências e caracterizar doenças;
- Monitorar alterações nos agentes infecciosos e ambientais;
- Avaliar a eficácia dos programas e medidas de controle;
- Desenvolver hipóteses e estimular pesquisas.

Apesar da intervenção da secretaria estadual de saúde ser realizada com os dados coletados pelos técnicos municipais, esses são subutilizados, frente ao que indica CDC, principalmente para conclusões científicas acerca da relação desses elementos e possíveis tendências sobre o consumo da água com a ocorrência de alterações na saúde humana, se tornando uma lacuna que se pretende aqui abordar quanto as concentrações de fluoreto.

6. ALGUMAS CARACTERÍSTICAS GEOGRÁFICAS DA 17ª REGIONAL DE SAÚDE

O presente capítulo pretende realizar uma análise da geografia da área de estudo, dando enfoque as condicionantes naturais e antrópicas sobre o uso da água para consumo humano na regional. Faz-se importante o conhecimento sobre geologia, hidrogeologia, hidrografia e aspectos populacionais, no entendimento de como é realizado o consumo de água como produto vital, sendo esse *in natura* ou tratado.

O estudo em análises regionais na geografia, é considerado um dos principais. Haesbeart (2019, p. 117) coloca o conceito de região como um dos mais difundidos e tradicionais da Geografia, e a discussão acerca desse como fundamental no desenvolvimento da própria ciência, tendo na região a materialização do contraponto de análise do geral para leituras mais específicas.

[...] região diz respeito em primeiro lugar às questões elementares que envolvem a diferenciação do espaço geográfico, permitindo identificar suas partes ou singularidades através de diferenças de natureza ou tipo e diferenças de grau (como as desigualdades) (HAESBAERT, 2019, p.117).

Segundo Contel (2015, p. 448), as dificuldades de tratamento do conceito de região são variadas, esse menciona a evolução do conceito na geografia humana, resgata as diferentes formas de abordagem dos termos região, dos conceitos naturais aos marxistas. O autor sugere que estudos recentes decretaram o “fim” do conceito de região, devido ao avanço dos “vetores da modernidade global”, que apesar da tentativa de homogeneizar o espaço, acaba por fragmentar e regionalizar ainda mais.

Frente as fragmentações geradas pelo processo de globalização, o autor, sugere que no caso da saúde pública a regionalização a partir de redes urbanas,

permite uma análise amplificada, para viabilizar uma distribuição mais equitativa de equipamentos de saúde e o uso desses como forma de desenvolvimento regional e complementa que a abordagem da região em saúde pública pode ampliar o “planejamento territorial democrático” (CONTEL, 2015, p. 457).

A região considerada para o presente trabalho, segue como um recorte político-administrativo e analítico (HAESBEART, 2019, p. 120). Político-administrativo, pois a divisão em regionais de saúde é pautada na descentralização dos serviços do Sistema Único de Saúde (SUS), que tem sustentáculo no princípio de universalização. Recorte Analítico, para a Geografia, que permite a utilização de dados em base regionalizada divididos em escala municipal, sendo esses, limites político-administrativo e analítico.

O Paraná é dividido em 20 regiões administrativas, sendo a estudada denominada Região 6 – Londrina, outorgada por decreto estadual nº 2441 de 1988, que era formada inicialmente por 20 municípios, se tornaram 21 após a emancipação de Tamarana em 1996.

O decreto que formou as regiões administrativas, promulga-as como a base regionalizada de prestação de serviços do Estado do Paraná, no caso da regional de Londrina utiliza-se a mesma região administrativa (região 6) como regional para prestação do serviço de saúde, denominada 17ª Regional de Saúde do Paraná (17RS).

O processo de divisão com base regionalizada do serviço de saúde é relacionado ao Sistema Único de Saúde - SUS, no contexto movimento da Reforma Sanitária no Brasil, a partir da 8ª Conferência Nacional de Saúde, em 1986. O Constituição de 1988, coloca como direito do indivíduo à saúde, e a responsabilidade do Estado promover condições para tal (ALIEVI, 2012, p.59).

Segundo Alievi (2012),

No caso das regionais de saúde do Paraná, pode-se considerar que os recortes territoriais estão relacionados aos arranjos espaciais preconizados nas regiões metropolitanas, ou seja, os dois tipos de recortes espaciais são semelhantes, e provavelmente o governo do estado do Paraná escolheu utilizar recorte semelhante ao da região metropolitana de Londrina para a 17ª Regional de Saúde.

Segundo Gomes (1995, p. 53), a região no âmbito administrativo é utilizada como delimitação de hierarquias, pelos Estados que se servem dessa divisão para determinar controles administrativos para a gestão do território.

Conforme essa indicação, a divisão do Estado do Paraná em Regionais de Saúde segue a Política Nacional de Saúde (Lei nº 8.080 de 1990), a qual prevê que as ações e serviços de saúde prestados pelo SUS, deve ter bases regionalizadas, sendo necessário, a organização dessas para atender de forma universal a população de acordo com as necessidades regionais.

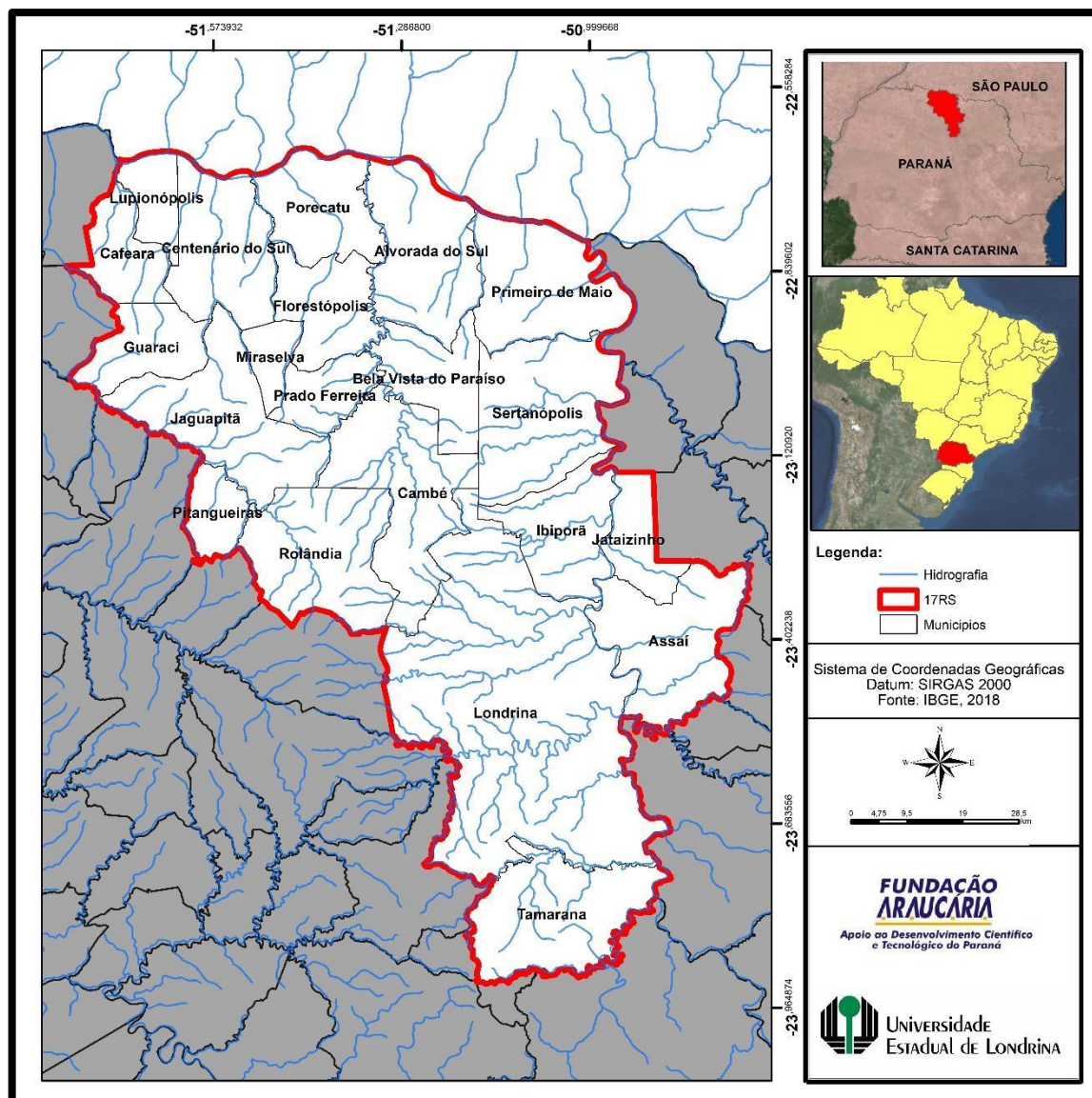
Apesar dos limites dos serviços de saúde, no caso da 17RS, coincidirem com o limite da região administrativa da Região 6, a Portaria Operacional da Assistência à Saúde do Ministério da Saúde, define que não necessariamente a regional de saúde deva coincidir com os limites da região administrativa e deve considerar as características demográficas, socioeconômicas, geográficas, epidemiológicas, ofertas de serviços, relações entre municípios. Considerado isso, cabe mencionar que o Paraná está dividido em 22 regionais de saúde, que diferem das 20 regiões administrativas criadas em 1988.

Essa é a complexidade do conceito de região e regionalização supracitada com proposições de Contel (2015) e Haesbeart (2019), a continuidade do conceito de região como tema da Geografia, pois as alterações e escolhas em administrar em contexto regionalizado são realizadas via semelhanças do sistema produtivo e proximidade de grandes centros de serviço, como é o caso da cidade de Londrina.

A área compreendida como 17RS localiza-se ao norte do estado do Paraná, que por sua vez situa-se na região sul do Brasil, abrange 21 municípios, tendo como sede regional o Município de Londrina.

Os municípios de abrangência são: Alvorada do Sul, Assai, Bela Vista do Paraíso, Cafeara, Cambé, Centenário do Sul, Florestópolis, Guaraci, Ibiporã, Jaguapitã, Jataizinho, Londrina, Lupionópolis, Miraselva, Pitangueiras, Porecatu, Prado Ferreira, Primeiro de Maio, Rolândia, Sertanópolis e Tamarana, conforme Figura 6.1.

FIGURA 6.1 - MAPA DE LOCALIZAÇÃO DOS MUNICÍPIOS DA 17RS.



6.1 Geologia

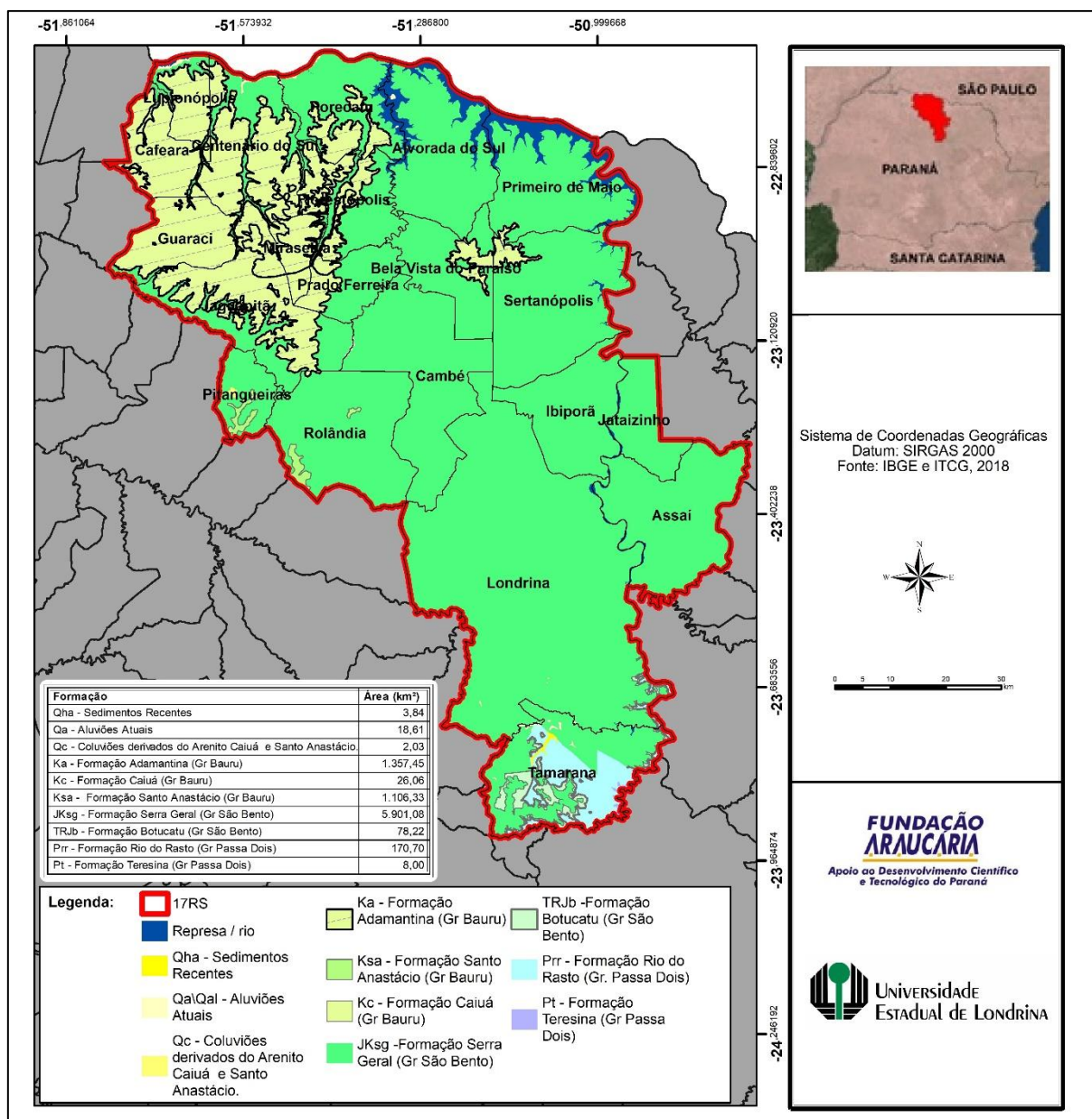
A água de consumo, superficial ou subterrânea, é o meio mais importante de conexão entre a geoquímica das rochas, o solo, e a fisiologia humana, pois se presume que os impactos a saúde podem ter origem diretamente de situações naturais (geogenéticas). As anomalias geoquímicas ocorrem naturalmente e tem na água elementos químicos característicos da geologia local (MENDES, et al., 2017, p.222). Destarte se faz importante a caracterização geológica e hidrogeológica da água consumida na regional aqui investigada.

A 17RS, está localizada em sua maior parte no Terceiro Planalto Paranaense e algumas áreas ao sudoeste no Segundo Planalto, ambos compõem a Bacia Sedimentar do Paraná com cobertura vulcânica e sedimentar (PINESE, 2002). Conforme indica o Atlas Geológico do Paraná,

“A persistente subsidência na área de formação da bacia, embora de caráter oscilatório, possibilitou a acumulação de grande espessura de sedimentos, lavas basálticas e sills de diabásio, ultrapassando 5.000 metros na porção mais profunda” (MINEROPAR, 2001, p. 11).

Mapeamentos geológicos do Paraná, compilados pela Mineropar no ano de 2001 (Figura 6.2), revela que a formação geológica que predomina na 17RS é a Formação Serra Geral (5.901,08 km²) do Grupo São Bento. Subordinadamente pelas formações do Grupo Bauru, representadas pela Caiuá (26,06 km²), Adamantina (1.357,45 km²) e Santo Anastácio (1.106,33 Km²). As formações Teresina (8 km²) e Rio do Rasto (170,70km²) e Botucatu (78,22 km²), ocorrem regionalmente em menores proporções.

FIGURA 6.2 - MAPA GEOLÓGICO DA 17RS.



6.1.1 Grupo Passa Dois (Permiano)

O Grupo Passa Dois se refere ao topo da sequência sedimentar geológica que precede ao evento vulcânico da Bacia do Paraná datadas do Permiano Superior, compreende as formações Irati, Serra Alta, Teresina e Rio do Rasto, estando presente nesta regional em estudo as formações Rio do Rasto e Teresina.

A Formação Rio do Rasto (Permiano) está estratigraficamente localizada na porção superior do Grupo Passa Dois e se encontra limitada por contatos transicionais com as formações Teresina, na base, e Pirambóia, no topo. Segundo

Orlandi Filho (2002, p. 83) as deposições da Formação Rio do Rasto são originárias de um ambiente marinho raso com transições para depósitos de planície costeira e posteriormente sedimentação flúvio-deltaica. Essa, apresenta contato por discordância erosiva com a Formação Botucatu que lhe é sobrejacente e transicional com a Formação Teresina, que lhe é subjacente.

Segundo o Atlas Geológico do Paraná (MINEROPAR, 2001), tal formação é constituída por siltitos e argilitos intercalados de arenitos finos, cores esverdeadas, avermelhadas e arroxeadas, níveis ocasionais de calcário e sílex. Laminações paralelas, por vezes cruzadas.

Conforme Mineropar (2001) a Formação Teresina (Permiano Superior) é constituída por argilitos, folhelhos e siltitos cinza-escuros e esverdeados, ritmicamente intercalados com arenitos muito finos, cinza-claros, cujos ambientes predominantes em sua formação são de planície de marés e de plataforma epinerítica

6.1.2 Grupo São Bento (Mesozoico: Jurássico Superior- Cretáceo Inferior)

Inicialmente foram chamados de “Série São Bento”, posteriormente todo o pacote levou a denominação atual de Grupo São Bento sendo constituído pelas Formações Pirambóia, Botucatu e Serra Geral, as duas últimas com ocorrência na 17RS. Segundo a MINEROPAR (2001) mais da metade do território do estado (53%) é constituído pelos derrames basálticos da Formação Serra Geral, originados em um gigantesco evento de vulcanismo fissural continental (PICCIRILLO & MELFI, 1988).

A Formação Botucatu (Jurássico), conforme Orlandi Filho et. al. (2002, p.84) se caracteriza por um expressivo pacote arenoso, com camadas de geometria tabular ou lenticular, espessas e litologicamente constituída “por arenitos bimodais, médios a finos, localmente grossos e conglomeráticos, com grãos arredondados ou subarredondados, bem selecionados” com cor cinza-avermelhada. As estruturas sedimentares, com estratificação cruzada acanalada, sugerem ambiente desértico com depósito de dunas e interdunas.

Os autores completam que

Os contatos da Formação Botucatu com as rochas basálticas da Formação Serra Geral, que lhe sobrepõe, e com a Formação Rio do Rasto, subjacente, são discordantes. Esta formação, juntamente com outras

unidades gonduânicas, constitui-se no maior aquífero da América do Sul, conhecido como "Aquífero Guaraní" (ORLANDI FILHO *et al.*, 2002, p. 84).

No tocante a Formação Serra Geral (Cretáceo) sobrejacente a Botucatu se verifica que compreende um conjunto de derrames de basaltos toleíticos, intercalados por arenitos, associado a corpos intrusivos, constituindo diques e sills (PINESE, 2002; PICCIRILLO & MELFI, 1988). Archela *et al.* (2003, p.132) descrevem que os derrames vulcânicos da região de Londrina, e de boa parte da 17RS, podem ser individualizados em feições tabulóides, que representam cada atividade vulcânica do tipo fissural, também, são representados em diques diabásicos, além de outros intrusivos, cujas “composições podem variar de natureza basáltica toleítica a riodacítica”.

Diferentes autores entre os quais, Piccirillo & Melfi (1988), Pinese (2002) e Pinese & Guimarães (2018), reafirmam que esse vulcanismo basáltico é um dos maiores do mundo, recobrando quase que totalmente a coluna sedimentar da Bacia do Paraná.

Piccirillo *et al.* (1988) e Celligoi (1993) com base em análises geoquímicas das rochas do Norte do Paraná, afirmam que a maioria das rochas vulcânicas e intrusivas são formadas por piroxênios do tipo augita e pigeonita e os feldspatos são plagioclásios. Celligoi (1993) também afirma que há “[...] a nível regional uma predominância de sílica sobre os demais óxidos, e o óxido de cálcio sobre os de magnésio e sódio, tanto na região de Londrina, quanto na média geral da Bacia do Paraná.”

Orlandi Filho *et al.* (2002), menciona que a Formação Serra Geral

Litologicamente, é constituída por uma sucessão de derrames de lavas, predominantemente básicas, contendo domínios subordinados intermediários e ácidos, principalmente no terço médio e superior. Geralmente, encontram-se bastante fraturados, exibindo fraturas conchoidais características. Esta formação é consequência de um intenso magmatismo de fissura, correspondendo ao encerramento da evolução gonduânica da bacia do Paraná (2002, p.84).

6.1.3 Grupo Bauru (Mesozóico – Cretáceo Superior)

As formações do Grupo Bauru são constituídas por depósitos sedimentares com arenitos muito finos a grosseiros, argilosos, com ou sem cimentação carbonática (BRANDT NETO, 1984, p. 21). Esses recobrem em discordância

angular, geralmente muito disfarçada, a Formação Serra Geral, que como mencionado é predominante na regional de saúde estudada (CELLIGOI, 1993, p.11).

O Grupo Bauru é subdividido em Formação Caiuá, Adamantina, Santo Anastácio e Marília, sendo que maior extensão do Paraná cabe à Formação Caiuá, a Formação Marília só ocorre no Estado de São Paulo (CELLIGOI, 2000). A Formação Caiuá de idade cretácea, assim como Santo Anastácio e Adamantina, constitui-se de arenitos bem selecionados de granulação média a fina com muito pouca matriz argilosa.

As estruturas sedimentares são comumente de estratificações cruzadas tabulares e de grande porte. Segundo Celligoi (2000) o Caiuá pode ser dividido em 2 fácies: Fácies Porto Rico, inferior, e Fácies Mamborê, que é superior, a primeira com ambiente de origem desértica, a superior ligada a depósitos subaquáticos.

A Formação Adamantina corresponde a arenitos finos a muito finos, quartzosos, medianamente selecionados, de coloração rosada e cinza esbranquiçada. Quanto a Formação Santo Anastácio é constituída basicamente por arenitos de estrutura maciça, granulação média afina, medianamente a mal selecionados, com pouca matriz argilosa. (CELLIGOI,2000)

6.2 Hidrogeologia

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. Segundo o autor a água subterrânea é um recurso natural essencial ao meio ambiente, e exerce função fundamental no ciclo hidrológico e em problemas geológicos/geotécnicos.

O autor define como “aquela que ocorre abaixo do nível freático, presente nas formações geológicas aflorantes e parcialmente saturadas, e nas formações geológicas profundas totalmente saturadas.” (p.53)

Ainda sobre o fluxo das águas do ciclo hidrológico, após a precipitação, há o processo de infiltração no solo e pode ser dividida em três partes,

A primeira permanece na zona não saturada ou zona de fluxo não saturado, isto é, a zona onde os vazios do solo estão parcialmente preenchidos por água e ar, acima do nível freático. A segunda parte, denominada inter fluxo (escoamento subsuperficial), pode continuar a fluir lateralmente, na zona

não saturada, a pequenas profundidades, quando existem níveis pouco permeáveis, imediatamente abaixo da superfície do solo e, nessas condições, alcançar os leitos dos cursos d'água. A terceira parte pode percolar até o nível freático, constituindo a recarga ou recursos renováveis dos aquíferos. (MANOEL FILHO, 2008, p. 57)

Com as asserções supracitadas, pode-se entender como água subterrânea somente àquela armazenada em formações geológicas, abaixo do freático, os chamados aquíferos.

A utilização da água dos aquíferos no Paraná, segundo o Instituto Águas Paraná, até os anos 80 se restringia para abastecimento público, utilizado principalmente pela Companhia de Saneamento do Paraná (SANEPAR), e sistemas autônomos.

Nos anos 90, houve um aumento gradativo da utilização para variadas finalidades, entre essas abastecimento industriais, de condomínios residenciais, hotéis, hospitais, irrigação e agroindústria. Estima-se ainda que no Paraná, “o maior consumo de água se dá para o abastecimento público, com 42% do total, seguido da demanda industrial, com 24%, agricultura, 21%, e pecuária, com 13%.”

Segundo Celligoi (1993, p.1) o desenvolvimento econômico e populacional na cidade de Londrina desencadeou grande demanda de água para consumo doméstico e industrial. Essa afirmativa na década de 1990, denota que a água subterrânea é uma alternativa viável como fonte suplementar no sistema de abastecimento na cidade de Londrina, no setor industrial e para particulares, incluindo condomínios residenciais e atividades comerciais.

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”.

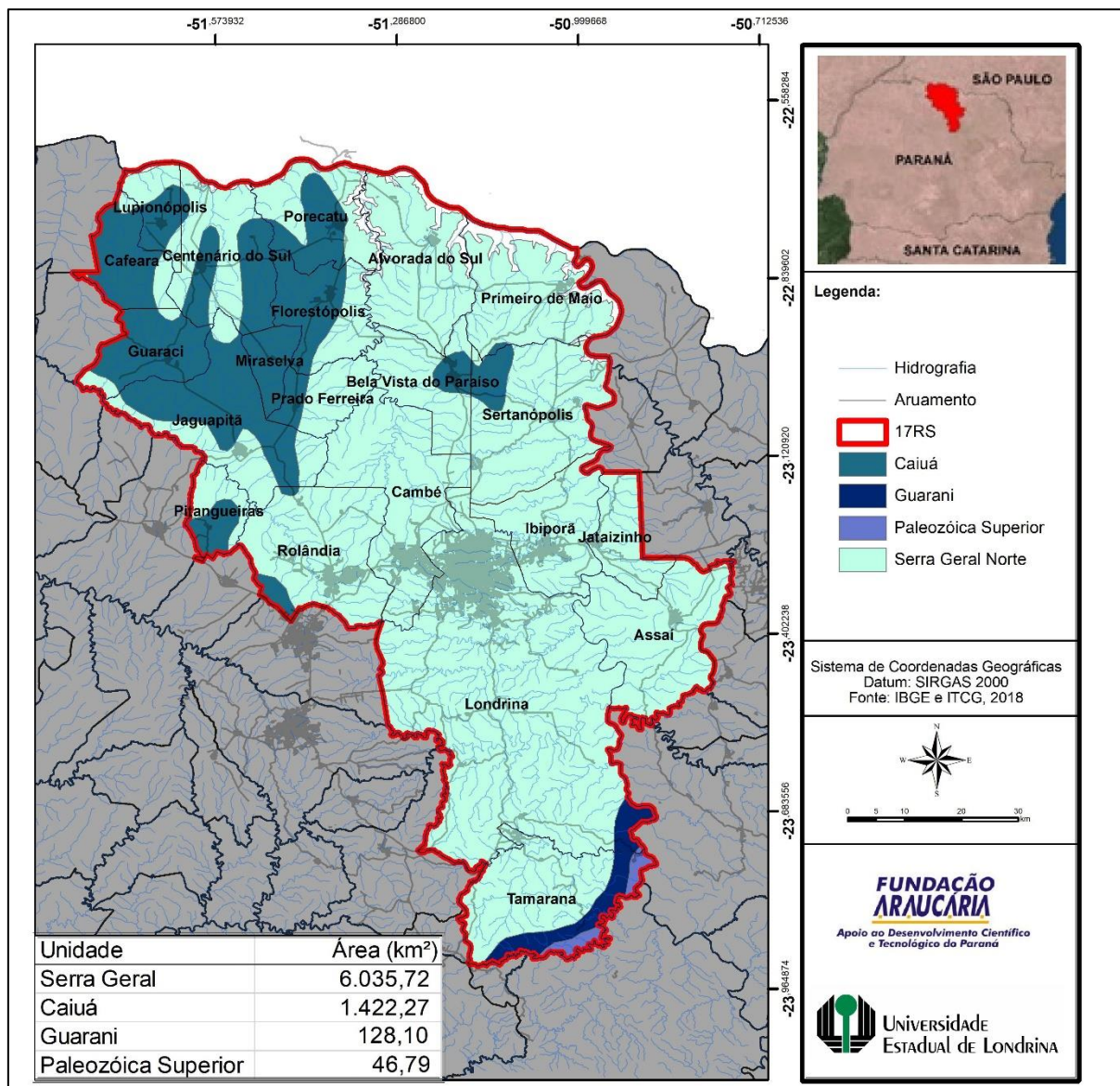
A facilidade de acesso à água subterrânea em lugares mais remotos, proporciona água para populações mais isoladas, conseqüentemente, necessitam de maior controle por parte das autoridades responsáveis, como a Vigilância Sanitária, pois a falta de controle dessas podem gerar situações de risco. Tais alterações podem estar diretamente ligadas a composição geológica de cada área, por isso cabe observações a serem realizadas sobre esses condicionantes.

São delimitadas no Estado do Paraná 11 Unidades Aquíferas, a partir de conjuntos litológicos, estruturais e de comportamento hidrogeológico similar e quatro extensões predominantes na 17RS, a saber: o Sistema de Aquífero Serra Geral (SASG), Sistema Aquífero Guarani (SAG), Caiuá e Paleozoico Superior.

Aquele com maior extensão e mais utilizado no âmbito da 17RS é o SASG (Figura 6.3), que se distribui pela região Centro-Sul e se expande ao Norte da 17RS. O Caiuá tem abrangência em municípios do extremo oeste da regional, como Guaraci, Miraselva, Cafeara, parte de Porecatu, Padro Ferreira e Centenário do Sul,

Por outro lado o SAG e o Paleozoico Superior ocorrem em pequenas faixas de extensão no sudeste da regional, cuja distribuição regionalizada bem como sua área na 17RS pode ser observada na Figura 6.3. Cabe mencionar que esse mapeamento geológico dos aquíferos leva em conta a distribuição superficial desses ou seu seguimento aflorante que representam as rochas onde se alojam.

FIGURA 6.3 – CARTA DE DISTRIBUIÇÃO E EXTENSÃO DOS AQUIFÉROS DA 17RS.



As rochas ígneas oriunda do vulcanismo basáltico e intrusões diabásicas, propiciaram um aquífero do tipo fraturado denominado Sistema de Aquífero Serra Geral (SASG), que devido a impermeabilidade das rochas ígneas, armazena a água em fraturas ou fendas, assim como a intercalação de rochas próximas e permeáveis (ALIEVI, 2012, p.66 e ALIEVI et al. 2012).

Segundo Celligoi (1993) o modo de ocorrência da água subterrânea dessa formação fica restrito às zonas de descontinuidade das rochas, sendo a vazão condicionada a abertura das fraturas atravessadas pelas perfurações realizadas em poços profundos.

Os poços para consumo no SASG analisados hidrogeoquimicamente na região Norte do Paraná, apontam alterações para elementos e compostos como nitrato, ferro, flúor, entre outros (SANTOS, 2019; MENDES et al, 2017; ROSS, 2014; ALIEVI, 2012; PIRES, 2008).

Conforme o cadastro de outorgas sobre o uso da água na regional disponibilizado pelo Instituto Águas Paraná, a profundidade média dos poços outorgados para consumo humano na regional é de 100 metros de profundidade, o poço mais profundo chega a 330 metros (INSTITUTO ÁGUAS PARANÁ, 2018).

Outros sistemas só que menos utilizados como fonte de abastecimento na 17RS são os Aquíferos Caiuá e Guarani. Segundo o mapeamento na 17RS, o SAG ocupa uma pequena porção à sudoeste da regional, com destaque para faixas ao sul dos municípios de Tamarana e Londrina.

Celligoi (1993) realizou levantamentos na cidade de Londrina, indicando a existência de 103 poços cadastrados no município, que utilizam águas subterrâneas oriundas de aquífero Serra Geral, sendo que 15% é utilizada pelo poder público, 23,4% por indústria, 14% pelo comércio e 47% por atividades domésticas. Essa afirmativa, apesar de estar desatualizada, indica que há a utilização desse tipo de água para diversas atividades na região.

A Mineropar (2001) realizou um mapeamento geológico da faixa aflorante do Aquífero Guarani, e menciona esse como um dos maiores do mundo e indica que a sua denominação foi cunhada pelo geólogo uruguaio Danilo Anton no ano de 1996, e que representa hidrologicamente o Aquífero Botucatu, cuja rocha arenítica é de origem eólica.

Rosa Filho *et al.* (2001) menciona que o SAG abrange quase toda a área das Bacias Sedimentares do Paraná e Chaco-Paraná e o classifica como do tipo poroso, constituído de uma série de reservatórios de arenitos, os quais podem estar em contato com a Formação Serra Geral, a recarga desse aquífero ocorre principalmente pela precipitação nas áreas de afloramento arenítico.

Conforme Mendes *et al.* (2002) um poço no SAG foi perfurado em Londrina e o resultado de análises químicas para fluoreto, acusou um teor de 12,0 mg/L, fato que inviabilizou na época a sua utilização. Atualmente, no município de Londrina são utilizados 2 poços com água proveniente do SAG, que são diluídos em água com teores menores de concentração de fluoreto para ser distribuída a população.

Araújo *et al.* (1995, p. 112) alerta sobre certas condicionantes geológicas que indicam que a potabilidade do SAG pode ser afetada em alguns locais na Bacia do Paraná, pela contaminação de águas mais salinas e íons fluoreto.

O autor ainda aponta o enriquecimento de íons fluoreto que ultrapassam os níveis de potabilidade, ocasionado pelo “[...] maior tempo de residência das águas em áreas onde o aquífero encontra-se semi-estagnado (baixo gradiente hidráulico) [...]”.

A Formação Caiuá, representada principalmente por arenitos arroxeados, é a segunda maior área de abrangência da regional, e compreende o aquífero Caiuá (CELLIGOI, 2000) o qual se estende por uma área entorno de 30.000 km², sendo 1.422,27 km² na área da Regional.

Admite-se um potencial hidrogeológico de 4,2 l/s/ km² para esta unidade. Da Formação Caiuá são utilizados cerca de 840 poços tubulares, os quais segundo o Instituto Águas Paraná (2018) apresentam profundidade média 110 metros e vazão média de 18 m³/hora.

6.3 Hidrografia

Segundo Guimarães (2014, p. 34) as bacias hidrográficas (B.H.) são importantes unidades de análise e gestão dos recursos hídricos, sua divisão espacial depende do contexto físico natural e é muito utilizada como delimitação política para gestão integrada dos problemas socioambientais. Conforme o autor pontua “a delimitação [...] como unidade de análise depende da decisão do pesquisador e de uma visão integrada do espaço, tanto das questões sociais quanto das ambientais”.

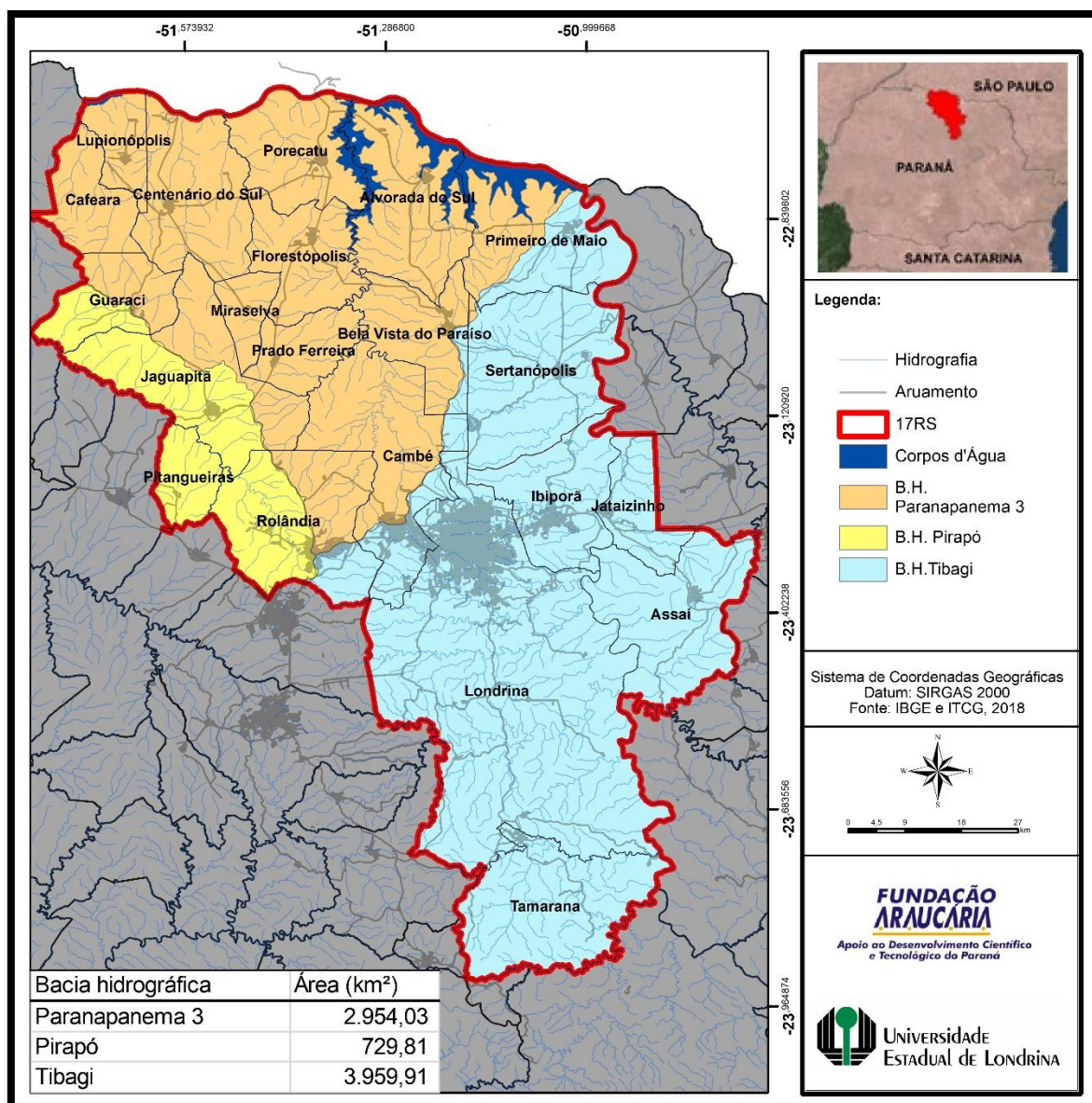
Conforme o *Plano de Bacia Hidrográfica do Rio Tibagi*,

A Resolução CNRH nº 32, de 25 de junho de 2003, institui a divisão hidrográfica nacional e estabelece 12 Regiões Hidrográficas. A região hidrográfica denominada Paraná está dividida em seis unidades hidrográficas, sendo elas: Grande, Iguaçu, Paranaíba, Paranapanema, Paraná e Tiete. A Unidade hidrográfica denominada Paranapanema possui uma área de 101.544 km² e está dividida em nove unidades menores, sendo uma delas a Bacia Hidrográfica do Rio Tibagi (PARANÁ, 2010, p. 12).

Três divisões de bacias abrangem a área da 17RS: Paranapanema 3, Tibagi e Pirapó, conforme a Figura 6.4. A B.H. com maior abrangência é do Rio Tibagi,

que se estende na região centro-sul da 17RS em uma área de 3.959,91 km², seguida da B.H. do Paranapanema 3, com extensão de 2.954,03 km² na área centro-norte. A B.H. do Pirapó localiza-se em uma pequena região à oeste da bacia, com área de 729,81 km².

FIGURA 6.4 – CARTA DE DISTRIBUIÇÃO DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DA 17RS



A Bacia do Rio Tibagi, é a área compreendida entre as cabeceiras do rio Tibagi, nos municípios de Palmeira e Ponta Grossa, até sua foz, nos municípios de Primeiro de Maio e Sertaneja, junto ao Rio Paranapanema. Abrange total ou parcialmente 53 municípios paranaenses, sendo dividida em Alto Tibagi e Baixo Tibagi, em área que compreende a 17RS é situada no Baixo Tibagi. As nascentes

estão localizadas em altitude média de 1.060 metros, nas proximidades de Ponta Grossa, e, sua foz nas proximidades de Primeiro de Maio em 275 m em relação ao nível do mar.

Dentre os principais afluentes da margem esquerda da bacia estão Imbituva, Capivari, Imbaú, Apucarana, Apucarantina, Taquara, Apertados e Três Bocas. Os principais afluentes da margem direita, de montante para jusante, são Pitangui, Iapó, Ribeirão das Antas e Congonhas, conforme Diagnóstico do Plano da Bacia Hidrográfica do Rio Tibagi (PARANÁ, 2010, p.52).

Segundo Paraná (2010, p.81) através de levantamentos nas 16 estações de coleta ao longo da bacia, a água foi considerada boa para consumo e os resultados sugerem que não há restrições para uso no abastecimento público e outras atividades. Em relação a volume de água disponível na bacia chega a 11mil L/s, representando 10% do total do estado do Paraná (PARANÁ, 2010, p.83)

A bacia do Paranapanema 3 é formada por uma área de drenagem de 12 afluentes diretos do Rio Paranapanema, e se estende da foz do Rio Tibagi, nas proximidades da área represada para geração de energia do Usina Hidrelétrica de Capivara, e a foz do Rio Pirapó. A disponibilidade hídrica dessa bacia é 16mil L/s, sendo considerado 1% do total estadual. Segundo Paraná (2010, p. 95) a qualidade da água na bacia apresenta propensão a contaminação, a baixa infraestrutura de esgoto e drenagem em áreas urbanas contribui para isso.

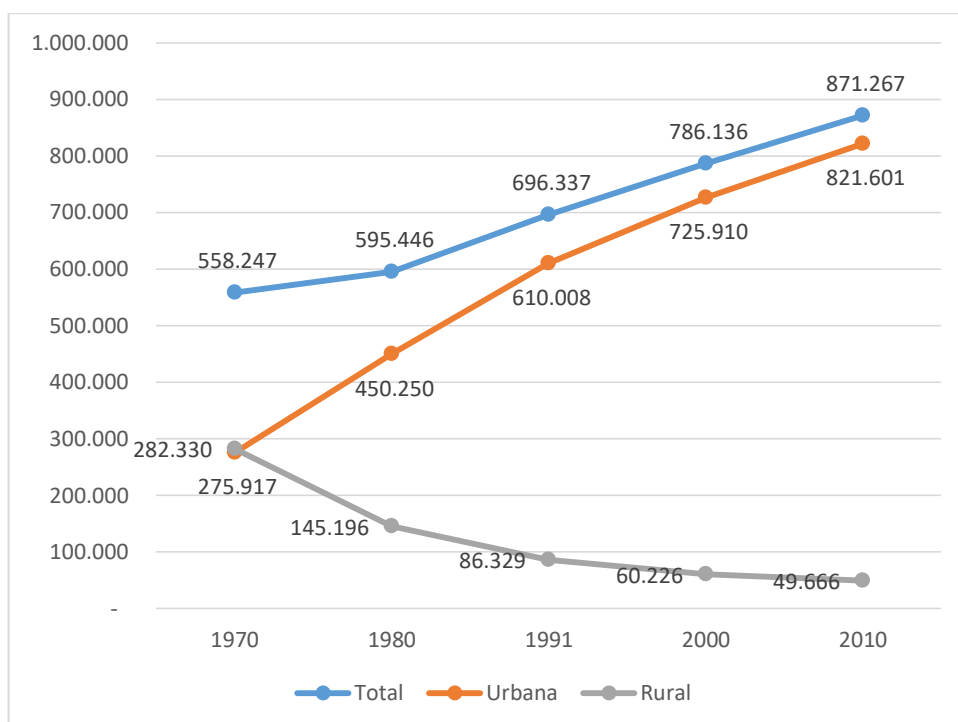
Quanto a B.H. do Pirapó possui uma área de 5.098,10 km², cobrindo cerca de 3% do estado do Paraná, é um afluente direto do Paranapanema, que nasce em Arapongas, a 1.000 m de altitude e escoar para norte, desaguando no município de Jardim Olinda, a 300 metros de altitude.

São cerca de 60 tributários, sem contabilizar pequenos riachos, sendo seu principal afluente o Rio Bandeirantes do Norte. Em relação a volume e qualidade da água, a disponibilidade hídrica desse é de 30 mil L/s e a bacia apresenta forte potencial de contaminação agrícola, sendo um núcleo de grande volume de comercialização de agrotóxicos (PARANÁ, 2010, p. 90).

6.4 Demografia e distribuição populacional

A população da 17RS contabilizada em 2010, último ano censitário, era de 871.267 habitantes, com uma projeção para 2018 de 953.722, segundo o IBGE (2010). A evolução populacional mostra que entre 1970 e 1980 houve um processo acelerado de urbanização, conforme Figura 6.5, acompanhando o processo histórico ocorrido no Brasil. Dessa maneira, a população local se concentra predominantemente nos centros urbanos (94,3%).

FIGURA 6.5 – GRÁFICO DA EVOLUÇÃO POPULACIONAL POR SITUAÇÃO DE DOMICÍLIOS - CENSOS 1970 – 2010.



Fonte: IBGE, 2018.

Conforme Milton Santos (1988) o aumento da população urbana em detrimento da população rural no Brasil entre 1970 e 1980 foi de 111,53%. Esse processo está ligado à alguns fatores históricos das décadas anteriores, dentre esses a ampliação da sociedade de consumo, ampliação da informação nas áreas interioranas, melhoria das redes de transporte e energia elétrica, além da evolução nas questões sanitárias diminuindo a mortalidade.

A partir da década de 1970 houve o que Santos chama de expansão capitalista sobre o campo.

o capitalismo se expande no campo, aumenta e modifica a relação entre trabalho e capital, reduzindo a quantidade de trabalho humano necessário e

trazendo notoriedade e generalização a formas sociais até então pouco relevantes, tais como a do trabalhador agrícola não rural. Estes e outros fatores são importantes para entender a nova urbanização. (SANTOS, 1988, p. 91)

Além da migração rural-urbana típica entre os anos 1950 e 1970, Milton Santos, afirma que houve um outro processo migratório “urbano-urbanas”, utilizando uma base estatística da urbanização nas grandes regiões brasileiras. O autor menciona que as regiões no Brasil têm taxas diferentes de urbanização, e que em paralelo ocorreu o fenômeno de metropolização, pois 15% da população brasileira vivia em regiões metropolitanas em 1940, saltou em 1980 para 30% (SANTOS, 1988, p.97)

As conclusões de Milton Santos são evidenciadas nos dados de distribuição populacional na 17RS, tanto os processos migratórios que culminaram em valores demográficos maiores nas áreas urbanas, como o processo de metropolização, ocorrido na Região Metropolitana de Londrina, com a atual conjuntura de conurbação urbana entre Londrina, Cambé, Rolândia e Ibiporã, que juntas acumulam 81,4% da população total da regional, conforme Tabela 6.1.

O gráfico da Figura 6.6, verifica-se que apenas Tamarana tinha um contingente populacional maior na área rural segundo o Censo de 2010, os 20 municípios restantes da 17RS são altamente urbanizados, com destaques para Cambé e Londrina.

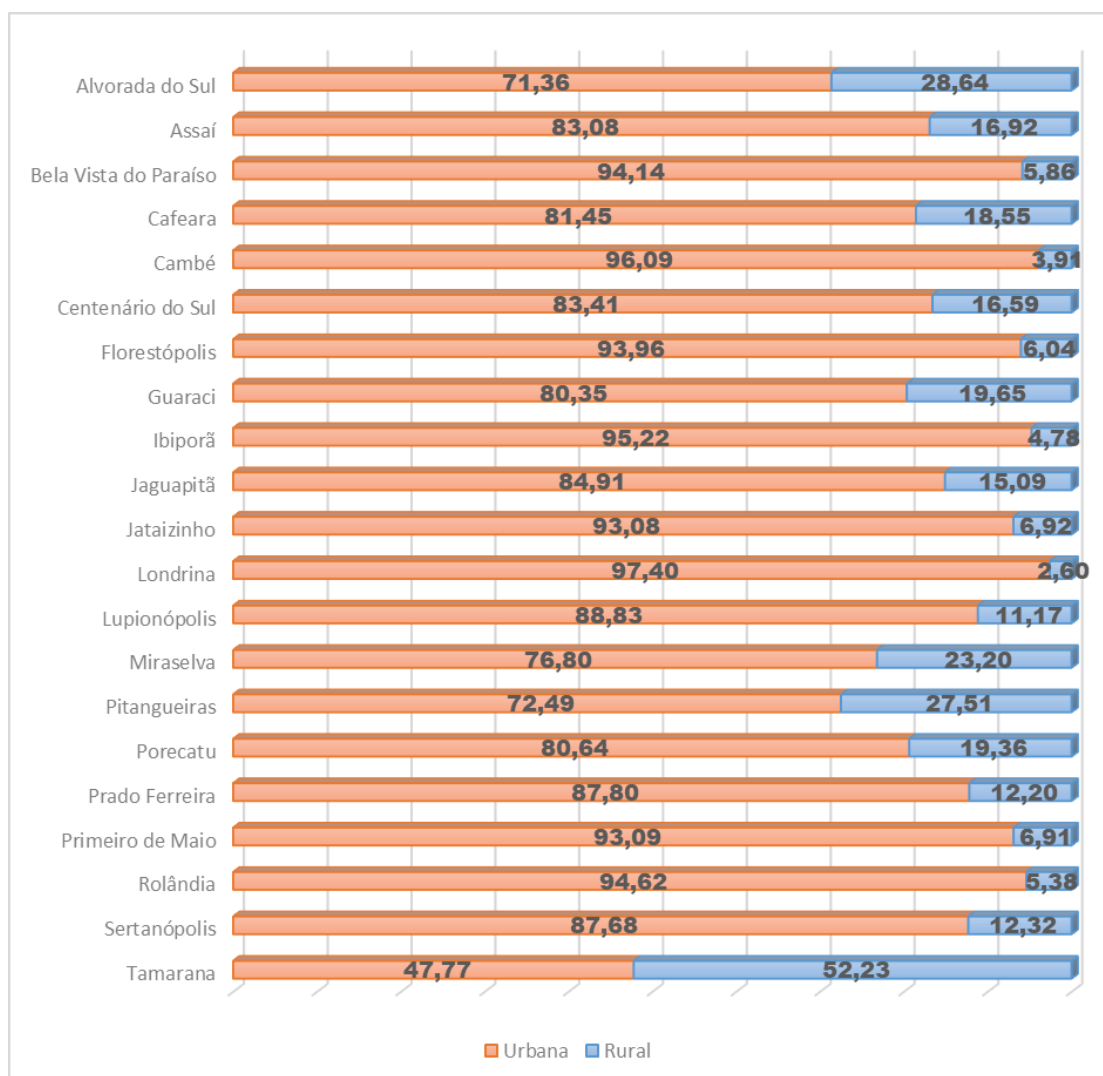
TABELA 6.1 – QUANTIDADE E PERCENTUAL DE HABITANTES POR MUNICÍPIO NA 17RS

Município	Hab.	%
Alvorada do Sul	10.283	1,2
Assaí	16.354	1,9
Bela Vista do Paraíso	15.079	1,7
Cafeara	2.695	0,3
Cambé	96.733	11,1
Centenário do Sul	11.190	1,3
Florestópolis	11.222	1,3
Guaraci	5.227	0,6
Ibiporã	48.198	5,5
Jaguapitã	12.225	1,4
Jataizinho	11.875	1,4
Londrina	506.701	58,2
Lupionópolis	4.592	0,5
Miraselva	1.862	0,2
Pitangueiras	2.814	0,3
Porecatu	14.189	1,6
Prado Ferreira	3.434	0,4
Primeiro de Maio	10.832	1,2

Rolândia	57.862	6,6
Sertanópolis	15.638	1,8
Tamarana	12.262	1,4
Total	871.267	100,0

Fonte: IBGE - Censo - 2010.

FIGURA 6.6 - GRÁFICO COMPARATIVO DE POP. EM ÁREA URBANA E RURAL POR MUNICÍPIOS DA 17RS



Fonte: IBGE, 2010.

Fresca (2012) apontou em seus estudos algumas colocações sobre deslocamentos pendulares na RML, definidos como os deslocamentos que ocorrem diariamente por parte da população para diversos fins, como estudo, trabalho e consumo.

Para a pesquisadora: “O conceito de área metropolitana tem ligação direta com o conceito de integração funcional na determinação de sua extensão.” (2012, p.171). Nesse sentido, no artigo referenciado, a pesquisadora analisa

estatisticamente a influência geográfica da cidade central, no caso Londrina, sobre os movimentos pendulares de cidades que se inserem juridicamente na RML.

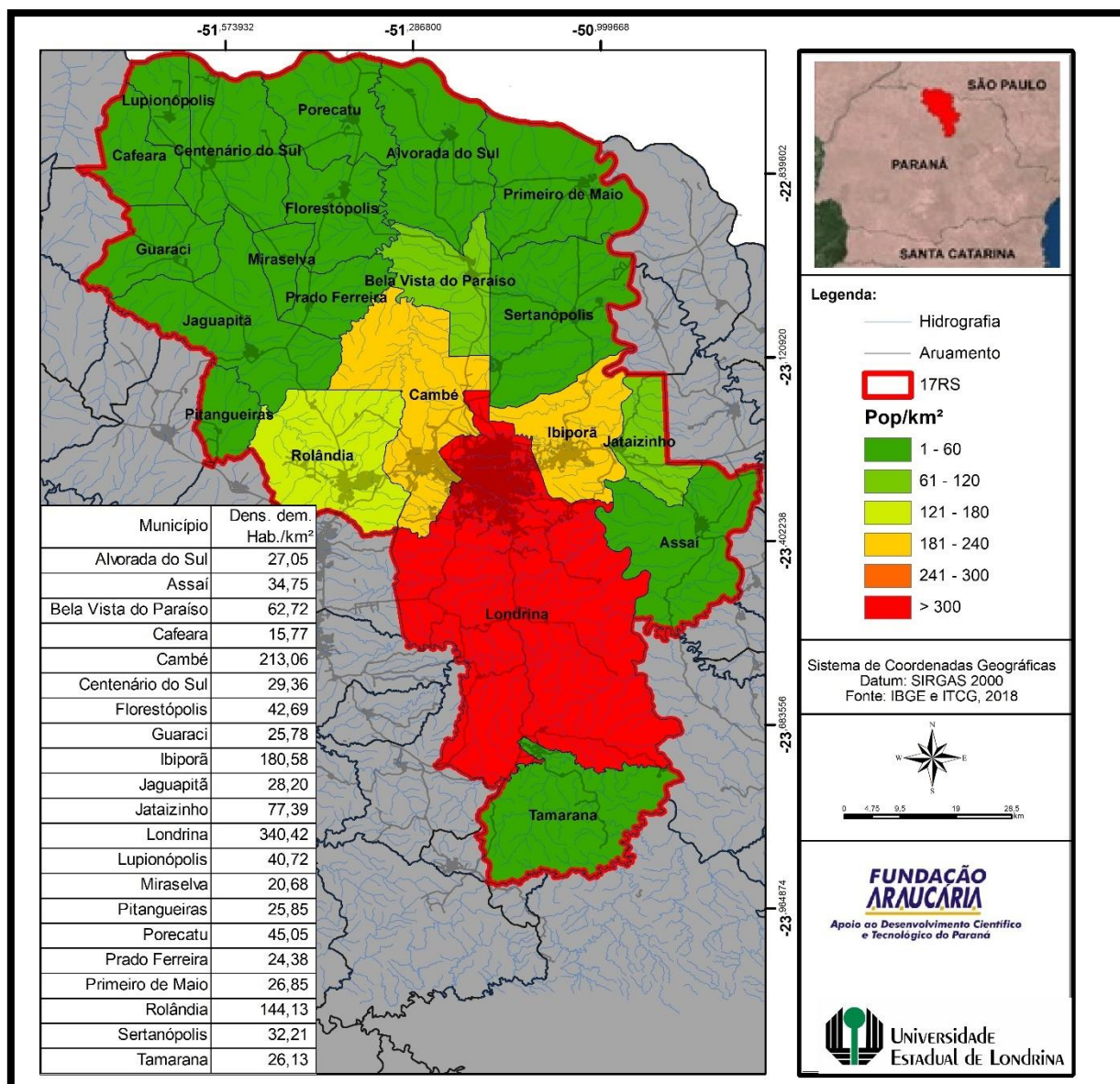
Essa explica também historicamente a evolução da conurbação urbana entre Londrina, Cambé, Ibiporã e Rolândia, a autora chama esse fenômeno de aglomeração urbana e aponta que

foi principiada na década de 1970, entre Londrina e Cambé, a partir de duas áreas urbanas resultantes de uma expansão separada e distante da cidade de Cambé, que avançava sentido leste, em direção à Londrina. Ao longo dos anos de 1980, a ocupação avançou em ambas cidades, não permitindo distinção de limites entre Cambé e Londrina, enquanto as demais continuavam individualizadas. O mesmo processo ocorreu nos anos de 1990, com diferenças em relação à expansão da malha urbana de cada uma das cidades localizadas ao longo da BR 369. Uma década depois, verificou-se importante crescimento da área urbana de Rolândia e Ibiporã, ambas em direção à Cambé e Londrina respectivamente. (FRESCA, 2012, p. 2012)

A Figura 6.7 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 17RS 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 6.7- DENSIDADE DEMOGRÁFICA NA 17RS DE PARANÁ



6.5 Levantamentos epidemiológicos da saúde bucal na regional

Os levantamentos epidemiológicos no campo da saúde bucal nível nacional foram realizados nos anos de 2003 e 2010, tiveram com objetivo “produzir informações sobre as condições de saúde bucal da população brasileira e subsidiar o planejamento-avaliação de ações nessa área nos diferentes níveis de gestão do Sistema Único de Saúde” (MS, 2004, p. 3).

O SB – Brasil 2000, realizou levantamentos no ano de 2003 em 250 municípios envolvendo aproximadamente 2.000 trabalhadores, “foi aplicada uma

técnica de amostragem probabilística por conglomerados em três estágios que permitiu a produção de inferências para cada uma das macrorregiões brasileiras por porte do município e para cada idade ou grupo etário” (MS, 2004, p.4).

O SB– Brasil 2010, foi, também, um levantamento amostral em nível nacional realizado em 2010, a pesquisa, de base amostral, foi realizada em 26 capitais, no Distrito Federal e em mais 150 municípios do interior de diferentes proporções populacionais, examinando 37.519 indivíduos de faixas etárias entre 5, 12, 15 a 19, 34 a 45 e 65 a 74 anos

Dessa forma, há dois levantamentos em nível nacional com base amostral semelhante, que oportuniza um comparativo da evolução do quadro de saúde bucal entre as décadas de 2000 e 2010, por macrorregião: Norte, Sul, Sudeste, Nordeste e Centro-oeste. Dos municípios escolhidos para amostragem, somente Londrina foi objeto de levantamento dentro dos limites da 17RS, isso para o SB Brasil – 2010, sendo esse o único levantamento epidemiológico oficial para algum município regional.

Anterior aos dois levantamentos mencionados, Narvai et al. (2006) menciona um levantamento em nível nacional sobre cárie e doenças periodontais, realizado em 1986 pelo MS. Os dados eram referente a somente 16 capitais e não inclui no desenho amostral municípios do interior ou com menor contingente populacional, tomada as devidas precauções os autores, em um comparativo com os dados entre 1986 e 2003, afirmam que em 1980 havia um alto nível de cáries dentária conforme os valores de CPO-D (dentes cariados perdidos ou obturados).

Esse apontamento, sugere o que os autores chamam de **iniquidade**, pois apesar de determinados indicadores de saúde mostrarem uma evolução de caráter positivo, essa não é oportunizada de forma equivalente em todas as regiões.

De certa forma, o conceito de equidade alinha-se com a vulnerabilidade aqui mencionada, pois a cárie, objeto do estudo de Narvai et al. (2006), está diretamente ligada com questões sociais.

Como análise desta observação apontada, os autores mencionam que

No Brasil, 20% da população de escolares passou a concentrar cerca de 60% da carga de doença; a diferença relativa entre as regiões não foi alterada. Esse quadro pode estar expressando um outro fenômeno: o da iniquidade, em que, no caso da cárie, o ataque desigual da doença entre os indivíduos decorre não apenas de variações biológicas inevitáveis, mas também das diferenças que têm origem na ordem social onde estão

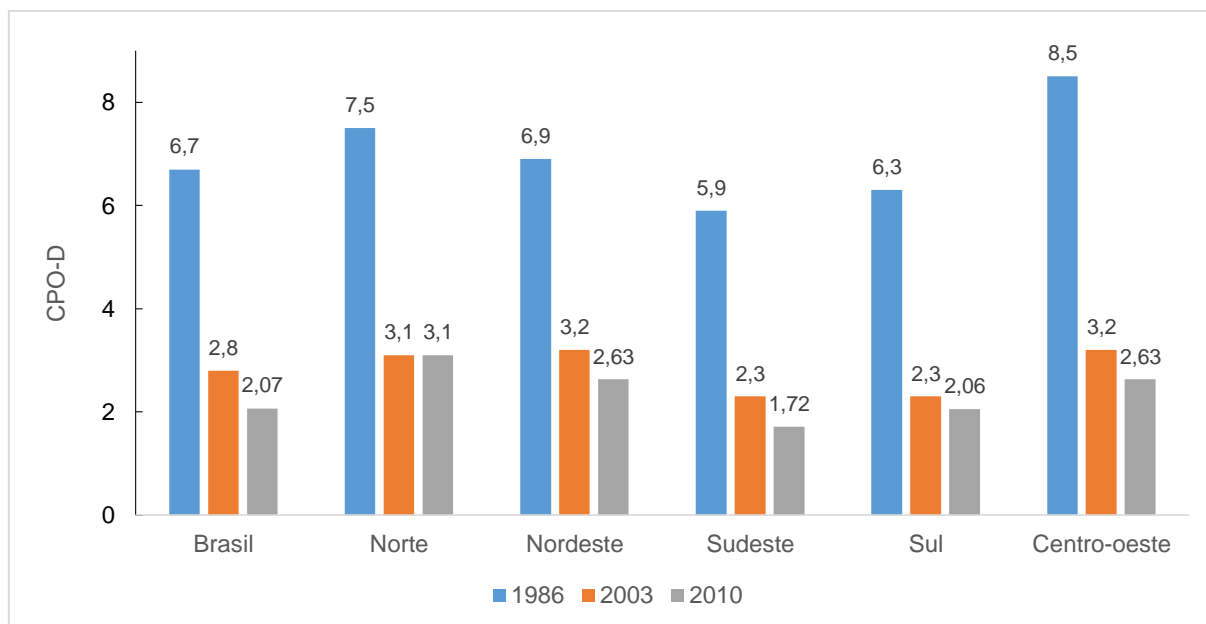
inseridos, e que se expressam por meio do processo saúde-doença (NARVAI et al., 2006).

De certa forma o conceito de iniquidade está diretamente ligada a capacidade de prevenção da população, ao analisar as reduções no índice CPO-D durante os últimos 30 anos, dispostas no gráfico da Figura 6.8, percebe-se uma redução da cárie em todas as regiões do país, sendo em menor proporção em determinadas regiões. Os autores no referido trabalho sugerem que as questões socioeconômicas são preponderantes para tal diferença (NARVAI et al., 2006).

Conforme o ocorrido entre 1986 e 2003, os levantamentos em 2010 também sugerem uma queda nos índices de cárie no país, o índice CPO-D médio em crianças de até 12 anos nos anos 2003 era de 2,8 dentes, em 2010 baixou para 2,07. Na região sul o índice era de 2,3 e em 2010 passou para 2,06. Os índices ainda sugerem que a iniquidade mencionada por Narvai et al. em 2006, permanece para o último levantamento realizado em 2010.

A fluoretação é a forma mais popular de controle a cárie e é dada como uma das maiores ações em saúde coletiva do último século, ao compreender que determinadas populações são mais vulneráveis ao desenvolvimento da cárie, por sua condição socioeconômica e fatores ligados ao desenvolvimento desigual, supracitado, entende-se que a fluoretação possa ser uma política pública de combate à desigualdade, no tocante à saúde bucal.

FIGURA 6.8- GRÁFICO DO ÍNDICE CPO-D (DENTES CARIADOS PERDIDOS OU OBTURADOS) AOS 12 ANOS DE IDADE EM 1986, 2003 E 2010, SEGUNDO AS REGIÕES BRASILEIRAS



Fonte: adaptado de Narvai et al., 2006; SB-Brasil, 2010

Uma observação importante realizada somente para o SB- Brasil 2003 foi a comparação do índice CPO-D na idade de 12 anos em municípios com fluoretação e sem fluoretação, determinando que nos municípios abastecidos com inserção de flúor o índice observado é de 2,27 e nos municípios sem fluoretação era de 3,38, portanto a população investigada em municípios sem fluoretação tem mais dentes cariados em média.

Ainda aponta que há mais municípios com fluoretação na região Sul e Sudeste, ao todo dos municípios investigados 88% realizavam o procedimento na região Sul, em contraponto a região Norte 84% dos municípios não tinham fluoretação.

Quanto a fluorose, em 2003 a prevalência foi de cerca de 9% em crianças de 12 anos, os maiores índices foram encontrados na região Sul e Sudeste, em torno de 12%, e menores na região Centro-oeste e Nordeste, o que sugere uma correlação com a proporção de municípios com fluoretação. Apesar dessa correlação apontada, conforme o Índice de Dean, utilizado no levantamento, todas as regiões apresentaram níveis de fluorose Muito Leve.

Em 2010, o cenário analisado em 2003 repetiu-se, com um aumento da proporção de indivíduos com alguma manifestação de fluorose para 16,7% dos

investigados, sendo que 10,8% com nível de severidade muito leve e 4,35 leve, enquanto a região com maior prevalência foi o Sudeste (19,1%) e a menor foi na Região Norte (10,4%).

Como mencionado somente Londrina teve um levantamento realizado para o SB-Brasil 2010, sendo esse o único levantamento oficialmente produzido pelo MS na regional. Foram encontrados alguns trabalhos mobilizados pela comunidade científica local, na qual investigaram determinadas situações isoladas nos municípios de Cambé, Ibiporã, Londrina e Rolândia, quanto a cárie e fluorose.

Iwakura e Morita (2004), apresentaram um estudo transversal no município de Londrina, comparando prevalência de cáries dentária em escolares que participavam de programa semanal de bochecho com flúor com a prevalência em escolares que não participam do programa.

O estudo determinou que o programa não esteve associado a menor prevalência de cárie, determinando que o recurso utilizado no programa de bochecho era ineficaz e poderia ser utilizado para outros programas de saúde.

Provenzano (2003) em sua dissertação de mestrado analisa a prevalência de cárie (CPO-D) e fluorose (Índice de Dean) em 737 escolares com 12 anos divididos em escolas públicas e escolas privadas em Ibiporã. A autora determinou que o CPO-D era de 1,32 para escola privadas e 1,99 para escolas públicas.

A fluorose não apresentou diferença significativa entre os escolares dos dois tipos de instituições, sendo 49,2% nas escolas privadas e 49,4% nas públicas. Predominaram as formas brandas de fluorose, 32% para muito leve e 15% leve no total, apontando alta frequência de fluorose encontrada e para futuras investigações sobre os fatores de risco.

Tambelini *et al.* 2010, avaliou a prevalência de cárie dentária e sua associação com fatores socioeconômicos em Londrina via estudo transversal com 424 adolescentes entre 15 e 19 anos de idade.

A prevalência de cáries foi de 72,9% e CPO-D médio de 2,93, sendo que o fatores associados a maior severidade foram: residir/estudar na zona oeste da cidade, ter 17 anos de idade e cor de pele negra, a menor renda familiar, idade mais avançada e menor escolaridade da mãe. Evidenciando os conceitos supracitados de vulnerabilidades e inequidade que é característico da cárie.

Apesar de alguns estudos isolados, como os demonstrados aqui, não é possível traçar um perfil da cárie e da fluorose na regional de saúde, sendo essa uma lacuna de conhecimento. Por meio dos estudos propostos para a presente tese, pode-se evidenciar algumas situações de risco a exposição de níveis mínimos e máximos de fluoreto, como os apontados por Provenzano (2003), além do fato de investigar relações entre consumo de fluoreto com dados socioeconômicos como nas relações encontradas por Tambelini *et al.* (2010). Os conceitos apresentados de inequidade e de vulnerabilidades, se mostra um horizonte a explorar via análises socioespaciais.

Há levantamentos epidemiológicos sobre a saúde bucal em andamento na cidade de Cambé e Ibiporã, com a participação de Odontólogos integrantes do projeto de pesquisa no qual a presente tese se engloba, destarte os resultados que serão aqui apresentados, municiarão novas pesquisas epidemiológicas, e contribuirá para a compreensão da relação entre causa e efeito do consumo de diferentes níveis de concentração de fluoretos em diversos contextos socioeconômicos.

7. MATERIAIS E MÉTODOS

Após levantamento bibliográfico e delimitação da área de estudo, que inclui os 21 municípios da 17RS, foram colocadas em prática estratégias para coleta, armazenamento e processamento de informações espaciais georreferenciadas ou não, com a finalidade de gerar informações espaciais, estatística descritiva e cartografia temática. Isso para possibilitar, análises sobre as formas de consumo de fluoreto, saúde coletiva e gestão da água, sua espacialidade e a relação entre as características socioeconômicas local.

Essa foram ações importantes para verificar áreas de risco ao baixo consumo de fluoretos e informações suficientes para compreender como é o consumo de água e de fluoretos na regional. Nesse sentido, se estabeleceu uma parceria com a Vigilância Sanitária (VS), estadual e municipal, para a obtenção de dados, informações e metodologias utilizadas na gestão dos índices de fluoreto nas fontes de água na regional.

O ponto fundamental para entendimento da distribuição e consumo de fluoretos por meio da água, foi dado a partir da criação de um banco de dados, para

a produção de informações espaciais e estatísticas, que é formado por 12.321 amostras coletadas durante os anos de 2014 e 2018.

As informações do VIGIAGUA são compilados em uma base de informações *online*, denominada SISAGUA, com acesso restrito aos técnicos da Vigilância Sanitária. Os dados brutos foram fornecidos pelos técnicos da ANVISA da 17RS, através de convênio com a Universidade Estadual de Londrina (UEL), mais especificamente com o Departamento de Química, responsável pelas análises químicas de fluoretos em água para consumo.

As amostras coletadas pelos técnicos municipais, são enviadas ao Departamento de Química, que processa as análises através da técnica de potenciometria direta cujos dados de concentrações de fluoreto das amostras são reenviados para os técnicos municipais, que por sua vez os inserem no SISAGUA.

O banco de dados do SISAGUA é a principal fonte de informação para a presente tese e possibilitou inúmeras análises que geraram hipóteses e uma configuração sobre as áreas de alterações naturais nos teores de fluoreto, áreas de risco para cárie, hipóteses espaciais da regionalização do consumo de fluoreto e um maior conhecimento sobre as formas de consumo de água na regional.

Outra fonte importante de dados foi o Censo realizado pelo IBGE em 2010, apesar da defasagem dos dados em quase 10 anos, as informações oficiais permitem uma alinhamento espacial determinado na territorialidade do setor censitário, as técnicas e métodos de mapeamento com os dados do Censo 2010, podem muito bem serem replicados para o próximo Censo, previsto para 2020. Não há estimativas mais atuais sobre as condicionantes socioespaciais para os setores censitários, portanto decidiu-se utilizar o dado do Censo de 2010, mesmo considerando a defasagem dos dados, sendo esse o dado oficial mais aproximado para o trabalho cartográfico realizado.

7.1 Dados do SISAGUA

De posse dos teores de fluoretos repassados pela UEL, os técnicos municipais da VS seguem a “Diretriz Nacional do Plano de Amostragem da Vigilância em Saúde Ambiental relacionada à qualidade da água para consumo humano” indicada pelo Ministério da Saúde (MS) para a realização das coletas.

Entre outros aspectos o manual determina a relevância de se planejar ações para o conhecimento constante sobre a qualidade da água consumida nos municípios.

Sobre os locais que devem ser realizados as amostragens o Ministério da Saúde (MS) determina que

Os planos de amostragens podem ser orientados, dentre outros, pelos seguintes aspectos:

- análise do cadastro e inspeções
- representatividade espacial e temporal
- densidade populacional locais com grande afluência de público – como centros comerciais e terminais rodoviários e aeroportuários;
- locais estratégicos (população vulnerável) – como hospitais, creches e escolas
- locais com populações expostas em áreas contaminadas
- zonas de intermitência de abastecimento ou de baixa pressão no sistema de distribuição (BRASIL, 2014, p.11)

Dessa forma as amostragens realizadas pelos técnicos municipais priorizam coletas em escolas, hospitais, creches, unidades básicas de saúde e áreas de final de rede de abastecimento, considerados locais com possibilidades de intermitência e baixa pressão no sistema de distribuição. Assim, abrangem boa parte da população e uma parte das pessoas mais vulneráveis, como as crianças e pessoas com saúde debilitada.

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). 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 (TISAB II), 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.

O CECOL explica a técnica da seguinte forma,

É utilizado um eletrodo que possui um cristal sensível a íon flúor na extremidade de um tubo. Dentro do tubo há uma solução de fluoreto e durante a análise o eletrodo é conectado a um potenciômetro. Quando o eletrodo é imerso numa solução contendo íon flúor, se estabelece uma diferença de potencial entre a concentração de fluoreto de fora e dentro do eletrodo, a qual é detectada pelo potenciômetro. Como há uma relação

linear entre a diferença de potencial e o inverso do logaritmo da concentração de fluoreto na solução, é possível ser determinada a relação matemática entre essas variáveis, utilizando soluções de concentração conhecida de fluoreto (padrões). Assim, a partir de curvas de calibração previamente feitas a concentração de fluoreto nas amostras de água é determinada. (CECOL, 2014).

A Figura 7.1 evidencia os equipamentos utilizados no processo de reconhecimento das concentrações de fluoreto, através da referida técnica, onde o eletrodo seletivo em destaque, reconhece a concentração de fluoretos, sendo que o resultado é emitido em planilhas conforme identificação da amostra.

FIGURA 7.1 - POTENCIOMETRIA DIRETA COM ELETRODO SELETIVO PARA ÍONS DE FLUORETO.



As amostras coletadas pela ANVISA e disponibilizadas via SISAGUA, foram utilizadas de duas maneiras, uma envolveu todas as 12.321 amostras e as variáveis que a acompanham, para uma estatística descritiva classificatória, na qual foi possível determinar níveis de concentração de fluoreto por tipo de fonte de coleta, por área, município, entre outros. As amostras que foram possíveis determinar as coordenadas geográficas totalizaram 9.374 e foram utilizadas na cartografia temática e procedimentos de geoprocessamento das informações.

Nos dados do SISAGUA, verificou-se que algumas amostras não apresentavam coordenadas espaciais, outras se mostravam inconsistentes, com a localização informada se posicionando fora das áreas amostradas na 17RS. Por isso, realizou-se um refinamento das localizações das amostras, com a finalidade de utilizá-las no geoprocessamento. Esse trabalho conferiu e atribuiu dados espaciais para amostras que não tinham determinadas as coordenadas espaciais, ou, estava com coordenadas que não pertenciam realmente a amostra identificada.

O SISAGUA permite a inserção de outras variáveis espaciais, além das coordenadas (latitude e longitude), tais como: pontos de coleta (cavalete, hidrômetro, poço profundo, poço raso, entre outros), categoria da área (bairro, vila ou sede de distrito), zona (urbana ou rural), área (sede ou distrito) e descrição do local (endereço).

Essas outras variáveis serviram como apoio fundamental para a localização precisa das coordenadas geográficas, que foram determinadas de três formas:

- *in loco*, via aferição por GPS (ETREX 30);
- por meio da base de dados do Google Earth, com buscas pelo endereço informado no campo “descrição do local”;
- pela base de informações sobre as fontes cadastradas no próprio SISAGUA.

O SISAGUA tem o cadastro de todos os “Mananciais/pontos de captação utilizados para abastecimento público” que tiveram amostras coletadas. Cada primeira amostragem realizada em uma fonte, necessita de um cadastrado no sistema, e, em muitas dessas são realizados os cadastros das coordenadas.

Portanto, apesar de alguns dados das amostras não terem inseridas as informações de coordenadas, muitos pontos tinham suas localizações cadastradas no próprio SISAGUA, no entanto em uma outra fonte de consulta dos dados dentro do sistema. Sendo necessário, portanto, cruzar as informações sobre os “Mananciais/pontos de coleta utilizados para abastecimento público”, com as outras informações espaciais dos pontos de coletas das amostras que não detinham as coordenadas informadas.

Os fatos descritos, sobre a falta de informações pertinentes a localização precisa das informações, demonstra que há certa deficiência na coleta e gestão dos dados sobre a qualidade da água na 17RS. A natureza dessa deficiência pode estar

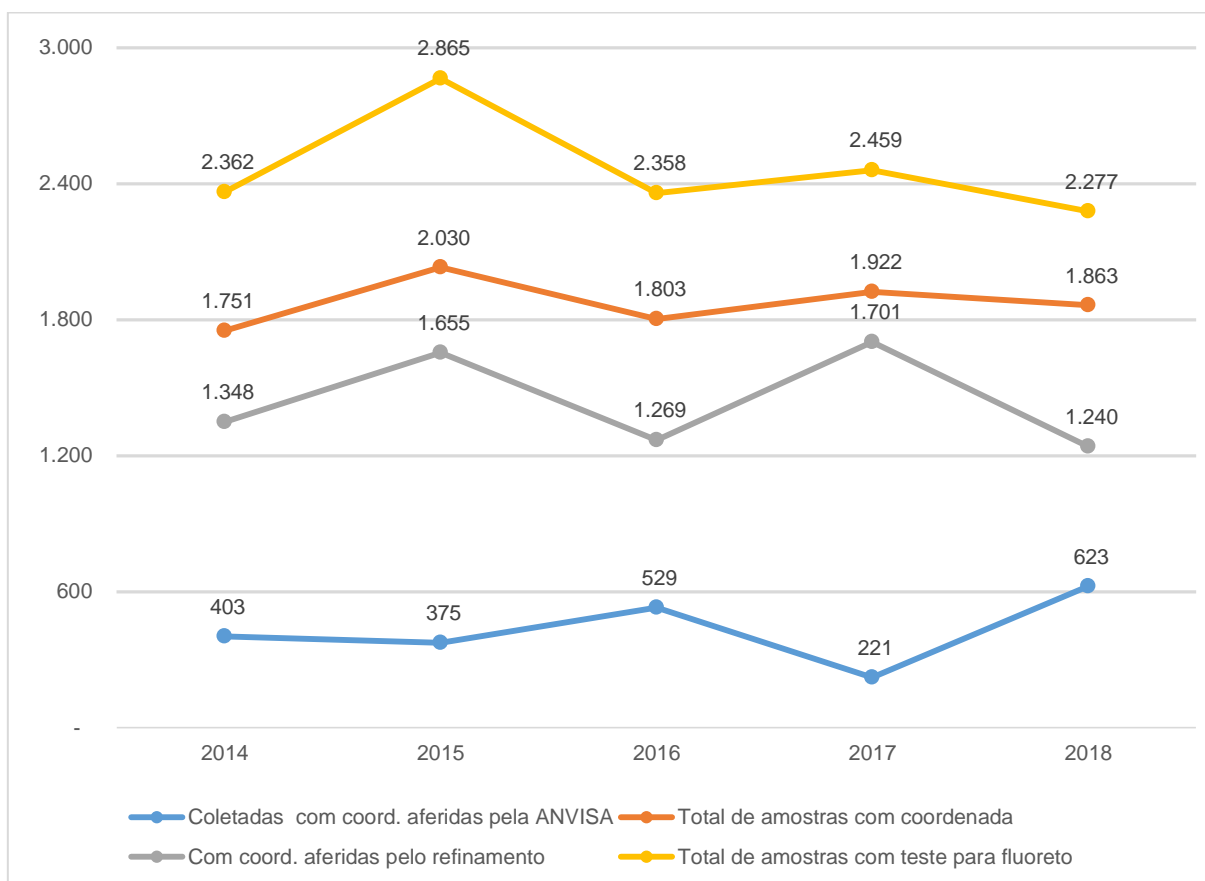
ligada à falta de conhecimento, por parte dos técnicos que realizam a coleta, sobre as possibilidades do uso das informações espacializadas por trabalhos, como o aqui realizado, ou, por iniciativa das esferas administrativas.

Essa informação, foi repassada para a central da ANVISA na 17RS, que prontamente emitiu ofícios às 21 secretarias municipais, em meados do ano de 2017. No ano de 2018 a quantidade de amostras com coordenadas foi três vezes maior que a de 2017. Além da emissão desse ofício, foram realizados levantamento em campo junto aos técnicos das VS municipais, ao longo de 2018, que possibilitaram uma interação e conscientização por parte do projeto de pesquisa junto aos técnicos.

A Figura 7.2 demonstra os dados numéricos sobre a quantidade de amostras com coordenadas aferidas, pela ANVISA e pelo projeto, fica evidente algumas situações, onde há uma evolução ao longo dos anos para a coleta de amostras, com coordenadas geográficas aferidas pelos técnicos municipais, exceto em 2017 (somente 221). Em 2018 (623) a evolução é expressiva se comparada com 2017, e segue a tendência que ocorreu entre 2014 e 2016, fato que evidencia o trabalho realizado em conjunto, projeto de pesquisa e gerência da VS na 17RS.

Vale mencionar, que nem todas as amostras analisadas para fluoreto foram passíveis de identificação do local exato coletado, pois muitas vezes as denominações de endereços eram genéricas, principalmente nas áreas rurais. Em 2014 das 2.314 amostras foi possível aproveitar 1.751, em 2015, ano com mais amostras coletadas e aproveitadas, foram analisadas para fluoretos 2.856 amostras e aproveitou-se 2.030. Por outro lado em 2016 no total foram 2.358 e aproveitadas 1.803, em 2017 de 2.459 aproveitou-se 1.922 e em 2018 foram feitas 2.277 análises para fluoreto, foi possível identificar as coordenadas de 1.863.

FIGURA 7.2- GRÁFICO DA QUANTIDADE DE AMOSTRAS ANALISADAS PARA CONCENTRAÇÃO DE FLUORETO COM COORDENADAS COLETADAS PELA VS E PELO PROJETO ENTRE 2014 E 2018.



Fonte: SISAGUA, 2018.

Em suma, 85,2% das amostras coletadas, e, analisadas para fluoreto entre 2014 e 2018, **não** tiveram coordenadas inseridas pelos técnicos, além disso, 22,9% **não** foram passíveis de georreferenciamento pelo refinamento realizado para o trabalho aqui descrito, pois não havia uma denominação de endereço que fosse passível de localização, com ocorrências principalmente em áreas rurais. Ou seja, a cada 100 amostras analisadas para o conhecimento da concentração de fluoretos, apenas aproximadamente 15 tinham a localização precisa informada pelos técnicos.

O refinamento das amostras se mostrou fundamental, pois foi possível corrigir falhas na coleta e ampliar o número de amostras para os mapeamentos temáticos e a criação de um banco de dados mais confiável e robusto. Inicialmente foram identificadas 1.809 amostras georreferenciadas durante todo o período e ao fim desse trabalho, haviam 9.374 amostras com dados confiáveis.

Outro fato relevante é a questão da evolução no número de amostras georreferenciadas informadas pelos técnicos da VS, que também é fruto do trabalho em conjunto com a VS para o ano de 2018. Apesar de ainda ser longe do ideal, se mostra um importante resultado do presente trabalho.

Cabe mencionar que os dados utilizados remetem informações somente das amostras que tiveram a análise realizada para fluoreto, além dela, as amostras são analisadas para outros parâmetros de cunho bacteriológico, que não foram utilizadas no presente trabalho.

7.2 Dados coletados em campo

Além dos dados secundários, buscou-se nessa investigação a formação de um banco de dados primário através de coletas em campo, que seguiram as orientações do “Protocolo de Coleta e Análise da Amostra de Água” (CECOL, 2014) do projeto Vigiflúor. O protocolo foi adaptado para algumas características da fonte, como por exemplo, uma indicação sobre quem administrava a fonte de água. Tal protocolo detalha todas etapas das coletas e materiais utilizados para tal.

Primeiramente a amostra deve ser coletada em frasco plástico polietileno com tampa, realizando tríplice lavagem do vasilhame, após 2 minutos de abertura da torneira ou registro da fonte de coleta. A água é coletada de maneira a não preencher o frasco todo, no qual são anotadas em etiquetas a sigla do município e o número da amostra.

Foram priorizados como ponto de coletas áreas de grande fluxo de pessoas na área urbana, como escolas, unidades de saúde, hospitais, praças e outros locais públicos, além das regiões de fim de rede de abastecimento conforme indica o MS para o plano de amostragem (BRASIL, 2006, p.11). Para as áreas rurais, foram coletadas diretamente de fontes que serviam para abastecimento coletivos ou individuais.

As coletas nos municípios da regional foram realizadas entre junho e agosto de 2018, tendo sido visitado os 21 municípios, com o aval e acompanhamento dos técnicos responsáveis pelas VS municipais. O trabalho de campo se mostrou fundamental, pois foi possível confirmar algumas conclusões obtidas com a análise do banco de dados do SISAGUA. Dessa maneira, evidencia-se tendências quanto

ao tratamento da água e distribuição dos fluoretos nas águas consumidas na regional. Cabe mencionar que os dados primários são apresentados de forma separada a toda a análise realizada para os dados secundários, referente ao banco de dados do SISAGUA.

Foram analisadas 153 amostras, iniciando-se pela visita nos municípios com menores incidências de amostras georreferenciadas no SISAGUA, para que dessa maneira se identificasse quais os problemas ligados a coleta e manipulação das coordenadas geográficas, além de orientar os técnicos sobre a importância de localizar as fontes com precisão, para melhorar a gestão dessas na regional.

Assim, evidenciou-se que alguns municípios, como Alvorada do Sul, Pitangueiras, Prado Ferreira, Cafeara, Lupionópolis e Centenário do Sul não detinham o GPS ou não estavam utilizando-o nas coletas. Esse fato foi informado à diretoria da 17RS, que prontamente se mostrou interessada em superar essa deficiência enviando ofícios e maiores esclarecimentos aos técnicos municipais sobre o assunto.

A Figura 7.3 e Figura 7.4, mostram respectivamente uma coleta realizada na área urbana em escola no município de Centenário do Sul, e outra coleta realizada de fonte de água subterrânea utilizada como abastecimento coletivo na área rural de Jataizinho e, por fim, a Figura 7.5 demonstra um frasco de polietileno, identificado, de amostra coletada em Cafeara. Nessa mesma imagem pode ser visualizado o GPS ETREX 30, utilizado para aferir as coordenadas e a prancheta utilizada para anotações e observações de campo.

FIGURA 7.3 - COLETA DE ÁGUA CONSUMIDA EM ESCOLA NA CIDADE DE CENTENÁRIO DO SUL.



FIGURA 7.4 - COLETA DE ÁGUA SUBTERRÂNEA NA ÁREA RURAL DE JATAIZINHO



FIGURA 7.5 - ARMAZENAMENTO, IDENTIFICAÇÃO E AFERIÇÃO DE COORDENADAS DAS AMOSTRAS NA CIDADE DE CAFEARA.



Após a coletas as amostras foram analisadas pela técnica da potenciometria direta, utilizando insumos e equipamentos fornecidos pela parceria com a SANEPAR e CEPED, via Edital 001/2016 e CNPq (310.608/2017), que apoiaram financeiramente a presente pesquisa no tema principal Riscos e Desastres no Estado do Paraná, incluindo risco a saúde coletiva pelo consumo de fluoretos na 17RS.

7.3 Técnicas em geoprocessamento

O banco de dados produzido com as informações do SISAGUA permitiu a compilação em informações pertinentes à gestão dos fluoretos na regional, sua distribuição natural, o conhecimento sobre como é realizada a fluoretação, indicação de possíveis áreas de riscos quanto à ingestão de fluoretos e correlação espacial com dados socioeconômicos advindos do Censo 2010.

Em relação à produção de mapas e a fonte de dados para vigilância da fluoretação, Frazão *et al.* (2018) mencionam que,

No Brasil, o primeiro estudo a produzir um mapa da concentração de fluoreto na água de consumo foi publicado no final da primeira metade do século XX, cobrindo o estado de São Paulo[...]A vigilância da água utilizada para consumo humano 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. (2018, p. 226-227)

Para isso foram utilizadas técnicas de geoprocessamento aliados a um SIG. Moura (2001, p. 33) menciona que o Geoprocessamento de dados e os recursos possíveis dentro desse escopo, oportunizam “associações/sínteses/correlações” com diversas finalidades, e pode ser utilizado como veículo de comunicação entre diversos profissionais, técnicos e instituições. O autor ainda menciona os SIGs como ponto fundamental na evolução das metodologias aplicadas para o tratamento de dados, pois esses fornecem informações “explícitas” e podem explicitar relações “implícitas” dos dados.

Segundo Moura (2001, p.17)

[...]os SIGs procuram evoluir nas metodologias de tratamento de dados. O conjunto de dados, tanto cartográficos como alfanuméricos, oferece informações explícitas, mas existem, também relações espaciais ou lógicas, e a essência [...] está em explicitar essas relações.

Destarte, os Sistemas de Informações Geográficas (SIGs) serem potencialidades para o conhecimento espacial sobre a ótica da geografia da saúde, considerando que são apropriados para a manipulação de dados e possibilidade de processamento desses, para melhor representação de correlações entre fenômenos espaciais. Um SIG pode ser definido como “uma tecnologia específica, cujo arcabouço de ferramentas está direcionado às análises espaciais” (GARCIA, 2014, p.54). O SIG utilizado para o processamento das informações foi o ARCGIS 10.5.

Os dados georreferenciados permitem a incorporação de atributos quantitativos e qualitativos em representações de fenômenos espaciais, quando incorporados e manipulados em um ambiente SIG, possibilita a realização de operações espaciais que levam em conta esses atributos.

Por exemplo, pode-se fazer operações de soma, divisão e média ponderada em fenômenos espaciais representados em pontos que estão contidos em um polígono, que representam respectivamente um fenômeno pontual em uma determinada extensão territorial.

Os shapefiles (.shp), tipo de arquivo muito utilizado para geoprocessamento, carregam informações de localização/extensão de fenômenos em determinado espaço, além de atributos qualitativos e quantitativos desse fenômeno. Os atributos são informações coletadas sobre esses fenômenos representados, podem ser um valor ou qualidade desse. No presente trabalho as amostras coletadas são representadas espacialmente por pontos e carregam, dentre outros atributos, a informação sobre as concentrações de fluoretos analisadas em cada amostra. Os limites municipais e setoriais são representados por polígonos e acompanham atributos como o nome, área, população e suas características socioeconômicas. Essas informações são sobrepostas espacialmente, o que possibilita uma vasta quantidade de análises sobre os fenômenos espaciais.

7.3.1 Médias de consumo de fluoretos em SAA por Junção Espacial

As investigações espaciais para Sistemas Autônomos de Água (SAA) foram realizadas a partir de duas técnicas diferentes, por junção espacial (*spatial join*) e por interpolação dos dados para verificação temporal. A junção espacial, possibilita análises de dados de diferentes representações que ocorrem em determinado espaço delimitado. Quando dois arquivos de informações espaciais, um do tipo ponto e outro do tipo polígono, as informações podem ser calculadas pela Junção Espacial desses dois tipos.

Segundo Cordeiro *et al.* (2003) a junção espacial é uma forma de álgebra de campo e objetos que tem como finalidade cruzar informações entre esses permitindo a realização de análises espaciais, como as aqui apresentadas, segundo os autores,

O termo Junção Espacial é empregado por analogia a operação de junção em banco de dados convencionais e denota o conjunto de operações onde ocorre a comparação entre dois conjuntos de objetos, baseado num predicado espacial computado sobre suas representações. A operação de junção espacial é tal que produz como resultado uma coleção de objetos e valores que satisfazem a restrição espacial. (CORDEIRO *et al.*, 2003, p.23)

Os autores referidos acima, ao explicarem a relação entre campo e objeto para levantamentos espaciais, denotam que as operações que envolvam dados com uma localização definida, representados em vetores ou matriz, podem ser utilizados em estatísticas sobre conjuntos de locais, no caso do presente trabalho,

representações de objetos pontuais, foram agrupados e representados em um conjunto estatístico comum, o setor censitário.

Camara *et al.* (1998) determinam que “a operação de junção espacial parte de dois conjuntos de geo-objetos e produz, como resultado, pares de geo-objetos existentes que satisfazem à restrição desejada”. Segundo Güting (1994, p. 9) uma junção espacial é uma junção que compara dois objetos através de um predicado em seus valores de atributos espaciais.

As colocações dos autores mencionados demonstram que essa técnica de álgebra de dados espaciais permite uma junção de objetos que tem uma similaridade espacial e formam um conjunto dentro de outro objeto, no caso o conjunto de amostras pontuais, com dados cadastrados sobre os teores de fluoreto aferidos, que coincidem espacialmente com um setor censitário.

Dentre exemplos mencionados pelos autores (GÜTING, 1994; CAMARA *et al.* 1998 e CORDEIRO *et al.*, 2007) problemáticas de intersecção ou proximidade entre objetos podem ser solucionadas com a junção espacial, transformando e ligando dados cadastrais com feições, ao combinar, por exemplo, cidades com delimitações estaduais.

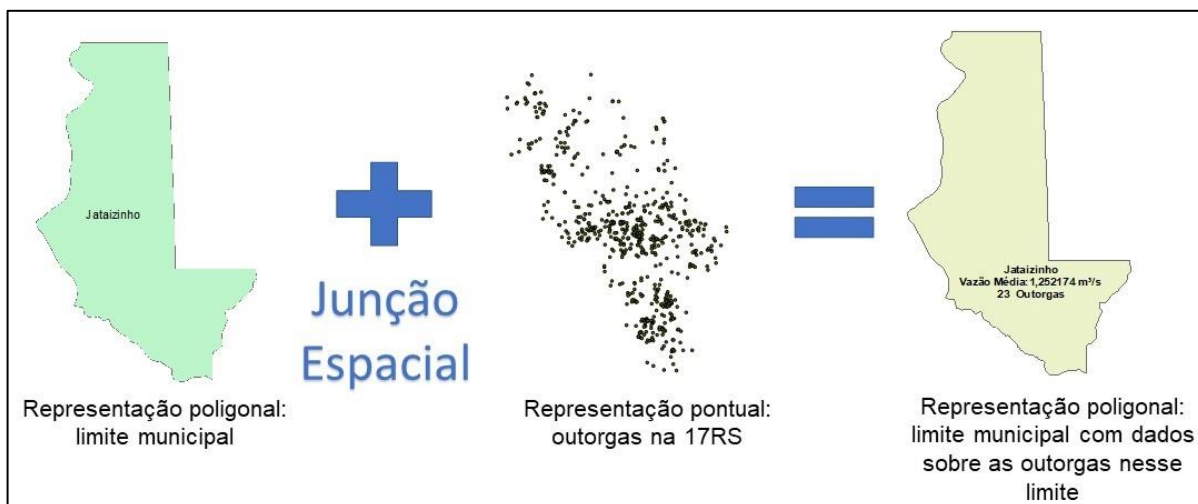
A título de exemplificação para a técnica de junção espacial, utilizada no presente trabalho, demonstra-se na

Figura 7.6 a solução para a seguinte pergunta: “Quantas outorgas para uso da água existem no município de Jataizinho e qual a média de vazão outorgada para esse limite administrativo?”.

Os dados das outorgas são representados em objetos pontuais que carregam os dados de volume de água outorgada e o limite administrativo do município é representado em vetor.

Ao realizar o procedimento de junção espacial em um SIG, são elaboradas estatísticas básicas como a contagem de ocorrência e a média dos atributos quantitativos dos pontos amostrados contidos no limite municipal, o que gera outro objeto que cruza a informações dos atributos quantitativos. Essa se mostra uma rápida opção contabilizar e generalizar os dados pontuais para um limite vetorial.

FIGURA 7.6 - TÉCNICA DE JUNÇÃO ESPACIAL (*SPATIAL JOIN*) PARA CONTAGEM DE PONTOS AMOSTRAIS EM LIMITE VETORIAL



Fonte: Adaptado de ESRI, 2019; GÜTING, 1994; CAMARA et al. 1998 e CORDEIRO et al., 2007.

Para o presente trabalho as médias dos teores de fluoreto foram contabilizadas levando em conta a delimitação espacial dos setores censitários urbanos, os dados cadastrais das amostras coletadas pelo SISAGUA em SAA, foram extrapolados para o limite do setor censitário e limites municipais.

Dessa forma, a técnica de junção espacial permitiu uma rápida análise das médias de concentração de fluoreto em diferentes escalas, primeiramente fora analisada as médias em escala regional utilizando os municípios como limites para a junção espacial, chamado aqui de método regional de análise.

Posteriormente o procedimento foi realizado para setores censitários, chamado de método de análise municipal, dessa maneira ao comparar os resultados o método municipal se mostrou mais adequado para determinar de forma mais exata a quantidade de população exposta a anomalias positivas e negativas de fluoreto em SAA, quando comparados com os dados censitários.

7.3.2 Riscos e Vulnerabilidades por sobreposição ponderada de mapas e classificação por quebras naturais

Os dados do Censo 2010, foram utilizados para determinar a relação das ocorrências de concentrações de fluoretos com determinadas características sociais. Na odontologia, muito se investiga acerca da relação “classes sociais” com a ocorrência de cárie.

Cortellazzi *et al.* (2009) consideram as variáveis sociais importantes para estudos epidemiológicos sobre cáries, os autores estudaram a influência de variáveis socioeconômicas, em relação a cárie, em crianças de 5 anos, na cidade de Piracicaba - SP. Concluíram que “crianças de famílias com renda familiar mensal superior a 4 salários mínimos tiveram menor probabilidade de ter cárie [...] do que aquelas de famílias com renda igual ou menor que 4 salários mínimos”.

Uma possível explicação para tal fato detectado é que as crianças com melhor renda familiar teriam mais acesso a produtos fluoretados, como os dentifrícios (produtos utilizados na escovação) (CORTELLAZZI *et al.* 2009). Portanto, a inclusão das variáveis socioeconômicas nas análises geoespaciais, correlacionando espacialmente as concentrações de fluoretos do banco de dados produzido se mostra importante ferramenta, para suporte de planejamento de pesquisas epidemiológica na regional.

Para a determinação e classificação do risco e vulnerabilidade socioeconômica para cárie, se considerou dados socioeconômicos e as médias de fluoretos em setores censitários que foram cruzados via técnica de geoprocessamento, chamada sobreposição ponderada de mapas, esse tipo de técnica considera ponderações de valores para classes de dados, com a finalidade de cruzar planos de informação para determinação de ordenamento, no caso a classificação do risco a cárie na 17RS.

Essa técnica é frequentemente utilizada para a determinação de espaços de riscos ambientais, como áreas de alagamento, inundação ou susceptíveis a eventos extremos. Geralmente são utilizadas informações matriciais para as operações matemáticas, ou seja, valores determinados por pixel em uma imagem que localiza os fenômenos envolvidos.

Para o presente trabalho preferiu-se utilizar as informações em formato vetorial, pois essas permitem uma grande quantidade de informações agregadas, sendo que os formatos matriciais permitem apenas informações de localização e um valor médio por pixel.

Por exemplo, o setor censitário é representado com limites poligonais que podem conter informações sobre este limite territorial, como nome do município, bairro e distrito onde se localiza, renda, população, grau de instrução entre outras. Quando transformadas para o formato matricial o setor censitário carrega somente

um valor descartando outras informações importantes em análises espaciais como as mencionadas.

Os dados do Censo 2010, foram representados em valores percentuais por setor censitário, sendo utilizado para a determinação de vulnerabilidades e risco, o percentual de domicílios que viviam com até 1 salário mínimo mensal em 2010 e o percentual de domicílios com responsáveis analfabetos.

Os percentuais de renda e analfabetismo foram classificados por Quebra Natural, com a finalidade de agrupar os setores em ordens classificatórias do maior para o menor, no caso dos setores, segundo a ESRI, empresa que detém os direitos do software Arcgis 10.5,

As classes de Quebras Naturais são baseadas em agrupamentos naturais inerentes aos dados. As Quebras de Classe que melhor agrupam os valores similares do grupo e que maximizam as diferenças entre classes são identificadas. As feições são divididas em classes cujos limites são configurados onde existem diferenças relativamente grandes nos valores de dados. A classificação Quebras Naturais é melhor utilizada para valores de dados de mapeamento que não são uniformemente distribuídos, mas ao contrário, tendem a agrupar como valores agrupados de locais de quebras naturais na mesma classe.

Partindo das classes geradas pela Quebra Natural foram ponderados valores de 0 a 1, para as classes percentuais, seguindo o que realizou Lima (2013, p.43), no qual quanto mais próximo de 0 menor é a influência da característica para a vulnerabilidade e quanto mais próximo de 1 maior é a vulnerabilidade para aquela característica. Assim dividiu-se as classes por valores ponderados de 0 a 1, com a finalidade de classificar na mesma proporção classes com mais alta ou mais baixa vulnerabilidade para a cárie, através do analfabetismo e renda.

Esse procedimento também foi realizado para as concentrações médias de fluoreto, os setores que receberam teores médios dentro do padrão de potabilidade e acima desse é igual a 0 e os que receberam abaixo do valor indicado para regional receberam de acordo com o teor médio valores mais próximos de 1.

A decisão de colocar os teores acima do limite de potabilidade como valor ponderado 0 para risco a cárie, assume o princípio do risco e benefício para a fluoretação acima de valores indicado, por isso foi possível somente admitir para o presente trabalho riscos e vulnerabilidades a cárie, além das evidências da ligação da cárie com fatores sociais.

Cabe ressaltar, que foram utilizados apenas os setores censitários urbanos para esse procedimento, visto que para as regiões rurais, é difícil determinar uma amplitude de consumo de água, pois não há nessas um sistema de abastecimento interligado com uma delimitação definida. Para o presente trabalho, entende-se que os sistemas de abastecimento ligam os setores urbanos, por isso foram utilizadas as amostras de SAA do SISAGUA nesses setores, para aferir uma média de consumo no período.

Dessa forma, obteve-se para cada setor censitário, um valor ponderado de 0 a 1 para analfabetismo, renda e média de fluoretos em SAA. Para gerar o mapa de riscos e vulnerabilidades foi determinada uma fórmula para cruzar os valores ponderados em cada setor, somando os valores ponderados de cada característica e dividindo pelo número de variáveis, nesse caso foram usadas três variáveis anteriormente descritas. Dessa maneira a fórmula utilizada no cálculo para a média dos valores ponderados por setor censitário foi a exposta a seguir:

$$\frac{(Valor\ Analfabetismo + Valor\ Renda + Valor\ Média\ de\ fluoretos)}{3}$$

Como resultado gerou-se valores médios para cada setor, que foram classificados também por Quebra Natural, determinando assim, classes de risco de Muito baixo à Muito Alto risco e vulnerabilidade a cárie.

Entende-se risco aqui, como uma determinação social e ambiental para a possibilidade de maior prevalência de cárie em populações mais vulneráveis socialmente e que consomem teores mais baixos de fluoreto pela água fornecida no abastecimento urbano municipal. As pontuações e divisões de classes estão descritas nos resultados e discussões, juntamente com a frequência da ocorrência de setores por classe.

7.3.3 Interpolação por método IDW

Conforme Câmara e Monteiro (2001, p.2) ao utilizar um SIG deve-se realizar escolhas, para representar em formato digital, que capturem melhor o significado de sua aplicação. Ou Seja, o SIG deve oferecer o [...] “conjunto mais amplo possível de estruturas de dados e algoritmos capazes de representar a grande diversidade de concepções do espaço.”

As escolhas mencionadas por Câmara e Monteiro, decorre também pelas escolhas metodológicas para a realização de operações que representem de forma mais adequada o fenômeno a ser analisado. Dessa maneira, para a presente pesquisa serão utilizados métodos de interpolação espacial, para a representação de distribuição de fluoretos na 17RS.

Segundo Marcuzzo *et al.* (2011), o método de interpolação IDW (Inverse Distance Weighted – Ponderação do Inverso da Distância), atribui peso a áreas em função do inverso da distância entre pontos amostrais. Ou seja, realiza um cálculo para a extrapolação dos dados amostrais em uma determinada área, em função da distância entre as amostras, gerando assim uma superfície contínua de análise. Esse tipo de procedimento é muito comum para a representação de áreas de anomalia e pontos de calor.

A técnica de interpolação por IDW foi realizada para SAA e para águas naturais, determinando assim, áreas de anomalias positivas e negativas de fluoreto, seja natural ou por atividade humana via fluoretação de água de abastecimento público. Para os SAA, essa operação serviu para analisar a variabilidade, pois foi realizada ano a ano, determinando assim as regiões que haviam variação de um ano para outro.

7.4 Estatística descritiva

Além do Geoprocessamento dos dados, foram feitas análises estatísticas descritivas, que possibilitaram um melhor entendimento sobre como estão distribuídas as amostras, a proporção das concentrações de fluoreto, os desvios padrões das amostras analisadas e variância dessas no período de tempo entre 2014 e 2018.

Segundo Moraes (2005), a estatística descritiva é considerada um conjunto de técnicas para resumir um conjunto de dados em determinada investigação. No caso do presente trabalho os dados são as concentrações de íon fluoreto nas amostras coletadas. Esse conjunto de dados é organizado geralmente em tabelas, gráficos e números que permitam um entendimento sobre o mesmo, dentro dessa perspectiva utilizou-se para o presente trabalho a classificação de variáveis.

A classificação das variáveis foi realizada de acordo com o tipo de fonte e os teores de fluoreto, como balizador dos índices de fluoreto, foi adotada a orientação da OMS (1984) que preconiza o cálculo dos valores limiares às condições climáticas locais. Fato estabelecido na Portaria 635 do Ministério da Saúde (BRASIL, 1975) e confirmado pela Portaria de Consolidação nº 5 de 2017. Na região de Londrina como as médias das temperaturas máximas situam-se entre 26,4 e 32,5 C o intervalo se assemelha ao de São Paulo, portanto foi adotado o **valor de referência** de 0,6 a 0,8 mg/L (PINESE *et al.* 2017).

Esse valor de referência foi usado em todas as análises estatísticas e formatação dos produtos cartográficos, afim de padronizar a discussão sobre o risco e benefício do consumo de fluoreto, sendo que para o presente trabalho entende-se como insuficiente ao combate a cárie teores de fluoreto até 0,6 mg/L para as amostras. Os teores de concentração acima de 0,8 mg/L, assume-se o risco da ocorrência de algum nível de fluorose dentária. Entende-se também que os valores de concentração de fluoreto fora do intervalo mencionado estão fora do **padrão de potabilidade**, considerando que esse padrão deve ser adaptado para padrões de consumo local em diversos quesitos, incluindo o teor de fluoretos (HESPANHOL, 2018).

Entende-se que esses seja o valor de referência ideal para a regional em análise, mas os valores ideais para consumo são diferentes para outras regiões. A Tabela 7.1 mostra diferentes valores de referência para regiões brasileiras, isso se deve pela média térmica, que é utilizada como cálculo sugerido pela Portaria MS-635/1975.

As portarias mais recentes remetem a esse cálculo que é indicado pela OMS, e é praticado desde a década de 1970, quando iniciada a fluoretação na maioria dos municípios brasileiros. No estado do Paraná, não existem limites mínimos obrigatórios para a fluoretação, assumindo como limite máximo o indicado pelas normativas federais que é de 1,5 mg/L.

TABELA 7.1 -NORMATIVAS SOBRE A DOSAGEM DE CONCENTRAÇÕES DE FLUORETO PARA ÁGUA CONSUMIDA NO BRASIL.

Local	Normativa	Concentração de fluoretos em água para consumo (mg/L)
-------	-----------	---

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.
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
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

Como parte da estatística descritiva, foi utilizado também, a classificação de variáveis, possibilitando análises sobre outras condicionantes que permitiram o maior conhecimento sobre a amplitude de cobertura do sistema de coleta do projeto VIGIAGUA na 17RS, para isso foram utilizadas todas as amostras com análises realizados para fluoretos, entre 2014 e 2018.

Entre 2014 e 2018, foram coletadas e analisadas para fluoreto em 12.317 amostras nos 21 municípios da 17RS. Cada coleta armazenada pelo SISAGUA é acompanhada de um conjunto de variáveis, as quais foram aqui utilizadas para entendimento da cobertura amostral realizada pelo VIGIÁGUA.

As informações sobre as amostras são inseridas e armazenadas no sistema separadamente, por três grandes tipos de fontes de abastecimento, sendo esses, Sistema de Abastecimento de Água (SAA), Sistema Alternativo Coletivo (SAC) e Sistema Alternativo Individual (SAI).

A grande diferença entre esses grandes grupos, postulada na Normativa 2.914 de 2011 pelo Ministério da Saúde, é que as fontes de coleta nos SAA são ligadas a rede de distribuição coletiva, como nos sistemas municipais de abastecimento. Por outro lado, os SAI e SAC são sistemas individualizados, sem

rede de abastecimento, diferenciados por alternativas coletivas, como condomínios residenciais ou de lazer, ou individuais, muito utilizado em propriedades rurais.

Além dos grandes grupos de tipos de fontes de abastecimento há descrições que especificam mais detalhadamente a origem da coleta, dentre as descrições encontradas no SISAGUA estão: “poço artesiano, poço raso, cavalete ou hidrômetro, torneira, reservatório de água, nascentes, mina ou fonte”. Afim de padronizar e adequar as análises, os “poços artesianos” foram aqui denominados poços tubulares e “poços rasos” foram denominados poços cacimba.

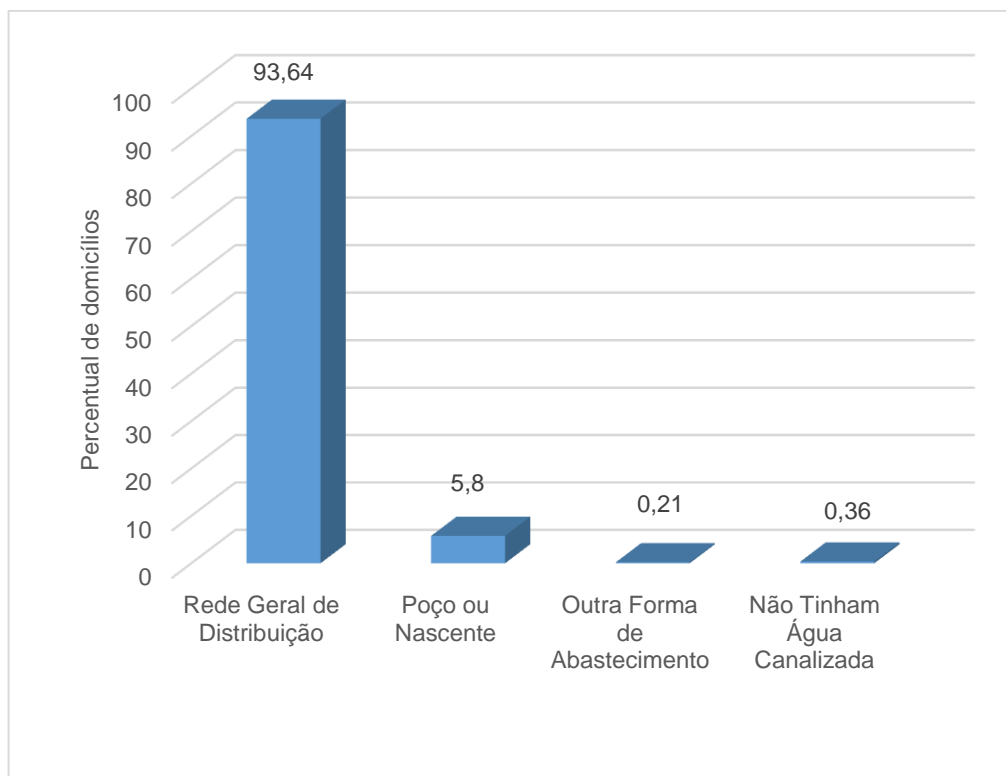
Há ainda informações se a água coletada é de fonte fluoretada ou não fluoretada, com a variável “sim”, quando recebe a inserção de fluoretos e “não” para uma fonte de coleta de água natural. Essa informação se mostra importante, pois determina se a água coletada é natural ou antrópica. Essas foram utilizadas para uma classificação de variáveis, que busca quantificar a cobertura, em área rural e urbana, se essas estão sendo tratadas ou não e quais são os principais pontos de coletas.

8. RESULTADOS E DISCUSSÕES

8.1 Formas de consumo de água

Segundo o Censo 2010, 93,64% dos domicílios recebiam água de abastecimento via rede geral de abastecimentos, 5,8% 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 2010 estão dispostos na Figura 8.1, 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.

FIGURA 8.1 - PERCENTUAL DE DOMICÍLIOS POR FORMA DE ABASTECIMENTO - CENSO 2010.



Fonte: IBGE - Censo 2010

A lei de 9.433 de 1997 que institui o Plano Nacional de Recursos Hídricos, sancionou a outorga de direitos de uso da água como instrumento de controle quantitativo e qualitativo sobre o uso da água. Segundo essa lei

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;

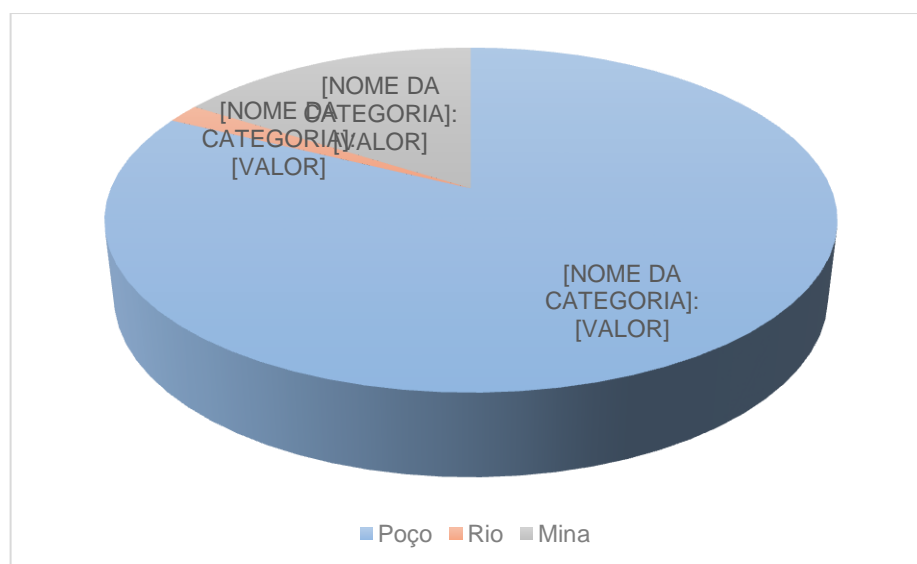
V - outros usos que alterem o regime, a quantidade ou a qualidade da água existente em um corpo de água. (BRASIL, 1997)

Segundo o Águas Paraná, em 2019 haviam ao todo 659 outorgas para uso da água na 17RS, dessas 25% do total é utilizada para consumo humano direta ou indiretamente, além disso, 10% do total são utilizadas em condomínios e

residências. Do total de outorgas para consumo humano 82% são oriundas de poços, 16% de mina ou fonte e apenas 2% de rios, conforme visualiza-se na Figura 8.2.

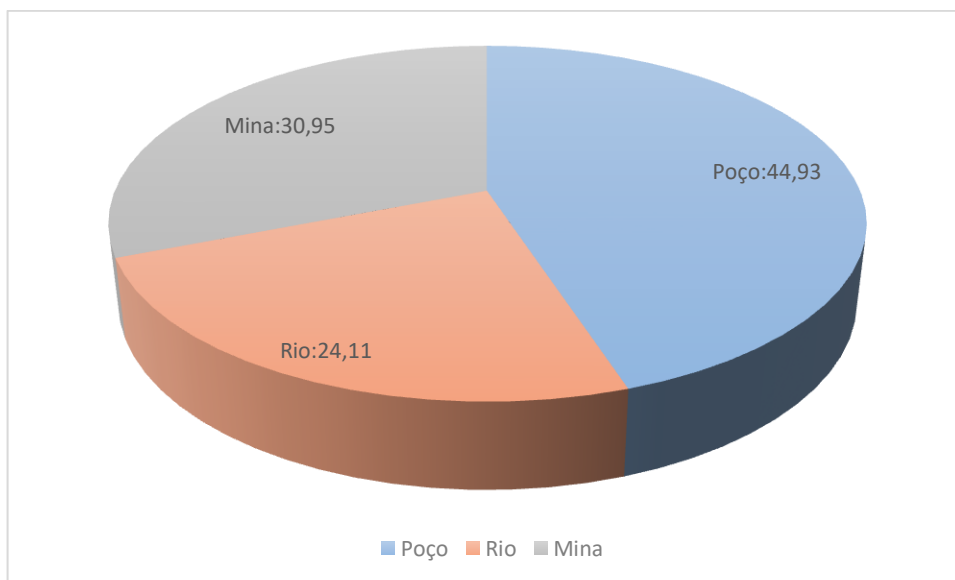
Quanto a vazão total das outorgas por tipo de fonte, Figura 8.3, os poços tem maior vazão outorgada, de 44,93% do total, minas ou nascentes representa 30,95%, e rio apenas 24,11%, cabe mencionar aqui, que mesmo tendo alguma denominação quanto ao uso da água outorgada no sistema do Águas Paraná, não há 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.

FIGURA 8.2 – GRÁFICO DO PERCENTUAL DE OUTORGAS PARA CONSUMO HUMANO POR TIPO DE FONTE - 2019.



FONTE: ÁGUAS PARANÁ, 2019.

FIGURA 8.3 - GRÁFICO DO PERCENTUAL DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA OUTORGADA POR TIPO DE FONTE



Fonte: ÁGUAS PARANÁ, 2019.

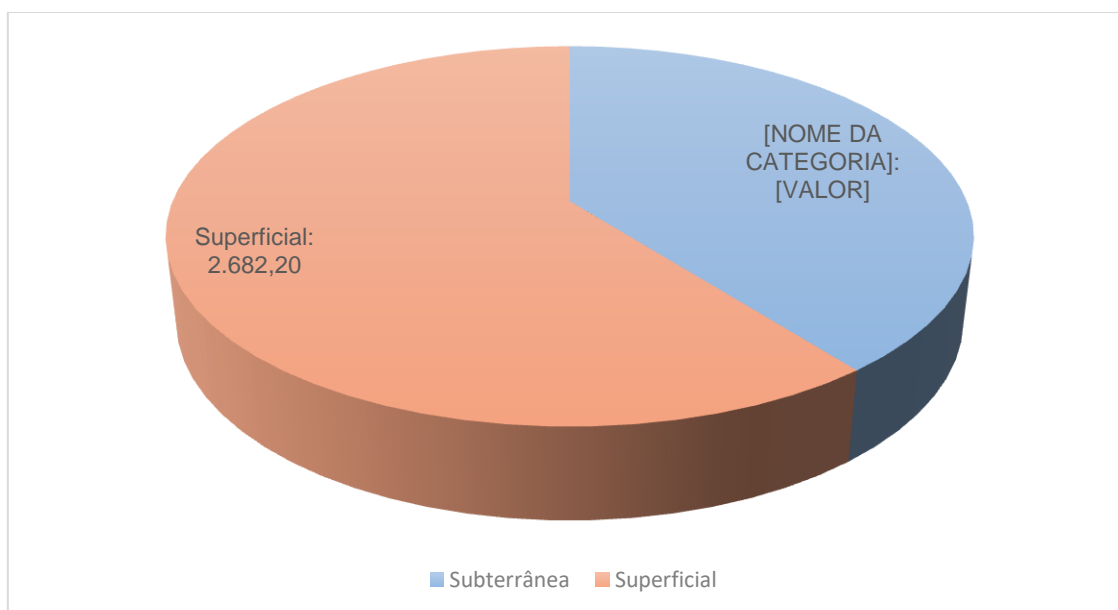
Para as fontes de abastecimento público, nos municípios da 17RS é comum o uso de água subterrânea pelos sistemas de abastecimentos, se analisarmos a quantidade de municípios que utilizam dessa fonte, contudo em proporção de população abastecida e volume captado, a principal fonte de abastecimento na regional são as águas superficiais, principalmente oriundas da bacia do Rio Tibagi.

Segundo o SISAGUA, 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 e Ibiporã, sendo, portanto, a principal fonte de água para consumo humano na regional 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 (SISAGUA, 2019).

As fontes subterrâneas utilizadas para abastecimento, segundo o SISAGUA, somam 91 na regional, e 20 municípios (exceto Jataizinho) utilizam de forma complementar ou exclusiva águas oriundas dos sistemas de aquíferos da região, somando uma vazão média de 1.744,4 m³/hr, conforme demonstra o gráfico da Figura 8.4.

FIGURA 8.4 – GRÁFICO DA VAZÃO MÉDIA (M³/HR) POR TIPO DE FONTE DE ABASTECIMENTO NA 17RS - SISAGUA

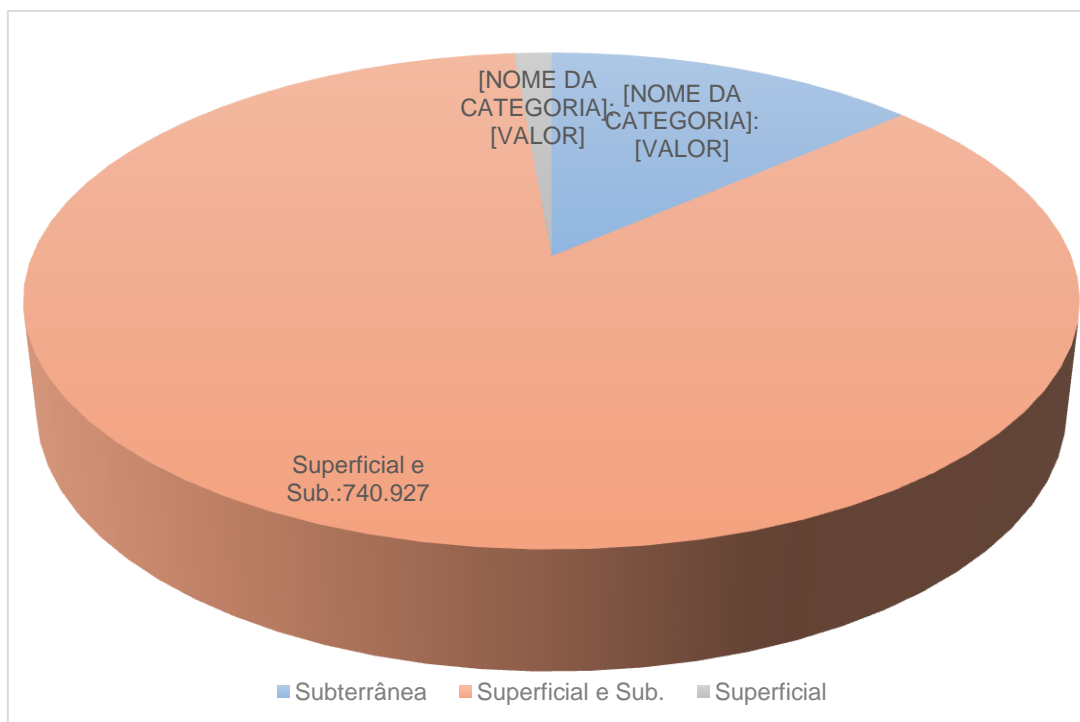


Fonte: SISAGUA, 2019.

Os dados apresentados de três fontes diferentes acerca das formas de abastecimento na regional (IBGE, ÁGUAS PARANÁ e SISAGUA), leva ao entendimento que a maior parte da população tem acesso a água pelos sistemas de abastecimento de água, os maiores centros urbanos (Cambé, Londrina e Ibiporã) são abastecidos predominantemente por água superficial, essas detêm maior capacidade de vazão média.

As águas subterrâneas são amplamente utilizadas na 17RS, exclusivamente em centros urbanos menores (e.g. Lupionópolis, Guaraci e Cafeara), ou, nos grandes centros como complemento dentro dos sistemas de abastecimento, esses têm capacidade mais reduzida de vazão. Aproximadamente 118 mil habitantes consomem água exclusivamente subterrânea, 741mil recebem água superficial e subterrânea e somente 12 mil pessoas consomem água exclusivamente superficial, conforme demonstra o gráfico na Figura 8.5.

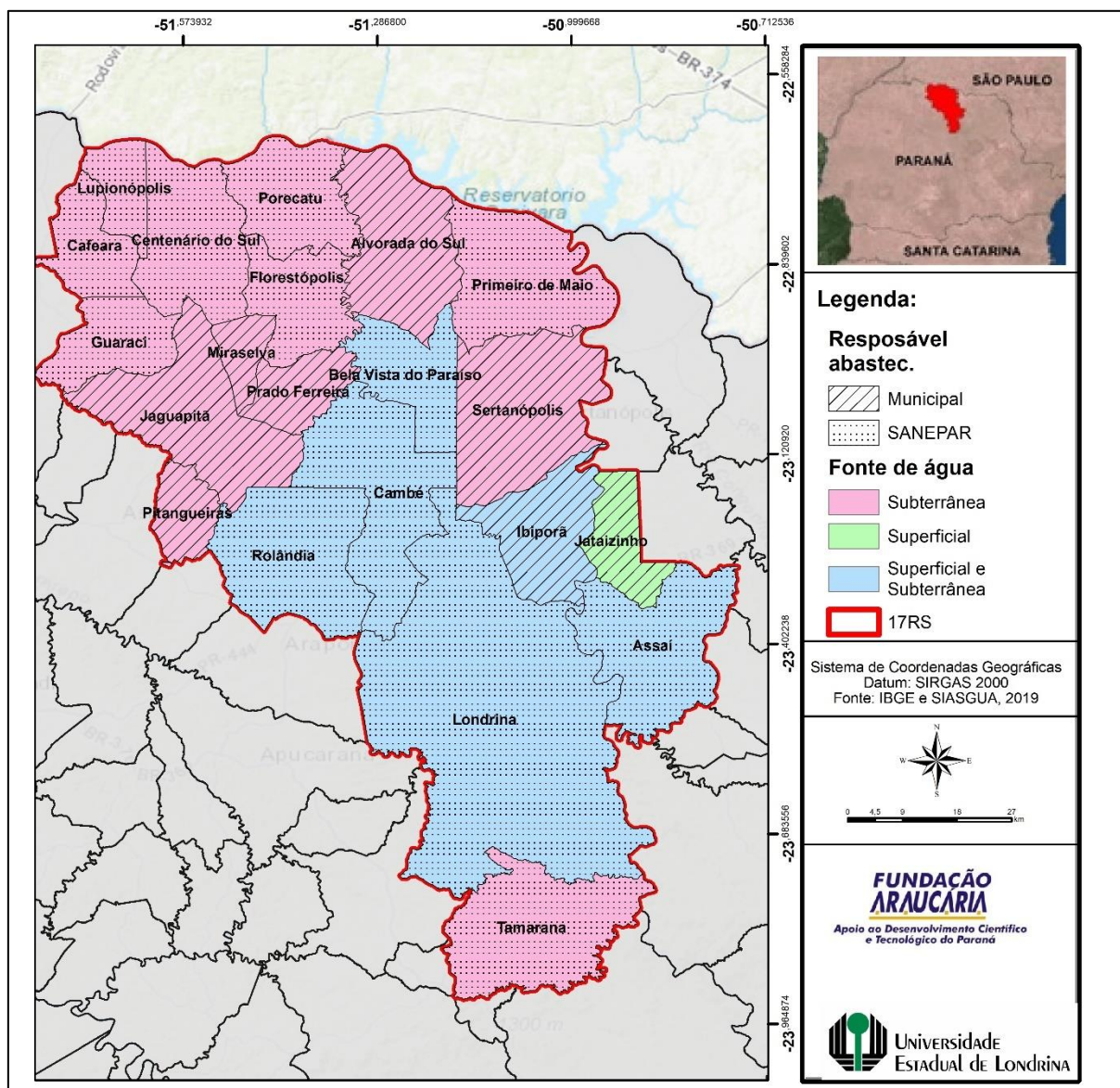
FIGURA 8.5 - QUANTIDADE DE HABITANTES POR TIPO DE FONTE DE ABASTECIMENTO - IBGE E SIAGUA



Fonte: IBGE e SIAGUA, 2019.

Dos 21 municípios, 8 não são abastecidos pela SANEPAR, nesses o serviço é prestado por autarquias municipais (SAAE ou SAMAE), somente Jataizinho é abastecido exclusivamente por fonte de água superficial, o restante tem de forma exclusiva ou complementar a utilização de água proveniente de fontes subterrâneas, conforme visualiza-se na Figura 8.6.

FIGURA 8.6 – CARTA DE DISTRIBUIÇÃO DOS TIPOS DE FONTES E RESPONSÁVEIS PELO ABASTECIMENTO NA 17RS.



8.2 Cobertura das amostragens do VIGIAGUA na 17RS

Ao todo entre 2014 e 2018 nos municípios da 17RS foram coletadas e realizadas análises para fluoreto em 12.321 amostras pelo VIGIAGUA, sendo 7.574 realizadas em área urbana e 4.743 na área rural.

Do total em área urbana predominam as coletas em cavaletes/hidrômetros (5.739) e torneiras (1.170). Na área rural, as principais fontes de amostragem foram fontes ou nascentes (1.566), poços tubulares (1.398) e poços cacimba (804). O

quantitativo de coletas em categorias de tipo de fonte por zona coletada pode ser verificado na Tabela 8.1.

TABELA 8.1 – QUANTITATIVO DE COLETAS REALIZADAS POR TIPO DE FONTE E ZONA DE COLETA – 2014 – 2018.

Tipo de fonte	Total	Urbana	Rural
Cavalete/hidrômetro	5.770	5.739	31
Reservatório	372	153	219
Torneira	1.811	1.170	641
Pós-filtração	22	5	14
Cisterna	4	-	4
Fonte ou nascente	1.610	44	1.566
Saída pós reservação	69	14	55
Bebedouro	93	83	10
Desconhecido	1	-	1
Poço tubular	1.757	358	1.398
Poço cacimba	812	8	804
Total	12.321	7.574	4.743

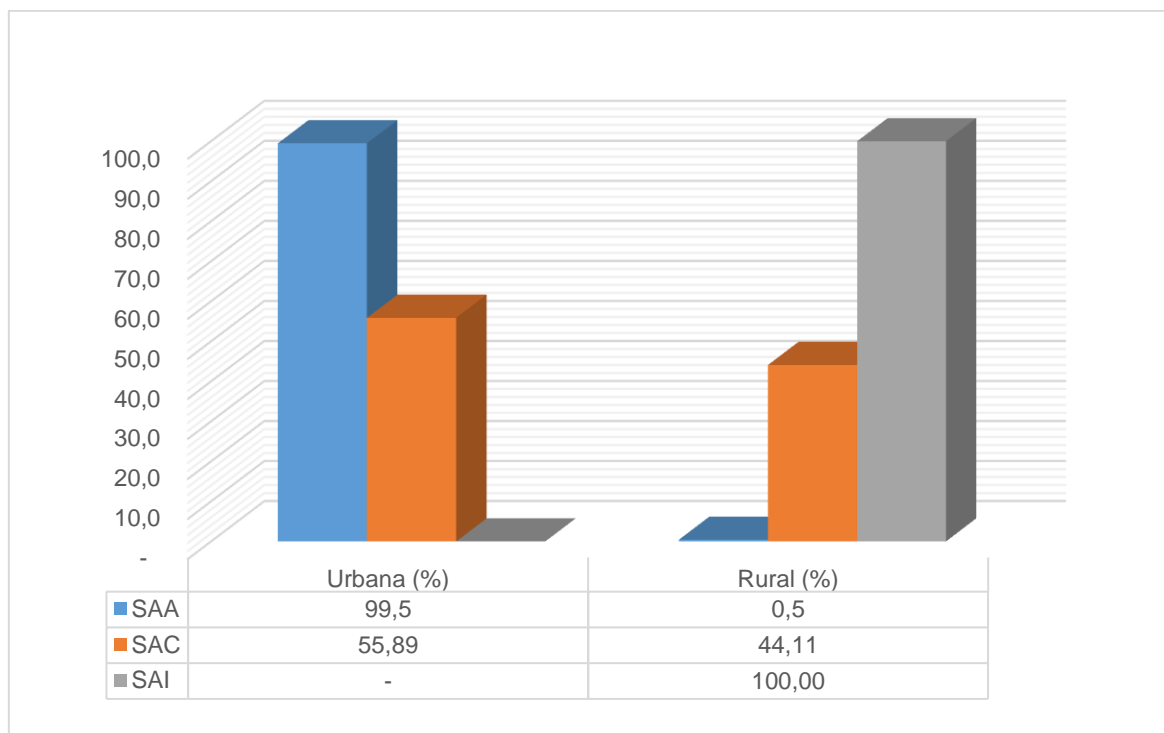
Fonte: SIAGUA, 2018.

Ao classificar os tipos de sistema de abastecimento por zonas rural e urbana, percebe-se que as coletas registradas como SAA são predominantes na área urbana (92,29%). Os SAC estão bem divididos entre área rural (44,11%) e área urbana (55,89%), as fontes de coleta designadas SAI são exclusividade na área rural (100%), conforme Figura 8.7.

Entende-se que nas áreas urbanas a forma mais comum de acesso a água são pelos sistemas municipais de abastecimento, com algumas inserções de fontes de abastecimento coletivas. Nas áreas rurais, majoritariamente dependem dos sistemas individualizados.

As SAC nas áreas urbanas podem ser explicadas pela quantidade de condomínios residenciais que se utilizam de fontes de abastecimento como poços tubulares, pois foram contabilizadas 358 amostras coletadas desse tipo de fonte em área urbana, é comum os condomínios verticais e horizontais utilizarem água para consumo de fontes próprias.

FIGURA 8.7 – GRÁFICO PERCENTUAL DE AMOSTRAS COLETADAS POR FORMAS DE ABASTECIMENTO E ZONA DE COLETA - 2014 - 2018.



Fonte: SISAGUA, 2018.

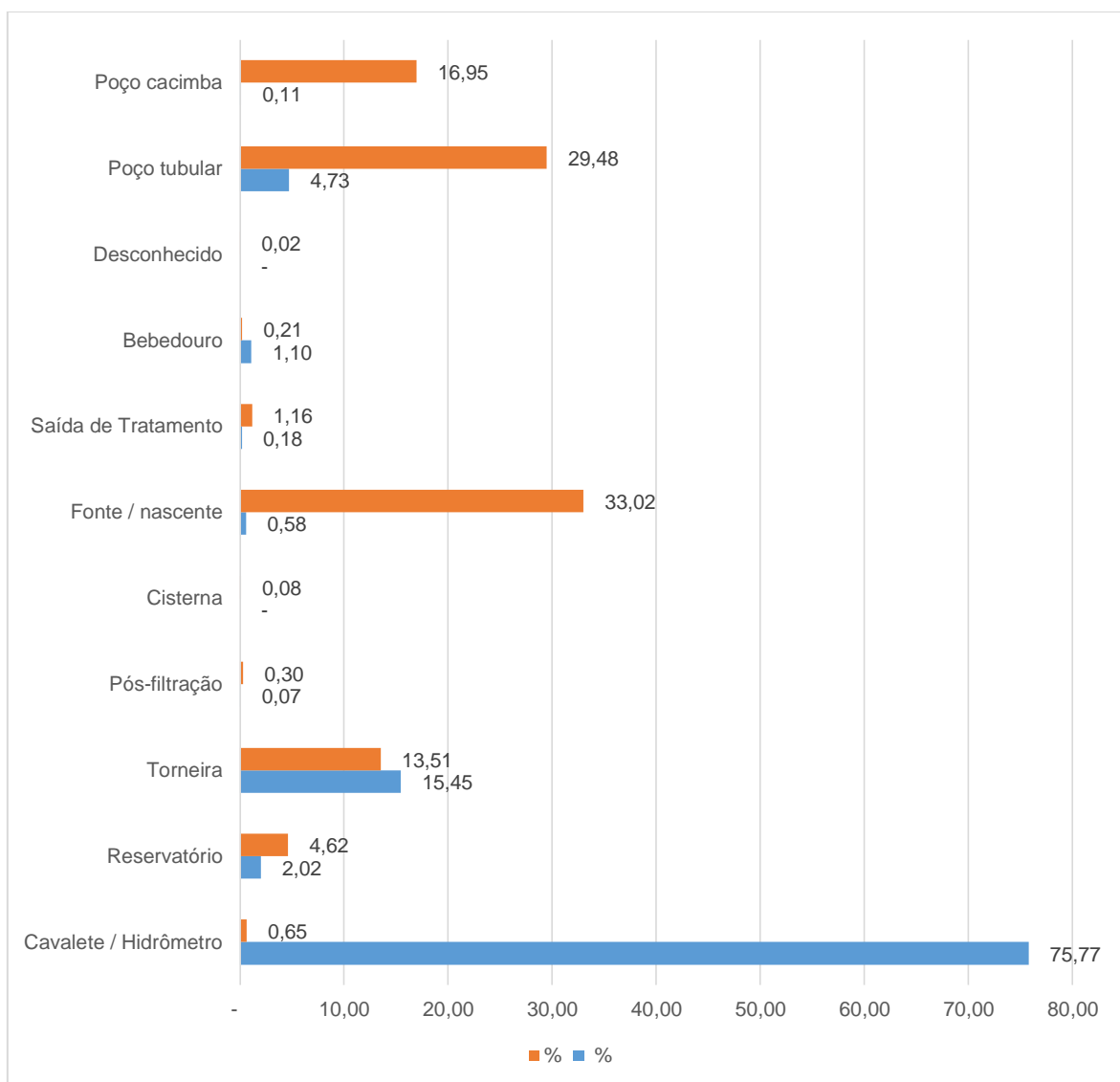
A Figura 8.8 demonstra um gráfico que aponta os percentuais sobre o total de amostras por fontes em zona de coleta, os levantamentos apontam que o consumo de água na área rural é predominantemente sem fluoretação, uma vez que 98,55% das fontes de coletas constaram como não fluoretadas.

Os cavaletes e hidrômetros são as principais fontes de coleta na área urbana, devido a facilidade de acesso, pois são utilizados pelas concessionárias de água para leitura do consumo por unidade.

São priorizadas nessas coletas, conforme a “Diretriz Nacional do Plano de Amostragem da Vigilância em Saúde Ambiental relacionada à qualidade da água para consumo humano”, os locais de final de rede, pois há maiores possibilidades de intermitência e baixa pressão no sistema de distribuição, facilitando, por processos químicos, a dissolução de elementos inseridos no tratamento.

Em contrapartida, como nas áreas rurais, não são utilizadas rede de distribuição e o consumo é individualizado e sem cobrança, há pouquíssimas coletas realizadas em cavaletes ou hidrômetros, predominando as coletas em nascentes, poços cacimba e tubulares.

FIGURA 8.8 – GRÁFICO PERCENTUAL DE FONTES DE COLETA EM ÁREA RURAL E URBANA - 2014 - 2018.



Fonte: SIAGUA, 2018.

No tocante a fluoretação, entendida aqui como forma de tratamento da água consumida, pode-se avaliar que é quase nula na área rural, apenas 1,45% das amostras dessas áreas tiveram fluoretação entre 2014 e 2018. A população dessa área, portanto, depende das concentrações naturais de fluoreto, sendo essa mais sujeita as alterações hidrogeoquímicas da água. Ainda cabe observar, conforme dados supracitados, os poços cacimba e tubulares são importantes fontes de consumo da água na área rural.

Nas áreas urbanas a fluoretação é comum na regional, 90,67% das amostras coletadas constam como fluoretadas e 9,33% não o são. Sendo assim, a população local, predominantemente urbana, depende da gestão de fluoretos inseridos no processo de tratamento das fontes naturais e estão sujeitas a condicionante antrópica, como também dependem do tratamento realizado pelos órgãos responsáveis pela distribuição de água em cada município. Os dados sobre fluoretação em área urbana e rural se encontram na Tabela 8.2.

TABELA 8.2 - QUANTITATIVO E PERCENTUAL DE AMOSTRAS FLUORETADAS POR ZONA COLETADA – 2014 – 2018.

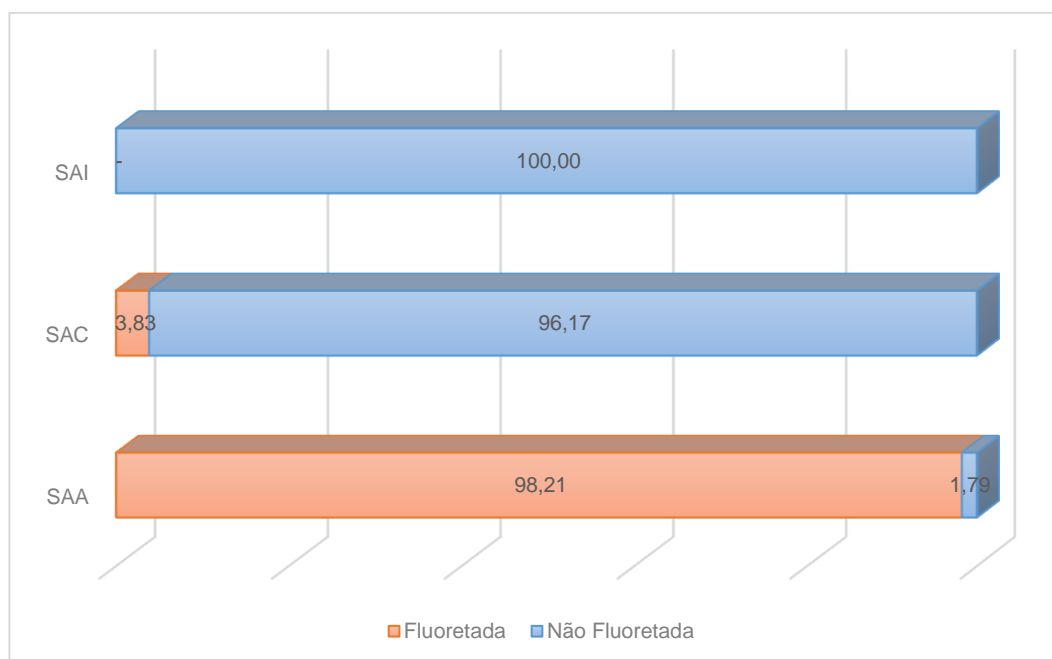
Fluoretação	Urbana	%	Rural	%
Sim	6.867	90,67	69	1,45
Não	707	9,33	4.674	98,55
Total	7.574	100,00	4.743	100,00

Fonte: SISAGUA, 2018.

Não constaram amostras fluoretadas em SAI no período de análise e somente 3,8% para SAC. Os SAA, predominantes em áreas urbanas, constam como 98,2% das amostras fluoretadas, esses dados podem ser verificados na Figura 8.9.

Os municípios de Prado Ferreira e Miraselva não realizaram fluoretação no período, pois todas as amostras de SAA constavam como não fluoretadas. A água é distribuída com concentrações naturais de fluoreto, o que remete ao 1,8% de amostras de SAA não fluoretadas no período.

FIGURA 8.9 - PERCENTUAL DE AMOSTRAS FLUORETADAS POR TIPO DE FONTE - SISAGUA - 2014 A 2018.



Fonte: SIAGUA, 2018.

As informações aqui mencionadas corroboram com o fato de que o tratamento de água para o consumo humano, atinge de forma diferenciada parte da população, sendo a área rural mais suscetível a alterações naturais da água. A população da área urbana depende do bom manejo e gestão da qualidade da água pelas entidades responsáveis pelo abastecimento municipal.

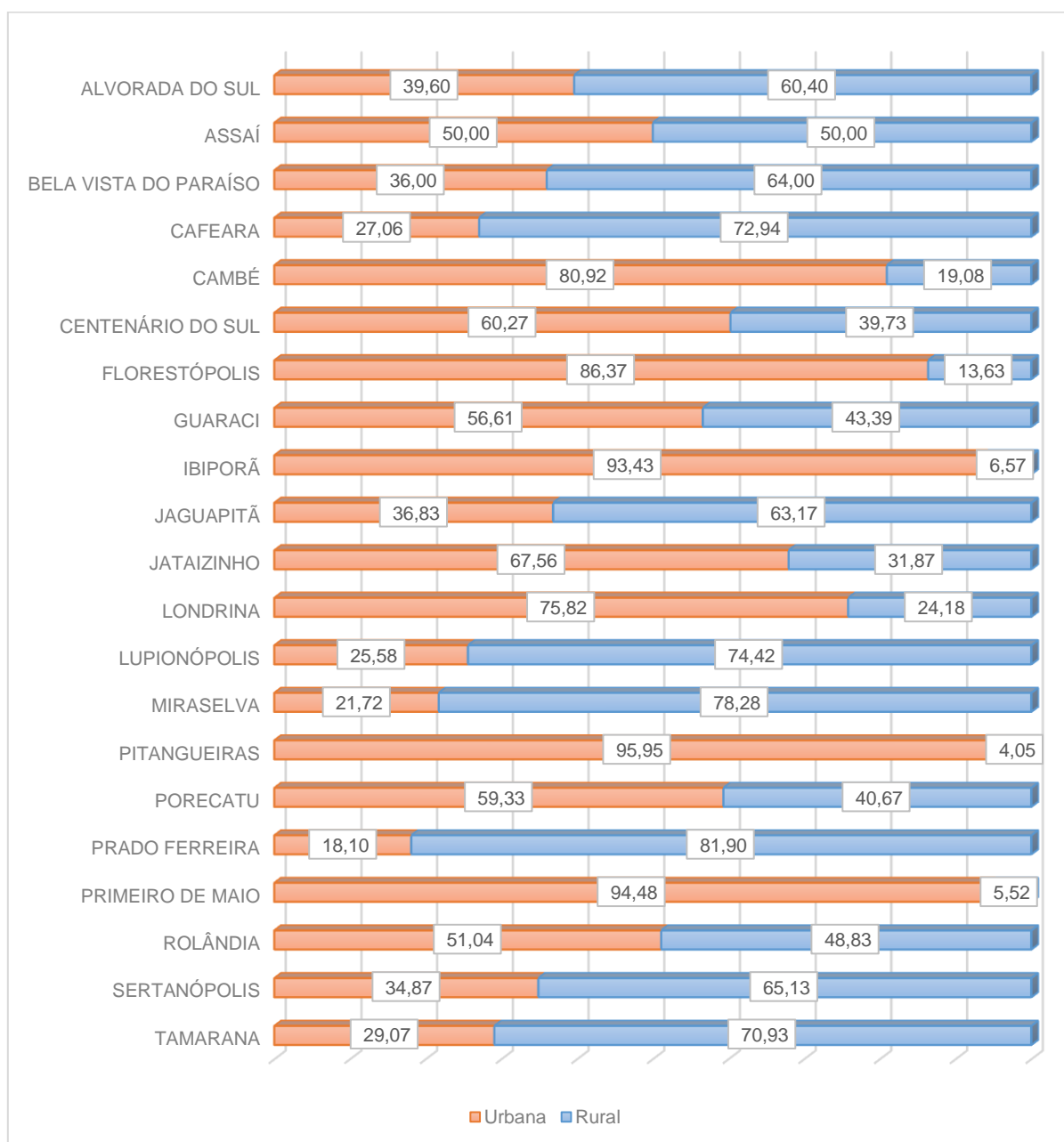
O percentual de amostras coletadas em área rural e urbana por municípios está demonstrado na Figura 8.10. Mesmo a regional sendo altamente urbanizada (94,3% vivem em áreas urbanas) há uma boa equiparação de amostras coletadas entre área rural e urbana.

Alguns municípios como Alvorada do Sul, Tamarana, Sertãoópolis, Prado Ferreira e Jaguapitã tiveram maior amostragem nas áreas rurais. Os municípios de Ibiporã (6,57%), Cambé (4,05%) e Primeiro de Maio (5,52%) tem percentual muito baixo de coletas realizadas em área rural, fator importante a ser observado para os planos de amostragem da ANVISA.

Esse predomínio de coletas na área rural, mostra a preocupação da ANVISA com a população que vive nessas áreas, conforme os dados aqui apresentados, elas estão mais sujeitas aos processos naturais, pois consomem água não tratada.

Adiciona-se a essa situação o fato de não haver operadoras que forneçam água com padrão de qualidade monitorado, como nas áreas urbanas, por isso as fontes das áreas rurais merecem e justificam a maior atenção no controle da potabilidade.

FIGURA 8.10 - PERCENTUAL DE AMOSTRAS COLETADAS EM ZONA RURAL E URBANA POR CIDADE - SISGUA - 2014 A 2018.



Fonte: SISAGUA, 2019.

8.3 Teor de concentração de fluoreto em água natural

Compreende-se que a população das áreas rurais de todos os municípios e os moradores de condomínios com abastecimento via SAC são mais susceptíveis à variação natural de concentração de fluoreto na água de consumo, pois essa população majoritariamente, não tem acesso a água tratada dos SAA. O trabalho da ANVISA, via VIGIAGUA, é muito importante para suprir a falta de controle químico e biológico das águas naturais nos locais mencionados.

Nesse contexto, o fluoreto pode oferecer risco, sendo um problema recorrente em outras regiões do planeta (SELINUS, 2005; VUHAHULA, 2008; MARWA, *et al.* 2018 e NDÉ-TCHOUPÉ *et al.*, 2019; YANG *et al.* 2017; CHEN *et al.*, 2019), e até mesmo na região Norte do Paraná (PIRES, 2008; ALIEVI, 2012; PINESE, *et al.* 2017; SANTOS, 2019).

Ao todo foram identificadas 5.381 (43,6%) amostras não fluoretadas no período, dessas 86,9% foram coletadas em área rural e 13,1% em área urbana. Quanto aos tipos de fontes com água não fluoretada, 79% foram amostradas em SAI, 18,7% em SAC e 2,3% em SAA.

Os municípios de Prado Ferreira e Miraselva são os únicos que realizaram abastecimento municipal sem fluoretação durante o período e justificam o pequeno percentual de coletas em SAA as quais não foram utilizadas para as análises aqui descritas.

De todas as amostras naturais, independente da fonte de coleta, aproximadamente 3,1% estavam dentro do valor referência para fluoreto, a concentração de fluoretos e outros elementos encontrados na água, dependem do volume sazonal no qual se encontra dissolvida, assim, algumas fontes podem ter variações em períodos diferentes de coleta (ALIEVI, 2012).

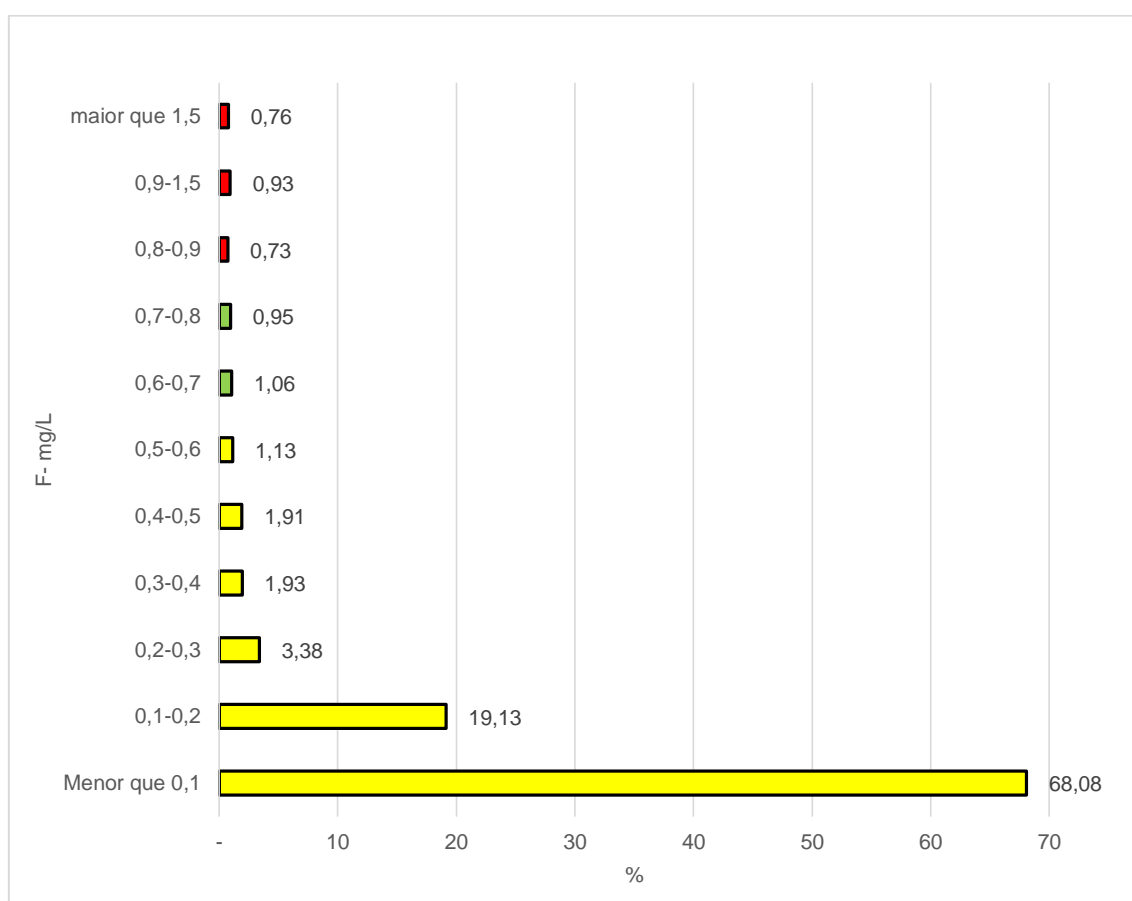
As amostras com concentrações acima do valor de referência somam 2,4%, apesar de um percentual baixo, essas fontes devem ser acompanhadas pela ANVISA e seu consumo deve ser limitado, pois são naturalmente acima do valor permitido para consumo.

No geral as águas naturais da regional têm baixa concentração de fluoreto, 68% das amostras apresentaram concentrações abaixo de 0,1 mg/L, consequentemente a população que depende dessas não são oportunizadas com a

concentração devida para o controle da cárie. Por outro lado cerca de 94,4% das amostras coletadas em fontes não fluoretadas estão abaixo de 0,6 mg/L, conforme se visualiza no gráfico da Figura 8.11.

Se considerarmos os dados sobre as formas de consumo de água na regional, entende-se que a população rural é a mais afetada pelas alterações naturais, pois a água fluoretada dos SAA não chegam até as moradias rurais, como alternativa a população se utiliza de fontes individualizadas, como os poços tubulares, comumente utilizados nas zonas rurais da regional.

FIGURA 8.11 - GRÁFICO COM PERCENTUAL DE AMOSTRAS DE ÁGUA NÃO FLUORETADA POR FAIXAS DE CONCENTRAÇÃO DE FLUORETO - 2014 - 2018



Fonte: SISAGUA, 2018.

As três principais fontes de água natural de amostragem no período foram para poços cacimba, poços tubulares e minas ou nascentes, os quais totalizam 77,5% das amostras *in natura* coletadas, dessa forma, os dados com os percentuais

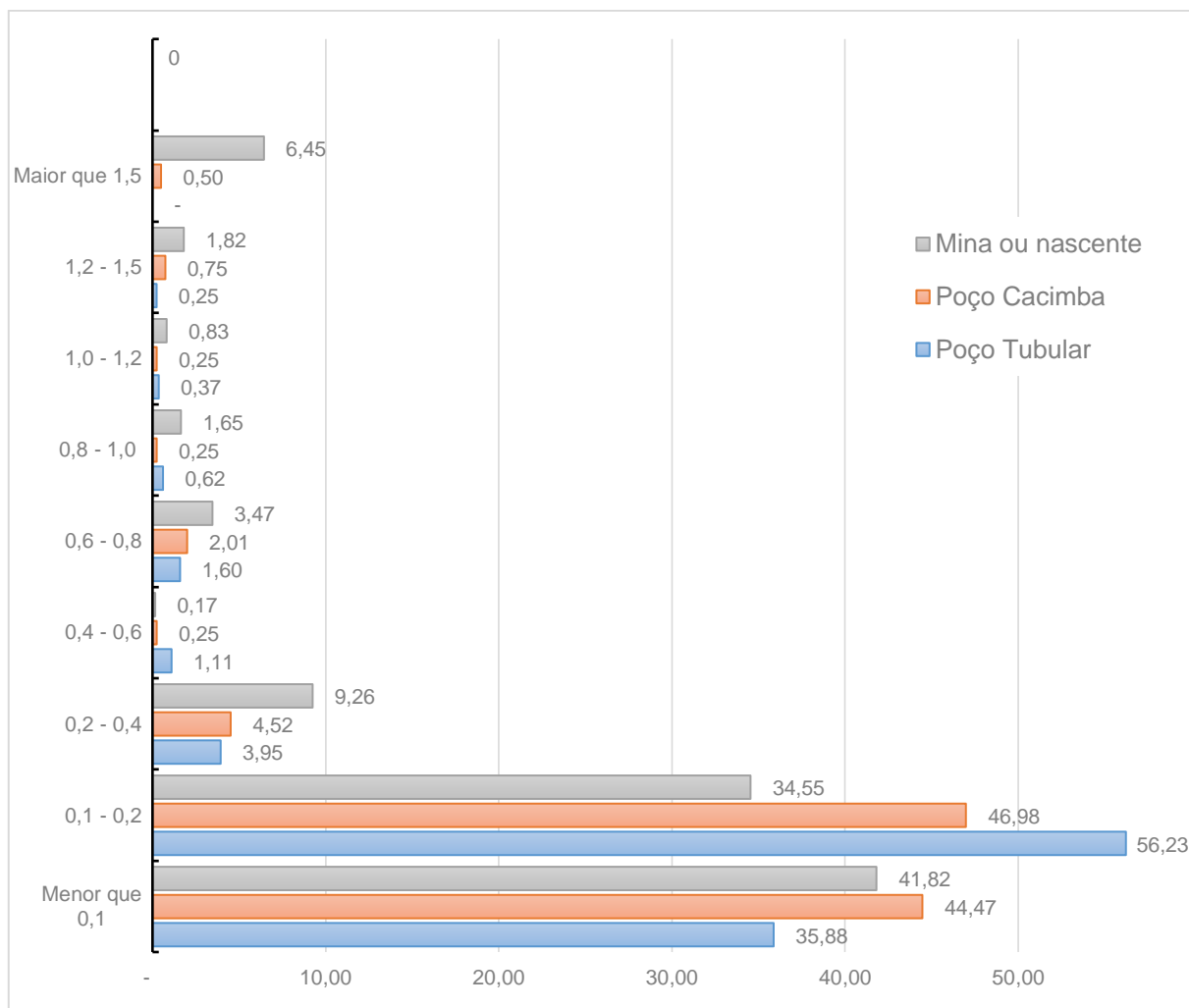
de amostras por faixa de concentração para esses três tipos de fonte, estão dispostos na Figura 8.12.

Os dados em percentuais divididos por classes de concentração e tipo de fonte coletada evidenciam predominância de baixas concentrações naturais. É possível verificar que há diferenças entre os tipos de fontes, assumindo maior frequência em faixas de concentração acima de 0,4 mg/L para minas ou nascentes se comparada às outras fontes.

Assinala-se uma frequência considerável de 6,45% de amostras com concentrações acima de 1,5 mg/L, indicando risco de consumo de água de mina ou nascente em determinados locais da regional, com chances para o desenvolvimento de fluorose dentária. Vale indicar que esse percentual não contabilizou valores acima de 0,8 mg/L, indicação máxima adotada nessa pesquisa.

Ao comparar poço tubular com poço cacimba, entende-se que as concentrações em poços tubulares têm maior frequência entre 0,1 e 0,2 mg/L (56,2%), os poços cacimba tem maior distribuição entre as duas menores faixas de concentração determinadas (abaixo de 0,1 e entre 0,1 e 0,2 mg/L), para as outras faixas de concentração os dois tipos de fontes se equiparam em frequência. Somente 0,5% das amostras de poços cacimba tiveram teores de fluoreto acima de 1,5mg/L e a ocorrência de valores para essa faixa é nula em poços tubulares.

FIGURA 8.12 – GRÁFICO DO PERCENTUAL DE AMOSTRAS POR FAIXA DE CONCENTRAÇÃO E TIPO DE FONTE COLETADA – ENTRE 2014 E 2018



Fonte: SISAGUA, 2018.

As médias encontradas em água natural por tipo de fonte indicam que as nascentes (0,37 mg/L com desvio padrão de 1,01) têm maior concentração de fluoretos comparadas as outras fontes, a diferença na média entre poços tubulares (0,13 mg/L com desvio padrão de 0,14) e poços cacimba (0,14 mg/L com desvio padrão de 0,22) são desprezíveis. Tais médias se mostraram ainda pouco ricas em fluoreto sendo a água natural na regional pouco eficaz no controle das cáries.

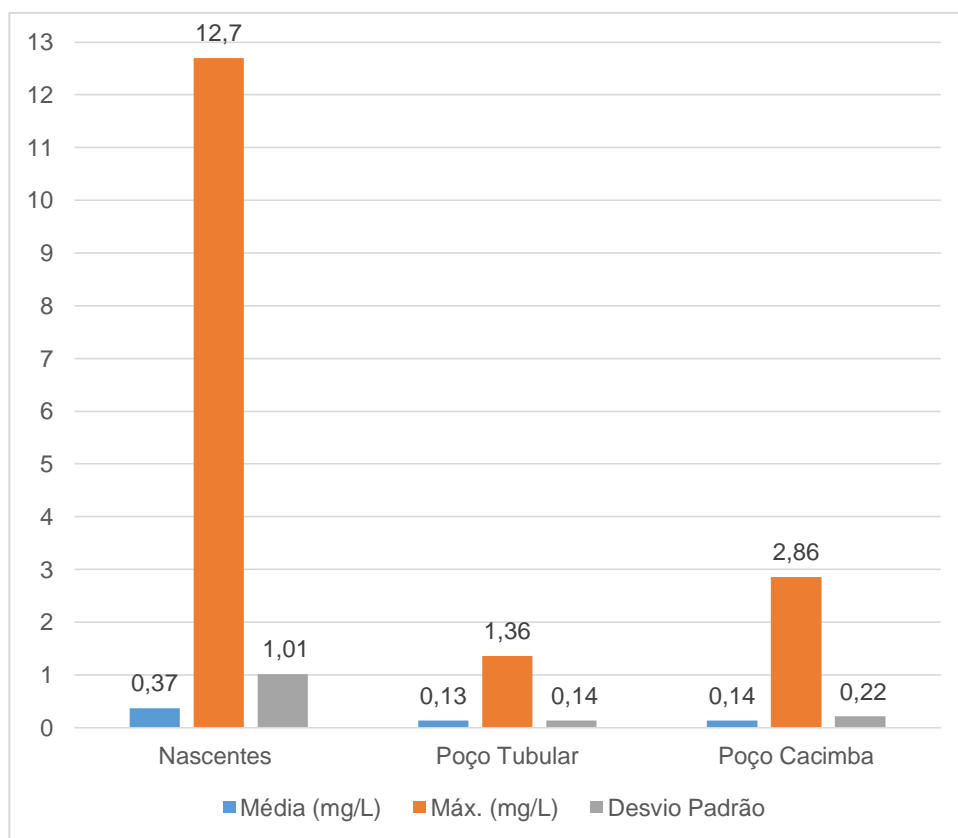
Mesmo que a média de concentração seja baixa para a maioria das amostras, são assinaladas amostras com altos teores de concentrações de fluoreto em águas natural na regional.

Uma amostra oriunda de uma nascente no Município de Tamarana atingiu o teor de 12,7 mg/L, muito além do indicado e do permitido em legislação, sendo, totalmente inviável ao consumo humano sem uma diluição.

A amostra mais concentrada em fluoreto registrada em poços tubulares foi de 1,36 mg/L, que apesar de estar dentro do permitido não é indicada para o consumo na regional, como explicado anteriormente.

O mesmo ocorre para a maior concentração em poço cacimba da ordem de 2,86 mg/L de fluoretos. Tais valores mencionados estão disponíveis para comparação na Figura 8.13.

FIGURA 8.13 - GRÁFICO COMPARATIVO ENTRE MÁXIMAS E MÉDIAS DE FLUORETO EM ÁGUAS NATURAIS POR TIPO DE FONTE



Fonte: SISAGUA, 2018.

A mesma análise de máxima e média por tipo de fonte coletada foi realizada para cada município e como antecipado a maior concentração encontrada em amostra de água natural foi em uma nascente em Tamarana. Outros municípios apresentaram máximas acima de 1,0 mg/L em nascentes, como Sertanópolis (1,52

mg/L), Rolândia (1,38 mg/L) Prado Ferreira (1,24 mg/L), Miraselva (1,22 mg/L) e Assaí (1,07 mg/L), consequentemente as maiores médias em nascentes são desses municípios mencionados, com destaque para Tamarana.

Para os poços tubulares a concentração máxima foi verificada em Rolândia com teor da ordem de 1,36 mg/L, também acima de 1,0 mg/L, destacam-se Londrina (1,02 mg/L) e Miraselva (1,21 mg/L). Adicionalmente vale mencionar municípios que apresentaram máximas pouco acima do geral para a regional, como Guaraci (0,82) Cambé (0,63 mg/L), Porecatu (0,67 mg/L), Prado Ferreira (0,67 mg/L), Bela Vista do Paraíso (0,82 mg/L), Sertanópolis (0,85 mg/L) e Ibiporã (0,82 mg/L), todos denotam registros de amostras com fontes de consumo de água, cujas concentrações de fluoreto se encontram dentro ou muito próximas das indicadas para o custo benefício na saúde bucal.

As médias foram bem abaixo do indicado, sendo que a maioria dos municípios apresentaram teores entre 0,5 e 0,2 mg/L, as maiores médias para poços tubulares foram em Ibiporã (0,24 mg/L com desvio padrão de 0,39 mg/L) e Sertanópolis (0,25 mg/L com desvio padrão de 0,20 mg/L), ainda assim valores baixíssimos e incapazes de contribuir com o controle da cárie para a população que depende desse tipo de fonte para consumo.

Alguns poços cacimba observados pela ANVISA no período denotaram concentrações máximas acima de 1,0 mg/L nos municípios de Cafeara (1,09 mg/L), Miraselva (1,22 mg/L), Rolândia (1,3 mg/L) e Tamarana (2,86 mg/L), sendo este último com maior concentração aferida para a regional, desse tipo de fonte. Como nos poços tubulares, os cacimba apresentaram médias muito inferiores ao indicado para consumo, sendo que os municípios mencionados com amostras de concentração máxima acima de 1,0 mg/L, apresentaram teores médios acima de 0,2 mg/L.

Os valores de média, máxima e desvio padrão para cada fonte de coleta que envolvia amostras não fluoretadas, utilizados para as análises descritas anteriormente, estão dispostos na Tabela 8.3.

TABELA 8.3 – MÉDIA, MÁXIMA E DESVIO PADRÃO EM CONCENTRAÇÃO DE FLUORETO DE AMOSTRAS DE ÁGUA NATURAL POR TIPO DE FONTE E MUNICÍPIO – ENTRE 2014 E 2018

Municípios	Média de Fluoreto(mg/L)			Máx. de Fluoreto(mg/L)			Desvio padrão (mg/L)		
	Fonte	Poço Tubular	Poço Cachimba	Fonte	Poço Tubular	Poço Cachimba	Fonte	Poço Tubular	Poço Cachimba
ALVORADA DO SUL	0,08	0,08	0,07	0,12	0,12	0,12	0,03	0,03	0,03
ASSAÍ	0,22	0,09	0,08	1,07	0,12	0,12	0,30	0,03	0,03
BELA VISTA DO PARAÍSO	0,11	0,12	0,10	0,63	0,82	0,62	0,12	0,16	0,10
CAFEARA	0,12	0,09	0,22	0,12	0,12	1,09	0,00	0,04	0,33
CAMBÉ	0,14	0,13	0,12	0,63	0,63	0,13	0,10	0,09	0,02
CENTENÁRIO DO SUL	0,10	0,10	0,24	0,10	0,10	0,63	0,00	0,00	0,23
FLORESTÓPOLIS	0,12	0,14	0,11	0,14	0,14	0,14	0,04	0,00	0,04
GUARACI	0,20	0,08	0,14	0,82	0,14	0,14	0,28	0,04	0,00
IBIPORÃ	-	0,24	-	-	0,82	-		0,39	
JAGUAPITÃ	0,08	0,10	0,13	0,15	0,15	0,64	0,04	0,05	0,10
JATAIZINHO	0,14	0,14	0,13	1,13	0,64	0,15	0,30	0,16	0,04
LONDRINA	0,12	0,12	0,09	0,66	1,02	0,65	0,11	0,14	0,09
LUPIONÓPOLIS	-	0,17	0,11	-	0,17	0,17		-	0,06
MIRASELVA	0,21	0,18	0,29	1,22	1,21	1,22	0,24	0,27	0,46
PITANGUEIRAS	-	0,09	-	-	0,11	-		0,03	
PORECATU	0,19	0,15	0,13	0,67	0,67	0,19	0,19	0,11	0,06
PRADO FERREIRA	0,17	0,15	0,19	1,24	0,67	0,20	0,23	0,12	0,00
PRIMEIRO DE MAIO	-	0,13	0,06	-	0,20	0,06		0,05	-
ROLÂNDIA	0,73	0,16	0,36	1,38	1,36	1,30	0,58	0,24	0,41
SERTANÓPOLIS	0,66	0,25	0,12	1,52	0,85	0,22	0,52	0,20	0,08
TAMARANA	1,04	0,09	0,39	12,70	0,23	2,86	2,03	0,05	0,70

FONTE: SISAGUA, 2018.

8.3.1 Espacialização dos teores de fluoretos em águas naturais

O consumo de água natural ocorre em diversas escalas de análise, sendo difícil mensurar com dados oficiais uma quantidade de população atendida por determinada fonte, pois existem condomínios residenciais com dezena e até centenas de unidades abastecidas por uma mesma fonte. As propriedades rurais geralmente são compostas por poucas residências vinculadas ao mesmo manancial.

Dessa maneira, não é possível mensurar, em uma escala de análise regional ou municipal, a proporção populacional afetada com teores de concentração abaixo ou acima do valor de referência, resta reconhecer padrões espaciais que determinem áreas de anomalia. Nos dados do SISAGUA, não constam informações sobre a população atendida pelos pontos amostrais, dependendo de análises e

levantamentos em campo para entender a proporção populacional atendida pelas fontes.

Dadas essas observações, foram geradas superfícies de análise para determinação de possíveis áreas anômalas, por meio dos pontos amostrais georreferenciados do SISAGUA, que indiquem risco de consumo de fluoreto em água natural. Para a interpolação os dados espacializados, assim como nas análises estatísticas prévias, foram subdivididos por tipo de fonte, no caso as fontes analisadas foram: poço tubular, poço cacimba e nascentes.

No geral como mencionado as águas da regional tem naturalmente pouca concentração de fluoreto, mas há em alguns locais fontes que observaram maiores concentrações, inclusive muito acima do permitido para consumo, também observou-se que as nascentes tem concentrações maiores que os outros tipos de fontes amostradas pela ANVISA.

A Figura 8.14 demonstra a espacialização das amostras coletadas pelo VIGIAGUA em poços cacimba, totalizam 386 pontos georreferenciadas. Na superfície de análise gerada por interpolação é perceptível a predominância de valores baixos em grande parte da regional, com alguns pontos de teores mais altos em Bela Vista do Paraíso, Assaí e Londrina, mesmo os valores mais altos, como os ocorridos em Rolândia, não ultrapassam o valor de referência para o risco e benefício.

Não são assinaladas para o período, altos teores de fluoreto que indiquem áreas de risco ao desenvolvimento de fluoroses pelo consumo de água natural em poços cacimba, visto que a maior concentração encontrada foi de 0,77 mg/L ao sul do município de Rolândia.

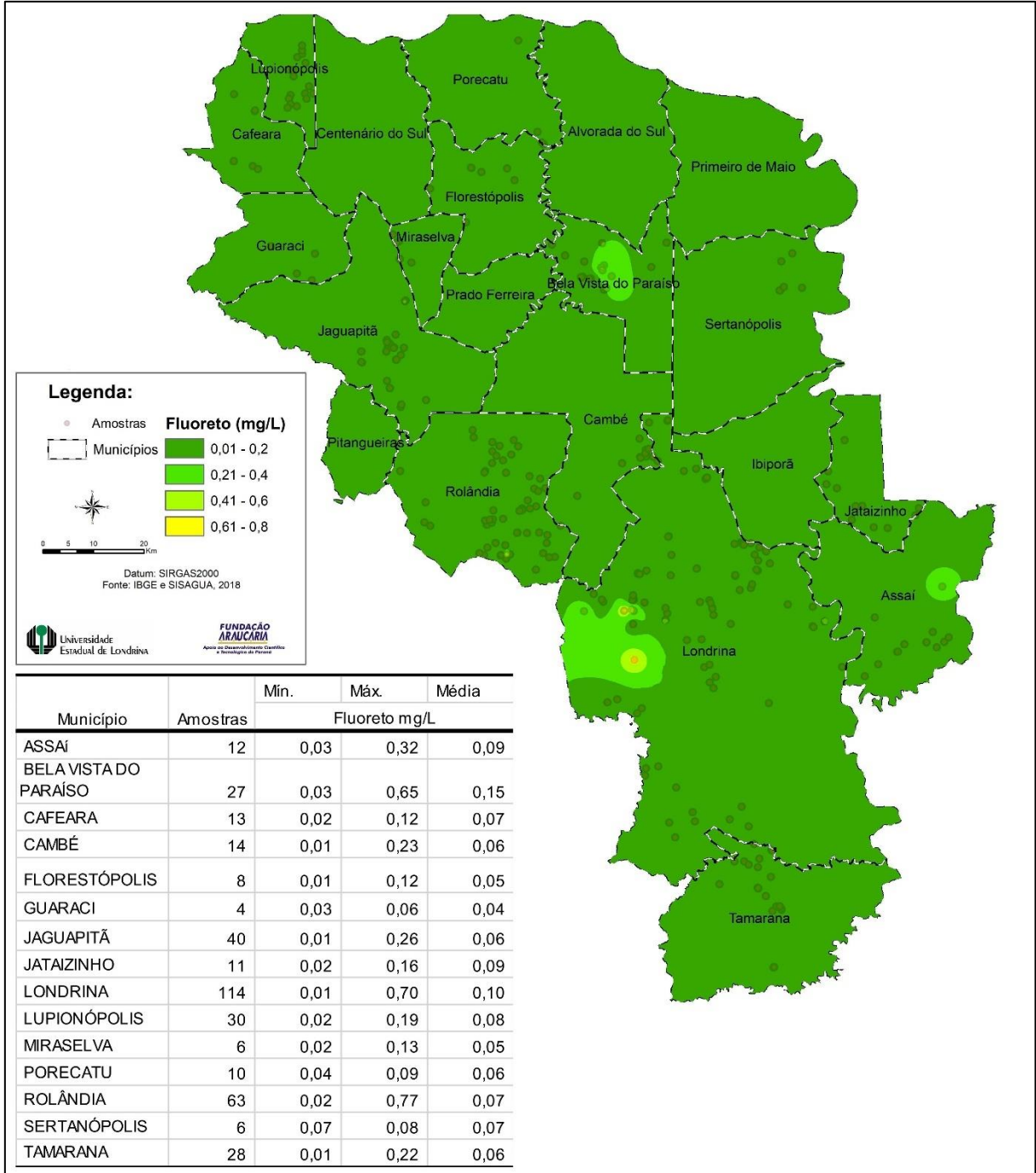
Outras áreas com teores que se destacam pelos altos valores, comparados ao restante da regional, estão a oeste de Londrina, na região central do município de Bela Vista do Paraíso e leste de Assaí.

Os poços cacimba são comumente utilizados em área rural, geralmente por sua superficialidade sofrem maior pressão de contaminantes e podem oferecer outros tipos de problemas a saúde.

Como é perceptível no mapa, existem municípios sem amostragem, pois não foi possível por meio da descrição do SISAGUA, localizar de forma precisa as amostras anteriormente realizadas nesses municípios, soma-se ao fato de não

terem localizações geográficas definidas na hora da inserção dos dados no sistema. Tal fato prejudica a análise em superfície por falta de pontos de amostragem em Alvorada do Sul, Pitangueiras, Ibiporã, Centenário do Sul, Prado Ferreira e Primeiro de Maio.

FIGURA 8.14 - MAPA DA CONCENTRAÇÃO NATURAL DE FLUORETO EM POÇOS CACIMBA NA 17RS



Os poços tubulares na regional geralmente captam água do SASG, um aquífero fraturado com água armazenada em fendas de rochas basálticas, existem também poços mais profundos que podem captar água do SAG. O SISAGUA, não faz referência a profundidade dos poços, portanto não há possibilidade de determinar somente pelo sistema da ANVISA a origem hidrogeológica deste tipo de fontes.

Destacado isso, a Figura 8.15, demonstra a distribuição espacial das amostras e a superfície de análise gerada pela interpolação em poços tubulares. Foram utilizadas para a análise 967 amostras, e é perceptível ocorrência de áreas com teores acima do valor de referência, com teores que ultrapassam até mesmo o valor máximo permitido para consumo.

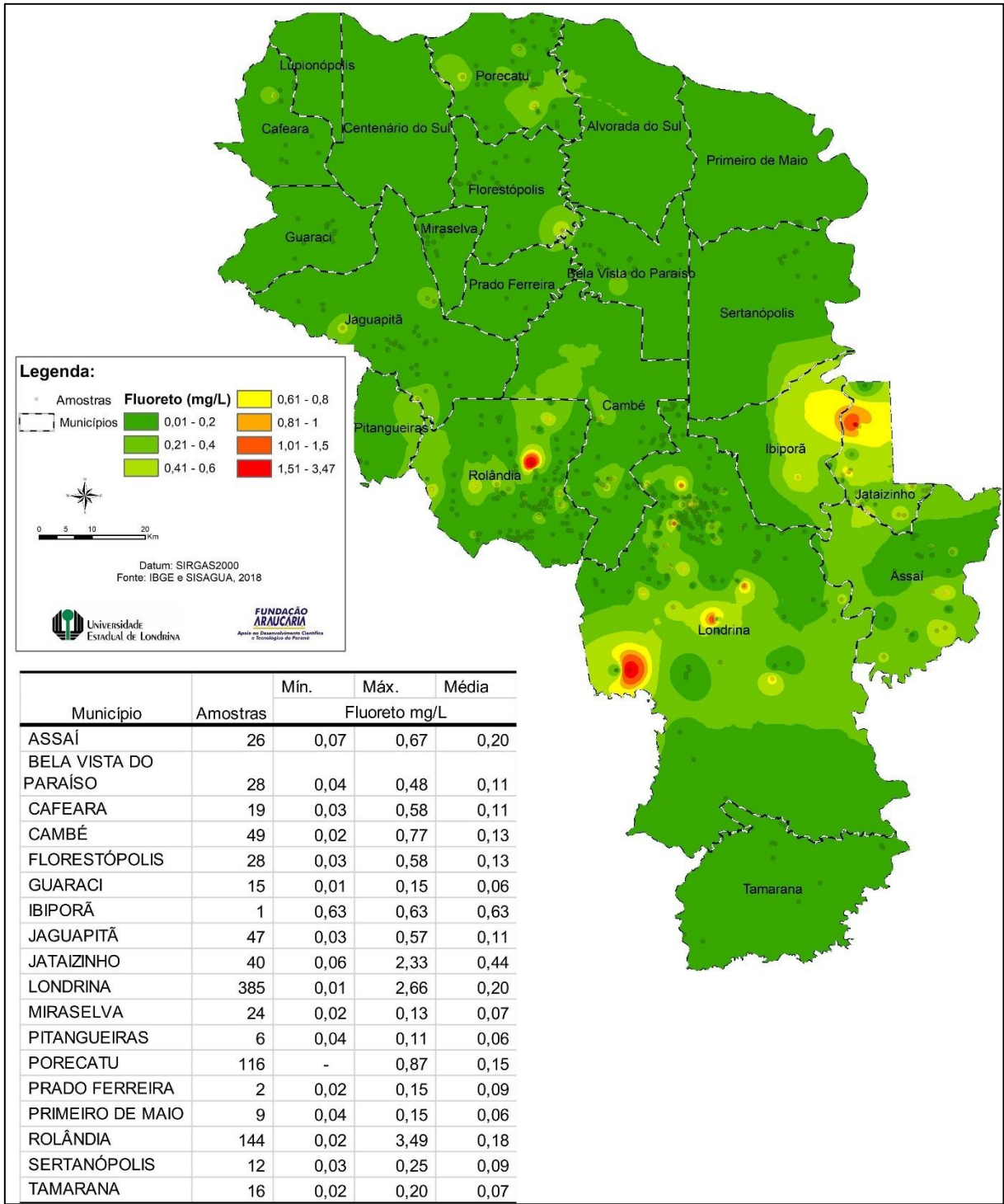
Dessa forma, se pode afirmar que existe risco de desenvolvimento de fluorose dentária no consumo desse tipo de fonte de água natural em algumas áreas da 17RS, se comparadas com a água consumida em nascentes e poços cacimba.

Assinalam-se manchas com altos teores de concentração de fluoreto em Londrina, tanto em áreas rurais como urbanas, destacando que muitos condomínios residenciais e indústrias consomem água de poços tubulares, nesse município a máxima concentração atingiu 2,66 mg/L.

Rolândia, assim como nos poços cacimba, aparece como o município com maior concentração encontrada na regional para poços profundos, sendo de 3,49 mg/L, mais que dobro do permitido para consumo (1,5 mg/L) indicado pela Portaria 635/76 do MS e a Portaria de Consolidação nº5 de 2017, Jataizinho também apresentou amostras acima desse valor, a máxima foi de 2,33mg/L.

Em Ibiporã foi possível localizar somente 1 amostra, com concentração de 0,63 mg/L. Novamente, Centenário do Sul, Primeiro de Maio e Alvorada do Sul, não apresentaram amostras georreferenciadas ou passíveis de encontrar a localização geográfica, o que indica que a coleta dessas informações não foram realizadas a contento nesses municípios no período de análise.

FIGURA 8.15 – MAPA DE CONCENTRAÇÃO NATURAL DE FLUORETOS EM POÇOS TUBULARES



Por fim as nascentes, foram as que apresentaram maiores teores de fluoreto, acima do valor de referência. Assaí registra os maiores teores de concentração na regional, e fica evidenciado pelo menos três manchas com altos teores para o

município, no mapa da Figura 8.16. O teor máximo encontrado em Assaí foi de 12,53 mg/L, valor quase dez vezes maior que o legalmente permitido para consumo, sendo essa, uma fonte que deve ser inutilizada para consumo humano, pois esses teores são próximos aos encontrados em regiões com grandes problemas de fluorose dentária severa e até óssea, como regiões da China, Índia e Sri Lanka (SELINUS, 2005; VUHAHULA, 2008; MARWA, *et al.* 2018 e NDÉ-TCHOUPÉ *et al.*, 2019; YANG *et al.* 2017; CHEN *et al.*, 2019).

Há também manchas de anomalia na região centro-oeste de Londrina e no extremo oeste da regional em Guaraci. Algumas ocorrências de máxima concentração dentro do padrão de potabilidade indicam um enriquecimento natural que deve ser monitorado, como em Bela Vista do Paraíso, Jataizinho, Rolândia e Tamarana.

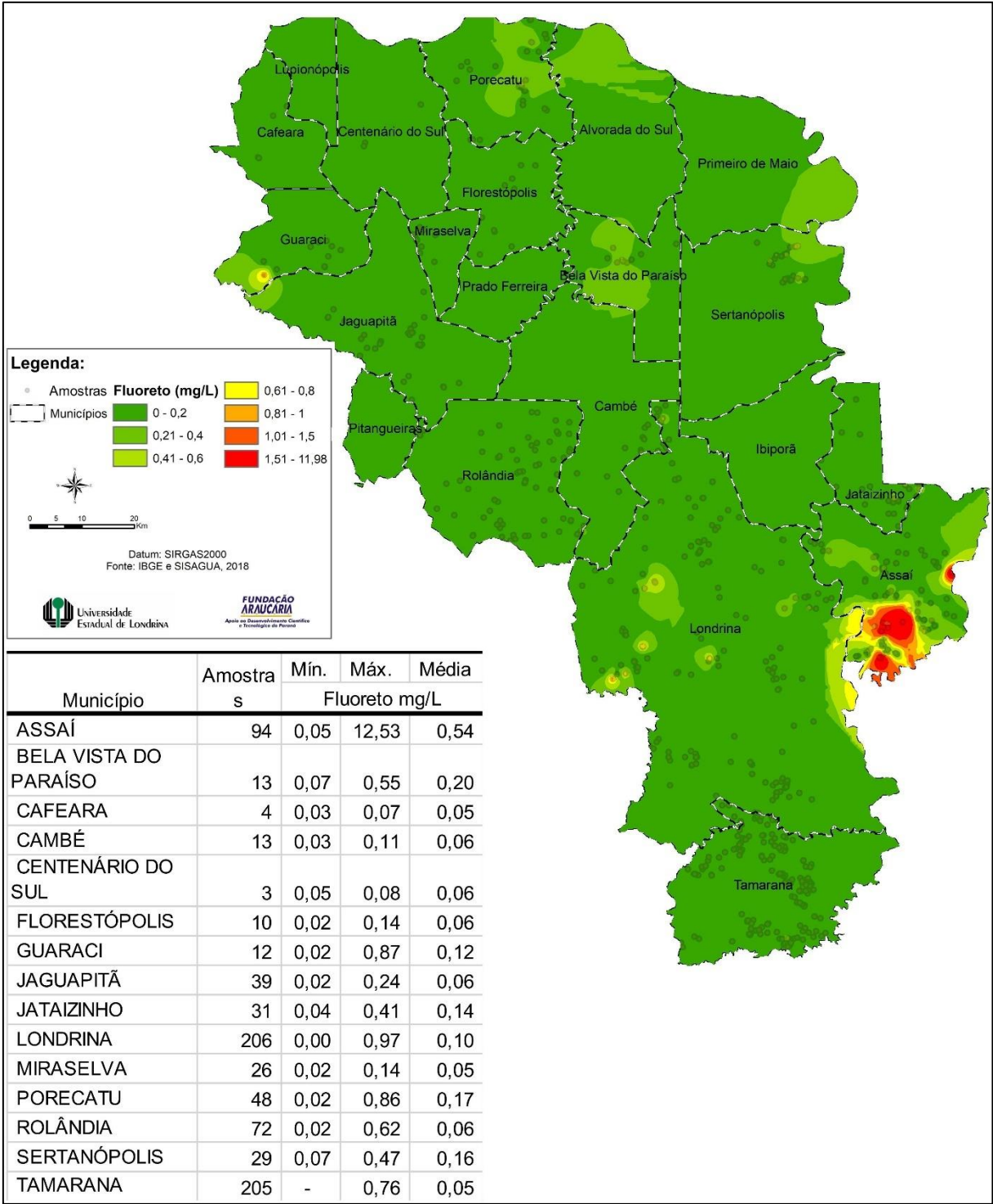
Não foi possível georreferenciar nenhuma amostra nos municípios de Pitangueiras, Alvorada do Sul, Primeiro de Maio e Ibiporã.

No tocante as nascentes, tanto as observações estatísticas como aquelas do trabalho de geoprocessamento das informações, expõem a água natural da regional como pouco rica em fluoreto, sendo que algumas ocorrências geogenéticas de água enriquecida denotam atenção para controle de seu uso no consumo humano.

O município de Assaí apresentou altíssimos teores para nascentes e teores médios para poços tubulares, Rolândia e Londrina figuraram entre os com maiores concentrações máximas apresentadas para os três tipos de fontes naturais analisadas, ainda cabe mencionar anomalias em Jataizinho para poços profundos e Guaraci para nascentes.

Outra observação importante é quanto a falta de informações espaciais para amostragens em alguns municípios, como Alvorada do Sul e Primeiro de Maio, onde não foi possível determinar a localização para nenhuma amostra originada de coleta em fonte natural, observação que leva a crer que a coleta das informações de localização não é realizada a contento.

FIGURA 8.16 – MAPA DE CONCENTRAÇÃO NATURAL DE FLUORETOS EM NASCENTES NA 17RS



FONTE: SISAGUA, 2018.

8.4 Consumo de fluoretos em água de abastecimento

O controle da água de SAAs deve atentar tanto aos baixos teores de concentração de fluoretos, pelo fato de não atingir o mínimo para o controle da cárie, quanto para os altos teores de concentração, pois esses podem desenvolver níveis diferentes de fluorose dental na população (CURY, 2001; SOARES DE PAULA, 2002; CALDARELLI *et al.*, 2016; CORTELLAZZI *et al.*, 2009).

Conforme dados anteriormente mencionados os sistemas de abastecimento de água são as principais formas de acesso a água para consumo em áreas urbanas na regional, sendo assim, predominantemente a população local é dependente da boa qualidade da água ofertada pelas concessionárias responsáveis, assim as amostras coletadas pelo VIGIAGUA poderão indicar como é realizada a fluoretação artificial na regional e se essa oportuniza concentrações adequadas à população.

No total foram coletadas 7.022 amostras em sistemas de abastecimento na regional entre 2014 e 2018, dessas 98,2% constam como fluoretadas, onde se conclui que a fluoretação é comum no contexto regional.

Quanto a localização dessas, 99,49% foram coletadas em áreas urbanas, dessas 96,15% em áreas denominadas de Bairros e 2,81% em Sedes de Distritos. As outras denominações (Povoado/Lugarejo e Área urbana isolada) somam menos de 1% das amostras.

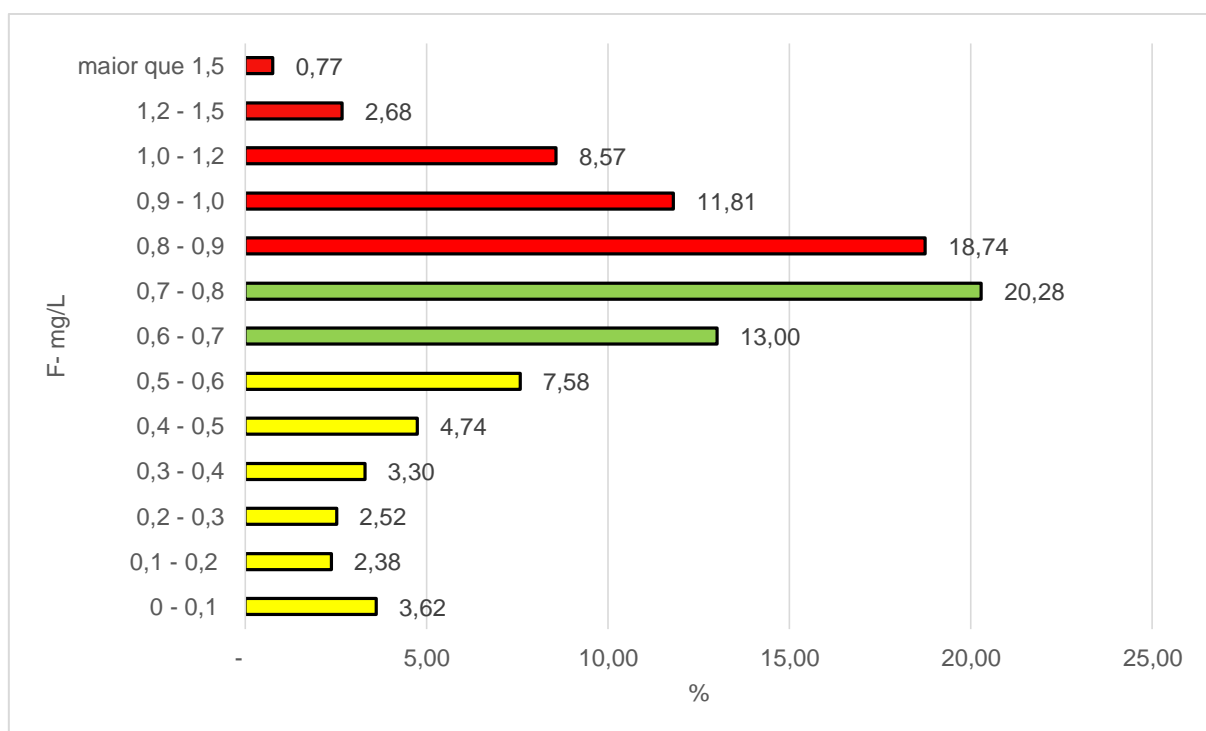
Quanto a localidade cerca de 43% das amostras se encontram em áreas denominadas como Centro, outros bairros com denominações diversas somaram 56,41%. Vale mencionar a boa distribuição de amostras entre bairros centrais e bairros com outras denominações, fato importante, pois as coletas também cobrem as áreas mais periféricas dos municípios.

A determinação de percentual de amostras por faixa de concentração segue o princípio determinado em legislação vigente quanto aos teores de fluoretos e o princípio de benefício no tocante ao combate a cárie e risco para fluorose. Nesse quesito ao todo 66,7% das amostras tinham teores de concentração fora dos valores referência aqui utilizados.

Ao todo 33,3% das amostras estavam dentro do valor de referência e 24,14% abaixo. Cerca de 42,5% das amostras tinham teores de concentração acima de 0,8 mg/L, dessas 0,77% acima do valor permitido na legislação vigente.

Sendo assim, predominaram no período analisado amostras acima do valor indicado para consumo, fato positivo para o combate a cárie, contudo amplia o risco de desenvolvimento de algum nível de fluorose dentária. Os dados de faixas de concentração por percentual de amostras coletadas estão dispostos no gráfico da Figura 8.17

FIGURA 8.17 - FAIXAS DE CONCENTRAÇÃO DE FLUORETOS EM SAA - 2014 A 2018.



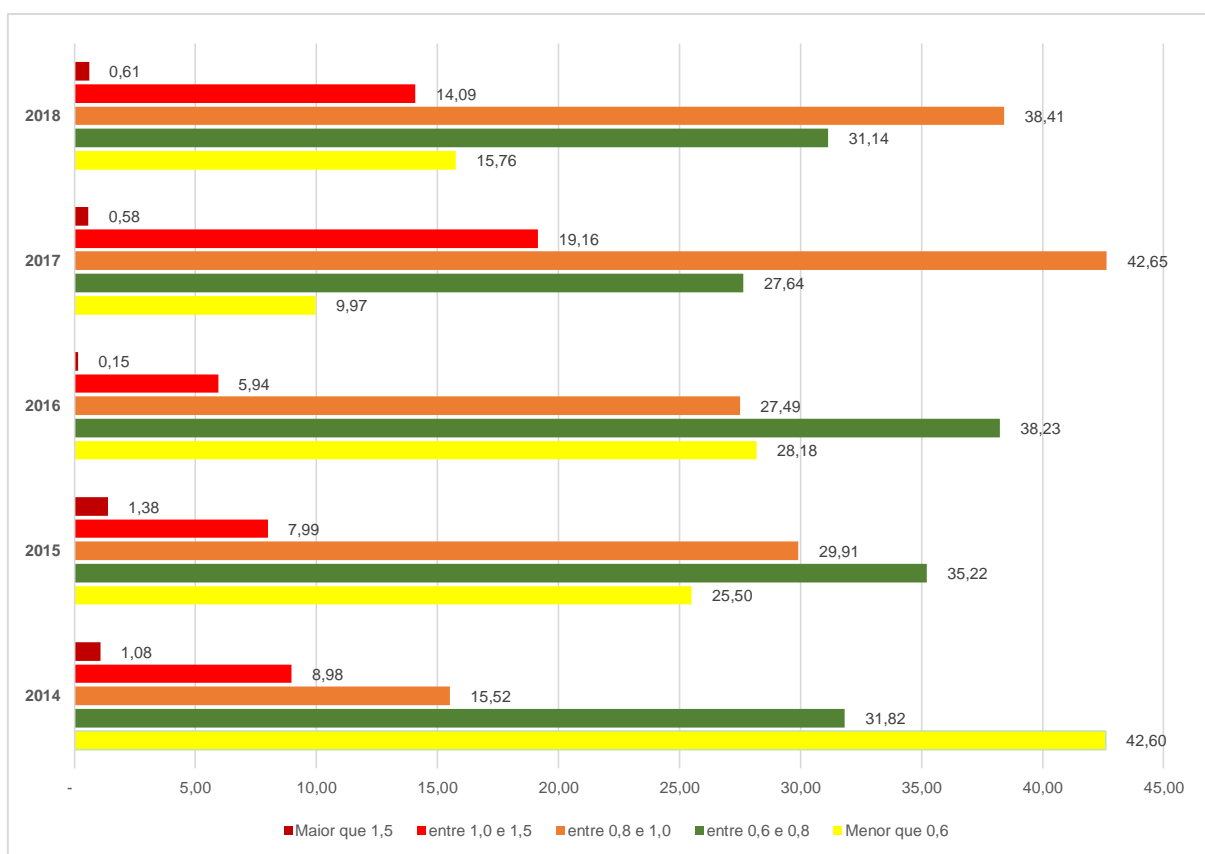
Fonte: SISAGUA, 2018.

Foram registradas mudanças anuais na concentração de flúor na água distribuída nos SAAs, demonstrando uma evolução na proporção de amostras com maior concentração de fluoreto. Em 2014 predominavam amostras abaixo do valor de referência (42,6%). Em 2015 diminuiu para 35,22% e em 2016 apresentou ligeiro aumento para 38,2%, voltando a diminuir nos anos seguintes até 15,75% em 2018.

A maior parte dessas amostras estavam dentro do valor de referência e observa-se um aumento considerável das amostras entre 0,8 e 1,0 mg/L (onde o

percentual dobra entre 2017 e 2018), nos anos seguintes as faixas de maior concentração são dominantes, extrapolando o somatório de 50% acima do valor de referência, tanto em 2017 (62,4%), como em 2018 (53,1%). A evolução do percentual de amostras por faixas de concentração pode ser verificada no gráfico da Figura 8.18.

FIGURA 8.18 - GRÁFICO DO PERCENTUAL DE AMOSTRAS POR FAIXAS DE CONCENTRAÇÃO FLUORETO POR ANO COLETADO - SISAGUA - 2014 A 2018.



O consumo de fluoretos via abastecimento público não é uniforme entre os municípios da regional, quando se observa os dados classificados em faixas de concentração por municípios, conforme Figura 8.19.

É possível regionalizar o consumo de fluoretos em municípios dos quais preponderam amostras com menor teor, aqueles com certo equilíbrio entre as faixas de concentração e os que predominam amostras acima do indicado para consumo.

O Município de Miraselva apresentou 100% das amostras abaixo de 0,6 mg/L (a amostra de maior teor foi de 0,33 mg/L), desse modo a água consumida nesse

município não oferece risco à fluorose e não proporciona o controle às cáries. Vale mencionar que não foram identificadas amostras fluoretadas para Miraselva, no período, indicando que a fonte de abastecimento é naturalmente pouco enriquecida com fluoretos.

Outra situação de baixa concentração em fluoretos, é aquela do SAA de Prado Ferreira, onde há uma maior variação de concentração fluoretos nas amostras. Apesar do relatório do VIGIAGUA constar que não há fluoretação, foram assinaladas 10,5% de amostras dentro do padrão de potabilidade, 26,3% acima do indicado para consumo ($\geq 0,8$ mg/L) e 63,2% das amostras abaixo do indicado para controle de cáries ($\leq 0,6$ mg/L).

Algumas suspeitas recaem quanto à condição natural da água no município, onde tal variação pode ser justificada pela utilização de poços subterrâneos diferentes em períodos alternados durante um mesmo ano, uma vez que consta no SISAGUA, que os mananciais de SAA de Prado Ferreira se originam de três fontes subterrâneas distintas de água.

A análise de água natural mostrou que um poço tubular chegou a 0,67 mg/L e em nascentes o teor chegou a 1,24 mg/L em Prado Ferreira, indicando que a água não fluoretada em SAA, pode ser proveniente de fontes naturalmente enriquecidas em fluoretos.

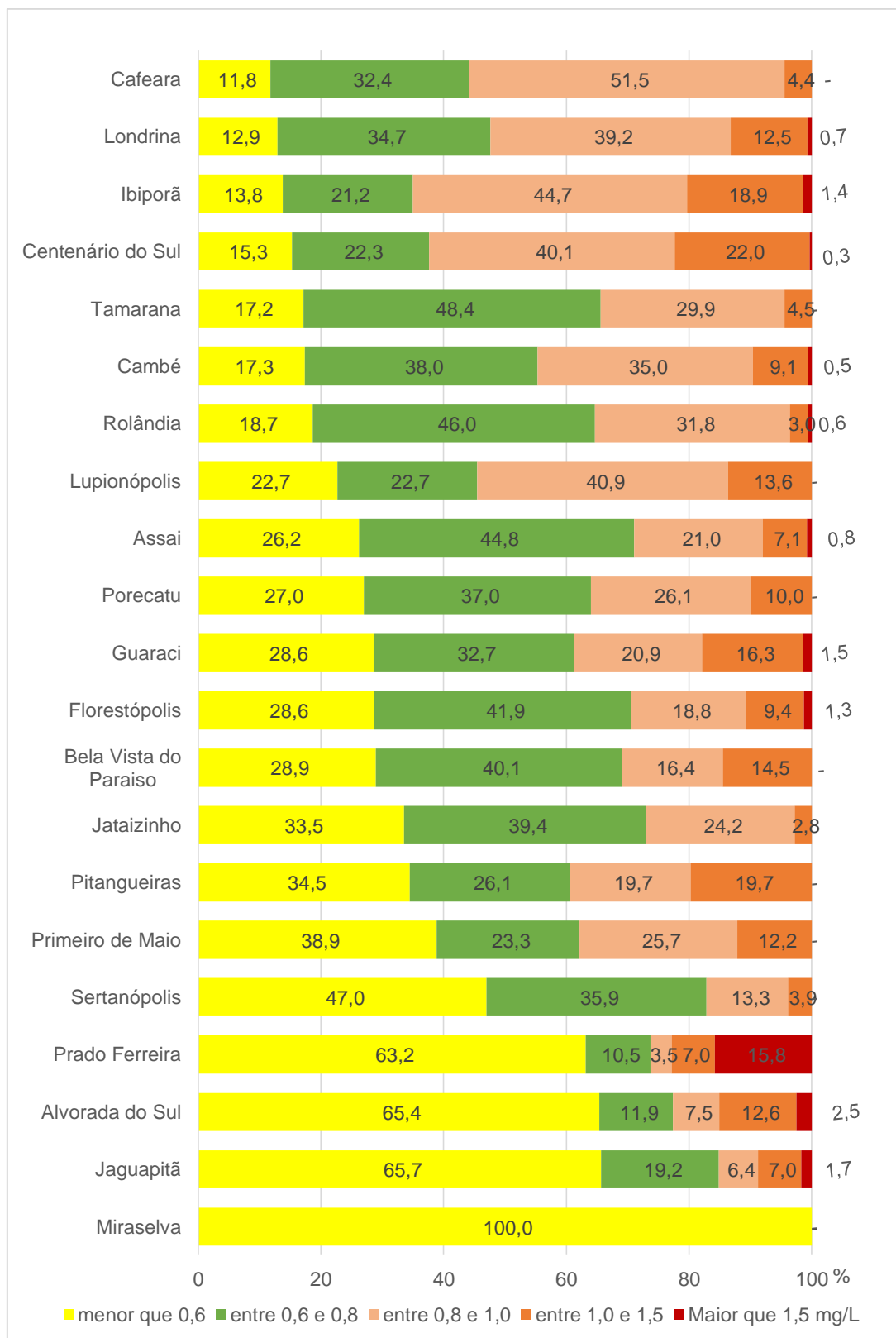
Jaguapitã apresentou também, cerca de 65,7% de amostras abaixo do padrão ($\leq 0,6$ mg/L), todas elas de SAA no município que constam como fluoretadas, indicando uma hipofluoretação.

Esses municípios, são um destaque negativo no sentido de que a água ofertada a população durante o período, não oferece o suficiente em concentração de fluoreto para a ação de controle da cárie. No caso essa população, necessita de estudos epidemiológicos, na tentativa de compreender melhor a relação custo benefício da fluoretação, assim como outros municípios que tiveram ingestão de baixas concentrações de fluoreto nos últimos 5 anos.

Em contraponto, o município de Ibiporã, apresentou mais de 65,68% das amostras com ocorrência acima de 0,8 mg/L, sendo 44,7% do total entre 0,8 e 1,0, 19,2% entre 1,0 e 1,5 e 1,4% acima de 1,5mg/L, ou seja, a água é hiperfluoretada. Outros municípios como Centenário do Sul, Cafeara, Lupionópolis e Londrina, também tendem a hiperfluoretação da água de abastecimento público

Os demais municípios não mencionados apresentam melhor distribuição de teores de concentração em suas amostragens, o gráfico da Figura 8.19 demonstra o percentual de amostras classificadas por faixa de concentração para cada município.

FIGURA 8.19 - GRÁFICO COM PORCENTAGEM DE AMOSTRAS POR FAIXAS DE CONCENTRAÇÃO DE FLUORETO EM SAA NA 17RS ENTRE 2014 E 2018.



Fonte: SISAGUA,2018

8.4.1 Espacialização do consumo de fluoretos em SAA

Apesar do grande número de amostras fora do padrão de referência apontados anteriormente, resta compreender a espacialidade dessas e se há nos SAA diferenças de concentrações fornecidas a população, como visto há grandes diferenças de fluoretação entre os municípios, nos levantamentos estatísticos não fica claro a variação espacial em escala municipal e se as amostras no total durante o período tem média dentro do valor de referência.

Para essas investigações foram utilizadas somente ferramentas de geoprocessamento, sendo assim, foi possível avaliar apenas as amostras com coordenadas aferidas, que para os SAA somaram um total de 6.723 (90,7% das amostras de SAA), essas tiveram a localização definida no momento da coleta ou pelo trabalho de refino do banco de dados do SISAGUA.

As operações de geoprocessamento foram realizadas em diferentes escalas, sendo que se investigou as concentrações das amostras em escala regional, posteriormente essa foi ampliada para escala municipal, objetivando determinar as diferentes situações espaciais referentes ao consumo de fluoretos na regional. Dessa maneira, percebeu-se que em ambas escalas há situações que expõe a população de diferentes formas.

Em escala regional foi possível perceber a predominância de concentrações médias dentro do padrão de potabilidade, entre os 21 municípios apenas 6 apresentaram teor médio de fluoretos fora do valor indicado para risco e benefício. Outrossim, municípios que apresentaram média acima do indicado, Londrina (média 0,81 mg/L), Centenário do Sul (0,83 mg/L) e Ibiporã (0,85 mg/L), tiveram concentrações médias pouco acima.

Quanto aos municípios com baixas concentrações, insuficiente ao controle da cárie, observamos apenas Miraselva (0,06 mg/L) com média de concentração muito inferior ao que deveria ser praticado, como fora mencionado tal município não recebe fluoretação em seu SAA. Prado Ferreira (0,56 mg/L) e Alvorada do Sul (0,57 mg/L) tem limites médios pouco abaixo do indicado e todas as amostras coletadas constavam como não fluoretadas.

Ao analisar em escala regional pode-se afirmar que no geral a população local consome dos sistemas de abastecimento água em condições ótimas para o

controle da cárie e dentro do limite aceitável para o risco e benefício da fluoretação. Apesar de 3 municípios estarem acima do padrão de potabilidade, eles se mostram com médias aceitáveis de consumo que não ofertam riscos consideráveis ao desenvolvimento de fluorose.

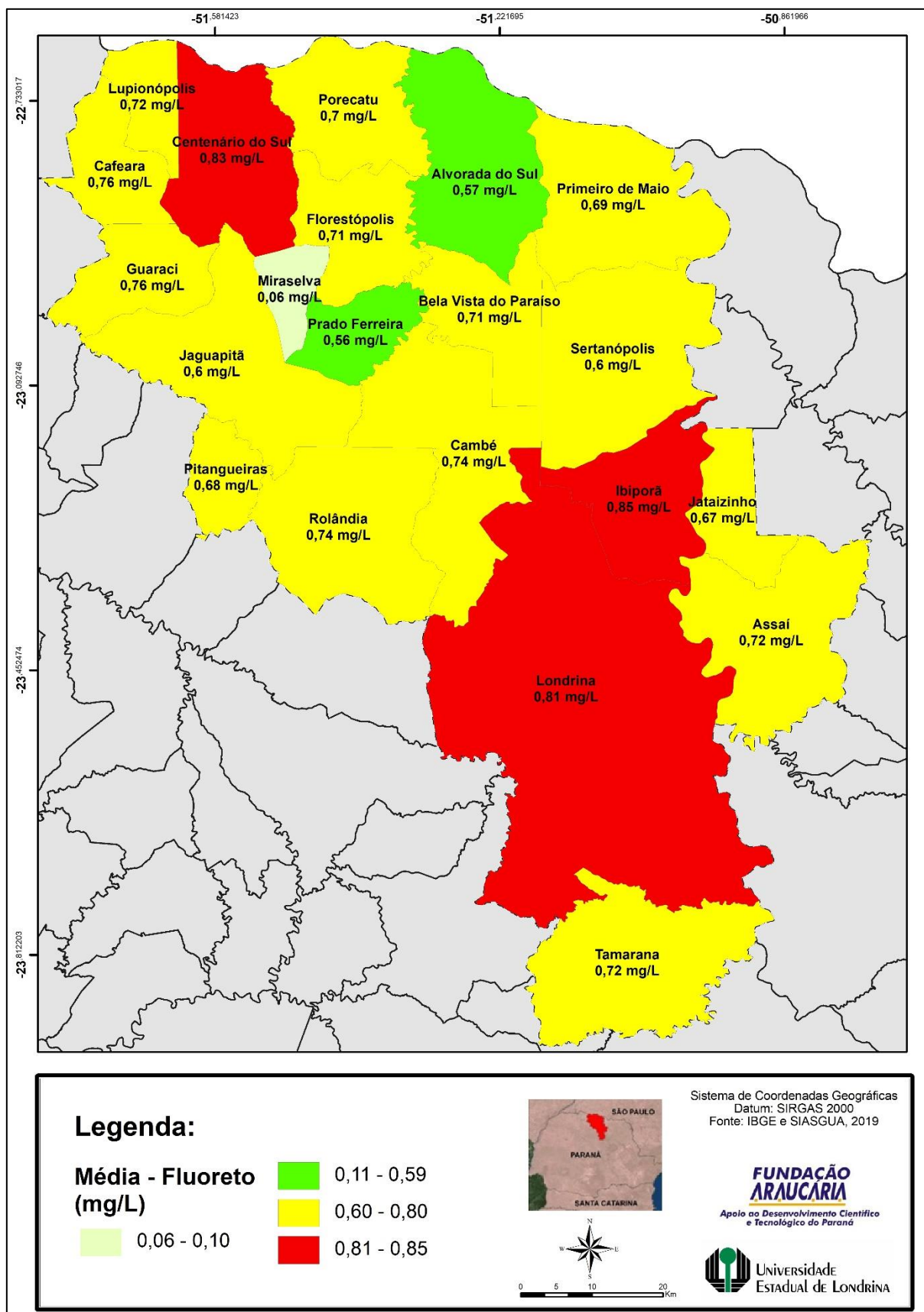
Dos 3 municípios que apresentaram valores abaixo, somente Miraselva se mostra com teores totalmente ineficientes para o controle a cárie. A regionalização das concentrações de fluoreto encontrada nas amostras georreferenciadas podem ser observadas na Figura 8.20.

Ao se somar a população das áreas urbanas dos municípios mencionados concluir-se-á que 1,43% (11.783 habitantes) da população urbana consome teores de fluoreto abaixo do indicado e 66,8% (548.749 habitantes) da população urbana na regional consome teores de fluoreto acima do indicado.

Esse alto valor de população exposta, se deve ao fato de Londrina apresentar médias acima do indicado, sendo a mais populosa da regional. É precipitado dizer que toda a população urbana dos municípios com médias fora do padrão está exposta a teores inaceitáveis de fluoreto

As médias podem variar dentro do sistema de distribuição, principalmente em cidades com malha urbana maior, e ou, que utilizam diversas fontes de captação de água. Cabe, portanto, a investigação em escala mais detalhada da distribuição espacial das médias das amostras analisadas.

FIGURA 8.20 – MAPA DA MÉDIA DE CONCENTRAÇÃO DE FLUORETO EM AMOSTRAS DE SAA NA 17RS ENTRE 2014 E 2018 – MÉTODO REGIONAL DE ANÁLISE



Para a análise em escala municipal foram utilizados os setores censitários urbanos que tiveram dentro de sua delimitação pelo menos um ponto de amostragem durante o período. As 739 localidades analisadas abrangem uma população de 587.430 habitantes (71,5% da população urbana total da regional), segundo o Censo 2010.

Foram determinadas média de concentração, como as realizadas para os municípios, com a delimitação dos setores urbanos do Censo, por meio da técnica de Junção Espacial, onde os dados pontuais de amostras foram extrapolados para os limites dos setores censitários.

Nessa escala de análise, somente Florestópolis, Pitangueiras e Tamarana se apresentaram com a totalidade de setores urbanos com média de concentração dentro dos valores de potabilidade (ou seja, entre 0,6 e 0,8 mg/L), o restante dos municípios apresentaram pelo menos um setor abaixo ou acima do padrão, evidenciando que há diferenças de concentração em diferentes localidades urbanas em um mesmo sistema de distribuição de água.

A análise regional determinou que 11.738 habitantes recebiam água com carência de fluoreto, quando o procedimento de mapeamento das amostras fora extrapolado em escala de maior detalhe a população afetada passou para 59.301 habitantes (7,98% da pop urbana total).

Quanto ao quantitativo de habitantes expostos pelas médias de concentração mais altas, em uma primeira análise estimou-se em 548.749 habitantes, mas para a análise em setores censitários foi de 245.938 habitantes (30,3% da população urbana).

A Tabela 8.4, demonstra o quantitativo de população exposta em um comparativo com os dois métodos de mapeamento, a escala municipal se faz mais apropriada para a análise do consumo de fluoretos em sistema de abastecimento, pois essa possibilita a localização mais precisa das populações expostas.

TABELA 8.4 – COMPARATIVO ENTRE O QUANTITATIVO DE HABITANTES EXPOSTOS A CONCENTRAÇÕES FORA DO PADRÃO DAS SAA DE ACORDO COM A ESCALA DE ANÁLISE REGIONAL E MUNICIPAL

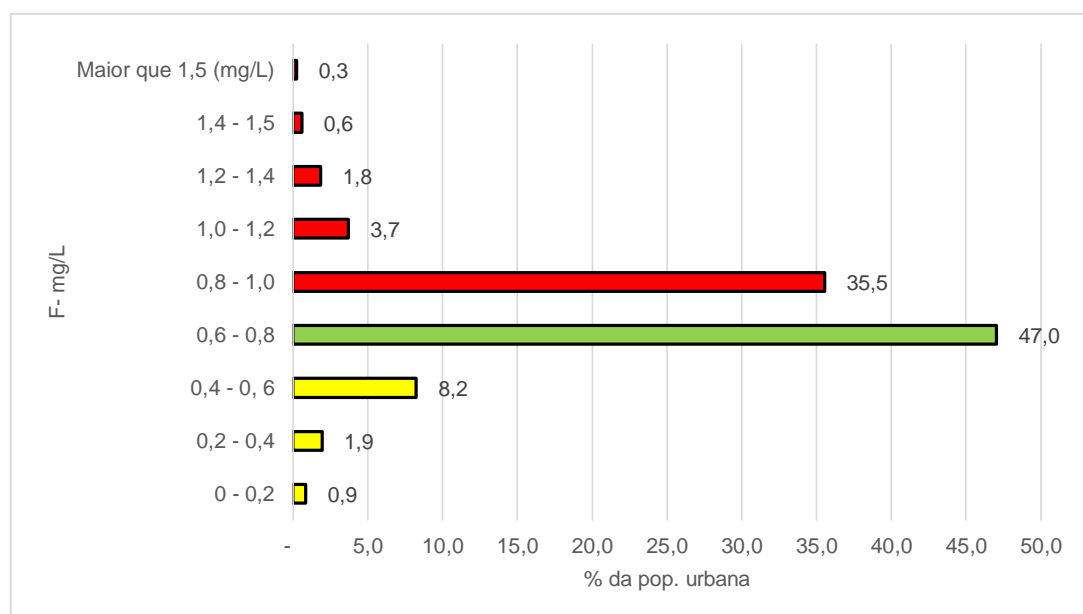
	Escala regional		Escala municipal	
	Pop. afetada	% da pop. Urb.	Pop. afetada	% da pop. Urb.
abaixo de 0,6 mg/L	11.783	1,4	59.301	7,98
acima de 0,8 mg/L	548.749	66,8	245.297	30,22

Fonte: SISAGUA, 2018.

Ao defrontar os percentuais de população urbana analisada em escala municipal por faixas de concentração, é perceptível que um pouco menos da metade consome água com concentrações dentro dos valores referência. A faixa de concentração que mais atinge a população está entre 0,8 e 1,0 mg/L. Entorno de 0,3% da população urbana local recebeu médias de fluoreto acima do valor permitido para distribuição conforme a Portaria de Consolidação nº 5 (MS, 2017).

Ainda vale ressaltar, que cerca de 11% da população urbana recebeu níveis abaixo do indicado para consumo na regional, esses dados estão disponibilizados no gráfico representado na Figura 8.21.

FIGURA 8.21 - FAIXAS DE CONCENTRAÇÃO MÉDIA DE FLUORETOS EM SAA POR PERCENTUAL DE POPULAÇÃO EXPOSTA NA 17RS - ENTRE 2014 E 2018 – ESCALA DE ANÁLISE MUNICIPAL



Fonte: SISAGUA, 2018.

Miraselva se destaca como o município que apresentou menores concentrações de fluoreto na água aos seus habitantes, as médias apontam que toda a população urbana consumiu níveis baixos de fluoreto.

Alvorada do Sul (75,5%), Sertanópolis (53,29%) e Jaguapitã (47,46%), também tiveram boa parte da população urbana afetada por insuficiência de fluoretos na água. Londrina (30,09%), Rolândia (30,75%), Cambé (29,13%) se destacam pela grande proporção de habitantes que consumiram níveis acima do valor de referência, esses estão entre os municípios mais populosos da 17RS.

Os dados de percentual de população urbana que consumiu teores acima e abaixo do indicado por município, segundo o método de análise municipal estão disponíveis na Tabela 8.5.

TABELA 8.5 - PERCENTUAL DE POPULAÇÃO URBANA QUE CONSUMIU ÁGUA COM TEORES DE FLUORETO FORA DO VALOR DE REFERÊNCIA ENTRE 2014 E 2018 NA 17RS – MÉTODO DE ANÁLISE MUNICIPAL

Município	Menor que 0,6 mg/L	Maior que 0,8 mg/L	Total
Alvorada do Sul	75,55	4,78	80,34
Assaí	5,48	6,01	11,49
Bela Vista do Paraíso	16,85	29,13	45,98
Cafeara	-	-	-
Cambé	4,40	33,96	38,35
Centenário do Sul	-	70,13	70,13
Florestópolis	-	-	-
Guaraci	-	11,79	11,79
Ibiporã	3,42	72,01	75,44
Jaguapitã	47,46	-	47,46
Jataizinho	6,22	3,88	10,11
Londrina	4,77	30,09	34,86
Lupionópolis	-	0,66	0,66
Miraselva	100,00	-	100,00
Pitangueiras	-	-	-
Porecatu	20,30	6,10	26,40
Prado Ferreira	55,32	43,98	99,30
Primeiro de Maio	26,55	5,81	32,36
Rolândia	10,88	30,75	41,63
Sertanópolis	53,29	6,91	60,20
Tamarana	-	-	-

FONTE: SISAGUA, 2018.

A suspeita inicial que a população urbana não recebe concentrações de flúor de forma igualitária se confirma em quase todos os municípios, exceto Tamarana, Cafeara, Pitangueiras e Florestópolis a espacialização dos dados em setores censitários para cada sede urbana municipal dos municípios da regional está representada da Figura 8.22 a Figura 8.24.

Mesmo municípios com malha urbana pouco extensa como Cafeara e Guaraci apresentam diferença nos teores médios distribuídos na água. Também, em municípios com malha urbana mais extensa como no caso de Londrina e Cambé, essas diferenças são ainda mais exacerbadas, variando de setores com fluoretação ínfima para setores com médias muito altas, acima de 1,0 mg/L.

Dessa maneira, fica evidente a afirmação de que existem determinadas populações que recebem diferentes teores de concentração de fluoreto para mais e para menos do intervalo de referência.

A diferença nas concentrações dentro de um mesmo sistema de distribuição pode ter diversas explicações, entre as quais se pode citar algumas:

1. Os sistemas de abastecimento podem utilizar diversas fontes de captação, o município de Londrina, por exemplo, capta água do Rio Tibagi e tem contribuição adicional de diversos outros poços ao longo do sistema ou para bairros específicos, o sistema tem inserção de água com altos teores de fluoreto, poços tubulares cujos testes iniciais acusaram teores de 12,0 mg/L, segundo o Águas Paraná, esses poços estão localizados na região Norte da malha urbana de Londrina, na qual pode-se perceber setores com altos teores de concentração, se comparada com áreas centrais da cidade.
2. A baixa capacidade de diluição do produto utilizado na fluoretação, a qual pode possibilitar que as áreas mais próximas dos reservatórios e ou pontos de inserção de fluoreto dosados, se apresentem com maior concentração do que no restante do sistema de distribuição. Desse modo bairros mais próximos do ponto de inserção de fluoretos tem teores mais altos que em extremidades do sistema de distribuição
3. Outra possibilidade, reside em alguma falha no dosador que pode ser tanto automatizado (dosímetro) como manual com participação

humana, o que ampliaria a chance de um descontrole no momento da adição de fluoretos nos reservatórios de distribuição.

4. Para maiores conclusões acerca dessa problemática apontada se faz necessário conhecer os planos operacionais dos sistemas de abastecimento, bem como a planta da rede de distribuição de cada município e localização das fontes de captação de água, foco de possíveis trabalhos futuros, não sendo esse um dos objetivos para o presente trabalho.

FIGURA 8.22 – MAPA DA MÉDIA DE FLUORETOS EM SAA POR SETOR CENSITÁRIO – MUNICÍPIOS NOROESTE DA 17RS

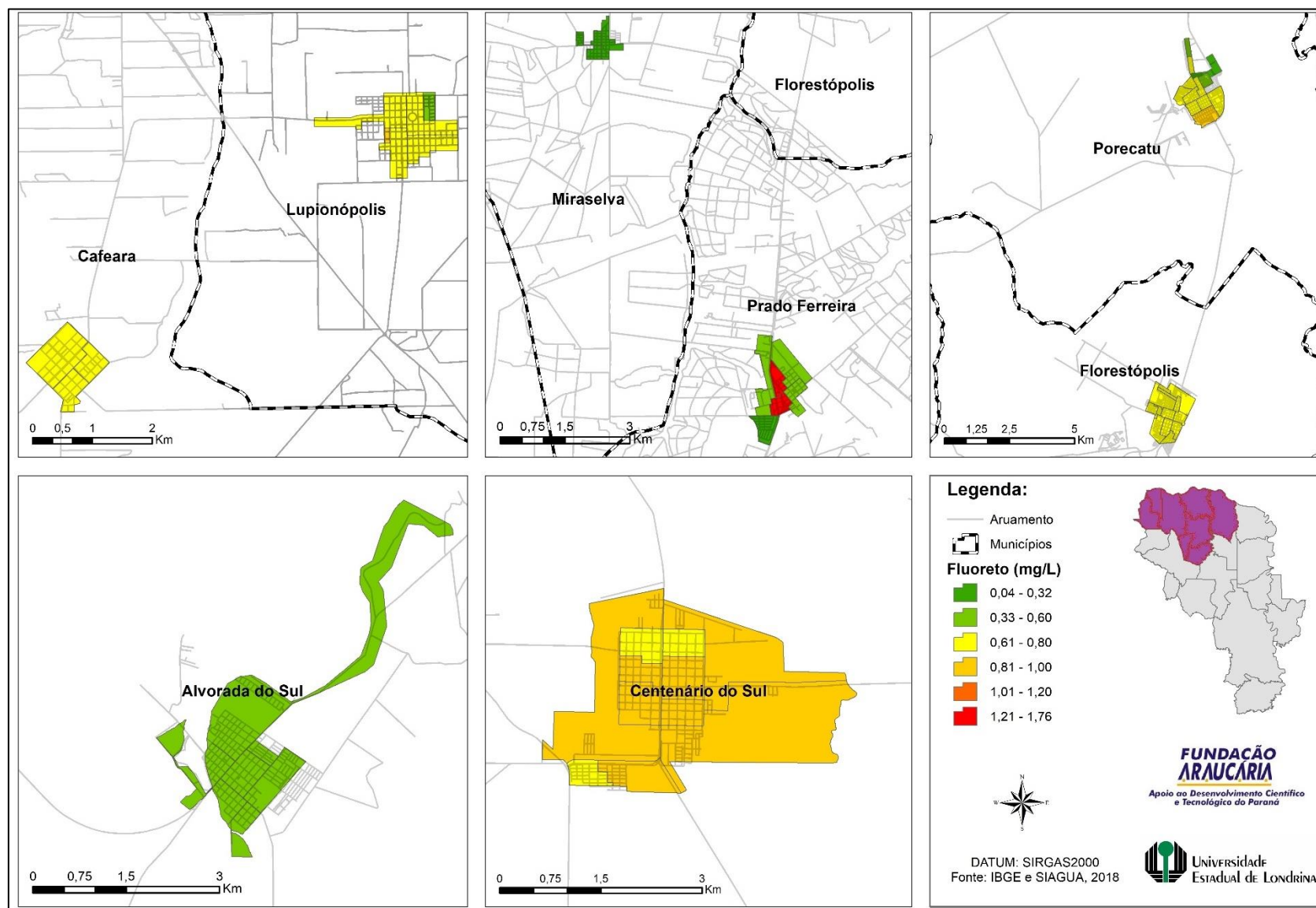


FIGURA 8.23 – MAPA DA MÉDIA DE FLUORETOS EM SAA POR SETOR CENSITÁRIO – MUNICÍPIOS LESTE E OESTE

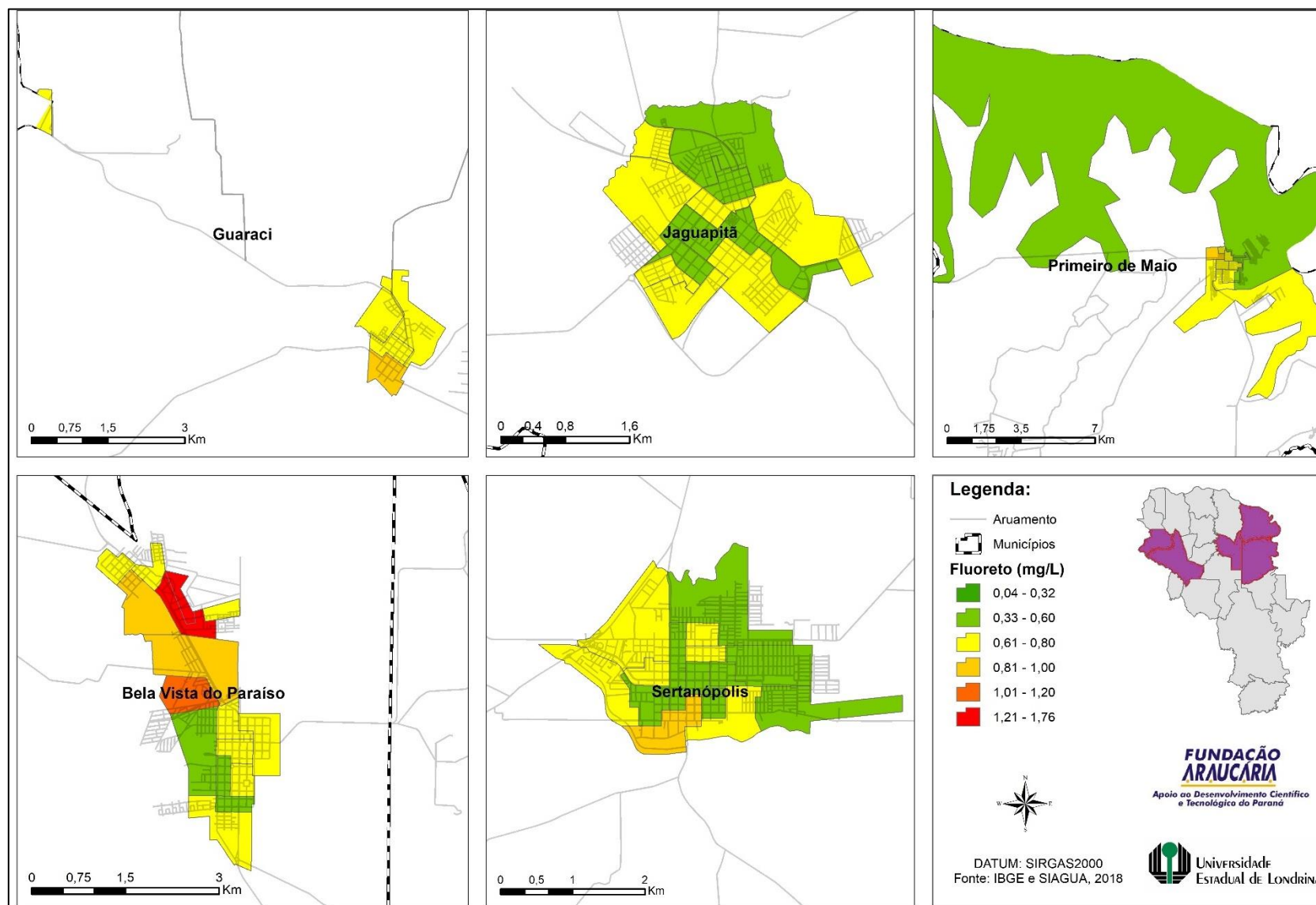
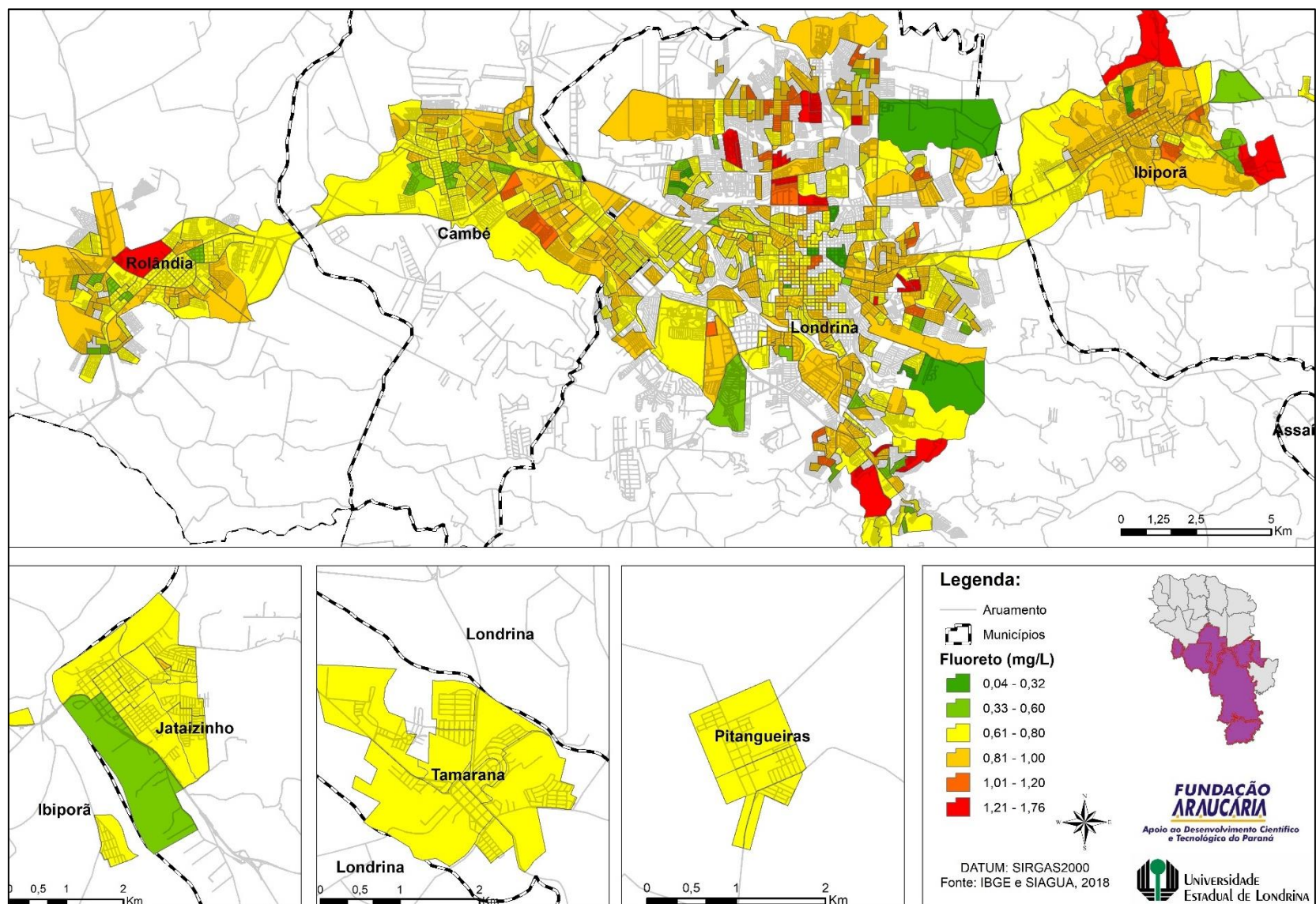


FIGURA 8.24 – MAPA DA MÉDIA DE FLUORETOS EM SAA POR SETOR CENSITÁRIO – EIXO DE ALGOMERAÇÃO URBANA E CENTRO-SUL.



8.4.2 Variabilidade de fluoreto em SAA

A variabilidade em superfície de análise durante os anos possibilita algumas considerações sobre o abastecimento em determinados municípios da regional, como mencionado, as médias de consumo no período de análise se encontram dentro dos valores referência para os SAA em quinze municípios da regional. Quando analisada em setores censitários apenas três apresentaram médias dentro do padrão em todas localidades.

A variação durante o período é evidenciada nos mapas dispostos na Figura 8.25, onde em 2014 os pontos mais evidentes com altos teores de fluoreto estão sinalizados nos municípios de Centenários do Sul, Rolândia e em algumas regiões pontuais entre Cambé e Londrina.

Alguns municípios a noroeste na regional (Lupionópolis, Cafeara, Miraselva, Guaraci e Jaguapitã) apresentaram teores abaixo do valor de referência, cabe também, um destaque nesse sentido para Alvorada do Sul.

Em 2015 o eixo Cambé/Londrina volta aparecer em destaque em altos teores de concentração, agora ampliado para Ibiporã e Jataizinho, os municípios do noroeste aparecem com teores mais altos comparados ao ano anterior. Tal fato indica uma variação no sistema de fluoretação do abastecimento municipal durante o ano de 2015. Com baixos teores de concentração pode-se mencionar Miraselva, Primeiro de Maio e Bela Vista do Paraíso.

Um destaque importante foi a variação para altos teores ocorridos em Prado Ferreira em 2015 (Figura 8.25), as amostras coletadas no período de análise não constam como fluoretadas. Este registro, deve estar relacionado a variabilidade dos teores de flúor também detectados nas águas naturalmente explotadas, como se verifica em poços tubulares do SASG (PINESE et al, 2019).

Em 2016 grande parte dos municípios praticaram teores de fluoretação com padrões mais adequados aos valores de referência aqui propostos, ainda destaca-se com teores abaixo do valor de referência o município de Prado Ferreira e Miraselva. Primeiro de Maio, Ibiporã e Jataizinho surgem como municípios com hiperfluoretação.

O ano de 2017 foi o ano com maior ocorrência de amostras hiperfluoretadas, manchas que indicam altos teores em municípios como Londrina, Centenário do Sul,

Guaraci, Lupionópolis, Primeiro de Maio, Ibiporã e Rolândia (Figura 8.25). Novamente, após um ano com baixos teores, Prado Ferreira aparece como município com amostras acima do padrão. Miraselva, que nos anos anteriores apresentava teores mais baixos na regional, agora figura com teores médios.

Para 2018, último ano analisado, algumas tendências permanecem, como os altos teores de fluoretos para os SAA de Londrina, Ibiporã, Primeiro de Maio, Centenário do Sul, Guaraci e Lupionópolis. Prado Ferreira mais uma vez tem uma variação negativa e junto com Miraselva são destaques para baixos teores praticados na regional.

A interpolação dos dados em superfície anualmente permite afirmar que todos os municípios tiveram variação anual dos teores praticados em seus sistemas de abastecimento (SAA), municípios que tiveram variações positivas, que tenderam ao aumento dos teores encontrados em suas amostragens, como no caso de Londrina e Ibiporã, por exemplo, enquanto outros com variações positivas e negativas teores dos analisados (Figura 8.25).

Como anteriormente antecipado, é merecedor de atenção redobrada a inconstância nos teores de Prado Ferreira, cujas amostras não são artificialmente fluoretadas, o que sugere variações naturais das fontes de captação de água. Prado Ferreira é um dos municípios com variações geogenéticas, onde se verifica amostras em nascentes com valor máximo de 1,24 mg/L e 0,67 mg/L para poços tubulares.

A Figura 8.26, mostra a interpolação realizada com todas as amostras coletadas pela ANVISA em SAA entre os anos de 2014 e 2018, esse mapeamento sugere uma falta de padronização na utilização de fluoretos para abastecimento municipal na regional, apontado também anteriormente quanto as médias municipais.

FIGURA 8.25 – MAPAS DOS TEORES DE FLUORETOS EM SAA INTERPOLADOS DE 2014 A 2018.

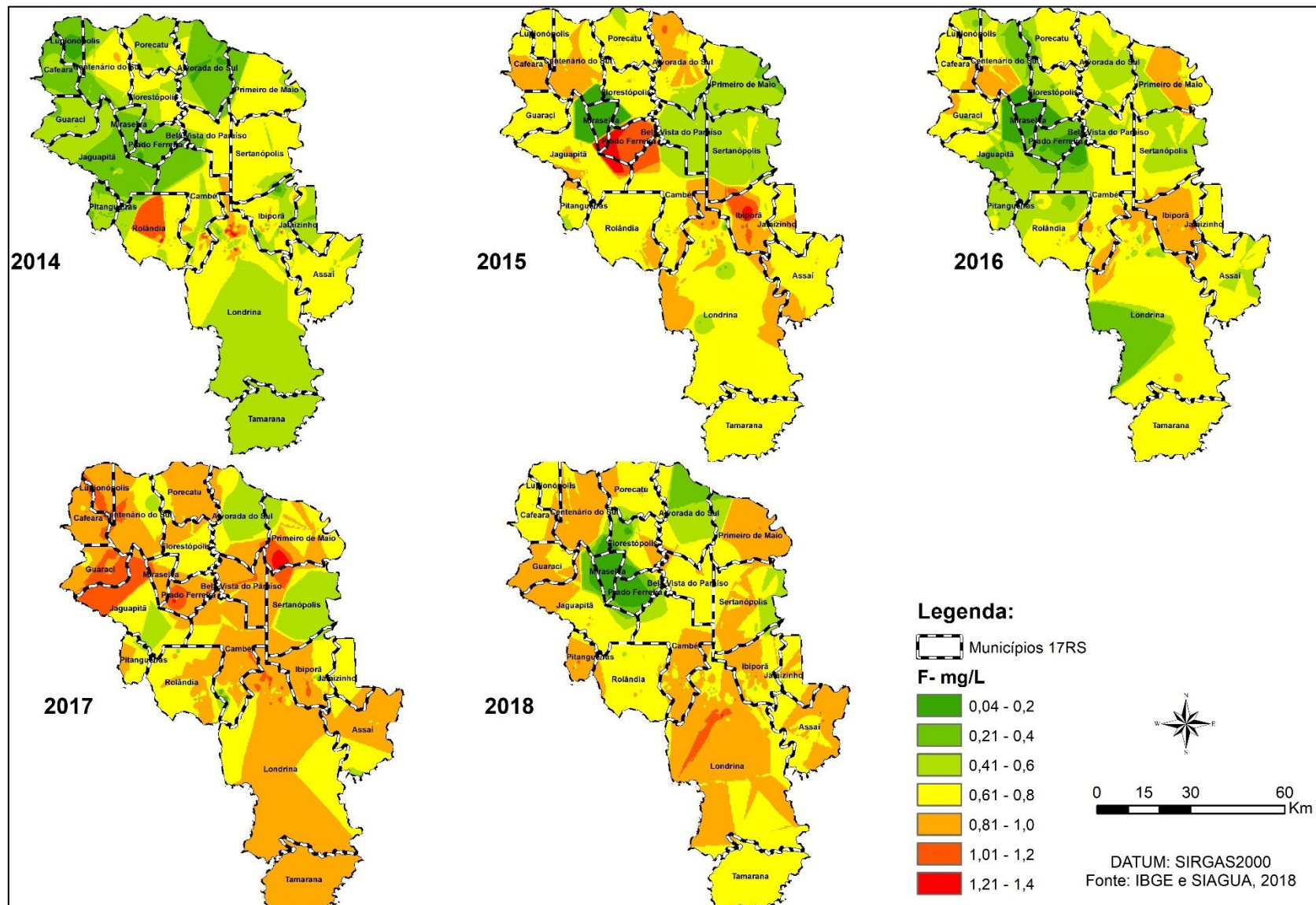
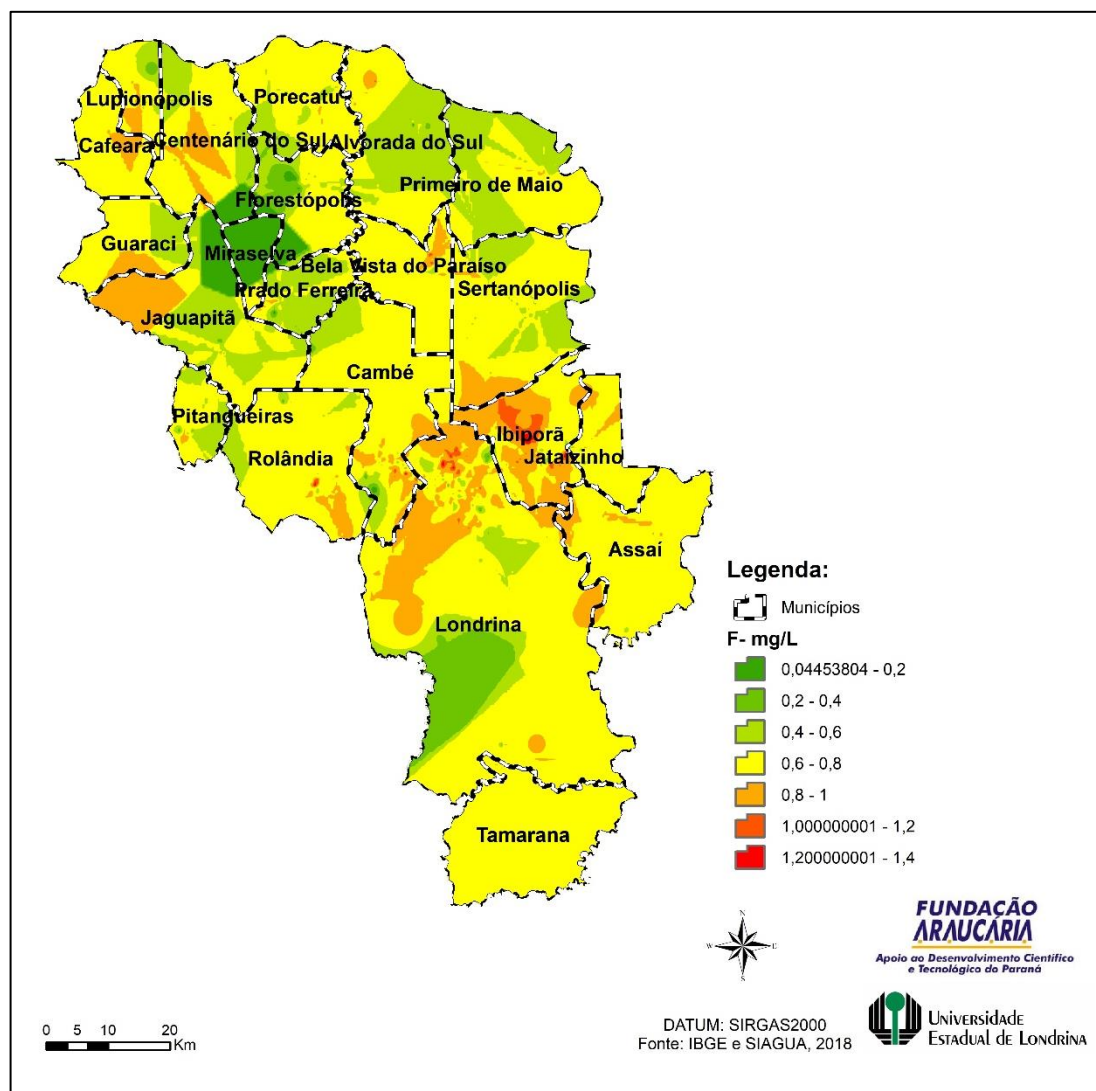


FIGURA 8.26 - MAPAS DOS TEORES DE FLUORETOS EM SAA INTERPOLADOS DE TODAS AS AMOSTRAS COLETADAS ENTRE 2014 E 2018.



8.4.3 Espaços de vulnerabilidade ao baixo consumo de fluoreto em sistema de abastecimento urbano

Conforme apontado em levantamento bibliográfico, a cárie é uma doença multifatorial e foi correlacionada aos condicionantes socioeconômicos, como grau de instrução e renda em variados levantamentos epidemiológicos. Cortelazzi *et al.* (2009) mencionam que a prevalência de cárie é maior em indivíduos que vivem com até 4 salários mínimos. Soares de Paula (2002) correlaciona diretamente o grau de instrução com os índices CPO-D (Dentes Cariados Perdidos ou Obturados). Moura *et al.* (1996) realizou levantamentos epidemiológicos entre crianças em escolas particulares e escolas públicas, verificando estatisticamente que o índice médio de dentes cariados, perdidos ou obturados é maior em escolas públicas.

Baldani, *et. al.* 2002, via mapeamento de condicionantes sociais encontrou correlações dos índices de cárie com alguns dados socioeconômicos no estado do Paraná, segundo os autores,

Os níveis de cárie e os indicadores de desenvolvimento social (IDH, ICV, IS e IDI) apresentaram correlação negativa, indicando a tendência de municípios com melhores condições de vida apresentarem menores índices do agravo. A correlação entre os níveis de prevalência de cárie e as medidas de renda, indica a associação do agravo com a pobreza; a correlação com os indicadores de escolaridade, aponta a tendência de municípios com piores indicadores educacionais apresentarem também piores figuras de CPO-D. (BALDANI, *et. al.*, 2002, p. 755).

São inúmeros os trabalhos em odontologia que utilizam dados socioeconômicos correlacionando levantamentos epidemiológicos, poucos fazem a relação consumo de fluoreto, epidemiologia e dados socioeconômicos.

Como anteriormente citado a Geografia estuda as vulnerabilidades, geralmente, relacionada a capacidade da população de lidar frente a exposições e pressões do ambiente.

Entende-se o consumo de fluoretos via água como um suporte as vulnerabilidades socioeconômicas, populações com menor grau de instrução e menor rendimento mensal, geralmente tem maiores propensões à prevalência de cárie.

Por meio destas observações, preparou-se informações espaciais pertinentes ao analfabetismo e renda na regional, como suporte ao estudo das vulnerabilidades ligadas ao baixo consumo de fluoreto.

Para uma determinação dos espaços mais vulneráveis ao baixo consumo de fluoreto, utilizou-se metodologias conhecidas para mapeamento de variáveis espaciais do Censo 2010. Esse trabalho limitou-se a duas variáveis e a posterior ponderação dessas, sendo que as variáveis escolhidas foram analfabetismo e renda, isto devido a literatura epidemiológica sobre as condicionantes sociais e saúde bucal.

Foram calculados dados percentuais e mapeados por setor censitário, onde a sobreposição dos dados com de superposição ponderada de mapas permitiu um resultado final, indicando áreas mais ou menos vulneráveis socialmente.

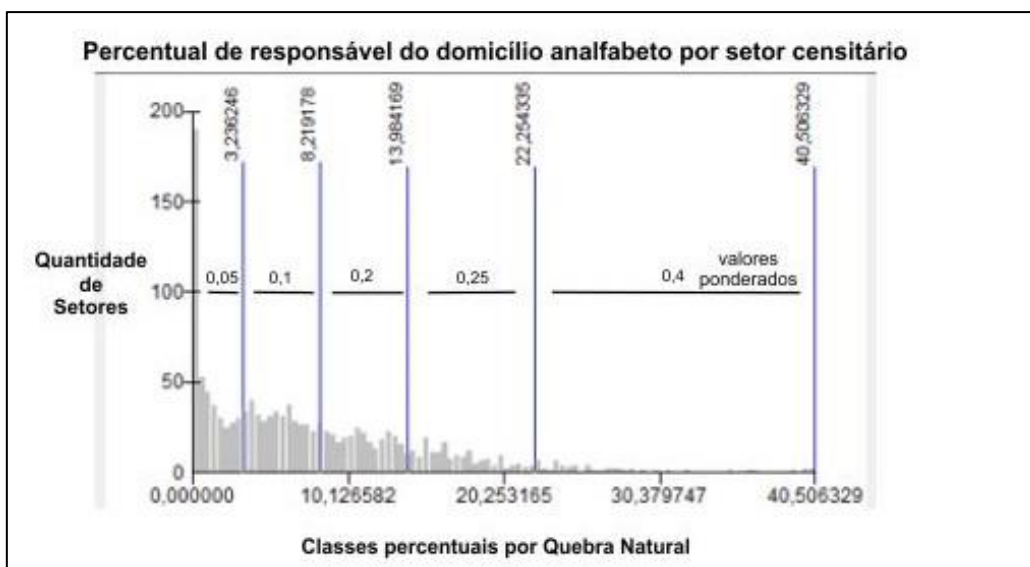
8.4.4 Analfabetismo

Em relação ao analfabetismo o maior valor percentual encontrado em um setor censitário foi de 40,5%, ou seja, naquele limite setorial a cada 100 domicílios 40,5 tinham indivíduos analfabetos como responsáveis. Segundo Lima (2013) “dados referentes aos responsáveis pelo domicílio são importantes na identificação de vulnerabilidade pelo fato desses responsáveis serem a centralidade da família em questão, sendo assim, as suas fragilidades influenciam a todos.” (LIMA, p. 38, 2013).

Assim, considerou-se para ponderação que quanto mais domicílios com responsáveis analfabetos maior é a vulnerabilidade desse setor, consequentemente um maior valor ponderado.

Como pode ser analisado na Figura 8.27, a frequência de setores censitários predomina nas classes com menores índices de analfabetos responsáveis, ainda assim há uma considerável frequência de setores acima de 13,9%.

FIGURA 8.27 – HISTOGRAMA DA FREQUÊNCIA DE SETORES CENSITÁRIOS POR CLASSES PERCENTUAIS E VALORES PONDERADOS POR CLASSE PERCENTUAL DE RESPONSÁVEIS ANALFABETOS

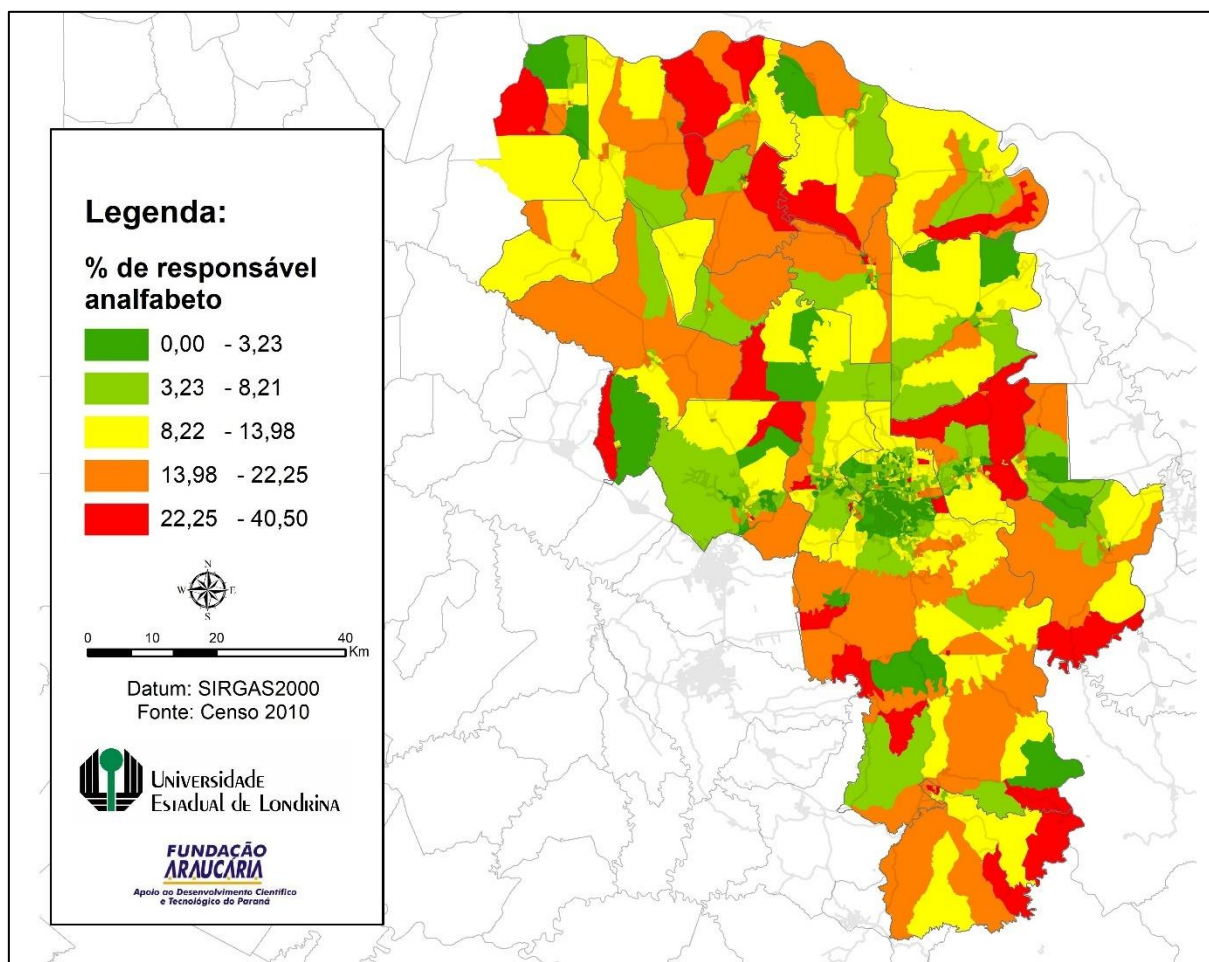


A visualização dos dados espacializados por setores censitários estão dispostos na Figura 8.28, onde se verifica que os valores com classes mais baixas, ou seja, menores índices de analfabetos, estão presentes de forma constante no eixo de centralidade urbana conurbada entre Rolândia e Ibiporã, com a ocorrência de setores maiores percentuais em regiões periféricas, principalmente na transição entre Cambé/Londrina e Londrina/Ibiporã.

Assinalam-se altos valores perceptíveis em setores rurais, cuja extensão territorial maior, indica um vazio populacional, considerando que a delimitação territorial dos setores censitários leva em conta a quantidade de população nesses percebe-se um maior índice de responsáveis analfabetos.

De acordo com o IBGE, em média 13,3% dos responsáveis por domicílio em áreas rurais eram analfabetos, em áreas urbanas essa proporção é de 6,8%, proporcionalmente há mais domicílios em áreas rurais que tem como centralidade familiar indivíduos analfabetos, indicando uma maior vulnerabilidade. Sabe-se, via levantamentos supracitados, que as áreas rurais dependem mais das condicionantes naturais da água no contexto da 17RS e que predominantemente as fontes naturais são pouco ricas em fluoreto.

FIGURA 8.28 – MAPA DO PERCENTUAL DE DOMICÍLIOS COM RESPONSÁVEL ANALFABETO POR SETOR CENSITÁRIO – CENSO 2010

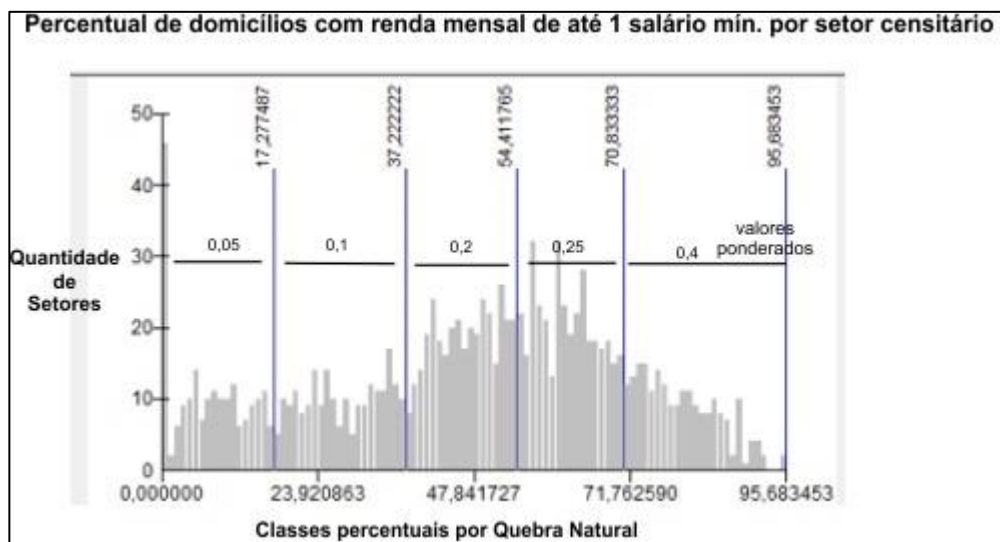


8.4.5 Renda mensal

A renda é um importante indicativo de vulnerabilidade pois “em uma sociedade urbana, [...] tem papel preponderante no acesso aos bens de consumo e serviços o que a torna a principal variável no compilado de dados para a identificação de Vulnerabilidade Social”. (LIMA, p. 40, 2013).

A Figura 8.29 demonstra a divisão de classes dos percentuais dos domicílios com renda até 1 salário mínimo (IBGE, 2010), de acordo com a classificação por quebras naturais, onde se verifica uma maior frequência de setores censitários com 37,2 a 70,8% da população que vivem nessa faixa de renda em 2010. Estão evidentes, também, os valores ponderados utilizados para o cálculo de vulnerabilidade social.

FIGURA 8.29 – HISTOGRAMA DA FREQUÊNCIA DE SETORES POR CLASSES PERCENTUAIS E VALORES PONDERADOS DE DOMICÍLIOS COM RENDA MENSAL DE ATÉ 1 SÁL. MÍNIMO

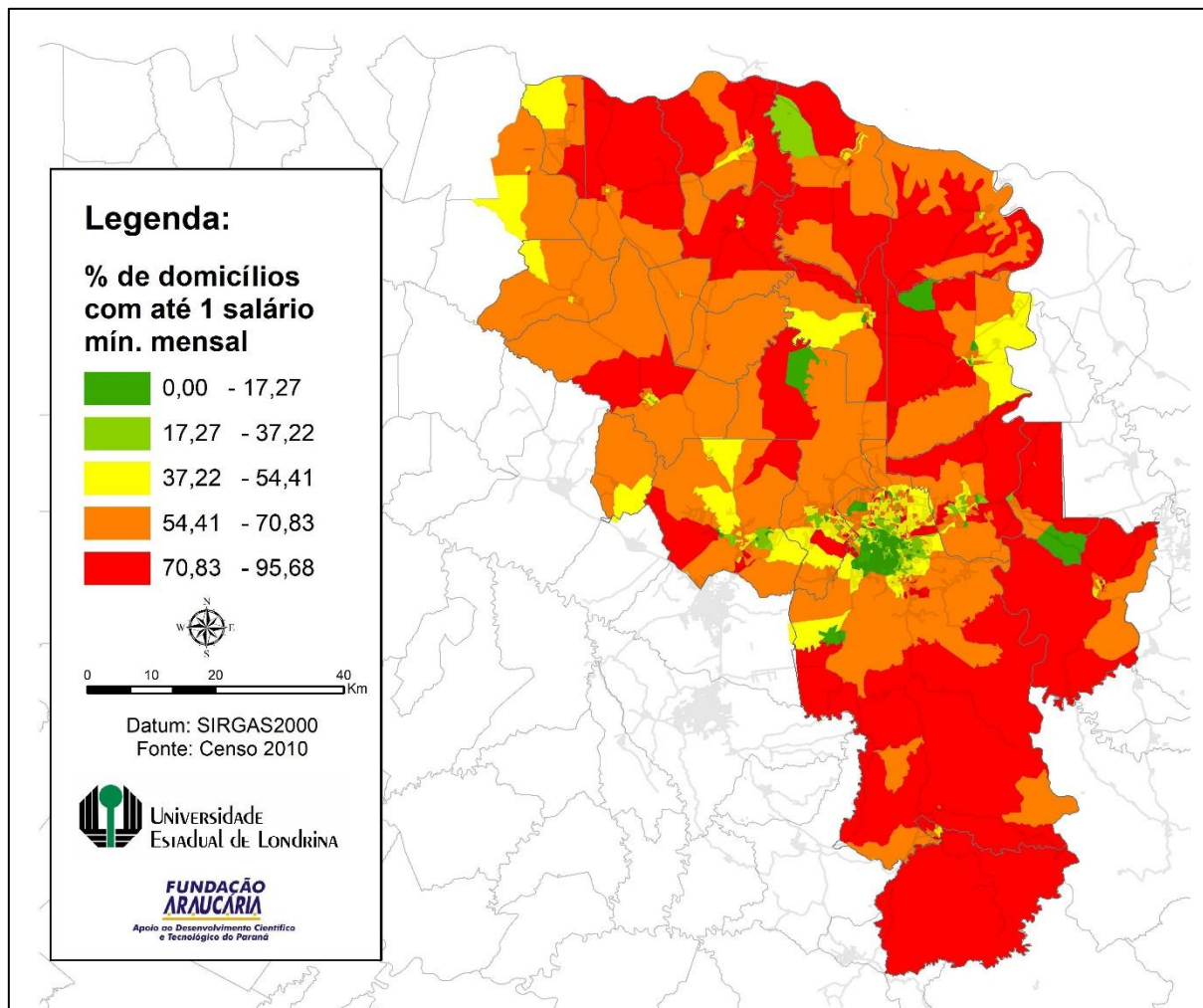


Novamente é perceptível no mapa da Figura 8.30, que o eixo de centralidade urbana na regional detém menor quantidade de setores censitários com alto percentual de famílias que vivem na faixa de renda até 1 salário mínimo, principalmente a área urbana de Londrina em sua região central, com poucas ocorrências de altos percentuais.

Outro fato relevante é a espacialização de setores com maiores percentuais entre as áreas de junção das malhas urbanas conurbadas, indicando que a população que habita essas regiões é mais vulnerável, comparadas com as regiões urbanas centrais, de Cambé, Londrina, Rolândia e Ibiporã.

É também perceptível no mapa uma grande quantidade de setores com altos percentuais e grande extensão territorial na regional, o que indica que setores com menor densidade demográfica tem proporcionalmente mais pessoas vivendo com até um salário mínimo. Em média 67,4% das famílias na área rural vivem com até 1 salário mínimo. Nas áreas urbanas essa proporção é de 43,62% de acordo com o levantamento realizado.

FIGURA 8.30 – MAPA DO PERCENTUAL DE DOMICÍLIOS COM RENDA ATÉ 1 SÁL. MÍNIMO POR SETOR CENSITÁRIO – CENSO 2010



8.4.6 Vulnerabilidade

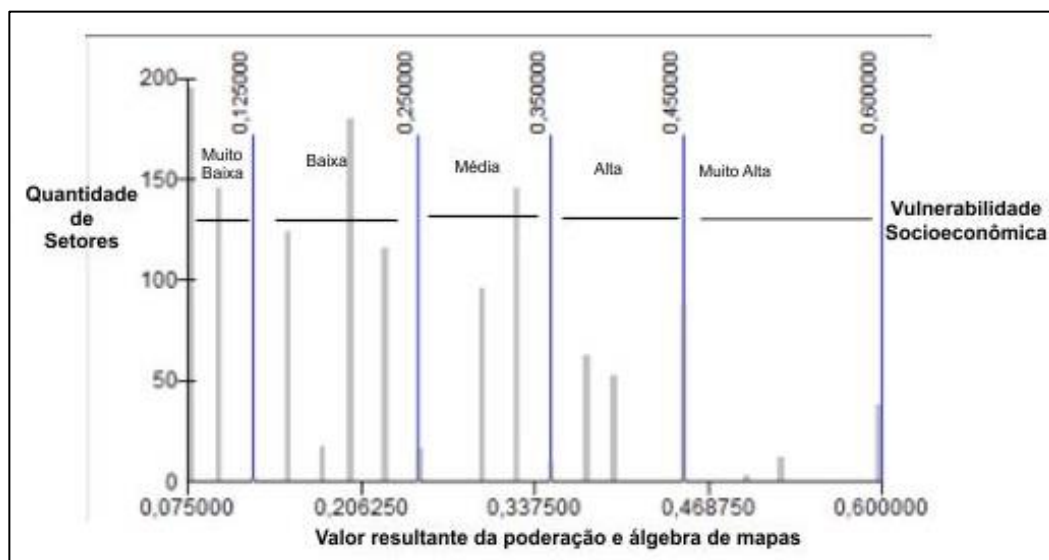
Os dados socioeconômicos apresentados foram cruzados via álgebra de ponderada de mapas, resultando no mapa de vulnerabilidade social para renda e alfabetização dos responsáveis.

Dessa forma, se considera a literatura epidemiológica sobre as condicionantes sociais com importante influência na prevalência da cárie, que indicam forte correlação negativa entre índices de CPO-D e renda e correlação positiva com analfabetismo. Pode-se inferir que essa junção entre renda e analfabetismo, são indicadores de vulnerabilidade socioeconômica para cárie.

Destacado isso, a Figura 8.31, demonstra a frequência de setores censitários por grau de vulnerabilidade aferido por meio da sobreposição ponderada dos valores, onde se verifica que há uma frequência de setores maiores entre as classes

Muito baixa e Média vulnerabilidade, muito por conta da classificação obtida para o eixo de aglomeração urbana, considerando que Cambé, Iporã, Londrina e Rolândia totalizam cerca de 77% dos setores censitários da regional,

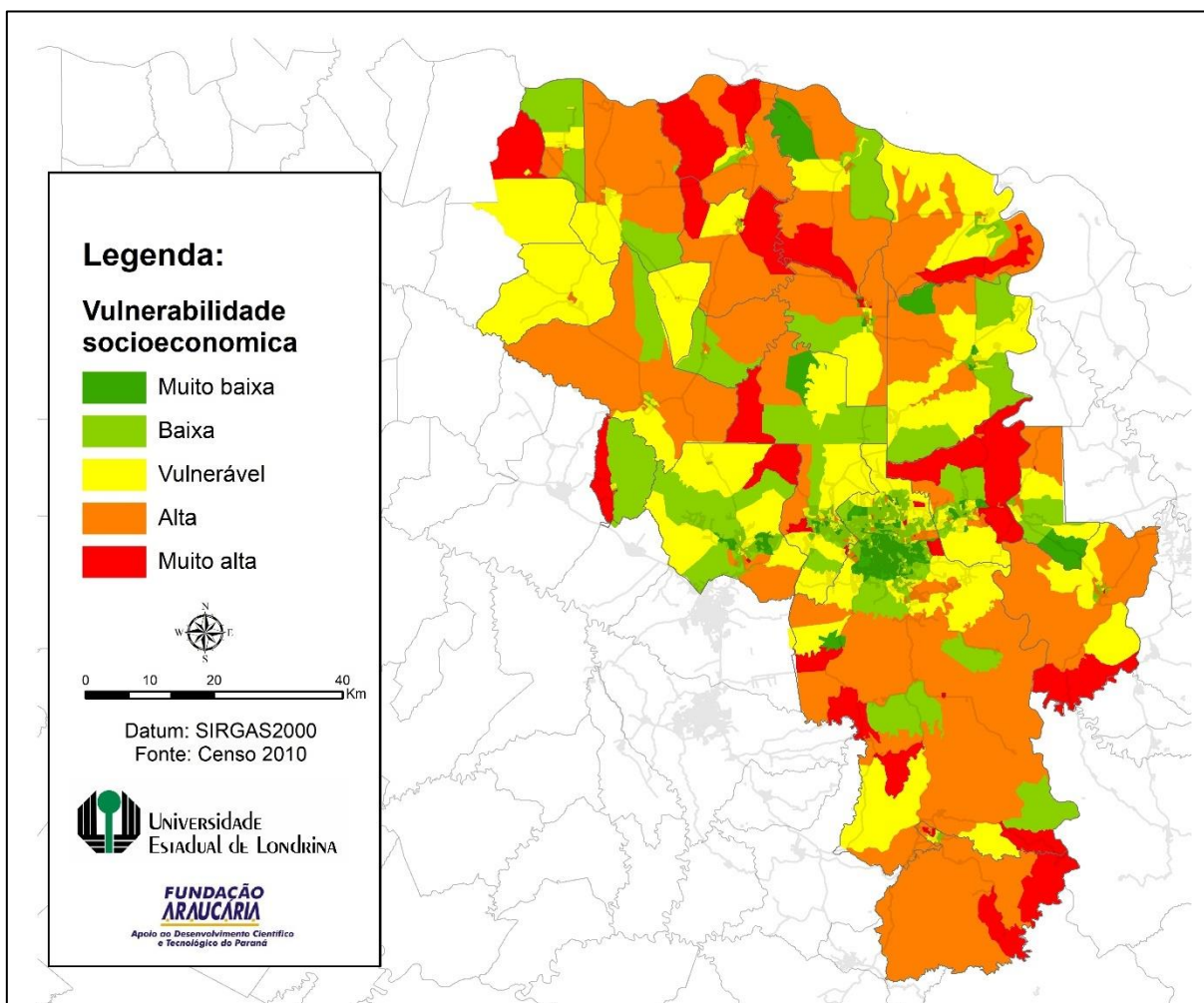
FIGURA 8.31 - HISTOGRAMA DA FREQUÊNCIA DE SETORES POR GRAU DE VULNERABILIDADE SOCIOECONÔMICA NA 17RS



A Figura 8.32, possibilita a visualização da espacialização da vulnerabilidade socioeconômica aferida com a sobreposição dos dados apresentado. Como consequência dos dados apresentados sobre renda e analfabetismo, nos setores das áreas de conurbação urbana a vulnerabilidade aferida para esses varia entre alta a muito alta.

Outra observação espacial no mapa de vulnerabilidades é no tocante a setores com maior extensão territorial variarem principalmente entre alta e muito alta vulnerabilidade, esses setores são principalmente áreas rurais, que não detêm formas de abastecimento com tratamento de água e geralmente consomem água *in natura*.

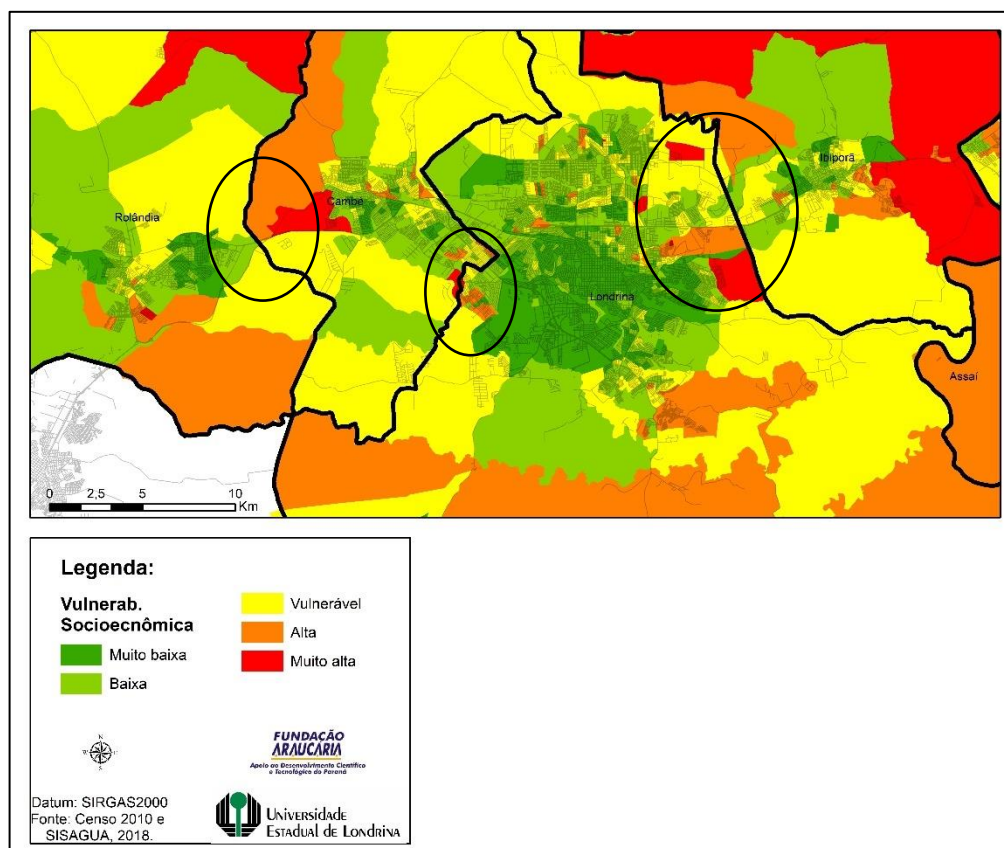
FIGURA 8.32 – MAPA DE VULNERABILIDADE SOCIOECONOMICA DA 17RS



A Figura 8.33 representa a vulnerabilidade no eixo de aglomeração urbana em uma escala de maior detalhe, as áreas destacadas com um círculo representam as áreas de conurbação urbana entre Rolândia/Cambé/Londrina/Ibiporã.

Se comparadas com outras áreas há um padrão que se difere, determinando que as áreas de junção das malhas urbanas conurbadas são mais vulneráveis se comparadas com as centralidades. Cabe destacar que há também um padrão espacial de classes mais vulneráveis nas regiões periféricas ao norte e sul de Londrina a oeste de Rolândia e leste de Ibiporã

FIGURA 8.33 – MAPA DA VULNERABILIDADE SOCIOECONÔMICA NO EIXO DE AGLOMERAÇÃO URBANA DA 17RS



8.5 Espaços de vulnerabilidade socioeconômica e riscos a cárie pelo baixo consumo de fluoretos em SAA

Os índices de vulnerabilidade socioeconômica podem indicar populações potencialmente mais expostas aos problemas de saúde, como os ocasionados pela cárie. A fluoretação em sistema de abastecimento é a principal forma de consumo coletivo de fluoretos, sendo importante para populações que não detêm possibilidades de outro tipo de consumo, sendo que essa popularização se mostrou uma medida efetiva de saúde coletiva e há fortes evidências de sua correlação com a diminuição dos índices de cárie na sociedade atual.

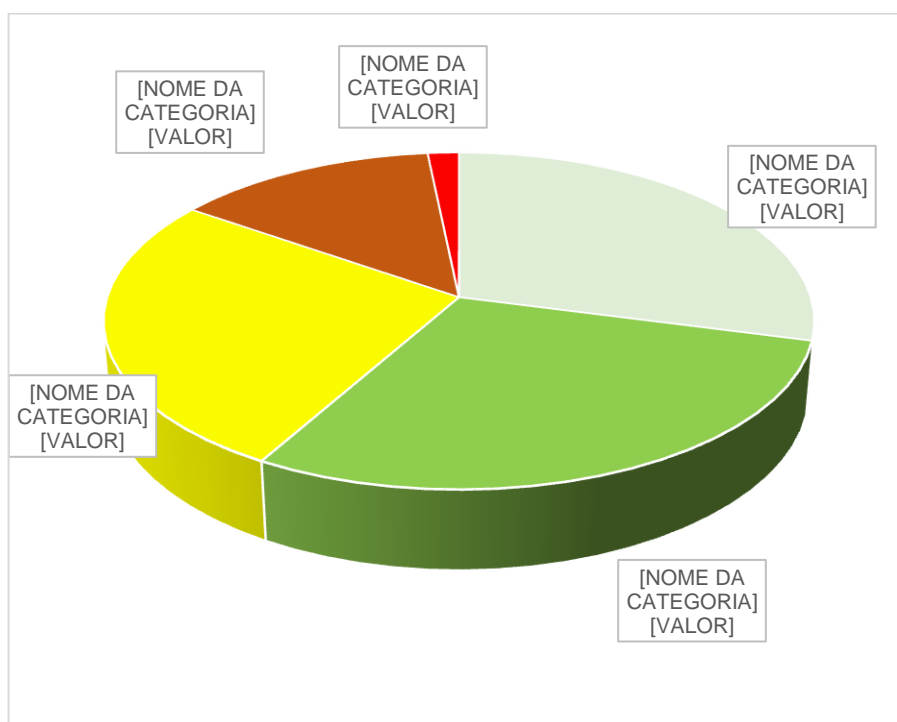
Os dados espacializados em setores censitários, para o consumo de fluoretos em SAA e vulnerabilidade socioeconômica foram sobrepostos por ponderação das classes, assim como o realizado para indicar as áreas de vulnerabilidades. Resultando mapas com a classificação do risco potencial ao desenvolvimento de cárie. As áreas mais vulneráveis e que consomem menor quantidade de fluoreto nos

SAA, são as que detêm menos capacidade de prevenção a cárie, o que aqui é considerado um risco potencial.

Ao todo foram analisados 739 setores censitários urbanos, todos tiveram ao menos 1 amostragem realizada pela ANVISA no período de análise, a pontuação aferida com a ponderação de valores foi dividida em atributos qualitativos que indicam o nível de risco a cárie em cada um desses.

Em proporção por setores censitários as classes de risco com maior frequência foi Baixa (29,09%) e Muito Baixa (29,09%), principalmente por conta da quantidade de setores nessas classes no município de Londrina, 270 setores no município estão nessa faixa de classe. São seguidas em ordem de ocorrência as classes classificadas como Médio (26,52%), Alto (13,67%) e Muito Alto (1,62%), cuja a divisão proporcional das classes por setores podem ser verificados no gráfico da Figura 8.34.

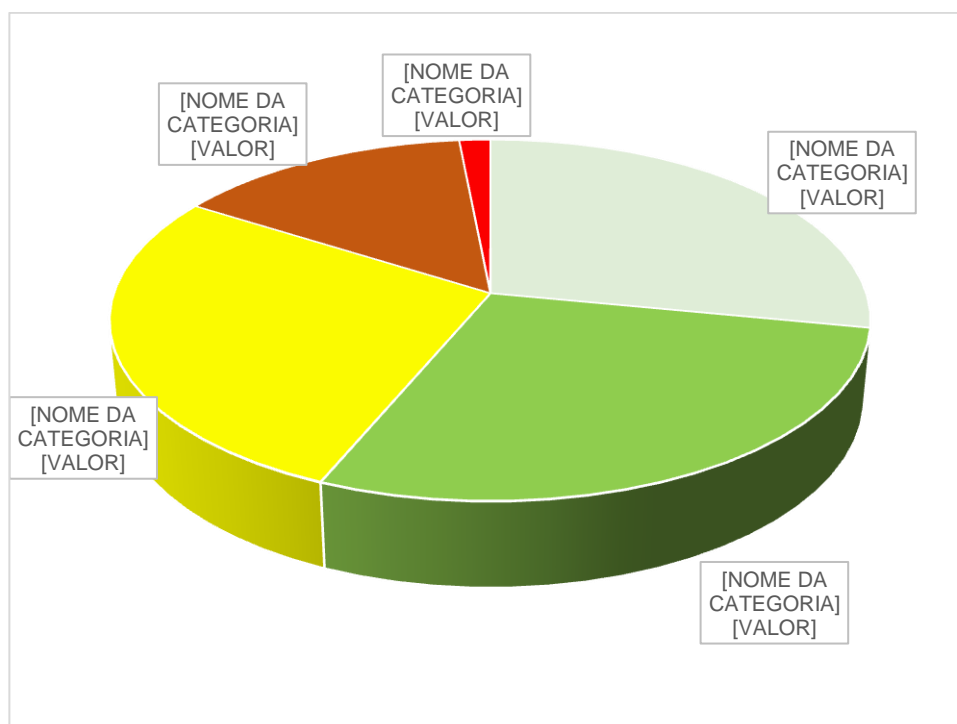
FIGURA 8.34 - GRÁFICO PERCENTUAL DE SETORES POR CLASSES DE VULNERABILIDADES E RISCOS A CÁRIE NA 17RS



Em termos demográficos a análise realizada cobriu 620.176 habitantes que vivem em áreas urbanas da regional, de forma relativa à maioria da população analisada encontra-se em áreas de Baixo ou Muito Baixo Risco (56,35%), mais de

um quarto vive em área de Médio risco a cárie (27,6%) e a minoria da população encontra-se em áreas de risco Alto e Muito Alto (16%). Por outro lado, o percentual de população analisada por classes de vulnerabilidades e riscos se encontra no gráfico da Figura 8.35.

FIGURA 8.35 - GRÁFICO PERCENTUAL DE HAB. POR CLASSE DE VULNERABILIDADES E RISCOS A CÁRIE NA 17RS



Ao se analisar por municípios e setores por classes de risco, Londrina destaca-se como aquele com mais setores na classe Muito baixo (46,15%) seguida por Rolândia (30%). Esses municípios se encontram no eixo de aglomeração urbana e tiveram uma grande quantidade de amostras com maior teor de concentração acima de 0,8 mg/L, sendo uma observação importante para o alinhamento do índice pois os municípios com maior consumo médio de fluoretos consequentemente são os com menores risco a cárie, mas apresentam uma maior propensão a fluorose dentária.

Na classe de Baixo risco os municípios proporcionalmente com mais setores foram Ibiporã (34,48%) e Cambé (41,67%), sabe-se que Ibiporã é a cidade com maiores médias de concentração de fluoretos em SAA para o período. Outros municípios que vale mencionar são Rolândia (41,67%) e Londrina (30,77%), todos

no eixo de aglomeração urbana, indicando que nesses municípios há menor vulnerabilidade e a fluoretação praticada é boa para controle da cárie, restando compreender qual o comportamento da fluorose nesses municípios.

Na classe de risco Médio sobressaem Guaraci (100%) e Lupionópolis (83,33) que apesar de consumirem em média teores de fluoreto em SAA indicados para a regional, o nível de risco a cárie aferido é Médio, pela condicionante socioeconômica que varia entre Vulnerável e Alta Vulnerabilidade. Também com grande percentual nessa faixa de risco está Cafeara, Guaraci, Centenário do Sul, Jaguapitã, Porecatu e Tamarana, todos municípios menos populosos e fora do eixo de aglomeração urbana.

Alvorada do Sul (62,5%), Jataizinho (61,5%) e Prado Ferreira (50%) são os municípios com maior proporção de setores na faixa de risco Alto. No caso de Alvorada do Sul e Prado Ferreira os índices médios de fluoreto aferidos no período esteve entre os mais baixos da regional.

Os municípios com mais setores censitários na classe de risco Muito Alto, foram Prado Ferreira e Miraselva, em consequência dos baixos teores médios de consumo de fluoreto. Segundo a amostragem da ANVISA, os dois municípios não tiveram nenhuma ocorrência de amostra fluoretada. Prado Ferreira, ainda apresentou algumas amostras com teores de fluoretos naturalmente enriquecidos, evidenciado também nas análises de água *in natura*.

A Tabela 8.6 detalha os percentuais de setores censitários por classe de risco e vulnerabilidade, assinala que Londrina com setores predominantes em Muito Baixo e Baixo, acaba elevando o percentual geral (Figura 8.34) de setores nessa condição, ainda cabe o destaque para os municípios do eixo de aglomeração urbana em comparação com o restante dos municípios, Rolândia, Cambé, e Ibiporã apresentam proporcionalmente mais setores nas classes entre Muito Baixo a Médio risco, evidenciando uma diferença regional entre esses municípios e o restante.

TABELA 8.6 – PERCENTUAL DE SETORES CENSITÁRIOS POR MUNICÍPIO E NIVEIS DE RISCO A CÁRIE NA 17RS

MUNICÍPIO	Muito Baixo	Baixo	Médio	Alto	Muito Alto
ALVORADA DO SUL	-	-	37,50	62,50	-
ASSAÍ	-	31,25	43,75	25,00	-
BELA VISTA DO PARAÍSO	6,25	18,75	37,50	37,50	-
CAFEARA	-	-	66,67	33,33	-

CAMBÉ	15,74	41,67	35,19	7,41	-
CENTENÁRIO DO SUL	-	-	72,73	27,27	-
FLORESTÓPOLIS	7,69	7,69	46,15	38,46	-
GUARACI	-	-	100,00	-	-
IBIPORÃ	20,69	34,48	29,31	13,79	1,72
JAGUAPITÃ	-	15,38	53,85	23,08	7,69
JATAIZINHO	7,69	15,38	15,38	61,54	-
LONDRINA	46,15	30,77	13,11	8,55	1,42
LUPIONÓPOLIS	-	16,67	83,33	-	-
MIRASELVA	-	-	-	-	100,00
PITANGUEIRAS	-	33,33	33,33	33,33	-
PORECATU	8,33	16,67	58,33	16,67	-
PRADO FERREIRA	-	-	33,33	50,00	16,67
PRIMEIRO DE MAIO	-	18,18	36,36	45,45	-
ROLÂNDIA	30,00	31,67	30,00	6,67	1,67
SERTANÓPOLIS	13,33	20,00	53,33	13,33	-
TAMARANA	-	12,50	50,00	37,50	-

As figuras de Figura 8.36 a Figura 8.38, demonstram a espacialização dos índices de risco e vulnerabilidade a cárie, nas sedes urbanas dos 21 municípios, onde se pode averiguar muitos padrões de distribuição. No eixo de aglomeração urbana concentram-se classes mais baixas de risco, exceto para as regiões de conurbação urbana e região sul de Londrina, que assim como para a vulnerabilidade são classificados como áreas de maior risco a cárie comparadas com as regiões mais centrais do município. Os municípios com maiores índices de risco na regional são Prado Ferreira e Miraselva, com o predomínio das classes mais altas de Risco por causa da falta de fluoretação, confirmando os padrões elencados anteriormente.

FIGURA 8.36 - ESPAÇOS DE VULNERABILIDADES E RISCO A CÁRIE NO EIXO CONURBADO DA 17RS

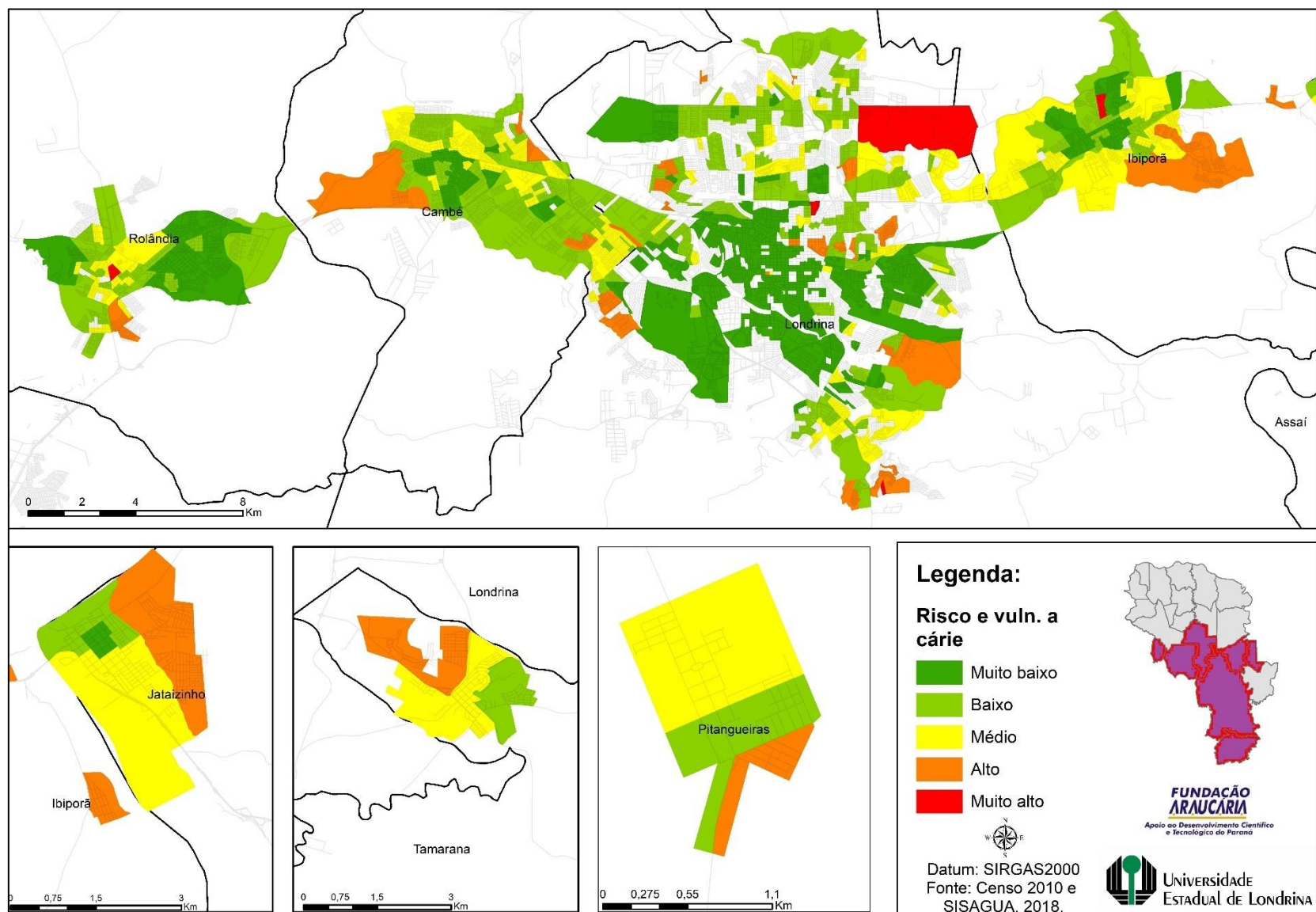
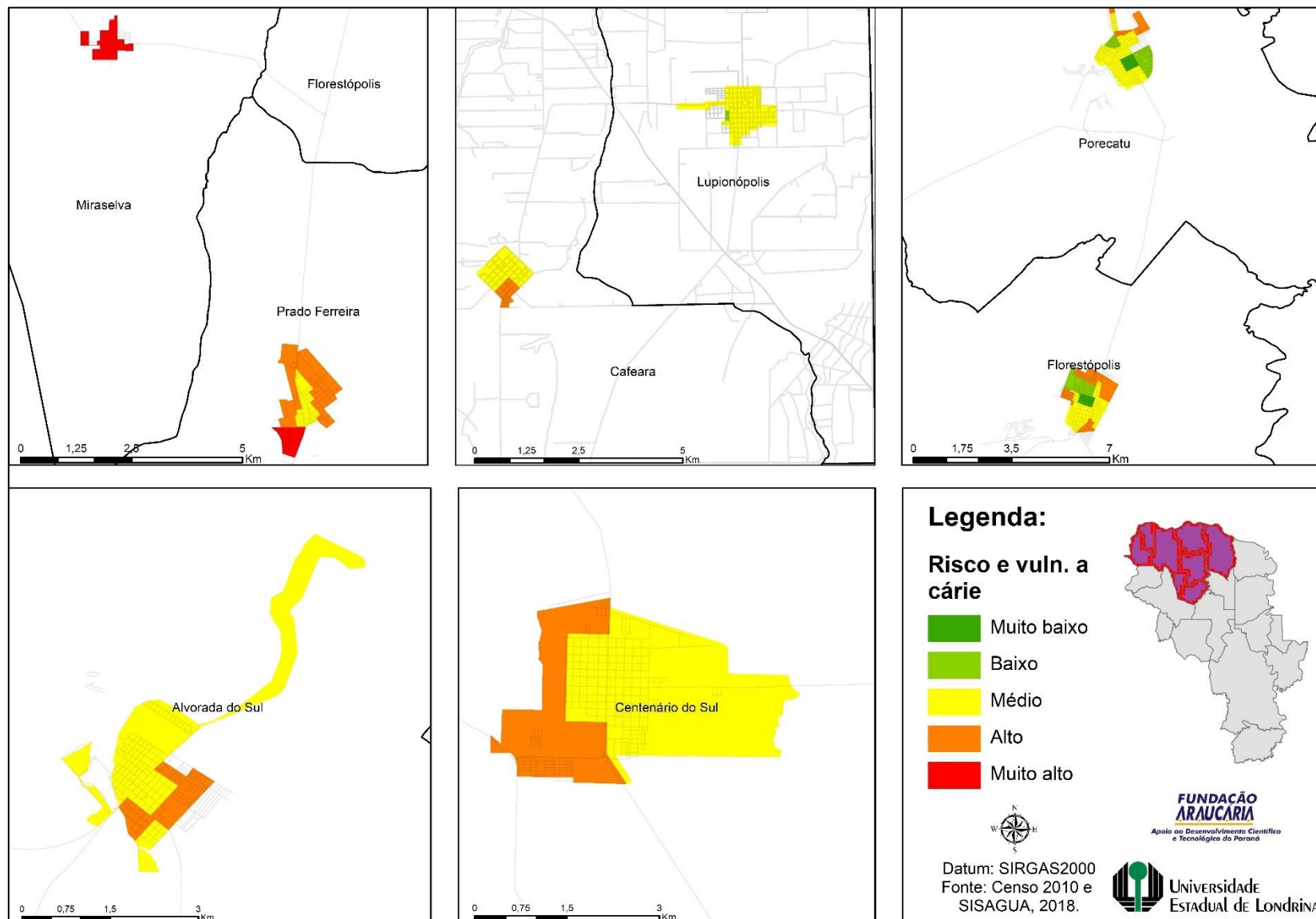


FIGURA 8.37 - ESPAÇOS DE VULNERABILIDADES E RISCO A CÁRIE EM MUNICÍPIOS DO CENTRO- OESTE DA 17RS.



FIGURA 8.38 ESPAÇOS DE VULNERABILIDADES E RISCO A CÁRIE EM MUNICÍPIOS DO NOROESTE DA 17RS.

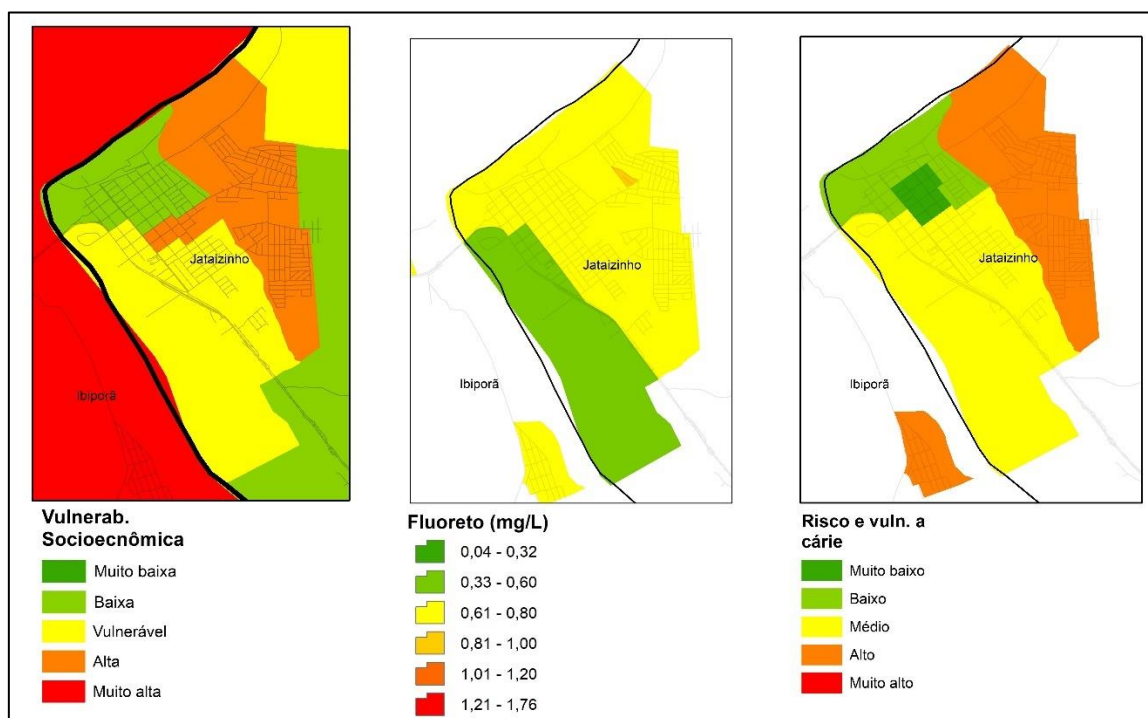


Em Jataizinho, o contexto que permeia o resultado da classificação de risco merece destaque, pois há uma relação de proporção entre níveis de fluoreto praticado no abastecimento e o índice de vulnerabilidade. A área urbana pode ser dividida em diferentes regiões de vulnerabilidade, uma classificada como Alta, outra Vulnerável e uma terceira com Baixa Vulnerabilidade.

No comparativo com os níveis de fluoretação praticada no SAA, conforme Figura 8.39, percebe-se níveis de fluoretação mais altos na região urbana mais vulnerável. Como resultado, parte da região com maior vulnerabilidade socioeconômica passa no cálculo de risco a cárie para nível Médio, compensando o grau de vulnerabilidade pela fluoretação.

A fluoretação maior no bairro com maiores índices de vulnerabilidade, pode ser essencial para uma maior efetividade do controle a cárie, sendo o contexto socioeconômico uma condicionante relevante nos índices de incidência de cárie, como anteriormente mencionado.

FIGURA 8.39 – COMPARATIVO ENTRE OS DADOS DE VULNERABILIDADE, CONCENTRAÇÃO MÉDIA DE FLUORETO EM SAA E ÍNDICE DE VULNERABILIDADES E RISCO A CÁRIE NA CIDADE DE JATAIZINHO.



8.6 Levantamentos *in loco*

Ao todo foram coletadas e analisadas para fluoreto 153 amostras de água de consumo nos 21 municípios da regional, apesar de um universo bem menor de amostras se comparadas com o SISAGUA, pode-se evidenciar algumas semelhanças em hipóteses levantadas com as análises demonstradas anteriormente.

Em relação à água natural, o banco de dados do SISAGUA, indicou que as fontes naturais utilizadas para consumo, em geral, são pouco ricas em fluoretos, exceto em casos isolados como os constatados nos municípios de Londrina, Assaí, Rolândia, Jataizinho e Bela Vista do Paraíso. Dessa maneira entende-se que a água naturalmente é pouco rica em fluoreto e seu consumo não contribui ao combate a cárie na regional.

Das amostras coletadas *in loco*, 29,41% são oriundas de fontes de água bruta, dessas 95,56 % das amostras tiveram concentração de fluoretos abaixo de 0,6 mg/L, o que corrobora com a hipótese de que naturalmente as águas naturais da regional são pouco ricas. As outras 4,44% estavam acima do valor de referência e com teores fora do valor permitido para consumo de 1,5 mg/L indicado pelo MS.

As amostras acima de 1,5 mg/L, não indicadas para consumo conforme a Portaria de Consolidação nº 5 do MS, foram encontradas em duas fontes em áreas rurais, uma em Jataizinho (2,56 mg/L) e outra em Assaí (4,51 mg/L), ambas oriundas poços tubulares. As duas cidades também foram indicadas no SISAGUA, como áreas com amostras acima do valor de referência utilizado para o trabalho e acima do permitido para o consumo.

Os dados dispostos na Tabela 8.7, determinam um teor médio de 0,21 mg/L encontrado nas amostras naturais dos levantamentos realizados pela presente pesquisa, o teor máximo encontrado foi de 4,51 mg/L como mencionado no município de Assaí, sendo muito acima do teor mínimo de 0,01 mg/L encontrado. Nenhuma das amostras analisadas para água bruta estavam dentro do valor de referência utilizado para o presente trabalho.

TABELA 8.7 - TEOR MÉDIO, MÍNIMO E MÁXIMO DE FLUORETO ENCONTRADO EM ÁGUA BRUTA EM LEVANTAMENTOS *IN LOCO* NA 17RS

Média de Fluoreto	Máx. de Fluoreto	Mín. de Fluoreto	Desvio padrão (mg/L)
-------------------	------------------	------------------	----------------------

0,21	4,51	0,01	0,76
------	------	------	------

No tocante às amostras de água tratada coletadas, predominaram aquelas com teores dentro do valor de referência, sendo que 40,74% tinham teores dentro do intervalo de referência, 37,04% abaixo e 22,22% acima de 0,8 mg/L. Ressalta-se que esse foi o retrato encontrado no período de coleta *in loco*, que compreende o mês de julho de 2018.

Os valores proporcionais averiguados no levantamento *in loco* não condizem com os teores de fluoretos das amostras do SISAGUA, esses indicaram que proporcionalmente a água tratada na regional, entre os anos de 2014 e 2018, predominaram teores acima do valor de referência, com frequentes oscilações nos SAA.

O que pode explicar essa diferença proporcional são as oscilações observadas nos dados do SISAGUA, pois as coletas *in loco* ficam prejudicadas pela diferença do intervalo temporal realizado pela ANVISA, o que implica na importância da frequente supervisão realizada pela vigilância sanitária nas fontes de consumo de água.

A Tabela 8.8, dispõe os teores médios, máximos e mínimos encontrados em água tratada nas coletas *in loco*, sendo que as amostras com teores mais altos de fluoreto foi no município de Cafeara (2,12 mg/L) e Florestópolis (1,2 mg/L), sendo que para Cafeara o teor encontra-se também acima do permitido para consumo humano.

TABELA 8.8- TEOR MÉDIO, MÍNIMO E MÁXIMO DE FLUORETO ENCONTRADO EM ÁGUA TRATADA EM LEVANTAMENTOS *IN LOCO* NA 17RS

Média de Fluoreto	Máx. de Fluoreto	Mín. de Fluoreto	Desvio padrão (mg/L)
0,61	2,12	0,02	0,34

O trabalho *in loco*, diferente do realizado pela VS, procurou identificar o administrador da fonte de água coletada, sendo assim, foi possível analisar as concentrações de fluoreto para cada administrador e realizar um comparativo entre essas.

Dessa forma, os dados indicaram uma possibilidade de as autarquias municipais oferecerem geralmente água à população com baixos teores de fluoreto. A Tabela 8.9, demonstra que 53,4% das amostras coletadas de autarquias

municipais fluoretadas com baixos teores de concentração de fluoreto, estavam abaixo do índice de 0,6 mg/L, enquanto as amostras da SANEPAR somente 15,25% e 91,3% para as fontes com administração particular.

Foi averiguado que algumas autarquias municipais não realizam fluoretação, onde a fonte de abastecimento dessas predominantemente são poços tubulares, que comumente só recebem cloração para serem fornecidas à população. Talvez essa possa ser uma justificativa para esse padrão encontrado na regional.

Observou-se também que a SANEPAR teve proporcionalmente mais amostras acima de 0,8 mg/L de fluoreto, o que indica que a companhia opera de modo a dosar excessivamente seu produto final. Os dados dos índices de fluoretos por faixa de concentração realizadas nas administradoras dos SAA podem ser verificados na Tabela 8.9.

TABELA 8.9 – ÍNDICE DE FLUORETOS EM AMOSTRAS COLETADAS EM ÁGUA TRATADA POR ADMINISTRADOR DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO.

Administração	Amostras	%
SANEPAR (mg/L)	59	38,56
acima de 0,8	19	32,20
abaixo de 0,6	9	15,25
Entre 0,6-0,8	31	52,54
Municipal (mg/L)	43	28,10
acima de 0,8	4	9,30
abaixo de 0,6	23	53,49
Entre 0,6-0,8	16	37,21
Particular (mg/L)	46	30,07
acima de 0,8	3	6,52
abaixo de 0,6	42	91,30
Entre 0,6-0,8	1	2,17

9. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Tomando por base os conceitos teóricos de saúde pública, os dados aqui expostos e analisados, as visitas e coletas *in loco* na regional de saúde, a experiência criada na interação com os técnicos da ANVISA e odontólogos

integrantes do projeto, considera-se algumas sugestões para a **gestão da qualidade da água e prevenção a cárie e fluorose na 17RS**.

A ação de vigilância da água na regional é realizada pela ANVISA e pelos técnicos municipais, com a análise de fluoretos realizada em parceria com a UEL. A coleta é realizada pelos técnicos municipais, respeitando um plano de amostragem realizado anualmente, nesse plano existem metas de coleta a serem cumpridas, para área rural e urbana, alguns testes para parâmetros da qualidade da água são realizados no momento da coleta, como teste de turbidez e cloro, a orientação é que seja realizado a coleta das coordenadas geográficas nessa etapa.

Verificou-se que nem todos os municípios realizam o procedimento de coleta das coordenadas, esta investigação apontou que cerca de 85,2% das informações sobre as coletas não houveram indicação de localização geográfica entre os anos de 2014 e 2018. O contato realizado em campo com os técnicos da VS demonstrou que nem todos os municípios detêm um receptor de GPS para aferir a localização.

O geoprocessamento das informações se mostrou fundamental para apontamento de áreas e população exposta por diferentes níveis de fluoreto, trabalho esse que seria facilitado e muito mais amplo se a coleta e inserção dos dados no SISAGUA fossem realizadas a contento. Como exemplo, o município de Alvorada do Sul, não detinha nenhuma coleta georreferenciada que pudesse gerar informações espaciais sobre as condicionantes anormais em água natural.

Portanto, no que concerne a vigilância é necessário melhorar a coleta das informações espaciais, capacitar os técnicos municipais pelo menos a cada 4 anos, pois as mudanças de gestão e dos técnicos municipais são realizadas frequentemente a partir das eleições municipais. O acompanhamento desse serviço pode ser realizado por convênio ou projetos de pesquisa em parceria com a UEL, para o monitoramento constante dessas atividades. Uma outra proposta é a inserção da universidade na capacitação e consultoria à ANVISA; para manter uma qualificação dos profissionais tanto para a coleta de água como das informações adicionais.

Esta investigação evidenciou com os levantamentos que há fluoretação insuficiente em alguns municípios e em setores diferentes dentro das áreas urbanas, além do fato da água natural ser pouco rica em fluoreto, portanto a normatização é necessária, talvez essa eficácia possa ser verificada por levantamentos

epidemiológicos e a correlação com consumo de fluoreto na regional, aqui apresentada. Assinalaram-se também, municípios como Prado Ferreira e Miraselva que não fizeram fluoretação no período.

O marco inicial para a gestão dos fluoretos em água consumida seria a normatização sobre o mínimo e máximo de concentração a serem praticadas no Estado do Paraná, conforme visto, não há legislação que mensura um mínimo de concentração praticada. As legislações atuais referem-se somente ao limite máximo permitido, que é 1,5 mg/L, e não mencionam um mínimo. Dessa maneira, a água no Estado do Paraná, pode chegar a limites de até 1,5mg/L, mas não há qualquer menção quanto aos valores iniciais sugeridos, que podem ser próximos de 0 mg/L, por exemplo.

Existe ainda uma brecha nas normativas praticadas para as SACs, que determina na legislação somente a desinfecção de água provenientes deste tipo de sistema, não menciona a obrigatoriedade ou não de fluoretação, estando descrito na antiga Portaria 2.914 de 2011 da ANVISA, replicada para a Portaria de Consolidação nº 5 de 2017 em seu Anexo XX do Ministério da Saúde (BRASIL, 2017). Como verificado 96,17% das SAC amostradas pelo SISAGUA entre os anos de 2014 e 2018 eram da zona rural, essas também foram áreas mais vulneráveis no levantamento para vulnerabilidade socioeconômica.

Embora a ANVISA colete as informações sobre a qualidade da água, parte substancial dessas não são utilizadas no direcionamento de recursos para levantamentos sobre as condições da saúde bucal em determinadas localidades, apesar das grandes evidências que relacionam a inserção de fluoreto com a queda do CPO-D (CURY, 2001). Foram encontrados registros de levantamentos epidemiológicos somente nos municípios de Londrina, Ibiporã, Cambé e Rolândia, apesar da grande concentração populacional nesse eixo, não há conhecimento, por exemplo, em outros municípios com baixos teores médios de fluoreto no sistema de abastecimento.

Em contraponto outras localidades apontadas com maior risco pelo presente trabalho, não existe quaisquer levantamentos epidemiológicos, como o exemplo de Miraselva, onde segundo a análise realizada predomina a classe de risco Muito Alto, devido aos baixos teores de fluoreto do SAA e características socioeconômica. Ainda assim, não se encontra nenhum trabalho científico, levantamento

epidemiológico, ou políticas públicas para a melhoria ou análise da saúde bucal nesse município.

Esse fato leva a entender que não existe uma aproximação dos dados coletados sobre a qualidade da água e políticas públicas na área da saúde bucal, evidenciado pelas lacunas de conhecimento sobre a saúde bucal de populações expostas, a baixas ou altas concentrações de fluoreto, em determinados municípios da regional. O conhecimento epidemiológico e a relação com os dados de vulnerabilidade e riscos a cárie aqui apresentado, podem nortear o debate sobre a fluoretação e sua função social, além de apontar diferentes contextos socioeconômicos para levantamentos dessa natureza.

Como antecipado se registra uma grande quantidade de amostras coletadas na regional que não tiveram informações geográficas em contraponto à facilidade que os SIG e as ferramentas de geoprocessamento oferecem atualmente. O SISAGUA deveria valorizar mais essas informações, tornando sua inserção obrigatória para o cadastro de amostragens no sistema, assim, o técnico ao receber os resultados de sua amostragem, obrigatoriamente teria que ter as informações espaciais de cada amostra para sua inserção.

Outra possibilidade é uma interface que permita maior interação com os dados cadastrados, por exemplo, os planos amostrais geralmente dispõe coletas frequentes durante o ano nos mesmos locais, como escolas, hospitais e postos de saúde. Uma vez cadastrados com coordenadas aferidas poderiam em novas coletas terem a informação anexada, com a possibilidade de baixar os dados inseridos anteriormente.

Essas ações poderiam ser orientadas, além da ANVISA, por pesquisadores e professores da UEL, sendo necessária ações como as que foram realizadas pelo presente projeto de pesquisa, que visitou os 21 municípios da 17RS levando orientações e demonstrando a importância da coleta de dados e a eficácia das tecnologias no trabalho de amostragem e análise de problemas de saúde.

Em relação aos índices de risco e vulnerabilidade há muitas pesquisas no âmbito da Geografia que trabalham com dados socioeconômicos, como renda, trabalho, características dos domicílios entre outros. Nesses são pouco utilizados dados sobre a qualidade da água relacionado com condicionantes socioespaciais

que possam determinar áreas de vulnerabilidade e risco. O trabalho aqui apresentado contribui na evolução dessa discussão com uma proposta para utilização dos dados da qualidade da água, com os teores de fluoreto como base, em uma discussão sobre áreas de vulnerabilidades e risco a cárie e fluorose dentária.

Os procedimentos realizados para mapeamento das áreas de vulnerabilidades e risco a cárie evidenciaram algumas especificidades geográficas da regional, onde os municípios do eixo de aglomeração da regional (Ibiporã, Londrina, Cambé e Rolândia) apresentaram classes mais baixas de risco. As áreas de conurbação urbana entre esses apresentaram setores com maior risco e vulnerabilidade a cárie, o que se leva a entender que as populações que vivem em áreas de junção das malhas urbanas conurbadas estão mais sujeitas à maiores médias do índice CPO-D (Dentes cariados, perdidos ou obturados).

A população residente em áreas rurais, também está mais exposta ao desenvolvimento de cáries se comparadas às áreas urbanas na regional por vários fatores aqui identificados. Essa fatia da população consome geralmente água com baixos teores naturais de fluoreto, sendo que, os levantamentos demonstraram que as fontes de água naturais utilizadas na regional, exceto em casos isolados, são naturalmente pouco ricas em fluoreto. Ainda cabe ressaltar, que os índices de analfabetismo e população com renda média abaixo de 1 salário mínimo são altos nessas áreas.

Os municípios de Prado Ferreira, Alvorada do Sul e Miraselva são os que proporcionalmente tiveram mais setores censitários entre as classes Alta e Muito Alta vulnerabilidade e risco à cárie. Políticas de intervenção, levantamentos epidemiológicos e inserção de uma fluoretação dentro dos valores de referência se faz necessário para esses municípios, afim de aprofundar o entendimento sobre a saúde bucal de população exposta a baixos de teores de fluoreto.

Os teores de fluoreto acima de 0,8 mg/L encontrados em amostras de água natural em alguns pontos, como Assai, Jataizinho, Londrina e Rolândia, entende-se que servem de observações ao planejamento e gestão do consumo de água na regional, visto que para a utilização dessas deve-se tomar medidas de prevenção, como a diluição, para que o consumo nessas áreas não seja um risco ao

desenvolvimento de diferentes níveis de fluorose dentária aos que consomem dessas fontes.

A realização de levantamentos da condição da saúde bucal da população nos municípios e áreas de maior risco a cárie e em áreas com propensão ao desenvolvimento de fluoroses, poderá ser um prosseguimento para a compreensão da, sendo que esses seriam os piores cenários na regional. Por outro lado, está em curso estudos odontológicos em Rolândia e Ibiporã, que conforme o mapeamento da vulnerabilidade e risco a cárie são um contraponto a Prado Ferreira e Miraselva, por exemplo.

Um estudo comparativo dos índices de Dean e CPO-D desses municípios, aliados aos dados aqui expostos de consumo de fluoretos nos últimos anos e o mapeamento de vulnerabilidades e risco a cárie seriam de grande contribuição para a discussão do risco e benefício da fluoretação na regional.

10 . REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, M. I. N.; CARVALHO, E. M. F.; LIMA, L. P. Vigilância epidemiológica: conceitos e institucionalização. **Rev. Bras. Saúde Mater. Infant.** Recife, v. 2, n. 1, p. 7-14, 2002. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1519-38292002000100002&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 20 jan. 2020.

ALIEVI, A. A.; PINESE, J. P. P.; CELLIGOI, A. Inventário das áreas de concentração de poços tubulares na zona urbana de Londrina (PR) e implicações ambientais. **Acta Geografica**, v. 6, p. 77-92, 2012.

ALIEVI, A. **O consumo de água subterrânea do aquífero Serra Geral na regional de saúde de Londrina (PR) e implicações à saúde coletiva** – Uma discussão da geografia da saúde apoiada na Hidrogeoquímica. Dissertação (Dissertação em Geografia) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2012.

ALMEIDA, C. A. P. Análise geoespacial dos casos de dengue e sua relação com fatores socioambientais em Bayeux - PB. In: **Anais do VIII simpósio nacional de geografia da saúde**. Dourados. p. 151-166, 2017.

AMARAL, L. A.; NADER FILHO, A.; ROSSI JUNIOR, O. D.; FERREIRA, F. L. A.; BARROS, L. S. S. Água de consumo humano como fator de risco à saúde em propriedades rurais. **Rev. Saúde Pública**, São Paulo, v. 37, n. 4, p. 510-514, 2003. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-89102003000400017&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 20 jan. 2020.

ARAÚJO, L. M.; FRANÇA, A. B.; POTTER, P. E. “Arcabouço hidrogeológico do aquífero gigante do Mercosul (Brasil, Argentina, Uruguai e Paraguai): Formações Botucatu, Pirambóia, Rosário do Sul, Buena Vista, Misiones e Taquarembó” In: **1º Mercosul de águas subterrâneas**. Curitiba: Universidade Federal do Paraná.

ARCHELA, E.; FRANÇA, V.; CELLIGOI, A. **Geologia, geomorfologia e disponibilidade hídrica subterrânea na bacia hidrográfica do ribeirão Jacutinga**. Geografia (Londrina), Londrina/PR, v. 12, n. 02, p. 131-140, 2003.

ARREAZA, A. L. V.; MORAES, J. C. Vigilância da saúde: fundamentos, interfaces e tendências. **Ciênc. saúde coletiva**, Rio de Janeiro, v. 15, n. 4, p. 2215-2228, jul. 2010. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-81232010000400036&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 20 jan. 2020.

AYACH, L. R.; AYACH, C. Percepção da paisagem urbana e saúde ambiental: uma análise da cidade de Aquidauna - MS. *In: Anais do VIII simpósio nacional de geografia da saúde*, Dourados, Mato Grosso do Sul, 2017, p. 632-641.

BALDANI, M. H.; NARVAI, P. C.; ANTUNES, J. L. F. Cárie dentária e condições sócio-econômicas no Estado do Paraná, Brasil, 1996. **Cad. Saúde Pública**. 2002, vol.18, n. 3, p. 755-763. ISSN 0102-311X versão *online*. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-311X2002000300019&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 20 out. 2019.

BARCELLOS, C. Problemas emergentes da Saúde Coletiva e a revalorização do espaço geográfico. *In: MIRANDA, A. C.; BARCELLOS, C.; MOREIRA, J. C.; MONKEN, M. (org.). Território, ambiente e saúde*. 1. ed. Rio de Janeiro: Fiocruz, 2008, v. 1, p. 43-55.

BARCELLOS, C.; BASTOS, F. I. Geoprocessamento, ambiente e saúde: uma união possível?. **Cadernos de Saúde Pública** (ENSP. Impresso). Rio de Janeiro - Brasil, v. 12, n. 3, p. 389-397, 1996.

BARROZO, L. V. Contribuições da cartografia aos estudos de geografia da saúde: investigando associações entre padrões espaciais. **Revista do departamento de geografia**, v. especial, p. 413-425, 2014.

BERTRAND, G. Paisagem e geografia física global: esboço metodológico. Tradução Olga Cruz – **Caderno de Ciências da Terra**. Instituto de geografia da Universidade de São Paulo, nº13, 1972.

BRAGA, R. O. B. Avaliação dos docentes de geografia sobre os conteúdos relacionados a saúde nos livros didáticos de geografia do ensino médio distribuídos pelo PNLD nos colégios estaduais em Curitiba/PR. *In: Anais do VIII Simpósio Nacional de Geografia da Saúde*, Dourados, MS, 2017, p. 1016-1025.

BRANDT NETO, M. **O Grupo bauru na região centro-norte do Estado de São Paulo**. 1984. (Tese de Doutorado, Instituto de Geociências/USP). Universidade de São Paulo.

BRASIL, Ministério da Saúde (BR). Secretaria de atenção à saúde. **Projeto SB Brasil 2003**: Pesquisa nacional de saúde bucal – Resultados principais. Departamento de atenção Básica – Brasília: Ministério da Saúde, 2004.

BRASIL, Ministério da Saúde (BR). Secretaria de atenção à saúde. **Projeto SB Brasil 2010**: Pesquisa nacional de saúde bucal – Resultados principais. Departamento de atenção básica – Brasília: Ministério da Saúde, 2011.

BRASIL. Fundação Nacional de Saúde. **Manual de fluoretação da água para consumo humano**. Fundação nacional de saúde. Brasília: Funasa, 2012. 72 p.

BRASIL. **Lei nº 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, Poder Executivo, Brasília, 27 maio 1974.

BRASIL. **Lei nº 8.080, de 19 de setembro de 1990**. Lei Orgânica da Saúde. Dispõe sobre as condições para a promoção, proteção e recuperação da saúde, a organização e o funcionamento dos serviços correspondentes e dá outras providências. Brasília, set. 1990.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Diretriz nacional do plano de amostragem da vigilância da qualidade da água para consumo humano**. Brasília: Ministério da Saúde, 36 p., 2014.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Portaria de consolidação do ministério da saúde nº5 de setembro de 2017**. Consolidação das normas sobre as ações e os serviços de saúde do sistema único de saúde. Diário oficial da união, Brasília, Poder Executivo, DF, 28 set. 2017.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Portaria nº 635, de 26 de dezembro de 1975**. Aprova normas e padrões sobre fluoretação da água dos sistemas públicos de abastecimento, destinada ao consumo humano. Diário oficial da união, Brasília, Poder Executivo, DF, 26 dez. 1975.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Sistema de Informação de vigilância da qualidade da água para consumo humano – SISAGUA**. 2018.

BUFFON, E. A. M. Vulnerabilidade socioambiental à leptospirose humana no aglomerado urbano metropolitano de Curitiba, Paraná, Brasil: proposta metodológica a partir da análise multicritério e álgebra de mapas. **Saúde soc.** 2018, vol. 27, n.2, p. 588-604. ISSN 0104-1290 versão *online*. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/s0104-12902018170096>. Acesso em: 10 nov. 2019.

BURTON, I.; KATES, R. W.; WHITE, G. F. **The environment as hazard**. New York: Oxford University, 1978. 240 p.

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 (UNIP)**, v. 34, p. 117-122, 2016. Disponível em:

https://www.unip.br/presencial/comunicacao/publicacoes/ics/edicoes/2016/02_abr-jun/V34_n2_2016_p117a122.pdf. Acesso em: 26 abr. 2019.

CÂMARA, G.; MONTEIRO A. M. V. Conceitos básicos da ciência da geoinformação. *In*: CÂMARA, G.; DAVIS, C.; MONTEIRO, A. M. V. (org.). **Introdução à ciência da geoinformação**. 1998. Disponível em: <http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/introd/cap2-conceitos.pdf> . Acesso em: 18 maio 2019.

CATANI, D. B.; HUGO, F. N.; CYPRIANO, S.; SOUSA, M. L. R.; CURY, J. A. Relação entre níveis de fluoreto na água de abastecimento público e fluorose dental. **Rev. Saúde Pública**, São Paulo, v. 41, n. 5, p. 732-739, 2007. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-89102007000500007&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 26 abr. 2019. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0034-89102007000500007>.

CECOL-USP. **Protocolo de coleta e análise da amostra de água – projeto vigifluor**. São Paulo, 2014. Disponível em: <https://goo.gl/9q3CDg>. Acesso em: 01 ago. 2018.

CELLIGOI, A. **Recursos hídricos subterrâneos da formação serra geral em Londrina – PR. 1993**. Dissertação (Mestrado) - Instituto de geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo.

CELLIGOI, A. **Hidrogeologia da Formação Caiuá no Estado do Paraná**. 2000. Tese (Doutorado em Recursos Minerais e Hidrogeologia) - Instituto de Geociências, University of São Paulo, São Paulo, 2000.

CHEN, J.; HUANG, Q.; LIN, Y.; FANG, Y.; QIAN, H.; LI, R.; MA, H. Hydrogeochemical characteristics and quality assessment of groundwater in an irrigated region, northwest China. **Water**. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2073-4441/11/1/96/pdf> . Acesso em: 20 jan. 2020.

CONCEIÇÃO, F. S.; RODRIGUES, Z. M. R. **Geografia da saúde**: contexto das doenças de veiculação hídrica na bacia hidrográfica do rio boa hora, município de Urbano Santos. *In*: Anais do VIII Simpósio Nacional de Geografia da Saúde, Dourados, 2017, p. 431-439.

CONTEL, F. B. Os conceitos de região e regionalização: aspectos de sua evolução e possíveis usos para a regionalização da saúde. **Saúde soc.** São Paulo, v. 24, n. 2, p. 447-460, 2015. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-12902015000200447&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 14 out. 2019.

CORDEIRO, J. P.; BARBOSA, C. C. F.; CÂMARA, G. Álgebra de campos e objetos. *In: FLOCKS, S.; CARVALHO, M. S.; CÂMARA, G.; MONTEIRO, A. M. V. **Análise espacial de dados geográficos**. 3ª edição - online, revista e ampliada, São José dos Campos, INPE, 2003.*

CORREIA, F. P.; FEITOSA, A. C. Mineração manual na área de proteção ambiental (APA) da região de Maracanã e suas implicações na saúde do trabalhador. *In: **Anais do VIII Simpósio Nacional de Geografia da Saúde**, Dourados, 2017. p. 1219-1233.*

CORTELLAZZI, K. L.; TAGLIAFERRO, E. P. S.; ASSAF, A. V.; TAFNER, A. P. M. F.; AMBROSANO, G. M. B.; BITTAR, T. O.; MENEGHIM, M. C.; PEREIRA, A. C. Influência de variáveis socioeconômicas, clínicas e demográfica na experiência de cárie dentária em pré-escolares de Piracicaba, SP. **Revista Brasileira de Epidemiologia**. v. 12, p. 490-500, 2009.

COSTA, E. A., ROZENFELD, S. A. A. Constituição da vigilância sanitária no Brasil. *In: ROZENFELD, S. A. (org.). **Fundamentos da vigilância sanitária**. Rio de Janeiro: Fiocruz; 2000.*

COVELLO, V.; MUMPOWER, J. Risk analysis and risk management: an historical perspective. **Risk Analysis**, 5:103-120. 1985. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/227656972_Risk_Analysis_and_Risk_Management_An_Historical_Perspective. Acesso em: 19 jan. 2020.

CUNHA, F. G. (org.). **Geologia médica no Brasil**. Efeitos dos materiais e fatores geológicos na saúde humana e meio ambiente. Rio de Janeiro: CPRM, 2006, v. 1, p. 126-129.

CUNHA, L.; DIMUCCIO, L. Considerações sobre riscos naturais num espaço de transição. Exercícios cartográficos numa área a sul de Coimbra. **Territorium**. 2002. n. 9, p. 37-51.

CURY, J. A. Uso do flúor e o controle da cárie como doença. *In: BARATIERI, L. N. (org.). **Odontologia restauradora - fundamentos e possibilidades**. 1ed. São Paulo: 2001, p. 33-68.*

CURY, J. A.; TENUTA, L. M. A.; TABCHOURY, C. P. M. **Bioquímica oral**. 1. ed. São Paulo: Artes Médicas, 2017. v. 1. 152 p. da UFMG, 60 p., 2001.

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.

DISSANAYAKE, C. B.; CHANDRAJITH, R. **Introduction to medical geology:** focus on tropical environments. Berlin; New York: Springer, 2009.

DISSANAYAKE, J. **Fluorine in the Natural Environment.** Journal of fluorine chemistry, 41: 1-8, 1998.

DOI:10.1590/S1020-49892006000600004. Disponível em: <https://scielosp.org/pdf/rpsp/2006.v19n6/385-393>. Acesso em: 19 out. 2019. Florianópolis: ABAS, 2002.

FRANCO, V. C.; MUTIS, M. S.; PEITER, P. Vulnerabilidade em saúde e malária na fronteira Brasil-Guiana Francesa. In: **Anais do VIII Simpósio Nacional de Geografia da Saúde.** Dourados, 2017, p. 03-11.

FRAZAO, P.; ELY, H. C.; NORO, L. R. A.; PINHEIRO, H. H. C.; CURY, J. A. O modelo de vigilância da água e a divulgação de indicadores de concentração de fluoreto. **Saúde debate.** Rio de Janeiro, v. 42, n. 116, p. 274-286, 2018. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-11042018000100274&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 26 abr. 2019.

FRESCA, T. M. Deslocamentos pendulares na região metropolitana de Londrina - PR: uma aproximação. **Geo UERJ.** v. 23, p. 167-191, 2012. Disponível em: <https://www.epublicacoes.uerj.br/index.php/geouerj/article/view/3706>. Acesso em: 20 jan. 2020.

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

GARCIA, M. C. P. **A aplicação do sistema de informações geográficas em estudos ambientais.** 1. ed. Curitiba: Intersaberes, 2014. 130 p.

GOLONO DE DEUS, A. **Análise da distribuição espacial dos concentrados de Flúor nas bacias hidrográficas do nordeste paranaense:** relações com a saúde coletiva. Dissertação (Dissertação em Geografia) - Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2016.

GOMES, P. C. C. O conceito de região e sua discussão. In: CASTRO, I. E.; GOMES, P. C. C.; CORRÊA, R. L. (org.). **Geografia: conceitos e temas.** Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1995.

GONÇALVES, M. **Geossistema, território e paisagem aplicados à análise do risco de ocorrência de desastres naturais no estado do Paraná**. 2016. 219 f. Tese de doutorado – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2016. Disponível em: <http://www.bibliotecadigital.uel.br/document/?code=vtls000208746>. Acesso em: 20 jan. 2020.

GUIMARÃES, D. V. **Degradação ambiental intermunicipal**: um estudo dos problemas socioambientais nas bacias hidrográficas dos ribeirões Cabeceira Comprida e Jacu Queimado nos municípios de Santa Fé do Sul e Três Fronteiras – SP. 2014. 119 f. Dissertação (Mestrado em Geografia, Dinâmica Espaço Ambiental) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2014.

GUIMARÃES, R. B. Geografia da saúde: categorias, conceitos e escalas. *In: Saúde: fundamentos de geografia humana*. São Paulo: Editora UNESP, 2015, p. 79-97. ISBN 978-85-68334-938-6 versão *online*. Disponível em: <http://books.scielo.org> . Acesso em: 20 jan. 2020.

GUIMARÃES, R. B. Geografia e saúde coletiva no Brasil. **Saúde e Sociedade**. 2016, v. 25, n. 4. p. 869-879 versão *online*. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0104-12902016167769> . ISSN 1984-0470. Acesso em: 20 jan. 2020.

GUIMARÃES, R. B. Saúde: fundamentos de Geografia humana. São Paulo: Editora UNESP, 2015, 109 p. Disponível em: <http://books.scielo.org/id/4xpyq/pdf/guimaraes-9788568334386.pdf> . Acesso em: 18 maio 2019.

GUIMARÃES, R. B.; RIBEIRO, H. O tratamento cartográfico da informação em saúde do trabalhador. **Rev. bras. epidemiol.** São Paulo, v. 13, n. 4, p. 577-586, dez. 2010. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-790X2010000400003&lng=en&nrm=iso . Acesso em: 02 maio 2019.

GÜTING, R. H. An Introduction to Spatial Database Systems. **VLDB Journal**, October 1994.

HAESBAERT, R. Conceitos fundamentais da geografia: região. **GEOGRAPHIA**. v. 45, p. 117-120, 2019. Disponível em: <http://periodicos.uff.br/geographia/article/download/28995/16836>. Acesso em: 10 out. 2019.

HAIMANOT, R. T.; MALAKU, Z.; KLOOS, H.; REIMANN, C.; FANTAYE, W.; ZERIHUN, L.; BJORVATN, K. The geographic distribution of fluoride in surface and

groundwater in Ethiopia with an emphasis on the Rift Valley. **Sci Total Environ** p.182–190, 2006.

HALL, H. I.; CORREA, A.; YOON, P. W.; BRADEN, C. R. Lexicon, definitions, and conceptual framework for public health surveillance. Morbidity and mortality weekly report. **Surveillance summaries** (Washington, D.C.: 2002). 61 Suppl. 10-4. 2012.

HESPANHOL, I.. Normas anormais. **Revista DAE**, v. 198, p. 46-64, 2014. Disponível em: <https://docplayer.com.br/62326377-Normas-anormais-ponto-de-vista-ivanildo-hespanhol.html>. Acesso em: 10 nov. 2019.

HINO, P.; VILLA, T. C. S.; SASSAKI, C. M.; NOGUEIRA, J. A.; SANTOS, C. B. Geoprocessing in health area. **Revista Latino-Americana de Enfermagem**. v. 14, p. 939-943, 2006. Disponível em: http://www.scielo.br/pdf/rlae/v14n6/pt_v14n6a16.pdf . Acesso em: 18 maio 2019.

INSTITUTO ÁGUAS DO PARANÁ. **Desenvolvimento da água subterrânea no Estado do Paraná**, 2015.

INSTITUTO ÁGUAS DO PARANÁ. **Outorgas Emitidas**, 2018. Disponível em: <http://www.aguasparana.pr.gov.br/pagina-79.html>. Acesso em 19 dez. 2018.

IRITANI, M. A.; EZAKI, S. **As águas subterrâneas do estado de São Paulo**. São Paulo: Secretaria de estado do meio ambiente - SMA, 2008. 104 p.

L. A. B. **Praticando Geografia**. São Paulo: Oficina de Texto. 2005, p. 55-67.

LICHT, O. A. B.; ATHAYDE, G.; ATHAYDE, C. V. M.; GOMES, A. S. Basaltos HTI-HP e os altos teores de fluoreto em bacias hidrográficas do terceiro planalto e no sistema aquífero Serra Geral, estado do Paraná, Brasil. In: **Anais IX Simpósio Sulbrasileiro de Geologia**. Florianópolis, 2015.

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

LIMA, A. G. **A bacia hidrográfica como recorte de estudos em geografia humana**. GEOGRAFIA. v. 14, n. 2, Universidade Estadual de Londrina, Departamento de Geociências. p. 173-183, 2005.

LIMA, J. E. O. Cárie dentária: um novo conceito. **Rev. Dent. Press Ortodon. Ortop. Facial**, Máringá, v. 12, n. 6, p. 119-130. 2007.

MACIEL, F. B.; SCHWEICKARDT, J. C.; LIMA, R. T. S. As implicações da política de desenvolvimento regional no ambiente e sua interação com a saúde coletiva na

Amazônia. *In: Anais do VIII Simpósio Nacional de Geografia da Saúde*.
Dourados, 2017, p. 922-938.

MALTZ, M.; TENUTA, L. M. A.; GROISMAN, S.; CURY, J. A. **Cariologia**: conceitos básicos, diagnóstico e tratamento não restaurador. 1. ed. São Paulo: Artes Médicas, 2016. v. 1, 1 p.

MANOEL FILHO, J. Ocorrência das águas subterrâneas. *In: FEITOSA, F. A. C.; MANOEL FILHO, J.; FEITOSA, E. C.; DEMETRI, J. G. A. (org.). Hidrogeologia - Conceitos e Aplicações*. 3 ed. Rio de Janeiro: CPRM serviço geológico do Brasil, 2008, v. 1, p. 53-75. Disponível em:
[file:///C:/Users/Diego/Downloads/livro_hidrogeologia_conceitos%20\(2\).pdf](file:///C:/Users/Diego/Downloads/livro_hidrogeologia_conceitos%20(2).pdf) . Acesso em: 10 nov. 2019.

MARANDOLA JUNIOR, E.; HOGAN, D. J. Natural hazards: o estudo geográfico dos riscos e perigos. **Ambient. soc.**, Campinas, v. 7, n. 2, p. 95-110, 2004. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1414-753X2004000200006&lng=en&nrm=iso . Acesso em: 20 jan. 2020.

MARANDOLA JUNIOR., E.; HOGAN, D. J. Vulnerabilidade do lugar vs. vulnerabilidade sociodemográfica: implicações metodológicas de uma velha questão. **Rev. bras. estud. popul.** São Paulo, v. 26, n. 2, p. 161-181, 2009. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-30982009000200002&lng=en&nrm=iso . Acesso em: 20 jan. 2020.

MARCIANO, L. H. S. C.; BELONE, A. F. F.; ROSA, P. S.; COELHO, N. M. B.; GHIDELLA, C. C.; NARDI, S. M. T.; MIRANDA, W. C.; BAROZO, L. V.; LASTÓRIA, J. C. Caracterização epidemiológica e geográfica da hanseníase em um município brasileiro hiperendêmico. **Cad. Saúde Pública**. 2018, vol. 34, n. 8. ISSN 0102-311X versão *online*. Disponível em:
http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0102-311X2018000805004&lng=pt&nrm=iso . Acesso em: 19 nov. 2019.

MARCUZZO, F. F. N.; ANDRADE, L. R.; MELO, D. C. R. Métodos de interpolação matemática no mapeamento de chuvas no estado do Mato Grosso. **Revista Brasileira de Geografia Física**. v. 4, p. 793-804, 2011.

MARIMON, M. P.C. **O flúor nas águas subterrâneas da formação santa maria, na região de Santa Cruz do Sul e Venâncio Aires, RS, Brasil**. Tese (Doutorado), 246 f., Instituto de geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 2006.

MARQUES, M. D.; DIAS, L. S. A saúde pública afetada pelo descarte inadequado de embalagens vazias de agrotóxicos. In: **Anais do VIII Simpósio Nacional de Geografia da Saúde**. Dourados, 2017. p. 699-712.

MARWA, J.; LUFINGO, M.; NOUBACEP, C.; MACHUNDA, R. Defeating fluorosis in the east African Rift Valley: transforming the Kilimanjaro into a rainwater harvesting park. **Sustainability**. 2018; 10 (11): 4194. Disponível em: https://www.mdpi.com/2071-1050/10/11/4194?utm_source=TrendMD&utm_medium=cpc&utm_campaign=Sustainability_TrendMD_0. Acesso em: 20 jan. 2020.

MATSUMOTO, P. S.; CATÃO, R. C.; GUIMARÃES, R. B. Mentiras com mapas na geografia da saúde: métodos de classificação e o caso da base de dados de LVA do SINAN e do CVE. In: **Anais do VIII simpósio nacional de geografia da saúde**. Dourados, 2017, p.1111-1124.

MAZETTO, F. A. P. Pioneiros da geografia da saúde: séculos XVIII, XIX e XX. In: BARCELLOS, C. (org.). **A geografia e o contexto dos problemas de saúde**. Rio de Janeiro: Abrasco, 2008.

MENDES, E. A. A.; NAKANDAKARE, K. C.; SOUZA, M. A.; FERNANDES, A. M. P.; SILVEIRA, E. L.; FELTRIN, J.; GUARDA, M. J. Mananciais subterrâneos no Estado do Paraná. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS**, 12. MENDES, T. F.; PINESE, J. P. P.; CELLIGOI, A.; YABE, M. J. S. Caracterização da qualidade dos recursos hídricos subterrâneos na regional de saúde de Cornélio Procopio (PR). **Revista da anpege**, v. 13, p. 220-246, 2017.

MENDONÇA, F.; MATTOSO, W.; FOGACA, T. K. A geografia da saúde no Brasil: estado da arte e alguns desafios. **Revista Investigaciones Geográficas**, v. 48, p. 41-52, 2014.

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

MINERAIS DO PARANÁ S.A – MINEROPAR. **Atlas Geomorfológico do Paraná**. Curitiba: Mineropar 2006.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Portaria 635 de 26 de dezembro de 1975**. Aprova normas e padrões sobre a fluoretação da água de sistemas públicos de abastecimento. Diário oficial união. 30 jan. 1976. Disponível em: <https://goo.gl/LLv83S>. Acesso em: 01 ago. 2018.

MONKEN, M.; PIETER, P.; BARCELLOS, C.; INIGUEZ, L.; NAVARRO, M. B. M. A.; GONDIM, G. M. M.; GRACIE, R. O território na saúde: construindo referências para análises em saúde e ambiente. *In: MIRANDA, A. C.; BARCELLOS, C.; MOREIRA J. C. MONKEN, M. (org.). Território, ambiente e saúde*. 1 ed. Rio de Janeiro: Fiocruz, 2008, v. 1, p. 43-55.

MORAIS, C. **Escalas de medida, estatística descritiva e inferência estatística**. Bragança: Escola Superior de Educação. ESE – Working papers, 2005. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10198/7325> . Acesso em: 26 abr. 2019.

MOREIRA, J. P. L.; OLIVEIRA, B. L. C. A.; MUZI, C. D.; CUNHA, C. L. F.; BRITO, A. S.; LUIZ, R. R. A saúde dos trabalhadores da atividade rural no Brasil. **Cad. Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 31, n. 8, p. 1698-1708, 2015. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-311X2015000801698&lng=en&nrm=iso . Acesso em: 17 out. 2019.

MORITA, M. C. Utilização de dados geoquímicos na identificação de áreas de fluorose endêmica. *In: Anais Congresso Internacional de Odontologia*. São Paulo: 1998.

MOURA, A. C. M. – Cartografia II – Apostila do departamento de cartografia. MOURA, A. C. M. Contribuições metodológicas do geoprocessamento à geografia. *In: Curso de especialização em geoprocessamento*. Belo Horizonte, IGC/UFMG, 2001.

MULLEN, J. **History of water fluoridation**. British Dental Journal, v. 199, n. 7, p. 1-4, dez. 2005.

NARVAI, P. C.; FRAZAO, P.; RONCALLI, A. G.; ANTUNES, J. L. F. Cárie dentária no Brasil: declínio, polarização, iniquidade e exclusão social. **Rev. Panam Salud Publica**. 2006, p. 385-93.

NASCIMENTO JÚNIOR, L. **Clima urbano, risco e vulnerabilidade em cidades costeiras do mundo tropical**: estudo comparado entre Santos (Brasil), Maputo (Moçambique) e Brisbane (Austrália). Tese (doutorado) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Presidente Prudente, 2018.

NASCIMENTO, R. E. **O consumo de água subterrânea do aquífero serra geral na porção norte da 19ª regional de saúde de Jacarezinho (PR) e suas relações com a hidrogeoquímica e saúde coletiva**. Dissertação (Dissertação em Geografia) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2015.

NDÉ-TCHOUPÉ, A. I.; TEPONG-TSINDÉ, R.; LUFINGO, M.; PEMBE-ALI, Z.; INOCENTE, L.; MURETH, R. I.; NKINDA, M.; MARWA, J.; GWENZI, W.; MWAMILA,

T. B.; RAHMAN, M. A.; NOUBACTER, C.; NJAU, K. N. White teeth and healthy skeletons for all: the path to universal fluoride-free drinking water in Tanzania. **Water**. 2019. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2073-4441/11/1/131>. Acesso em: 17 out. 2019.

OLIVEIRA, L. L.; LIMA, A. R. F.; RODRIGUES, R. A. Qualidade da água para o consumo humano nas escolas da zona rural do município de Uberlândia - MG. *In: Anais do VIII Simpósio Nacional de Geografia da Saúde*. Dourados, 2017, p. 401-409.

ORLANDI FILHO, V.; KREBS, A. S. J.; GIFFONI, L. E. Coluna White, Serra do Rio do Rastro, SC – **Seção geológica clássica do continente gondwana no Brasil**. *In: WINGE, M.; SCHOBENHAUS, C.; BERBERT-BORN, M.; QUEIROZ, E. T.; CAMPOS, D. A.; SOUZA, C. R. G.; FERNANDES, A. C. S. (Edit). Sítios geológicos e paleontológicos do Brasil*, 2006.

PALTI, D. G.; MACHADO, M. A. A. M.; SILVA, S. M. B.; ABDO, R. C. C.; LIMA, J. E. O. Evaluation of superficial microhardness in dental enamel with different eruptive ages. **Braz. oral res.** São Paulo, v. 22, n. 4, p. 311-315, dez. 2008. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1806-83242008000400005&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 20 jan. 2020.

PANAGOULIAS, T. I., SILVA FILHO, E. V. Estudo hidrogeoquímico do flúor nas águas subterrâneas das bacias dos Rios Casseribú, Macacu e São João, Estado do Rio de Janeiro. *In: SILVA, C. R.; FIGUEIREDO, B. R.; DE CAPITANI, E. M.; CUNHA, F. G. (org.). Geologia Médica no Brasil*. Efeitos dos materiais e fatores geológicos na saúde humana e meio ambiente. Rio de Janeiro: CPRM, 2006, v. 1, p. 126-129.

PARANÁ. **Diagnóstico do plano da bacia hidrográfica do Rio Tibagi**, 2010. Disponível em: <http://www.aguasparana.pr.gov.br/pagina-119.html>. Acesso em: 15 de maio de 2019.

PELLINI, A. C. G.; CAVALIN, R. F.; FRANCISCO, M. A.; CHIARAVALLOT NETO, F.; ZANETTA, D. M. T. A trajetória da epidemia de aids nas mulheres residentes no município de São Paulo, de 1983 a 2012. *In: Anais do VIII Simpósio Nacional de Geografia da Saúde*. Dourados, 2017. p. 513-528.

PETERSEN, P. E. Sociobehavioural risk factors in dental caries - international perspectives. *In: Community Dentistry and Oral Epidemiology*, 2005, Issue 33, p. 274-279. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1600-0528.2005.00235.x>. Acesso em: 20 jan. 2020.

PETERSEN, P. E.; BOURGEOIS, D.; OGAWA, H.; ESTUPINAN-DAY, S.; NDIAYE, C. The global burden of oral diseases and risk to oral health. **Bull World Health Organ** **83**. p. 661-669. 2005.

PICCIRILLO, E. M.; COMIN-CHIARAMONTI, M. A. J.; STOLFA, D.; BELLINI, G.; MARQUES, L. S.; GIARETTA, A.; NARDY, A. J. R.; PINESE, J. P. P.; RAPOSO, M. I. B.; ROISENBERG, A. Petrochemistry of continental flood basalt-rhyolite suites and related intrusives from the Paraná basin (Brazil). *In*: PICCIRILLO, E. M.; MELFI, A. J. (org.). **The mesozoic flood volcanism of the Paraná basin**: petrogenetic and geophysical aspects. São Paulo, Instituto Astronômico e Geofísico – Universidade de São Paulo. p. 107-156. 1988.

PICCIRILLO, E. M.; MELFI, A. J. The mesozoic flood volcanism of the Paraná basin: petrogenetic and geophysical aspects. Editors, **IAG-USP**, São Paulo, Brazil, 600 p. 1988.

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**. 1ed. Londrina-PR: MC gráfica Editora, 2002, v. 1, p. 21-38.

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

PINESE, J. P. P.; MARTINS JUNIOR, J. C. G. Riscos ambientais geogenéticos na utilização das águas subterrâneas para o consumo humano sem análise geoquímica prévia. *In*: CARVALHO, M. S. (org.). **Geografia, meio ambiente e saúde em Londrina**. Londrina: Edições Humanidades, 2005.

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

PINESE, J. P. P.; ROSS, A.; ALVES, J. C. Paisagens e territórios urbanos de risco à saúde bucal balizadas pelos teores de fluoretos naturais em águas subterrâneas de abastecimento público em Londrina/PR. *In*: YAMAKI, H.; CUNHA, L. (org.). **Paisagem e Território: expedições**. 1ed. Londrina: EDUEL, 2019, v. 1, p. 63-75.

PINESE, J. P. P.; ROSS, A.; ALVES, J. C. Risco à saúde bucal evidenciada pela hidrogeoquímica do flúor em águas superficiais e subterrâneas de Londrina, Paraná, Brasil. *In*: **IV International Congress on Risks, 2017, Coimbra**. Abstracts IV

International Congress on Risks. Coimbra: Associação Portuguesa de Riscos, Prevenção e Segurança, 2017. v. 1. p. 399-399.

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

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**. Dissertação (Dissertação em Geografia) - Universidade Estadual de Londrina - UEL. Londrina, 2008.

PITTALIS, D. **Interdisciplinary studies for the knowledge of the groundwater fluoride contamination in the eastern African rift: Meru district-North Tanzania**. Dissertação de Mestrado, University of Sassari. 2010. Disponível em: <https://core.ac.uk/download/pdf/11689996.pdf>. Acesso em: 17 out. 2019.
PORTO, M. F. S. Entre a prevenção e a precaução: riscos complexos e incertos e as bases de uma nova ciência da sustentabilidade. *In*: MIRANDA, A. C; *et al.* (org.). **Território, Ambiente e Saúde**. Rio de Janeiro: Fiocruz, 2008, p. 143-158.

PROVENZANO, M. G. A. **Prevalência de cárie e fluorose dentária em escolares do município de Ibiporã-PR**. 2003. Dissertação (Mestrado em odontopediatria) - Faculdade de Odontologia de Bauru, Universidade de São Paulo, Bauru, 2003.

QUEIROZ FILHO, A. P. A escala nos trabalhos de campo e laboratório. *In*: VENTURI,
RAMIRES, I.; BAZULAF, M. A. R. A fluoretação da água de abastecimento público e seus benefícios no controle da cárie dentária – cinquenta anos no Brasil. **Ciênc & Saúde Coletiva**. 2007, p. 1057-1065.

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

ROSS, A. **Espaços de risco à saúde bucal por teores de Flúor em águas superficiais e subterrâneas em Londrina – PR**. Dissertação (Dissertação em Geografia) - Universidade Estadual de Londrina, Londrina.

SANTOS, M. Espaço e sociedade no Brasil: a urbanização recente. **Geosul**. Florianópolis, ano III, n. 5, p. 85-100, 1988. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/geosul/article/view/12685/11845>. Acesso em: 19 out. 2019.

SANTOS, W. S. **O flúor na porção norte da bacia hidrográfica do Rio das Cinzas-PR: riscos e qualidade dos aquíferos subterrâneos sob a ótica da geografia da saúde.** 2019.136 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2019.

SCARPELLI, W. – **Introdução a geologia médica.** I fenafeg, igc da USP, 2003.
SELINUS, O. Geologia médica. Tradução: Fernanda Gonçalves. *In:* SILVA, C. R.; FIGUEIREDO, B. R.; DE CAPITANI, E. M.; CUNHA, F. G. **Geologia médica no Brasil, efeitos dos materiais e fatores geológicos na saúde humana, animal e meio ambiente.** Rio de Janeiro: CPRM - Serviço Geológico Brasileiro, p.1-5, 2006.

SELINUS, O.; CAVE, M.; KOUSA, A.; STEINNES, E.; VARET, J.; SILVA, E. F. Medical Geology in Europe. *In:* SELINUS, O.; FINKELMAN, R. B.; CENTENO, A. (org.). **Medical Geology: a regional synthesis.** Springer. New york, 2010. p. 259 -301.

SILVA, C. R.; FIGUEIREDO, B. R.; DE CAPITANI, E. M.; CUNHA, F. G. **Geologia médica no Brasil: efeitos dos materiais e fatores geológicos na saúde humana, animal e meio ambiente.** Rio de Janeiro: CPRM - Serviço Geológico do Brasil, 2006. 220 p.

SILVA, J. F.; RODRIGUES, M. J.; SILVA, M. R. Acidentes de trânsito na cidade de Jataí (GO): Análise espacial do período de 2013 e 2014. *In:* **Anais do VIII Simpósio Nacional de Geografia da Saúde.** Dourados, 2017. p. 738-748.

SILVA, J. G. Saúde e as relações interurbanas: uma análise a partir da realidade de Glória de Dourados- MS. *In:* **Anais do VIII Simpósio Nacional de Geografia da Saúde.** Dourados, 2017. p. 253-260.

SILVA, M. M. B. L.; MELO, F. P.; SOUZA, R. M. Zoneamento geoambiental e socioeconômico das áreas endêmicas e focais a ocorrência da esquistossomose no estado de Sergipe. *In:* **Anais do VIII Simpósio Nacional de Geografia da Saúde.** Dourados, 2017, p.499-512.

SOARES DE PAULA, E. **Cárie dentária e desigualdade social: um estudo ecológico.** Dissertação (Mestrado em Saúde Pública) Universidade Estadual de Santa Catarina. Florianópolis. 2002.

SOARES, G. S.; BLETES, B. C. S.; FOGAÇA, T. K. Dengue: uso dos SIG no mapeamento das vulnerabilidades socioambientais em Curitiba- PR como subsídio de educação ambiental. *In:* **Anais do VIII Simpósio Nacional de Geografia da Saúde.** Dourados, 2017. p. 862-873.

SORRE, M. **El Hombre en la Tierra.** Barcelona: Labor. 1961.

SOUZA, J. V. G.; FRIESTINO, J. K. O.; FONSÊCA, G. S. Geografia e saúde na graduação em medicina: da territorialização à construção de um mapa inteligente no serviço. *In: Anais do VIII Simpósio Nacional de Geografia da Saúde. Dourados.* 2017, p.1088-1097.

TAMBELINI, C. A.; RAMOS, D. M.; POLI-FREDERICO, R. C.; TOMASETTI, C. S. C.; BARATA, T. J. E.; MACIEL, S. M. Dental caries in adolescents and its association with excess weight and sociodemographic factors. *In: Londrina, Paraná, Brazil. Rev. odonto ciênc.* (online), Porto Alegre, v. 25, n. 3, p. 245-249, 2010.

THACKER, S. B.; QUALTERS, J. R.; LEE, L. M.; Public health surveillance in the United States: evolution and challenges. **Centers for disease control morb mortal wkly rep surveill summ.** p. 3-9, 2012.

TOMASINI, A. J.; GURGEL, H. C.; RAMALHO, W. M.; SILVA, P. P. A. Padrão espacial do suicídio no Distrito Federal. *In: Anais do VIII simpósio nacional de geografia da saúde.* Dourados, 2017. p. 123-133.
TRICART, J. Ecodinâmica, Rio de Janeiro, **IBGE-SUPREN**, 1977.

UNICEF, Word Health Organization (WHO), site dados de mortalidade infantil
VAZ, D.; REMOALDO, P. A Geografia da saúde brasileira e portuguesa: algumas considerações conceituais. **GEOSP Espaço E Tempo.** v. 23 n. 3, p. 173-192, 2019. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/geosp/> . Acesso em: 24. abr. 2019.

VENTURINI, C. Q.; NARVAI, P. C.; MANFREDINI, M. A.; FRAZAO, P. Vigilância e monitoramento de fluoretos em águas de abastecimento público: uma revisão sistemática. **Rev. Ambient. Água.** Taubaté, v. 11, n. 4, p. 972-988, 2016. Disponível em : http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1980-993X2016000400972&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 26 abr. 2019.

VUHAHULA, E. A. M.; MASALU, J. R. P.; MABELYA, L.; WANDWI, W. B. C. Dental fluorosis in Tanzania Great Rift Valley in relation to fluoride levels in water and in 'Magadi' (Trona). **Desalination**, p. 610-615. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0011916409006407/pdf?md5=f45661c7ec0eed14522d3bcb35ddc052&pid=1-s2.0-S0011916409006407-main.pdf>. Acesso em: 20 jan. 2020.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). **International programme on chemical ssafety.** Environmental health criteria 165. Inorganic lead. Geneva, 1995. 300 p.

YANG, N.; TANG, S.; ZHANG, S.; HUANG, W.; CHEN, P.; CHEN, Y.; XI, Z.; YUAN, Y.; WANG, K. Fluorine in chinese coal: a review of distribution, abundance, modes of

occurrence, genetic factors and environmental effects. **Minerals**. 2017. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2075-163X/7/11/219>. Acesso em: 15 de maio de 2019.