



UNIVERSIDADE
ESTADUAL de LONDRINA

ANGELA GOLONO DE DEUS

**LEVANTAMENTO DOS TEORES DE FLÚOR NAS ÁGUAS
SUBTERRÂNEAS DE ABASTECIMENTO PÚBLICO DO SETOR NORTE
DA 17ª REGIONAL DE SAÚDE DO PARANÁ E RELAÇÕES COM A
SAÚDE DENTÁRIA**

LONDRINA
2013

ANGELA GOLONO DE DEUS

**LEVANTAMENTO DOS TEORES DE FLÚOR NAS ÁGUAS
SUBTERRÂNEAS DE ABASTECIMENTO PÚBLICO DO SETOR NORTE
DA 17ª REGIONAL DE SAÚDE DO PARANÁ E RELAÇÕES COM A
SAÚDE DENTÁRIA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Departamento de Geociências da Universidade Estadual de Londrina, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Geografia.

Orientador: Prof. Dr. José Paulo Peccinini Pinese.

LONDRINA
2013

ANGELA GOLONO DE DEUS

**LEVANTAMENTO DOS TEORES DE FLÚOR NAS ÁGUAS
SUBTERRÂNEAS DE ABASTECIMENTO PÚBLICO DO SETOR NORTE
DA 17ª REGIONAL DE SAÚDE DO PARANÁ E RELAÇÕES COM A
SAÚDE DENTÁRIA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Departamento de Geociências da Universidade Estadual de Londrina, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Geografia.

BANCA EXAMINADORA

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

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

Profa. Dra. Eloiza Cristiane Torres
Universidade Estadual de Londrina - UEL

Londrina, ____ de _____ de ____.

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador, Professor Dr. José Paulo Peccinini Pinese, pela orientação acadêmica e profissional. Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), a Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós Graduação da Universidade Estadual de Londrina (PROPPG-UEL) pelo financiamento dos projetos de pesquisa e a Fundação Araucária pelo aporte através do projeto 25.247/2012. Ao Professor Dr. João Carlos Alves, bem como aos seus estagiários do Departamento de Química da Universidade Estadual de Londrina, que realizaram as análises químicas laboratoriais das amostras de água subterrânea utilizadas neste trabalho. Ao Fernando Moura pelo companheirismo, e participação na formulação de ideias e na redação dos conteúdos presentes nesta pesquisa. Por fim agradeço aos meus familiares e amigos próximos que acompanharam de forma direta ou indireta a elaboração e desenvolvimento deste trabalho.

GOLONO DE DEUS, A. **Levantamento dos teores de flúor nas águas subterrâneas de abastecimento público do setor norte da 17ª Regional de Saúde do Paraná e relações com a saúde dentária**. 2013. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Geografia) - Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2013.

RESUMO

Nos municípios de Bela Vista do Paraíso, Florestópolis, Jaguapitã, Miraselva, Prado Ferreira, Primeiro de Maio e Sertanópolis, situados na área de abrangência da porção norte da 17ª Regional de Saúde do Paraná (17ª RS), os recursos hídricos utilizados para abastecimento público são provenientes dos hidrossistemas de drenagem da região, bem como do Aquífero Serra Geral. Em muitos domicílios situados em áreas periurbanas e rurais, onde há escassez dos serviços de abastecimento público, a população faz uso dos recursos hídricos subterrâneos deste aquífero, por meio de poços particulares. Estudos anteriores detectaram em todo o norte do Paraná, anomalias hidrogeoquímicas multielementares no qual se incluí concentrações irregulares de flúor, nos recursos hídricos e nos solos, os quais podem repercutir negativamente na qualidade da saúde coletiva local. Nesse contexto, um dos objetivos fundamentais deste trabalho é o de avaliar, através de estudos geológicos, hidrológicos e hidrogeoquímicos, a concentração de teores de flúor dispostos nas águas subterrâneas do Aquífero Serra Geral. Para tanto foram coletadas amostras de águas subterrâneas, tratadas e disponibilizadas pelas empresas de abastecimento, em estabelecimentos públicos, privados e residenciais, bem como recursos hídricos subterrâneos “in natura” em poços particulares situados nas áreas onde não há abrangência do serviço de abastecimento público. Tais amostras foram analisadas em laboratório, por meio da técnica de potenciometria para eletrodo seletivo, visando obter dados qualitativos do comportamento dos fluoretos. Apoiando-se em discussões da Geografia da saúde pretende-se avaliar as implicações dos teores de flúor na saúde coletiva bucal, tendo em vista que a ingestão inadequada de flúor está diretamente associada à ocorrência de patologias, como a fluorose dentária. Assim buscou-se obter dados de ocorrência desta patologia na área de estudo, por meio de consulta aos dados disponíveis na sede da 17ª RS, bem como nos estabelecimentos de saúde que possuem atendimento odontológico, localizados nos municípios de Sertanópolis, Primeiro de Maio e Florestópolis em que foram identificados teores de flúor acima de 0,8 mg/L - padrão estabelecido pelo Ministério da Saúde (1976). Tendo em vista a dificuldade de diagnóstico a fluorose dentária vem sendo uma patologia amplamente negligenciada o que dificultou a obtenção de dados dessa patologia na área de estudo.

Palavras-chave: Geografia da Saúde. Flúor. Consumo de água. Aquífero Serra Geral. 17ª Regional de Saúde do Paraná.

GOLONO DE DEUS, A. Survey of Levels of Fluoride in Groundwater for public supply Northern Sector of the 17th Regional Health of Paraná and relations with dental health. 2013. Completion of course work (Bachelors in Geography) - Department of Geosciences, State University of Londrina. Londrina, 2013.

ABSTRACT

In the municipalities of Bela Vista do Paraíso, Florestópolis, Jaguapitã, Miraselva, Prado Ferreira, Primeiro de Maio and Sertanópolis, situated in the comprisement area the northern portion of the 17th Regional Health of Paraná (17th RS), the water resources used for public supply are from the watersheds located in north region Parana and the aquifer Serra Geral; in many domiciles in rural and peri-urban areas, where there is scarcity of water supply, the population makes use of water resources of this aquifer through private wells. As demonstrated in previous studies, were detected in all the north of Paraná, irregular concentrations of fluoride, on water resources and soil, which can negatively impact the quality of public health location. In this context, one of the fundamental objectives of this approach is to evaluate, through geological, hydrological and hydrogeochemical, the concentration of fluoride levels in groundwater disposed underground Serra Geral Aquifer. Therefore be collected groundwater samples, be collected groundwater samples, made available by the supply companies, in establishments public, private and residential as well as in private wells located in areas where there is scarcity of water supply public. Leaning in discussions of Geography Health aims to assess the implications of the levels of fluoride in the dental public health, having in mind that inadequate intake of fluoride is directly associated with the occurrence of diseases such as dental fluorosis. So we tried to obtain data of occurrence of this disease in the study area, by querying the data available at the headquarter of the 17th RS, as well as in health facilities that have dental located in the municipalities of Sertanópolis, Primeiro de Maio and Florestópolis where fluoride levels above 0.8 mg / L were identified - standard established by the Ministry of Health (1976). Given the difficulty of diagnosing dental fluorosis has been a largely neglected disease making it difficult to obtain data of this pathology in the study area.

Keywords: Geography of Health. Fluorine. Water consumption. Serra Geral Aquifer. 17th Regional Health Paraná.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Principais diferenças estruturais entre os aquíferos.....	35
Figura 2- Evolução histórica dos casos de cárie dentária.....	44
Figura 3 - Aparência do esmalte dos dentes de acordo com os graus de intensidade da fluorose dentária.	50
Figura 4 - Mapa Geoquímico de flúor nas águas superficiais do estado do Paraná.....	54
Figura 5 - Localização da área de estudo.	55
Figura 6 - Municípios do norte da regional de saúde de Londrina, abastecidos pelo Aquífero Serra Geral.....	56
Figura 7 - Mapa geológico da área de estudo.....	57
Figura 8 - Localização da Formação Serra Geral no Paraná.	59
Figura 9 - 9a- Aspecto poroso do basalto da Formação Serra Geral; figura 9b- Afloramento de basalto da Formação Serra Geral no norte do Paraná.....	59
Figura 10 - Localização da Formação Santo Anastácio no Paraná.	61
Figura 11 - Localização da Formação Adamantina no Paraná.....	61
Figura 12 - Localização da Formação Caiuá no Paraná.	62
Figura 13 - Características do relevo da área de estudo.	63
Figura 14 - Aspectos fitogeográficos do Paraná.....	65
Figura 15 - Pontos de amostragem na área de estudo.....	75
Figura 16 - Concentrações de flúor nas águas de consumo da área de estudo.	80

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Exemplos de elementos químicos que podem se constituir em contaminantes das águas subterrâneas.	38
Tabela 2 - Limites de flúor para as águas de consumo, de acordo com as médias das temperaturas máximas diárias.	46
Tabela 3 - Quantidades de flúor e suas respectivas influências sobre a saúde humana.	48
Tabela 4 - Classificação dos níveis de fluorose segundo Dean (1942).	50
Tabela 5 - Coluna estratigráfica da área de estudo.	58
Tabela 6 - Sistema de classificação climática de Troll.	66
Tabela 7 - Dados populacionais da área de estudo.	68
Tabela 8 - Evolução temporal do contingente populacional.	69
Tabela 9 - Quantidade de hospitais públicos.	71
Tabela 10 - Estabelecimentos com atendimento odontológico.	71
Tabela 11 - Intervalos dos teores de flúor (mg/L) nos municípios estudados.	79

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Resultados da curva de calibração.	74
Gráfico 2 - Concentrações de flúor (mg/L) em amostras de águas subterrâneas utilizadas para o consumo em Bela Vista do Paraíso.	82
Gráfico 3 - Concentrações de flúor (mg/L) em amostras de águas subterrâneas utilizadas para o consumo em Florestópolis.	83
Gráfico 4 - Concentrações de flúor (mg/L) em amostras de águas subterrâneas utilizadas para o consumo em Jaguapitã.	85
Gráfico 5 - Concentrações de flúor (mg/L) em amostras de águas subterrâneas utilizadas para o consumo em Miraselva.	86
Gráfico 6 - Concentrações de flúor (mg/L) em amostras de águas subterrâneas utilizadas para o consumo em Prado Ferreira.	86
Gráfico 7 - Concentrações de flúor (mg/L) em amostras de águas subterrâneas utilizadas para o consumo em Primeiro de Maio.	87
Gráfico 8 - Concentrações de flúor (mg/L) em amostras de águas subterrâneas utilizadas para o consumo em Sertanópolis.	88

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CETESB – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente

DATASUS – Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

FUNASA – Fundação Nacional da Saúde

IAPAR – Instituto Agrônômico do Paraná

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

MINEROPAR – Minerais do Paraná.

OMS – Organização Mundial da Saúde

OPAS – Organización Panamericana de la Salud

PDR – Plano Diretor de Regionalização

SAAE – Sistema Autônomo de Abastecimento e Esgoto

SANEPAR – Companhia de Saneamento do Paraná

SUS – Sistema único de Saúde

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	16
2. GEOGRAFIA DA SAÚDE: EVOLUÇÃO CONCEITUAL E DIMENSÃO HISTÓRICA	19
2.1 GEOGRAFIA MÉDICA.....	20
2.2 GEOGRAFIA DA SAÚDE.....	23
3. GEOGRAFIA, AMBIENTE E SAÚDE.	26
3.1-RELAÇÃO ENTRE ÁGUA E SAÚDE	32
3.2-UTILIZAÇÃO E PARÂMETROS DE QUALIDADE DOS RECURSOS HÍDRICOS SUBTERRÂNEOS	33
3.2.1- Fontes dos recursos hídricos subterrâneos: breve entendimento do ciclo hidrológico.....	33
3.2.2-Breve caracterização estrutural dos aquíferos	34
3.2.3- UTILIZAÇÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS SUBTERRÂNEOS	36
3.2.4- Parâmetros da qualidade das águas subterrâneas	37
3.3-ASPECTOS CONCEITUAIS E ANALÍTICOS DA UTILIZAÇÃO DO FLÚOR	40
3.4-HISTÓRICO DE FLUORETAÇÃO DAS ÁGUAS DE ABASTECIMENTO PÚBLICO	41
3.5-PARÂMETROS E LEGISLAÇÃO VIGENTE ACERCA DA QUANTIDADE DE FLÚOR EM ÁGUAS DE CONSUMO.....	45
3.6-RELAÇÃO ENTRE CONSUMO DE FLÚOR E DANOS À SAÚDE.....	47
3.6.1-Fluorose dentária	49
3.6.2-Fluorose óssea	51
3.6.3-Casos de fluorose em âmbito global	52
4.2- Aspectos geomorfológicos	63
4.3- Aspectos pedológicos.....	64
4.4- Principais aspectos da vegetação	64

4.5- Aspectos climáticos.....	65
4.6- Aspectos hidrográficos e hidrológicos	67
4.7- Breve caracterização Socioeconômica e dados de atendimento à saúde	68
5-PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	73
5.1-REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	73
5.2-TRABALHOS DE CAMPO E COLETA DE AMOSTRAS	73
5.3-ANÁLISES QUÍMICAS LABORATORIAIS	74
5.4-GEORREFERENCIAMENTO.....	75
5.5-RELAÇÕES COM A SAÚDE COLETIVA	76
6-RESULTADOS E DISCUSSÕES	77
6.1-BELA VISTA DO PARAÍSO	81
6.2-FLORESTÓPOLIS.....	82
6.3-JAGUAPITÃ	84
6.4-MIRASELVA.....	85
6.5-PRADO FERREIRA	86
6.6-PRIMEIRO DE MAIO	87
6.7-SERTANÓPOLIS	88
7-CONSIDERAÇÕES FINAIS	90
ANEXOS	100
Anexo 1- Tabela de padrão de potabilidade para substâncias químicas que representam risco à saúde	101
Anexo 2 - Principais características climáticas de Bela Vista do Paraíso	102
Anexo 3 - Padrões para corpos de água de consumo intensivo - ANVISA	103
Anexo 4 - Critérios diagnósticos e sistema de pontuação (FEJERSKOV; THYLSTRUP, 1988).....	104
Anexo 5 - Modelo de classificação climática de Köppen	105
Anexo 6 - Modelo de classificação climática de Wismann.....	106

Anexo 7 - Concentrações de flúor no município de Bela Vista do Paraíso	107
Anexo 8 - Concentrações de flúor no município de Florestópolis	108
Anexo 9 - Concentrações de flúor no município de Jaguapitã	109
Anexo 10 - Concentrações de flúor no município de Miraselva	110
Anexo 11 - Concentrações de flúor no município de Prado Ferreira	111
Anexo 12 - Concentrações de flúor no município de Primeiro de Maio	112
Anexo 13 - Concentrações de flúor no município de Sertanópolis	113

1. INTRODUÇÃO

A interação sociedade e ambiente, viés amplamente abordado pela Geografia de diferentes maneiras durante o evoluir dessa ciência, é atualmente entendida como uma relação dialética e complexa, envolvendo trocas entre exercer influência e ser influenciado. A Geografia da Saúde se insere neste contexto, por ter emergido, mesmo com a designação de Geografia Médica, a partir do entendimento de que a interação entre homem e ambiente físico pode condicionar a ocorrência de patologias.

As influências do ambiente, embora vistas atualmente de uma maneira menos determinística, ainda continuam sendo analisadas pela Geografia da Saúde, e por outras ciências como a Geologia Médica que analisa a gênese de patologias associadas aos fatores geológicos e ambientais e a Hidrogeoquímica que de forma mais restrita, tem se dedicado a identificação e quantificação de elementos químicos e substâncias presentes nos recursos hídricos, considerando os riscos à saúde coletiva.

Tendo como embasamento os preceitos da Geografia da Saúde, Geologia Médica, e utilizando a Hidrogeoquímica como ferramenta, o presente trabalho tem como objetivo analisar as concentrações de flúor disponíveis em amostras de recursos hídricos subterrâneos provenientes do Aquífero Serra Geral, utilizados para o consumo nos municípios de Bela Vista do Paraíso, Jaguapitã, Florestópolis, Miraselva, Prado Ferreira, Primeiro de Maio e Sertanópolis, localizados na porção norte da 17ª Regional de Saúde do Paraná (17ª RS).

Para alcançar os objetivos propostos adotou-se como metodologia a análise química laboratoriais das amostras de água subterrâneas obtidas em estabelecimentos e residências abrangidas pelo serviço de abastecimento público, onde a presença antrópica se faz diretamente presente, por meio da adição deliberada de íons de flúor pelas próprias empresas de saneamento e abastecimento; foram obtidas também amostras de recursos hídricos subterrâneos “in natura”, em poços localizados em áreas rurais e periurbanas nas quais a presença do serviço público de abastecimento é escassa, e por consequência a população faz uso de recursos hídricos subterrâneos sem tratamento público para consumo pessoal e uso agrícola.

Para o entendimento das possíveis fontes de concentrações elevadas de flúor nos recursos hídricos subterrâneos do aquífero Serra Geral, neste trabalho faz-se uma breve análise dos dados geológicos da área de estudo, tendo em vista que a presença de íons de fluoreto em águas subterrâneas correlaciona-se à estrutura litológica por onde percolam.

Levando em consideração que a fluoretação dos recursos hídricos por parte das empresas de abastecimento público, podem ser responsáveis pela concentração de flúor acima dos limites considerados como ideais para a saúde, é que se buscou avaliar quais os parâmetros de fluoretação utilizados pela SANEPAR e pelo Serviço Autônomo de Abastecimento e Esgoto – SAAE, empresas responsáveis pelo abastecimento da área de estudo.

A fluoretação das águas de abastecimento público é uma medida que tem sido adotada em escala global, pelo entendimento de que o consumo de flúor em doses controladas é benéfico para a saúde bucal, atuando na prevenção de cárie dentária. Contudo, tendo em vista que existem locais em que as águas naturais apresentam concentrações muito elevadas de flúor, e que este elemento químico também pode ser ingerido por meio do consumo de alimentos, bebidas e alguns medicamentos, o consumo diário de flúor pode exceder os limites considerados ideais.

Muitas doenças e disfunções têm sido associadas ao consumo prolongado de flúor em concentrações elevadas, são elas a fluorose dentária, fluorose óssea, erupções cutâneas, dores de cabeça, transtornos gástricos, feridas na boca, câncer, problemas respiratórios, hepatites, doenças renais, dentre outras; contudo apenas a fluorose dentária e óssea são comprovadas e amplamente aceitas no meio científico como patologias estritamente associadas ao consumo prolongado de flúor em altas concentrações.

Segundo os parâmetros estabelecidos pela Organização Mundial da Saúde- OMS e adaptados pelo Ministério da Saúde , o consumo prolongado de teores de flúor acima de 0,8 mg/L diários pode ocasionar fluorose dentária. A fluorose óssea pode ocorrer quando há consumo prolongado de flúor em concentrações acima de 4,0 mg/L, tendo maior ocorrência em locais onde as águas naturais possuem teores de flúor muito elevadas devido à as características do aporte geológico.

Tendo em vista que as características do aporte geológico da área de estudo, não possibilitam a ocorrência de flúor em concentrações que possam ocasionar a fluorose óssea, é que o objetivo do presente trabalho é a busca de dados de ocorrência de fluorose dentária nos municípios analisados, visando associar as concentrações de flúor nas águas de consumo e as implicações à saúde local.

Afora os objetivos estritos a problemática do recorte espacial de estudo, pretende-se com este trabalho avançar teoricamente no entendimento da relação entre o consumo de flúor e a saúde humana, bem como demonstrar a necessidade e importância de análises químicas da qualidade das águas utilizadas para o consumo, tendo em vista que a água é uma das mais importantes vias de relação entre as características do meio e a saúde humana, e que muitos

constituintes em concentrações além ou aquém de limites estipulados por órgãos competentes, podem ser fontes potências de prejuízos à saúde humana.

No presente trabalho o entendimento teórico da problemática abordada é iniciado no segundo capítulo com um breve retrospecto histórico das abordagens geográficas a respeito da saúde humana que teve início com a Geografia Médica e posteriormente com a Geografia da Saúde. No terceiro capítulo é realizado uma ampla discussão teórica acerca da relação entre ambiente em seus diferentes aspectos e saúde humana, adentrando na abordagem específica do consumo de água e posteriormente no entendimento das patologias associadas ao consumo de flúor e discutindo como a questão da fluoretação das águas de consumo público é encarada no meio científico e político.

No capítulo quatro é realizado uma descrição e análise dos principais aspectos físicos e socioeconômicos na área de estudo. No quinto capítulo esta descrito os procedimentos metodológicos adotados na presente pesquisa e na sequencia, no capítulo seis tem-se a discussão dos principais resultados alcançados.

2. GEOGRAFIA DA SAÚDE: EVOLUÇÃO CONCEITUAL E DIMENSÃO HISTÓRICA

Ao abordar questões relacionadas à saúde, faz-se necessário destacar que esse é um “[...] conceito dinâmico, multidimensional, qualitativo e evolutivo [...]” (PORTO, 2007, p.82) o qual possui concepções amplas e subjetivas, que foram sendo concebidas e modificadas no decorrer do processo histórico. Em 1957 a OMS, tendo em vista essa deficiência conceitual do termo “saúde”, visto até então como a simples ausência de doenças, avançou semanticamente, (re) conceituando o termo, como sendo o estado de completo bem estar físico, mental e social (GATRELL; ELLIOTT, 2009).

A concepção de saúde enquanto completude do bem estar humano foi substanciada com a composição da Carta de Ottawa, elaborada na I Conferência Internacional de Promoção da Saúde sediada no Canadá no ano de 1986, ao afirmar que as condições e os requisitos para a saúde abrangem a paz, a educação, a moradia, a alimentação, a renda, um ecossistema estável e justiça social. Esta concepção abarca e reafirma que a saúde não pode ser vista apenas como ausência de doenças, mas sim como estado adequado de bem estar nas esferas físicas, mentais e sociais dos indivíduos (ADRIANO et. al., 2000).

Diversos são os fatores e causas que podem alterar a qualidade física, mental e social dos indivíduos, muitas delas estão estritamente associadas à relação do homem com o ambiente, tendo em vista que, conforme destacam Lemos e Lima (2002) para se compreender o processo saúde-doença, se faz necessário analisar o homem no seu meio físico, biológico, social e econômico. Neste viés, a análise e compreensão dos fatores que provocam modificações no estado de bem estar físico e mental dos indivíduos não podem ser analisados apenas por um único enfoque causal.

Tendo em vista a complexidade de fatores que podem condicionar à ocorrência de patologias e disfunções, é que se depreende a necessidade de abordagens de diferentes áreas do conhecimento científico que possam contribuir a respeito. Afora as profissões estritamente responsáveis pela atuação nas áreas de saúde, diversos ramos científicos há muito tempo se dedicam a entender os fatores condicionantes de prejuízos ao bem estar dos indivíduos.

A Geografia da Saúde é um dos ramos científicos que tem buscado contribuir a este respeito, sendo empregada tanto no entendimento da dimensão espacial da ocorrência de patologias, quanto no planejamento e gestão territorial de órgãos de saúde coletiva. No Brasil, a Geografia da Saúde tem sido discutida recentemente, tendo efetivamente se tornado um

campo de pesquisa, apenas na década de 1980. Contudo, a elaboração de conhecimentos característicos deste ramo científico tem início com análises de médicos itinerantes, que perceberam e realizaram os primeiros registros de patologias estreitamente relacionados ao ambiente local.

As origens conceituais da Geografia da Saúde podem ser traçadas desde a Grécia Antiga - o tratado de Hipócrates (480 a.C.) e os escritos sobre a medicina nas civilizações egípcias de Heródoto (500 a.C.) são considerados os primeiros estudos a abordar a temática das relações entre a saúde e as localidades correspondentes, considerando que as observações não se limitavam ao paciente, mas ao seu ambiente (ARMSTRONG, 1983; PEITER, 2005).

Na obra *Ares, Água e Lugares*, Hipócrates, V séculos antes de Cristo, se dedicou a estudar as relações entre o meio físico e a saúde humana, destacando o solo, o clima, a água e alimentação como importantes fatores condicionantes de patologias. Neste sentido, evidencia-se que desde seus primórdios a história da saúde pública é construída tendo em vista preocupações com o espaço físico, na tentativa de prevenir a ocorrência e agravamento de patologias (GONDIM, 2008).

2.1 GEOGRAFIA MÉDICA

A institucionalização do campo de estudo que principiou a avaliação da relação espacial das patologias, foi denominado de Geografia Médica. Conforme Pessôa (1960) este ramo da Geografia surgiu tendo como finalidade principal analisar a distribuição e a prevalência das doenças na superfície da Terra. Este ramo científico tornou-se parte integrante da Filosofia Grega e do ensino da medicina ocidental até o final do século XIX, além de ser considerada uma importante ferramenta para o diagnóstico das patologias, por meio da inquirição das localidades de residência dos enfermos (ARMSTRONG, 1983; PEITER, 2005).

Na Idade Média houve um retrocesso dos estudos e do pensamento acerca da saúde, visto que a ocorrência de doenças tinha basicamente duas interpretações – visão pagã, em que as doenças eram concebidas como possessões demoníacas ou feitiçarias; e interpretação cristã, em que as doenças eram vistas como sinais de purificação ou expiação de pecados (PIRES, 2008).

Em termos gerais, este panorama se manteve ao longo de muitos séculos, apresentando modificações consideráveis somente com a intensificação das viagens de exploração comercial dos europeus na Ásia, bem como com o início do processo de

colonização do continente americano e, posteriormente, do africano. Neste período os levantamentos conceituados de médicos-geógrafo foram evoluindo numericamente, tendo como objetivo alertar os colonizadores, viajantes e o exército em áreas de conflito, sobre quais ameaças potenciais sobre a saúde poderiam existir nesses locais ainda desconhecidos (PEITER, 2005).

Embora tais estudos tenham representado um importante avanço, uma reunião efetivamente sistemática de informações acerca da distribuição espacial de patologias somente adquire fundamentação entre os séculos XVIII e XIX, com os estudos denominados de Topografias Médicas (PEITER, 2005). Estes são considerados precursores modernos dos estudos de Geografia Médica, e foram fundamentais na manutenção do fluxo de pessoas e mercadorias, tendo em vista que as epidemias mais graves necessitavam de contenção, o que implicava muitas vezes em controle do transporte navais (PESSÔA, 1978; URTEGA, 1980; ARMSTRONG, 1983; PEITER, 2005).

Este período marcado pela intensificação do comércio intercontinental, bem como pelos primórdios do processo de industrialização em muitas cidades do continente europeu, acarretou um crescimento urbano desordenado, expresso por aglomerados humanos sem infraestrutura e condições sanitárias. As péssimas condições de moradia e trabalho, aliadas a uma alimentação precária e ao contato com um ambiente (onde pode se considerar a água, o ar e o solo) poluído e contaminado, foram responsáveis pela proliferação de muitas doenças e a decorrente morte de milhares de pessoas. Conforme Peiter (2005) tal realidade, culminou com a inserção de práticas higienistas às políticas públicas pelos governos locais.

Muito embora a realidade das cidades em crescimento desordenado e a proliferação de patologias decorrentes demandassem demasiadas pesquisas e análises plurais, segundo Peiter (2005) até o fim do século XIX a Geografia Médica foi um campo de conhecimento construído apenas por médicos que consideravam unicamente os fatores estritamente relacionados aos agentes etiológicos causadores de patologias, sem levar em consideração os condicionantes socioeconômicos, tão relevantes neste contexto, considerando-se as péssimas condições de moradia e trabalho aos quais grande parte dos indivíduos estavam condicionados.

Conforme Guimarães (2001), no início do século XX, os estudos de Max Sorre aproximaram a pesquisa geográfica da temática higienista; porém as suposições deste

pesquisador, inspirado em rumos traçados por outros estudiosos da Geografia francesa¹ clássica,

“[...] provocou a necessidade de considerar, na ‘história natural das doenças’, o maior ou menor ajustamento aos gêneros de vida, formulando e empregando o conceito dinâmico de complexo patogênico para explicar o perfil epidemiológico como resultado de condições específicas de vida em ambientes sociais, econômicos ou políticos (GUMARÃES, 2001, p. 161).

Conforme Gatrell (2002), a Geografia Médica estava pautada apenas em duas vertentes de pesquisa: a primeira interessava-se pelo mapeamento e modelagem de determinantes espaciais, em outras palavras na distribuição e difusão de doenças; e a segunda dedicava-se a descrever a localização, distribuição, acessibilidade dos serviços de saúde. Para Lacaz et al. (1972), os trabalhos iniciais de Geografia Médica vinculavam áreas endêmicas de doenças, com determinadas características culturais, raciais e climáticas, relacionando ambientes e grupos populacionais de forma determinista.

Em 1949, no Congresso de Geografia ocorrido em Lisboa, a Geografia Médica foi reconhecida oficialmente como disciplina da Geografia (OLIVEIRA, 1993). Durante a Segunda Guerra Mundial, a Geografia Médica assumiu uma dimensão mais ampla, tendo em vista a importância do estudo das doenças encontradas nos campos de batalha. Subsequentemente, a partir da década de 1950 inicia-se um processo internacional para produção sistemática de conhecimentos específicos sobre o processo saúde-doença, fato que culminou, em 1952, na criação da Comissão de Geografia Médica de Saúde e Doença da União Geográfica Internacional (BUENO; PEREIRA, 2009).

A década de 1950 é marcada pela inserção do Positivismo Lógico no pensamento geográfico, sob a denominação de Geografia Teórica Quantitativa (CORRÊA, 2007). Este processo de renovação motivou a introdução de novos métodos e temas pelos geógrafos, inclusive no âmbito da Geografia Médica (PEITTER, 2005). Os estudos que relacionam espaço e saúde são fortemente influenciados pela “nova geografia”, cujo objetivos são a rapidez das análises, a objetividade, a elaboração de modelos e hipóteses para estabelecer previsões e o esforço no sentido de alcançar uma interdisciplinaridade (SANTOS, 2004).

Com os avanços matemáticos e tecnológicos proporcionados pelo positivismo lógico, a epidemiologia é impulsionada a encontrar sua identidade provisória, aferindo-se o esforço para a matematização da área da saúde, integrando a descrição da distribuição de serviços e profissionais de saúde às análises da distribuição de patologias (BUENO; PEREIRA, 2009).

¹Principalmente Vidal de La Blache, Demangeon, Jean Brunhes e De Martonne.

Neste contexto a abordagem geográfica da saúde se restringiu à modelos matemáticos para quantificar a qualidade dos serviços de atendimento à saúde e pautando-se ainda na visão causal entre a ocorrência de patologias advindas da relação dos indivíduos com os aspectos naturais do meio físico.

Contudo, tendo em vista a concepção ampliada de saúde de cunho político-social, estabelecida pela OMS em 1957, o entendimento determinístico que a Geografia Médica possuía a respeito da ocorrência de patologias advindas da relação entre homem e meio físico não respondiam mais aos múltiplos fatores condicionantes de doenças e disfunções associadas às mudanças no modo de vida permeadas pela industrialização e urbanização.

2.2 GEOGRAFIA DA SAÚDE

Num contexto no qual a Geografia Médica vinha apresentando insuficiência teórico-metodológica para o entendimento das pluralidades de fatores condicionantes da ocorrência de patologias, bem como da necessidade de se pensar num planejamento eficaz do serviço público de atendimento à saúde no Brasil, é que em 1982, no Congresso da União Geográfica, o termo Geografia da Saúde passa substituir o termo Geografia Médica (ROSA, et al., 2010). Para Mazetto (2008), a Geografia da Saúde emerge pela necessidade de distanciar os estudos geográficos relacionados à saúde das abordagens centradas nas condições biológicas e nos elementos naturais do meio físico, tendo em vista que a terminologia precedente estava estritamente relacionada à aplicação de enfoques e métodos utilizados pelas ciências naturais.

A Geografia da Saúde surge pelo anseio de uma abordagem mais crítica e analítica dos fatores ambientais e sociais que condicionam a ocorrência de patologias; nessa perspectiva, para Mazetto (2008), a nova terminologia é propulsora de novas perspectivas e métodos geográficos nas análises da saúde das populações. Para Sant'anna Neto e Souza (2008) na perspectiva da Geografia da Saúde o ambiente, enquanto berço de todas as patologias, deixa de ser analisado apenas pelo viés natural, pois é nas condições de vida e trabalho em que se deve buscar as causas das doenças.

A Geografia da Saúde, em seu cerne, vai procurar desenvolver os modelos teóricos de difusão, os quais devem ser adequados aos novos paradigmas científicos, bem como à investigação da transmissão de patologias no espaço. Este movimento ganha considerável força na década de 1980, com os enormes avanços da Informática e as novas ferramentas para a estatística e para o mapeamento digital (Sistema de Informação Geográfica). Para Peiter

(2005) é neste contexto que os estudos de Geografia da Saúde (re)nascem visando o suporte às instituições de saúde pública

O espaço sempre foi utilizado como instrumento de vigilância e controle, como exemplos de sua apropriação para ordem pública tem-se a limpeza de ruas e canais, segregação de ambientes para isolamento de pessoas suspeitas de possuírem alguma patologia contagiosa, vigilância de hospitais e cemitérios (FOUCAULT, 1987). Para Barcellos (2008) o espaço geográfico é entendido como suporte fundamental no planejamento de ações de controle de endemias, tendo em vista que são numerosos os recortes espaciais utilizados para a gestão de serviços de saúde e para o controle de patologias.

Conforme pode se observar neste breve contexto histórico, ao longo do tempo a Geografia manteve importância na área da saúde auxiliando na correlação e sistematização de informações com dimensões sociais e ambientais pertinentes ao espaço e à espacialização de doenças. A Geografia médica, desde a sua origem, tem sido pautada na identificação de lugares e situações de risco; contudo após as reformulações epistemológicas intensificadas na segunda metade do século XX, sob a denominação Geografia da Saúde, passa a atuar no planejamento territorial de ações de saúde e no desenvolvimento das atividades de prevenção e vigilância epidemiológica e ambiental (DUTRA, 2009). Um dos principais compromissos da Geografia da Saúde no Brasil é contribuir para a consolidação do Sistema Único de Saúde - SUS e a redução das desigualdades sociais (DUTRA, 2009).

A propósito, o SUS foi instituído no Brasil, na década de 1980; antes dessa data, nas palavras de Machado e Viana (2009, p. 21),

A marca da política de saúde anterior era uma expressiva fragmentação institucional, configurada pela presença de dois grandes aparatos federais na condução da política – Ministério da Saúde e Ministério da Previdência Social/Inamps – pelo papel subalterno das instâncias subnacionais (estados e municípios), por forte privatização da oferta de serviços e por baixo poder regulatório do Estado.

O Sistema Único de Saúde foi instituído no bojo da redemocratização brasileira, alicerçado pelo movimento de reforma sanitária, a qual propôs a participação das três esferas governamentais no gerenciamento das questões relacionadas à saúde, com base na Constituição de 1988. Como consequência, na década de 1990 o Ministério da Saúde, tendo em vista a garantia da saúde como direito à cidadania, passa por redefinições político-institucionais, procurando reconfigurar seu papel em conjunto com as outras esferas do governo (MACHADO; VIANA, 2009).

Por meio deste breve retrospecto histórico que buscou demonstrar a evolução da abordagem geográfica a respeito das questões de saúde, evidencia-se que a Geografia da

Saúde, vista no seu caráter interdisciplinar por meio da inter-relação com outros ramos geográficos- climatologia e biogeografia, bem com outras ciências - Geologia Médica, Epidemiologia, Sociologia, Estatística, Geoprocessamento, Hidrogeologia, dentre outras, pode contribuir para um aprofundamento dos estudos que relacionam ambiente e saúde.

A concepção geográfica referente à interação entre ambiente e saúde humana acompanhou a evolução histórica da concepção de natureza, passando do entendimento dos fatores estritamente naturais, onde se tinha um espaço ainda pouco modificado pela ação humana, até os dias atuais onde os ambientes são estritamente marcados pela intensificação do modo de produção industrial e da transformação acelerada dos espaços naturais em espaços urbanos e rurais criados e dominados pelo uso das técnicas, conforme será abordado no capítulo subsequente.

3. GEOGRAFIA, AMBIENTE E SAÚDE.

A percepção e o entendimento da relação de influência do ambiente próximo sobre o organismo humano são temas presentes nos estudos científicos e na concepção da sociedade como um todo, desde seus primórdios. Conforme coloca Busch (2009) os registros das influências ambientais sobre a saúde são tão antigos quanto à organização das civilizações do Ocidente.

Hipócrates é considerado precursor dos estudos científicos da interação entre ambiente e saúde, por meio de uma visão determinística, reconhecia que “ [...]as diferenças geográficas resultavam em diferentes padrões de doenças, mas alguns elementos geográficos eram mais valorizados, tais como o clima, a vegetação e a hidrografia” (RIBEIRO, 2004, p. 3). Hipócrates reconhecia a cultura como fator secundário no entendimento da relação entre a condição geográfica da cidade e a medicina.

A visão determinística da influência do ambiente natural sobre o organismo humano pode ser compreendida pela concepção científica e social mais ampla da natureza vista como externa ao homem, que segundo Caseti (2002, p. 146) “[...] tem origem na concepção mitológica da ‘natureza hostil’, criada em função da submissão do homem aos mistérios incompreensíveis da vida no estado mais primitivo”.

Esta concepção primitiva da natureza externalizada foi recuperada por Descartes no Iluminismo, tendo como aporte a racionalidade científica, ele preconizou a ideia de separação entre corpo e alma; segundo Caseti (2002) Descartes por meio deste ideário de cisão entre dois componentes do indivíduo, buscava o “desencantamento do homem”² e a “feliz apatia”, tendo como égide a dominação da natureza humana interna em prol da dominação da natureza externa – ambiente físico.

Para Caseti (2002) a ideologização de natureza vista como externa ao homem teve como o intuito estabelecer um aporte científico para o sistema de produção capitalista, pois visava à legitimação da apropriação privada dos meios de produção, ao mesmo tempo em que induziu ao processo indeliberado de apropriação dos recursos naturais sob o domínio dos conhecimentos científicos e tecnológicos.

² Em resumo, o desencantamento do homem, discurso científico de Descartes, parte do pressuposto de que por meio da racionalidade o homem deveria se afastar dos sonhos e devaneios, conforme Horkheimer, por meio das pesquisas psicológicas e fisiológicas, os homens não teriam mais nada a admirar nas suas almas e corpos (apud. CASSETI, 2002).

A concepção da natureza externalizada esteve presente na Geografia desde sua autonomia enquanto ciência, avançando durante o século XX; entendida como algo externo que escapa do querer humano, a natureza foi no âmbito da Geografia “[...] possibilidade de construção social mediante o maior ou menor grau de desenvolvimento técnico, foi recurso mediado pelo trabalho na produção de riqueza” (SUERTEGARAY, 2002, p. 114).

No âmbito da concepção racionalista a natureza era vista como adversa à sociedade e, portanto legitimadamente sujeita à dominação humana, por meio das técnicas e conhecimentos científicos. Entendida como hostil a natureza, enquanto meio físico de contato foi vista como condicionante maior de diversos malefícios à saúde humana, conforme antecipado a Geografia Médica foi um dos ramos científicos que se dedicou, quase que exclusivamente, a buscar na relação entre homem e meio natural as causas de patologias.

Na contramão desta visão racionalista, tem-se outro caminho analítico amplamente aceito no meio científico que concebe a construção humana como natureza, do qual deriva o entendimento da natureza enquanto organismo auto-eco-reorganizacional – a natureza é a autorreprodução dos seres na relação com o entorno (MORIN, 1990; SUERTEGARAY, 2002).

Nesta concepção a natureza não é vista como externa ao homem, considerando-se que ela se reproduz com a presença humana (SUERTEGARAY, 2002). É neste contexto que a visão de natureza tecnicada de Milton Santos se insere, na qual as técnicas interferem tanto nas formas quanto nos processos naturais, para ele no momento histórico atual não se pode pensar em uma natureza como primariamente natural e dissociada dos espaços criados pela sociedade humana (SANTOS, 1997).

Tendo em vista que no contexto histórico atual são raros os ambientes físicos naturais dissociados dos ambientes construídos, não se pode mais conceber a relação unilateral entre ambiente e saúde, visto somente a partir dos condicionantes físicos. Conforme Palácios (2004) a associação entre saúde e ambiente devem ser analisadas como integrantes de sistemas complexos – os problemas de saúde de ordem ambiental só podem ser tratadas adequadamente se forem considerados os sistemas complexos inseridos no contexto. Em outras palavras, deve-se considerar todos os elementos articulados entre si.

Conforme antecipado, a Geografia da Saúde surge pelo entendimento de que no âmbito da industrialização crescente e da urbanização acelerada não se pode conceber um ambiente em que os aspectos naturais exerçam por si só influência sobre a saúde humana. São, sobretudo, os espaços e os próprios aspectos do meio físico - água, ar, solo, alterados e degradados pela ação humana que se constituem como riscos à saúde do homem. São as

dimensões culturais, sociais e políticos também entendidos pela abordagem geográfica, “sob nova roupagem”, como condicionantes da qualidade de vida do homem, que se inter-relacionam enquanto fomentadores de prejuízos ao bem estar físico mental dos indivíduos, e/ou promotores de acesso ou restrição à serviços de saúde

No contexto contemporâneo reconhece-se que o meio ambiente modificado pela ação humana contém ameaças à saúde (LUZ, 1997), diferentes daquelas reconhecidas por Hipócrates ao analisar, sobretudo, as ameaças de um meio natural pouco alterado pela sociedade. Na atualidade a grande preocupação social quanto à qualidade de vida e, em sentido mais amplo - de saúde, está associada à perda da natureza ocasionada pela expansão industrial e urbana (LUZ, 1997).

Conforme Vieites e Freitas (2007) as preocupações com os efeitos à saúde provocados pelas condições ambientais se acentuaram com o rápido e intenso processo de industrialização e urbanização, tendo em vista o acentuado número de prejuízos à saúde observados principalmente em áreas de grandes aglomerações. Os efeitos de poluição e contaminação do ar, das águas e dos solos; as erosões; assoreamentos; depredações de nichos insubstituíveis da natureza, são processos decorrentes do modo de produção e ocupação do espaço geográfico que colocam em risco a diversidade biológica, a saúde e a própria sobrevivência do homem (LUZ, 1997).

De acordo com Gatrell e Elliot (2009) indicadores de saúde podem expressar desigualdades sociais e econômicas, principalmente nas escala global e nacional; as principais causas de morte nos países considerados subdesenvolvidos é a desnutrição, falta de acesso à água tratada, sendo a população acometida por doenças infecciosas, a saber: tuberculose, HIV, malária, diarreia, dentre outras. Em países considerados desenvolvidos as causas de morte são majoritariamente por doenças cardíacas.

Conforme Câmara (2002) a relação entre ambiente e saúde, deve ser pensada atualmente no âmbito das modificações ocasionadas pela mundialização do capital, no qual as situações de riscos à saúde pública são originadas a partir de agentes físicos, biológicos e, sobretudo, sociais – expressas pelo “[...] processo de desenvolvimento econômico e social dos países que, embora devesse trazer benefícios políticos e sociais para a população, muitas vezes está associado a desigualdades sociais que geram, entre outros, bolsões de pobreza que interferem na qualidade de vida e na saúde das pessoas” (CÂMARA, 2002, p. 80).

É neste contexto, delineado no final do século XIX e início do século XX, que no âmbito das ciências sociais, nos quais se incluem a Sociologia, Antropologia e Geografia, influenciadas pelo paradigma possibilista, iniciam uma abordagem mais plural da relação

entre ambiente e saúde, entendendo o meio físico como sujeito de imperativos culturais e sociais (RIBEIRO, 2004) e também considerando tais imperativos como condicionantes ativos na qualidade do bem estar físico e mental dos indivíduos.

Para Câmara (2002) o atual estágio de desenvolvimento capitalista, no cerne da globalização, condiciona a uma complexidade da relação entre saúde e ambiente, exigindo uma abordagem científica que denominou de ecossocial, criada em uma perspectiva sistêmica, busca a superação da hegemonia dos paradigmas da ciência normal.

Como reflexo da preocupação referente às mudanças na qualidade dos ambientes e os riscos decorrentes à saúde humana, ocorreu em 1991 em Sundsvall-Suécia, a III Conferência Internacional sobre a Promoção da Saúde, tendo como tema central os “ambientes favoráveis à saúde”. Este evento foi o primeiro em nível global a focalizar a interdependência entre saúde e ambiente não se restringindo apenas a dimensão natural (BUSCH, 2009).

Nesta conferência houve grandes avanços no entendimento do ambiente enquanto local de vivência do homem, englobando os aspectos culturais, sociais, econômicos e políticos. Conforme declarado durante o evento - temas de saúde, ambiente e desenvolvimento humano não estão dissociados e não podem ser analisados como tal; desenvolvimento implica na melhoria da qualidade de vida e conseqüentemente de saúde, ao mesmo tempo em que pressupõe também a preservação da sustentabilidade do meio ambiente (OPAS, 1990).

Tendo em vista tais pressupostos, a Conferência Internacional sobre a Promoção da Saúde trouxe avanços também no entendimento de que as políticas governamentais de desenvolvimento devem estabelecer como prioridades a preocupação com essa relação indissociável (OPAS, 1990).

No Brasil, conforme Finkelman et al. (2002) o desenvolvimento da saúde ambiental e as intervenções políticas nesta área, podem ser dividida em três períodos - o primeiro, denominado de tomada de consciência, tem início na década de 1970 e se estende até 1990, marcado pela identificação da importância das questões ambientais e sua relação com a saúde humana, sob influência de uma preocupação no âmbito mundial. Esse período se expressa no país pela criação e fortalecimento de órgãos ambientais e pelas iniciativas no campo da saúde, a exemplo da institucionalização do Centro de Saúde do Trabalhador e Ecologia Humana, na Fundação Oswaldo Cruz e as organizações governamentais estaduais de meio ambiente (BUSCH, 2009).

O segundo período tem início com a realização da Conferência do Rio em 1992, e perdura durante toda a década de 1990. Ante a influência da consolidação do modelo neoliberal, marcado pela redução da atuação do Estado na condução das políticas públicas estratégicas do país, neste período ocorre um desmantelamento do que foi gestado no período anterior. O processo de adequação do SUS, neste contexto teve como preocupação central a adequação e universalização do modelo de assistência médica individual; a preocupação com a saúde coletiva e ainda e a relação entre saúde e ambiente foram vistas como questões secundárias, as quais se atribuiu importância pouco vigorosa (FINKELMAN et al., 2002; BUSCH, 2009).

O terceiro período denominado de reconstrução da saúde ambiental tem início, segundo Finkelman et al. (2002), no final da década de 1990 e perdura até os dias atuais. É expresso por:

[...] iniciativas de resgatar, no âmbito do Ministério da Saúde, a construção de uma política de saúde ambiental. Como pontos importantes desse processo podem ser colocados: a estruturação da Agência Nacional de Vigilância Sanitária; a reformulação da Fundação Nacional de Saúde; a definição de eixos agregadores na Fundação Oswaldo Cruz; a identificação da cooperação técnica com a OPAS para o desenvolvimento da área de Saúde Ambiental; a constituição da Comissão Permanente de Saúde Ambiental do Ministério da Saúde e a celebração do Termo de Cooperação entre os Ministérios da Saúde e do Meio Ambiente, para a construção de uma agenda de Saúde Ambiental do Governo Federal (BUSCH, 2009, p. 61).

No Brasil as iniciativas de ordem políticas quanto à preocupação relacionados aos prejuízos ao bem estar físico e mental decorrentes da interação do homem com o meio, foram estritamente expressas pela institucionalização de órgãos nas áreas afins. Em primeira instância observa-se que não houve uma preocupação com todos os fatores (culturais, sociais, econômicos e políticos) envolvidos nessa interação. Além do que se observa ainda uma segregação de competências, pois muito embora os órgãos de saúde pública tenham sido também direcionados a se preocuparem com as questões ambientais, e os órgãos ambientais compreendam também alguns cuidados com a saúde pública, há no cerne da institucionalização dos órgãos competentes uma correlação muito tênue entre saúde e ambiente.

Avançando nessa discussão, acrescenta-se ainda que as políticas públicas na área de saúde ambiental possuem caráter restrito à medidas paliativas, sem de fato serem eficazes na busca por diminuir as degradações dos espaços habitados visando diminuir os riscos e danos do ambiente de contato dos indivíduos. Conforme Heller (1998) ao longo da História a preocupação da melhoria do ambiente visando à prevenção de problemas com a saúde humana, tiveram como principal iniciativa pública as intervenções de saneamento.

De acordo com Busch (2009) desde dois mil anos antes de Cristo, com o reconhecimento da necessidade de se purificar a água e de se praticarem hábitos sanitários, até os dias atuais a trajetória histórica da saúde ambiental foi marcada estritamente pelo cuidado da relação entre o saneamento e a saúde.

Não se pretende aqui desconsiderar a importância do saneamento enquanto intervenção pública, pois tal medida foi e ainda é fundamental na promoção de ambientes adequados para a qualidade de vida humana. Contudo, não se pode negligenciar o fato de que o saneamento funciona apenas como medida paliativa, e não tem se apresentado eficaz na prevenção de degradações dos espaços habitados pelos homens, haja vista os recorrentes casos de prejuízos à qualidade de vida, ocasionados pela interação com aspectos do ambiente degradados. Consciência ambiental coletiva, uso racional do espaço, atenuação dos impactos ocasionados pelo modo de produção industrial e saneamento público, em conjunto são de fato eficazes na promoção de primazia na interface ambiente e saúde.

Como síntese dos pressupostos analisados até o momento, pode-se considerar em linhas gerais que a partir dos avanços técnicos o homem passou a ter um domínio maior sobre o meio natural, agindo de forma a modificar os espaços em prol dos interesses da sociedade. Tais alterações muitas vezes foram acompanhadas por degradações marcantes dos aspectos físicos do ambiente.

O atual estágio de desenvolvimento econômico e a realocação dos homens para espaços tecnificados e aglomerados tem tornado a relação entre saúde e ambiente muito mais complexa, tendo em vista que fatores socioeconômicos passaram a interferir de maneira direta na qualidade de vida das pessoas e os impactos ao meio natural acabam muitas vezes por se reverter em prejuízos à saúde do homem. É neste sentido que a correlação entre ambiente e saúde é compreendida pela Geografia no âmbito da interface sociedade/natureza, na qual há uma relação indissociável de condicionamento mútuo.

Buscando direcionar a discussão para o objetivo central da presente pesquisa, destaca-se que a degradação das águas, recurso natural limitado e imprescindível para a existência de vida, é considerada uma das modificações no espaço natural que mais tem apresentado relação direta com a qualidade de vida, conforme será abordado no subcapítulo subsequente.

3.1 – RELAÇÃO ENTRE ÁGUA E SAÚDE

A água é um composto químico de fundamental importância para todos os seres vivos, porque em conjunto com outros elementos, tornou possível o surgimento, a evolução, bem como a manutenção da vida no planeta. A água também age influenciando o clima, moldando a Terra e diluindo e eliminando substâncias poluentes (MILLER JUNIOR, 2008).

Para o ser humano em especial, a água representa importância não somente na manutenção da vida, mas também como elemento fundamental para o desenvolvimento econômico, neste sentido Tundisi (2005, p. 728) lembra que “a água sempre foi e sempre será um fator limitante para o desenvolvimento sustentável, para o desenvolvimento econômico e social”.

A importância da água para a sustentação da vida no planeta, bem como para a manutenção do desenvolvimento econômico da sociedade humana é inegável, contudo é preciso se considerar que por ser a principal via de interligação entre os aspectos do meio físico e a fisiologia humana, a qualidade dos recursos hídricos é um dos aspectos do ambiente estritamente associado à saúde humana (GATRELL; ELLIOT, 2009). Conforme Prüs-Ustin et al. (2008) cerca de 10% das doenças em nível global estão associadas à má qualidade da água, bem como às deficiências na disposição de excreções.

A maioria das doenças relacionadas à veiculação hídrica podem ser facilmente evitadas mediante ao tratamento das águas disponibilizadas para o consumo, segundo Marimon (2006) o déficit de abastecimento de água de boa qualidade é o responsável por 80% das doenças e mortes nos países em processo de desenvolvimento. Conforme Prüs-Ustin et al. (2008) os serviços de abastecimento de água potável, no qual são eliminadas as possíveis substâncias e elementos químicos; saneamento; manejo de resíduos sólidos; bem como higiene pessoal e doméstica, são ações e atitudes cotidianas que podem evitar a ocorrência de patologias de veiculação hídrica.

De maneira geral, a água relaciona-se com a saúde humana principalmente como -veículo de agentes microbianos causadores de gastroenterites; por conta da contaminação fecal; como reservatório de vetores de doenças; como veículo de agentes tóxicos, de origem natural ou antrópica; ou mesmo por meio de impactos físicos diretos, a exemplo das inundações, e indiretos – danos à produção agrícola (CONFALONIERI; HELLER; AZEVEDO, 2010).

Tendo em vista os objetivos traçados na presente pesquisa, a discussão a respeito da interação entre ambiente e saúde será direcionada para a análise pormenorizada da qualidade dos recursos hídricos subterrâneos.

3.2–UTILIZAÇÃO E PARÂMETROS DE QUALIDADE DOS RECURSOS HÍDRICOS SUBTERRÂNEOS

Os recursos hídricos subterrâneos, em linhas gerais, correspondem a toda água existente no subsolo, que preenche os poros e fraturas das rochas. Conforme Iritani e Ezaki (2007) os recursos hídricos subterrâneos consistem nas águas que estão localizadas abaixo da superfície do terreno e circulam pelos espaços existentes entre os grãos e fraturas das rochas.

Os recursos hídricos subterrâneos têm sido amplamente utilizados em escala global, tanto pelas empresas de abastecimento público, quanto por inúmeras famílias residentes em áreas periurbanas e rurais, não abrangidas pelo serviço de abastecimento e saneamento realizado pelas empresas e órgãos gestores.

O uso das águas subterrâneas, embora milenar, tem aumentado muito nas últimas décadas, como alternativa a escassez de recursos hídricos superficiais em condições apropriadas para o consumo humano – pois estas se encontram muito mais suscetíveis à degradação provenientes de atividades antrópicas, que por sua vez, produzem alterações na qualidade das águas, bem como em sua distribuição cíclica.

As alterações à qualidade das águas relacionam-se com os processos de contaminação e poluição provenientes de diversas atividades realizadas pelo homem, enquanto indivíduo e sociedade. As alterações na distribuição cíclica dos recursos hídricos estão atreladas a noção elementar de que a água em seu ciclo contínuo, muda constantemente de estado físico, e que em diferentes momentos pode ter seu potencial disponível reduzido, em decorrência dos processos naturais aliados a interferência humana.

3.2.1– Fontes dos recursos hídricos subterrâneos: breve entendimento do ciclo hidrológico

Os recursos hídricos subterrâneos compõe o ciclo hidrológico, sendo um estrato em que a água percola, no seu ciclo infinito e fechado. Em curtas linhas pode se caracterizar este movimento cíclico como uma ação de troca continua de água entre a atmosfera, a hidrosfera e superfície terrestre.

Ao suscitar a noção do ciclo hidrológico, esclarece-se que boa parte da gênese desse recurso se dá por meio da infiltração de águas pluviais. Conforme destaca Heath (1982), as águas pluviais entram em contato inicialmente com a cobertura vegetal do solo, ou outras superfícies (no caso de uma área onde a vegetação esteja ausente) e aos poucos começa a se infiltrar no solo. A velocidade e a quantidade de água infiltrada são condicionadas pelo uso do solo, das características geológicas, da umidade do mesmo, bem como pela intensidade e

tempo de duração da precipitação. Quando a quantidade de precipitação ultrapassa a capacidade de infiltração, tem-se o escoamento superficial.

A primeira infiltração repõe a umidade do solo e, após o excesso percola lentamente através da zona intermediária à zona de saturação. A água na zona de saturação move-se descendentemente e lateralmente a locais de descarga de água subterrânea, tais como fontes nas encostas ou como surgência sob os rios e lagos e oceanos (HEATH, p. 5, 1982).

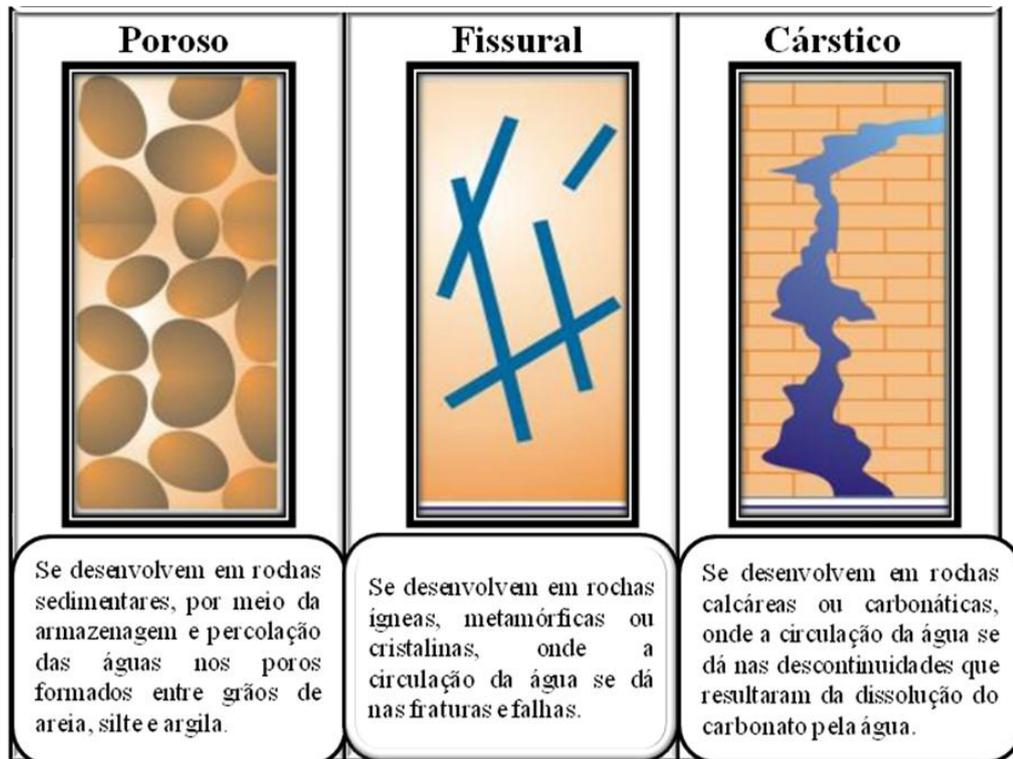
Para Manoel Filho (1997) a água que se infiltra no solo pode se segmentar em três porções diferentes: a primeira se mantém na porção onde os poros vazios do solo permanecem parcialmente preenchidos por água e ar - área denominada de zona não saturada. Na segunda porção, denominada de zona de interfluxo ou zona de escoamento sub-superficial, a água pode continuar a fluir na zona não saturada e dependendo de condicionantes como a existência de níveis pouco permeáveis logo abaixo da superfície do solo, alcançar os leitos de cursos d' água. A terceira fração de água pode fluir até o nível freático, compondo a recarga do aquífero.

Neste terceiro nível, conhecido como zona saturada, os recursos hídricos subterrâneos preenchem os poros das rochas sedimentares, ou as fraturas e fissuras das rochas cristalinas (ALIEVI; PINESE; CELIGOI, 2009). Contudo a recarga dos aquíferos, não é proveniente apenas de infiltração de águas pluviais, há que se considerar a gênese através de cursos d' água e reservatórios superficiais.

3.2.2-Breve caracterização estrutural dos aquíferos

Um aquífero é uma unidade de rocha que permite o fluxo de água, tendo a capacidade de armazenamento e liberação das águas em quantidades úteis. Todas as rochas que estão presentes na superfície da crosta terrestre podem armazenar água subterrânea, entretanto com variações quantitativas (HEATH, 1982). Conforme Santiago (2010) existe três tipos de aquíferos com diferenças estruturais associadas aos aspectos litológicos e correlacionados à capacidade de armazenamento da água subterrânea, conforme ilustrado e descrito na figura 1.

Figura 1 - Principais diferenças estruturais entre os aquíferos.



Fonte: Santiago, 2010. **Org.:** A autora.

Os aquíferos que se desenvolvem em rochas sedimentares são os que possuem maior capacidade de armazenamento de recursos hídricos, sua porosidade habitualmente homogênea permite a percolação da água em qualquer direção, em função tão somente dos diferenciais de pressão hidrostática (SANTIAGO, 2010). Como exemplo de aquífero sedimentar tem-se o Guarani, que é o maior manancial de água subterrânea transfronteiriço do mundo.

Os aquíferos fraturados ou fissurais possuem menor capacidade de armazenamento e circulação de água, tendo em vista que esta fica condicionada à quantidade de fraturas e suas intercomunicações, que podem favorecer ou prejudicar a infiltração e o fluxo da água. O aquífero Serra Geral, analisado nesta pesquisa, é um exemplo de aquífero fissural; conforme descrito com mais detalhe adiante, este aquífero é formado por rochas consideradas impermeáveis originadas a partir de derrames basáltico da Formação Serra Geral e intrusões de diabásios, desta maneira a armazenagem e percolação das águas subterrâneas restringem-se ao longo de falhas e fraturas das rochas e intercalação com rochas mais permeáveis (CETESB, 1997).

Afora o que está descrito na figura 1, é importante ainda destacar que os aquíferos cársticos são considerados heterogêneos e descontínuos, assim como os aquíferos fissurais,

tendo a capacidade de retenção de água circunscrita a tais discontinuidades, possuindo fluxo de água em canais (SANTIAGO, 2010).

3.2.3- UTILIZAÇÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS SUBTERRÂNEOS

A crescente demanda por recursos hídricos tem se tornado uma das principais problemáticas do planejamento urbano e das políticas públicas. A urbanização e o crescimento populacional são responsáveis tanto pelo aumento da demanda, quanto pela redução da quantidade de recursos hídricos disponíveis em condições ideais para o consumo humano, visto que o crescimento urbano desordenado e as atividades industriais podem alterar a qualidade dos recursos hídricos disponíveis, por meio de poluição e contaminação.

Estes dois termos muitas vezes são empregados e entendidos erroneamente como sinônimos - por poluição entende-se a alteração ecológica causada a partir de atividades antrópicas, por meio do acréscimo de agentes (poluentes) que ali não existiam, ou ocorriam em quantidade inferior. O termo contaminação refere-se à alteração danosa das condições naturais de um meio, indicando a presença de seres patogênicos ou substâncias em concentrações nocivas, denotando implicações à qualidade ambiental e à saúde do meio biótico, no qual se inclui o ser humano (MILLER JUNIOR, 2008).

No caso específico dos recursos hídricos, tanto a poluição quanto a contaminação podem ocasionar uma redução da quantidade de recursos que possuam qualidade adequada para o abastecimento público. Tendo como consequência o encarecimento do saneamento deste recurso, ou mesmo a busca por outras fontes. É neste contexto de escassez contemporânea de águas superficiais próprias para o consumo humano, que as águas subterrâneas tem experimentado uma crescente utilização.

A utilização dos recursos hídricos subterrâneos é uma prática antiga, estudos demonstram que nas civilizações Persa e Egípcia, por volta de 800 a. C, eram construídos poços e tuneis para captação de águas subterrâneas, antecedendo a compreensão de sua origem e movimento. Embora Aristóteles tenha ainda alguns séculos antes de Cristo, identificado e reconhecido o caráter cíclico das águas, a importância dos processos que compreendem este ciclo e são responsáveis pela ocorrência das águas subterrâneas, só foi claramente entendido e explicado na era cristã, pelo arquiteto romano Vitruvius (MANOEL FILHO, 1997).

No início do século XIX, houve na França um interesse pela utilização das águas subterrâneas, em dimensões sem precedentes, motivado por resultados favoráveis obtidos a

partir de perfurações de poços tubulares para o abastecimento de algumas comunidades, estimulando diversos estudos e experimentos que alavancaram os conhecimentos acerca dos recursos hídricos subterrâneos e a capacidade de extração (MANOEL FILHO, 1997).

Contudo, apesar de ser utilizada há mais de dois milênios, as águas subterrâneas tem experimentado nas últimas décadas uma crescente exploração, sendo utilizado enquanto alternativa para as demandas de abastecimento urbano. No cenário nacional 15,6% das residências são abastecidas exclusivamente com recursos hídricos subterrâneos, há que se considerar também que empreendimentos comerciais e industriais (ZOBY, 2008; ALIEVI; PINESE; CELLIGOI, 2009).

A utilização de recursos hídricos subterrâneos apresenta algumas vantagens em detrimento das águas superficiais. Com base em Costa (1997), descreve-se abaixo algumas dessas vantagens:

- Sob o ponto de vista bacteriológico e químico é de qualidade superior, dispensando em muitos casos tratamentos antipoluentes, com exceção de águas captadas em aquíferos localizados em regiões semiáridas, zonas costeiras, ou mesmo em aquíferos rasos de áreas altamente urbanizadas;
- Não acarreta inundações em áreas úteis;
- Necessitam de pequenas áreas de captação e proteção;
- Independem de períodos de estiagem e não estão sujeitas a evaporação;
- Obras de captação e manutenção pouco onerosas e não requerem tempo elevado;
- Encontram-se mais protegidas de contaminações químicas e de impactos ambientais;

3.2.4- Parâmetros da qualidade das águas subterrâneas

Muito embora os recursos hídricos subterrâneos encontrem-se mais protegidos das ações antropicas de poluição e contaminação, é preciso considerar que diferentes tipos de atividades - usos e ocupações do solo podem incorporar nas águas subterrâneas substâncias ou elementos químicos, que em concentrações variáveis podem ser prejudiciais à saúde humana.

Afora o aporte antropogênico, a ocorrência de certos elementos em quantidades irregulares podem se dar a partir de anomalias geogénicas, pois conforme destaca Nanni (2008) as características químicas dos recursos hídricos subterrâneos são reflexo dos meios

por onde percolam, tendo relação direta com os aspectos litológicos e pedológicos do meio físico com o qual mantém contato.

Os solos e o meio litológico funcionam frequentemente como um filtro dos recursos hídricos subterrâneos, tendo capacidade de depuração das impurezas contidas nas águas. Contudo se possuírem em sua composição substâncias ou elementos em quantidades elevadas, podem interferir na qualidade físico-química das águas (CETESB, 1997; PINESE, MARTINS JUNIOR, 2005). A este respeito Alievi (2012) acrescenta que em muitos casos as águas subterrâneas estão interligadas aos recursos hídricos superficiais, podendo ser tanto condicionadas como condicionantes em processos de contaminação por elementos químicos.

Conforme tabela 1, uma ampla variedade de componentes têm sido identificados como contaminantes da água subterrânea. A ocorrência destes componentes pode se dar naturalmente, contudo a utilização dessas substâncias em diversos usos e atividades antrópicas, podem ser fontes potenciais de contaminação (FETTER, 1999).

Tabela 1- Exemplos de elementos químicos que podem se constituir em contaminantes das águas subterrâneas.

EXEMPLOS DE CONTAMINANTES DOS RECURSOS HÍDRICOS		
<i>Contaminantes</i>	<i>Exemplos de Uso</i>	<i>Limite máximo</i>
Alumínio	Ligas, fundição, tintas, indústria elétrica, embalagens, construção civil, máquinas e equipamentos.	0,1 mg/L
Arsênico	Ligas, corantes, medicamentos, soldas, dispositivos eletrônicos, herbicidas, preservativos,	0,05 mg/L
Bário	Ligas, lubrificantes.	1,0 mg/L
Berilo	Material estrutural na tecnologia espacial, sistemas de orientação inercial, aditivo para combustíveis de foguetes, moderador e refletor de nêutrons em reatores nucleares.	0,1 mg/L
Boro	Ligas, fibras e filamentos, semicondutores	0,75 mg
Cloreto	Purificação de água, processamento de alimentos	250 mg/L
Cianetos	Pesticidas, revestimentos, metalurgia.	0,01 mg/L
Cádmio	Ligas, baterias, equipamentos eletrônicos, fungicidas, revestimentos.	0,001 mg/L
Cálcio	Ligas, fertilizantes.	500 mg/L
Cromo	Ligas, revestimentos, tintas, investigação nuclear e de alta temperatura.	0,5 mg/L
Cobalto	Ligas, cerâmica, medicamentos, Tintas, vidros, lâmpadas, filamentos.	0,2 mg/L

Cobre	Ligas, tintas, fiação elétrica, maquinários, tubulações e inseticidas.	0,02 mg/L
Ferro	Ligas, maquinários, imãs.	0,3 mg/L
Fluoretos	Crems dentais e outros dentífricos, aditivo para água potável, fundição de alumínio	1,5 mg/L
Fosfatos	Detergentes, fertilizantes	250 mg/L
Lítio	Ligas, produtos farmacêuticos, baterias, soldas, propulsores.	2,5 mg/L
Manganês	Ligas, agentes de purificação.	0,1 mg/L
Mercúrio	Ligas, aparatos eletrônicos, fungicidas, bactericidas, produtos farmacêuticos,	0,0002 mg/L
Níquel	Ligas, cerâmicas, baterias.	0,025 mg/L
Nitrato	Fertilizantes, conservantes de alimentos.	10 mg/L
Prata	Ligas, fabricação de produtos químicos, espelhos, eletrônicos, catalisadores, produtos farmacêuticos, joias.	0,01 mg/L
Selênio	Ligas, catalisadores, cerâmicas, eletrônicos.	0,01 mg/L
Sódio	Fabricação de produtos químicos, catalisadores, refrigerantes, reagentes laboratoriais.	200 mg/L
Vanádio	Ligas, catalisadores, materiais para raio X.	0,1 mg/L
Sulfato	Fertilizantes, pesticidas.	250 mg/L
Zinco	Estudar desgaste em ligas, de galvanização, o metabolismo do corpo, a função de aditivos de petróleo em óleos lubrificantes.	0,18 mg/L
Urânio	Reatores nuclear	0,02 mg/L

Fonte: Dissanayake e Chandajith (2009); Ministério da Saúde (2011).

Org: A autora.

Na tabela 1 existem parâmetros estabelecidos pelo Ministério da Saúde (2011), visando delimitar a quantidade máxima de substâncias e dos elementos químicos que podem ser consumidas sem auferir riscos à saúde humana. Neste sentido é importante destacar que a qualidade das águas é definida a partir do conhecimento de sua composição e dos efeitos que seus constituintes podem causar.

Os padrões de qualidade dos recursos hídricos subterrâneos são estabelecidos de acordo com o uso que será destinado. No caso específico, da tabela 1 e da discussão que será realizada ao longo deste trabalho, leva-se em consideração apenas o uso destinado ao consumo humano, o qual os critérios de avaliação da qualidade da água atentam-se sobre os

efeitos adversos que certas substancias presentes na água podem causar a saúde (FETTER, 1999).

O flúor é o único elemento químico adicionado nas águas de abastecimento público com intenção de beneficiar a saúde pública, tendo em vista sua ação na proteção dos dentes contra cárie dentária, contudo conforme será amplamente explanado na sequência, em concentrações elevadas este elemento químico é tóxico e pode ocasionar patologias.

3.3-ASPECTOS CONCEITUAIS E ANALÍTICOS DA UTILIZAÇÃO DO FLÚOR

Conforme Dissanayake e Chandajith (2009) o flúor é o elemento químico mais leve do grupo dos halógenos, possuindo também um comportamento químico distinto dos outros elementos de seu grupo - ocorre como um único isótopo, sendo o mais eletronegativo dos elementos químicos. Em sua forma livre apresenta coloração amarela clara e é altamente corrosivo, reagindo com quase todas substancias orgânicas e inorgânicas (MARIMON, 2006).

Por ser o 13^a elemento mais abundante na litosfera, a população de maneira geral está exposta constantemente ao flúor, por meio dos próprios aspectos do ambiente - ar, solos, água e alimentos. Contudo, diferente de outros elementos considerados essenciais, a alimentação não é a principal fonte, conforme Selinus (2006) a água caracteriza-se como a principal via de conexão entre tal elemento e a saúde humana.

Em termos numéricos Plant et al. (2001) destaca que mais de 70% do flúor ingerido, é proveniente dos recursos hídricos. Marimon (2006) alega que o flúor ocorre geralmente em pequenas quantidades nas águas naturais, pois em sua lenta migração em solução pode ficar retido nos argilominerais; contudo mais adiante admite que a ocorrência de algumas anomalias de origem geogenéticas, ou mesmo o aporte a partir de fontes antropogênicas podem aumentar substancialmente essa concentração.

Nos recursos hídricos superficiais e subterrâneos o flúor ocorre naturalmente a partir lixiviação de rochas enriquecidas de flúor; águas pluviais que podem eventualmente agregar pequenas quantidades de flúor por meio de aressóis marinhos e poeiras continentais; dissolução de fluoretos a partir de gases vulcânicos, por meio de percolação de águas subterrâneas por falhas geológicas (SELINUS, 2006).

No caso específico dos recursos hídricos subterrâneos, o controle da mobilidade de fluoretos depende de uma série de fatores, como do equilíbrio mineral referente à solubilidade dos seus compostos, processos de troca iônica e sorção-adsorção, pH, dinâmica de fluxo e temperatura do meio (MARIMON, 2006).

Conforme mencionado, as atividades antrópicas podem ser responsáveis pelo acréscimo de flúor nos recursos hídricos, segundo Selinus (2006) as emissões e efluentes industriais e o uso de fertilizantes fosfatados são as principais fontes. Alguns episódios históricos demonstram como atividades industriais, que possuem flúor como resíduos podem ser extremamente prejudiciais ao meio biótico e abiótico. No início do século XX, muitas indústrias de fundição europeias tiveram que pagar multas e ter sua localização restrita, por danos ambientais causados pela emissão de flúor, contudo as indústrias de fertilizantes fosfatados não foram contatadas (OUTERBRIDGE, 1986).

Em 1912 ocorreu uma intoxicação em grande escala de gado próximo a uma indústria de fosfato na Itália, bem como na Suíça, perto de uma fábrica de alumínio. Na década de 1940 as emissões de flúor provenientes de indústrias de alumínio se intensificaram, como decorrência de produções de equipamento e utensílios para segunda guerra mundial (GRANT, 1986).

Em tempos contemporâneos, conforme Grant (1986) e Outerbridge (1986) muitas indústrias que emitiam flúor em quantidades elevadas foram autuadas, e ao invés deste elemento químico ser lançado na atmosfera indeliberadamente, passou a ser armazenado e segundo eles, é inserido nas águas de abastecimento público. Para estes autores, a inserção de flúor nas águas de consumo foi uma alternativa, com autorização do governo norte americano (país onde a inserção de flúor nas águas teve início), para as indústrias que possuem flúor como resíduo se livrarem do seu lixo de maneira legalizada.

3.4-HISTÓRICO DE FLUORETAÇÃO DAS ÁGUAS DE ABASTECIMENTO PÚBLICO

A inserção de flúor em produtos de higiene bucal, bem como no tratamento de águas utilizadas para o abastecimento público, tem sido praticada na intenção de promover melhorias significativas na saúde bucal, uma vez que a ingestão de teores adequados deste elemento evitam a ocorrência de cárie dentária. Contudo, não há evidências científicas de que sinais clínicos associados à deficiência de fluoreto realmente existam e o Conselho de Especialistas na área de saúde não definiu uma quantidade mínima de flúor desejável (OMS, 1969).

A inserção de flúor em águas de abastecimento público é, segundo Diesendorf e Sutton (1986) denominada de "fluoretação controlada", contudo tais autores alegam que o termo - "controlada" não é apropriado, tendo em vista que a dose individual de fluoreto

depende não só da concentração na água, mas também da quantidade de líquido ingerido diariamente. Para Connett (2012) é impossível controlar a dose que cada indivíduo consome de flúor, algumas pessoas – trabalhadores braçais, atletas, diabéticos, por exemplo, devido a profissão ou disfunções ingerem maior quantidade de água diariamente.

A fluoretação de águas de abastecimento público, tem gerado muitas controvérsias científicas, existem pesquisadores e dentistas que defendem esta prática, alegando a relevância do consumo de flúor para a redução de cáries dentais, principalmente em locais onde a população possuem condições restritas de acesso à serviços odontológicos, ou mesmo à compra de produtos de higiene bucal.

Em contrapartida, um número elevado de pesquisadores tem procurado demonstrar que o consumo de flúor está associado à ocorrência de doenças e disfunções, como é possível perceber nas palavras de Gattrell e Elliott (2009, p. 211) “na Grã-Bretanha, nos EUA e em outros países há grupos que se opõem a fluoretação, alguns citam a possível relação entre o consumo e flúor e a ocorrência de câncer (cancro de osso, ou osteosarcoma, em particular)³.” Diesendorf e Sutton (1986) questionam a relevância do consumo de flúor por meio da água de abastecimento público, segundo eles este elemento químico, em doses elevadas, é bem conhecido por ser tóxico para seres humanos e animais, sendo usado inclusive na composição de venenos para ratos.

A constatação da ação toxica do flúor nos dentes precedeu a inserção de flúor nas águas de abastecimento, foi por meio das investigações sobre os prejuízos ao esmalte do dente que se descobriu os benefícios na prevenção da cárie dentária. Em 1911 o Cirurgião dentista Fredrick McKay observou a ocorrência de manchas nos dentes de crianças residentes em Colorado Spring – EUA, contudo apenas cinco anos mais tarde, após diversos estudos, ele conseguiu estabelecer correlação entre o consumo de águas com teores elevados de flúor e a ocorrência de tais manchas nos dentes das crianças. Em 1928, Mckay sugeriu que a substância presente na água, responsável pelas manchas, também seria capaz de reduzir a ocorrência de cáries dentais (FUNASA, 2012).

A partir desta constatação, Mckay e outros pesquisadores os quais se destaca Trendley Dean se dedicaram a pesquisar a relação entre consumo de flúor e os efeitos sobre a saúde. Em 1938 após estudos de casos, Dean constatou que em cidades onde as águas continham teores de fluoretos naturais acima de 1 ppm, o número de crianças com cárie dentária era bem menor que em cidades onde os teores de flúor eram mais baixos. Em

³ “In Britain, the USA, and elsewhere there are vociferous groups who oppose such fluoridation; some cite evidence of links between fluoridation and cancer (bone cancer, or osteosarcoma, in particular)”.

decorrência desta constatação, Dean e outros pesquisadores procuraram estabelecer a relação entre o limite mínimo de flúor natural existente na água que não provocasse danos ao esmalte dentário e fosse efetivo na prevenção de cárie dentária (BUENDIA, 1996).

Conforme Outerbridge (1986) a fluoretação das águas teve início na década de 1940, nos Estados Unidos, tendo como base observações que demonstravam índices de ocorrência de cáries mais baixos em locais onde os níveis de flúor nas águas de abastecimento eram mais elevados que outras localidades, motivando apelos por parte de dentistas pela fluoretação das águas de consumo, sobretudo em locais onde havia predomínio de população de baixa renda. Programas-piloto de dez anos foram iniciados em Grand Rapids, Michigan, Newburgh e Nova York. Em junho de 1950 a fluoretação de águas de abastecimento público recebeu aprovação oficial, bem como científica e profissional – a exemplo da aprovação pela American Dental Association, no mesmo ano.

Durante a década de 1950, a teoria de que o flúor age na redução da solubilidade do esmalte dentário, oferecendo proteção contra as cáries, foi disseminada tendo como aporte os estudos e exemplos norte americanos, bem como pesquisas realizadas pontualmente em outras localidades, a exemplo do estudo realizado na África do Sul, indicando que houve redução de 50-80% nos casos de cáries em crianças onde os teores de flúor em águas de consumo ficavam entre 0,2- 0,9 mg/L (GATRELL; ELLIOTT, 2009).

Os estudos realizados entre 1945 e 1955 que serviram de aporte para a fluoretação das águas de consumo foram muito criticados por possuir uma metodologia pobre, no que concerne principalmente as comunidades escolhidas para os primeiros testes, bem como por ter havido omissão de dados contrários (STEFANO 1954; SUTTON 1959, 1960; ZIEGELBECKER, 1970).

Em 1958 a OMS instituiu um Comitê de Peritos em fluoretação da água, que logo no primeiro relatório deu parecer favorável à fluoretação, indicando-a como uma medida de saúde pública. Em 1962, o Serviço de Saúde Pública dos EUA estabeleceu parâmetros para a fluoretação das águas de consumo, utilizando o clima como variável determinante, estes limites foram também adotados na América Central e do Sul (FUNASA, 2012).

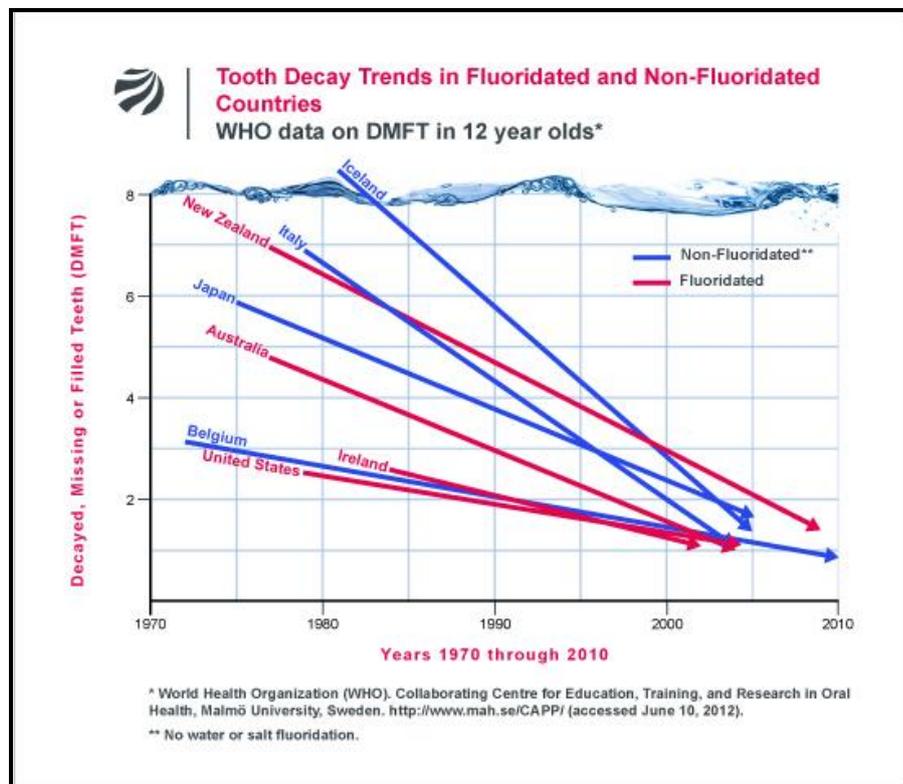
Em 1975 na XXV Assembleia Mundial da Saúde a OMS desenvolveu um programa para a promoção da fluoretação de água de abastecimento de comunidades, enfatizando a importância de se utilizar o flúor nas concentrações adequadas na água de abastecimento. O programa obteve aprovação por unanimidade dos 148 países-membros (VIEGAS et al., 1987).

Atualmente, a fluoretação de águas de abastecimento público, embora alvo de muitas críticas, tem sido uma prática recorrente em diversos países. Contudo, conforme Connett

(2012) na maioria dos países desenvolvidos, incluindo o Japão e em 97% da população da Europa Ocidental, a fluoretação das águas de consumo foi abolida e/ou nem implementada.

Conforme é possível observar na figura 2 os casos de cárie dentária têm diminuído em países que praticam a fluoretação de águas de abastecimento público (Nova Zelândia, Estados Unidos, Austrália, Irlanda), bem como nos países em que não adotaram essa prática (Islândia, Itália, Japão, Bélgica). Para Connett (2012) a escovação dos dentes é por si só eficaz na prevenção de cáries dentais, e isso explicaria a redução da ocorrência de cáries nos dois grupos de países.

Figura 2- Evolução histórica dos casos de cárie dentária.



Fonte: Connett (2012).

Há concordância no meio científico que teores elevados de flúor podem causar danos à saúde humana, contudo dentre os pesquisadores, autoridades políticas e órgãos supranacionais que defendem a fluoretação das águas de consumo público ainda consideram o consumo de teores ideais de flúor fundamental para a saúde bucal. Visando estabelecer os teores mínimos de flúor nas águas, que previnam a ocorrência de cáries, e máximos, que não sejam passíveis de causar danos à saúde, é que se têm atualmente parâmetros definidos por órgãos supranacionais, e adaptações nacionais.

3.5-PARÂMETROS E LEGISLAÇÃO VIGENTE ACERCA DA QUANTIDADE DE FLÚOR EM ÁGUAS DE CONSUMO

A OMS (1984) definiu em 0,79 mg/L o teor de flúor considerado como ideal na água potável para países tropicais; em países de clima frio admite-se teores de até 1,4 mg/L. Tal especificação de parâmetros, com base em zonas climáticas, é estabelecida tendo em vista que a quantidade de flúor presente no organismo é condicionada, dentre outros fatores, pela quantidade total de água ingerida diariamente e pela suposição de que o incremento da temperatura aumenta teoricamente o consumo de água (OMS, 1969).

Os parâmetros estabelecidos pela OMS (1984) são amplamente utilizados em termos globais, aliados à adaptações realizadas por órgãos nacionais. No Brasil, as diferenciações climáticas estabelecidas pela OMS foram adotadas e adaptadas às condições do país. A fluoretação das águas de consumo no Brasil teve início em 1944 no Rio Grande do Sul, tal iniciativa resultou posteriormente na aprovação da Lei Estadual nº 3125 de 18 de junho de 1957, que estabeleceu a fluoretação das águas de abastecimento em todos os locais de atuação do Estado (FUNASA, 2012).

Em 1974 o Congresso Nacional aprovou a Lei nº 6.050, que em seu Artigo 1º determina a inclusão de planos relativos à fluoretação das águas para os projetos de construção ou ampliação de sistemas públicos de abastecimento de água. Tal lei foi regulamentada pelo Decreto nº 76.872 da Presidência da República, em 22 de dezembro de 1975, designando ao Ministério da Saúde a responsabilidade de estabelecer:

- Normas e parâmetros para a fluoretação das águas em todo o território brasileiro;
- Condições de obrigatoriedade, respeitando as concentrações mínimas e máximas recomendadas de íons fluoreto;
- Métodos de análise e procedimentos para determinação da concentração de flúor nas águas de abastecimento;
- Os equipamento e técnicas a serem utilizadas na fluoretação da água (FUNASA, 2012).

O parâmetro legislativo mais recente que se tem no Brasil para regular os teores de flúor permitidos nas águas de consumo é a Portaria 2914 do Ministério da Saúde (2011). Conforme é possível observar no anexo 1 determina-se como máximo permitido concentrações de até 1,5; contudo, no § 1º do capítulo V - do padrão de potabilidade, se estabelece que os valores recomendados para concentração de íon fluoreto devem observar a Portaria nº 635/GM/MS, de 30 de janeiro de 1976, em que se estabelece uma diferenciação

dos parâmetros de consumo de flúor, de acordo com a diferenciação das temperaturas observadas no território brasileiro.

Conforme a portaria N.º 635 do Ministério da Saúde (1976) as concentrações de flúor permitidas devem variar entre 0,6 a 1,5 mg/L, de acordo com as médias das temperaturas máximas diárias do ar, conforme pode ser observado na tabela 2.

Tabela 2 - Limites de flúor para as águas de consumo, de acordo com as médias das temperaturas máximas diárias.

<i>Médias das temperaturas máximas diárias do ar em °C</i>	<i>Limites recomendados para a concentração de íon de fluoreto em mg/L</i>		
	Mínimo	Máximo	Ótimo
10, - 12,1	0,9	1,5	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, 1976. **Org.** A autora.

Visando definir os parâmetros de concentração de flúor a serem adotados na presente pesquisa, buscou-se informações das médias das temperaturas máximas diárias do ar na área de pesquisa, contudo em apenas um dos municípios analisados – Bela Vista do Paraíso, existe estação meteorológica do IAPAR, principal órgão de monitoramento climatológico do estado.

Tendo em vista a proximidade entre os municípios analisados e a pequena diferenciação latitudinal, os dados disponíveis acerca das médias das temperaturas máximas de Bela Vista do Paraíso serão adotados para estabelecer os parâmetros de concentrações de flúor em águas de consumo público para toda a área de pesquisa.

Segundos dados do IAPAR (2013) a média das temperaturas máximas em Bela Vista do Paraíso é de 27,1 °C (anexo 2), sendo assim, em concordância com os critérios estabelecidos pelo Ministério da Saúde (1976) as concentrações de flúor admitidas para as águas de consumo público nos municípios abordados nesta pesquisa devem variar de um mínimo de 0,6 mg/L, considerado ideal para a prevenção de cáries dentais para um máximo de 0,8 mg/L, quantidade considerada passível de condicionar a ocorrência de fluorose dentária.

O CONAMA utiliza erroneamente os parâmetros estabelecidos pela OMS (1964) para países temperados, definindo teores de 1,4 mg/L como limites máximos de flúor em águas de consumo no Brasil, conforme pode ser observado no anexo 3. O estabelecimento e aplicabilidade dos parâmetros de concentração de flúor nas águas de consumo é um fator que tem contribuído e tem potencialidade para diminuir e evitar os danos que o flúor, em concentrações elevadas, pode causar à saúde humana e por isso devem ser estabelecidos criteriosamente.

3.6-RELAÇÃO ENTRE CONSUMO DE FLÚOR E DANOS À SAÚDE

O flúor é um elemento essencial na dieta humana, quando ingerido em quantidades baixas é benéfico, principalmente em crianças, promovendo o endurecimento da matriz mineral dos dentes e esqueleto, tendo se mostrado como o agente químico mais eficiente na prevenção da cárie dentária (PIRES, 2008).

Na contramão, se consumido em excesso, o flúor pode apresentar toxicidade aguda ou crônica. A toxicidade aguda ocorre pelo consumo de alta dosagem de flúor de uma única vez; a toxicidade crônica é resultado da ingestão de flúor em concentrações acima do limite adequado por período prolongado (FUNASA, 2012).

A toxicidade do flúor tem sido recorrente em diversos trabalhos científicos, a ingestão de teores inadequados, de acordo com os parâmetros estabelecidos, tem apresentado estreita relação com prejuízos à saúde humana. Diversos estudos tem apontado a ocorrência de sinais clínicos adversos associados à ingestão de teores elevados flúor (CANGUSSU et al., 2002).

Conforme pode ser observado na tabela 3, o consumo prolongado de flúor em concentrações acima da recomendada nas águas ou nos alimentos podem causar patologias como a fluorose dentária e esquelética, no qual tecido dentário normalmente apresenta os primeiros sinais da toxicidade (OMS, 1969).

Tabela 3 - Quantidades de flúor e suas respectivas influências sobre a saúde humana.

<i>Concentração em mg/L</i>	<i>Efeitos sobre a saúde</i>
0	Limitação do crescimento
0,0-0,5	Não evita a ocorrência de cáries nos dentes
0,5-0,7	Evita o enfraquecimento dos dentes
0,8-4,0	Fluorose dentária
4,0-10,0	Fluorose dentária grave e fluorose esquelética
Mais que 10,0	Fluorose deformante

Fonte: Organização Mundial da Saúde, 1984. **Org.** A autora.

Afora a fluorose dentária e óssea, outras patologias e disfunções vem sendo associadas ao consumo de flúor em quantidades elevadas, conforme Diesendorf e Sutton (1986) uma pequena parcela da população possui intolerância ao flúor, apresentando sinais clínicos adversos, incluindo erupções cutâneas, dores de cabeça, distúrbios gástricos, feridas na boca e redução temporária da capacidade urinária. Outras patologias, como câncer, problemas respiratórias, hepatites e doenças renais tem sido por alguns pesquisadores e especialistas atribuída ao consumo de concentrações elevadas de flúor, contudo não se tem nenhuma comprovação científica (DISSANAYAKE; CHANDAJITH, 2009).

Estudos publicados pela revista The Guardian tem abordado a relação entre o consumo de flúor e a ocorrência de câncer, valendo-se de afirmavas pautadas em resultados de que em áreas fluoretadas dos Estados Unidos as taxas de câncer ósseo entre indivíduos na faixa etária de 9 a 19 anos é cerca de sete vezes maior do que as áreas em que não há fluoretação (GARTRELL; ELLIOTT, 2009). Conforme Colquhoun (1997), estudos realizados na China⁴, indicam que as crianças acometidas pela fluorose dentária possuem dificuldades de aprendizagem e diminuição do Quociente de Inteligência- QI.

Muito embora, somente a fluorose dentária e óssea sejam patologias comprovadamente relacionadas à ingestão de flúor, é preciso que o consumo deste elemento químico seja racionado, levando em consideração as diversas fontes de ingestão – que pode ocorrer pelo uso de medicamentos pediátricos que contém flúor; pela ingestão de produtos fluoretados - cremes e enxaguatórios bucais; por meio do consumo de alguns alimentos e

⁴ Estudos realizados por Li, X.S.; Zhi, J.L.; and Gao, R.O. Effect of fluoride exposure on intelligence of children. Fluoride 28:189-192, 1995 e . Zhao, L.B.; Liang, G.H.; Zhang, D.N.; and Wu, X.R. Effect of a high fluoride water supply on children's intelligence. Fluoride 29:190-192, 1996.

bebidas - peixes, mariscos, frango, chás, fórmulas infantis e leite; e, sobretudo, pela ingestão de água com altos teores de flúor (CANGUSSU et al., 2002).

3.6.1-Fluorose dentária

A fluorose dentária é uma patologia associada diretamente com a ingestão de teores elevados de flúor, contudo, outros fatores também estão associados a ocorrência da patologia e ao grau de severidade. Conforme Cury (2001) o jejum⁵, os distúrbios metabólicos - alterações de atividades renais ⁶ e a homeostase do cálcio; a deficiência nutricional, principalmente de cálcio e vitamina C e o baixo peso corporal são alguns dos fatores conhecidos que podem acentuar o grau de severidade da fluorose dentária.

Conforme Dissanayake e Chandajith (2009) crianças com idade inferior a sete anos são particularmente mais suscetíveis à fluorose dentária, visto que neste período está ocorrendo a formação e calcificação dos dentes permanentes. Precisamente nesta faixa etária, é que se tem uma tendência à prescrição de medicamentos pediátricos, que segundo Anzai (2003) possuem na sua composição dosagens consideradas altas de flúor, sem haver uma finalidade clara.

Existem diversos índices para mensurar a intensidade da fluorose dentária - quando há casos da doença na forma mais branda associa-se comumente à adição de flúor nas águas de abastecimento público (CANGUSSU et al., 2002). Entretanto as formas mais severas da doença não são muito comuns e ocorrem geralmente em locais onde o flúor está presente em altas concentrações devido a anomalias geogenéticas

O índice proposto por Dean (1942), conforme pode ser observado na tabela 4, demonstra de maneira simples os níveis de intensidade de fluorose, e por isso é amplamente utilizado por pesquisadores e profissionais da área de saúde bucal.

⁵ Tendo em vista que o flúor também é absorvido pelo estômago, se ingerido em jejum haverá 100% de absorção;

⁶ Se durante a excreção o pH estiver ácido, o flúor será absorvido nos túbulos renais e retornará para a corrente sanguínea (CURY, 2001).

Tabela 4 - Classificação dos níveis de fluorose segundo Dean (1942).

<i>Classificação</i>	<i>Crítérios de descrição do esmalte dentário.</i>
Normal	superfície lisa, brilhante e branco translúcido
Questionável	Algumas manchas ou pontos esbranquiçados
Muito leve	Pequenas manchas opacas que cobrem menos do que 25% da superfície do dente
Leve	Áreas brancas opacas que cobrem menos do que 50% da superfície do dente
Moderada	Toda superfície do dente afetada, desgastes nas superfícies de mastigação, manchas marrons podem estar presentes.
Severa	Toda superfície do dente afetada, cavidades e manchas marrons.

Fonte: Cangussu et al., 2002. **Org:** A autora.

Nas imagens da figura 3, é possível visualizar os sintomas aparentes no esmalte dentário de acordo com os graus de intensidade estabelecidos por Dean (1942).

Figura 3 - Aparência do esmalte dos dentes de acordo com os graus de intensidade da fluorose dentária.

Fonte: Fluoridation fórum report, 2002. **Org:** A autora.

O índice proposto por Dean (1942), embora muito utilizado, tem sido também alvo de muitas críticas. Conforme Rozier (1994) este índice não apresenta clareza na definição e diferenciação das categorias de intensidade, ademais no caso da segunda categoria não está explícito se o autor tinha incertezas sobre os efeitos de baixas concentrações do flúor no esmalte dentário, dificuldades de diagnóstico, ou mesmo acreditava que esse nível de fluorose não apresenta modificações aparentes consideráveis.

O índice proposto Thylstrup e Fejerskov (1988) foi desenvolvido a fim de aperfeiçoar os conceitos estabelecidos por Dean (1942) e pode ser observado no anexo 4,

conforme Rozier (1994) este índice é mais utilizado pelos epidemiologistas, pois a escala de classificação refere-se a mudanças histológicas ocorridas na fluorose dentária.

Em relação aos sintomas clínicos que possibilitam o diagnóstico da fluorose dentária ressalta-se que estes se dão principalmente por sinais aparentes nos esmaltes dos dentes, e prejudicam, sobretudo, a estética. Estes sinais são comumente expressos por alterações na coloração, variando desde uma tonalidade esbranquiçada até manchas ou linhas opacas.

Nos casos mais graves ocorrem manchas mais escuras, que além de prejudicarem a estética, também pode causar danos à estrutura dos dentes, dores, dificuldades de mastigação, podendo haver até mesmo a perda dos dentes. Em alguns casos, a fluorose dentária pode acarretar ainda a proliferação de cáries (CANGUSSU et al., 2002).

O diagnóstico precoce é o melhor meio de corrigir os danos estéticos e estruturais causados pela fluorose dentária, pois esta é uma patologia de caráter permanente, embora não tenha cura, pode ser amenizada com tratamentos corretivos e de restauração dos dentes, que segundo Velázquez et al. (2006) consiste basicamente em lixamento do esmalte poroso até o remoção das manchas, contudo em casos mais graves este tratamento não é eficaz, sendo necessário implante de coroas e facetas dentárias.

3.6.2-Fluorose óssea

Segundo informações da OMS (1969) o flúor é uma toxina cumulativa no organismo, e é raramente encontrado no sangue, pois em sua maioria é eliminado pela urina e o restante é absorvido pelo tecido ósseo. Tal constatação assevera a relação entre o consumo de flúor em doses elevadas e os possíveis prejuízos ao tecido ósseo. Segundo Andrezziani e Licht (2006) o consumo de quantidades muito elevadas de fluoretos, e durante um período longo e continuado de tempo pode estimular a proliferação de osteoblastos, desenvolvendo o endurecimento anormal da densidade óssea, leia-se fluorose esquelética.

Assim como no caso da ocorrência de fluorose dentária, além de uma alta ingestão de flúor por meio da água, outros fatores associados podem ser responsáveis pelo desenvolvimento da fluorose esquelética, como a desnutrição, o clima e a ingestão por outras fontes, como os alimentos (OMS, 2002).

O quadro clínico da fluorose esquelética varia desde dores nas costas, no pescoço, podendo até causar deformações irreversíveis nos ossos, como a calcificação dos ligamentos e a hiperdensidade óssea. Em alguns casos mais graves a fluorose esquelética acarreta invalidez e até mesmo a morte (GUIMARÃES, 2001).

Conforme Reddy et al. (1969) os sintomas da evolução da fluorose esquelética são os seguintes:

- a) Desconforto geral e parestesia nos membros e tronco;
- b) Dores e rigidez nas costas;
- c) Aumento da rigidez e restrições dos movimentos;
- d) Propagação da rigidez em diversas articulações;
- e) Deformidades no quadril, joelho e outras articulações;
- f) Exostose óssea nos membros.

Conforme Dissanayake e Chandajith (2009) a fluorose esquelética ocorre principalmente em indivíduos na faixa etária entre 30 a 50 anos, contudo se houver ingestão de teores de fluor muito elevados e por um longo período de tempo é possível que a fluorose esquelética ocorra inclusive em indivíduos nas faixas etárias mais jovem, incluindo crianças.

3.6.3-Casos de fluorose em âmbito global

Embora o debate sobre a relação entre flúor e a saúde humana seja ainda inicial, os casos de fluorose dentária e esquelética são frequentes, principalmente em países que se utilizam amplamente de recursos hídricos subterrâneos para o consumo. Conforme Dissanayake e Chandajith (2009) mais de 200 milhões de indivíduos no mundo são afetados por essas patologias.

Segundo destaca Cangussu (2002) os estudos epidemiológicos realizados em âmbito global durante a década de 1990, demonstram diferenças na prevalência da fluorose dentária que variam desde a quase ausência da doença até proporções maiores que 90%, em alguns países. De maneira geral, as altas prevalências foram detectadas em locais onde existem fontes naturais de concentrações elevadas de flúor. Conforme dados da OMS (1969, p. 165) "o conteúdo de fluoreto de águas naturais pode variar de menos 0,1 mg/L até mais que 20 mg/L", ficando próximo do limite superior principalmente na Ásia e em alguns países africanos.

A fluorose é endêmica em 25 países em âmbito global, dentre eles destacam-se, em ordem de ocorrência e gravidade de casos registrados: China, segundo Andreazzini (2006) mais de 100 milhões de pessoas são afetadas pela patologia; na Índia, onde 62 milhões de pessoas são afetadas pela fluorose dentária e esquelética, sendo que as concentrações de flúor

em águas naturais variam de 1,0 mg/L a 48, 0 mg/L (Dissanayake; Chandajith, 2009); no México, conforme Andreazzini (2006) cerca de 5 milhões de indivíduos são afetados pela fluorose, principalmente em decorrência do consumo de águas subterrâneas; no Sri Lanka a fluorose atinge cerca de 1 milhão de pessoas, em algumas áreas do país cerca de 90% da população é afetada pela patologia (DISSANAYAKE; CHANDAJITH, 2009).

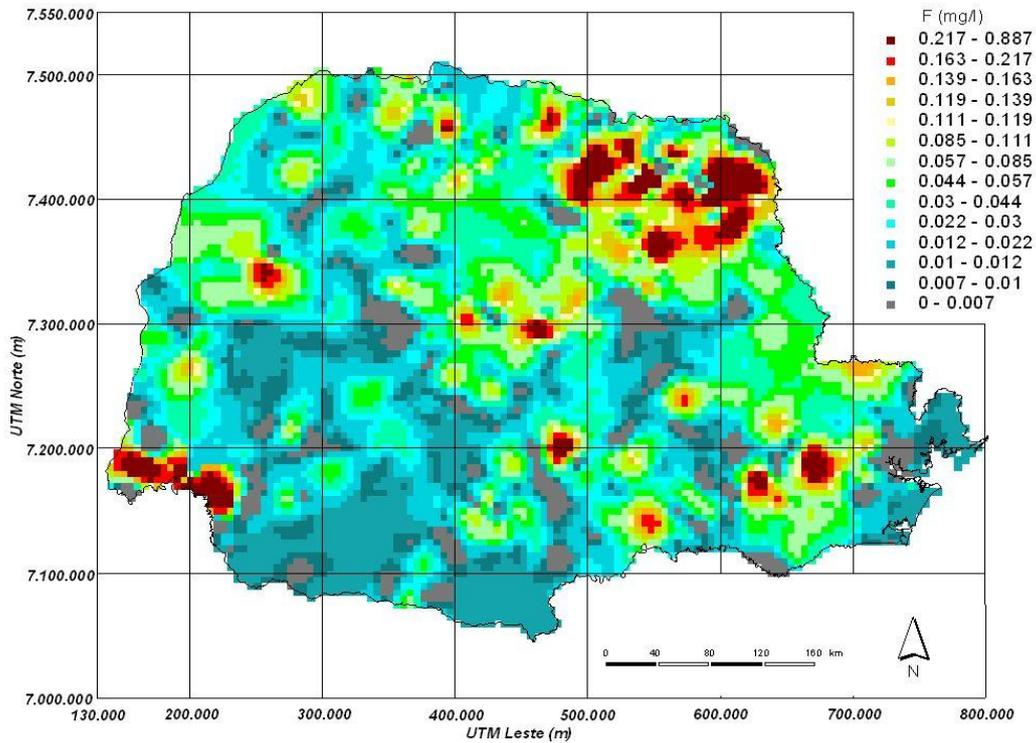
Nos países mencionados as principais fontes da toxicidade pelo flúor são águas naturais, e as concentrações elevadas deste elemento são decorrentes da estrutura física e geológica da área. Ademais, a ocorrência da patologia também está associada à precariedades do sistema de saúde e planejamento público.

Em menores proporções, segundo Cangussu et al. (2002), estudos epidemiológicos demonstram a ocorrência de fluorose de forma endêmica em diferentes faixas etárias, em países da África, na Arábia Saudita, Cingapura, Estado Unidos, Canadá, Colômbia, Argentina e também no Brasil.

No Brasil, as proporções de indivíduos acometidos pela fluorose ainda é pequena, sendo maior em locais onde a ocorrência de flúor em águas naturais é registrada em concentrações elevadas (CANGUSSU ET AL., 2002). O norte do Paraná é considerada uma região fluoranômala, sendo encontrados por meio de levantamento geoquímico em águas superficiais e subterrâneas, concentrações de flúor de até 1,9 mg/L.

De acordo com Licht (2006) no norte do Paraná existe uma área fluoranômala de aproximadamente 10.000 km², abrangendo 47 municípios e uma população de 700.000 habitantes. Conforme pode ser observado na figura 4, em diversas áreas do estado, sobretudo na região norte, tem-se concentrações elevadas de flúor nas águas superficiais, que são amplamente utilizadas para o abastecimento público.

Figura 4 - Mapa Geoquímico de flúor nas águas superficiais do estado do Paraná.



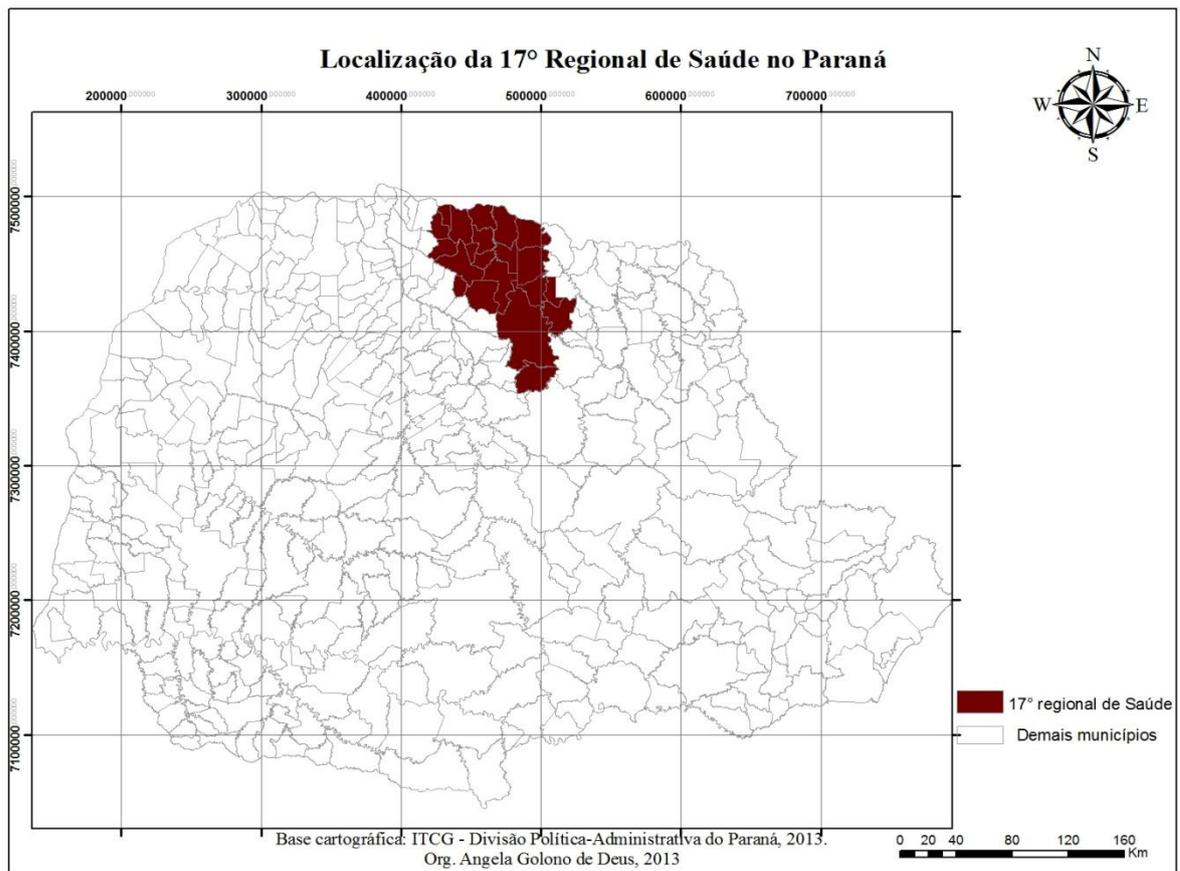
Fonte: LICHT, O. A. 2006.

Tendo em vista tal constatação, no presente trabalho buscou-se avaliar as concentrações de flúor presentes em recursos hídricos subterrâneos “in natura”, bem como tratados pelas empresas de abastecimento, que são utilizados para o consumo em sete municípios localizados no norte paranaense, visando identificar se há nesta área anomalias geogénicas, ou/e se a fluoretação das águas contribuem por elevar as concentrações de flúor.

4-RECONHECIMENTO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O recorte espacial delimitado nesta pesquisa, está localizado no norte paranaense (figura 5), e abrange sete municípios localizados na porção norte da 17ª Regional de Saúde do Paraná - Sertanópolis, Bela Vista do Paraíso, Prado Ferreira, Jaguapitã, Miraselva, Florestópolis e Primeiro de Maio.

Figura 5 - Localização da área de estudo.

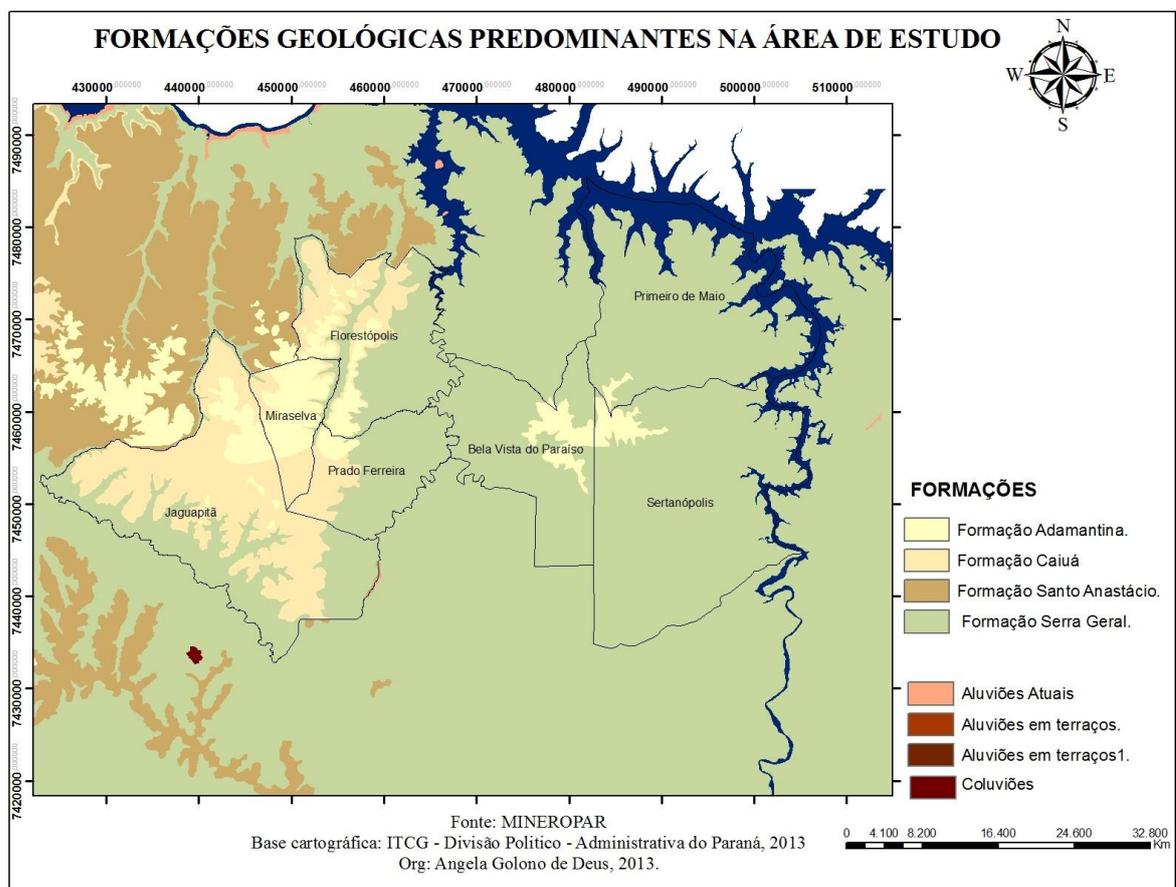


Os demais municípios localizados na porção norte da referida regional, não foram incluídos nesta análise, pois os recursos hídricos subterrâneos do Aquífero Serra Geral não são utilizados para o abastecimento público. Na figura 6 é possível observar a localização espacial dos municípios analisados, no âmbito da porção da 17ª regional.

4.1- Aspectos geológicos

As características pedológicas particulares do norte paranaense decorrem de um panorama geológico relativamente simples, conforme pode ser observado na figura 7, onde tem-se o predomínio da Formação Serra Geral pertencente ao Grupo São Bento, bem como em menor escala as formações Adamantina, Santo Anastácio e Caiuá, pertencentes ao Grupo Bauru (MILANI, et al., 2007).

Figura 7 - Mapa geológico da área de estudo.



Na tabela 5 é possível observar a coluna estratigráfica da área de estudo, na qual estão descritos as principais características das formações litológicas, a datação e o Grupo a que pertencem.

Tabela 5 - Coluna estratigráfica da área de estudo.

ERA	PERÍODO	GRUPO	FORMAÇÃO	LITOLOGIAS
Mesozoica	Cretáceo	Bauru	Adamantina	Arenitos muito finos a finos, bancos de lamitos, siltitos e arenitos finos acastanhados.
			Santo Anastácio	Arenitos muito finos à médios e raros leitos de lamitos avermelhados, com estratificação cruzada e plano-paralela.
			Caiuá	Arenitos finos à médios, arroxeados com estratificações cruzadas.
	Juro Cretáceo	São Bento	Serra Geral	Efusivas básicas toleíticas, com basaltos maciços e amigdaloidais, afaníticos cinzentos a pretos.

Fonte: Serviço Geológico do Brasil, 2013.

O Grupo São Bento, foi inicialmente descrito por White (1908), como sendo o pacote composto por arenitos predominantemente vermelhos aflorantes no topo da Serra do Rio do Rasto, e por rochas eruptivas da Serra Geral (PINESE; STIPP; OLIVEIRA, 2000).

A Formação Serra Geral refere-se à conjuntura de rochas magmáticas oriundas dos derrames que recobrem cerca de 1,2 milhões de km², correspondendo a 75% da Bacia do Paraná (MELFI et al., 1988). Conforme pode ser observado na figura 8, esta formação geológica recobre grande parte do território paranaense.

O vulcanismo, ocorrido entre o Triássico superior e o Cretáceo superior, que deu origem às rochas magmáticas da Formação Serra Geral tem característica fissural intracratônico, e está associado à ruptura do Gondwana durante o Período Cretáceo inferior, quando ainda perduravam condições desérticas de sedimentação da Formação Botucatu (MARTINS; WILDNER; HARTMANN, 2011).

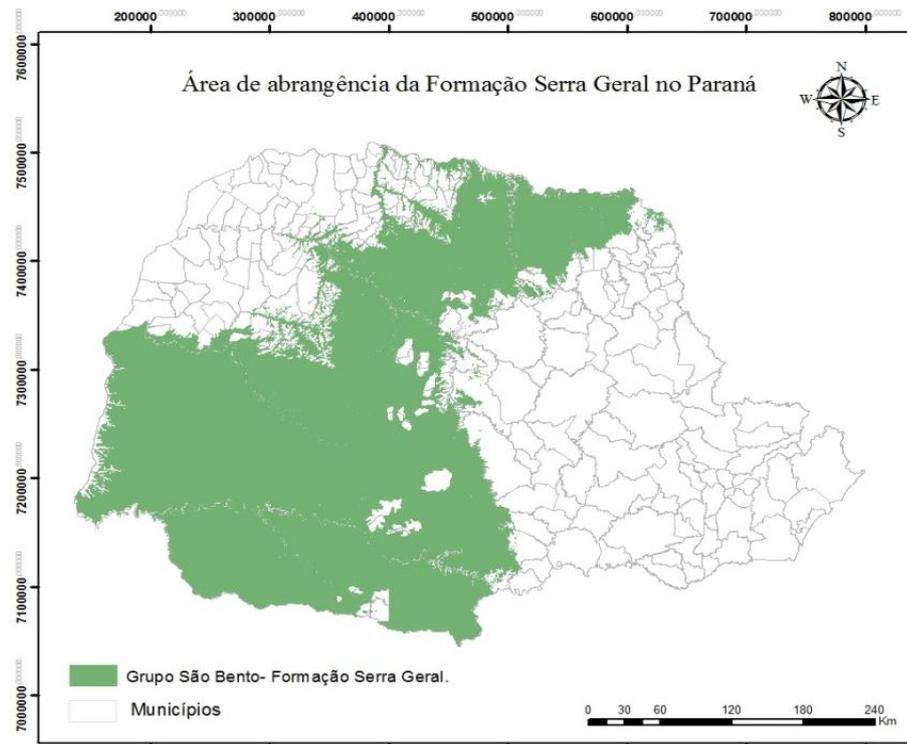
De acordo com Nanni (2008) a Formação Serra Geral, é formada por rochas magmáticas desde básicas até ácidas⁷. O pacote básico é composto por derrames

⁷ A classificação de rochas magmáticas em básicas e ácidas relaciona-se ao teor de silício presente em sua composição – as rochas básicas possuem teores de silício que variam entre 45 e 52%, sem ocorrer a formação de quartzo, as rochas consideradas ácidas são as que apresentam teores de silício acima de 65%, ocorrendo a formação de quartzos.

individualizados de espessura que varia de 10 a 40 metros - esta estrutura primária, juntamente com fraturamento tectônico conferem porosidade (figura 9a) e permeabilidade ao pacote, configurando uma área de ocorrência de um importante aquífero.

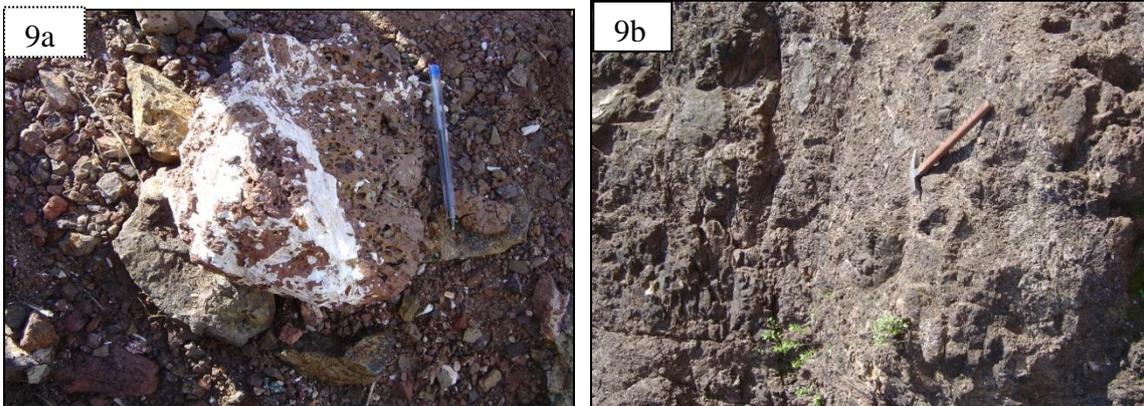
Cerca de 97% das rochas que pertencem a esta formação são basalto (figura 9b) e andesitos basálticos e 3% são riolitos e riolitos. O pacote ácido é constituído por unidades ignimbríticas, de composição riolítica a dacítica, as unidades eruptivas possuem extensão variando até 60 km e espessura de até 70 metros (NANNI, 2008).

Figura 8 - Localização da Formação Serra Geral no Paraná.



Fonte: A autora.

Figura 9 - **9a**- Aspecto poroso do basalto da Formação Serra Geral; figura **9b**- Afloramento de basalto da Formação Serra Geral no norte do Paraná.



Fonte: A autora, 2009.

Em rochas magmáticas, como as pertencentes à Formação Serra Geral, as fontes naturais de flúor estão associadas à ocorrência de fraturas que apresentam exalação de gases e vapores diversos relacionados a processos vulcânicos, gases magmáticos, depósitos hidrotermais, obsidianas e minerais pegmatíticos (MARIMON, 2006).

O flúor é um elemento tipicamente litófilo⁸ e encontrado em maiores concentrações nas rochas ígneas alcalinas (basaltos – 360 ppm), ácidas (riolitos – 790 ppm) e intermediárias (Andesitos – 210 ppm), majoritariamente em alguns minerais – fluorita, criolita, topázio, apatita, micas e anfibólios (MARIMON, 2006).

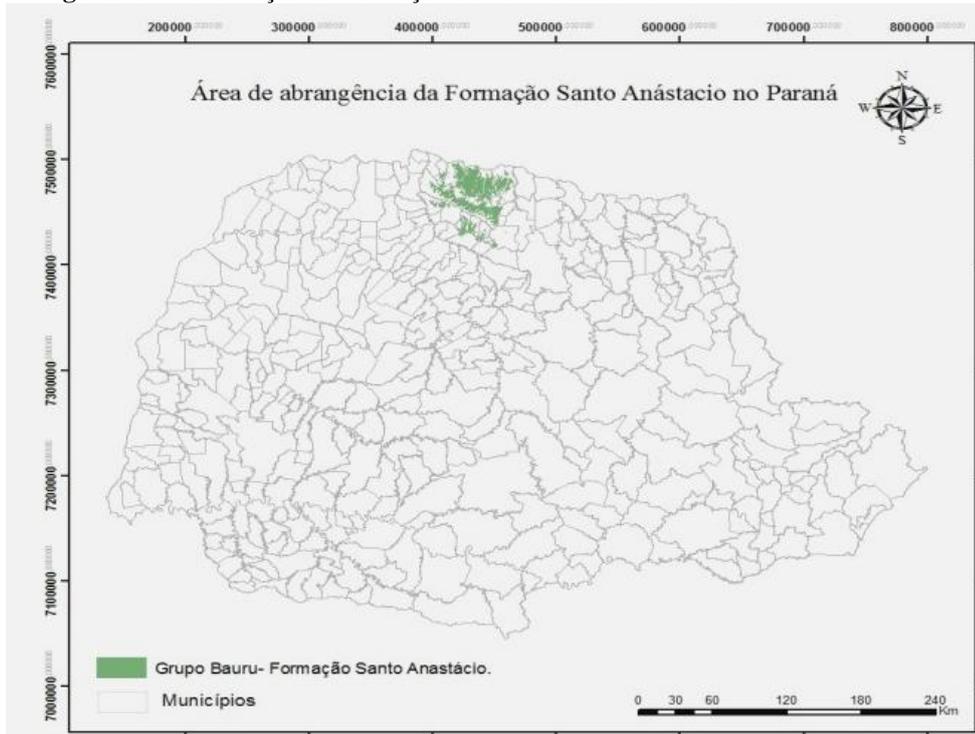
Conforme Mineropar (2013), não há ocorrência considerável de nenhum desses minerais nas rochas da Formação Serra Geral no Paraná, os minerais encontrados com maior predominância são: cobre, ágata, ametista, argila e zeólitas. Levando em consideração tais informações, constata-se em primeira instância que o suporte litológico da Formação Serra Geral não é rico em fluoretos, permitindo, em tese, se considerar que os recursos hídricos subterrâneos do aquífero Serra Geral, quando analisado “in natura”, não devem possuir concentrações elevadas deste elemento.

O Grupo Bauru corresponde à litologias de estrutura sedimentar, trata-se de depósitos formados sob influência de sistemas de climas semiáridos, composto por leques aluviais marginais, lençóis de areia transpassados por sistemas fluviais intermitentes e zona endorreica paludial (MILANI et al., 2007).

O pacote de sedimentos do Grupo Bauru, no âmbito da área de estudo, é subdividido em três formações geológicas: Santo Anastácio, Adamantina e Caiuá, dispostas sobre os basaltos da Formação Serra Geral. Nas figuras 10 e 11 é possível observar a localização do afloramento das Formações Santo Anastácio e Adamantina na Norte paranaense. As litologias de ambas caracterizam-se pela estrutura sedimentar, com predomínio de arenitos brandos de baixa resistência mecânica; contudo, quando cimentados podem apresentar maior resistência (MILANI et al., 2007).

⁸ São elementos químicos que apresentam afinidade pela sílica, sendo encontrados na litosfera.

Figura 10 - Localização da Formação Santo Anastácio no Paraná.



Fonte: A autora.

Figura 11 - Localização da Formação Adamantina no Paraná.



Fonte: A autora.

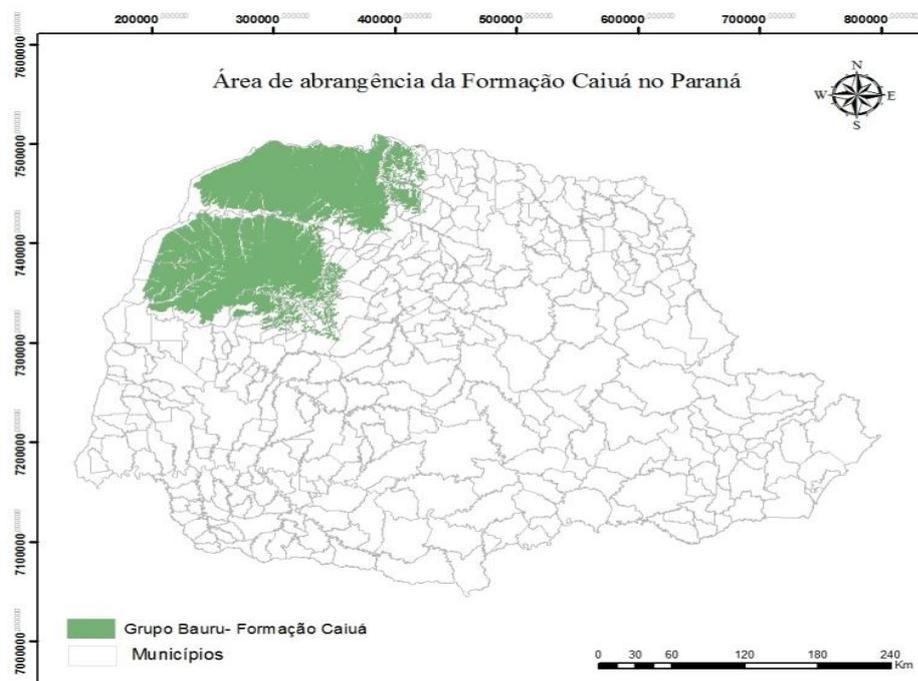
A formação Santo Anastácio possui aspectos litológicos representados por arenitos com coloração variando de marrom-avermelhado a arroxeadado, com granulação fina a média,

seleção regular a ruim, com grãos arredondados à subarredondados. As litologias desta formação são constituídas principalmente por quartzos e em menor proporção por feldspatos, calcedônia e opacos (MILANI et al., 2007).

A formação Adamantina é composta por litologias pouco alteradas, destacando-se pela coloração bege, creme ou amarronzada clara, sendo por isto de fácil distinção das demais unidades do Grupo Bauru. Os arenitos desta formação são finos a muito finos com teor de matriz variável, que podem conter cimentação, nódulos carbonáticos, além de lentes de siltitos arenosos e argilitos, na forma de bancos maciços (MILANI et al., 2007).

Nas adjacências dos municípios de Boa Vista do Paraíso, Jaguapitã, a leste do Rio Pirapó, jazem alguns vestígios dos arenitos do Grupo Caiuá (figura 12). No estado do Paraná, o arenito Caiuá, representa uma continuidade do processo de sedimentação pela ação eólica terrestre, iniciada no período triássico superior, marcada pela deposição do arenito Botucatu que perdurou até o período neo-cretáceo (MAACK, 2002).

Figura 12 - Localização da Formação Caiuá no Paraná.



Fonte: A autora.

Em litologias sedimentares, como as pertencentes à Formação Santo Anastácio, Adamantina e Caiuá, os minerais ricos em flúor são diminutos, dentre eles destacam-se a apatita, aragonita, argilominerais, opala e fluorita (MARIMON, 2006). Conforme dados da Mineropar (2013) apenas os argilominerais estão presentes em quantidades consideráveis nas formações geológicas sedimentares aflorantes na área de estudo, ademais têm-se o predomínio de calcário e quartzos.

decomposição das rochas básicas e ultrabásicas ricas em ferro e magnésio (basalto e diabásios) que afloram na maior parte do Terceiro Planalto.

4.3- Aspectos pedológicos

Adentrando especificamente na caracterização pedológica da área de estudo, destaca-se a predominância de nitossolos vermelhos, e em menor proporção a ocorrência de neossolos regolíticos e latossolos vermelhos (BHERING; SANTOS, 2006).

Os nitossolos vermelhos ocupam a maior porção da área de estudo, são solos minerais, eutróficos⁹, não-hidromórficos¹⁰ e apresentam coloração vermelho-escura. Em vista de suas características, esses solos têm aptidão boa para lavouras e demais usos agropastoris, apresentando grande potencial de resposta às adubações (EMBRAPA, 2006).

Os neossolos, de maneira geral, podem ser considerados solos pouco evoluídos por serem constituídos por materiais litológicos ou orgânicos pouco espessos, com pequena expressão de processos pedogenéticos. Os neossolos regolíticos, de maneira específica, possuem contato lítico a uma profundidade superior a 50 cm e horizonte A sobrejacente a horizonte C (este apresentando fragmentos de rocha semi-intemperizada), admitindo horizonte B com espessura inferior a 10cm; há ocorrência de minerais primários alteráveis, com baixa resistência ao intemperismo (EMBRAPA, 2006).

Os latossolos vermelhos caracterizam-se por possuir alta permeabilidade, tendo teor de silte inferior a 20% e argila entre 15% e 80%; ocorrem predominantemente posições de topo até o terço médio das encostas suave-onduladas, comuns das áreas de derrames basálticos (EMBRAPA, 2006).

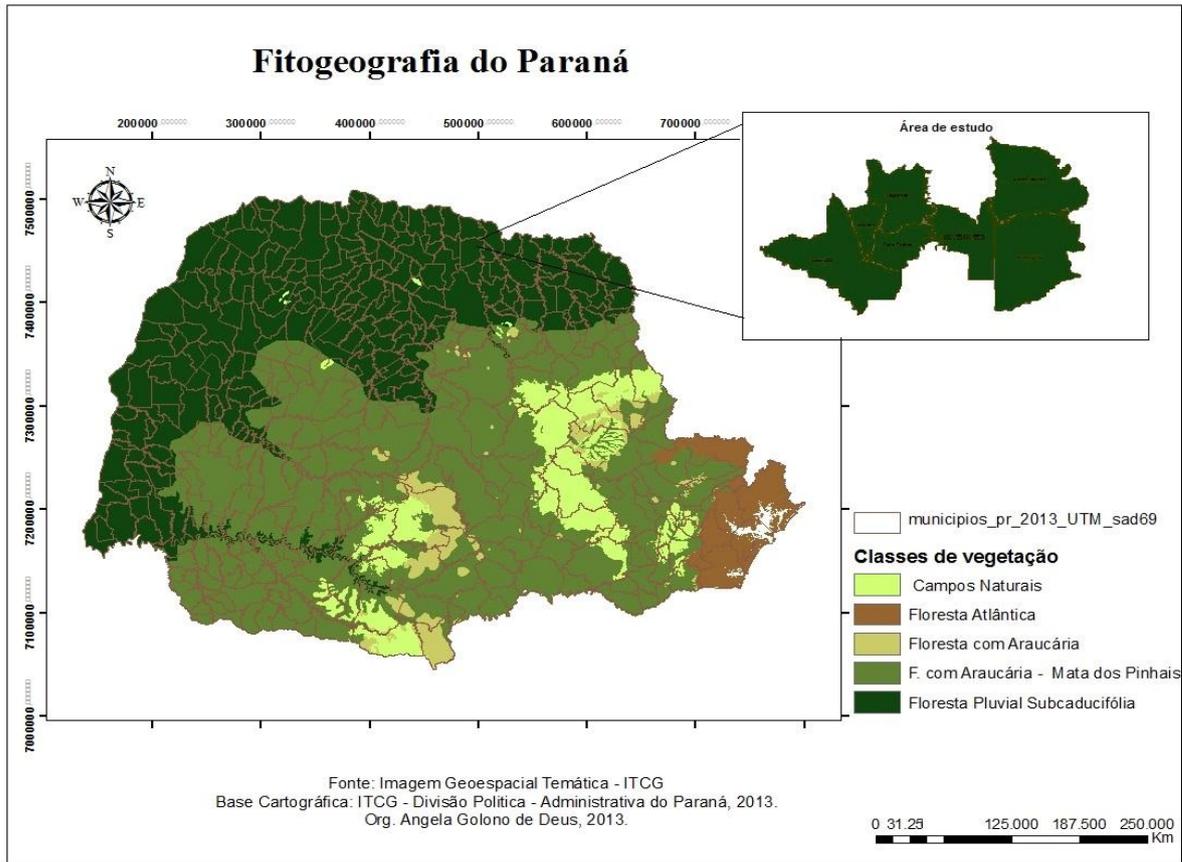
4.4- Principais aspectos da vegetação

A estrutura geológica e as características pedológicas da área de estudo, são suporte ecológico para a ocorrência de matas tropicais atlânticas, que recebem a nomenclatura de mata estacional semidecidual (figura 14), encravadas no domínio morfoclimático do Planalto das Araucárias, tipologia descrita por Ab'Saber (2003).

⁹ Solo caracterizado pelo excesso de saturação de bases ou muito fértil.

¹⁰ Solo que não se encontra saturado por água.

Figura 14 - Aspectos fitogeográficos do Paraná.



Conforme Ab' Saber (2003) a mata Atlântica que percorre 650 km² de área, ao longo do Brasil Tropical Atlântico tem no estado do Paraná sua predominância circunscrita na região norte, devido ao suporte ecológico dos neossolos e as características climáticas da área.

4.5- Aspectos climáticos

As condições climáticas do norte paranaense constituem-se em importantes limites geográficos que lhe confere individualidade, sendo um dos critérios para a própria delimitação da região, tendo em vista sua característica transitória entre o tipo subtropical e o tipo tropical de altitude do Oeste paulista – conforme se caminha em direção ao sul do estado paranaense, é perceptível a diminuição das temperaturas e o incremento de ocorrência de geadas anuais (MÜLLER, 2007).

Os aspectos climáticos do Paraná são descritos em senso comum e analisados no meio acadêmico por um viés sistêmico. A justificativa para a ampla utilização do método sistêmico nas análises climáticas, encontra-se no fato da coexistência de uma grande variedade de dados climáticos que diferem de um local para o outro, o que implica na

necessidade de se criar padrões de classificação, que ofereçam a possibilidade de associação e compreensão dos diferentes tipos climáticos existentes.

Segundo Mendonça; Oliveira e Moresco (2007, p.113) “[...] na tentativa de resolver este problema, os estudiosos da atmosfera aplicam o princípio da classificação climática para expressar os diferentes agrupamentos das características da atmosfera sobre os distintos lugares do Planeta”.

O modelo de classificação climática de Köppen (anexo 5) tem sido amplamente adotado no estado do Paraná, contudo segundo Maack (2002) os limites das zonas climáticas propostas por Köppen para o estado necessitam de alguns complementos e tem sido confrontados com os tipos climáticos e de precipitação de Wissman (anexo 6), bem como comparados com o sistema dos climas das estações do ano de Troll (tabela 6).

Tabela 6 - Sistema de classificação climática de Troll.

<i>CATEGORIAS</i>	<i>DESCRIÇÃO</i>
I-Zonas polares e subpolares	4 subdivisões
II- Zonas boreais	Fresco-temperadas: 3 subdivisões
III- Zonas fresco-temperadas	Fresco-temperadas: 3 subdivisões
IV- Zonas quentes-temperadas	Com 7 subdivisões.
V- Zonas de climas pluviais-tropicais.	Com 7 subdivisões.

Fonte: MAACK, 2002. **Org.** A autora.

Conforme a Classificação Climática de Köppen, na área de estudo predomina a tipologia climática Cfa - clima subtropical, com temperatura média no mês mais frio inferior a 18 graus Celsius (mesotérmico) e a temperatura média no mês mais quente fica acima de 22 graus Celsius, a pluviosidade alcança cerca de 1.200mm anuais. De acordo com a classificação de Wissman, os municípios da área estudada, são enquadrados na categoria I-F, possuindo clima sempre úmido, quente no verão, clima mata pluvial-tropical. Segundo a classificação de C. Troll:, a area estudada é enquadrada nas categoria V-I, clima pluvial-tropical.

A descrição das características climáticas da área de estudo pelo viés sistêmico, nos permite reiterar o que havia sido discutido sobre a fluoretação das águas de consumo de acordo com as condições climáticas de cada local. Conforme foi possível observar por meio desta breve caracterização, o norte do Paraná trata-se de uma área pluvial tropical, com temperaturas quentes no verão e amenas no inverno, sendo assim o consumo de água é em

geral mais elevado do que de países temperados e até mesmo o maior do que outras localidades do Sul do Brasil.

4.6- Aspectos hidrográficos e hidrogeológicos

As águas utilizadas para o abastecimento público dos municípios estudados, são provenientes dos recursos hídricos superficiais das bacias hidrográficas do estado paranaense, e em menor escala dos recursos hídricos do aquífero Serra Geral. Com base em critérios conceituais, o estado do Paraná foi dividido em 16 Bacias Hidrográficas, o recorte espacial estudado, é drenado pelas bacias hidrográficas do Baixo Rio Tibagi¹¹, rio Pirapó, Paranapanema 3 e Alto Ivaí¹².

O Instituto das Águas do Paraná monitorou alguns pontos das bacias hidrográficas citadas, e detectou-se contaminações por insumos agrícolas, e despejos urbanos e industriais, contudo a análise do referido instituto considerou a qualidade das águas como boa e razoável, ou seja, apropriadas para o abastecimento público (PARANÁ, 2008).

O aquífero Serra Geral, se desenvolve nos fraturamentos da litologia vulcânica e subvulcânica da Formação Serra Geral, conforme antecipado em rochas maciças e compactas, como o caso do basalto da Formação Serra Geral, a penetração e armazenamento da água subterrânea ocorrem devido à presença de fraturas conectadas. “Estas fendas originam-se da ruptura da rocha, devido a esforços físicos que ocorrem naturalmente na crosta terrestre ao longo da história geológica. Neste caso, o aquífero é denominado de fissural ou fraturado” (IRITANI; EZAKI, 2007).

Embora seja um aquífero de estrutura fissural, o aquífero Serra Geral se desenvolve ao longo de fraturas descontínuas, compreendendo também zonas amigdaloidais e zonas de disjunção horizontal – tais feições possuem a capacidade de armazenar grandes volumes de água ao se interconectarem quando interceptadas por fraturas (NANNI, 2008).

Embora se tenha, em primeira instância, constatado que na Formação Serra Geral não há ocorrência considerável de mineiras enriquecidas de flúor, conforme Marimon (2006), tem-se detectado concentrações elevadas de fluoretos tanto em recursos hídricos subterrâneos localizados nas estruturas granulares do aquífero Guarani, como nas águas que percolam nos

¹¹ Devido às características geográficas das unidades de paisagem por onde percorre a bacia do rio Tibagi é subdividida em três setores, com denominações distintas: Alto, Médio e Baixo rio Tibagi (MAACK, 2002).

¹² A Bacia Hidrográfica do rio Ivaí, possui uma área total de 36.540,0 Km², abrangendo uma população de 1.229.767 habitantes, é dividida em duas unidades Hidrográficas de Gestão de Recursos Hídricos: Alto Ivaí e Baixo Ivaí. Na área de abrangência do Alto Ivaí (PARANA, 2008).

fraturamentos do Aquífero Serra Geral. Segundo Licht (2006) na região norte paranaense foram encontradas nos recursos hídricos subterrâneos deste aquífero concentrações de flúor de até 2,2 mg/L.

Em tese, considera-se que a ocorrência de teores elevados de flúor presentes em águas de bacias superficiais, bem como nos solos da região Norte do Paraná é que podem estar influenciando nas altas concentrações deste elemento químico nos recursos hídricos subterrâneos do aquífero Serra Geral. A presença de concentrações elevadas de flúor nos solos e nas águas utilizadas para práticas agrícolas nas áreas rurais podem ainda condicionar as concentrações deste elemento nos alimentos.

4.7- Breve caracterização Socioeconômica e dados de atendimento à saúde

Nos municípios estudados, embora não seja o principal setor da economia, a produção agrícola de gêneros alimentícios é amplamente praticada, configurando outra questão da problemática entre consumo de flúor e saúde coletiva para a população residente nestes municípios.

modo geral, os municípios avaliados possuem população inferior a 20.000 habitantes; nos municípios de Miraselva e Prado Ferreira, o contingente populacional fica abaixo de 5.000 habitantes (tabela 7). Embora sejam municípios de pequeno porte, a população é predominantemente urbana, sendo o setor de serviços a área que mais emprega e movimenta a economia destes municípios, exceto em Jaguapitã, onde o setor industrial gera a maior renda para o município (IBGE, 2010).

Tabela 7 - Dados populacionais da área de estudo.

<i>Municípios</i>	<i>População Total</i>	<i>População rural</i>	<i>População rural (%)</i>
Bela Vista do Paraíso	15.079	883	5
Florestópolis	11.222	678	6
Jaguapitã	12.225	1 845	15
Miraselva	1.862	432	23
Prado Ferreira	3.434	419	12
Primeiro de Maio	10.832	749	7
Sertanópolis	15.638	1 927	12

Fonte: IBGE, 2010. **Org.** A autora.

Em decorrência do porte reduzido e da economia pouco diversificada, os municípios estudados não possuem uma multiplicidade de serviços, havendo carência principalmente de

serviços especializados. Conforme Nascimento e Barros (2009), este é um fator que tem originado nestes municípios uma dinâmica populacional com direção migratória para cidades médias localizadas nas proximidades, principalmente para o município de Londrina.

Na tabela 8, que mostra a evolução temporal entre 1991- 2010 quanto ao número total de pessoas residentes nos municípios estudados, é possível observar que somente nos municípios de Jaguapitã e Sertanópolis a população de 2010 é mais elevada do que em 1991, nos demais municípios houve redução deste contingente. O caso de Miraselva é bastante expressivo – o número de habitantes foi reduzido de 5 326, em 1991 para 1. 862, em 2010. Em Prado Ferreira, não tem os dados populacionais dos anos de 1991 e 1996 para que se possa fazer o mesmo comparativo.

Tabela 8 - Evolução temporal do contingente populacional.

<i>Ano</i>	<i>Bela Vista do P.</i>	<i>Florestópolis</i>	<i>Jaguapitã</i>	<i>Miraselva</i>	<i>Prado Ferreira</i>	<i>Primeiro de Maio</i>	<i>Sertanópolis</i>
1991	15.098	11.998	10.613	5.326		11.910	14.291
1996	14.580	12.199	10.884	4.667		10.883	14.272
2000	15.031	12.190	10.932	1.961	3.152	10.728	15.147
2007	14.996	11.571	11.782	1.899	3.344	10.753	15.485
2010	15.079	11.222	12.225	1.862	3.434	10.832	15.638

Fonte: IBGE, 2010. **Org.** A autora.

Aprofundando-se na abordagem de maior interesse nesta pesquisa, avalia-se que nos municípios estudados tem-se uma estrutura de atendimento de saúde totalmente dependente do município de Londrina. Isso não ocorre de maneira aleatória, pois conforme será descrito adiante tais municípios estão atrelados à Londrina, por meio da regionalização do atendimento à saúde realizado no estado paranaense.

Conforme Barcellos (2008) os sistemas de saúde se organizam sobre uma base territorial, tendo em vista que a distribuição espacial de seus serviços seguem uma lógica de delimitação de áreas de abrangência, para esse autor as estratégias de ação do SUS tem estreita relação com a definição de território.

Em 1990, por meio da Lei Orgânica da Saúde – LOS, estabelecida com um instrumento de gestão do SUS, são institucionalizados os consórcios administrativos municipais - estratégias de regionalização da atenção à saúde, pensadas desde as propostas de reforma política do setor, ocorrida na década de 1970 (FARAH, 2003).

Conforme Farah (2003) os consórcios intermunicipais, em linhas gerais, são articulações entre municípios visando uma gestão horizontal¹³ em diferentes setores, muitas vezes por meio de regionalizações, dentre estes o que mais se destacam são os consórcios na área da saúde. Esta mesma autora salienta que a maior parte destes consórcios (89 %), estão localizados na região Sul e Sudeste – a participação do Paraná neste contexto é bastante expressiva, sendo que em 78% dos municípios do estado estão consorciados para melhor gestão da saúde pública por meio de diferentes níveis de regionalização.

No ano de 2005, decorridos quase quatro anos da implantação do primeiro Plano Diretor de Regionalização – PDR do estado do Paraná se iniciou a discussão para que houvesse a elaboração de um novo instrumento de ordenamento da hierarquização e regionalização da assistência à saúde. Nesse plano foram definindo Polos estaduais, Macrorregiões, Regionais de Saúde e microrregiões, juntamente com suas atribuições, competências, fluxos operacionais e referências (PARANÁ, 2009).

A partir da institucionalização do PDR o Paraná passou a possuir 47 Microrregiões, onde os municípios participantes ficarão com a incumbência de atender todos os procedimentos de Atenção Básica de Saúde, como primeiro nível de referência intermunicipal; 22 Regionais de Saúde (figura 15) que tem como incumbência atender a demanda para procedimentos de média complexidade, podendo atender também parte dos serviços e procedimentos de Alta Complexidade; 6 Macrorregiões que deverão ter resolução para toda a Média Complexidade, e para a grande maioria dos serviços e procedimentos de Alta Complexidade.; e 2 Polos Estaduais aos quais compete resolver toda a Alta Complexidade em praticamente todos os serviços, possuindo também, Centros de Referência em diversas especialidades (PARANÁ, 2009).

No PDR as sedes das regionais de saúde foram delimitadas levando em consideração critérios relacionados à suficiência em atenção básica e parte da média complexidade; para o cuidado e atenção à saúde para os procedimentos não realizados nas microrregiões de sua área (PARANÁ, 2009). O município de Londrina é a sede da 17ª Regional de Saúde do Paraná, na qual estão localizados os municípios analisados nesta pesquisa.

Conforme é possível observar na tabela 9 os municípios da área de estudo contam com poucos estabelecimentos públicos de atendimento à saúde, sendo que a maior parte não possuem serviços especializados, restringindo-se a atendimento de clínicos gerais.

¹³ A gestão horizontal pressupõe uma administração integrada e participativa, em escala local e regional, em divergência com a gestão vertical e hierárquica, sob o domínio das decisões Federais (FARAH, 2003).

Tabela 9 - Quantidade de hospitais públicos.

<i>Municípios</i>	<i>Total de estabelecimentos de saúde pública</i>
Bela Vista do Paraíso	4
Florestópolis	3
Jaguapitã	3
Miraselva	2
Prado Ferreira	3
Primeiro de Maio	4
Sertanópolis	1

Fonte: IBGE, 2010. **Org.** A autora.

Existem, nos municípios analisados, poucos estabelecimentos de saúde mantidos pelo poder público; no município de Sertanópolis, onde se tem o maior contingente populacional, há apenas um hospital público, evidenciando a negligência do Estado neste quesito.

A exiguidade de hospitais públicos, e consequente distanciamento dos indivíduos que precisam de tratamento médico e não possuem condições econômicas para custear tratamentos particulares de saúde ou mesmo taxas de deslocamento, são fatores estritamente associados à qualidade de acesso aos serviços de saúde. Conforme Gatrell e Elliott (2009) este tem sido um dos fatores condicionantes nas complicações de doenças e causas de morte em localidades de baixo desenvolvimento social.

Conforme é possível observar na tabela 10, em relação ao atendimento odontológico especializado, estritamente associado com a problemática do flúor e as relações à saúde humana, com exceção de Sertanópolis considera-se que os municípios estudados possuem quantidade satisfatória de estabelecimentos públicos que realizam esse atendimento; levando em conta o reduzido contingente populacional.

Tabela 10 - Estabelecimentos com atendimento odontológico.

<i>Municípios</i>	<i>Estabelecimentos de saúde com atendimento odontológico</i>
Bela Vista do Paraíso	3
Florestópolis	3
Jaguapitã	2

Miraselva	1
Prado Ferreira	1
Primeiro de Maio	3
Sertanópolis	1

Fonte: IBGE, 2010. **Org.** A autora.

Contudo, em primeira instância algumas considerações qualitativas, quanto ao atendimento odontológico na área de estudo podem ser traçadas – a grande maioria destes serviços são realizados em postos de saúde onde se tem apenas um profissional especializado na área, além de possuir horário de atendimento restrito até as 17:00 horas e apenas nos dias de semana.

Não há em nenhum município estudado um estabelecimento público unicamente destinado apenas ao atendimento odontológico, com horários de funcionamento que possam favorecer o atendimento de pessoas que trabalham em expediente comercial. Conforme mencionado a fluorose é uma patologia que não tem cura e demanda tratamento corretivo e de restauração dos dentes, sem a presença de estabelecimentos públicos preparados para realizar este tipo de tratamento, a população se vê condicionada a procurar por hospitais de outros municípios, ou até mesmo recorrer à rede particular – isso quando a doença é diagnosticada.

São diversas as dificuldades de diagnóstico da fluorose dentária, nas quais se inclui a ausência de informações sobre a patologia; as pequenas alterações no esmalte dentário apresentadas na fase inicial, bem como a carência de informações a respeito durante a formação profissional dos dentistas.

5-PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

5.1-REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Realizou-se uma extensa revisão bibliográfica a respeito da problemática entre flúor e saúde coletiva, abordada em âmbito nacional e global. De maneira geral, as leituras foram permeadas por diferentes abordagens que se inter-relacionam para o melhor entendimento da problemática central, dentre elas atribuiu-se ênfase aos pressupostos da Geografia da saúde, utilização e qualidade das águas subterrâneas e superficiais, pressupostos hidrogeoquímicos, aspectos gerais do flúor (parâmetros, legislação, fontes) e às influências sobre a saúde coletiva. Tendo em vista o reconhecimento preliminar da área de estudo, buscou-se informações acerca dos aspectos físicos e dos principais indicadores populacionais e socioeconômicos.

5.2-TRABALHOS DE CAMPO E COLETA DE AMOSTRAS

Durante o reconhecimento de campo, realizou-se coleta sistemática de 257 amostras de água (100 ml cada amostra). Foram coletadas 99 amostras de recursos hídricos tratados e disponibilizadas para a população, em estabelecimentos comerciais, de ensino e residenciais nas áreas urbanas dos municípios da área de estudo. Tendo em vista que em áreas rurais e periurbanas o serviço de abastecimento é escasso e a população faz uso de recursos hídricos “in natura” para o consumo e atividades agrícolas, foram coletadas 157 amostras de recursos hídricos subterrâneas em poços particulares.

Durante a coleta de amostras foram seguidas as recomendações técnicas propostas pelo Ministério da Saúde (1976), as quais se indica o uso de frascos de polietileno, bem como a prática de lavar inicialmente os frascos, pelo menos seis vezes, com a água que vai ser analisada, visando evitar interferências nos resultados.

Para análise imediata de alguns parâmetros físico-químicos - pH, condutividade elétrica $\mu\text{S}/\text{cm}$, oxigênio dissolvido - OD (mg/L), turbidez (NTU), temperatura e salinidade, utilizou-se o aparelho Multiparâmetros Horiba. Após análise de cada amostra atentou-se para a limpeza do equipamento com água deionizada, com intuito de se evitar a contaminação de uma amostra para outra.

Os frascos de polietileno contendo as amostras de água foram dosados com HNO₃ no momento da coleta e mantidos no isopor com gelo até serem transferidos para a câmara fria.

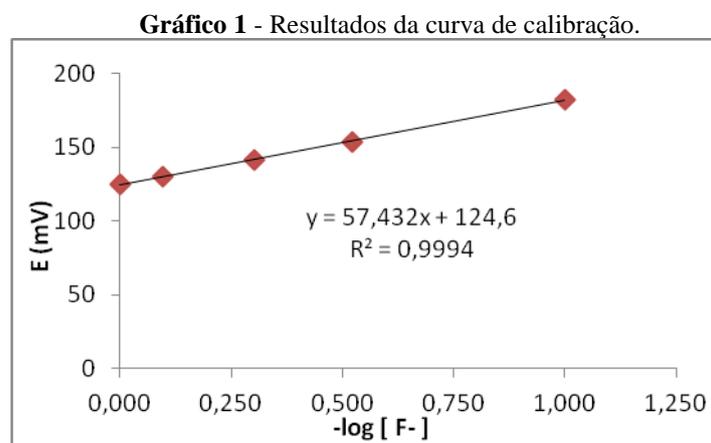
5.3-ANÁLISES QUÍMICAS LABORATORIAIS

As análises químicas foram realizadas no Laboratório de Análise Química do Flúor (CCE-UEL), pelo professor Dr. João Carlos Alves e estagiários do seu grupo de pesquisa. Em laboratório realizou-se a lavagem de novos frascos de polietileno com tampa, utilizando HCl e água destilada, deixando secar naturalmente.

Para a determinação de íons de fluoreto empregou-se o método de potenciometria direta, no qual são necessários dois tipos de eletrodos - um eletrodo seletivo a íons de fluoreto e um eletrodo de referencia de calomelano. Calibrou-se o primeiro aparelho com cinco padrões de concentrações variáveis e posteriormente elaborou-se o gráfico de calibração para obter dados quantitativos das concentrações de flúor em cada amostra de água (FERNANDES et al., 2001).

A curva de calibração foi realizada com a preparação da solução TISAB - Total Ionic Strength Adjustment Buffer. Para elaboração da solução TISAB foram utilizadas 116g de NaCl, 24g de Citrato de Sódio e 100g de Ácido Acético e controlado o pH com NaOH. Na sequencia colocou-se a mistura no agitador até que a temperatura se estabilizasse.

Em seguida, o potenciômetro foi calibrado com as soluções padrões nas concentrações - 0,1; 0,3; 0,5; 0,8 e 1,0 tendo em vista a construção da curva de calibração. No gráfico 1 é possível observar os resultados decorrentes.



Org. Prado, M. N (2013).

Na sequência, realizou-se as leituras das amostras, utilizando 10 ml de água de cada amostra com um adicional de 10 ml de solução TISAB. Tal mistura foi colocada no agitador

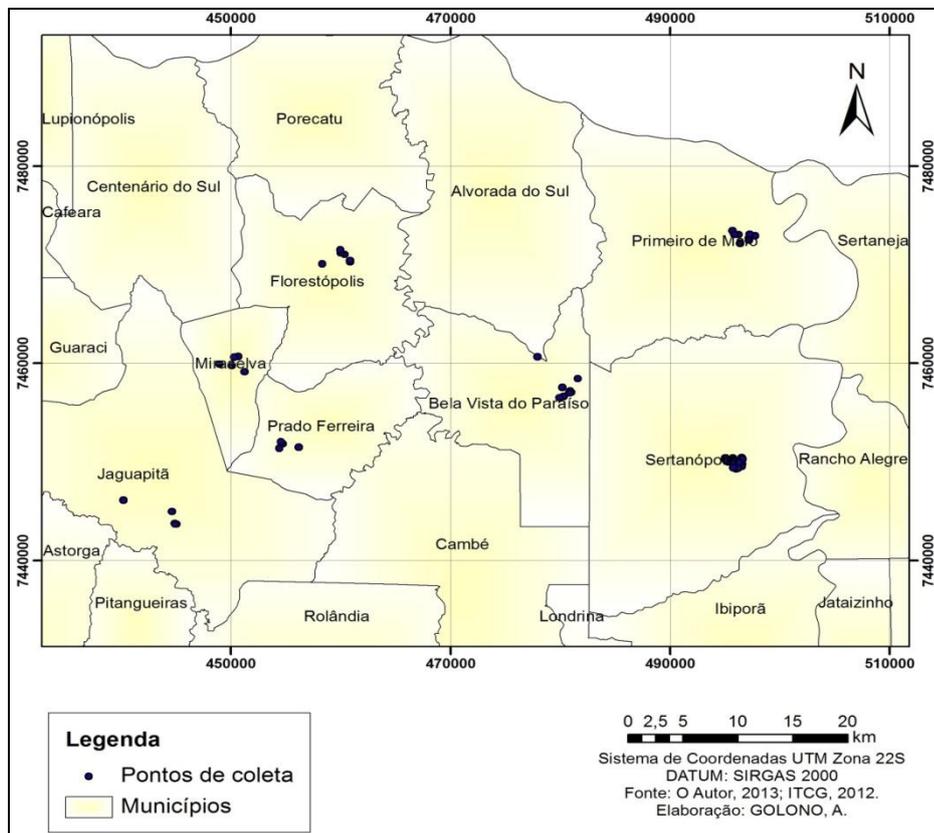
com as barras magnéticas, introduziu-se o eletrodo de íon seletivo para o potenciômetro realizar as leituras da concentração de fluoretos nas amostras.

5.4-GEORREFERENCIAMENTO

Foram confeccionados mapas de localização, e dos principais aspectos físicos da área de pesquisa, por meio da utilização dos Softwares ArcGis 9.0. Indicadores populacionais e socioeconômicos foram demonstrados por meio da confecção de tabelas e gráficos no software Excel 2007.

Conforme mencionado, as amostras de águas foram obtidas pelo grupo de pesquisa de alunos e professores do curso de Química, durante a coleta não foram obtidas as coordenadas cartográficas dos pontos de amostragem, sendo necessário a busca desses dados por meio da utilização do Software Google Earth 5.0. Tendo em vista que não foi possível encontrar a localização exata de muitos pontos de coleta é que se selecionou apenas 5 pontos de cada município (figura 16) para a confecção do mapa de concentração de flúor na área de estudo, confeccionado por meio da utilização do Software ArcGis 9, através do método de interpolação Inverse Distance Weighted.

Figura 15 - Pontos de amostragem na área de estudo.



5.5–RELAÇÕES COM A SAÚDE COLETIVA

Tendo em vista o entendimento da correlação entre consumo de flúor e saúde bucal, realizou-se um levantamento dos casos de fluorose dentária registrados a partir do ano 2008 na área de estudo, inicialmente por meio de consulta aos profissionais da área odontológica atuantes na Sede da 17ª Regional de Saúde do Paraná, situada no município de Londrina. Contudo, não havia disponibilidade de dados na sede de Londrina, tornando necessária a realização de consultas de dados disponíveis nos postos de saúde e hospitais públicos, que possuem atendimento odontológico, localizados nos municípios que apresentaram teores de flúor acima do limite estabelecido.

Buscou-se também, por meio do acesso ao Banco do DATASUS, dados quantitativos de ocorrências de cárie dentária registrados nos últimos cinco anos, tendo em vista que esta doença está associada ao consumo de teores insuficientes de flúor.

6-RESULTADOS E DISCUSSÕES

A fluorose dentária tem se tornado um problema relevante em saúde pública, tendo em vista que tanto na sua forma moderada ou severa ocasiona alterações funcionais e estéticas que podem interferir negativamente em diferentes aspectos, extrapolando inclusive os prejuízos à saúde bucal. Conforme bem evocado por Cangussu et al. (2002) a fluorose dentária pode interferir na formação da personalidade, na inserção no mercado de trabalho, exigindo tratamento odontológico de alta complexidade e de difícil acesso, devido à carência deste tratamento em hospitais públicos e aos altos custos no setor privado.

Diversos estudos, em diferentes áreas, tem demonstrado a amplitude da ocorrência da fluorose dentária em âmbito global, sobretudo em países em que a própria estrutura geológica local interfere nos altos teores de flúor nos recursos hídricos. Contudo, tem se demonstrado também a ocorrência de fluorose em municípios onde os teores de flúor nos recursos hídricos utilizados para o consumo, são elevados devido à fluoretação.

A fluoretação das águas de abastecimento público no Paraná teve início em 1958 em Curitiba - primeira capital brasileira a receber o benefício, em outubro de 1958. Atualmente a população urbana de 390 municípios tem acesso à água fluoretada (PARANÁ, 2013). No estado foram adotados ainda outros programas voltados a evitar a ocorrência de cárie dentária - Programa Estadual de Bochecho com Flúor e Escovação Dental Supervisionada, implantados em 1980, que atingem atualmente 750 mil escolares (PARANÁ, 2013).

Todos os sete municípios avaliados nesta pesquisa possuem acesso à água tratada e fluoretada por empresas de saneamento público. Os municípios de Sertanópolis, Jaguapitã, Miraselva e Prado Ferreira são abastecidos pelo SAAE. A Sanepar é responsável pelo abastecimento público dos municípios de Bela Vista do Paraíso, Primeiro de Maio e Florestópolis.

A Sanepar concede, por meio da rede digital disponível, relatórios técnicos da qualidade física, microbiológica e química das águas de abastecimento público de todos os municípios atendidos. Os parâmetros analisados com maior frequência são: turbidez, cor, cloro residual livre, flúor, coliformes totais e termotolerantes.

Em relação às concentrações de flúor a Sanepar estabelece parâmetros de 0,6 mg/L como teores mínimos e 1,1 mg/L como teores máximos, para todos os municípios do estado paranaense. Sendo assim, nota-se que a empresa está em desacordo com os critérios estabelecidos pelo Ministério da Saúde (1976), mencionados anteriormente. Tal divergência

pode ser explicada pela desconsideração da relação entre diferentes condições climáticas e concentrações de flúor indicadas, de acordo com que foi exposto por meio da tabela 2.

Cabe ressaltar que ao desconsiderar as condições climáticas de cada localidade no estabelecimento dos parâmetros para as concentrações de flúor em água de consumo público, a Sanepar incorreu numa imprudência, tendo em vista que no estado do Paraná, conforme dados disponíveis no IAPAR (2013), as médias das temperaturas máximas tem uma oscilação de 6 °C, sendo as médias mais baixas de 22,5 °C e as mais alta de 28,7 °C.

Conforme informações obtidas junto ao Técnico Químico da Sanepar - Edvaldo Kulcheski, a empresa realiza a fluoretação seguindo a Portaria 635/75 do Ministério da Saúde, mas como bem discutido – sem levar em consideração as especificidades climáticas. O referido técnico informou que a Sanepar adiciona em média 0,7 mg/L, buscando obter teores de flúor na faixa de 0,6 mg/L a 1,1 mg/L. Desta maneira é possível observar que além de desconsiderar os condicionantes climáticos, desconsidera-se também que os recursos hídricos tanto superficiais e subterrâneos, apresentam fluoretos naturais em sua composição e a adição do teor de flúor que vem sendo praticado pela Sanepar pode fazer com que as águas de abastecimento público conttenham teores de flúor potencialmente causadoras de fluorose dentária.

A SAAE de Sertanópolis, Jaguapitã, Miraselva e Prado Ferreira por sua vez, não disponibiliza via rede digital nenhuma informação quanto à fluoretação das águas de abastecimento. Portanto, foi necessário entrar em contato com a empresa para obter informações gerais e específicas. A priori cabe destacar que essa empresa atua de maneira restrita no Paraná, atendendo apenas poucos municípios, tendo maior atuação no estado de São Paulo.

Tendo em vista a centralidade da empresa nos municípios paulistas, entrou-se em contato com um dos profissionais responsáveis pela fluoretação da água no município de Atibaia - João B. R. Jacomin. Segundo ele, embora se tenha o conhecimento de que Portaria 2914/11 MS estipula como limite máximo para consumo de flúor o valor de 1,5 mg/L de fluoreto, a SAAE atua seguindo os padrões estabelecidos pela Resolução 65 da Secretaria da Saúde do Estado de São Paulo que estipula concentrações de 0,6 a 0,8 mg/L, levando em consideração as características climáticas do estado.

Ele ainda complementa informando que a empresa utiliza como composto fluoretado o Ácido Fluossilícico, dosando na água tratada a quantidade suficiente para que o teor de fluoreto fique dentro das concentrações adequadas, também podem ser utilizados outros sais de flúor, por exemplo o fluoreto de sódio. Para verificar a qualidade química da água são

realizadas análises periodicamente e elaborados relatórios de controle de qualidade da água tratada, apresentados à Vigilância Sanitária mensalmente.

Em um primeiro momento buscou-se observar as concentrações de flúor obtidas em todas as amostras, sem se ater a discriminação quanto à proveniência dos recursos hídricos analisados (“in natura” ou tratada). No mapa da figura 17, é possível observar que em Sertanópolis, Florestópolis e Primeiro de Maio existem teores de flúor acima dos parâmetros estabelecidos pelo Ministério da Saúde (1976) nos recursos hídricos subterrâneos utilizados para o consumo

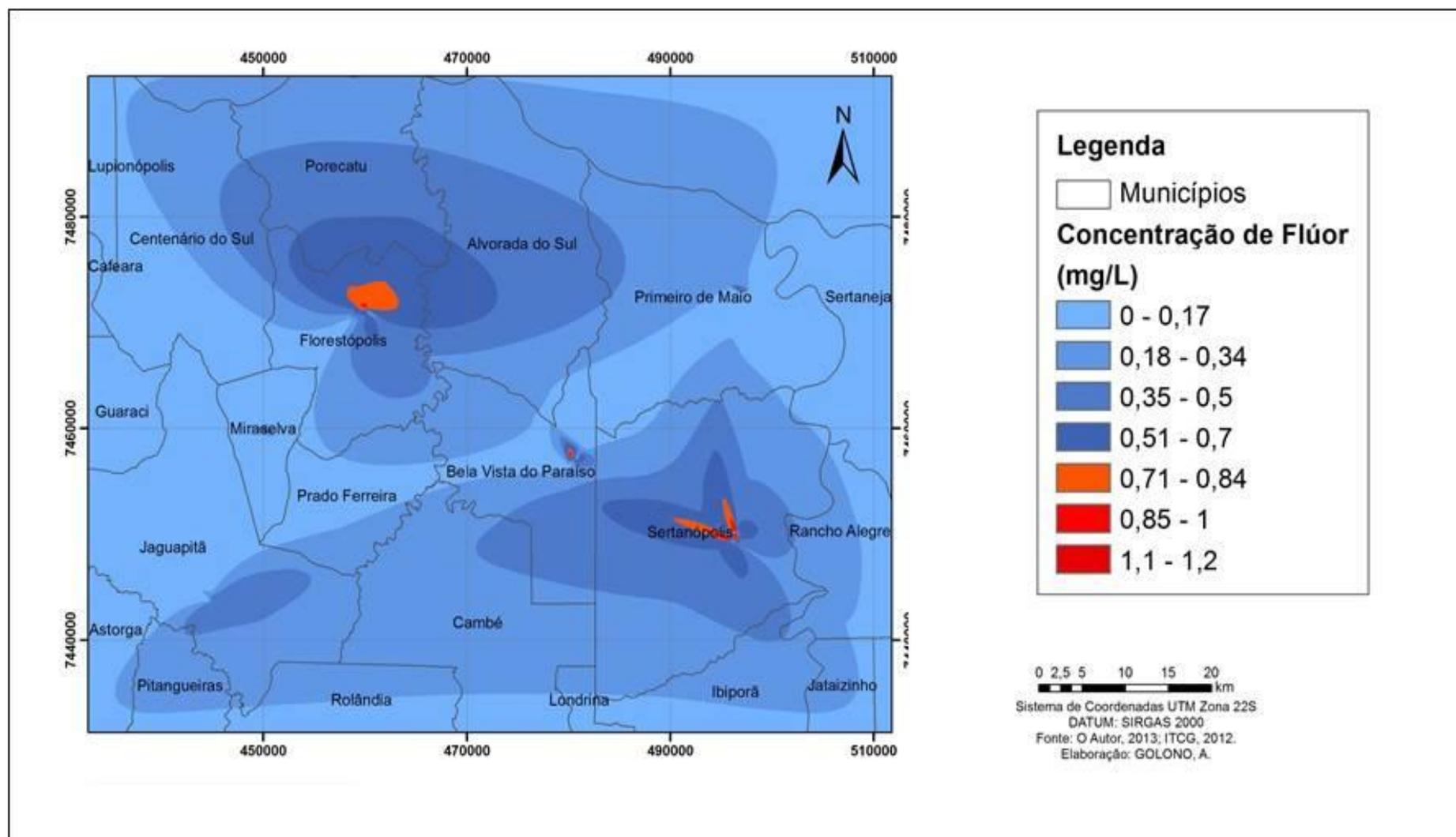
Por meio da observação da tabela 11, que expõe em termos numéricos os intervalos de teores de flúor encontrados na área de pesquisa, tal constatação é reafirmada, tendo em vista que nos três municípios mencionados os valores máximos de concentrações de flúor estão acima de 0,8 mg/L. Nas amostras de água subterrânea obtidas nos demais municípios não foram encontradas anomalias no que concerne a concentrações de flúor acima do limite recomendado.

Tabela 11 - Intervalos dos teores de flúor (mg/L) nos municípios estudados.

<i>Bela V. Paraíso</i>	<i>Florestópolis</i>	<i>Jaguapitã</i>	<i>Miraselva</i>	<i>Prado Ferreira</i>	<i>Primeiro de Maio</i>	<i>Sertanópolis</i>
0,01~0,79	0,01~0,97	0,01~0,48	0,01~0,78	0,01~0,39	0,01~0,92	0,02~1,23

Org. A autora.

Figura 16 - Concentrações de flúor nas águas de consumo da área de estudo.



Para o entendimento da problemática discorrida neste trabalho, faz-se necessário avaliar as concentrações de flúor obtidas em cada município, bem como as informações adquiridas quanto às ocorrências de fluorose dentária nos municípios em que as concentrações de flúor se constituem como potencialidades para a ocorrência da patologia. Serão avaliados ainda os casos de cárie dentária, tendo em vista que foram encontrados teores de flúor muito baixos, principalmente nas amostras coletadas em poços particulares.

Conforme explanado durante o trabalho, a Geografia da Saúde tem uma preocupação com a análise espacial tanto das origens e disseminação das patologias, como com o acesso a tratamento destas, portanto busca-se avaliar além das concentrações de flúor em conjunto com os demais fatores associados, os locais de atendimento odontológico localizados nos municípios em que há maiores possibilidades de ocorrência de fluorose dentária.

6.1 – BELA VISTA DO PARAÍSO

No município de Bela Vista do Paraíso foram realizadas 28 amostragem de recursos hídricos subterrâneos, das quais cinco foram obtidas em estabelecimentos e residências atendidas pelo abastecimento da Sanepar, e 23 em poços cacimbas¹⁴ e artesianos¹⁵ localizados em propriedades privadas das áreas periurbanas e rurais (anexo 7). Foram coletadas um número reduzido de amostras de água tratada, pois neste município a Sanepar utiliza majoritariamente recursos hídricos superficiais para o abastecimento público.

Conforme dados do IBGE (2010) em 233 domicílios localizados na área rural deste município a água utilizada para o abastecimento é proveniente de poços particulares. Tendo em vista que a população rural é de 883 habitantes, percebe-se como a abrangência do atendimento da Sanepar na área rural de Bela Vista do Paraíso é praticamente nula. Tal constatação é reafirmada por meio dos dados da Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (2008) ao demonstrarem que apenas 0,7% dos domicílios particulares localizados na área rural possuem saneamento adequado. Mesmo na zona urbana este número não é satisfatório, pois apenas 43 % dos domicílios possuem saneamento considerado satisfatório.

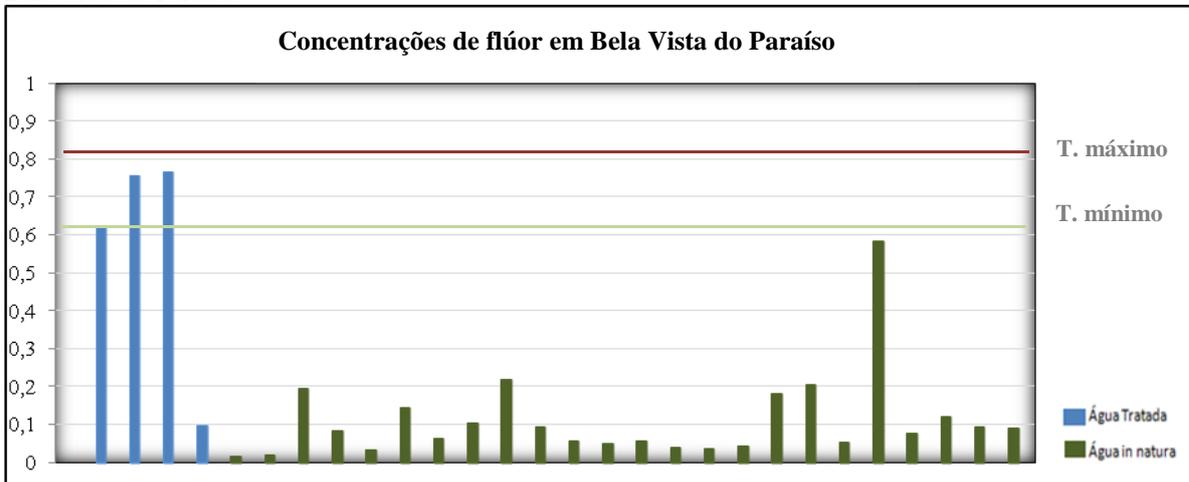
Conforme é possível observar no gráfico 2, em que a linha vermelha representa a concentração limite de flúor estipulada pelo Ministério da Saúde (1976), nenhuma das amostras coletadas no município apresentaram concentrações de flúor acima desse parâmetro.

¹⁴ Poços de grandes diâmetros e com pouca profundidades, na ordem de até 20 metros (ABAS, 2013).

¹⁵ Obra de engenharia geológica de acesso a água subterrânea, com diâmetro de 4” a 36” e profundidade de até 2000 metros (ABAS, 2013)

Os dois teores mais elevados – 0,76 e 0,75 mg/L foram identificados na amostragem realizada na área urbana, especificamente em duas escolas em que o abastecimento é realizado pela Sanepar.

Gráfico 2 - Concentrações de flúor (mg/L) em amostras de águas subterrâneas utilizadas para o consumo em Bela Vista do Paraíso.



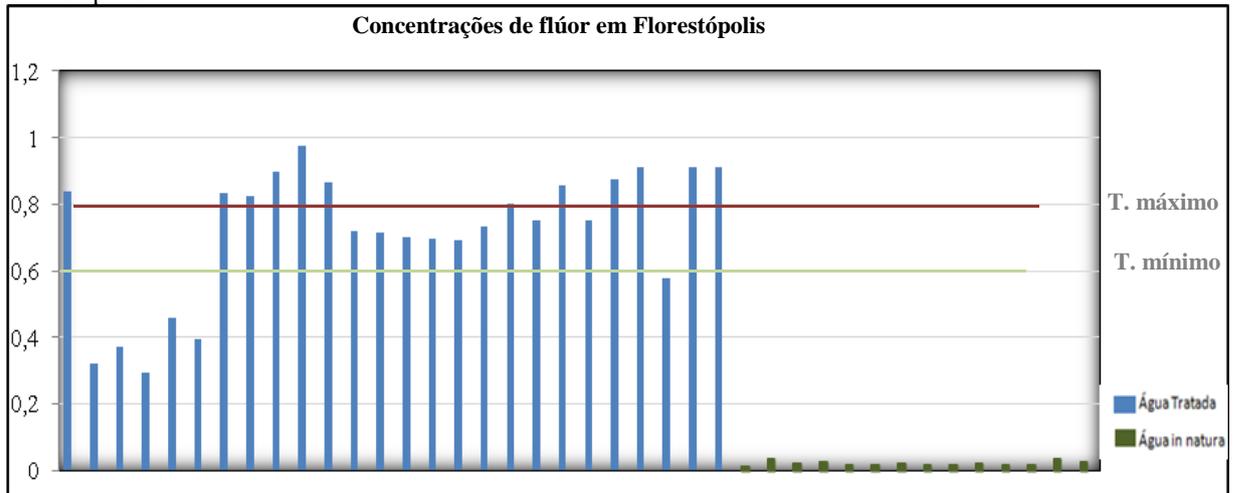
Embora o número de amostras de água tratadas seja consideravelmente mais reduzido que o de amostras de água “in natura”, não é equivocado mencionar a nitida diferença no que concerne ao teores de flúor, como é possível observar a grande maioria de amostras de águas “in natura” apresentaram concentrações de flúor abaixo de 0,3 mg/L, enquanto quatro das cinco amostras de água tratada apresentaram teores de flúor acima de 0,6 mg/L.

A este respeito acrescenta-se que todas as amostras de águas “in natura” apresentam concentrações de flúor abaixo dos valores indicados pelo Ministério da Saúde (1976), contudo no banco de dados do Datasus (2013), não há registro de cárie dentária no período de janeiro de 2008 a agosto de 2013. Esse dado não indica a ausência de casos de cáries no município, tendo em vista que muitas vezes esta patologia não se enquadra no registro de morbidade hospitalar.

6.2–FLORESTÓPOLIS

No município de Florestópolis coletou-se maior número de amostras na área urbana, Conforme pode ser observado no anexo 8, 26 das 40 amostras foram coletadas em residências e estabelecimentos contemplados pelo abastecimento da Sanepar. Conforme é possível observar no gráfico 3, a análise química laboratorial demonstrou que 13 amostras de água tratadas apresentam concentrações de flúor acima dos parâmetros estabelecidos pelo Ministério da Saúde (1976) – o teor mais elevado foi de 0,977 mg/L.

Gráfico 3 - Concentrações de flúor (mg/L) em amostras de águas subterrâneas utilizadas para o consumo em Florestópolis.



Em uma primeira análise entende-se que está havendo problemas quanto à parametrização da fluoretação das águas de abastecimento público neste município, tendo em vista que a Sanepar desconsidera as especificidades climáticas e adotou como parâmetro teores máximos de 1,0 mg/L, conforme é possível observar nenhuma das amostras apresentaram valores mais elevados do que tal concentração. Portanto não há problemas quanto o monitoramento da qualidade química das águas de abastecimento público, mas sim na definição dos parâmetros que são mais apropriados para as condições climáticas da área estudada. Em termos numéricos, constatou-se que em 28 % (13 de 47) das amostras de água tratada apresentam concentrações elevadas - potencialmente consideradas como propícias a ocasionar fluorose dentária na população, a partir de um consumo prolongado.

Aliado as concentrações elevadas de flúor presentes nas águas de abastecimento no município de Florestópolis, foram identificadas, por meio de consulta ao banco de dados do DATASUS (2013), 13 casos de internação por desnutrição entre janeiro de 2008 e agosto de 2013. Conforme antecipado a desnutrição é um dos fatores que podem condicionar a ocorrência de fluorose dentária e seu nível de gravidade.

Segundo informações disponibilizadas pelo IBGE (2010), no município de Bela Vista do Paraíso três estabelecimentos de saúde são aprovacionados de atendimento odontológico. Contudo ao se contatar tais estabelecimentos- Hospital Municipal Santa Branca, Hospital Municipal Maria Cáceres e o Posto de Saúde Central, apenas no terceiro caso foi confirmado o funcionamento de um setor odontológico de atendimento à população, nos demais estabelecimentos informou-se que não haviam profissionais da área.

No posto de Saúde Central de Florestópolis, a profissional da área odontológica responsável pelo atendimento informou que não há casos de fluorose dentária registrados nos

prontuários e que ela nunca observou sintomas da doença nos pacientes atendidos. Contudo é preciso se considerar a possibilidade de indivíduos acometidos pela patologia procurarem o serviço de atendimento privado, ou mesmo não procurarem nenhum tipo de atendimento, considera-se ainda a ineficácia no diagnóstico da patologia.

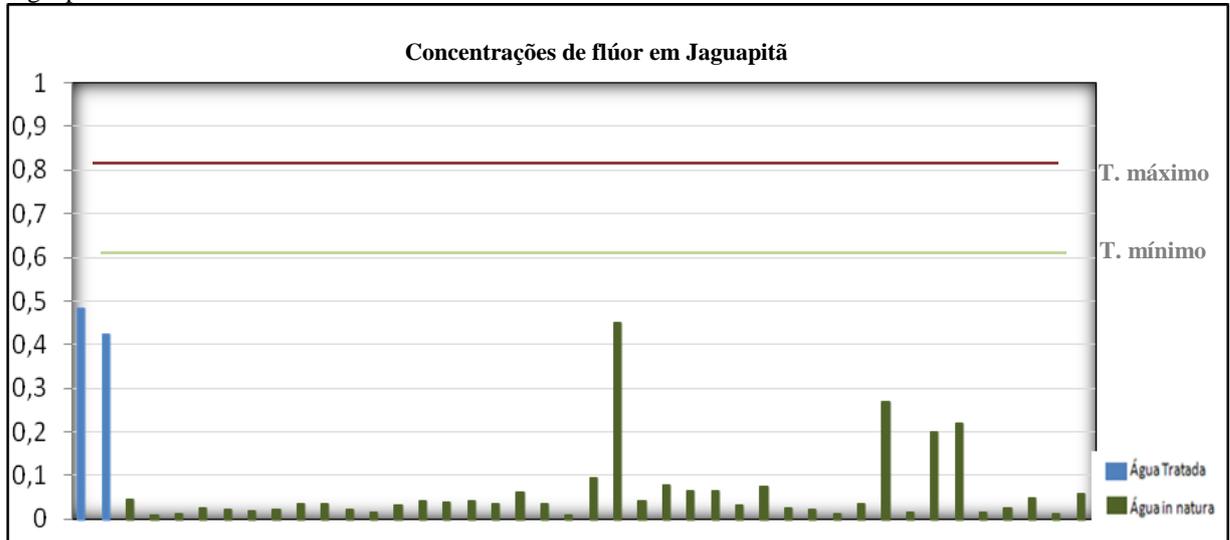
Na área rural e periurbana de Florestópolis 186 domicílios se utilizam de recursos hídricos provenientes de poços particulares (IBGE, 2010), demonstrando a ausência do atendimento da Sanepar nestas áreas. As amostras de águas coletadas “in natura” apresentaram teores de flúor abaixo de 0,1 mg/L, representando um maior risco de exposição dos dentes à cárie. Contudo, a exemplo de Bela Vista do Paraíso não foram encontrados registros no DATASUS de ocorrência desta patologia no município de Florestópolis.

6.3-JAGUAPITÃ

No município de Jaguapitã, conforme dados do IBGE (2010), em 508 domicílios localizados na área rural e periurbana a água utilizada para o abastecimento é proveniente de poços particulares. Para analisar a qualidade química desses recursos hídricos quanto à concentração de flúor, coletou-se 30 amostras de águas subterrâneas “in natura”. Na área urbana tem-se 3.345 domicílios abastecidos pelo SAAE, tendo em vista que esta empresa se vale preferencialmente de recursos hídricos superficiais para o abastecimento do município, foram coletadas apenas duas amostras de águas subterrâneas tratadas (anexo 9).

No gráfico 3, é possível observar que neste município não foram encontrados teores de flúor que extrapolem o limite de consumo estipulado pelo Ministério da Saúde (1976). Em contrapartida todas as amostras estão abaixo do teor mínimo também estipulado por este órgão. Assim como nos dois municípios analisados anteriormente não foram encontrados registros no DATASUS de morbidade hospitalar por cárie dentária (no período de janeiro de 2008 a agosto de 2013).

Gráfico 4 - Concentrações de flúor (mg/L) em amostras de águas subterrâneas utilizadas para o consumo em Jaguapitã.



6.4-MIRASELVA

No município de Miraselva, onde 23% da população reside na área rural, e em 81 domicílios são utilizados água de poços particulares para consumo pessoal e uso agrícola, foram coletadas 35 amostras de água “in natura” e apenas cinco amostras de água tratada pelo SAAE, tendo em vista que há predominância de utilização de recursos superficiais para o abastecimento público (anexo 10). No gráfico 4 observa-se que todas as amostras estão abaixo do limite mínimo estipulado pelo Ministério da Saúde, contudo não se encontrou concentrações acima do limite máximo.

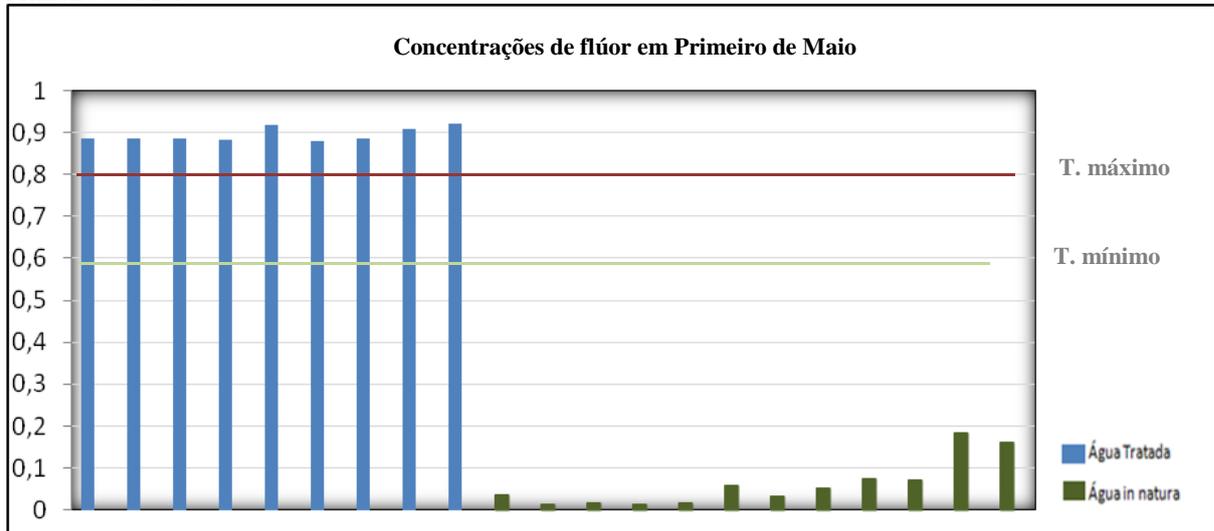
Neste município até mesmo algumas amostras de água tratada apresentaram teores muito baixos de flúor, contudo também não se constatou registro de casos de cárie dentária no banco de dados e no período mencionado anteriormente.

Assim como no caso de Miraselva, neste município as águas de abastecimento público também apresentam teores de flúor muito baixos, neste sentido é possível observar que o SAAE não tem se atentado quanto aos teores mínimos estipulados pelo Ministério da Saúde.

6.6-PRIMEIRO DE MAIO

Em Primeiro de Maio, 9 de um total de 21 amostras foram coletadas em estabelecimentos que se utilizam de recursos hídricos disponibilizados pela Sanepar (anexo 12). No gráfico 6, é possível observar que em todas as amostras de água tratada encontrou-se concentrações de flúor acima de 0,8 mg/L.

Gráfico 7 - Concentrações de flúor (mg/L) em amostras de águas subterrâneas utilizadas para o consumo em Primeiro de Maio.



Na área rural e periurbana, onde se tem uma população de 749 habitantes, 548 domicílios ainda são abastecidos por recursos hídricos provenientes de poços particulares, nessas áreas foram coletadas 12 amostras para análise química dos concentrados de flúor, nos quais encontrou –se teores abaixo do indicado pelo Ministério da saúde (1975).

Uma primeira observação do gráfico 7 permite constatar como há uma diferença marcante entre as concentrações de flúor em recursos hídricos subterrâneos “in natura” e as águas subterrâneas fluoretada e disponibilizadas para a população. No primeiro caso os valores são considerados muito baixos, os quais são considerados insuficientes para a prevenção de cáries, contudo de maneira geral em Primeiro de Maio as condições socioeconômicas são consideradas satisfatórias, e, portanto acredita-se que a maioria da população tem acesso a produtos de higiene bucal. Conforme dados do DATASUS, não

Ministério da Saúde e adotados pela própria empresa. Diferentemente da Sanepar, no caso do SAAE as concentrações elevadas de flúor não ocorrem por critérios de parametrização, mas por ineficiência de monitoramento.

As concentrações de flúor encontradas em muitas amostras de água de consumo no município de Sertanópolis são consideradas suficientes para ocasionar fluorose dentária na população. Aliado a essa constatação verificou-se no município 23 casos de internação por desnutrição, durante os últimos cinco anos (DATASUS, 2013).

Conforme dados do IBGE (2010) apenas um estabelecimento de saúde pública possui atendimento odontológico, e este é realizado no único posto de saúde presente no município. Em entrevista aberta a dentista responsável pelo atendimento informou que nos últimos dois anos não houve registro de casos de fluorose nesse estabelecimento; nos anos anteriores foram diagnosticados alguns casos da patologia no seu nível moderado, principalmente em crianças abaixo de seis anos.

Algumas amostras de águas tratadas e todas as amostras de água “in natura” apresentaram teores de flúor abaixo do considerado como ideal para prevenção de cárie dentária; nos dados disponibilizados pelo DATASUS nos últimos cinco anos, não há registros de morbidade hospitalar em decorrência dessa patologia, contudo, conforme antecipado tais dados não são suficientes para afirmar a ausência de cárie dentária neste município.

7-CONSIDERAÇÕES FINAIS

O flúor, constituinte natural do ambiente e presente em concentrações variáveis nos recursos hídricos, passou a ser inserido nas águas de abastecimento público tendo como embasamento a premissa de que o consumo deficiente de flúor causa maior exposição dos dentes à ocorrência de cáries, muito embora os cremes e enxaguantes bucais possuam este elemento na composição justamente com a finalidade de prevenir as cáries.

A fluoretação de águas de abastecimento público, ação política governamental iniciada nos Estados Unidos na década de 1950 e amplamente adotada em nível planetário nos anos que se seguiram, tem sido alvo de críticas por pesquisadores e profissionais ligados à área de saúde, tendo como aporte o conhecimento de que o consumo de flúor em quantidades determinadas pode ocasionar algumas patologias, a exemplo da fluorose dentária e óssea.

Conforme evidenciado pela exposição e análise dos dados, observa-se que em três municípios dos sete analisados nesta pesquisa apresentam teores de flúor acima dos parâmetros estabelecidos pelo Ministério da Saúde 1976. Tais concentrações foram identificadas em recursos hídricos subterrâneos tratados e disponibilizados para o consumo pela Sanepar – nos municípios de Florestópolis e Primeiro de Maio, bem como pelo SAAE - no caso de Sertanópolis.

As concentrações elevadas de flúor identificadas nos municípios abastecidos pela Sanepar justificam-se pelo fato dessa empresa não levar em consideração as especificidades climáticas da área de estudo para estabelecer os parâmetros de fluoretação. Por outro lado, apesar do SAAE adotar os parâmetros estabelecidos pelo Ministério da Saúde de acordo com os padrões climáticos referentes à área de estudo, foram identificados teores de flúor acima do padrão máximo, indicando a ineficácia dos serviços de monitoramento da qualidade química das águas.

Os teores de flúor identificados nestes três municípios evidenciam a possibilidade de ocorrência de fluorose dentária em indivíduos que consomem por um período prolongado de tempo tais recursos hídricos. Conforme informações obtidas nos estabelecimentos públicos que possuem atendimento odontológico localizados nesses municípios, não têm sido diagnosticadas a ocorrência de fluorose dental nos últimos cinco anos, fora alguns casos isolados identificados em intervalos longos de tempo.

Conforme antecipado, as informações fornecidas pelos estabelecimentos públicos citados acima não esgotam as possibilidades de ocorrência de fluorose dentária nos três

municípios em que há teores de flúor elevados nas águas de consumo. Haja vista a existência de uma variedade de fatores explicativos, dos quais se destaca a possibilidade de muitos indivíduos acometidos pela patologia não procurem atendimento odontológico. A fluorose dentária ainda é uma patologia desconhecida por muitas pessoas, em muitos casos por indivíduos acometidos pela doença, ou mesmo pelos próprios profissionais da área de saúde. Conforme informações obtidas na Clínica Odontológica Universitária de Londrina, nem todos os dentistas conseguem identificar com propriedade a fluorose dentária, e, portanto anualmente são oferecidos na clínica aulas específicas sobre esta patologia. Tal constatação oferece, em tese, mais uma possível explicação para a escassez de casos de fluorose dentária diagnosticadas nos municípios de Florestópolis, Primeiro de Maio e Sertanópolis.

Nas amostras de águas subterrâneas “in natura” obtidas em áreas rurais e periurbana nas quais há carência de serviços de abastecimento e saneamento, identificou-se concentrações de flúor muito abaixo de 0,6 mg/L – teor mínimo recomendado pelo Ministério da Saúde para prevenção de cárie dentária. No banco de dados do DATASUS não foram encontrados registros desta patologia nos últimos cinco anos nos municípios estudados, contudo, sabe-se que este órgão registra principalmente casos de morbidade e internação hospitalar, não sendo eficaz para assinalar casos de cárie dentária.

A constatação de que os recursos hídricos subterrâneos “in natura” apresentaram em todas as amostras teores muito baixos de flúor, evidencia que a fluoretação realizada pela Sanepar e pelo SAAE são unicamente responsáveis pelas concentrações acima de 0,8 mg/L identificadas em Florestópolis, Sertanópolis e, sobretudo em Primeiro de Maio, pois a quantidade parcialmente homologa de amostras de recursos hídricos “in natura” e tratados obtidas neste município, permitem identificar claramente como as amostras de águas tratadas apresentaram pontualmente teores de flúor consideravelmente mais elevados.

Tendo em vista que a fluorose dentária é uma patologia que pode ser evitada ou reduzida, destaca-se a contribuição de estudos que identifiquem os fatores de risco e alertem os órgãos públicos quanto ao uso racional do flúor pelas empresas responsáveis pelo abastecimento público.

REFERÊNCIAS

AB SABER, A. **Os domínios de Natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas**. São Paulo: Ateliê Editorial, 2003.

_____. **Os domínios de Natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas**. 6 ed. São Paulo: Ateliê Editorial, 2011.

ADRIANO, J. R.; WERNECK, G. A. F.; SANTOS, M. A.; SOUZA, R. C. A construção de cidades saudáveis: uma estratégia viável para a melhoria da qualidade de vida? **Ciência & Saúde Coletiva**. Rio de Janeiro, v. 5, n. 1, p.53-62, 2000.

ALIEVI, A. A. **O consumo de água subterrânea na regional de saúde de Londrina (PR) e implicações à saúde coletiva: uma discussão da Geografia da Saúde apoiada na Hidrogeoquímica**. 2012. Dissertação (Mestrado em Geografia). Universidade Estadual de Londrina. Londrina.

ALIEVI, A. A.; PINESE, J. P. P.; CELLIGOI, A. O consumo de água subterrânea e as implicações para a saúde coletiva. In: PINESE, J. P. P.; BARROS, M. V. F.; YAMAKI, H. T.; SALVI, R. (Org.). **Prospecções em Geografia e meio ambiente**. Londrina: Edições Humanidades, 2009. p. 91-101.

ANDREAZZINI, M. J; FIGUEIREDO, B. R; LICHT, O. A. B. Geoquímica do Flúor em águas e sedimentos fluviais da região de Cerro Azul, estado do Paraná: definição de áreas de risco para consumo humano. In: SILVA, C. R; FIGUEIREDO, B. R; 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- Serviço Geológico do Brasil, 2006. p. 118- 125.

ANZAI, A. **Concentração de flúor em medicamentos pediátricos e risco de fluorose dentária**. 2003. Dissertação (mestrado em odontologia) – Universidade de São Paulo, Bauru, 2003.

ARMSTRONG, R.W. Medical Geography. In: RUFINI, J.L. (Org.). **Advances in Medical Social Science**. New York: Gordon and Breach Science Publishers, 1983. p.167-183.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS – ABAS. **Poços para captação de água**, 2013. Disponível em: < http://www.abas.org/educacao_pocos.php >. Acesso em: 19 set. 2013.

BARCELLOS, C. Problemas emergentes da saúde coletiva e a revalorização do espaço geográfico. In: MIRANDA, A. C.; BARCELLOS, C.; MOREIRA, J.; MONKEN, M. **Território, ambiente e saúde**. Rio de Janeiro: Fiocruz, 2008. p. 43- 57.

BHERING, S. B.; SANTOS, H. G. **Mapa de solos do estado do Paraná**. Ed EMBRAPA SOLOS, 2006.

BRASIL. Decreto nº 76.872, de 22 de dezembro de 1975. Regulamenta a Lei nº 6.050, de 24 de maio de 1974, que dispõe sobre a fluoretação da água em sistemas públicos de abastecimento. Diário Oficial da União, Poder Executivo, Brasília, DF, 23 dez. 1975.

_____. 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, DF, 27 maio 1974.

_____. 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.

_____. **Ministério da Saúde**: DATASUS, Informações epidemiológicas e morbidade, 2012. Disponível em: <<http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/defptohtm.exe?sih%2Fcvn%2Fniipr.def>>. acesso em: 5 set. 2013

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

BUENO, E. P.; PEREIRA, A. C. Breve resgate histórico da Geografia Médica e da Saúde. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOGRAFIA DA SAÚDE, 4, 2009, Uberlândia. **Anais...**Uberlândia, 2009, p. 1-9.

BUSCH, O. M. S. **Qualidade da água e saúde humana: riscos potenciais face ao processo de ocupação urbana no entorno da represa do Passaúna - Curitiba – PR. 2009**. Tese (Doutorado em Meio ambiente e desenvolvimento) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2009.

CÂMARA, V. de M. Abordagens Integradoras para a avaliação da relação entre ambiente e a saúde. In: PORTO, M. F. S.; FREITAS, C. M. de. (Org.). **Problemas Ambientais e Vulnerabilidade**: Abordagens Integradoras para o Campo da Saúde Pública. Rio de Janeiro: Escola Nacional de Saúde Pública – fundação Oswaldo Cruz, 2002. p. 79-90.

CANGUSSU, M. C. T.; NARVAI, P. C.; FERNANDEZ, R. C.; DJEHZIAN, V. A fluorose dentária no Brasil: uma revisão crítica. **Caderno Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 18. p. 7-15, Jan-Fev. 2002.

CASSETI, V. A natureza e o espaço geográfico. In: MENDONÇA, F.; KOZEL, S. (Org.). **Elementos epistemologia da Geografia contemporânea**. Curitiba: Editora da UFPR, 2002. p. 145-165.

COLQUHOUN, J. Why I changed my mind about water fluoridation. **Perspectives in Biology and Medicine**. Baltimore, v,41, n.1, 1997.

COMPANHIA DE SANEAMENTO DO PARANÁ – SANEPAR. **Relatório de qualidade da água e resultados de análises**, 2013. Disponível em: <<http://site.sanepar.com.br/sustentabilidade/qualidade-da-agua>>. Acesso em: 4 Set. 2013.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL-CETESB. **Uso das águas subterrâneas para o abastecimento público no estado de São Paulo**: 1997. São Paulo.

CONFALONIERI, U. E. C.; HELLER, L.; AZEVEDO, S. Água e Saúde: aspectos nacionais e internacionais. In: BICUDO, C. et al (Org.). **Água no Brasil**: análises estratégicas Instituto de Botânica, São Paulo, 2010.

- CONNET, P. 50 **Reasons to Oppose Fluoridation**. Disponível em: <http://fluoridealert.org/articles/50-reasons/>. uptadet september 2012. Acesso em: 28 out. 2013.
- CORRÊA, R. L. **Região e organização espacial**. 8 ed. São Paulo: Ática, 2007.
- COSTA, W. D. Uso e gestão de água subterrânea. In: FEITOSA, A.C; MANOEL FILHO, J. (Org.). **Hidrogeologia: Conceitos e Aplicações**. CPRM, Fortaleza, 1997. P. 341- 365.
- CURY, J. A. Uso do flúor e controle de cárie como doença. In: BARATIEI, L. N. et al. (Org.). **Odontologia restauradora: Fundamentos e possibilidades**. São Paulo: ed. Santos, 2001. p. 32-68.
- DEAN, H. T. The Investigation of physiological effects by the epidemiological method. In: MOULTON, F.R. (Org.). **Fluorine and dental health**. Washington, DC: American Association for the Advancement of Science, 1942. p.23-31
- DIESENDORF, M.; SUTTON, P. R. N. Fluoride: New Grounds for Concern. **Ecologist**, v. 16, n.6, p. 237-246, 1986.
- DISSANAYAKE, C.B; CHANDRAJITH, R. **Introduction to medical geology: Focus on tropical environments**. Berlin: Springer, 2009.
- DUTRA, D. A. Geografia da Saúde e saúde coletiva:contribuições à compreensão do território em saúde. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOGRAFIA DA SAÚDE, 4, 2009, Uberlândia. **Anais...Uberlândia**, 2009, p. 19-26.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA, **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2 ed. Rio de Janeiro, 2006.
- FARAH, M. F. S. Gestão pública, novos arranjos institucionais e articulação urbano-regional. In: GONÇALVES, M. F.; BRANDÃO, E. A. (Org.). **Regiões e Cidades, Cidades e Regiões. Regiões e Cidades, Cidades e Regiões**. 1ed. São Paulo: Editora UNESP, 2003, p. 81-95.
- FERNANDES, J. C. B.; KUBOTA, L. T.; OLIVEIRA NETO, G. Íon-selective electrodes: historical, mechanism of response, selectivity and concept review. **Química Nova**, 2002, v. 24, n. 1, p. 120-130, 2001.
- FETTER, C. W. **Contaminant hydrogeology**. 2 ed. Waveland Press: Long Grove, 1999.
- FINKELMAN, J.; FRANCO NETO, G.; GALVÃO, L.A.C. Estreitando os Nós entre saúde e Meio Ambiente. In: MINAYO, M.C.S.; MIRANDA, A.C. (Orgs.). **Saúde e Ambiente sustentável: estreitando os nós**. Rio de Janeiro: FIOCRUZ, 2002. p. 344
- FOUCAULT, M. **O nascimento da Clínica**. 3 ed. Rio de Janeiro: Forense, 1987.
- FUNASA. **Manual de fluoretação da água para o consumo humano**, Brasília, 2012.
- GATRELL, A. **Geographies of health: an introduction**. Oxford: Blackwell, 2002.
- GATRELL, A.; ELLIOTT, S. J. **Geographies of health: an introduction**. 2 ed. Oxford: Blackwell, 2009.

GONDIM, G. M. M. Espaço e saúde: uma [inter]ação provável nos processo de adoecimento e morte das populações. In: MIRANDA, A. C.; BARCELLOS, C.; MOREIRA, J.; MONKEN, M. **Território, ambiente e saúde**. Rio de Janeiro: Fiocruz, 2008. p. 57-77.

GRANT, D. Fluoride-The poison in our midst. **Ecologist**, v. 16, n.6, p. 249-252, 1986

GUIMARÃES, R. B. **Saúde urbana: velho tema, novas questões**. Terra Livre, São Paulo, v. 17, p. 155-170, 2001.

HEATH, R. C. **Hidrologia Básica de Água Subterrânea**. Carolina do Norte: Departamento de Recursos Naturais e Desenvolvimento Comunitário. 1982

HELLER, L. Relação entre saúde e saneamento na perspectiva do desenvolvimento. **Revista Ciência & Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v. 3, n. 2, p.12, 1998.

INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ -IAPAR. **Médias históricas em estações do IAPAR**, 2013. Disponível em: < http://www.iapar.br/arquivos/Image/monitoramento/Medias_Historicas/Bela_Vista.htm >. Acesso em 10 set. 2013.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Cidades**, 2010. Disponível em: < <http://cidades.ibge.gov.br/xtras/uf.php?lang=&coduf=41&search=parana> >. Acesso em: 18 Ago. 2013.

IRITANI, M. A; EZAKI, S. **As águas subterrâneas do Estado de São Paulo**. São Paulo: Secretaria de Estado do Meio Ambiente, 2008.

LACAZ, C. S; BARUZZI, R. G; SIQUEIRA JUNIOR, W. **Introdução Médica do Brasil**. São Paulo: EDUSP, 1972.

LEMONS, J. C.; LIMA, S. C. A Geografia Médica e as doenças infecto-parasitárias. **Revista On Line- Caminhos de Geografia**, Uberlândia, v. 3, n. 6, jun. 2002.

LICHT, A. B. O. Geoquímica multielementar de superfície na delimitação de riscos e impactos ambientais, estado do Paraná, Brasil. SILVA, C. R; FIGUEIREDO, B. R; 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- Serviço Geológico do Brasil, 2006. p. 21-35.

LUZ, M. T. Cultura Contemporânea e Medicinas Alternativas: novos paradigmas em saúde no fim do século XX. **Physis: Revista Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v.7, n.1, p.13-43, 1997.

MAACK , R. **Geografia Física do Paraná**. 3. ed. Curitiba: Imprensa Oficial, 2002.

MACHADO, C. V.; VIANA, A. L. D. Descentralização e coordenação federativa na saúde. In: VIANA, A. L. D.; IBAÑEZ, N.; ELIAS, P. E. M. (org.). **Saúde, desenvolvimento e território**. São Paulo: Hucitec, 2009. p. 21- 59.

MANOEL FILHO, J. Água subterrânea: Histórico e importância. In: FEITOSA, F. A. C; MANOEL FILHO, J. (Org.). **Hidrogeologia: Conceitos e aplicações**. Fortaleza: CPRM, 1997. P. 3-13.

MARIMON, M. P. C. **O flúor nas águas subterrâneas da formação Santa Cruz do Sul e Venâncio Aires, RS, Brasil.** 2006. Tese (Doutorado em Geociências) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

MARTINS, L. C.; WILDNER, W.; HARTMANN, L. A. Estratigrafia dos derrames da Província Vulcânica Paraná na região oeste do Rio Grande do Sul, Brasil, com base em sondagem, perfilagem gamaespectrométrica e geologia de campo. **Pesquisas em Geociências**. Porto Alegre, v. 38, n. 1, p. 15-27, jan./abr. 2011.

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.

MELFI, A. J.; PICCIRILLO, E. M.; NARDY, A. J. R. Geological and magmatic aspects of the Parana Basin: an introduction. In: PICCIRILLO E. M. & MELFI, A. J. (Org.). **The Mesozoic Flood Volcanism of the Parana Basin: petrogenetic and geophysical aspects**. São Paulo, 1988.

MENDONÇA, F; OLIVEIRA, D; MORESCO, I. **Climatologia: Noções Básicas e Climats do Brasil**. São Paulo: Oficina de Textos, 2007.

MILANI, E. J.; MELO, J. H. G.; SOUZA, P. A.; FERNANDES, L. A.; FRANÇA, A. B. Bacia do Paraná. **Boletim de Geociências Petrobrás**, Rio de Janeiro, v. 15, n. 2, mai/nov. 2007, p. 266-287.

MILLER JUNIOR, G. T. **Ciência ambiental**. São Paulo: Cengage Learning, 2008.

MINERAIS DO PARANÁ -MINEROPAR. **Síntese da geologia e dos recursos minerais do Paraná**, 2013. Disponível em: < Síntese da geologia e dos recursos minerais do Paraná>. Acesso em 29 set. 2013.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. Portaria n.º 635/Bsb, de 26 de Dezembro de 1975. Aprova as Normas e Padrões sobre a fluoretação da água, tendo em vista a Lei n.º 6050/74. Diário Oficial da União, Brasília, 30 jan. 1976. Disponível em: http://lproweb.procempa.com.br/pmpa/prefpoa/sms/usu_doc/portaria635.pdf. Acesso em: 16/10/2013.

_____. Portaria n.º 2.914, de 12 de dezembro de 2011. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Diário Oficial da União (negrito). Disponível em: http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2914_12_12_2011.html. Acesso em: 28 out. 2013.

MORIN, E. **Introdução ao pensamento complexo**. 2 ed. São Paulo: Instituto Piaget, 1990.

MÜLLER, N. L. Contribuição ao estudo do Norte do Paraná. In: FRESCA, M. T.; CARVALHO, M. S. (Org.). **Geografia e Norte do Paraná: um resgate histórico**. Londrina: Edições Humanidades, 2007. P. 19-71.

NANNI, A. S. **O flúor em águas do Sistema Aquífero Serra Geral no Rio Grande do Sul: origem e condicionamento geológico**. 2008. Tese (Doutorado em Geociências). Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre.

OLIVEIRA, A. Geografia de la Salud. Col. **Espacios y Sociedades**, n. 26. Madrid:Editorial Síntesis, 1993.

OPAS. ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD. **Protección Ambiental**. XXIII. Conferencia Sanitaria Panamericana. XLII Reunión del Comitê Regional (CPS23/16). Washington (DC), 1990.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DE SAÚDE (OMS). **Aplicaciones de la epidemiología al estudio de los ancianos**. Informe de un grupo científico de la OMS sobre la epidemiología del envejecimiento, Ginebra, 1984.

_____. **Elementos traços na nutrição e saúde humanas**. Ginebra: Rôca, 1969.

_____. **Environmental health criteria: principles and methods for the assesment of risk from essential trace elements**, Geneva, 2002.

OUTERBRIDGE, T. Fluoridation campaign. **Ecologist**, v. 16, n.6, p. 230-237, 1986.

PALÁCIOS, M. Considerações sobre a epidemiologia no campo de práticas de saúde ambiental. **Revista Epidemiologia e Serviços de saúde**, Rio de Janeiro, v.13, n.2, p, 103-113, abr./jun. 2004.

PARANÁ. Secretária do Meio Ambiente e Recursos Hídricos- SEMA, **Série histórica: Bacias hidrográficas do Paraná**, 2008.

_____. SECRETÁRIA DE SAÚDE. **Plano diretor de regionalização: hierarquização e regionalização da assistência à saúde, no estado do Paraná**. 2009

_____. SECRETÁRIA DE SAÚDE. **Saúde bucal**, 2013. Disponível em: <<http://www.sesa.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=2896>>. Acesso em 29 ago. 2013.

PEITER, P. C. **A Geografia da Saúde na faixa de Fronteira continental do Brasil na passagem do milênio**. 2005. Tese (Doutorado em Geografia) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

PESSÔA, S. B. **Ensaio médico-sociais**. Rio de Janeiro: Livraria Editora Guanabara, 1960.

_____. **Ensaio médico-sociais**. 2 ed. São Paulo: Cebes/Hucitec, 1978.

PINESE, J. P. P.; MARTINS JUNIOR, J. C. G. Riscos ambientais geogenéticos na utilização de 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, p. 113-133.

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. 2008. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Estadual de Londrina, Londrina.

PLANT, J.; SMITH, D.; SMITH, B.; WILLIAMS, R. Environmental geochemistry at the global scale. **Applied Geochemistry**, Oxford, v. 16, n11, p. 1291-1308, sep. 2001.

PORTO, M. F. S. **Uma Ecologia Política dos Riscos: princípios para integrarmos o local e o global na promoção da saúde e da justiça ambiental**. Rio de Janeiro: FIOCRUZ, 2007.

PRÜSS-USTIN, A.; BOS, R.; GORA, F.; BARTRAM, J. **Safer Water, better health: costs, benefic and sustainability of interventions to protect and promote health**. WHO, Geneva, 2008.

REDDY, D. B.; RAO, C. M.; SARADA, D. Endemic fluorosis. **J Indian Med Assoc**, India, v. 53, p. 275-281, 1969

RIBEIRO, H. Saúde Pública e meio ambiente: evolução do conhecimento e da prática, alguns aspectos éticos. **Saúde e sociedade**. São Paulo, v. 13, n. 1, jan-abr, 2004.

ROSA, S. A. et al. A geografia da saúde no Brasil: análise do saneamento público nos casos de dengue. In: SEMINÁRIO LATINO AMERICANO DE GEOGRAFIA FÍSICA, 6., 2010, Coimbra. **Anais...**Coimbra: UNICOM, 2010. p. 1- 9.

ROZIER, R.G. epidemiologic indices for measuring the clinical manifestations of dental fluorosis: overview and critique. **Adv Dent Res**. v. 8, n. 1, p.39-55, June, 1994.

SABESP. Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo. SABESP Ensina. Disponível em: < WWW.sabesp.com.br/sabesp_ensina/basico/subterranea/default.htm>. Acesso em: 16 maio 2013.

SANT'ANNA NETO, J. L.; SOUZA, C. Gr. Geografia da saúde e climatologia médica: ensaios sobre a relação clima e vulnerabilidade. **Hygeia**, Uberlândia, v. 4, n. 6, p. 116-126, jun. 2008.

SANTIAGO, M. R. **Análise das ocorrências de fluoretos em águas subterrâneas. 2010**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2010.

SANTOS, M. **A natureza do espaço: técnica e tempo, razão e emoção**. 2 ed. São Paulo: Hucitec, 1997.

_____. **Por uma Geografia Nova**. 6. ed. São Paulo: EDUSP, 2004.

SELINUS, O. Geologia Médica. In: SILVA, C. R; FIGUEIREDO, B. R; 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- Serviço Geológico do Brasil, 2006. p. 1-6.

SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL – CPRM. **Projeto RADAM-D** -Preservação e disseminação das imagens, 2013. Disponível em: <<http://www.cprm.gov.br/publique/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?inford=796&sid=9>>. Acesso em: 9 Ago. 2013.

STEFANO, T. M. **The fluoridation research studies and the general practitioner**. Bulletin of Hudson County Dental Society, 1954.

SUERTEGARAY, D. Geografia física (?) geografia ambiental (?) ou Geografia e ambiente (?). In: MENDONÇA, F.; KOZEL, S. (Org.). **Elementos epistemologia da Geografia contemporânea**. Curitiba: E. da UFPR, 2002. p. 111-121.

SUTTON, P. R. N. Fluoradation: a fifty-year old accepted but unconfirmed hypothesis. **Med Hypotheses**, v. 27, 1986, p. 153-156.

_____. **Fluoridation: Errors and Omissions in Experimental Trials**. 1 ed. Melbourne: University Press, 1959.

_____. **Fluoridation: Errors and Omissions in Experimental Trials**. 2 ed. Melbourne: University Press, 1960.

THE FORUM OF WATER FLOURATION IN IRELAND. **Forum on Fluoridation**. Dublin: Stationery Office, 2002.

THYLSTRUP, A.; FEJERSKOV, O. Clinical appearance of dental fluorosis in permanent teeth in relation to histologic changes. **Community Dent Oral Epidemiol**. v.6, p. 315-328, 1978.

TUNDISI, J. G. Recursos hídricos. **Parcerias estratégicas**, Brasília, n. 20, jun. 2005.

VELÁSQUEZ, L. N.; FANTINEL, L. M.; FERREIRA, F. E.; CASTILHO, L. S.; UHLEIN, A.; VARGAS, A. M. D.; ARANHA, P. R. A. Fluorose dentária e anomalias de flúor na água subterrânea no município de São Francisco, Minas Gerais, Brasil. In: SILVA, C. R.; FIGUEIREDO, B. R.; 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- Serviço Geológico do Brasil, 2006. p. 110-117.

VIEGAS, A. R.; VIEGAS, I.; CASTELLANOS, R. A. Fluoretação da água de abastecimento público. **Revista da Associação Paulista de Cirurgiões Dentistas**, São Paulo, v. 41, n. 4, 1987, p.2002-2004.

VIEITES, R. G.; FREITAS, I. A. de. Pavlovsky e Sorre: duas importantes contribuições à geografia médica. **Ateliê Geográfico**. Goiânia. v.1, n.2, dez/2007, p.187-201.

URTEGA, L. Miséria, miasmas y micróbios, las Topografias Médicas y el Estudio del Medio Ambiente em el siglo XIX. **Geocrítica**, n. 29, Barcelona, setembro, 1980.

WHITE, I. C. **Relatório Final da Comissão de Estudos das Minas de Carvão de Pedra do Brasil**. Rio de Janeiro: DNPM, 1908.

ZIEGELBECKER, R. A critical review on the fluorine cárie s problem. **Fluoride**. v. 3, p. 71-79, 1970.

ZOBY, J. L. G. **Panorama da qualidade das águas subterrâneas no Brasil**, 2008. Disponível em: <http://www.abas-rj.org/atuacao_tecnica/0227.pdf>. Acesso em: 1 out. 2010.

ANEXOS

Anexo 1- Tabela de padrão de potabilidade para substâncias químicas que representam risco à saúde

Parâmetro	CAS ⁽¹⁾	Unidade	VMP ⁽²⁾
INORGÂNICAS			
Antimônio	7440-36-0	mg/L	0,005
Arsênio	7440-38-2	mg/L	0,01
Bário	7440-39-3	mg/L	0,7
Cádmio	7440-43-9	mg/L	0,005
Chumbo	7439-92-1	mg/L	0,01
Cianeto	57-12-5	mg/L	0,07
Cobre	7440-50-8	mg/L	2
Cromo	7440-47-3	mg/L	0,05
Fluoreto	7782-41-4	mg/L	1,5
Mercúrio	7439-97-6	mg/L	0,001
Níquel	7440-02-0	mg/L	0,07
Nitrato (como N)	14797-55-8	mg/L	10
Nitrito (como N)	14797-65-0	mg/L	1
Selênio	7782-49-2	mg/L	0,01
Urânio	7440-61-1	mg/L	0,03
ORGÂNICAS			
Acetilamida	79-06-1	µg/L	0,5
Benzeno	71-43-2	µg/L	5
Benzo[a]pireno	50-32-8	µg/L	0,7
Cloreto de Vinila	75-01-4	µg/L	2
1,2 Dicloroetano	107-06-2	µg/L	10
1,1 Dicloroetano	75-35-4	µg/L	30
1,2 Dicloroetano (cis + trans)	156-59-2 (cis) 156-60-5 (trans)	µg/L	50
Diclorometano	75-09-2	µg/L	20
Di(2-etilhexil) ftalato	117-81-7	µg/L	8
Estireno	100-42-5	µg/L	20
Pentaclorofenol	87-86-5	µg/L	9
Tetracloroto de Carbono	56-23-5	µg/L	4

Fonte: Ministério da Saúde, 2011.

Anexo 2 - Principais características climáticas de Bela Vista do Paraíso

ESTACAO: BELA VISTA DO PARAISO /CODIGO: 02251027 /LAT: 22°57' S /LONG: 51°12' W /ALT: 600 M														
MES	TEMPERATURA DO AR (°C)						U.REL		VENTO		PRECIPITACAO			
	média	média	máxima	ano	min	ano	média	média	dir	m/s	total	máxima	ano	dias
	máxima	mínima	abs	ano	abs	ano	comp	%	pr.	m/s	total	24h	ano	chuva
JAN	29,1	20,0	36,0	93	11,6	72	23,8	77			228,3	122,4	94	15
FEV	29,4	20,2	36,2	2005	12,6	90	24,1	76			162,4	102,2	80	13
MAR	29,4	19,5	38,4	2005	9,7	87	23,7	72			128,6	141,0	96	11
ABR	27,7	17,7	34,6	2005	4,2	99	22,0	70			96,7	132,4	99	7
MAI	24,1	15,0	32,0	2005	1,4	79	18,8	73			105,6	109,4	2005	8
JUN	22,9	13,7	29,8	2010	0,4	94	17,6	73			88,4	230,8	2012	7
JUL	23,4	13,3	31,4	2006	-2,0	75	17,7	67			61,3	80,0	2007	5
AGO	25,7	14,5	34,6	2011	1,0	72	19,5	60			47,3	78,8	72	5
SET	26,4	15,3	37,2	88/11	1,0	72	20,3	64			107,7	76,0	99	8
OUT	28,3	17,2	38,6	2012	7,8	81	22,2	66			143,3	96,2	75	10
NOV	29,0	18,3	38,6	85	10,4	79	23,2	67			156,0	119,4	85	10
DEZ	29,0	19,4	36,8	2012	12,8	82	23,6	73			189,0	110,0	84	13
ANO	27,1	17,0					21,4	69,9			1515			111
EXT			38,6		-2,0							230,8		

Fonte: IAPAR, 2013.

Anexo 3 - Padrões para corpos de água de consumo intensivo - ANVISA

TABELA II - CLASSE 1 - AGUAS DOCES	
PADRÕES PARA CORPOS DE ÁGUA ONDE HAJA PESCA OU CULTIVO DE ORGANISMOS PARA FINS DE CONSUMO INTENSIVO	
PARÂMETROS INORGÂNICOS	VALOR MÁXIMO
Arsênio total	0,14 µg/L As
PARÂMETROS ORGÂNICOS	VALOR MÁXIMO
Benzidina	0,0002 µg/L
Benzo(a)antraceno	0,018 µg/L
Benzo(a)pireno	0,018 µg/L
Benzo(b)fluoranteno	0,018 µg/L
Benzo(k)fluoranteno	0,018 µg/L
Criseno	0,018 µg/L
Dibenzo(a,h)antraceno	0,018 µg/L
3,3-Diclorobenzidina	0,028 µg/L
Heptacloro epóxido + Heptacloro	0,000039 µg/L
Hexaclorobenzeno	0,00029 µg/L
Indeno(1,2,3-cd)pireno	0,018 µg/L
PCBs - Bifenilas policloradas	0,000064 µg/L
Pentaclorofenol	3,0 µg/L
Tetracloroeto de carbono	1,6 µg/L
Tetracloroeteno	3,3 µg/L
Toxafeno	0,00028 µg/L
2,4,6-triclorofenol	2,4 µg/L

Fonte: CONAMA, 2005.

Anexo 4 - Critérios diagnósticos e sistema de pontuação (FEJERSKOV; THYLSTRUP, 1988).

<i>Pontuação</i>	<i>Sintomas</i>
0	A translucidez normal do esmalte dentário permanece após a limpeza e secagem da superfície
1	Podem ser observadas linhas finas, opacas e brancas na superfície dentária.
2	As linhas brancas e opacas tornam-se mais acentuadas e muitas vezes se fundem, formando pequenas áreas opacas espalhadas por toda superfície dos dentes.
3	As áreas opacas tornam-se mais abrangentes e é possível observar a ocorrência de linhas brancas no esmalte dentário.
4	Toda a superfície apresenta opacidade e linhas brancas.
5	A totalidade da superfície dentária torna-se opaca, e é possível observar a perda focal do esmalte mais externo.
6	Podem ser observadas pequenas cavidades nos dentes, com dimensão vertical inferior a 2 mm.
7	Há perda de metade do esmalte mais exterior em áreas irregulares.
8	Há perda de mais de 50% do esmalte externo dos dentes.
9	Perde-se a maior parte do esmalte externo e há deformações marcantes na superfície e formato dos dentes,

Fonte: Rozier (1994)

Anexo 5 - Modelo de classificação climática de Köppen

<i>CATEGORIA</i>	<i>DESCRIÇÃO</i>
Climas A	Climas pluviais tropicais, mês mais frio com mais de 18 °C
Climas B	Climas secos, clima de estepes BS e climas desérticos BW
Climas C	Climas pluviais temperados, mês mais frio entre 18 °C e – 3 °C.
F	Sempre úmido, chuva em todos os meses do ano.
W	Seco no inverno; mês mais chuvosos do verão tem 10 vezes mais precipitações do que o mês mais frio do inverno.
Climas D	Climas boreais de matas e de neve (típicos no hemisfério norte).
Climas F	Climas de neves e de gelo eterno.
A	Temperatura do mês mais quente, superior a 22 °C
B	Temperatura do mês mais quente menor que 22 °C, mas no mínimo 4 meses maior que 10 °C.

Fonte: MAACK, 2002. **Org.** A autora.

Anexo 6 - Modelo de classificação climática de Wismann

CATEGORIAS TÉRMICAS		CATEGORIAS PLUVIOMÉTRICAS		CATEGORIAS ADICIONAIS	
Categoria	Descrição	Categoria	Descrição	Categoria	Descrição
I-Tropical	Temperatura do mês mais frio: 13 °C;	A	Equatorial, sempre úmido;	A	Quente no verão; temperatura mês mais quente 23 °C
II- Quente temperado	Temperatura do mês mais frio: 2 °C;	F	Úmido, com fraco estágio seco;	B	Fresco no verão
III- Fresco temperado	Temperatura anual: 4°C	T	Com período seco	W	Seco no inverno
IV Boreal	Temperatura do mês mais quente 10°C	S	Estepe;	S	Seco no verão
V Subártico	Temperatura do mês mais quente 0 °C.	D	Deserto.	U	Ar úmido
VI Geada eterna				H	Região das montanhas altas

Anexo 7 - Concentrações de flúor no município de Bela Vista do Paraíso

Nº da amostra	Teores de flúor	Procedência da amostra
01	0,71	Tratada
02	0,619	Tratada
03	0,755	Tratada
04	0,764	Tratada
05	0,097	Tratada
06-	0,015	In natura
07	0,02	In natura
08	0,195	In natura
09	0,082	In natura
10	0,033	In natura
11	0,145	In natura
12	0,063	In natura
13	0,103	In natura
14	0,218	In natura
15	0,094	In natura
16	0,056	In natura
17	0,048	In natura
18	0,056	In natura
19	0,04	In natura
20	0,035	In natura
21	0,043	In natura
22	0,18	In natura
23	0,205	In natura
24	0,053	In natura
25	0,584	In natura
26	0,076	In natura
27	0,121	In natura
28	0,094	In natura
29	0,088	In natura

Anexo 8 - Concentrações de flúor no município de Florestópolis

Nº da amostra	Teores de flúor (mg/L)	Procedência da amostra
30	0,863	Tratada
31	0,836	Tratada
32	0,319	Tratada
33	0,372	Tratada
34	0,294	Tratada
35	0,458	Tratada
36	0,394	Tratada
37	0,832	Tratada
38	0,826	Tratada
39	0,897	Tratada
40	0,977	Tratada
41	0,865	Tratada
42	0,721	Tratada
43	0,713	Tratada
44	0,7	Tratada
45	0,697	Tratada
46	0,69	Tratada
47	0,732	Tratada
48	0,802	Tratada
49	0,752	Tratada
50	0,855	Tratada
51	0,75	Tratada
52	0,875	Tratada
53	0,91	Tratada
54	0,575	Tratada
55	0,91	Tratada
56	0,91	Tratada
57	0,014	In natura
58	0,034	In natura
59	0,02	In natura
60	0,028	In natura
61	0,015	In natura
62	0,019	In natura
63	0,021	In natura
64	0,017	In natura
65	0,018	In natura
66	0,02	In natura
67	0,017	In natura
68	0,016	In natura
69	0,036	In natura
70	0,025	In natura

Anexo 9 - Concentrações de flúor no município de Jaguapitã

Nº da amostra	Teores de flúor (mg/L)	Procedência da amostra
71	0,482	Tratada
72	0,423	Tratada
73	0,045	In natura
74	0,01	In natura
75	0,014	In natura
76	0,025	In natura
77	0,021	In natura
78	0,02	In natura
79	0,021	In natura
80	0,036	In natura
81	0,034	In natura
82	0,023	In natura
83	0,017	In natura
84	0,032	In natura
85	0,041	In natura
86	0,039	In natura
87	0,042	In natura
88	0,037	In natura
89	0,061	In natura
90	0,035	In natura
91	0,01	In natura
92	0,095	In natura
93	0,451	In natura
94	0,043	In natura
95	0,078	In natura
96	0,064	In natura
97	0,064	In natura
98	0,032	In natura
99	0,075	In natura
100	0,026	In natura
101	0,021	In natura
102	0,013	In natura
103	0,035	In natura
104	0,27	In natura
105	0,016	In natura
106	0,201	In natura
107	0,22	In natura
108	0,017	In natura
109	0,027	In natura
110	0,048	In natura

Anexo 10 - Concentrações de flúor no município de Miraselva

Nº da amostra	Teores de flúor	Procedência da amostra
71	0,587	Tratada
72	0,026	Tratada
73	0,021	Tratada
74	0,027	Tratada
75	0,019	Tratada
76	0,785	Tratada
77	0,08	In natura
78	0,021	In natura
79	0,026	In natura
80	0,024	In natura
81	0,122	In natura
82	0,017	In natura
83	0,016	In natura
84	0,025	In natura
85	0,097	In natura
86	0,069	In natura
87	0,097	In natura
88	0,068	In natura
89	0,012	In natura
90	0,021	In natura
91	0,022	In natura
92	0,111	In natura
93	0,036	In natura
94	0,012	In natura
95	0,129	In natura
96	0,027	In natura
97	0,022	In natura
98	0,116	In natura
99	0,023	In natura
100	0,023	In natura
101	0,034	In natura
102	0,022	In natura
103	0,038	In natura
104	0,056	In natura
105	0,033	In natura
106	0,027	In natura
107	0,028	In natura
108	0,028	In natura
109	0,028	In natura
110	0,02	In natura

Anexo 11 - Concentrações de flúor no município de Prado Ferreira

Nº da amostra	Teores de flúor	Procedência da amostra
111	0,068	Tratada
112	0,067	Tratada
113	0,068	Tratada
114	0,113	Tratada
115	0,025	Tratada
116	0,026	Tratada
117	0,034	Tratada
119	0,063	Tratada
120	0,026	Tratada
121	0,031	Tratada
122	0,047	In natura
123	0,022	In natura
124	0,026	In natura
125	0,036	In natura
126	0,05	In natura
127	0,047	In natura
128	0,078	In natura
129	0,096	In natura
130	0,038	In natura
131	0,069	In natura
132	0,034	In natura
133	0,023	In natura
134	0,03	In natura
135	0,051	In natura
136	0,015	In natura
137	0,086	In natura
138	0,14	In natura
139	0,052	In natura
140	0,022	In natura
141	0,037	In natura
142	0,015	In natura
143	0,39	In natura
144	0,065	In natura
145	0,025	In natura
146	0,024	In natura
147	0,015	In natura
148	0,026	In natura
149	0,07	In natura
150	0,058	In natura
151	0,076	In natura

Anexo 12 - Concentrações de flúor no município de Primeiro de Maio

Nº da amostra	Teores de flúor (mg/L)	Procedência da amostra
152	0,885	Tratada
153	0,885	Tratada
154	0,885	Tratada
155	0,883	Tratada
156	0,918	Tratada
157	0,881	Tratada
158	0,887	Tratada
159	0,91	Tratada
160	0,92	Tratada
161	0,035	In natura
162	0,014	In natura
163	0,015	In natura
164	0,012	In natura
165	0,017	In natura
166	0,057	In natura
167	0,034	In natura
168	0,053	In natura
169	0,074	In natura
170	0,07	In natura
171	0,184	In natura
172	0,161	In natura

Anexo 13 - Concentrações de flúor no município de Sertanópolis

N° da amostra/	Teores de flúor (mg/L)	Procedência da amostra
173	1,23	Tratada
174	1,199	Tratada
175	0,893	Tratada
176	0,344	Tratada
177	0,33	Tratada
178	0,336	Tratada
179	0,35	Tratada
180	0,25	Tratada
181	0,35	Tratada
182	0,3	Tratada
183	0,34	Tratada
184	0,902	Tratada
185	0,906	Tratada
186	0,906	Tratada
187	0,897	Tratada
188	0,902	Tratada
189	0,076	Tratada
190	0,076	Tratada
191	0,076	Tratada
192	0,964	Tratada
193	0,378	Tratada
194	1,062	Tratada
195	0,748	Tratada
196	0,822	Tratada
197	0,813	Tratada
198	0,813	Tratada
199	0,8	Tratada
200	0,801	Tratada
201	0,993	Tratada
202	0,968	Tratada
203	1,094	Tratada
204	1,08	Tratada
205	0,056	In natura
206	0,041	In natura
207	0,036	In natura