

CONCENTRAÇÃO DE FLUORETOS NAS ÁGUAS DOS POÇOS PROFUNDOS DA CIDADE DE LORENA E PREVALÊNCIA DE FLUOROSE DENTÁRIA

Hélio Nóbile Diniz¹; Maurício Riccioppo Magacho²; Anna Artemisia Barracco de Azevedo¹; Fábio de Assis Mattos¹; Leandro Sacconi Canaver¹

Resumo

A fluorose dentária é uma anomalia do desenvolvimento dos dentes ligada a deformações do esmalte pela ingestão prolongada de fluoretos, em quantidades excessivas, até os cinco anos de idade. Esta endemia vem acometendo parte da população de Lorena, cidade do Vale do Paraíba, Estado de São Paulo, local pouco associado à presença de fluoretos nas águas de consumo.

A região, considerada promissora para a exploração de água subterrânea, com vazões que variam de 50 a 200 m³/h por poço, situa-se onde afloram espessas camadas de arenitos das Formações Caçapava e Tremembé, da Bacia Sedimentar de Taubaté. A SABESP abastece cerca de 75% dos habitantes com água subterrânea proveniente de 11 poços profundos.

Este trabalho visa conhecer a concentração de fluoretos nas águas subterrâneas utilizadas no Município e os dados de fluorose dentária como indicadores da contaminação das águas de abastecimento. Também objetiva apresentar as regiões com maior contaminação, subsidiando os órgãos públicos na adoção de programas específicos de abastecimento. Para determinação dos casos da endemia, foram examinadas 487 crianças em 20 escolas de primeiro grau onde 23,4% apresentaram fluorose confirmada.

Abstract

This research boards the concentration of fluorides in the Lorena's public water supply and the fluorosis cases related. Lorena's city have a great vocation for groundwater supply, because is situated in outcrop area of sedimentary Caçapava and Tremembé Tertiary Formation of the Taubate Group. This geologic formations have sandy litofacies with hundreds meters thickness whose deep wells have discharge of 250 cubic meters per hour. The SABESP Company suply 75% of the municipal population with this groundwater. This paper presents regions in the city which have high fluoride concentration, so 487 school children were been examined for this study of endemic fluorosis and 23,4% have the disease confirmed.

1 Instituto Geológico do Estado de São Paulo, Av.Miguel Stefano, 3900 – Água Funda – São Paulo – SP – Cep: 04301-903, e-mail: heliodiniz1@yahoo.com.br

2 Universidade de Taubaté, Estrada Municipal Dr. José Luis Cembranelli, 5000 - Bairro- Itaim - Taubaté - SP - Cep: 12081-010, e-mail: mrmagacho@ig.com.br

Palavras-chave: Fluoreto; Fluorose; Município de Lorena.

1 – Introdução

No Brasil desde a década de 1970, por força de lei, a adição de fluoretos nas águas de abastecimento público tem sido realizada. O grande problema sempre foi a dificuldade em manter sistemas operacionais de monitoramento dos níveis ótimos de fluoretos na água através do heterocontrole, seja por falta de recursos humanos, técnico-operacionais ou de relevância para a comunidade (NARVAI, 2000 [1]). Estas dificuldades salientam-se mais nos locais onde a fluorose é endêmica e se deve à alta concentração do fluoreto nas fontes naturais de água.

A ocorrência de fluoretos nas águas subterrâneas tem sido detectada em várias localidades brasileiras. No noroeste do Estado de Minas Gerais, principalmente no Município de São Francisco, as ocorrências de fluoretos nas águas de abastecimento público (VELASQUES *et al.*, 2004 [2]) estão associadas à presença de fluorita nos calcários e calcários dolomíticos do Grupo Bambuí. No centro-leste do Estado do Paraná, são relatados fluoretos em águas de poços tubulares profundos (LICHT *et al.*, 1996 [3]) perfurados em rochas calcáreas metamórficas do Grupo Açungui (Proterozóico Superior). Em vários locais do Estados de São Paulo, Paraná e Santa Catarina, são relatados fluoretos nas águas subterrâneas (FRAGA & LISBOA, 1990 [4]) associados à presença de rochas básicas intrusivas nos arenitos da Formação Botucatu (Juro-Triássico da Bacia Sedimentar do Paraná).

A fluorose dentária é uma anomalia do desenvolvimento dos dentes ligada a deformações do esmalte em consequência da ingestão prolongada de fluoretos, em quantidades excessivas, na faixa etária em que o esmalte está em formação, de zero a cinco anos de idade. Caracteriza-se pelo aumento da porosidade do esmalte, o qual adquire aspecto opaco e manchado de branco a vários tons de marrom, até preto (DENBESTEN, 1999 [5]; FEJERSKOV, 1994 [6]). Uma vez instalada a doença, é de caráter permanente, restando apenas tratamento corretivo com a restauração dos dentes afetados.

De acordo com a Resolução SS-250 do Centro Vigilância Sanitária Estadual de 15 de agosto de 1995, as concentrações aceitas hoje como ótimas estão entre 0,6 e 0,8 mg/L de fluoreto no Estado de São Paulo. No entanto, há o registro de poços tubulares profundos, no Município de Lorena, utilizados atualmente ou até recentemente no abastecimento público, que apresentavam até 4,0 mg/L, quantidade bem acima dos limites de potabilidade. Embora uma possível contaminação tenha sido constatada em consultórios odontológicos, através de diversos casos de fluorose dentária, Lorena é uma região pouco associada com a presença de fluoretos nas águas de consumo.

1.1 – Localização

O Município de Lorena, com 82.854 habitantes, está situado na região leste do Estado de São Paulo, no Vale do Paraíba, ocupando uma área de 414 km² (Figura 1). A porção sul abrange parte da Serra do Mar e a norte o sopé da Serra da Mantiqueira, enquanto que em sua parte central ocorre o vale do rio Paraíba do Sul. O acesso à cidade se dá pela Rodovia Presidente Dutra, numa distância de cerca de 200 km de São Paulo.



Figura 1. Localização do Município de Lorena na Região do Vale do Paraíba.

2 - Justificativas

No Estado de São Paulo, as águas subterrâneas têm importante papel no abastecimento público e privado, sendo que 72% dos municípios são total ou parcialmente abastecidos por esse recurso hídrico (CETESB,2004 [7]).

No Vale do Paraíba está inserida a Bacia Sedimentar de Taubaté que se destaca pelo elevado potencial hídrico e marcante heterogeneidade química de suas águas subterrâneas. As regiões de São José dos Campos e Lorena (extremos Sul e Norte da bacia, respectivamente), sempre foram consideradas as mais promissoras para a exploração de água subterrânea, com vazões que variam de 50 a 200 m³/h, por poço, enquanto a região central da bacia, entre os municípios de Taubaté e Pindamonhangaba, apresenta características menos favoráveis à exploração, com vazões situadas entre 20 e 30 m³/h por poço (DAEE, 1977 [8]; TEISSEDRE & MARIANO, 1978 [9]). Tal fato fez das águas subterrâneas a principal fonte de abastecimento da população de Lorena.

Na cidade de Lorena as águas de abastecimento público não são monitoradas na forma recomendada pela Portaria 635/ Bsb do Ministério da Saúde pois, na área de vigilância sanitária é imprescindível o heterocontrole, compreendido como um princípio citado por NARVAI (2000 [1]) onde: “se um bem ou serviço qualquer implica risco ou representa fator de proteção para a saúde pública então, além do controle do produtor sobre o processo de produção, distribuição e consumo deverá haver controle por parte das instituições do Estado”. Entende-se então, que o heterocontrole é uma avaliação permanente dos níveis de fluoreto, sendo um controle paralelo realizado por um grupo que não tenha vínculo com o órgão responsável local e, sendo assim, auxilia na manutenção da fluoretação dentro dos padrões adequados e aponta possíveis oscilações (BUZALAF *et al.*, 2001 [10]).

Salienta-se ainda que, caso seja constatado o excesso do íon fluoreto em águas de abastecimento, práticas de remoção ou de dissolução através do aumento de volume de águas provenientes de outras fontes, principalmente de águas superficiais, que geralmente contém pouco fluoreto dissolvido, deverão ser realizadas. Sabe-se, na prática, que existem técnicas que possibilitam diminuir o conteúdo de fluoretos nas águas, através do uso de reatores com resinas sintéticas, leitos de carvão de ossos, sulfato de alumínio, alumina ativada, bauxita, dolomita e nitrato de cálcio (STRIANI, 2003 [11]).

Técnicas para diminuição de fluoretos nos aquíferos através de uso de fosfatos ácidos são relatadas por MARTINS NETTO *et al.* (2002 [12]).

3 - Objetivos

Esta pesquisa tem como objetivo principal determinar a ocorrência de fluoretos nas águas subterrâneas utilizadas no abastecimento público da cidade de Lorena, indicando assim as regiões de maior vulnerabilidade à contaminação, de forma a subsidiar o órgão público responsável pelo abastecimento de água, nos âmbitos preventivo e de remediação, nos locais onde o controle se faz necessário. Também, tem por objetivo orientar a população sobre o risco de fluorose dentária associada às águas subterrâneas, contribuindo no desenvolvimento de estudos em uma área de interface da hidrogeologia com a saúde pública.

4 - Efeitos na Saúde Pública Relacionados ao Uso dos Fluoretos

O efeito benéfico do fluoreto na redução de cáries tem sido amplamente comprovado através de extensa literatura. Este efeito, denominado de cariostático, tem sido explicado através dos seguintes mecanismos: alteração da morfologia dos dentes resultante da diminuição da solubilidade do esmalte e promoção de mineralização; retardamento do crescimento da placa bacteriana e; favorecimento da precipitação do fosfato de cálcio sobre o esmalte.

O flúor é um elemento químico essencial para a resistência dos dentes e dos ossos, entretanto, a sua ingestão em excesso provoca a fluorose dentária (e fluorose óssea).

O termo “Fluorose Dental”, relação entre fluoretos e as manchas nos esmaltes dos dentes, foi dado por DEAN (1932 [13]) que criou as categorias de : Muito leve; Leve ; Moderada e Severa. Este índice não era muito preciso, mas permitiu estudos sobre os níveis de fluoreto na água. Experiências efetuadas por DEAN (op.cit), mediante o emprego de uma dieta com um alto conteúdo de fluoretos nas bebidas servidas a ratos e cachorros, produziu manchas no esmalte dos dentes. O resultado desta investigação permitiu identificar a água com fluoretos como causa da origem das manchas nos esmaltes dos dentes dos animais.

O limite ótimo de fluoreto para uma dada comunidade depende das condições climáticas, pois a quantidade de água ingerida pelas crianças está associada à temperatura do ar e, quanto maior a temperatura menor deverá ser a concentração de fluoreto e vice-versa. Outro fator importante que deve ser considerado é o hábito alimentar, pois alguns alimentos contêm fluoreto em elevadas concentrações e dispensam o seu uso nas bebidas.

5 - Geologia Regional

A cidade de Lorena encontra-se dentro da Bacia Sedimentar de Taubaté , posicionada entre a Serra da Mantiqueira, ao norte, e a Serra do Mar, ao sul. A porção central é atravessada pelo rio Paraíba do Sul, e é recoberta por sedimentos quaternários do sistema fluvial meandrante e, também pelos sedimentos terciários do Grupo Taubaté. A litoestratigrafia e sedimentação da Bacia de Taubaté, na região, foi descrita por HASUI & PONÇANO (1978 [14]), agrupando no Grupo Taubaté a Formação Tremembé e a Formação Caçapava, sendo esta a coluna estratigráfica proposta mais aceita para a região.

O embasamento onde os sedimentos estão apoiados é formado por rochas do Proterozóico Inferior e do Arqueano (Complexo Embu), com rochas gnáissicas e migmatíticas. Ocorrem intercalações de mármore, rochas cálcio-silicáticas, xistos e metabasitos.

O Complexo Embu está em contato com as rochas do Complexo Piracaia, ao norte do Município de Lorena. Este contato é feito através de falhas transcorrentes datadas do Cambriano e remobilizadas durante o período Terciário. Ao sul ocorre o contato com o Complexo Costeiro.

O Complexo Costeiro estende-se pela porção costeira, sendo limitado pela falha de Cubatão, ao norte, e a sul, pela linha de costa (HASUI & OLIVEIRA, 1984 [15]). É constituído por gnaisses diversos, migmatitos e granitos, assim como associações máfico-ultramáficas, granulitos e intercalações de metassedimentos.

5.1 - Geologia da Bacia de Taubaté

Segundo HASUI & PONÇANO (1978[14]) a Bacia de Taubaté é constituída de sedimentos terciários que repousam sobre o complexo cristalino pré-Cambriano do leste paulista, no bloco Tectônico Paraíba do Sul, limitado a norte pela falha do Buquira e a sul pela falha do Alto da Fartura. Sobrejacentes a estes sedimentos ocorrem os depósitos cenozóicos da Bacia de Taubaté.

Esta Bacia faz parte do conjunto de bacias tafrogênicas continentais, “o sistema de rifts da Serra do Mar”, de ALMEIDA (1976 [16]) e, mais recentemente, de “Rift Continental do Sudeste do Brasil”, de RICCOMINI (1989 [17]). A origem desta bacia, está relacionada com a reativação de falhas transcorrentes E-NE, do assoalho Pré-Cambriano, durante o processo de abertura do Atlântico Sul. As espessuras admitidas para a Bacia de Taubaté variam até 850 m.

HASUI & PONÇANO (1978 [14]) elaboraram uma coluna estratigráfica para esta bacia reunindo no Grupo Taubaté a Formação Tremembé e a Formação Caçapava. Formação Caçapava é a designação proposta por CARNEIRO *et al.* (1976 [18]) para os depósitos de canais e planícies de rios anastomosados dos sedimentos terciários da região de São José dos Campos e Caçapava.

6 - Hidrogeologia da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul

Na UGRHI-2 (Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Rio Paraíba do Sul) há dois sistemas aquíferos principais: o das coberturas sedimentares cenozóicas (Formações Caçapava e Tremembé, e sedimentos quaternários), e o das rochas cristalinas. Os terrenos sedimentares cenozóicos formam o principal e melhor aquífero da região. Suas características não são uniformes e variam segundo a litologia do pacote sedimentar. As rochas cristalinas ígneas e metamórficas do pré-Cambriano não formam um aquífero regional mas apresentam localmente condições aquíferas e por conseqüência são explorados por algumas dezenas de poços tubulares profundos.

Nas porções sudeste e noroeste da Bacia Sedimentar de Taubaté (respectivamente, Jacareí/São José dos Campos e Lorena/Cachoeira Paulista), ocorrem sedimentos associados ao sistema fluvial, com altas vazões em poços tubulares profundos que podem superar 200 m³/h, vazões médias de 40 m³/h, e Transmissividades médias em torno de 100 m²/dia. Na região entre Taubaté/Pindamonhangaba, no centro da bacia sedimentar, os sedimentos estão associados ao sistema lacustre, apresentando valores menores de vazão, da ordem de 20 a 30 m³/h, e Transmissividades variando entre 10 a 50 m²/dia.

Embora o rio Paraíba do Sul represente a zona de descarga regional dos aquíferos, seus afluentes comportam-se como áreas de descarga local, conferindo curtos tempos de trânsito às águas subterrâneas. É reconhecido, através da geometria do aquífero e, pela composição química das águas, a presença de uma circulação regional de longo período.

7 - Sistema de Abastecimento

A cidade de Lorena, com população estimada para o ano de 2005, de 82.854 habitantes, é abastecida pela SABESP que atualmente dispõe de 13 sistemas produtores de água, constituídos por 11 poços tubulares profundos (em operação) e duas captações de água superficiais. Para o tratamento e distribuição da água coletada existem 4 sistemas, conhecidos como A, B, C e D.

O sistema A é abastecido pelos poços: 5, 16, 17 e 21 e atende toda a parte sudoeste da cidade, situada na margem esquerda do ribeirão Taboão. O sistema B é suprido por águas subterrâneas e por águas superficiais atendendo a parte centro-sul e sudeste da cidade. É abastecido por 4 poços, que são os de número 6, 13, 15 e 18 e, pelas águas superficiais da captação Fortaleza. O sistema C é abastecido pelos poços 12, 13, 18 e 19 atendendo toda a parte sul da cidade situado na margem direita do ribeirão Taboão. O sistema D é suprido por águas superficiais advindas da captação Posses e por águas subterrâneas provenientes do poço 20, atendendo toda a parte norte da cidade, que compreende a margem esquerda do Rio Paraíba do Sul.

8 - Hidroquímica das Águas Subterrâneas no Município de Lorena

Quando da época do término da perfuração dos poços, a SABESP habitualmente executa análises químicas das águas subterrâneas que serão captadas e, de uma forma geral, os parâmetros analisados são os cátions principais (sódio, potássio, magnésio e cálcio), os ânions principais (bicarbonato, carbonato, cloreto e sulfato), a quantidade de sólidos totais dissolvidos, a dureza em carbonatos de cálcio, o conteúdo de sílica, o pH e Eh, os íons que podem indicar contaminação natural do aquífero, sendo os mais comuns, o ferro, o manganês, o fluoreto e o cromo hexavalente e, os íons que indicam contaminação antrópica dos aquíferos, principalmente a amônia, os nitritos e nitratos.

Análises químicas foram realizadas em 17 dos 21 poços tubulares profundos que a empresa possui no cidade, entre poços ativos e desativados. Através dos resultados das análises químicas e a distribuição dos poços em mapas obteve-se a relação entre a ocorrência de fluoretos, e a área ocupada.

Paralelamente desenvolveu-se um levantamento epidemiológico sobre a prevalência de fluorose dentária entre os estudantes de escolas municipais da cidade de Lorena, relacionando os locais onde a água é distribuída, com a quantidade e a gravidade dos casos de fluorose encontrados.

8.1 - Interpretação dos Resultados das Análises Químicas

O pH dos poços da região de Lorena é variável entre 6,5 e 8,7 sendo que a média situa-se em torno de 7,9, sendo que 80% das amostras possuem pH maior que 7, indicando que as águas subterrâneas são predominantemente alcalinas.

Avaliando as concentrações dos cátions apresentados pelas águas subterrâneas dos poços em mmol/L através do gráfico da Figura 2 verifica-se que as águas subterrâneas são bicarbonatadas, fracamente cloretadas ou sulfatadas, e predominantemente sódicas, sendo secundariamente, cálcicas ou magnesianas.

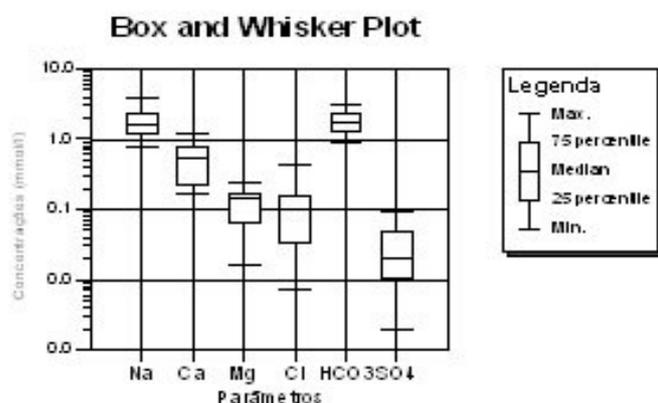


Figura 2. Diagrama percentual relacionando as concentrações de Na^+ , Ca^{++} , Mg^{++} , Cl^- , HCO_3^- e SO_4^- .

O diagrama de PIPER (1944 [19]), plotado na Figura 3, representativo para 7 amostras, indica que o grupo avaliado apresenta predomínio dos cátions Ca^{++} e Mg^{++} sobre Na^+ e K^+ . Há, também, predomínio do ânion bicarbonato sobre Cl^- e SO_4^- .

Através deste diagrama, três amostras são classificadas como sendo bicarbonatadas cálcica-magnesianas e quatro em bicarbonatadas sódicas.

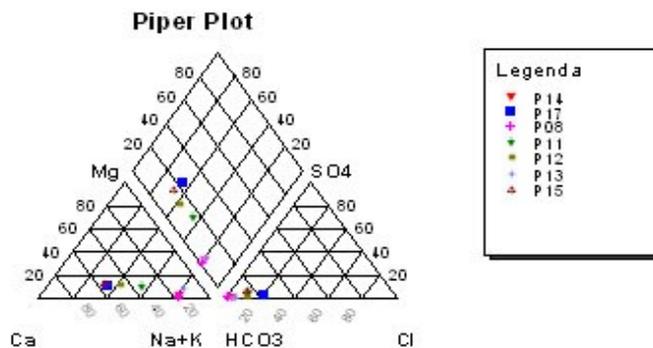


Figura 3. Diagrama de PIPER (1944 [19]), relacionando percentualmente Ca^+ , Na^+K^+ , Mg^{++} , HCO_3^- , Cl^- e SO_4^- .

9 - Levantamento Epidemiológico da Fluorose

O levantamento epidemiológico foi realizado em conjunto com a Secretaria de Saúde da Cidade de Lorena, contando com a colaboração de oito dentistas, observadas a padronização dos critérios e o treinamento de calibração dos examinadores. Inicialmente, foram examinadas 487 escolares, entre seis e doze anos de idade, nascidos e residentes em Lorena, de ambos os sexos, de 20 escolas municipais levando-se em consideração as recomendações da Organização Mundial de Saúde (OMS) contidas no manual "Oral Health Surveys: basic methods 4ª Edition", publicado em 1997, obtendo dados sobre fluorose e índice CPO - D (presença de dentes cariados, perdidos e obturados), tendo como única estratificação inicial da amostra, a opção de se examinar escolares da rede de ensino público municipal, buscando assim uma população de baixa renda, com pouco acesso ao consumo de águas minerais engarrafadas e produtos industrializados contendo variável quantidade de flúor, o que certamente prejudicaria a principal finalidade desse estudo.

A fluorose dentária foi avaliada com o emprego do indicador recomendado pela OMS, o qual se baseia no índice de Dean. Os códigos e critérios deste índice são: Normal - o esmalte apresenta translucidez usual com estrutura semi-vitriforme, com superfície lisa, polida, cor creme clara; Questionável - o esmalte revela pequena diferença em relação à translucidez normal, com ocasionais manchas esbranquiçadas; Muito leve - áreas esbranquiçadas, opacas, pequenas manchas espalhadas irregularmente pelo dente, mas envolvendo não mais que 25% da superfície e incluindo opacidades claras com 1 mm a 2 mm na ponta das cúspides de molares (picos nevados); Leve - a opacidade é mais extensa, mas não envolve mais que 50% da superfície; Moderada - todo o esmalte dentário está afetado e as superfícies sujeitas à atrição mostram-se desgastadas contendo manchas castanhas ou amareladas freqüentemente desfigurantes; Severa - a hipoplasia está generalizada e a própria forma do dente pode ser afetada, sendo o sinal mais evidente a presença de depressões no esmalte, que parece corroído, havendo ainda manchas castanhas generalizadas.

Do total de 487 crianças examinadas em 20 escolas, a maioria, 357 (73,3%), não apresentou fluorose (os dentes foram classificados na condição normal) e 16 crianças (3,2%), foram classificadas na condição questionável. Esta condição se enquadra nos casos duvidosos quanto à existência ou não de fluorose dentária e foram considerados normais. O índice de prevalência de fluorose foi de 23,4 %, sendo composto pela condição muito leve (15,2%), leve (5,1%), moderada (2,9%) e severa (0,2%). Na Tabela 1 são mostrados os resultados do levantamento efetuado em Lorena, contendo os níveis de fluorose dentária.

Tabela 1. Prevalência de fluorose dentária, segundo os critérios de Dean, em crianças entre 6 e 12 anos em Lorena, no ano de 2005.

| Condição | n | % |
|--------------------------------------|------------|-------------|
| Sem fluorose | 357 | 73,3 |
| Normal | 341 | 70,2 |
| Questionável | 16 | 3,1 |
| Com fluorose (índice de Dean) | 114 | 23,4 |
| Muito leve | 74 | 15,2 |
| Leve | 25 | 5,1 |
| Moderada | 14 | 2,9 |
| Severa | 01 | 0,2 |
| Total | 487 | 100 |

10 - Interpretação dos Resultados

Os dados de distribuição de fluoretos (segundo análises fornecidas pela SABESP) dos sistemas de abastecimento estão plotados no mapa da Figura 4. Verifica-se no mapa que nas partes leste e central da cidade de Lorena as concentrações de fluoreto são de 0,7 mg/L (sistemas A e B) e que, na parte oeste a concentração é de 0,8 mg/L (sistema C) enquanto na parte norte é de 0,55 mg/L (sistema D).

Foi realizado um mapa com as isolinhas da concentração de fluoretos nos poços de abastecimento (Figura 5). A concentração dos fluoretos foram obtidas em análises químicas efetuadas pela SABESP logo ao término da construção dos poços. No mapa estão localizados os poços de abastecimento ativos e os desativados. As isolinhas de concentração de fluoretos mostram que há um aumento da presença deste íon em direção ao eixo geométrico da Bacia Sedimentar de Taubaté, nos locais onde há maior espessura de sedimentos terciários do Grupo Taubaté.

Na figura 6 é mostrado um mapa de isolinhas da porcentagem geral de ocorrência de casos fluorose obtido nas escolas municipais de Lorena.

Na Figura 7 é mostrado um mapa com isolinhas de fluoretos nas águas de abastecimento das residências situadas em diversos pontos de amostragem escolhidos aleatoriamente na cidade de Lorena. Trata-se de um heterocontrole executado pelos autores em março de 2006, em 20 amostras de água obtidas de torneiras de jardins em residências, por toda a cidade.

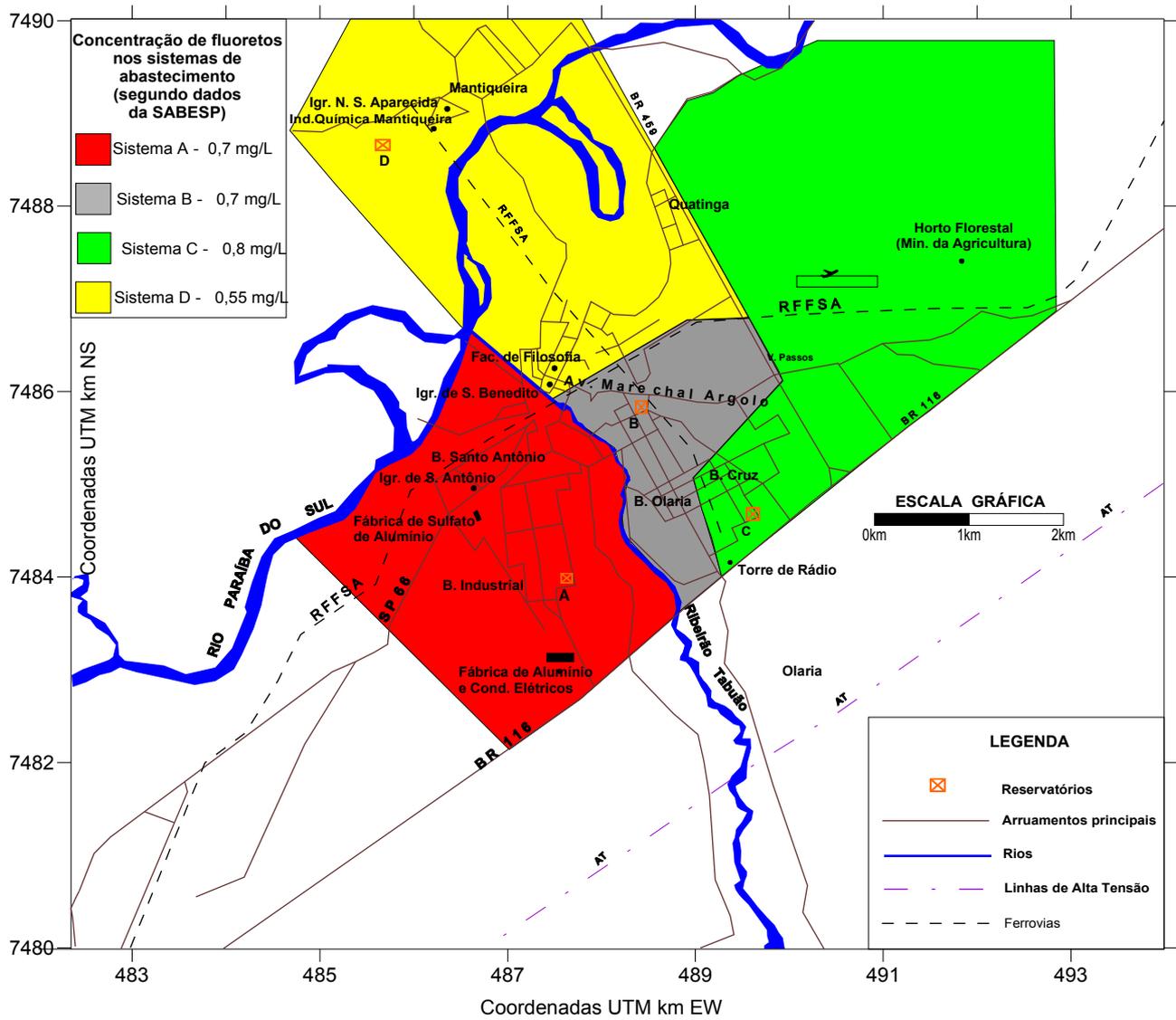


Figura 4. Mapa contendo as concentrações de fluoretos nos sistemas de abastecimento da SABESP, em Lorena, conforme informações cedidas pela empresa.

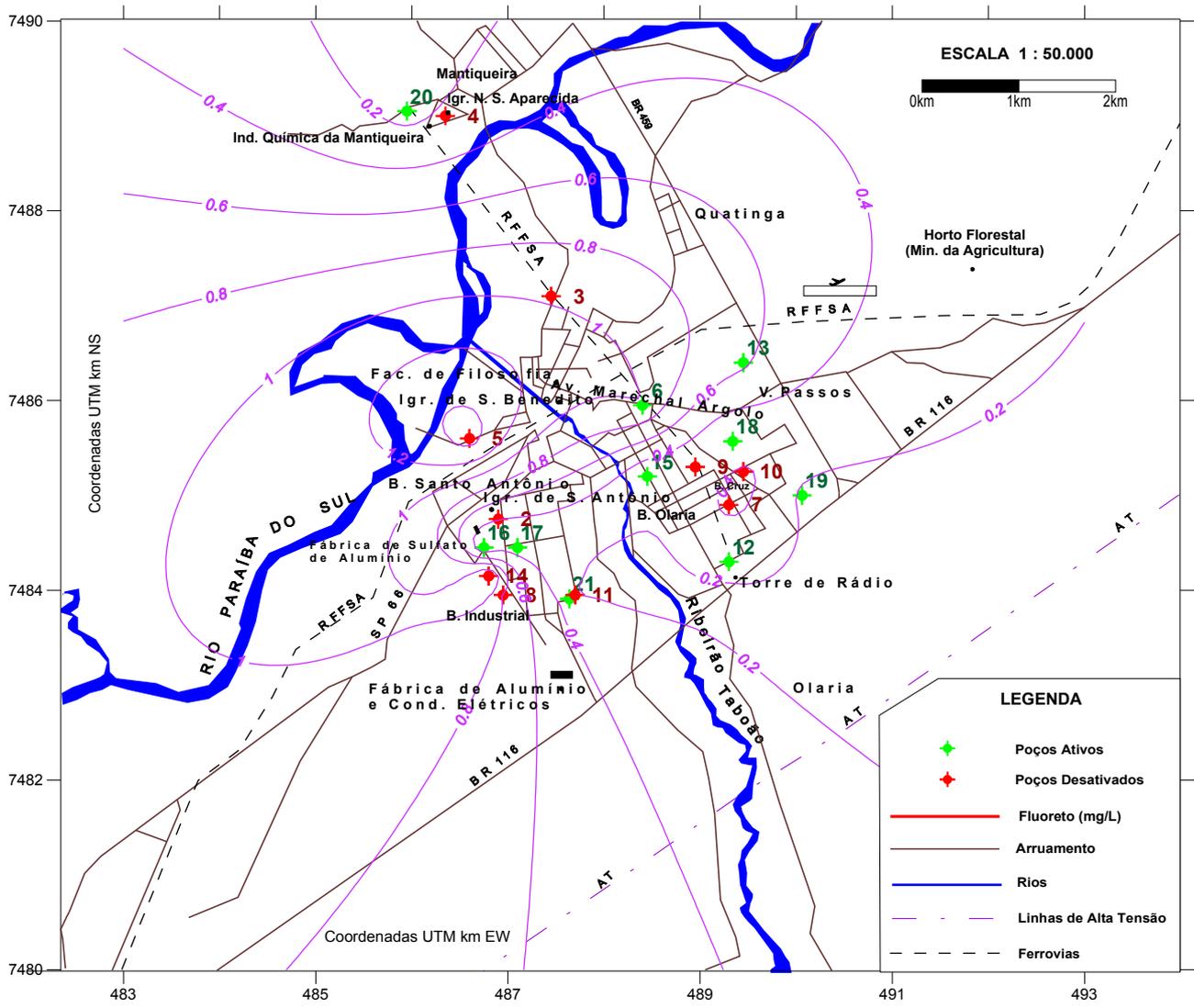
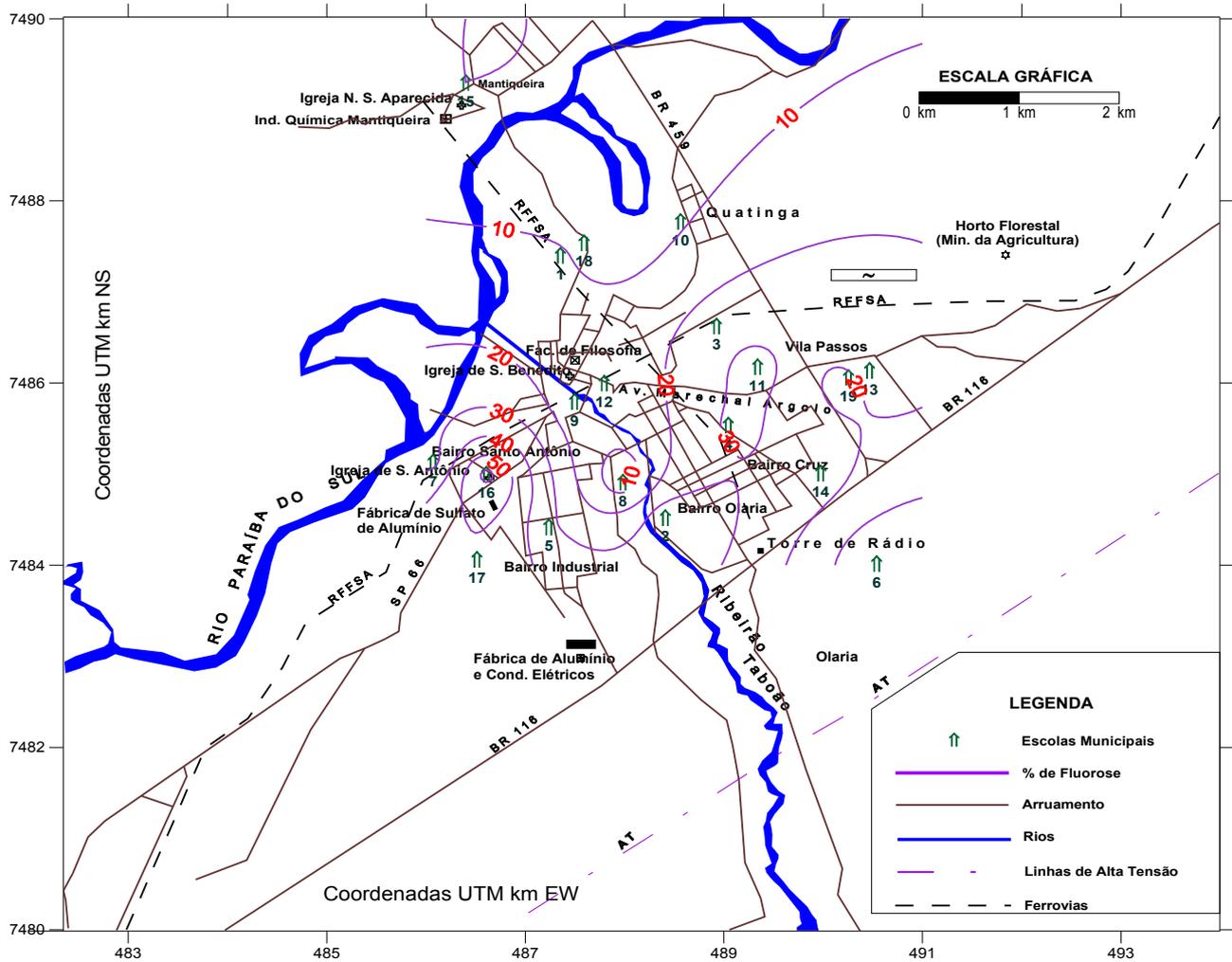


Figura 5. Mapa contendo isolinhas de concentrações de fluoretos nos poços da SABESP, em Lorena.



NOME DAS ESCOLAS

- 1 - EMEF "Prof. Francisco Prudente de Aquino"
- 2 - EMEF "Prof. Climerio Galvão César"
- 3 - EMEIEF "Prof. Adelina Alves Ferraz"
- 4 - EMEIEF "Governador Mário Covas"
- 5 - EMEF "Maria José da Cunha Senne"
- 6 - EMEIEF "Ruy Brasil Pereira"
- 7 - EMEIEF "CAIC"
- 8 - EMEIEF "Horácio Victor Bastos"
- 9 - EMEIEF "Vovó Fiuta"
- 10 - EMEIEF "Geraldo Alckmin"
- 11 - EMEIEF "Santa Edwiges"
- 12 - EMEIEF "Conde de Moreira Lima"
- 13 - EMEF "Prof. Leda Maria Bilard de Carvalho"
- 14 - EMEIEF "Prof. Hermínia Figueira de A. Almeida"
- 15 - EMEI "Profa. Cyrene Leite de Almeida"
EMEF "Padre João Renaudin de Ranville"
- 16 - EMEI "Profa. Carmelita Vieira de Oliveira Braga"
- 17 - EMEI "Lúcia Maria Vilar Barbosa"
- 18 - EMEI "Miguel Rodrigues Ferreira"
- 19 - EMEI "Profa. Anna Pereira de Lacerda"

Figura 6. Mapa de distribuição da prevalência de fluorose em Lorena.

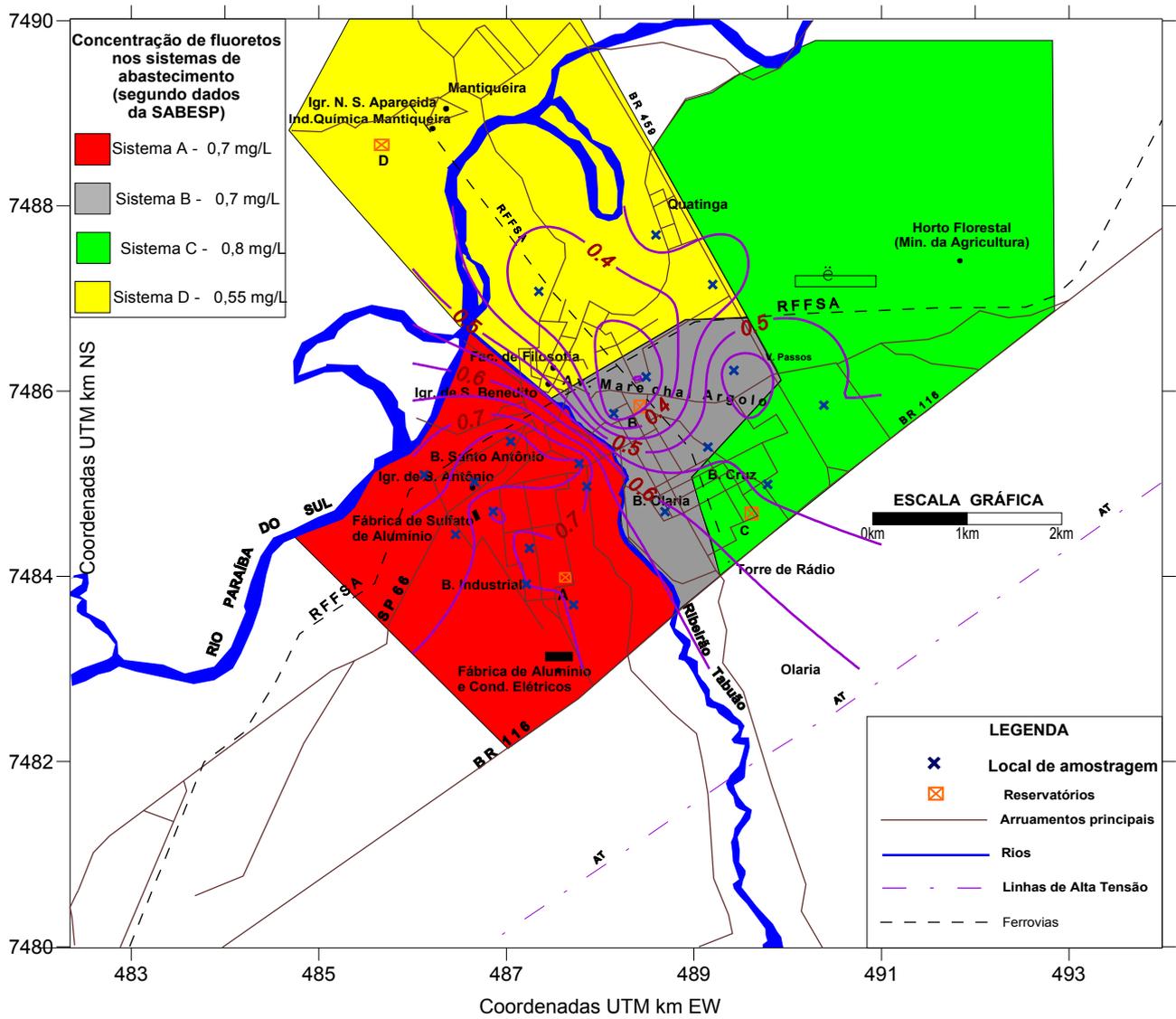


Figura 7. Mapa de distribuição das concentrações de fluoreto (heterocontrole) nos locais abastecidos pela SABESP, em Lorena.

11 – Discussão dos Resultados

No final da década de 1960 e início da década de 1970, quando houve um grande crescimento da cidade de Lorena, poços tubulares profundos foram construídos para suprir o aumento da demanda. O sucesso obtido nas primeiras perfurações, com grande oferta de águas subterrâneas, fez com que novos poços fossem construídos até atingir o abastecimento atual (75% da água consumida provém de 11 poços tubulares profundos).

Apesar da grande disponibilidade de águas subterrâneas, houve alguns poços em cujas águas subterrâneas havia excesso do íon fluoreto, especificamente nos poços 2 e 5. A maior concentração de fluoretos está associada com os poços mais profundos e construídos nos locais onde há maior espessura de sedimentos terciários do Grupo Taubaté, como por exemplo, na parte central da cidade de Lorena, próxima do eixo da Estrada de Ferro Central do Brasil.

No mapa de isolinhas de concentração de fluoretos da cidade de Lorena (Figura 5) construído com base nos dados hidrogeoquímicos levantados na época do término da construção dos poços de abastecimento da SABESP (sendo considerados os poços ativos e os desativados), mostra que há grande concentração de fluoretos nos aquíferos que abastecem o Bairro Santo Antônio e parte central da cidade de Lorena, principalmente ao longo do eixo da Estrada de Ferro Central do Brasil. Excetuando o íon fluoreto em alguns poços, as águas subterrâneas não apresentam qualquer outro elemento contaminante e nocivo.

As análises químicas dos reservatórios de onde parte o abastecimento fornecido pela SABESP (também fornecidas pela empresa), indicam que as concentrações de fluoreto na água estão dentro do padrão de potabilidade estabelecido pela Resolução SS-250, de 15 de agosto de 1995 e da Portaria nº 518/GM do Ministério da Saúde de 25 de março de 2004. Baseando-se nas premissas de (NARVAI, 2000 [1]) foi realizado, pelo autor Cirugião-Dentista Maurício Riccioppo Magacho, um heterocontrole através da coleta de 20 amostras de água obtidas em torneiras de jardins, em residências distribuídas por toda a cidade de Lorena, cujos resultados são mostrados no mapa da Figura 7.

O heterocontrole realizado mostra que, embora os teores de fluoreto estejam dentro dos limites estabelecidos pela Portaria nº 518/GM, há uma grande variação nas concentrações e, também, que os teores encontrados não correspondem aos valores indicados pela SABESP na distribuição.

Esta situação mostra que o controle hidroquímico das águas oferecidas para a população não é adequado. Para haver uma normatização das concentrações do íon fluoreto é necessário haver um controle efetivo, envolvendo técnicas como a diminuição de fluoretos nas águas captadas, já que existem, atualmente, tecnologias para diminuição do íon fluoreto nos aquíferos utilizando agentes desincrustantes a base de ortofosfatos ácidos ou, através da diminuição da concentração do íon

fluoreto através de reator que combina técnicas de agentes oxidantes, filtração e remoção com zeólitos como carga adsorvente (MARTINS NETTO *et al.*, 2004 [12]). A mistura controlada de águas superficiais também é uma técnica eficiente.

O mapa contendo isolinhas da prevalência de fluorose na cidade de Lorena indica que os poços com grande concentração de fluoreto (poços 2 e 5, desativados segundo informação da SABESP) acarretaram problemas endêmicos de fluorose nos habitantes, indicado pelo alta porcentagem encontrada na população infantil das escolas municipais situadas na região central da cidade.

Para comparação verificou-se que, no estudo de BUZALAF (2002 [10]) feito em crianças de 12 anos de Bauru, São Paulo, foi verificada uma prevalência para fluorose de 11,9%, sendo que (6,9%) apresentavam fluorose muito leve, (4,0%) leve e (1,0%) moderada). No levantamento epidemiológico em saúde bucal, realizado no Estado de São Paulo pela Secretaria Estadual da Saúde e Faculdade de Saúde Pública da USP, em 1998, a prevalência de fluorose nos municípios que possuíam água fluoretada foi igual a 14,9%, sendo composta pela condição muito leve (11,7%), leve (2,3%), moderada (0,8%) e severa (0,1%). No levantamento sobre saúde bucal no Estado de São Paulo, realizado pelos mesmos órgãos do Estado de São Paulo, em 2002, nos municípios com flúor na água de abastecimento, este índice foi igual a 13,8%, sendo a condição muito leve (10,9%), leve (2,2%), moderada (0,6%) e severa (0,1%). Em estudo realizado em Belo Horizonte (cidade que possui água fluoretada desde 1975), realizado no ano de 1995 (SILVA & PAIVA, 1995 [20]), a prevalência de fluorose dentária foi igual a 12,7%.

Quanto a gravidade dos casos de fluorose, na cidade de Itatiba, São Paulo, houve ocorrência de 1,1 % dos casos na condição moderada (CANGUSSU *et al.*, 2001 [21]) e ainda sobre a ocorrência das condições moderadas e severas de fluorose dentária, NUNES *et al.* (2004 [22]) afirmam que essas formas são pouco observadas, sendo encontradas onde a concentração do flúor é muito alta na água utilizada para consumo.

Verifica-se que, um índice de 23,4% como encontrado em Lorena, comparativamente com a média do Estado de São Paulo, é muito alto, assim como a condição leve (5,1%), moderada (2,9%) e severa (0,2%).

Além da pesquisa realizada, este trabalho reporta-se ao direito que as comunidades têm de conhecer as causas e processos degenerativos que levam à fluorose dentária, de modo a poderem atuar no sentido preventivo da endemia.

A fluorose dentária é um problema de saúde pública em Lorena, pois a prevalência encontrada mostrou ser quase duas vezes maior que em outros municípios com adição de fluoreto nas águas de abastecimento público e, a gravidade dos casos é maior do que a esperada para locais onde a concentração de fluoretos é otimizada.

12 - Conclusões

Após as interpretações hidrogeológicas e hidroquímicas de ocorrência de fluoretos nas águas subterrâneas utilizadas no abastecimento da cidade de Lorena pela SABESP e, epidemiológicas de prevalência da fluorose dentária, os resultados foram integrados e analisados conjuntamente visando à compreensão das questões que surgiram durante a execução desta pesquisa que se refere a um zoneamento de risco de ocorrência de fluorose dentária na área.

Os levantamentos efetuados neste trabalho mostram, de forma inequívoca, a existência de fluorose endêmica na cidade de Lorena, em bairros onde houve abastecimento público com águas subterrâneas contendo teores altos de fluoreto.

13 - Referências Bibliográficas

- [1] NARVAI, P.C. Cárie dental e flúor: Uma relação do séc. XX. *Ciência e Saúde Coletiva*, ABRASCO, Rio de Janeiro, n. 5, p.183-189, 2000.
- [2] VELASQUES, L.N.M.; COSTA, W. D.; FANTINEL, L.M.; UHLEIN, A.; FERREIRA, E.F.; CASTILHO, L.S. Controle estrutural do fluoreto no aquífero cárstico do Município de São Francisco – MG. Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas, 13, ABAS, Cuiabá, 2004. *Anais...* Cuiabá, .2004, Trabalho Completo em CD-ROM , 24p.
- [3] LICHT, O.A.B.; MORITA, M.C.; TARVAINEN, T. A utilização de dados de prospecção geoquímica de flúor, no Primeiro Planalto Paranaense, na identificação de áreas de interesse para a saúde pública - uma abordagem preliminar. *Geochimica Brasiliensis*, v.10, n.1, p. 57-69, 1996.
- [4] FRAGA, C.G.; LISBOA, A.A. A origem do flúor nas águas subterrâneas da Bacia do Paraná, Análise Introdutória. Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas, 6, 1990, ABAS, São Paulo. *Anais...* São Paulo, p.98-106, 1990.
- [5] DENBESTEN, P.K. Biological mechanisms of dental fluorosis relevant to the use of fluoride supplements. *Community Dentistry and Oral Epidemiology*, University of Michigan, USA, n.27, p.41-47, 1999.
- [6] FEJERSKOV, O. Fluorose Dentária : Um manual para profissionais da saúde. Ed. Santos, São Paulo, 1994, 122p.
- [7] CETESB – COMPANHIA DE TECNOLOGIA EM SANEAMENTO AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. Relatório das águas subterrâneas do Estado de São Paulo – 2001 a 2003. Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo, São Paulo, 2004, 137p.
- [8] DAEE–DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA. Estudo de águas subterrâneas: região administrativa 3, São José dos Campos. Enco, São Paulo, v.5, 1977, 160p.
- [9] TEISSEDRE, J.M.; MARIANO, I.B. Possibilidades hidrológicas da Bacia de Taubaté. Congresso Brasileiro de Geologia, 30, SBG, São Paulo, 1978. *Anais...*Recife, 1978, v.6, p.3002-3011.
- [10] BUZALAF, M.A.R. ; CURY, J.A.; WHITFORD, G.M. Fluoride exposures and dental fluorosis: a literature review. *Revista da Faculdade de Odontologia de Bauru*, Bauru, v.9, n.1-2, p.1-10, 2001.

- [11] STRIANI, D. Instalação de unidades de desfluoretação para as águas de captação subterrânea nas localidades Santa Maria e Tibagi – DAE de São Caetano do Sul. Assembléia da ASSEMAE – Associação Nacional de Serviços Municipais de Água e Esgoto, 33, Santo André, 2003, 5p.
- [12] MARTINS NETTO, J.P.; DINIZ, H.N.; JOROSKI, R.; TANAKA, S.; FRANÇA, V.C.; SILVA, V.H.A.; OKAMOTO, F.S. A ocorrência de fluoreto na água de poços da região metropolitana de São Paulo e novas tecnologias para sua remoção. Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas, 13, ABAS/DNPM/UFMT, out./2004, Cuiabá. *Livro de Resumos...Cuiabá*, p.116-117, 2004 (trabalho completo com 21 páginas constando da versão em CD-ROM, editado pela ABAS).
- [13] DEAN, H.T. Endemic fluorosis and its relation to dental caries. *Public Health Reports*, ASPH, Washington, v.53, p 1443-1452, 1938.
- [14] HASUI, Y.; PONÇANO, W.L. Organização estrutural e evolução da Bacia de Taubaté. Congresso Brasileiro de Geologia, 30, SBG, Recife. *Anais...*, Recife, v.1, p.26-381, 1978.
- [15] HASUI, Y.; OLIVEIRA, M.A.F. O Pré Cambriano do Brasil – Província Mantiqueira, Setor Central. Editora Blucher, São Paulo, 1984, 378p.
- [16] ALMEIDA, F.F.M. The system of continental rifts bordering the Santos Basin, Brazil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, Rio de Janeiro, v.48 (supl.), p.15-26, 1976.
- [17] RICCOMINI, C. O Rift Continental do Sudeste Brasileiro. Tese de Doutorado, Instituto de Geociências da USP, São Paulo, 1989, 256p.
- [18] CARNEIRO, C. D. R.; HASUI, Y.; GIANCURSI, F. D., Estrutura da Bacia de Taubaté na região de São José dos Campos. Congresso Brasileiro de Geologia, SBG, 29, 1976, Ouro Preto. *Anais... Ouro Preto*, 1976, v.4, p.247-256.
- [19] PIPER, A.M. A graphic procedure in the geochemical interpretation of water analyses. *American Geophysical Union Transaction*, Washington, v.25, p.914–923, 1944.
- [20] SILVA, A.L.C.C.; e PAIVA, S.M. Ocorrências de Fluorose Dentária em Escolas de Belo Horizonte. *Revista CRMOG*, v.I, n.2, p.49-53, 1995.
- [21] CANGUSSU, M.C.T.; COELHO E.O. e FERNADEZ, R.A.C. Condições de Saúde Bucal em Adultos e Idosos em Itatiba/SP, Brasil – 2000. *Revista de Odontologia da UNESP*, São Paulo, v.30, n.2, p.245-56, 2001.

- [22] NUNES, T.V.F.C; OLIVEIRA, C.C.C; SANTOS, A.A.; GONÇALVES, S.R.J. Aspectos da fluoretação das águas e a fluorose – revisão de literatura. *Odontologia Clínico-científica*, Recife, v.3, n.2, p.97-101, 2004.