



Ocorrência de fluorose na cidade de Lorena relacionada com a presença de fluoretos nas águas de poços tubulares profundos

H.N. Diniz¹, M.R. Magacho², A.A.B. Azevedo¹, F.A. Mattos¹ & L.S. Canaver¹

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

Abstract Lorena's city have a great vocation for groundwater supply, because is situated in outcrop area of sedimentary Resende Tertiary Formation of the Taubate Group. This geologic formation has sandy litofacies with hundreds meters thickness whose deep wells have discharge of 250 cubic meters for hour. Generally, this groundwater has a few salinity, being thus suitable to the human consumption. Some sites have high fluoride concentration. In these sites, the continuous use of the groundwater brings problems of the public health as occurrence of fluorosis at the population. This research boards the concentration of these fluorides in the Lorena's public supply and the fluorosis cases related.

Palavras-chave: águas subterrâneas, município de Lorena, fluoretos, fluorose, abastecimento público.

INTRODUÇÃO 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. Caracteriza-se pelo aumento da porosidade do esmalte, o qual adquire aspecto opaco e manchado de branco a vários tons de marrom, até preto. Como consequência, tem-se defeitos de mineralização do esmalte, com severidade diretamente associada à quantidade ingerida. Geralmente, o aspecto clínico é de manchas opacas no esmalte, até regiões amareladas ou castanhas em casos de alterações mais graves (Denbesten 1999, Fejerskov 1994).

A fluorose dentária é uma das endemias que vem acometendo parte da população do município de Lorena, no Vale do Paraíba, estado de São Paulo. Uma vez instalada a doença, é de caráter permanente, restando apenas tratamento corretivo com a restauração dos dentes afetados. Essa é uma região pouco conhecida quanto à presença de fluoretos nas águas de abastecimento, embora a sua presença, constatada por meio de diversos casos de fluorose dentária observados, indicam fontes de contaminações importantes.

O termo "Fluorose Dental", relação entre fluoretos e as manchas nos esmaltes dos dentes, foi dado por Dean (1938) que criou as categorias de: Muito leve; Leve; Moderada e Severa.

As manchas nos dentes ocorrem quando o conteúdo de fluoreto, nas águas de consumo, ultrapassa a concentração de 1,5 mg/L. Quando esses valores excedem a 3,0 a 6,0 mg/L, chega a ser notável a quantidade e severidade dessas manchas. Contudo,

os efeitos tóxicos ocorrem somente em quantidades muito maiores, pois são necessários 203 mg de fluoreto de sódio como dose subletal e 4.000 mg como dose letal.

A SABESP (principal companhia responsável pela captação, tratamento e distribuição das águas de abastecimento público no estado de São Paulo), possui vários poços onde foram encontradas quantidades excessivas de fluoretos, como nos bairros de São Roque e Vila Guarani, na cidade de Lorena, justamente onde é observada uma maior incidência de casos de fluorose.

No Vale do Paraíba está inserida a Bacia Sedimentar de Taubaté que se destaca pelo elevado potencial hídrico subterrâneo. 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 das águas subterrâneas, 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 1977a; Teissedre & Mariano 1978). Tal fato fez da captação de águas subterrâneas a principal fonte de abastecimento da população de Lorena.

GEOLOGIA DO MUNICÍPIO DE LORENA A cidade de Lorena encontra-se dentro da Bacia Sedimentar de Taubaté e, ao norte, ocorre a Serra da Mantiqueira e, ao sul, a Serra do Mar. A porção central é cortada pelo rio Paraíba do Sul, sendo que os sedimentos terciários do Grupo Taubaté são recobertos parcialmente pelos sedimentos quaternários



do sistema fluvial meandrante. A litoestratigrafia e sedimentação dos sedimentos terciários da Bacia de Taubaté, na região foram descritas por Hasui & Ponçano (1978), que os situam no Grupo Taubaté, que é constituído pelas Formações Caçapava e Tremembé, sendo essa a coluna estratigráfica mais aceita para a região.

O embasamento onde os sedimentos estão assentados é formado por rochas metamórficas de médio a alto grau, com datação do Arqueano até o Proterozóico Inferior, denominadas de Complexo Embu.

Segundo Hasui & Ponçano (1978) a Bacia de Taubaté situa-se no 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.

HIDROGEOLOGIA DA BACIA DO RIO PARAÍBA DO SUL O Sistema Aquífero Sedimentar do Vale do Paraíba do Sul (SASPS), formado pelas rochas do Grupo Taubaté, englobando as Formações Resende, Tremembé, e Pindamonhangaba, descritas por Riccomini (1989), de idade terciária, além dos sedimentos quaternários associados ao sistema fluvial meandrante, é o aquífero mais intensamente explorado (Consórcio ICFKAISER-LOGOS, 1999). É do tipo livre a semi-confinado, de porosidade primária e bastante heterogêneo. Também recebe a denominação de Sistema Aquífero Taubaté (SAST). O sistema aquífero cristalino tem importância restrita.

As águas das chuvas recarregam os aquíferos sedimentares em toda a sua extensão não impermeabilizada. Uma vez ingressando no aquífero, as águas fluem em direção às drenagens superficiais, suas áreas de descarga. Suas características hidrogeológicas estão intimamente relacionadas aos ambientes de deposição da Bacia Sedimentar de Taubaté. Nesse sentido, podem-se distinguir, regionalmente, duas unidades com diferentes comportamentos hidráulicos.

A primeira, nas porções sudeste e noroeste da bacia sedimentar (respectivamente, Jacareí/São José dos Campos e Lorena/Cachoeira Paulista), associadas ao ambiente 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. A segunda, na região entre Taubaté/Pindamonhangaba, no centro da bacia sedimentar, está associada ao ambiente lacustre,

apresentando valores menores de vazão, da ordem de 20 a 30 m³/h, e transmissividades variando entre 10 a 50 m²/dia.

SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA

Segundo os dados do IBGE (2005) a população total estimada para o ano de 2005 no Município de Lorena, é de 82.854 habitantes, com 96,28% de urbanização. Os dados atuais da SABESP indicam que 99% dos domicílios são atendidos pelo abastecimento de água, 95% têm coleta de esgoto e 85% desse é tratado. Na cidade de Lorena, atualmente a SABESP dispõe de 13 sistemas produtores de água, sendo 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.

Os sistemas de abastecimento, com os dados de distribuição de fluoretos estão plotados no mapa da Fig.1. Verifica-se no mapa que, nas partes leste e central da cidade de Lorena as concentrações de fluoreto relatadas pela SABESP 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).

A Fig. 2 mostra um mapa de isolinhas da porcentagem geral de casos fluorose obtido nas escolas municipais de Lorena, que mostra haver um aumento da presença de casos de fluorose nos locais onde ocorre o eixo geométrico da Bacia Sedimentar de Taubaté (situado cerca de 1 km da margem sul do rio Paraíba do Sul paralelo ao rio). É um dos locais onde há maior espessura de sedimentos terciários da Bacia Sedimentar de Taubaté.

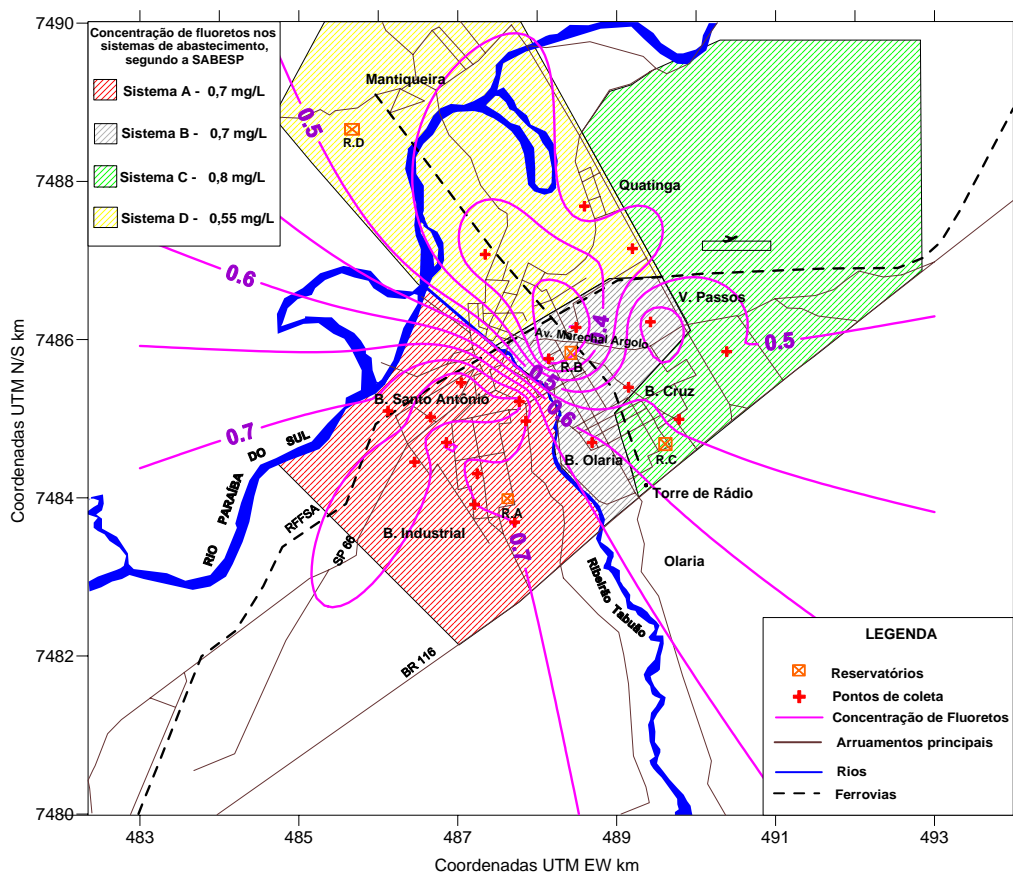


Figura 1. Mapa com os teores de fluoretos nos sistemas de abastecimento segundo a SABESP e isolinhas de concentração de fluoretos obtidas por intermédio do heterocontrole realizado.

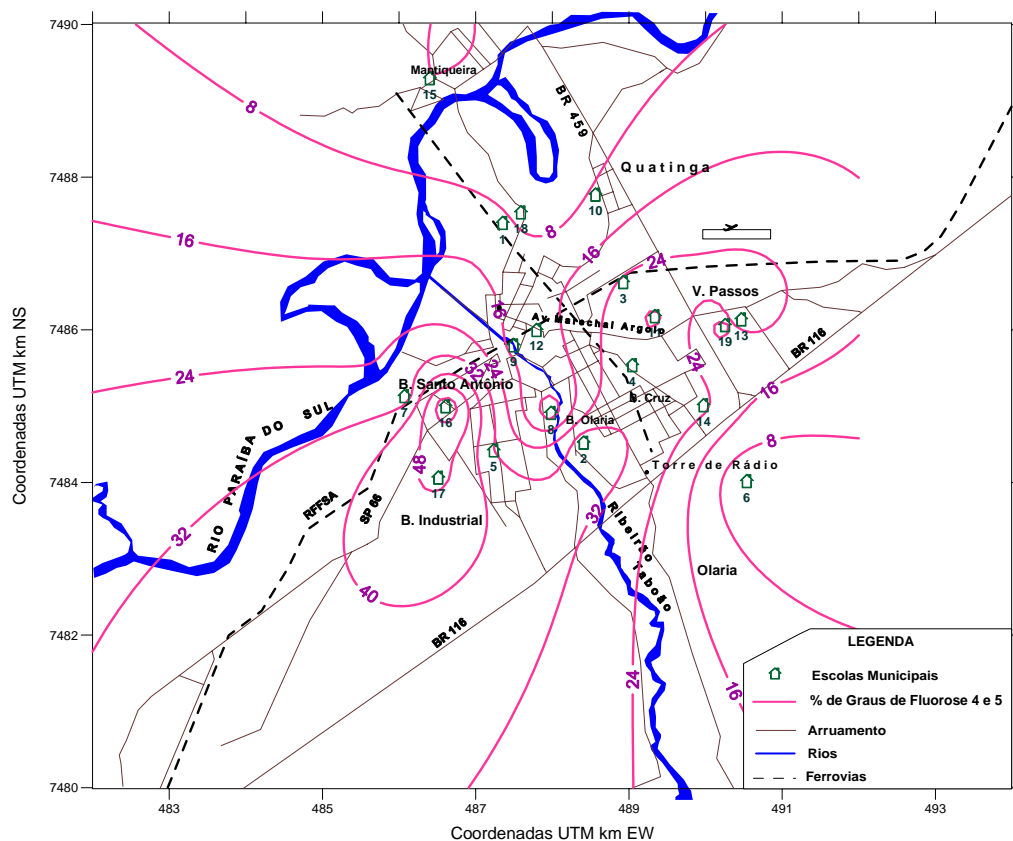


Figura 2. Mapa da prevalência de fluorose dentária em Lorena.

HIDROQUÍMICA As análises químicas das águas de abastecimento fazem parte da rotina da SABESP e, em Lorena, foram realizadas nas águas subterrâneas de 17 dos 21 poços tubulares profundos que a empresa possui no município, entre ativos e desativados. A interpretação dessas análises resultou nas seguintes características: pH variável entre 6,5 e 8,7 sendo que a média situa-se em torno de 7,9, o que indica águas predominantemente alcalinas.

Avaliando as concentrações dos cátions e ânions, em mmol/L (Fig. 3), verifica-se que as águas subterrâneas são bicarbonatadas, fracamente cloretadas ou sulfatadas e, predominantemente sódicas, sendo secundariamente, cálcicas ou magnesianas.

Por meio de o diagrama triangular de Piper (1944), plotado na Fig. 4, representativo para 7 amostras analisadas, verifica-se que três são classificadas como bicarbonatadas cálcico-magnesianas e quatro bicarbonatadas sódicas.

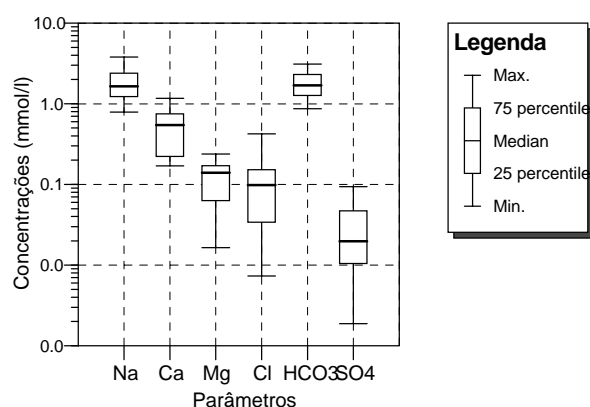


Figura 3. Diagrama percentual relacionando as concentrações de Na^+ , Ca^{++} , Mg^{++} , Cl^- , HCO_3^- e SO_4^{--}

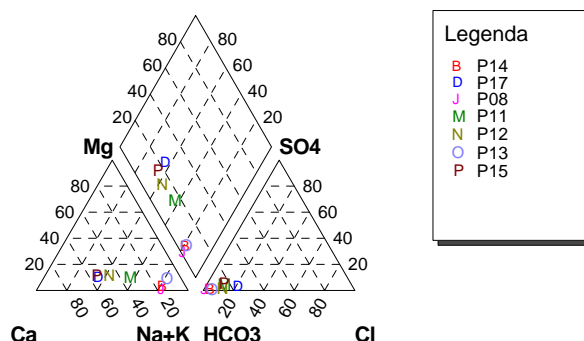


Figura 4. Diagrama triangular de Piper (1944)

LEVANTAMENTO EPIDEMIOLÓGICO DA FLUOROSE O levantamento epidemiológico da fluorose foi realizado em conjunto com a Secretaria de Saúde de Lorena, contando com a participação de oito dentistas, observadas a padronização dos critérios e o treinamento de calibração dos examinadores. Foram examinados 487 escolares, com idade entre seis e doze anos, nascidos e residentes em Lorena, de ambos os sexos. A fluorose dentária foi avaliada com o emprego do indicador recomendado pela Organização Mundial de Saúde (OMS), o qual se baseia no índice de Dean. Os códigos e critérios desse 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.

Para melhor visualização da prevalência e gravidade da fluorose nos diversos locais do Município de Lorena, optou-se em mostrar os resultados do levantamento efetuado, contendo os níveis de fluorose dentária conforme Tab. 1.

CONDIÇÃO	ALUNOS	%
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	1	0,2
TOTAL	487	100

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



DISCUSSÃO E CONCLUSÕES Após a obtenção de dados sobre a ocorrência de fluoretos nas águas subterrâneas distribuídas para abastecimento da cidade de Lorena 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 referente a um zoneamento da fluorose dentária na área.

Os levantamentos efetuados neste trabalho mostram, de forma inequívoca, a existência de fluorose endêmica na cidade de Lorena, associada aos altos teores de fluoreto nas águas subterrâneas distribuídas à população pela SABESP, havendo alguns poços com excesso do íon fluoreto em suas águas subterrâneas, especificamente os poços 2 e 5. A maior concentração de fluoretos está associada com poços mais profundos e construídos nos locais onde há maior espessura de sedimentos terciários do Grupo Taubaté, principalmente naqueles localizados na parte central da cidade de Lorena, próxima do eixo da estrada de ferro Central do Brasil e situados a 1 km da margem direita do rio Paraíba do Sul.

As análises químicas das águas dos reservatórios utilizados nos sistemas de abastecimento 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. Porém, o heterocontrole realizado por meio de 20 amostras de água coletadas em residências distribuídas por toda a cidade de Lorena mostra que, embora os teores de fluoreto estejam dentro dos limites estabelecidos (vide Fig.1), há uma grande variação nas concentrações desses e que não correspondem àquela indicada pela SABESP.

Essa situação mostra que o controle hidroquímico das águas oferecidas para a população é inadequado. Para haver uma normalização das concentrações do íon fluoreto é necessário haver um controle efetivo, envolvendo técnicas como a diminuição de fluoretos nas águas captadas, já que, atualmente existem tecnologias para diminuição do íon fluoreto nos aquíferos utilizando agentes desincrustantes à base de

ortofosfatos ácidos. Antes da distribuição a concentração do íon fluoreto pode ser diminuída por meio do uso de reator que combina técnicas de agentes oxidantes, filtração e remoção com zeólitos como carga adsorvente (Martins Netto *et al.* 2004). A mistura controlada de águas superficiais também é uma técnica efetiva.

O mapa da Fig.2 contendo isolinhas da prevalência de fluorose dentária na cidade de Lorena indica que os poços com grande concentração de fluoreto (poços 2 e 5), sendo que o poço 2 se encontra desativado, acarretaram problemas endêmicos de fluorose nos habitantes, indicado pela alta porcentagem encontrada na população infantil das escolas municipais situadas na região central da cidade.

O índice de fluorose obtido na cidade de Lorena foi de 23,4% com fluorose leve (5,1%), moderada (2,8%) e severa (0,2%). Pereira *et al.* (1997) fazem uma ampla revisão de diversos trabalhos que utilizam o índice de Dean, em áreas com alta, ótima e baixa concentração de fluoretos, indicando que os índices encontrados nesta pesquisa sugerem níveis altos de consumo de flúor entre a população pesquisada. Ainda, quanto a gravidade dos casos de fluorose, por comparação, na cidade de Itatiba, São Paulo, houve ocorrência de 1,1% dos casos na condição moderada (Cangussu *et al.* 2001) e em estudo realizado em Belo Horizonte (cidade que possui água fluoretada desde 1975), no ano de 1995, a prevalência de fluorose foi igual a 12,7%.

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

O cenário observado na saúde dentária dos alunos das escolas municipais não é condizente com o apresentado pelas análises químicas da SABESP, indicando que a utilização de águas subterrâneas com alto teor de fluoreto trouxe problemas de saúde pública na cidade de Lorena.

Referências

- CANGUSSU M.C.T., COELHO E.O. & FERNANDEZ R.A.C. 2001. Condições de Saúde Bucal em Adultos e Idosos em Itatiba/SP, Brasil. *Revista de Odontologia da UNESP*, São Paulo, **30**(2):245-56.
- CONSÓRCIO ICFKAISER-LOGOS. 1999. *Projeto Qualidade das Águas e Controle da Poluição Hídrica na Bacia do Rio Paraíba do Sul, META I*, SRHSO-SEPURB/MPO-BIRD-PNUD, São Paulo, maio de 1999. Mimeografado.
- DAEE – Departamento de Águas e Energia Elétrica. 1977a. *Estudo de águas subterrâneas: Região Administrativa 3 – S.J. dos Campos e faixa litorânea*. Enco, São Paulo, 1, 112p.
- DAEE – Departamento de Águas e Energia Elétrica. 1977b. *Estudo de águas subterrâneas: Região Administrativa 3, S.J. dos Campos e faixa litorânea*. Enco, São Paulo, 5, 160p.



- DEAN H.T. 1938. Endemic fluorosis and its relation to dental caries. *Public Health Reports*, Washington, **53**:1443–1452.
- DENBESTEN P.K. 1999. Biological mechanisms of dental fluorosis relevant to the use of fluoride supplements. *Community Dentistry and Oral Epidemiology*, University of Michigan, **27**:41-47.
- FEJERSKOV O. 1994. *Fluorose Dentária: Um manual para profissionais da saúde*. Ed.Santos, São Paulo, 122 pp.
- HASUI Y. & PONÇANO W.L. 1978. Organização estrutural e evolução da Bacia de Taubaté. In: SBG, Congr.Bras.Geol.,30, *Anais*, **1**:368-381.
- IBGE. 2005. Site: www.ibge.gov.br
- MARTINS NETTO J.P., DINIZ H.N., JOROSKI R., TANAKA S., FRANÇA V.C., SILVA V.H.A., OKAMOTO F.S. 2004. A ocorrência de fluoreto na água de poços da região metropolitana de São Paulo e novas tecnologias para sua remoção. In: ABAS, Congr.Bras.Águas Subter.,13, *Livro de Resumos*, p. 116-117.
- PEREIRA A.R., VILLA NOVA N.A., SEDIYAMA G.C. *Evapo(transpiração)*. FEALQ, Piracicaba, 183 pp.
- PIPER A.M. 1944. A graphic procedure in the geochemical interpretation of water analyses. *American Geophysical Union Transaction*, Washington, **25**:914–923.
- RICCOMINI C. 1989. *O Rift Continental do Sudeste Brasileiro*. Tese de Doutorado, Instituto de Geociências da USP, São Paulo, 256 p.
- TEISSEDRE J.M. & MARIANO I.B. 1978. Possibilidades hidrológicas da Bacia de Taubaté. In: SBG, Congr.Bras.Geol., 30, *Anais*, 3002-3011.