



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA  
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOLOGIA**

**CARLOS ALBERTO MACHADO COUTINHO**

**A FLUOROSE DENTÁRIA NA REGIÃO CÁRSTICA DO MUNICÍPIO DE  
SANTANA-BA  
DEFINIÇÃO DE ÁREAS DE RISCO PARA CONSUMO HUMANO DAS ÁGUAS  
SUBTERRÂNEAS COM BASE NOS DADOS HIDROQUÍMICOS  
E EPIDEMIOLÓGICOS**

SALVADOR-BA  
2014

**CARLOS ALBERTO MACHADO COUTINHO**

**A FLUOROSE DENTÁRIA NA REGIÃO CÁRSTICA DO MUNICÍPIO DE  
SANTANA-BA**  
DEFINIÇÃO DE ÁREAS DE RISCO PARA CONSUMO HUMANO DAS ÁGUAS  
SUBTERRÂNEAS COM BASE NOS DADOS HIDROQUÍMICOS  
E EPIDEMIOLÓGICOS

Dissertação apresentada ao Instituto de Geociências, da Universidade Federal da Bahia, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Geologia.

Área de Concentração: Geologia Ambiental, Hidrogeologia e Recursos Hídricos

Orientador: Prof. Dr. Manoel Jerônimo Moreira Cruz

Coorientador: Prof. Dr. Antonio Pitta Correa

SALVADOR-BA  
2014

Ficha catalográfica elaborada pela  
Biblioteca do Instituto de Geociências - UFBA

C871f Coutinho, Carlos Alberto Machado  
A fluorose dentária na região cárstica do município de Santana-BA: definição de áreas de risco para consumo humano das águas subterrâneas com base nos dados hidroquímicos e epidemiológicos / Carlos Alberto Machado Coutinho.- Salvador, 2014.  
106 f. : il. Color.

Orientador: Prof. Dr. Manoel Jerônimo Moreira  
Co-orientador: Prof. Dr. Antonio Pitta Correa  
Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal da Bahia.  
Instituto de Geociências, 2014.

1. Fluorose dentária. 2. Água - Fluoretação. 3. Fluoretos. I. Moreira, Manoel Jeronimo. II. Correa, Antonio Pitta. III. Título.

CDU: 616.314-002

**CARLOS ALBERTO MACHADO COUTINHO**

**A FLUOROSE DENTÁRIA NA REGIÃO CÁRSTICA DO MUNICÍPIO DE  
SANTANA-BA**  
DEFINIÇÃO DE ÁREAS DE RISCO PARA CONSUMO HUMANO DAS ÁGUAS  
SUBTERRÂNEAS COM BASE NOS DADOS HIDROQUÍMICOS  
E EPIDEMIOLÓGICOS

Dissertação aprovada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Geologia, Universidade Federal da Bahia, pela seguinte banca examinadora:

Paulo Henrique Prates Maia

---

Doutor em Geologia  
INEMA - Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos

Olga Maria Fragueiro Otero

---

Doutora em Geologia  
Universidade Federal da Bahia

**Manoel Jerônimo Moreira Cruz**

---

Doutor em Geologia  
Universidade Federal da Bahia

Salvador, 07 de outubro de 2014.

## DEDICATÓRIA

Às minhas queridas filhas, Catarina Lacerda Coutinho e Nathália Plácido Machado Coutinho presentes a mim ofertado por Deus, orgulho da minha vida, força motivadora no percurso deste trabalho.

À minha mãe, Ana Maria Esperidião, guerreira incansável, que com seu amor, carinho e muita dedicação na educação, soube auxiliar no meu caminho.

À Querida companheira Elsilene Plácido dos Santos, pelo carinho e dedicação em todos os momentos.

Ao meu inesquecível pai, Reginaldo Augusto Coutinho Neto, pelo exemplo de integridade moral e carinho na minha infância e adolescência (*in memorium*).

Ao querido amigo Antonio Esperidião, pelo auxílio e exemplo de homem de bem (*in memorium*).

Aos queridos irmãos, Rejane Helena Machado Coutinho e Reginaldo Machado Coutinho, pelo exemplo de perseverança e luta diante de tantas dificuldades de nossas infâncias.

## AGRADECIMENTOS

### A

Deus, em primeiro lugar, princípio de todas as coisas, meu guia supremo, orientador eterno do caminho que devo seguir;

### AO (S)

Ao Professor Ilson Guimarães Carvalho pela participação e motivação e estímulo no início de minha vida acadêmica (*in memorium*).

Professor Manoel Jerônimo, por tudo: pela orientação, pela imensa paciência, competência, pela firmeza nas horas mais difíceis, dedicação, discussões e sugestões referentes aos quesitos da geologia. Sem palavras...

Professor Antonio Pita, primeiramente pela credibilidade em mim depositada, e evidentemente pelo empenho, dedicação, discussões e sugestões referentes aos quesitos da odontologia.

A minha querida amiga professora Leila Menezes pela competência e nas diversas discussões e revisão metodológica.

Aos professores Rogério Plácido e Daniela pelo apoio na revisão do texto.

Todos que formam a equipe do Instituto de geociências que, ao longo desse tempo, contribuíram para a construção dessa relevante página da história de minha vida.

E finalmente, ao colega e amigo Manoel Vitor pelas diversas discussões sobre o tema.

## RESUMO

O objetivo desta pesquisa é relacionar a contaminação natural de águas de subsuperfície por fluoreto com a fluorose dentária da população do município de Santana-BA, que utiliza água de poços do sistema aquífero cárstico, por meio do cruzamento dos dados hidroquímicos e epidemiológicos. Teores de fluoretos, cloretos, sulfatos, nitratos e nitritos foram obtidos através dos dados secundários de Gonçalves (2014) e do Sistema – Siagas. Através dos dados hidroquímicos de fluoretos foi confeccionado mapa de risco para contaminação por flúor com base no teor ótimo calculado para a região. A confirmação da condição endêmica foi avaliada numa população de 159 adolescentes na faixa etária de 12 anos. O tamanho da população foi calculado em 118 adolescentes, utilizando a técnica de amostragem aleatória simples sem reposição (AASs) com estimador de proporção (prevalência) no valor de 0,815, nível de confiança de 90% e margem de erro 5% para mais ou para menos. Os adolescentes foram entrevistados com base em questionário estruturado e a prevalência e severidade da fluorose foram obtidas através do índice de Dean (DEAN, 1934). O exame clínico e aplicação do questionário foram realizados em escolas, do ensino fundamental, das comunidades do município de Santana-BA. O cirurgião dentista responsável pelo exame foi capacitado com  $k = 0,85$  (kappa). Após análise dos resultados observou-se uma prevalência para o município de 53% e a severidade para o grau moderado/severo de 17,7%, além de uma forte associação entre as ocorrências de fluorose dentária com os teores de fluoretos nas localidades avaliadas. Os teores dos íons em solução de nitratos, nitritos, cloretos e sulfatos foram sugestivos da não ocorrência de contaminantes orgânicos na região, descartando a possibilidade do enriquecimento de fluoretos por ações antropogênicas. Os teores de fluoretos em quase toda área ficaram acima do estabelecido (1,5 mg F/l) pela portaria 2914/11 do Ministério da Saúde. As localidades que apresentaram os maiores riscos a prevalências dentária foram: Barreiro Fundo, Jacaré, Sossego, Pedra Preta, Caracol, Tapera e Várzea do Mourão.

**Palavras-chave:** Fluorose Dentária. Fluoreto. Risco. Prevalência. Severidade.

## ABSTRACT

The objective of this research is to relate the natural subsurface water contamination by fluoride with dental fluorosis, of the population of the Santana's Town, which uses wells karst aquifer system water through the intersection of hydrochemical and epidemiological data. Levels of fluorides, chlorides, sulfates, nitrates and nitrites were obtained through secondary data Gonçalves (2014) and System - SIAGAS. Through the hydrochemical data of fluoride risk map was made for contamination by fluorine based on great content calculated for the region. Confirmation of endemic condition was evaluated in a population of 159 adolescents aged 12 years. The population size was calculated in 118 student using the technique of simple random sampling without replacement (AASS) estimator with proportion (prevalence) with the parameter value of 0, 815 with a confidence level of 90% and 5% margin of error plus or less. The adolescents were interviewed with structured questionnaire and the prevalence and severity of fluorosis were obtained through the index of Dean (Dean, 1934). The clinical examination and the questionnaire were conducted in elementary school, the communities of the of Santana-Bahia. The dentist responsible for the examination was trained with ( $k = 0.85$ ). After analysis of the results, was revealed a prevalence of 53% of the municipality and the severity for moderate / severe grade of 17.7%, besides a strong association between the occurrence of dental fluorosis and fluoride levels in various locations. The concentration of ions in solution of nitrates, nitrites, chlorides and sulphates were not suggestive of the occurrence of organic contaminants in the region, ruling out the possibility of enrichment of fluoride from anthropogenic action. For fluoride, in almost every area, were above the set (1.5 mg F / l) in 2914/11 by ordinance of the Ministry of Health. The locations where the highest risk prevalences were: Barreiro Fundo, Jacaré, Sossego, Pedra Preta, Caracol, Tapera e Várzea do Mourão.

**Keywords:** Dental Fluorosis. Fluoride. Risk. Prevalence. Severity.



## LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

CERB- Companhia Rural de Engenharia da Bahia

CBPM- Companhia Baiana de Pesquisa Mineral

CODEVASF- Companhia de Desenvolvimento do Vale do São Francisco

CPRM- Companhia de Pesquisa e Recursos Minerais

EMBASA- Empresa Baiana de Águas e Saneamento

ETA- Estação de Tratamento de Água

FUNASA - Fundação Nacional de Saúde

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IDH - Índice de Desenvolvimento Humano

NEA - Núcleo de Estudos Ambientais

NEHMA - Núcleo de Estudos Hidrológicos e do Meio Ambiente

OMS - Organização Mundial da Saúde

PDRH - Plano Diretor de Recursos Hídricos

SEI - Superintendência de Estudos Econômicos e Regionais

SIAA- Sistema Integrado de Abastecimento de Águas

SIAGAS - Sistema de Informação de Águas Subterrâneas

UFBA - Universidade Federal da Bahia

USF- Unidade de Saúde da Família

VMP - Valor Máximo Permitido

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico1 - Crescimento demográfico do município de Santana–BA de 1970/2010.....	24
Gráfico 2 - Valores analíticos para N-Nitrato dissolvidos em águas subterrâneas, nas localidades do município de Santana-BA.....	68
Gráfico 3 - Valores analíticos para N-Nitrito dissolvidos em águas subterrâneas nas principais localidades do município de Santana-BA.....	70
Gráfico 4 - Valores analíticos para cloretos dissolvidos em águas subterrâneas, nas principais localidades do município de Santana-BA.....	71
Gráfico 5 - Valores analíticos para sulfatos dissolvidos em águas subterrâneas, nas principais localidades do município de Santana-BA.....	72
Gráfico 6 - Valores analíticos para fluoretos dissolvidos em águas subterrâneas nas localidades do município de Santana-BA.....	74
Gráfico 7 - Números de localidades x teores de flúor.....	80
Gráfico 8 - Resumo do estudo epidemiológico com base no teor de flúor, prevalência e severidade para localidades com maior frequência amostral.....	81
Gráfico 9 - Variação do percentual da prevalência e severidade da fluorose dentária com a variação do teor de flúor (Santana-BA).....	82
Gráfico 10 – Classificação das águas subterrâneas do município de Santana em relação ao conteúdo de sólidos totais dissolvidos (STD) (n = 67). Inclui os valores dos STD do SIAGAS e obtidos por Gonçalves (2014).....	83

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Crianças residentes no município de Santana– Bahia em 2001.....	24
Tabela 2 - Minerais de flúor em rochas granitóides.....	42
Tabelas 3 - Minerais de flúor em rochas sedimentares.....	42
Tabela 4 - Faixa de concentração de flúor em rochas ígneas em ppm.....	42
Tabela 5 - Valores referenciados para flúor, nitrato, nitrito, sulfatos e cloretos de acordo com a portaria 2914.....	46
Tabela 6 - Matriz de correlação (Pearson) dos parâmetros físico-químicos principais medidos nas amostras de águas subterrâneas coletadas em julho de 2012.....	76
Tabela 7 - Resultados das análises físico-químicas, elementos principais, realizadas nas águas subterrâneas coletadas em Santana-BA, compilado de Gonçalves (2014) .....	77
Tabela 8 - Prevalência de fluorose em escolares de 12 anos, segundo o gênero, Santana (BA), 2014.....	79
Tabela 9 – Distribuição percentual da severidade da fluorose em escolares de 12 anos, segundo o gênero, Santana (BA), .....	80

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Limites recomendados para a concentração de fluoreto em função da média das temperaturas máximas diárias.....	45
Quadro 2 - Valores segundo a portaria 2914 referente à potabilidade das águas para consumo humano referente aos íons utilizados.....	57
Quadro 3 - Dados climáticos e geológicos de Santana-BA e São Francisco-MG.....	61
Quadro 4 - Critérios e valores para a classificação de dentes fluoróticos de acordo com o índice de Dean.....	66
Quadro 5 - Resultados de dados físico-químicos, elementos maiores, fluoretos, nitrato, sulfatos e cloretos das águas subterrâneas de Santana. Disponíveis no SIAGAS (1970 - 2012) e Gonçalves (2014).....	75
Quadros 6 - Sólidos totais dissolvidos nos poços da localidade da sede municipal, conforme Gonçalves (2014).....	84
Quadro 7- Resumo do estudo epidemiológico com base no índice de Dean para localidades com maiores freqüência amostrais.....	84

|

**LISTA DE FIGURAS**

Figura 1- Divisão política do oeste baiano.....	20
Figura 2 - Localização e situação da área de estudo.....	21
Figura 3 – Mapa geológico regional.....	37
Figura 4 – Coluna estratigráfica simplificada do grupo Bambuí.....	39
Figura 5 - Ciclo do flúor no ambiente.....	41
Figura 6- Mapa de distribuição de flúor, em águas subterrâneas, no município de Santana-BA: Áreas com risco a incidência de fluorose dentária .....	78

## LISTA DE FOTOS

Foto 1 - Rio Corrente, localidade de Porto Novo.....	23
Foto 2 - Irrigação de capim em fazenda de pecuária leiteira.....	25
Foto 3 - Típico curral, localidade do Areão .....	26
Foto 4 - Placa de Inauguração do sistema SIAA, localidade de Porto Novo (Santana-BA).....	27
Foto 5 - Sistema de captação e tratamento de água na localidade de Porto novo.....	27
Fotos 6 - Dosadores de ácido fluorsilícico da estação de águas de abastecimentos na localidade de Porto Novo.....	28
Fotos 7 - Cisterna instalada em residência na localidade de Caraíba, Santana-BA.....	29
Fotos 8 - Cisterna instalada em residência na localidade de Caraíba, Santana-BA.....	29
Foto 9 - Placa publicitária da implantação das cisternas, localizada na entrada da sede de Santana-B.....	30
Foto 10 – Esgoto presente no Riacho de Santana Foto.....	31
Foto 11 – Paisagem na localidade de Pedra Preta, mostrando vegetação do cerrado.....	32
Foto 12 - Paisagem refletindo o aspecto da seca.....	32
Foto 13 - Divisa municipal, condições climáticas desfavoráveis inclusive dos municípios próximos a Santana-BA.....	33
Foto 14 - BA 172 no município de Santana.....	33
Foto 15 – Fluorose Dentária de grau 5 segundo a classificação de DEAN (1957).....	49
Fotos16 – Código 0: classificação normal.....	53
Foto 17 - Código 1 : Classificação Questionável.....	53
Foto 18 – código 2: Classificação da fluorose muito Leve.....	54
Foto 19- Código 3 : Classificação da fluorose Leve.....	54
Foto 20- Código 4: Classificação da fluorose moderada.....	55
Foto 21- Código 5 : Classificação da fluorose Severa.....	55
Foto 22 ( a ) - Orientação de saúde bucal.....	63
Foto 22 (b) - Orientação de saúde bucal.....	64
Foto 23 – Materiais utilizados para o exame clínico epidemiológico, localidade de Pedra Preta.....	65
Foto 24- Escovação antes do exame epidemiológico.....	65
Foto 25 - Riacho contaminado, localidade de Gameleira.....	69

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>16</b>
<b>2 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA.....</b>	<b>20</b>
<b>2.1 Localização e Situação.....</b>	<b>20</b>
<b>2.2 Aspectos Sociais e Econômicos.....</b>	<b>22</b>
<b>2.3 Recursos Hídricos e Abastecimento de Água.....</b>	<b>26</b>
<b>2.4 O Meio Natural.....</b>	<b>31</b>
<b>2.5 Aspectos Hidrogeológicos.....</b>	<b>34</b>
<b>2.6 Histórico.....</b>	<b>35</b>
<b>2.7 Aspectos Geológicos.....</b>	<b>36</b>
2.7.1 Geologia local e estratigrafia.....	37
<b>3 REVISÃO TEÓRICA.....</b>	<b>40</b>
<b>3.1 Características Químicas do Flúor.....</b>	<b>40</b>
<b>3.2 Fontes Geológica e Hidroquímica e controle do Flúor em Águas Subterrâneas.....</b>	<b>40</b>
<b>3.3 Concentrações de Fluoretos por Ações Antropogênicas.....</b>	<b>43</b>
<b>3.4 Hipótese Sobre a Origem do Flúor na Região de Santana-BA.....</b>	<b>43</b>
<b>3.5 Valores de Flúor para Consumo Humano.....</b>	<b>44</b>
<b>3.6 Importância do Flúor na Prevenção da Saúde Bucal.....</b>	<b>47</b>
3.6.1 Mineralização do Esmalte Dentário.....	47
<b>3.7 Fluorose Dentária.....</b>	<b>47</b>
3.7.1 Epidemiologia da fluorose Dentária.....	49
3.7.2 Prevalência da Fluorose Dentária.....	50
3.7.3 Severidade da Fluorose Dentária.....	51
<b>4 DESENHO METODOLÓGICO.....</b>	<b>56</b>
<b>4.1 Dados Analíticos em Águas Subterrâneas.....</b>	<b>57</b>
4.1.1 Dados Hidroquímicos.....	57
<b>4.2 Determinação do Teor Ótimo de Flúor com Base na Temperatura.....</b>	<b>59</b>
<b>4.3 Critérios e Tamanho da Amostra Populacional.....</b>	<b>60</b>
<b>4.4 Determinação da Prevalência e Severidade da Fluorose Dentária através do Índice de Dean.....</b>	<b>62</b>
<b>5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>66</b>
<b>5.1 Química das águas subterrâneas.....</b>	<b>66</b>
5.1.1 Nitratos.....	68
5.1.2 Nitritos.....	70
5.1.3 Cloretos.....	71
5.1.4 Sulfatos.....	72
5.1.5 Fluoretos.....	73

<b>5.2 Prevalência e Severidade da Fluorose Dentária.....</b>	<b>79</b>
<b>6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>85</b>
<b>7 RECOMENDAÇÕES.....</b>	<b>87</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>89</b>

### **APÊNDICES**

APÊNDICE A – Formulário de Consentimento Livre e Esclarecido

APÊNDICE B – Dados Epidemiológicos de Campo

APÊNDICE C - Entrevista e Exame Clínico

### **ANEXOS**

**ANEXO A** - Resultados das análises físico-químicas, elementos principais, com ênfase no STD (sólidos totais dissolvidos) realizadas nas águas subterrâneas coletadas no município de Santana, Bahia em junho de 2012.

**ANEXO B** - Resultados de dados físico-químicos, com ênfase em STD (sólidos totais dissolvidos) das águas subterrâneas de Santana. Disponíveis no SIAGAS (1970 - 2012).



## 1 INTRODUÇÃO

De acordo com Lin, Tang e Bian (2004), as águas utilizadas para consumo humano devem ser monitoradas, uma vez que as doenças biogeoquímicas estão relacionadas à sua qualidade. A água, além de ser um dos principais componentes para o metabolismo celular das funções humanas, participa também dos processos de alterações geoquímicas das rochas. A incorporação de substâncias químicas inorgânicas às águas subterrâneas ocorre principalmente por dissolução e alteração das rochas, a exemplo, tem-se o flúor que é facilmente absorvido nas células do corpo humano.

Cerca de um quarto dos países enfrentam problemas relacionados ao abastecimento de água (CARNEIRO *et. al.*, 2008), a exemplo temos o Brasil - uma das maiores reservas de água doce do planeta, mas mesmo assim nem sempre a existência deste recurso garante a possibilidade de uso por seus habitantes. É o que acontece na cidade de Santana-BA, palco do trabalho em questão que apesar de possuir uma ampla rede hidrográfica, esta não apresenta caráter perene durante todo o ano, além de ter a maioria de suas águas superficiais contaminadas por dejetos humanos. A necessidade de uso da água para manutenção da vida faz com que a população faça uso das águas subterrâneas, no entanto a contaminação por elementos inorgânicos nem sempre é percebida pelos sentidos olfativos e/ou gustativos, que a depender do teor, poderá ser prejudicial à saúde, neste caso influenciando diretamente na prevalência e incidência da doença.

O Flúor , quando consumido frequentemente e em altas concentrações, pode produzir uma doença nos dentes chamada de fluorose dentária ou até mesmo fluorose óssea que são alterações esqueléticas devido ao consumo de doses bastante elevada de flúor. Quando consumido em baixos teores e frequentemente, torna-se um meio viável para prevenção da lesão de cárie além do aumento da resistência da matriz dos ossos, evitando o enfraquecimento destes (FEJERSKOV *et. al.*, 1994).

Em várias regiões do Brasil, o flúor encontra-se disponível em meios naturais na forma de fluoretos, como nos aquíferos, no entanto, além das concentrações naturais existentes, outras podem ser incorporadas aos sistemas de abastecimento público, ou até mesmo estarem disponíveis nos alimentos e nos dentifrícios. Dessa forma, ocorrerá um efeito acumulativo de flúor com às quantidades ingeridas pela população, exigindo assim medidas de vigilância sanitária cada vez mais precisas.

A exemplo do que foi citado anteriormente, o Brasil possui o segundo maior sistema de fluoretação de água de abastecimento público do mundo, considerando que está em vigor, desde o ano de 1974, a medida que estabeleceu obrigatoriedade de adição de flúor onde existisse estação de tratamento de água (BRASIL, 2009). Com base nesse fato, Ramires (2007) alerta que, apesar dos benefícios da fluoretação das águas de abastecimento na prevenção da cárie dental, observou uma tendência ao aumento na ocorrência de fluorose dentária.

Na cidade de Santana, somente em 1998 foi inaugurado o SIAA - Sistema Integrado de Abastecimento de Águas (foto 4 ), neste inclui o processo de fluoretação , consoante com a Portaria de 1974 que possui um sistema de controle rígido do flúor; no entanto, este sistema não se encontra disponível em todas as localidades, portanto a dificuldade de obtenção de águas para consumo humano com concentrações ideais de flúor ainda é grande no município. Conforme foi informado na Secretaria Municipal de Saúde onde há relatos da existência de diversos casos de fluorose dentária. Este fato pode ser explicado pelos valores anômalos de flúor em águas subterrâneas conforme demonstrado em Gonçalves (2014), o que faz crer na existência de fontes de origem naturais.

Um exemplo típico de contaminação natural por flúor em águas subterrâneas foi observado no município de São Francisco, norte de Minas Gerais, onde foi detectada uma alta prevalência de fluorose dentaria de até 97,7% na localidade de Novo Horizonte, atribuída a teores anômalos de flúor (3,9 mg/l) encontrados nestas águas que abasteceram as comunidades por muito tempo, atribuídos à dissolução do mineral fluorita (VELÁSQUEZ, 2006). Este exemplo fez acreditar que as causas da endemia que ocorre em São Francisco são similares

as que ocorrem em Santana-BA, pois ambos os municípios se encontram em condições geológicas e fisiográficas semelhantes.

No Brasil, poucos são os estudos que abordam o assunto. Pesquisas brasileiras de cunho geológico ou geoquímico foram realizadas nas décadas de 1980 e 1990 em regiões mineralizadas com fluorita, principalmente nos estados do SP, PR, SC, RJ e RGS (FRAGA & LISBOA, 1990; LICHT *et. al.*, 1996), sendo que os principais trabalhos foram realizados no Aquífero Guarani em São Paulo e Paraná (FRAGA, 1992), Santa Catarina (CAPELLA, 1989) e Rio Grande do Sul (BACCAR, 1998).

Em outros países também foram evidenciados contaminações de solo e águas subterrâneas por fluoretos e os principais trabalhos são: EUA (HEM, 1969; HEM, 1985;); África (ASHLEY E BURLEY, 1995); Índia (HANDA 1975); China, (YONG E HUA, 1991); Espanha, (TORREZ-RUIZ *et. al.* 1994; CHABRA *et. al.* 1980; JACKS E SHARMA, 1995) e Índia ( BARBIERÓ E VLIET-LANOE, 1998) .

Verificou-se, que todos esses trabalhos tinham o “foco” na pesquisa mineral, tais estudos prescindiram da análise epidemiológica sobre os efeitos das concentrações anômalas de flúor sobre a saúde da população. Somente a partir dos estudos de CARDOSO *et. al.* (2001) foi realizado um estudo de caráter multidisciplinar envolvendo a hidrogeoquímica e a odontologia no município de Itacarambá-PR. Neste, o estudo baseou-se em análises químicas das águas de abastecimento público, oriundas de poços tubulares e de uma nascente, e o estudo epidemiológico realizado em escolares. Os resultados indicaram uma associação entre a prevalência de fluorose dentária (60,9% dos escolares) e o consumo de água com altos teores de flúor. E por último tem-se o estudo de Velásquez (2006), conforme mencionado anteriormente.

Dentro do contexto investigativo, com relação a doença fluorose dentária, o presente estudo, realizado no município de Santana, no Oeste da Bahia, tem como objetivo geral avaliar se a contaminação das águas subterrâneas pelo elemento químico flúor é causadora da fluorose dentária nas comunidades que se utilizam deste recurso para consumo humano.

Para o estudo em questão os objetivos específicos foram os seguintes:

- Estimar a prevalência e severidade da fluorose em jovens de 12 anos de idade;
- Determinar a condição ótima de flúor, nas águas, a serem consumidas pela população de Santana–BA com base na equação proposta por Galagan & Vermillion (1957);
- Analisar a hidroquímica das águas subterrâneas para os íons de cloretos, sulfato, nitrato e nitrito como forma de avaliar a possibilidade de contaminação de flúor por vias antropogênicas;
- Obter a espacialização das áreas de risco para fluorose dentária, na área adscrita pela pesquisa, com base em mapas de isotores para flúor e dados epidemiológicos.
- Correlacionar severidade e prevalência da fluorose dentária com teores de flúor das diversas localidades avaliadas em estudo epidemiológico.

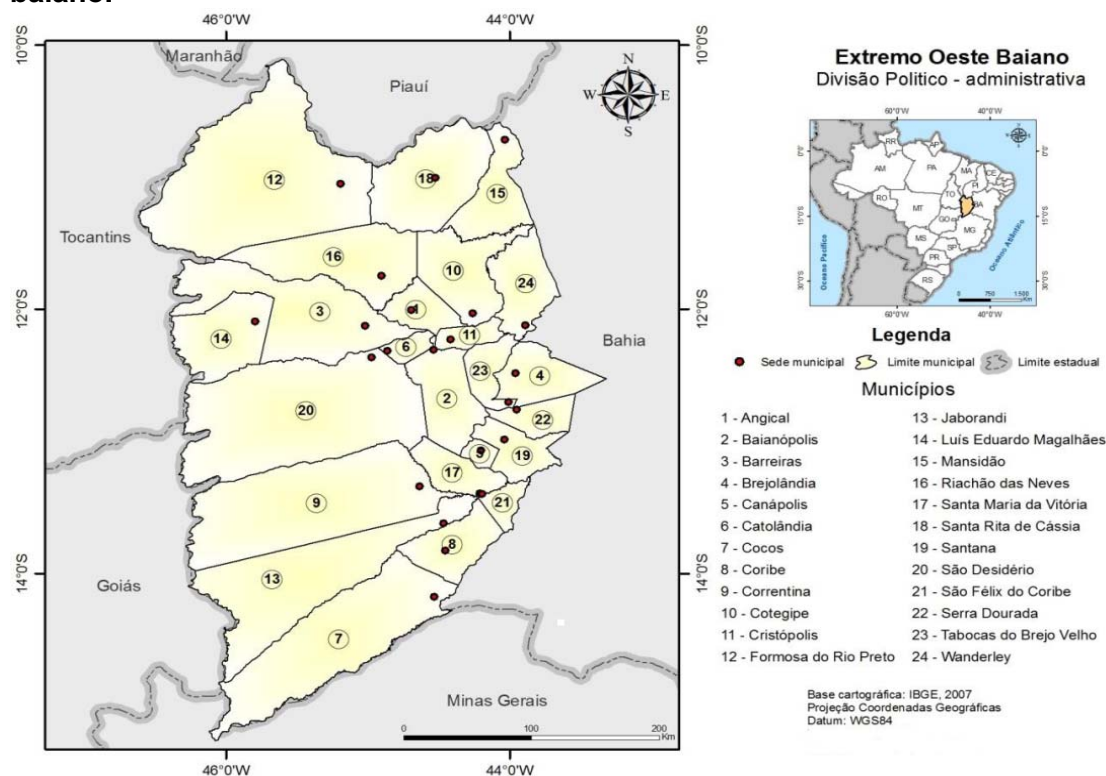
A importância do tema da pesquisa concentra-se principalmente na vertente sócio-ambiental e no uso do conhecimento científico para servir ao planejamento de ações preventivas a saúde a fim de promover políticas públicas que proporcionem a melhoria na saúde da população do município de Santana, conseqüentemente deverá influenciar na melhoria da qualidade de vida, sobretudo nas comunidades mais necessitadas. O estudo vem a contribuir com o conhecimento da geologia médica tendo em vista a quase inexistência de estudos sobre fluorose dentária, que façam a correlação entre dados da Geologia e da Medicina, mais especificamente a Odontologia, no que tange a contaminação dos recursos hídricos. De forma complementar, servirá como alerta aos profissionais da Odontologia sobre a existência de elevadas concentrações de flúor encontradas em alguns reservatórios naturais de águas, sobretudo quando, independente da existência dessas, ainda é adicionado mais aos seus pacientes, o que poderá agravar a situação referente à prevalência da fluorose dentária.

## 2 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA

### 2.1 Localização e Situação

O município de Santana está localizado a 813 km de Salvador, no sudoeste da Bahia, entre as coordenadas 12°98'28"S e 44°05'78" (Fig.1 e 2), a uma altitude 526 m em relação ao nível do mar. Este faz parte da Mesorregião do Extremo Oeste da Bahia, que abrange as Microrregiões de Barreiras, Cotegipe e de Santa Maria da Vitória, sendo constituída geograficamente por vinte e três municípios (SANTOS FILHO, 1989). Sua extensão territorial é de 114.873 km<sup>2</sup>, correspondendo aproximadamente a 20,51% do território baiano (SEI, 2000).

**Figura 1- Divisão política, mesorregião do extremo oeste baiano.**

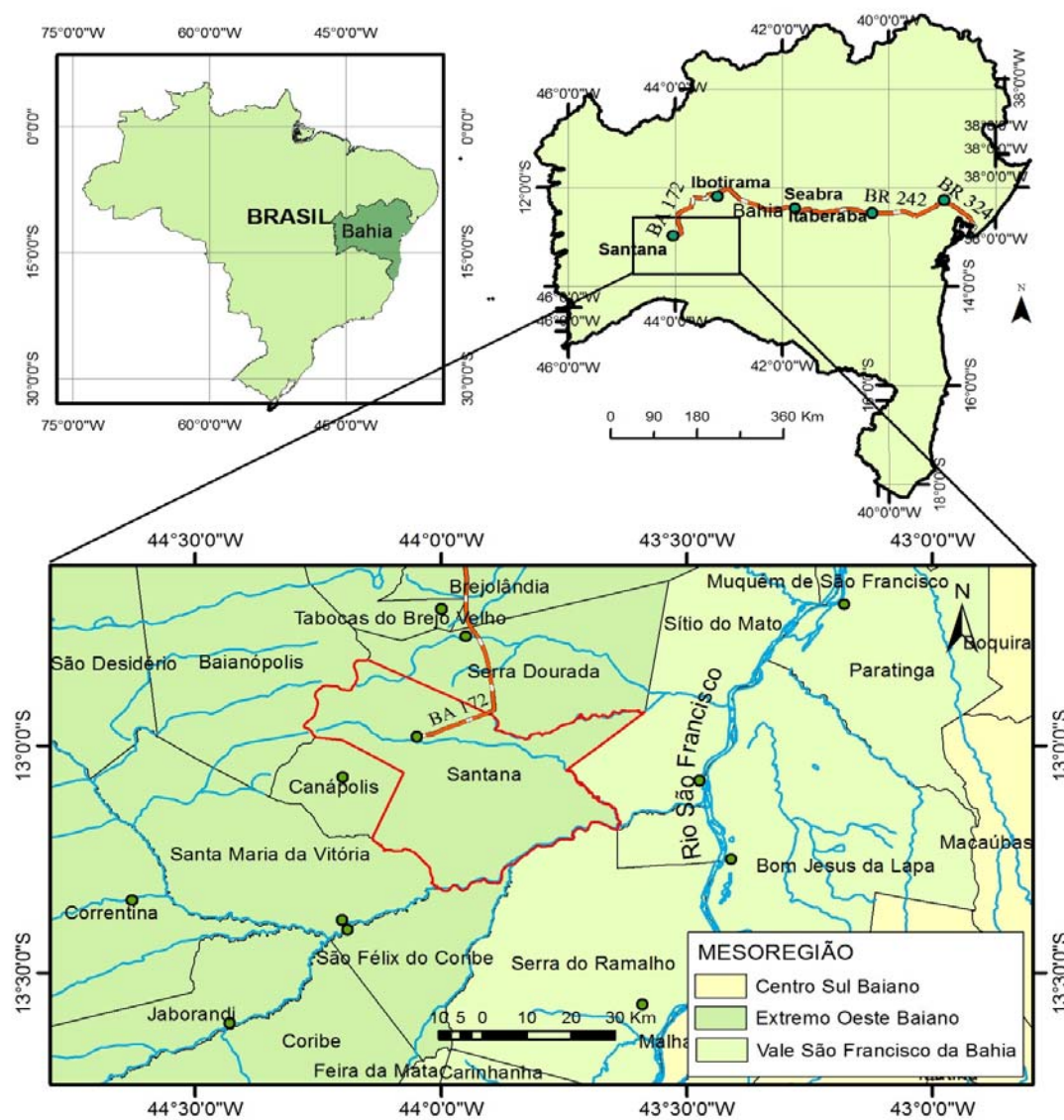


Fonte: Rodrigues (2013)

O município de Santana possui uma área de 1.914,7 km<sup>2</sup> e faz limites ao norte com os municípios de Serra Dourada e Taboca Do Brejo Velho, a leste com os municípios de Sítio do Mato, Bom Jesus da Lapa e Serra do Ramalho; ao sul, com os municípios de São Félix do Coribe e Santa Maria da Vitória e a oeste com o município de Baianópolis e Canápolis (IBGE, 2002) ( fig.1 ).

O acesso à área de estudo, quando partindo de Salvador, pode ser feito pela BR-324 até o entroncamento de Feira de Santana, daí segue pela BR 116 até a BR 242, passando por Itaberaba, Seabra, Ibotirama e por fim pela BA 172 até o município de Santana (fig. 2).

**Figura 2 – Localização e situação da área de estudo**



Fonte: MPOG/IBGE/DGC/CCAR, 2009

## 2.2 Aspectos Sociais e Econômicos

A região do Extremo Oeste da Bahia, até a primeira metade do século XX, apresentava baixo nível econômico e somente a partir da década de 70 passou por rápido processo de transformação devido a expansão da fronteira agrícola do centro-oeste do Brasil, além de receber um grande movimento populacional de outras regiões do país (SANTOS, 2000). Nos dias atuais essa área representa uma grande província econômica, destacando a criação de gado, produção de grãos e a fruticultura. Tal processo de desenvolvimento teve também como fatores os solos planos, condições climáticas favoráveis, com precipitação pluviométrica moderada e temperaturas amenas, além da forte intervenção governamental, na forma de políticas de implantação de infraestrutura, de irrigação, fundiárias e creditícias (BAIARDI, 2004).

O município de Santana possui uma população de 27.263 habitantes com uma densidade demográfica de 14,24 hab./km<sup>2</sup> e Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) de 0,645 correspondente ao grau médio da classificação e ocupando a 119 posição em relação ao ranking baiano (IBGE, 2010). A população é distribuída da seguinte forma: 14.858 habitantes vivem na sede municipal (54,4 %) e 12.405, na zona rural (45,5 %) (IBGE, 2010). A população rural encontra-se distribuída em 73 localidades, num total de aproximadamente 3.452 domicílios. As principais localidades são: Porto Novo (400 domicílios), Areão (144 domicílios), Baixão do Cedro (108 domicílios) e Pedra Preta (104 domicílios).

A localidade de Porto Novo, apesar de estar à aproximadamente 57 km da sede municipal, tem atraído grande quantidade de moradores para seu perímetro, pois possui dois núcleos escolares de ensino médio e fundamental e presença do rio Corrente, que além do aspecto paisagístico se caracteriza como uma das principais opções de lazer praticamente inexistente no município. Este rio possui disponibilidade de água de boa qualidade para abastecer a população (foto. 1). Já as localidades de Areão, Baixão do Cedro e Pedra Preta e as demais do município se encontram em contraste pelas baixas condições de subsistência, em que a agricultura familiar apresenta-se fraca em função das secas constantes.



**Foto 1 - Rio Corrente, localidade de Porto Novo.**



Fonte: Autor

Atividades extrativistas de areia de fundo de rio, utilizada para construção civil, constituem-se numa forma de renda de algumas famílias da localidade.

Com relação ao contingente populacional de crianças e adolescentes no município de Santana-BA, 8654 possuem idade inferior a 19 anos o que corresponde a quase 32% da população, destes, mais da metade (5112) possuem até 12 anos de idade (tabela 1).

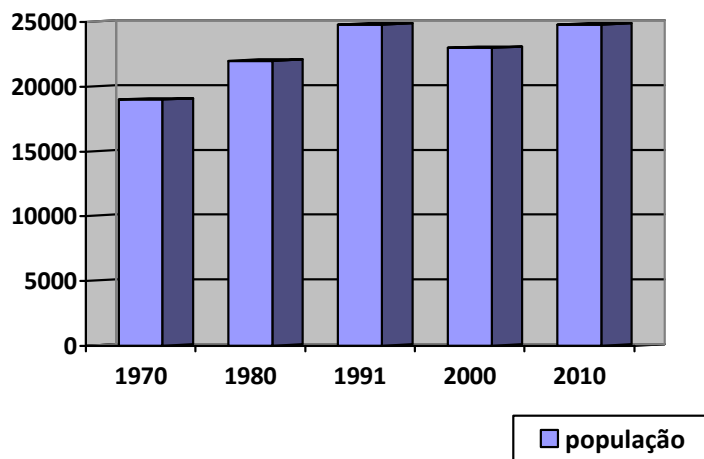
O crescimento da população, dessa faixa etária, foi fortemente influenciado pelo crescimento econômico induzido pela expansão da fronteira agrícola e modernização do setor agroindustrial do oeste baiano, conforme se pode observar no período 1970/1991 (Gráfico 1).

Esse contingente populacional utiliza de 34 escolas distribuídas na sede municipal e nas seguintes localidades: Cachoeira, Ananás, Curra das Varas, Sossego, Umburana, Porto Novo, Canabrava, Caraíbas, Cedro, Brejinho, Alto do Santana, Alto da Vitória, Sítio do meio, Riachão, Galheiro, Jacarandá, Baraúna, Cocos, Baixa Funda, Boa Vista, Barreiro Fundo, Areão, Cipó, Pedra Preta, Tamboril, Limoeiro.



A distribuição dos jovens e adolescentes nas escolas municipais ocorre por faixa etária. Os estudantes com idade até 12 anos estudam preferencialmente no período matutino e os demais no vespertino.

**Gráfico 1 - Crescimento demográfico de Santana – 1970/2010**



Fonte: IBGE (2010)

**Tabela 1 - Crianças residentes no município de Santana – Bahia em 2010**

Idade	Crianças/adolescentes	Percentual	Percentual Acumulado
1	395	4,6	4,6
2	352	4,1	8,6
3	364	4,2	12,8
4	435	5,0	17,9
5	390	4,5	22,4
6	402	4,6	27,0
7	359	4,1	31,2
8	489	5,7	36,8
9	529	6,1	42,9
10	522	6,0	49,0
11	452	5,2	54,2
12	423	4,9	59,1
13	481	5,6	64,6
14	548	6,3	71,0
15	508	5,9	76,8
16	513	5,9	82,7
17	539	6,2	89,0
18	475	5,5	94,5
19	479	5,5	100,0
<b>Total</b>	<b>8.654</b>	<b>100,0</b>	

Fonte: IBGE - Censo Demográfico 2010. Elaboração a partir dos micro dados.

No aspecto cultural, a cidade de Santana destaca-se pelos seus poetas, compositores e escritores. A principal atividade econômica é pautada na pecuária leiteira (fotos 2 e 3 ), além de possuir uma pequena indústria que ensaca e comercializa o café para diversas partes do Brasil. O comércio é bastante diversificado, com produtos regionais da terra manufaturados, também, na tradicional feira que acontece aos finais de semana.

**Foto 2 - Irrigação de capim em fazenda de pecuária leiteira**



Fonte: Autor

**Foto 3 - Típico curral na localidade do Areão**



Fonte: Autor

### **2.3 Recursos Hídricos e Abastecimento de Água**

A rede hidrográfica de Santana caracteriza-se por apresentar, cursos de água que drenam diretamente para a calha do rio São Francisco, riachos intermitentes, cujas vazões são diretamente relacionadas com as precipitações pluviométricas, permanecendo secos durante vários meses. O seu principal rio é o Corrente (foto. 1), que apresenta caráter perene e é conhecido pela excelente qualidade das águas, apropriadas para os mais diversos usos, apresentando baixos teores de cloreto, dureza, turbidez e material em suspensão, inclusive baixo teor de fluoretos (SRH, 1995). O sistema integrado de abastecimento de água foi implantado, em 2008 (fotos, 4, 5 e 6), pela EMBASA - Empresa Baiana de Água e Saneamento, que faz a captação das águas do rio Corrente, na localidade de Porto Novo, e distribui suas águas para as localidades e municípios, na seguinte ordem: Gameleira (Santana-BA), Canabrava (Santana-BA), municípios de Canapólis, sede de Santana-BA, Serra Dourada, Tabocas do Brejo Velho e Brejolândia.

O rio Corrente foi escolhido como melhor opção para o abastecimento em função da qualidade de suas águas e da permanência das vazões. Antes da instalação do SIAA toda região adscrita ao município de Santana-BA utilizava exclusivamente as águas subterrâneas. Vale ressaltar que as demais localidades do município ainda não recebem as águas do SIAA.

**Foto 4 - Placa de Inauguração do sistema SIAA, localidade de Porto Novo (Santana-BA)**



Fonte: Autor

**Foto 5 - Sistema de captação e tratamento de água na localidade de Porto Novo**



Fonte: Autor



**Foto 6 - Dosadores de ácido fluorsilícico da estação de águas de abastecimento na localidade de Porto Novo.**



Fonte: Autor

O antigo sistema de abastecimento da sede municipal de Santana era efetuado através da água captada em 03 (três) poços profundos perfurados na região, sendo que dois poços constituíam o Sistema do Areão, com capacidade total de 180 m<sup>3</sup>/h, e um terceiro poço, denominado Sistema da Boa Viagem, com capacidade de 130 m<sup>3</sup>/h, em ambos os poços os teores de flúor avaliados apresentaram valores acima do permitido pela portaria 2916/2011 do Ministério da Saúde (1,5 mgF/l).

Na tentativa de melhorar as condições de abastecimento de água para a população das comunidades de Santana que ainda não fazem parte do SIAA, o Governo Federal, através do Ministério da Integração Nacional, iniciou a distribuição de cisternas de captação de água para os municípios que sofrem com a seca, através da CODEVASF - Companhia de Desenvolvimento do Vale do São Francisco (Foto 9). Este sistema capta água da chuva dos telhados das casas e armazena em um tanque. (Foto 7). A população que faz uso deste sistema é orientada a iniciar a captação após o primeiro dia de chuva.

Nas escolas da zona rural também foram instaladas as cisterna de captação de água de chuva, no entanto, os diretores relataram que não utilizam devido a grande quantidade de morcegos que residem nos telhados e depositam as suas fezes onde são captadas as águas de chuva.

**Fotos 7 e 8 - Cisterna instalada em residência na localidade de Caraíba, Santana-BA****Foto 7.**

Fonte: Autor

**Foto 8.**

Fonte: Autor

Foto 9- Placa publicitária da implantação das cisternas, localizada na entrada da sede de Santana-BA.



Fonte: Autor

Na sede municipal a população residente não sofre com falta de água, no entanto, nas demais localidades, os recursos hídricos naturais apresentam baixa qualidade quanto ao aspecto da potabilidade para consumo humano, tendo em vista a presença de escoamento de esgotos nas vias públicas e nas drenagens naturais, a exemplo do que ocorre na maior parte dos domicílios da sede do município que lançam os seus efluentes no sistema de drenagem pluvial existente, principalmente no riacho de Santana (fig.10), que corta o município. O sistema de esgoto público se resume em alguns sistemas individuais como fossa séptica com sumidouro.

**Foto 10 – Esgoto presente no Riacho de**



**Santana**

Fonte: Autor

## **2.4 O Meio Natural**

O município de Santana, conforme já foi citado, pertence à microrregião de Santa Maria da Vitória, possui dados climáticos relativos ao balanço hídrico onde predomina o domínio de Clima tropical Semiárido com características do clima do tipo sub-úmido (Koopen, 1927), apresentando temperaturas moderadas (de 25°C a 26°C) e situando-se na média de temperatura para o Estado da Bahia.

As chuvas na região estão associadas às correntes atmosféricas de natureza continental vindas do oeste e do sudeste. A precipitação média anual na região é de 1.099,8 mm/ ano com o período chuvoso e outro seco. Duas estações podem ser caracterizadas, bem definidas em termos de chuva na região: uma chuvosa (90% do total precipitado no ano), que vai de outubro a abril e outra seca (10% do total precipitado no ano), que vai de maio a setembro. Os meses de novembro, dezembro e janeiro são os de maior precipitação quando ocorrem as chuvas de trovoadas (SEI,1999).



**Foto 11 – Paisagem na localidade de Pedra Preta, mostrando vegetação do cerrado.**



Fonte: Autor

**Foto 12 - Paisagem refletindo o aspecto da seca.**



Fonte: Autor

**Foto 13 - Divisa municipal, onde ocorre condições climáticas desfavoráveis em municípios próximos a Santana-BA.**



Fonte: Autor

**Foto 14 - BA 172 no município de Santana**



Fonte: Autor

Na área de clima semiárido predomina a vegetação xerófitas e cursos de água são intermitentes; e nesse contexto é que o meio físico impõe dificuldades, tendo em vista a escassez de recursos hídricos, ou seja, necessidade de se recorrer a barreiros (poluídos) e água subterrânea contaminada, nos períodos de seca prolongada (Fotos 11, 12, 13, 14). Embora a região seja beneficiada pelo rio Corrente, grande afluente do Rio São Francisco e seus subafluentes, quase

todas as localidades não possuem água encanada ou reservatórios satisfatórios (CBPM, 2010), a exceção da Sede municipal, localidades de Canabrava e Gameleira.

Em terrenos acima dos vales, predomina a ocorrência de cerrado, vegetação composta de árvores de grande porte, em um extrato inferior de campos e gramíneas.

## **2.5 Aspectos Hidrogeológicos**

O panorama hidrogeológico da região é caracterizado por dois sistemas aquíferos principais: os domínios dos aquíferos do meio poroso e o domínio cárstico (Grupo Bambuí). O domínio dos aquíferos do meio poroso é representado basicamente pelos Sedimentos Recentes e pelos Aluviões. Os Sedimentos Recentes constituem-se dos depósitos de cobertura terciário-quartenária e são de importância secundária do ponto de vista hidrogeológico, não só pela natureza dos seus sedimentos, como pela pouca área aflorante na região. Os Aluviões estão geralmente depositados nas calhas dos rios, estendendo-se por dezenas ou até mesmo centenas de metros além de suas margens, formando os terraços mais antigos. A recarga desta unidade se realiza diretamente através das precipitações pluviométricas, havendo contribuições laterais por parte da rede de drenagem, principalmente na época das enchentes. Em razão de sua ocorrência restrita e da irregularidade da recarga, diretamente condicionada pelas precipitações pluviométricas, estes sistemas aquíferos apresentam importância localizada como mananciais hídricos (CODEVASF, 1989).

Os aquíferos do Domínio Cárstico representam as melhores possibilidades de armazenamento de águas subterrâneas, e estão relacionados com as rochas carbonáticas do Grupo Bambuí. Em geral na região de Santana, o aquífero apresenta características bastante peculiares, que são resultantes do processo de cartificação das rochas carbonáticas.

Os estudos estatísticos realizados no âmbito do PDRH (1995) da Bacia do Rio Corrente indicam para os poços cadastrados na região de Santana-BA

valores médio para profundidade de 91,42 m, vazões média de 12,58 m<sup>3</sup>/h e capacidade específicas de produção de 11,03 m<sup>3</sup>/h.

## 2.6 Histórico

As únicas informações disponíveis referente ao processo histórico da cidade de Santana serão descritas a seguir. Fica claro que o processo que possibilitou a fixação do homem à localidade de Santana esta relacionada à cultura de cana de açúcar, prática essa comum na época do Brasil colônia. Foi assim descrita pelo autor:

Quando os Portugueses chegaram ao Brasil, a região era habitada pelos índios tupiniquins, procedentes do município de Angical. Somente em 1760 chegou o Sargento-Mor Antônio da Costa Xavier, indicado pelo Conde da Torre de fiscalizar as terras concedidas a rendeiros. Organizou uma fazenda para plantio de cana-de-açúcar e criação de gado. Mais tarde, Raimundo da Costa Xavier, herdando a fazenda de seu pai, o sucedeu na administração. A partir daí formou-se o arraial de Santana dos Brejos, subordinado ao município de Rio das Éguas, atual Correntina. Em 1868, quando criou - se a freguesia de Santana dos Brejos, subordinado ao município de Santa Maria da Vitória, a freguesia ficou mais independente. Mais tarde, elevou-se à categoria de Vila, através de Ato de 16 de agosto de 1890 e instalada em 16 de dezembro do mesmo ano. Pelos decretos estaduais números 7455 e 7479 do ano de 1931, o município de Santana dos Brejos tomou a denominação simplesmente de "Santana" ( IBGE,2014 ).

No período colonial do Brasil, mais especificamente na região nordestina como um todo, a principal forma de cultura de subsistência era o plantio de cana de açúcar. Nos dias atuais é possível encontrar diversas fazendas que ainda conservam a pratica do cultivo de cana de açúcar e de forma preponderante a pecuária leiteira, porem as dificuldades encontradas para manutenção destas práticas vem se agravando pelos constantes processos de estiagem e as dificuldades de armazenamento das águas superficiais, bem como a falta de investimento no aspecto de irrigação e captação das águas subterrâneas. A maioria dos poços artesianos existentes na região foram perfurados pela CERB- Companhia de Engenharia Rural da Bahia, que se resume em aproximadamente um por localidade.

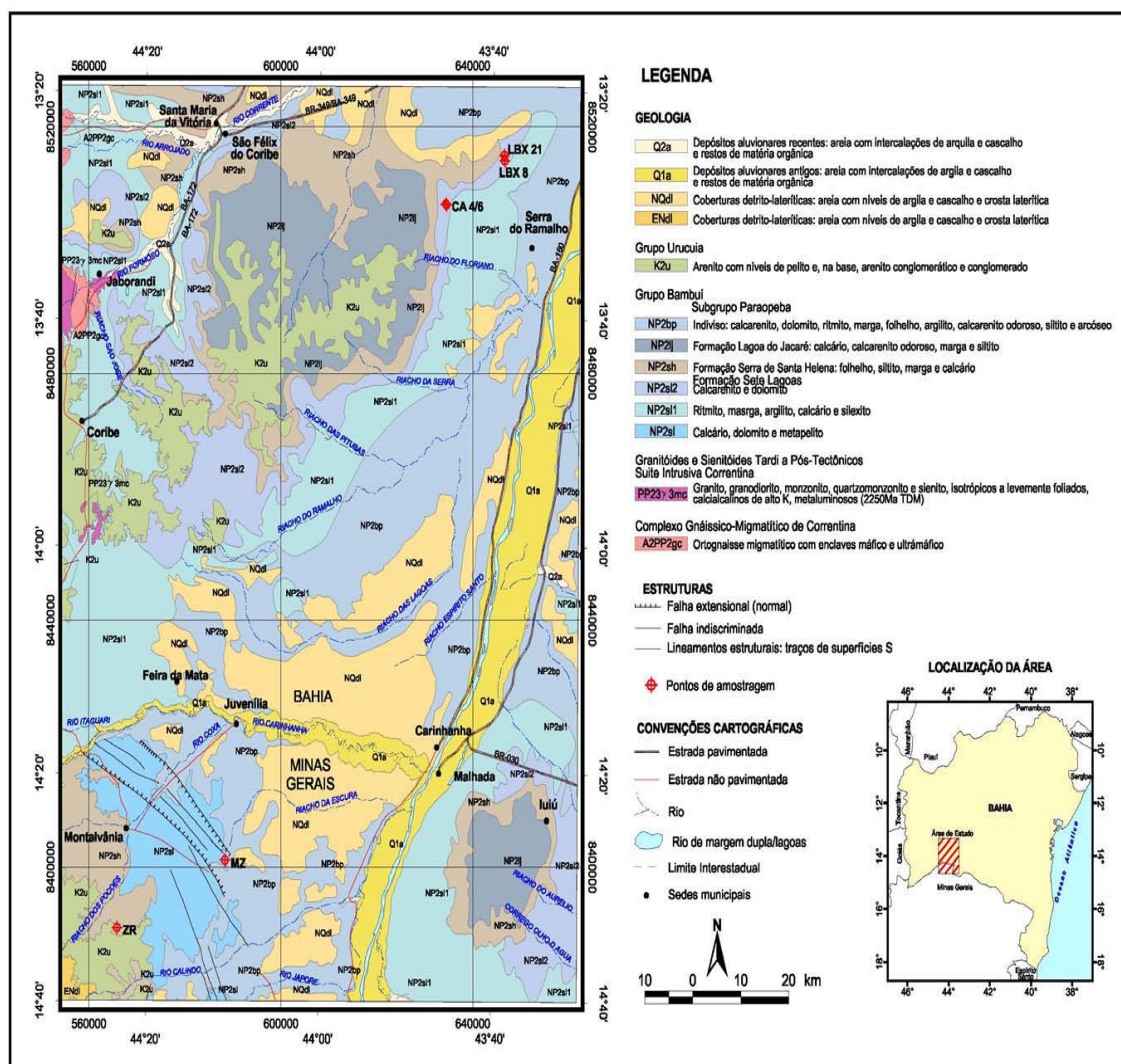
## 2.7 Aspectos Geológicos

O município de Santana-BA, localizado na bacia sedimentar do São Francisco, representada por uma extensa cobertura Proterozóica do Cráton do São Francisco. De acordo com Almeida (2004), faz parte de uma das porções da Plataforma Sul-americana não envolvida na orogênese do Brasiliano (Neoproterozóico), e que possui seu contorno definido por cinturões de dobramentos (Riacho do Pontal, Sergipano, Araçuaí, Ribeira, Brasília e Rio Preto) decorrentes do Neoproterozóico. Seu interior é preenchido por unidades do embasamento Arqueano-Paleoproterozóico, coberturas cratônicas Proterozóicas e Fanerozóicas (fig.3). Dentro deste contexto, tem-se o Grupo Bambuí, como parte integrante da porção superior do Supergrupo São Francisco. Este é representado por uma espessa sequência carbonática-pelítica, se estendendo do leste de Minas Gerais até o noroeste baiano (Martins, 2001).

Foi proposto por Dominguez em 1996 um modelo evolutivo para as coberturas do meso e neoproterozóico no Estado da Bahia. Com o término da glaciação Bebedouros-macaubas, aproximadamente em 1,0 Ga ocorreu elevação do nível do mar, provocado pelo degelo e subsidência, possibilitou a inundação de quase todo o Cráton do São Francisco. Tal subsidência pode-se atribuir à expansão das margens do paleocontinente São Franciscano (faixas Brasília, Araçuaí, Rio Preto e Riacho do Pontal) e a expansão térmico-flexural dessas margens, das bordas para o interior do cráton. A condição acima descrita resultou na deposição dos sedimentos pelíticos-carbonáticos do Grupo Bambuí.



**Figura 3 – Mapa geológico regional**



Fonte: Almeida (2004)

### 2.7.1 Geologia Local e Estratigrafia

Com relação às unidades litoestatigráficas, foram definidas inicialmente por Costa & Branco (1961) para região de Sete lagoas estado de Minas Gerais, coube a este a apresentação da primeira divisão litoestratigráfica global para o Grupo Bambuí. Estes autores propuseram a subdivisão da "Série Bambuí" em três formações: Carrancas (unidade basal); Sete Lagoas (unidade intermediária) e a unidade superior; rio Paraopeba. Esta última constituída por quatro membros, a saber: Serra de Santa Helena, Lagoa de Jacaré, Três Marias e, finalmente, Serra

da Saudade que tem sido amplamente utilizado para o Grupo Bambuí tanto na Bahia como no estado de Minas Gerais.

Dardene (1978) propõe um estatigrafia para o mesmo grupo em Minas Gerais e finalmente Dardenne em 1981, na sua classificação litoestratigrafica caracterizou seis formações: Fm. Jequitaí, Fm. Sete Lagoas, Fm. Serra de Santa Helena, Fm. Lagoa do Jacaré, Fm. Serra da Saudade e Fm Três Marias.

Finalmente, na tentativa de correlacionar a sequência do Bambuí em Minas Gerais com a da região da Serra do Ramalho, Miranda *et. al.* (1976) e Miranda (1997) subdividiram o Grupo Bambuí em sete unidades litoestratigráficas designadas de C0 a C7 baseados em trabalhos de mapeamento em superfície.

O índice numérico refere-se à ordem cronológica de deposição, partindo-se do pacote mais antigo para o mais novo. Em comparação com a estratigrafia definida por Dardenne (1978) para o Grupo Bambuí em Minas Gerais, as unidades C0 a C3 se correlacionam à Formação Sete Lagoas, a unidade C4 corresponde à Formação Serra de Santa Helena, as unidades C5 e C6 equivalem à Formação Lagoa do Jacaré; e a C7 corresponde à Serra da Saudade. Nas unidades C2 e C3 estão as principais ocorrências de fluorita (MIRANDA *et. al.*, 1976; MIRANDA & SILVA, 1978; MISI & SILVA, 1996).

Na área estudada apenas quatro formações ocorrem, da base para o topo são as seguintes: Sete Lagoas, Santa Helena, Lagoa do Jacaré e Urucuia, (fig. 4) a serem descritas a seguir, conforme citação da CODEVASF (1989 ):





















- **Formação Sete Lagoas** - Constitui a base do grupo Bambuí na área, recobrando, em alguns locais rochas do complexo Caraíba-Paramirim e, em outros, a formação Jequitaí. As litologias que compõem esta formação representam uma espessa seqüência, predominantemente calcária, com dolomitos, calcários dolomíticos, margas, calcários argilosos e folhelhos subordinados.
- **Formação Santa Helena** - Recobre a formação Sete Lagoas através de contato concordante e gradativo. As litologias que compõem esta unidade

são siltitos, folhelhos, margas, ardósias, argilitos e níveis muito finos de arenitos, sendo frequentes lentes de calcários finos, cinza a pretos.

- **Formação Lagoa do Jacaré** - Esta formação sobrepõe-se concordante e gradativamente à formação Santa Helena. Os tipos litológicos são constituídos por calcários pretos a cinza, localmente oolíticos e pisolíticos, margas, pequenas intercalações de siltitos e folhelhos de cor verde-amarela. Ocorrem ainda sotoposta formação Urucuia coberturas detríticas de idade terciária representada por coberturas elúvio-coluvionares arenosa-argilosas e finalmente os aluviões do Quaternário representados por cascalhos, areias e siltes .
- **Formação Urucuia-** Recobre o topo do Grupo Bambuí e são representadas por arenitos avermelhados e argilosos.

**Figura 4 – Coluna estratigráfica simplificada do Grupo Bambuí**



Grupo Bambuí	Formação Urucúia		Siltite cinza a preto, arenoso
			Arenito vermelho, muito fino, calcífero
	Formação Três Marias		Aroóseos e arenitos arcoseanos
			Siltite cinza escuro
	Formação Serra da Saudade		Conglomerado local
			Folhelho verde claro a acinzentado, pouco micáceo, calcífero, com intercalações de calcilito
	Formação Lagoa do Jacaré		Calcarenito cinza recristalizado
			Folhelho cinza, micáceo e siltite calcífero
	Formação Serra de Santa Helena		Calcilito cinza recristalizado
			Calcarenito oolítico
Formação Sete Lagoas		Siltite cinza maciço	
		Folhelho cinza a verde-escuro, piritoso	
Formação Cairranças		Marga cinza-escura, calcilito	
		Dolomito	
Grupo Macaúbas		Calcarenito recristalizado, sacaroidal	
		Calcilito cinza argiloso	
Formação Macaúbas		Folhelho cinza calcífero	
		Conglomerado e diamictito	
Formação Macaúbas		Arenito branco, fino a médio, silicoso quartzoso, pouco calcífero	
		Siltite cinza-escuro	

Fonte: Modificada de Fugita & Clark Filho (2001).

### 3 REVISÃO TEÓRICA

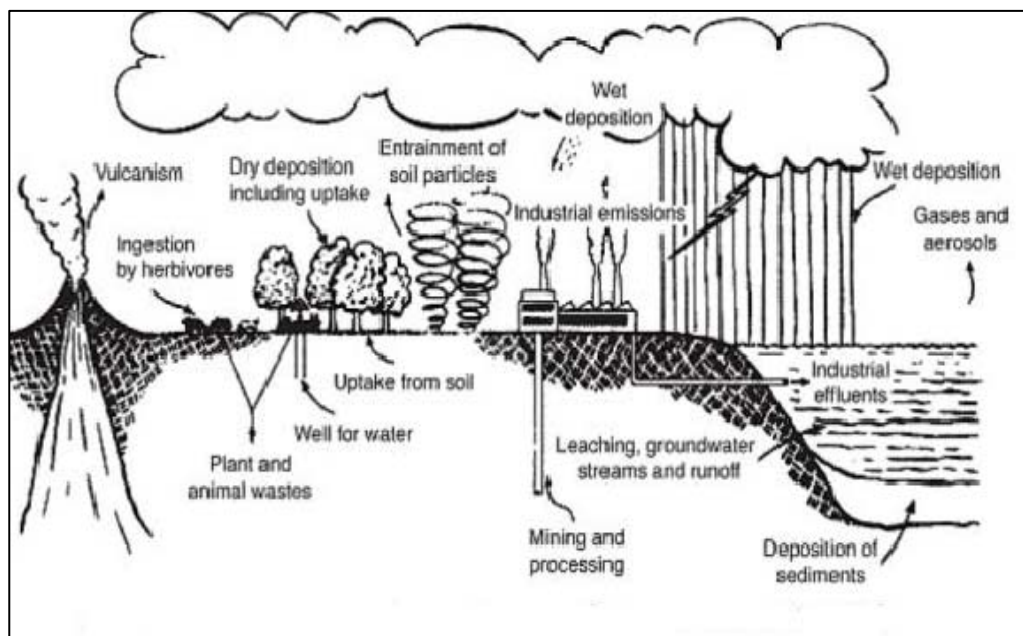
#### 3.1 Características Químicas do Flúor

O flúor é o 13º elemento mais abundante na natureza e o mais leve do grupo dos halogênios (que inclui ainda o cloro, o bromo e o iodo) e também o mais eletronegativo, com grande capacidade de reagir com outros elementos químicos e formar compostos orgânicos e inorgânicos. Em temperatura ambiente, se encontra na forma de um gás amarelo, de cheiro extremamente irritante (F<sub>2</sub>). É classificado como ametal, formando compostos com praticamente todos os demais elementos (NANNI, 2008).

#### 3.2 Fontes Geológica, Hidroquímica e controle do Flúor em Águas Subterrâneas

O flúor é um elemento tipicamente litófilo que está amplamente distribuído na natureza, encontra-se associado a vários tipos de rochas, além de diversos organismos vivos. Nas rochas, a sua ocorrência está intimamente relacionada aos processos ígneos (BELL, 1998). Ocorre geralmente como um componente da fase volátil, concentrando-se nas fases finais da evolução em rochas alcalinas, carbonatitos, depósitos hidrotermais, zonas de alteração e pegmatitos (DARDENNE *et al.*, 1997). Sua concentração geralmente está associada aos minerais de fluorita e fluorapatita. Em superfície, ocorre a liberação do flúor através do intemperismo dos minerais, que entra em solução aquosa supergênica na forma de íon fluoreto livre, sendo este possuidor de uma alta mobilidade e também pode ser incorporado nas águas subterrâneas (NANNI 2008) (Fig. 5).

**Figura 5 - Ciclo do Flúor no Meio Ambiente**



Fonte: Weinstein e Davison (2004) apud Nanni (2008)

Nas águas subterrâneas a concentração de  $F^-$  aumenta onde ocorre intercâmbio catiônico de  $Ca^{2+}$  por  $Na^+$ , diminuindo assim a concentração de  $Ca^{2+}$  e potencializando a mobilidade dos fluoretos (BELL, F. 1998). Na presença de cálcio, a concentração de  $F^-$  na água é determinado pelo produto de solubilidade da fluorita. As concentrações de flúor nas águas naturais são assim diretamente ligadas às concentrações de cálcio.

Entre outros fatores que controlam a concentração de fluoreto nas águas naturais estão a temperatura, pH, presença de íons e colóides complexantes, solubilidade dos minerais que contêm flúor, capacidade de troca iônica dos materiais que compõe o aquífero ( $OH^-$  por  $F^-$ ), tamanho e tipo de formações geológicas (ADREAZZINI, 2005) além do tempo de interação água-rocha (MARIMON, 2006), como por exemplo, em locais em que os aquíferos têm baixa circulação, o que pode ser devido ao baixo consumo ou por confinamento dessas águas. Pode-se ainda citar: profundidade de captação, fluxo, clima, recarga (GONÇALVES, 2014).

Ocorre ainda o controle estrutural, onde Kim e Joeng (2005) levantam duas hipóteses bem aceitas sobre enriquecimento de fluoreto em regiões de falhas. Na primeira ocorre o enriquecimento a partir de zonas de alterações ao longo de falhas em rochas que contenham fluoreto em sua estrutura química, e a outra seria a ascensão de águas profundas enriquecidas por fluoretos por meio de zonas de falhas.

De forma geral, o flúor pode estar concentrado nos diversos tipos de rochas conforme os seguintes percentuais de minerais, mostrados nas tabelas 2, 3 e 4 de acordo com Alman e Koritining apud Wedephol (1972):

**Tabela 2 - Minerais de Flúor em Rochas Granitóides**

<b>Mineral</b>	<b>Conteúdo Mínimo de Flúor em (%) Peso</b>	<b>Conteúdo Máximo de Flúor em (%) Peso</b>
Biotita	0,06	3,99
Flogopita	0,05	6,74
Muscovita	0,04	2,06
Plagioclásio	0,069	0,089
Microclínio	-----	0,03
Anfibólio (hornblenda)	0,01	0,53

**Tabela 3 - Minerais de Flúor em Rochas Sedimentares**

Mineral	Conteúdo Mínimo de Flúor em (%) Peso	Conteúdo Máximo de Flúor em (%) Peso
Muscovita	-----	0,454
Caolinita	0,026	0,15

**Tabela 4 - Faixa de Concentração de Flúor em Rochas Ígneas em ppm.**

Teor em SiO <sub>2</sub>	Ácidas	Intermediárias	Básicas	Ultra- básicas
Valor médio em (ppm)	800	400	420	100
Litotipos	Riólitos	Andesitos	Basaltos	
	260-1.080	210-505	180-540	

### 3.3 Concentrações de Fluoretos por Ações Antropogênicas

Para este tipo de acúmulo, o aumento de concentrações de fluoretos estão relacionadas às diversas atividades produzidas pela ação humana. Nestes casos, o flúor poderá ser adicionado através, principalmente, das atividades industriais ou agrícolas, que são as seguintes: siderurgia, fundições, fabricação do alumínio, de louças e esmaltados, vidro, teflon, além dos fertilizantes fosfatados utilizados na agricultura e os aerossóis de uso domésticos na forma de clorofluorcarbono (CFC) (Figura 5). Todos esses são responsáveis pela introdução do flúor no ciclo ambiental (NANNI, 2008).

### 3.4 Hipótese Sobre a Origem do Flúor na Região de Santana-BA

Do ponto de vista estratigráfico sabe-se que as mineralizações de fluorita que ocorrem na área estudada estão associadas aos dolomitos, no contato entre

C2 e C3 ou Sete Lagoas 2 e 3 ( CONCEIÇÃO FILHO *et. al.*, 1998). Segundo trabalhos de Dardenne & Freitas (1999), as mineralizações de fluorita ocorrem ao longo da discontinuidade entre C2 e C3, sugerindo uma migração de fluidos mineralizantes, dissolvendo e substituindo os dolomitos encaixantes.

Misi (1999), para justificar a mineralização de fluorita conforme modelo proposto por Dardene & Freitas (1998), sugeriu a presença de corpos graníticos ricos em urânio em áreas próximas do município da Serra do Ramalho, mesmo faltando indício direto de atividade ígnea. A possibilidade de tal inferência deve-se às observações geofísicas que demonstram a existência de baixos de anomalias Bouguer de formatos ovalados ou circulares que ocorrem sob as coberturas proterozóicas da região estudada; sugerindo a existência de um corpo granítico, rico em urânio, que poderia ser a fonte motriz capaz de gerar calor e possibilitar a ascensão dos fluidos mineralizantes ricos em flúor (MARTINS, 2001) .

### **3.5 Valores de Flúor para Consumo Humano**

No final dos anos 1930, observações de “Dean” realizadas em várias localidades com diferentes teores de fluoreto, naturalmente presente nas águas de abastecimento nos EUA, haviam mostrado que a partir de determinados teores, a experiência de ataque de cárie não diminuía de modo significativo, mas a porcentagem de adolescentes afetados por fluorose dentária aumentava (Dean 1941). Essa série de estudos foi essencial para estimar o teor ótimo que representava o máximo de redução de cárie (benefício) com o mínimo de efeito colateral (fluorose dentária esteticamente aceitável), expressa por valores em torno de 1,0 mg F/l. Devido aos efeitos esperados em termos de saúde pública da fluoretação da água diante dos elevados padrões de prevalência e severidade da cárie dentária na época, a fluorose dentária esteticamente aceitável decorrente da medida foi considerada como o preço a ser pago pelo benefício da prevenção da

cárie. Entretanto, reconhecia-se que esse valor poderia variar conforme o volume diário de ingestão de água, e algum tempo depois, foi mostrado que crianças residentes em regiões mais quentes tinham menos cárie e mais fluorose quando comparadas com crianças residentes em regiões mais frias, mas de mesmo teor de fluoreto nas águas de consumo.

Por essa razão, Galagan e Vermillion (1957) descreveram um método para determinar o teor ótimo de fluoreto na água de abastecimento levando em consideração o efeito da média das temperaturas máximas diárias sobre o consumo de água em crianças.

Portanto para determinar os limites de flúor a serem dosados em abastecimento público utiliza-se na equação, proposta por Galagan & Vermillion (1957).

$$C = 22,2$$

€

Onde:  $€ = 10,3 + 0,725 T$ , representa uma função linear relacionada as variações de temperatura, onde  $T$  = média de temperaturas máximas diárias observadas durante um período mínimo de um ano, em graus centígrados.

Essa equação possibilita obter valores máximos e mínimos para o flúor a ser adicionado nas águas de abastecimentos com base no risco a cárie, este seria no patamar inferior de flúor o valor mínimo a prevenção da lesão de cárie e o valor máximo a condição na qual acima deste o risco a fluorose dentária se torna eminente. A condição intermediária seria a concentração ótima entre a possibilidade não ter cárie ou fluorose.

**Quadro 1 - Limites recomendados para a concentração de fluoreto em função da média das temperaturas máximas diárias**

Média das temperaturas máximas diárias do ar (°C)	Limite Recomendado para a Concentração do Íon Fluoreto (em mg/l)	Limite Recomendado para a Concentração do Íon Fluoreto (em mg/l)	Limite Recomendado para a Concentração do Íon Fluoreto (em mg/l)
	Mínimo	Máximo	Ótimo
10,0-12,1	0,9	1,7	1,2

12,2-14,5	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	0,7

Fonte: Portaria MS 635/75

A Lei Federal 6.050 (BRASIL 1974), regulamentada pelo Decreto 76.872, de 22/12/75 (BRASIL, 1976), obriga a fluoretação das águas onde exista Estação de Tratamento de Água (ETA) e através da Portaria 635, de 26/12/1975, estabeleceram-se padrões para a operacionalização, incluindo os limites recomendados para a concentração do íon fluoreto. Esta portaria recomenda que o teor de flúor a ser adicionado nas águas de abastecimento público deve obedecer a limites de concentração em função da média das temperaturas máximas diárias.

Posteriormente, através da Portaria 1469, de 29/12/2000, foi definido o valor de 1,5 mg F/L como Valor Máximo Permitido (VMP). Destaca-se na norma que:

*Os valores recomendados para a concentração de íon fluoreto devem observar à legislação específica vigente relativa à fluoretação da água, em qualquer caso devendo ser respeitado sempre o VMP desta Tabela para a região a ser monitorada para o íon de flúor. (BRASIL, 2000).*

Essa orientação é mantida na Portaria 518/2004, que também determinou como VMP o teor de 1,5 mg F/l para todo o território nacional. Esse valor foi baseado em relatórios técnicos da Organização Mundial da Saúde de 1984 e 2004 os quais serviram de referência para muitos países, independentemente de suas condições climáticas.

Além do flúor, a Portaria 518/2004 também orienta sobre a disponibilidade VMP de alguns elementos nas águas de consumo humano. O Ministério da Saúde publicou no Diário Oficial da União do dia 14 de dezembro de 2011 a Portaria 2.914, de 12/12/2011. Trata-se de norma que dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo

humano e seu padrão de potabilidade. Esta portaria revoga e substitui integralmente a Portaria MS 518, de 25/03/2004, a vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade.

Com relação ao padrão de potabilidade para substâncias químicas que representam risco à saúde, os valores de flúor se mantiveram em 1,5 mg F /l e com relação ao padrão de aceitação de água para consumo humano pode-se citar, além do flúor, outros íons importantes com relação ao aspecto sanitário, conforme tabela abaixo:

**TABELA 5 - Valores referenciados para flúor, nitrato, nitrito, sulfato e cloretos de acordo com a portaria 2914**

<i>ÍONS</i>	<i>unidades</i>	<i>VMP</i>
Flúor	mg de F <sup>-</sup> /l	1,5
Nitrato	mg de NO <sub>3</sub> /l	10,0
Nitrito	mg de NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> / l	1,0
Cloretos	mg de Cl <sup>-</sup> / l	250
Sulfatos	mg de SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> /l	250

FONTE: Adaptado da portaria 2919/11 (Ministério da saúde)

### **3.6 Importância do Flúor na Prevenção da Saúde Bucal**

#### **3.6.1 Mineralização do Esmalte Dentário**

O flúor tem seu principal benefício na saúde humana pautada na possibilidade de interferir no processo de formação da carie dentária, inibindo a desmineralização e ativando a remineralização do complexo esmalte-dentina, através de reações químicas que ocorrem na superfície dental.

O conteúdo mineral do esmalte dentário é constituído por cristais de hidroxiapatita, que se acham distribuídos de modo a formar os prismas de esmalte. Entre estes prismas, encontram-se lacunas chamadas espaços interprismáticos, por onde circula o fluido do esmalte. Desta maneira, existem verdadeiras vias de circulação deste fluido, estabelecendo-se uma pressão de difusão do esmalte para a saliva e vice-versa. Toda vez que houver a produção



de ácidos, em especial o ácido láctico, decorrente do metabolismo bacteriano, ocorrerá a saída de íons cálcio ( $\text{Ca}_2^+$ ) e fosfato ( $\text{PO}_4^{-3}$ ) dos cristais de hidroxiapatita. Assim, teremos um aumento das concentrações destes íons no fluido do esmalte e, por difusão, haverá a tendência destes íons deixarem o esmalte e se difundirem para a saliva. Estamos diante de uma desmineralização. Por outro lado, quando cessa o desafio cariogênico, no momento em que a concentração de  $\text{Ca}^{+2}$  e  $\text{PO}_4^{-3}$  na saliva for maior que a do fluido do esmalte, o fluxo de íons dá-se no sentido contrário, ou seja, da saliva para o esmalte. Neste caso teremos uma remineralização. Quando existe uma concentração de flúor em torno de 1 ppm no ambiente, o mesmo atua como catalisador do processo, e teremos a remineralização acelerada em aproximadamente 5 vezes (BUZALAF, 1996).

### 3.7 Fluorose Dentária

A fluorose dentária origina-se da exposição do germe dentário, durante o seu processo de formação, quando submetida a altas e freqüentes concentrações do íon flúor, produzindo defeitos de mineralização do esmalte.

O que ocorre é que durante a amelogênese doses elevadas deste elemento irá retardar a mineralização do esmalte, afetando o crescimento dos cristais de apatita; o flúor entrará no mineral em substituição a hidroxila, diminuindo assim o volume do esmalte neoformado (AOBA, 1977). Do ponto de vista microscópico este apresentará mais poroso.

O risco de fluorose ocorre principalmente do nascimento até os 6 anos de idade, período em que ocorre a mineralização dos dentes permanentes, exceto terceiros molares. A diferença na ocorrência da fluorose na dentição decídua e permanente deve-se ao fato de que a mineralização dos dentes decíduos ocorre antes do nascimento, e que a placenta funcionaria como barreira passiva contra a passagem de altas concentrações de flúor do plasma materno para o feto. Uma outra razão deve-se ao fato de que o tempo de mineralização dos dentes decíduos é menor, além da menor espessura de esmalte e da cor esbranquiçada característica desses dentes, que dificulta a detecção da fluorose em graus mais leves (CAPELLA, 1991; FEJERSKOV *et al.*, 1994).

Para diagnosticar a fluorose dentária deve-se sempre observar se os dentes homólogos foram afetados (FEJERSKOV *et. al.*, 1994).

O aspecto clínico é de manchas opacas no esmalte, nos dentes homólogos, até regiões amareladas ou castanhas em casos de alterações mais graves (DENBESTEN, 1999; FEJERSKOV, 1994).

Nas formas mais graves pode ocorrer, após a erupção, o desprendimento de porções do esmalte. Isto leva ao aparecimento de depressões na superfície do dente (foto15).

**Foto 15 – Fluorose Dentária de grau 5 conforme classificação de DEAN (1957)**



Fonte: Carlos Coutinho (autor)

A foto (15) foi obtida em estudante do centro Educacional Municipal Irmã Genelise Neves Domingues, localidade de Caracol. Observa-se alterações no esmalte, em incisivos centrais superiores além de manchas castanhas e pequenas erosões.

Quando a fluorose ocorre na forma severa quase sempre produzirá hipersensibilidade dolorosa nos dentes além do aspecto estético desarmônico, comprometendo a qualidade de vida do indivíduo. Este fato, conforme observado por Cangussu *et al.* (2002), tem a incidência aumentada em localidades onde a endemia de fluorose esta associada à reservatórios naturais de água.

### 3.7.1 Epidemiologia da Fluorose Dentária

Epidemiologia é uma ciência de caráter essencialmente coletivo e social, assim como vem ampliando o seu importante papel na consolidação de um saber científico sobre a saúde humana, fornecendo subsídios para o planejamento e a organização das ações de saúde e para a avaliação de programas, atividades e procedimentos preventivos e terapêuticos.

Rouquayrol (2003) define epidemiologia como a ciência que estuda o processo saúde-doença, analisando a distribuição populacional e os fatores determinantes das doenças e danos à saúde e eventos associados à saúde coletiva, propondo medidas específicas de prevenção, controle ou erradicação de doenças e fornecendo indicadores que sirvam de suporte ao planejamento, administração, e avaliação das ações de saúde.

Devido ao seu caráter eminentemente observacional a epidemiologia tem como base o conceito denominado risco. O risco pode ser definido como a probabilidade dos membros de uma determinada população desenvolver uma dada doença ou evento relacionado à saúde em um período de tempo. As medidas típicas do risco são chamadas de incidência e prevalência.

O termo de prevalência e incidência, ambas são medidas de frequência de ocorrência de doença. Segundo Pereira (2000), a prevalência mede quantas pessoas estão doentes, incidência mede quantas pessoas tornaram-se doentes. Ambos os conceitos envolvem espaço e tempo – quem está ou ficou doente num determinado lugar e numa dada época.

### 3.7.2 Prevalência da Fluorose

Nos anos 90 foram realizados vários estudos epidemiológicos no mundo que descrevem diferenças na prevalência da fluorose que variam desde a quase ausência da doença nas populações menores que 2,2%, até proporções maiores que 90% (AKPATA et al., 1997; DOWNER, 1994).

No Brasil, da mesma forma, estudos descrevem prevalências entre zero (Campos et al., 1998) até 97,6% (Capella et al., 1998).

Cangussu et al. (2002), afirma que mesmo em locais que se tenha altas prevalências, a proporção de indivíduos que apresentam as formas moderada e severa ainda é pequena, só aumentando significativamente nos locais onde a fluorose deve-se à alta concentração do fluoreto nas fontes naturais de água. A exemplo pode-se citar a localidade de Mocambo, no município de São Francisco-MG, onde foi encontrado concentrações elevadas de flúor com valores de até 3,9 mg/l, nas águas subterrâneas, produzindo prevalências de até 97,9% com 65,4% da população estudada apresentando grau elevado e comprometimento estético e funcional dos dentes.

Tal condição endêmica pode ter ocorrido devido ao fato de quatrocentos e quarenta rios se tornarem temporários, pelo desmatamento de suas margens, provocado por indústrias carvoeiras que se instalaram na região, tendo seu abastecimento de água comprometido pela seca e perda do manancial. Foi então perfurado um poço artesiano que passou a abastecer a comunidade a partir de Julho de 1979 (EMATER, 1998). Durante muito tempo, utilizou-se destas águas para consumo humano somente após quinze anos, ao perceber que os dentes permanentes das crianças estavam nascendo defeituosos, a comunidade resolveu isolar o poço artesiano. A partir de dezembro de 1995, a comunidade de Mocambo, começou a utilizar águas de um outro rio local (PIRES, 2001).

Segundo o projeto SB 2010, a prevalência de fluorose dentária, obtidas pelo índice de Dean, em crianças de 12 anos de idade no Brasil distribui da seguinte maneira: 16,7% apresentavam fluorose, sendo que 15,1% foram representados pelos níveis de severidade *muito leve* (10,8%) e *leve* (4,3%). Fluorose *moderada* foi identificada em 1,5% das crianças. O percentual de examinados com fluorose severa pode ser considerado nulo. Esses valores

baixos são reflexos de uma análise sobre uma população muito grande, que são aproximação da média.

### 3.7.3 Severidade da Fluorose Dentária

Nos Estados Unidos, os CDC-*Centers for Disease Control and Prevention* (2001) indicam como fatores de risco para a fluorose o consumo de água fluoretada, a utilização de dentifrícios fluoretados e de suplementos de flúor e a ingestão de comidas e bebidas industrializadas até os 6 anos de idade. O tempo de duração da exposição e a época da vida em que a criança foi exposta quase sempre definem a incidência da fluorose dentária (FEJERSKOV *et. al.*, 1990).

Sabe-se, no entanto, que outros fatores condicionantes podem agravar a distribuição e a severidade das lesões fluoróticas e que não só dependem da concentração de flúor disponíveis para consumo. Os principais são os seguintes:

- As Altas temperaturas levariam a uma maior ingestão de água, além do que, em temperaturas mais altas, diminuiria a excreção urinária, diminuindo, conseqüentemente, a excreção de fluoretos (HOROWITZ, 1989), (ANGMAR- MANSSON & WHITFORD, 1990);
- Nível sócio-econômico remeteria ao estado nutricional deficiente, aumentando a absorção do fluoreto (ELLWOOD & O'MULLANE, 1994);
- Renda familiar devido ao excesso de fluoroterapias, porém, com evidências ainda não comprovadas ou pouco confirmadas (PENDRYS *et al*, 1995);
- Desordens metabólicas no equilíbrio ácido-base do organismo (EVANS, 1995). Quando o pH da urina é baixo, a excreção de fluoreto também é baixa. A liberação de fluoreto aumenta com o aumento do pH urinário. Vários fatores podem afetar o pH urinário como altitude, certas drogas, doenças metabólicas, ou dieta do indivíduo (WHITFORD, 1997).

A severidade da fluorose pode ser quantificada através de diversos índices, porém o mais utilizado é o Índice de Dean (DEAN, 1934). Esta classificação tem sido usada por muitos anos para descrever a fluorose, o que permite a comparação com um volume maior de estudos. Dada a alta subjetividade envolvida na aferição dessa condição, é o instrumento epidemiológico de escolha para inquéritos populacionais, tendo em vista a obtenção de melhores níveis de reprodutibilidade em relação a outros índices (SB Brasil, 2010). Este índice, também recomendado pela OMS para estudos de fluorose dentária em populações (WHO, 1997), para tal deve-se realizar o exame dos dois dentes mais afetados e o registro de um escore, com base no aspecto estético do esmalte (GONINI,1999). Os critérios podem ser visto a seguir:

**Fotos 16 a 21 - Critérios e valores para a classificação de dentes fluoróticos, adaptado do Projeto SB Brasil (2010), de acordo com o Índice de Dean. Fotos obtidas em estudantes da rede municipal de ensino de diversas localidades do município de Santana-BA.**

**Foto 16 – Código 0: Classificação Normal**



**Fonte: Carlos Coutinho (autor)**

**Características:** O esmalte apresenta translucidez usual com estrutura semi-vitriforme. A superfície é lisa, polida, cor creme clara.

**Foto 17 - Código 1 : Classificação Questionável**



**Fonte: Carlos Coutinho (autor)**

**Características:** O esmalte revela pequena diferença em relação à translucidez normal, com ocasionais manchas esbranquiçadas. Usar este código quando a classificação “normal” não se justifica.

**Foto 18 – código 2: Classificação da fluorose muito Leve**



**Fonte: Carlos Coutinho (autor)**

**Características:** Áreas esbranquiçadas, opacas, pequenas manchas espalhadas irregularmente pelo dente, mas envolvendo não mais que 25% da superfície. Inclui opacidades claras com 1mm a 2 mm na ponta das cúspides de molares (picos nevados).



**Foto 19- Código 3 : Classificação da fluorose Leve**



Fonte: Carlos Coutinho (autor)

Características: A opacidade é mais extensa, mas não envolve mais que 50% da superfície do dente.

**Foto 20- Código 4: Classificação da fluorose moderada**



Fonte: Carlos Coutinho (autor)

Características: Todo o esmalte dentário está afetado e as superfícies sujeitas à atrição mostram-se desgastadas. Pode haver manchas castanhas ou amareladas frequentemente desfigurantes.

**Foto 21- Código 5 : Classificação da fluorose severa**





Fonte: Carlos Coutinho (autor)

Características: A hipoplasia está generalizada e a própria forma do dente pode ser afetada. O sinal mais evidente é a presença de depressões no esmalte, que parece corroído. Manchas castanhas generalizadas.

A classificação de código 9 utiliza-se na avaliação epidemiológica quando, por alguma razão, um indivíduo não puder ser avaliado quanto à fluorose dentária; a exemplo quando se utiliza prótese dentária.

#### **4 DESENHO METODOLÓGICO**

Essa pesquisa foi realizada, no município de Santana-BA, no oeste baiano, onde a população utiliza-se como principal fonte de águas para abastecimento as de origens subterrâneas. As águas do município de Santana, conforme apresentado em Gonçalves (2014), se destacam pelos valores de flúor bem acima daqueles preconizados pela portaria 2914/11 do Ministério da Saúde (Tabela 5) para consumo humano de até 1,5 mg /l, por apresentar diversos relatos de casos de fluorose dental, conforme relato da Secretaria Municipal de Saúde de Santana-BA.

Diante de tal circunstância, foi elaborado um estudo de caráter exploratório e descritivo em 24 meses, que teve seu início com um amplo levantamento bibliográfico referente aos aspectos geológicos, fisiográficos, socioeconômicos, hidroquímicos e epidemiológicos da fluorose dentária.

Foram realizadas as seguintes etapas:

- Obtenção de dados hidroquímicos em fontes secundárias para os fluoretos, sulfatos, nitratos, nitritos e cloretos;
- Construção de mapas, gráficos, quadros e tabelas;
- Cálculo do tamanho da amostra, calibração do pesquisador, objetivando a obtenção da prevalência e severidade da fluorose em estudantes com 12 anos de idade;
- Aplicação de questionário com perguntas fechadas (Apêndice C );
- Tabulação e interpretação dos dados.

O estudo em questão foi cadastrado no comitê de ética através do site da plataforma Brasil (Ministério da Saúde). Todas as etapas referentes às análises clínicas para avaliar a prevalência e severidade da fluorose dentária foram previamente informadas aos estudantes e aos responsáveis através do TCLE - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Apêndice A).

#### **4.1 Dados Analíticos em Águas Subterrâneas.**

##### **4.1.1 Dados Hidroquímicos**

No estudo, foram avaliados os dados hidroquímicos das águas referentes aos íons de fluoretos, cloretos, sulfatos, nitratos e nitritos com base nos valores da portaria 2914 (Ministério da saúde, 2011) (quadro 2 ). A escolha destes íons deve-se a possibilidade de avaliar a existência de contaminação das águas subterrâneas por matéria orgânica, possibilitando descartar ou não as vias antropogênicas de contaminação para fluoretos.

**Quadro 2 - Valores segundo a portaria 2914 referente à potabilidade das águas para consumo humano referente aos íons utilizados.**

Íons analisados	Concentração (mg/l)
Cloretos (Cl <sup>-</sup> )	250,0
Nitratos (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	10,0
Nitritos (NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> )	1,0
Sulfatos (SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> )	250,0
Fluoretos (F <sup>-</sup> )	1,5

Os dados hidroquímicos utilizados para o estudo em questão foram obtidos através das fontes secundárias, produzidos pela CPRM junto ao Sistema de Informações de Águas Subterrâneas/SIAGAS e no trabalho de Gonçalves (2014) (Quadro 5). A utilização das duas fontes justifica-se no intuito de melhorar a malha de amostragem da região, visto que o município tem uma área de 1.914,7 km<sup>2</sup>, além de melhorar a consistência dos cálculos do sumário estatístico. Os dados foram previamente validados com base nos valores da mediana das amostras que foram adotados por se tratar de uma distribuição não normal (Gráficos 2a, 2b, 2c ,2d ). Os valores das medianas são bastantes próximos .

### Gráficos 2 - Caixa (*box plot*) indicando a dispersão das medidas físico-químicas na área de estudo.

Gráfico 2a.

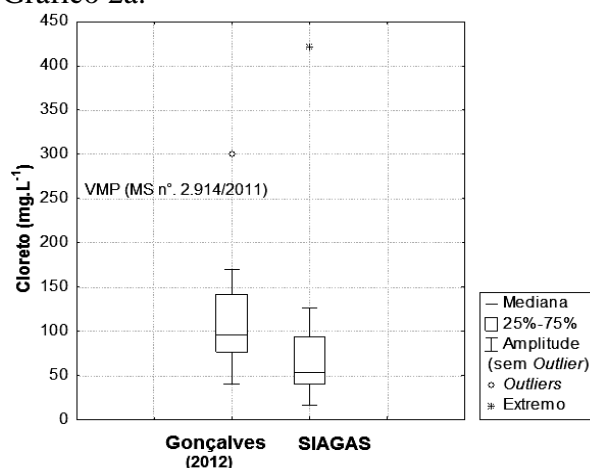


Gráfico 2b

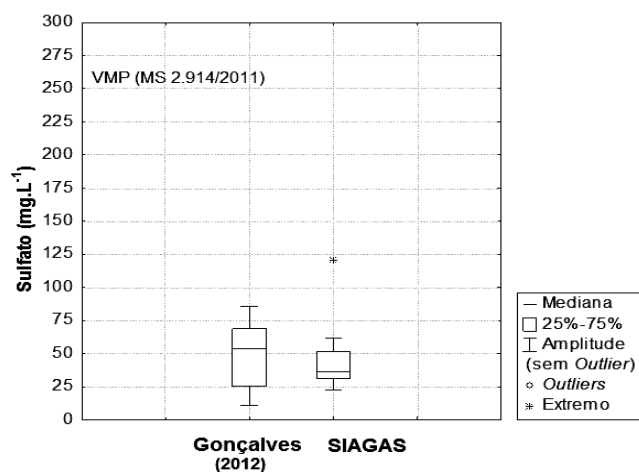


Gráfico 2c.

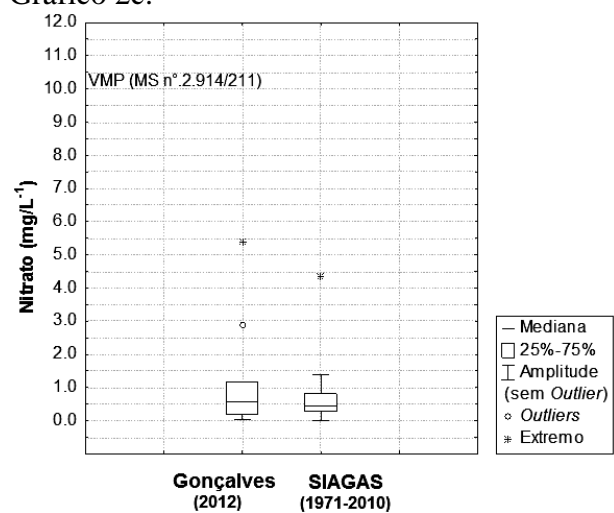
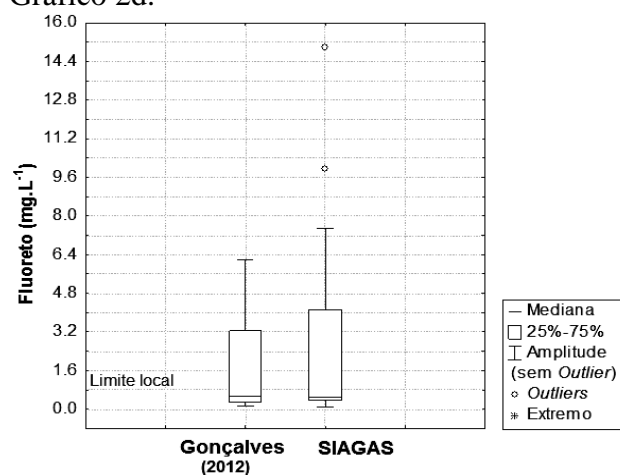


Gráfico 2d.



Os íons de fluoretos foram avaliados em 56 localidades com a finalidade de aumentar a malha de informação para construção do mapa de isoteor de flúor

(Figura 6 ) que foi confeccionando através do programa ArcGis versão 10.1. Para os íons de nitrito, foram analisadas, amostras de águas de 15 localidades conforme a distribuição populacional obtidas na entrevista. As localidades são apresentadas no quadro 7. Vale ressaltar a dificuldade da obtenção de dados de nitrito na literatura, considerando a instabilidade deste íon frente a oxidação. Os dados utilizados neste trabalho para o nitrito foram exclusivamente obtidos em Gonçalves (2014). Esses dados foram utilizados simplesmente para avaliar a existência ou não de contaminações recentes.

#### 4.2 Determinação do Teor Ótimo de Flúor com Base na Temperatura

O valor ótimo da concentração do flúor a ser consumido em solução nas águas de abastecimento público para a região foi obtido a partir da equação de Galagan & Vermillion (1957). Este dado foi utilizado como parâmetro da condição do teor ótimo de flúor para as águas subterrâneas do município de Santana. Para o cálculo utilizou-se da temperatura (T) que representa a média das temperaturas máximas diárias observadas durante um período mínimo de 1 (um) ano, em graus centígrados. Os dados de temperatura foram compilados do SEI (2000) e tem como média anual de temperatura o valor de 25 C<sup>0</sup>.

Com base na equação temos:

$$C = \frac{22,2}{\epsilon} \quad \text{onde:} \quad \epsilon(T) = 10,3 + 0,725 T$$

$$\begin{aligned} \text{Aplicando na equação temos:} \quad \epsilon(t) &= 10,3 + 0,725 (25) \\ \epsilon(t) &= 10,3 + 18,13 = 28,43 \\ C &= \frac{22,20}{28,43} = 0,78 \text{ mg F/l} \end{aligned}$$

O teor de 0,78 mg F<sup>-</sup>/l representa o valor ótimo de flúor nas águas para consumo humano para o município de Santana-BA.

### 4.3 Critérios e Tamanho da Amostra Populacional

A análise da prevalência e incidência da fluorose dentária foi realizada com base no estudo do tipo transversal, em escolares com idade de 12 anos da rede municipal de ensino da cidade de Santana-BA, em ambos os gêneros, conforme os critérios de inclusão da seleção da amostra abaixo:

- As crianças terem nascido e residido na cidade de Santana até a data dos exames segundo informação previa da Secretaria Municipal de Educação;
- Presença do responsável no momento do exame e entrevista;
- Terem assinado o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), obedecendo à resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde (CNS), que regulamentam diretrizes e normas de pesquisas envolvendo seres humanos.

A idade de 12 anos foi escolhida por ser essa a menor idade em que as crianças têm a maioria dos dentes permanentes irrompidos, como preconizados por Fejerskov (1994).

Para calcular o tamanho da amostra populacional Frazão *et. al.* 2004, orienta utilizar para risco a fluorose dentária a prevalência de 33,2 % referente a freqüência relativa de exposição aos fatores de risco para fluorose dentária. No entanto, em estudos realizados por Velásquez (2006) no município de São Francisco, no norte de Minas Gerais, foi observado que a prevalência de fluorose dentaria na população que utiliza das águas para consumo é de 81,5% a 97,7%, com 30% dos dentes em estágio severo de agravo. Portanto contrariando as recomendações de FRAZÃO (2004) foi utilizada a estimativa de risco de 81,5%, pois o município de Santana apresenta contextos geológicos, climáticos e pluviométricos semelhantes (rochas carbonáticas do Grupo Bambuí) (Quadro 3) ao da localidade de São Francisco de Minas Gerais, conforme pode ser comparado em Velásquez (2006).

**Quadro 3 - Dados climáticos e geológicos de Santana-BA e São Francisco-MG.**

	Geologia	Temperatura média anual (C°)	Índice pluviométrico (mm/ano )
Santana-BA	Grupo Bambui (calcáreo)	25,0	1099,8
São Francisco-MG	Grupo Bambui (calcáreo)	26,4	1139,0

Fonte : SEI (1999) & CODEVASF (1989)

Dados do IBGE (2010) indicam para o município uma população aproximada de 423 adolescentes na faixa etária de 12 anos (tabela 1). A amostra foi dimensionada em 118 adolescentes. Para calcular o tamanho da amostra foi utilizando a técnica de amostragem aleatória simples sem reposição (AASs) com estimador de proporção (podendo ser uma prevalência ou incidência), parâmetro este no valor de 0, 815, nível de confiança de 90% e margem de erro 5 % para mais ou para menos. O cálculo foi determinado pela fórmula com população

conhecida  $n = \frac{p(1-p)NZ^2}{(E)^2 + Z^2p(1-p)}$  onde “n” é o tamanho da amostra, “p” proporção esperada, “Z “ o valor da distribuição normal, “N” o tamanho da população e “E” é a margem de erro.

Para o estudo epidemiológico e clínico, foram selecionados alguns distritos da zona rural, tanto em escolas públicas como em particular, previamente informadas pela Secretaria Municipal de Educação referente aos adolescentes (12 anos) que nasceram e residem no município até o presente momento da pesquisa. Foram informadas dez escolas: 9 da rede pública e uma da rede privada. As entrevistas e os exames epidemiológicos foram realizados nas próprias escolas após os pais terem assinado o TCLE - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (apêndice A). Os escolares foram examinados com base na severidade da fluorose dentária através do índice de Dean. Na entrevista utilizou-se um questionário para coleta de dados, por meio do qual foram obtidos dados referentes ao tempo de consumo da água, local de da moradia e gênero (Apêndice C).

Foram analisados 159 estudantes prevendo as perdas devido ao grau questionável de fluorose dentária, a ser descartado do universo amostral, além

de possibilitar uma amostra mais representativa da população em estudo, tendo em vista que seriam necessários somente 118 estudantes.

#### **4.4 Determinação da Prevalência e Severidade da Fluorose Dentária Através do Índice de Dean**

O projeto SB Brasil (2010) recomenda a utilização do Índice de Dean (DEAN, 1934), para estudos de fluorose dentária em populações (WHO, 1997), sendo que este índice foi utilizado por diversos autores, por muitos anos, para descrever a prevalência e severidade da fluorose dentária, o que permite a comparação com um volume maior de estudos, este também é o índice recomendado pela OMS.

O exame foi realizado por um único examinador (Cirurgião Dentista) que foi treinado e calibrado com base nas imagens obtidas do SB/Brasil (2010) e para verificar a concordância intra-examinador foi utilizada a metodologia proposta no manual do examinador idealizado no Projeto SB2000, que também foi utilizada para avaliar as condições de saúde bucal da população brasileira no ano 2000. No processo de calibração, foi feita a avaliação da concordância dos resultados, por meio da aplicação da estatística Kappa (World Health Organization, 1993), sendo a concordância considerada boa (Kappa = 0,85).

Antes da realização do exame clínico e entrevista todos os alunos e professores foram orientados sobre o risco do consumo de águas contaminadas por valores excessivos de flúor (Foto 22). Durante o exame clínico, além das manchas provenientes da fluorose dentária, as lesões de carie e lesões teciduais também foram avaliadas e os resultados foram enviados para o departamento de atenção básica da Secretaria Municipal de Saúde, como forma de contribuir para melhorar a saúde bucal da população local.

#### **Fotos 22a e 22 b - Orientação de saúde bucal**

Foto 22 a





Fonte: Carlos Coutinho (autor)

Foto 22 b



Fonte: Carlos Coutinho (autor)

O exame clínico realizado teve como instrumento auxiliar a espátula de madeira, gaze estérea para secagem e abridor de boca infantil (foto 23). As crianças foram examinadas deitadas sobre carteiras escolares, em local externo (luz natural), com a seguinte sistemática: remoção da placa dentária com escova (foto 24 ), dentifrício e fio dental, realizada pelo profissional, secagem dos dentes com gaze e isolamento das arcadas com rolos de algodão aguardando um tempo de um a dois minutos de secagem como preconizado por Fejerskov *et. al.* (1994) para a determinação do Índice de Dean (quadro 4 ).

Os dados foram tabelados conforme o apêndice B (Dados Epidemiológicos de Campo). Para cálculo de prevalência foram descartados os valores referentes às observações de fluorose segundo a classificação questionáveis (Índice de Dean, 1934).

**Foto 23 – Materiais utilizados para o exame clínico epidemiológico, localidade de Pedra Preta.**



Fonte: Carlos Coutinho (autor)

#### Foto 24 - Escovação antes do exame epidemiológico



Fonte: Carlos Coutinho (autor)

Nesse tipo de exame, são observados os dois dentes mais afetados. Se esses do não estiverem comprometidos de modo semelhante, o valor do menos

afetado entre os dois será registrado, conforme os critérios e códigos, descritos a seguir:

**QUADRO 4 - Critérios e valores para a classificação de dentes fluoróticos de acordo com o Índice de Dean**

Classificação	Valor	Critério de Diagnóstico
Normal	0	O esmalte apresenta translucidez usual com estrutura semi-vitriforme. A superfície é lisa, polida, cor creme clara.
Questionável	1	O esmalte revela pequena diferença em relação à translucidez normal, com ocasionais manchas esbranquiçadas. Usar este código quando a classificação "normal" não se justifica
Muito Leve	2	Áreas esbranquiçadas, opacas, pequenas manchas espalhadas irregularmente pelo dente, mas envolvendo não mais que 25% da superfície. Inclui opacidades claras com 1mm a 2 mm na ponta das cúspides de molares (picos nevados).
Leve	3	A opacidade é mais extensa, mas não envolve mais que 50% da superfície.
Moderada	4	Todo o esmalte dentário está afetado e as superfícies sujeitas à atrição mostram-se desgastadas. Pode haver manchas castanhas ou amareladas frequentemente desfigurantes.
Severa	5	A hipoplasia está generalizada e a própria forma do dente pode ser afetada. O sinal mais evidente é a presença de depressões no esmalte, que parece corroído. Manchas castanhas generalizadas
Sem informação	9	Quando, por alguma razão (próteses, p. ex.), um indivíduo não puder ser avaliado quanto à fluorose dentária. Utilizar este código também nas situações em que o exame não estiver indicado (65 a 74 anos, p.ex.).

Fonte: Adaptado do Projeto SBBrasil (2010).

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 Química das Águas Subterrâneas

A análise da química das águas é quase sempre utilizada para avaliar sua qualidade, sendo que está diretamente associada às características das mesmas quanto a sua utilização (FENZL,1988). Para tal, foram avaliados os chamados íons fundamentais ou elementos maiores que são representados quase que em sua totalidade, como componentes em solução, por tres anions ( $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{-2}$  e  $\text{HCO}_3^-$ ) e tres cátions ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{Ca}^{+2}$  e  $\text{Mg}^{+2}$ ), podendo ainda adicionar os íons  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{CO}_3^{-2}$  e o cátion  $\text{K}^+$  que geralmente aparecem em proporções reduzidas.

Os demais constituintes chamados de elementos menores e traços compõem menos de 1% do conteúdo iônico total (HAUSSMAN, 1984).

Neste trabalho, os íons de cloretos, sulfatos, nitritos e nitratos foram avaliados na tentativa de se obter alguma resposta sobre existência de possíveis contaminações de origem antropogênicas que poderia estar contribuindo diretamente para o acréscimo nos valores de fluoretos neste município.

As concentrações de fluoretos, nitratos, sulfatos e cloretos foram analisadas em 55 localidades mais a sede do município, totalizando 56 pontos de amostragem de um total de 73 localidades existentes no município. Para o íon de nitrito a análise foi realizada em apenas 15 localidades, conforme descrito anteriormente.

O quadro 5 mostra os resultados das medidas físico-químicas dos elementos principais: nitrato, cloretos, sulfatos e fluoretos, que apresenta, igualmente, um resumo estatístico e os limites de potabilidade preconizados pela Portaria MS 2.914/2011, para os parâmetros físico-químicos em análise.

Os dados de nitritos apresentados são restritos aos obtidos por Gonçalves (2014) (Tabela 7) e foram apresentados para obter a comprovação da inexistência de fontes poluentes ativas, isto porque os nitritos indicam contaminação recente.

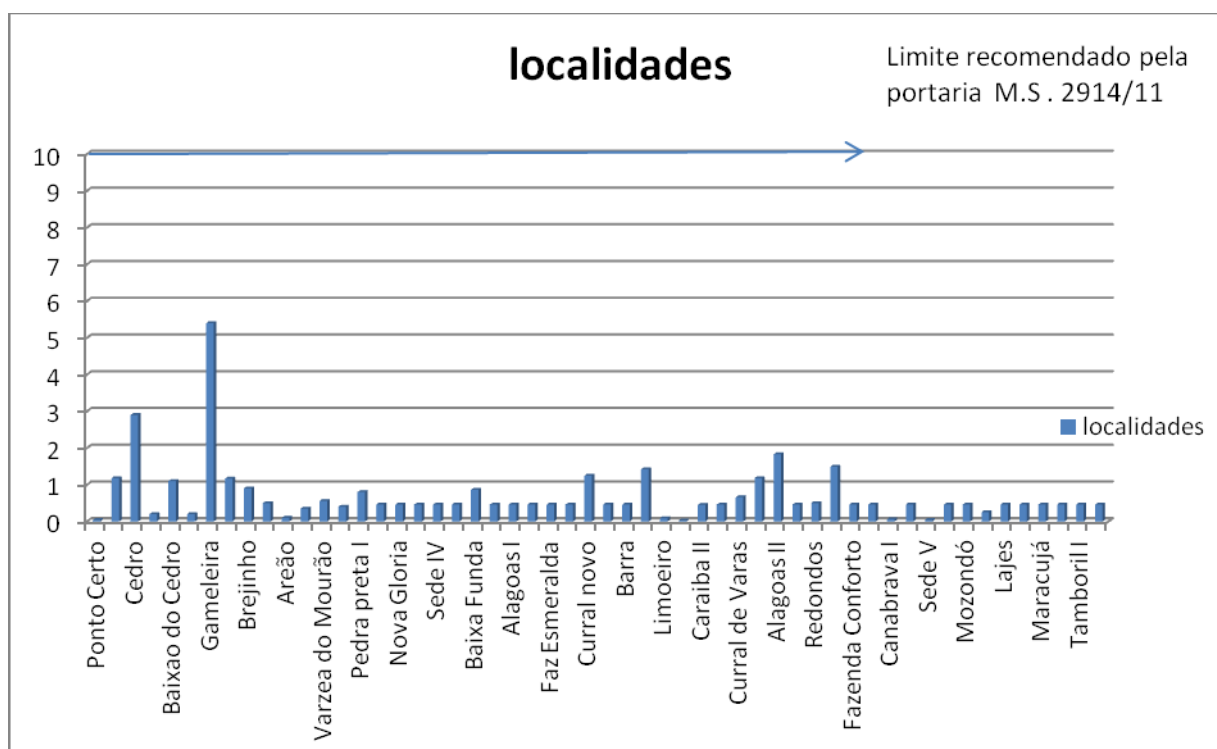
Os teores médios dos cátions e ânions foram, respectivamente, em ordem decrescente:  $rCl^- > rSO_4^{2-} > rF^- > rNO_3^-$  (Quadro 5). O balanço de carga iônica, fundado no erro prático (Ep), definido por Logan (1965), das amostras de águas subterrâneas coletadas na área de estudo, revelou erro inferior a 10%, exceto para uma amostra que apresentou déficit em ânions em torno de 20%. Este erro se deve provavelmente à presença de ânions orgânicos que não foram avaliados neste estudo.

### 5.1.1 Nitratos

As águas subterrâneas apresentam geralmente teores de Nitrato no intervalo de 0,1mg/l a 10 mg/l, porém em águas poluídas os teores podem chegar a 1000mg/L. A título de comparação, a água do mar possui em torno de 1 mg/l.

**Gráfico 2 - Valores analíticos para nitrato dissolvidos em águas subterrâneas, nas localidades do município de Santana-BA (com base no quadro 5).**

N-Nitratos ( mg/ l)



A concentração de nitratos nas águas subterrâneas do município varia de 0,03 mg /l no poço da localidade de Luiz Martins até 5,40 mg /l no poço de Gameleira (Quadro 5). A média aritmética foi de 0,6 mg /l e a mediana de 0,46 mg /l.

O coeficiente de variação de 108,70, expressa uma grande variabilidade no teor de nitrato das amostras, não seguindo esta uma distribuição normal.

Os pequenos valores de nitratos, na quase totalidade das amostras, possivelmente, refletem contaminação proveniente da decomposição de matéria orgânica do solo além das chuvas (Gráfico 2).

Segundo FEITOSA & MANUEL FILHO (1979), apesar do valor estabelecido pela portaria 2914/2011 do MINISTÈRIO DA SAÙDE ser de 10mg/l, os teores de  $\text{NO}_3^-$  acima de 5,0 mg /l já podem ser indicativos de contaminação por atividade humana.

**Foto 25 - Riacho contaminado, localidade de Gameleira**



Fonte: Autor

O teor de 5,40 mg /l nas águas do poço de Gameleira pode ser justificado devido a inexistência de uma rede de captação de esgoto, em algumas casas eles são despejados no do riacho localizado próximo ao poço no qual foi coletada a amostra (foto 25). Entende-se, no entanto, que a contaminação poderia ser evitada com a perfuração de outro poço afastado do riacho contaminado.

Altas concentrações de N-Nitrato podem produzir intoxicação em criança e em casos extremos até levá-la a morte por metemoglobinemia (cianose). O desenvolvimento da metemoglobinemia, a partir do nitrato em águas potáveis depende da conversão bacteriana para nitrito durante a digestão, o que pode ocorrer na saliva e no trato gastrointestinal. As crianças, principalmente as menores de 3 meses de idade, são bastante susceptíveis ao desenvolvimento desta doença devido às condições mais alcalinas do seu sistema gastrointestinal.

O N-Nitrato também tem ação na produção de nitrosaminas e nitrosamidas no estômago do homem, substâncias conhecidas como carcinogênicas (Feitosa & Manoel Filho, 2000).

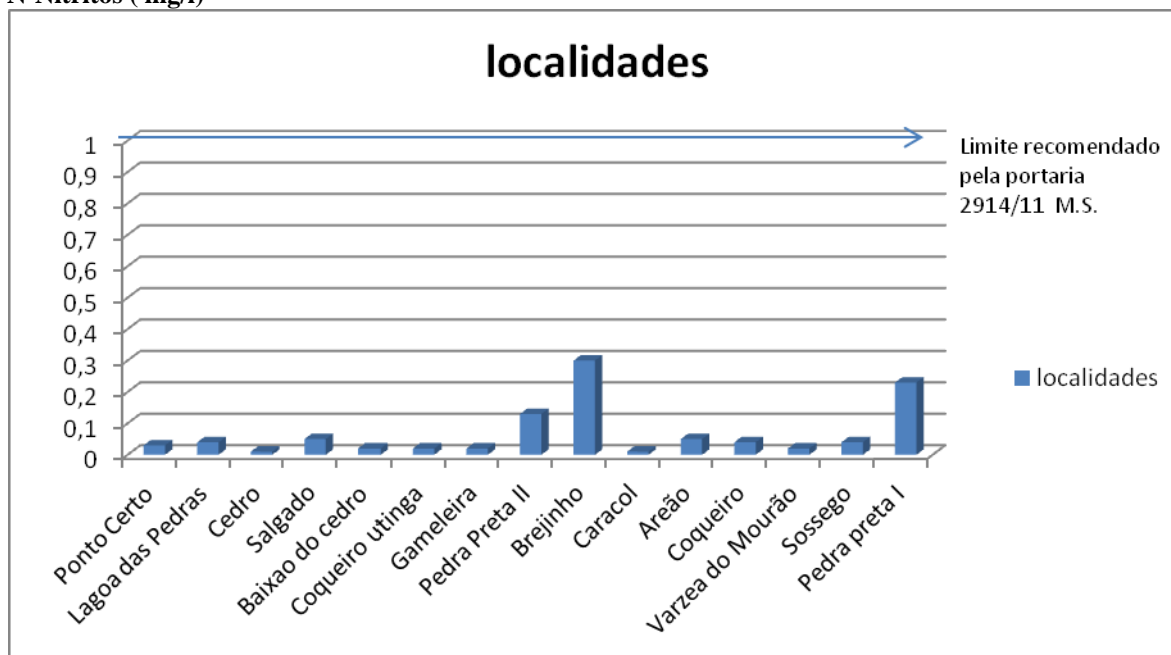


### 5.1.2 Nitritos

O nitrito é um indicador de poluição recente e quando está presente na água de consumo humano tem um efeito mais rápido e mais pronunciado que o nitrato. Se o nitrito for ingerido diretamente, pode ocasionar metemoglobinemia, independentemente da faixa etária do consumidor.

**Gráfico 3 - Valores analíticos para N-Nitrito dissolvidos em águas subterrâneas nas principais localidades do município de Santana-BA (com base na tabela 7)**

N-Nitritos ( mg/l)



A concentração de nitrito na área estudada foi observada apenas em 15 localidades, em nenhuma delas foi ultrapassado o valor Máximo de 1 mg /l, permitido pela portaria 2914/2011 do Ministério da Saúde (Gráfico 3).

O valor Máximo obtido foi 0,23 mg/l na localidade de Pedra Preta I e as menores foram nas localidades de Cedro e Caracol de 0,01 mg/l (Tabela 7 ). A média foi de 0,05 mg/l e mediana de 0,03 mg/l com o coeficiente de variação de 117,06 %, sendo estes teores sugestivos de uma distribuição de valores dispersos. A análise de nitrito, independentemente da concentração em água subterrânea, é de difícil obtenção, pois estará sujeito a oxidação e conseqüentemente será transformando em nitrato. Altas concentrações destes íons quando detectado

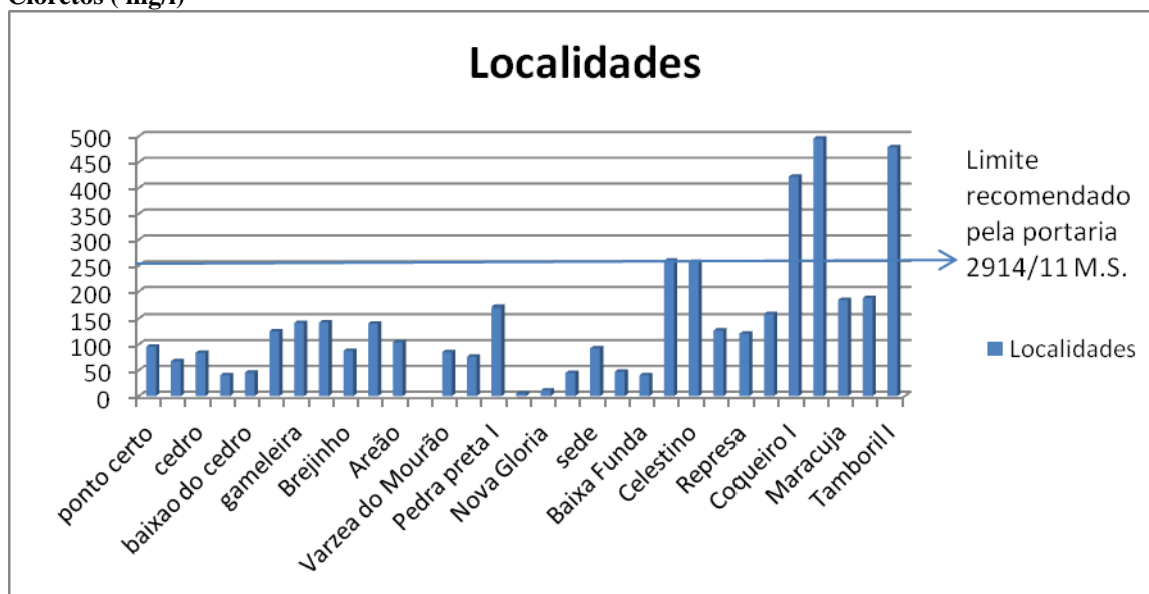


acima dos valores especificados denotam contaminação recente por matéria orgânica.

### 5.1.3 Cloretos

**Gráfico 4 - Valores analíticos para cloretos dissolvidos em águas subterrâneas, nas principais localidades do município de Santana-BA (com base no quadro 5).**

Cloretos ( mg/l)

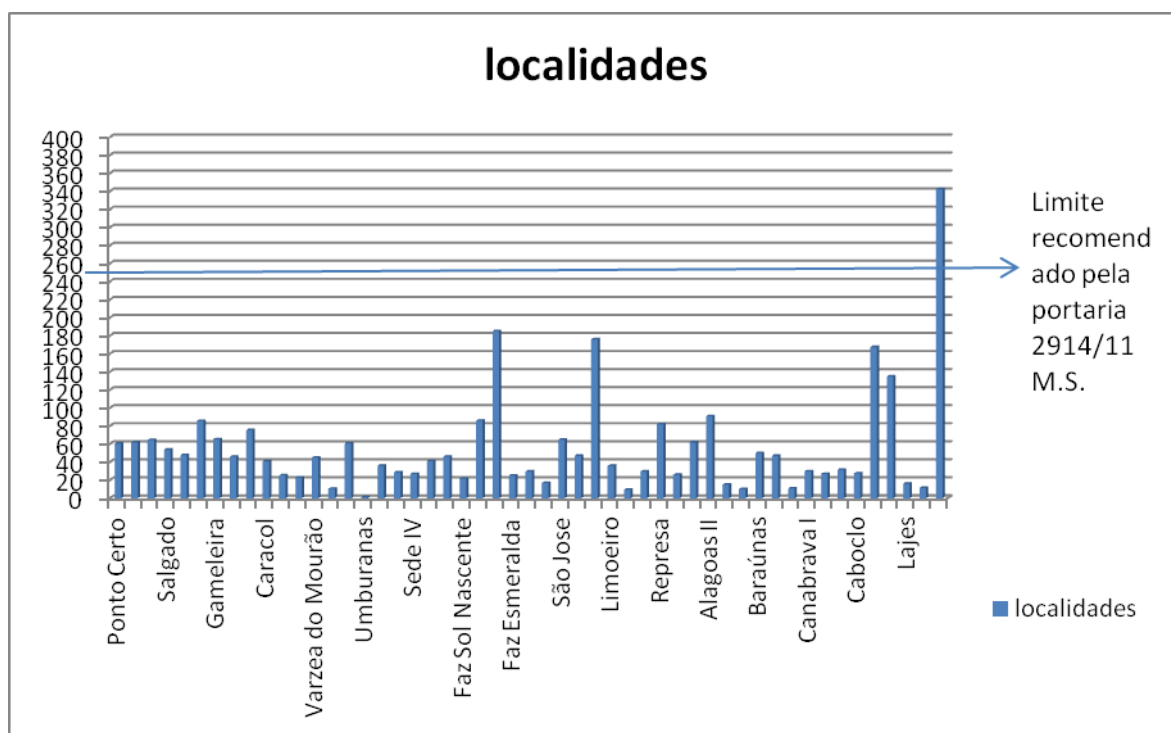


No município, a concentração de cloretos varia de 5,3 mg /l na localidade de Umburanas até valores de 495,7 mg/l encontrados na localidade de Mozondó (Quadro 5). A média da concentração foi de 98,01 mg /l e a mediana de 68,00 mg/l . Em apenas em 4 localidades foram encontrados valores de cloretos acima do valor de 250 mg/ l, estabelecido pela Portaria 2914/11. As localidades foram: Coqueiro I, Celestino, Mozondó e Novo Horizonte II. Valores elevados de cloretos que podem ser devido às baixas circulações destas águas no aquífero, bem como ocorrência de uma rocha capaz de fornecer tais íons. A média e mediana para cloretos na região são suficientes para desconsiderar contaminações de vias antropogênicas por organo clorados.

### 5.1.4 Sulfatos

**Gráfico 5 - Valores analíticos para sulfatos dissolvidos em águas subterrâneas, nas principais localidades do município de Santana-BA (com base no quadro 5).**

Sulfato (mg / l )



Os valores de Sulfatos variaram de 1,3mg/l para localidade de Umburanas ate 342,5 mg/l para localidade de Maracujá (Quadro 5 ). A media e mediana foram de respectivamente, 56,78 mg/l e 40,00 mg/l . Valores elevador de sulfatos em águas subterrâneas podem ser explicados, segundo CUSTÒDIA & LLAMAS (1976) através da lixiviação de terrenos formados em condições de grande aridez ou ambientes marinhos, oxidação de sulfetos das rochas preexistentes, água de chuva, atividades industriais e agrícolas e concentrações de evaporitos. Na região em especifico, segundo Gonçalves (2014) os valores elevados são sugestivos da oxidação de minerais sulfetados, principalmente a pirita.

A Distribuição dos sulfatos podem ser observada no gráfico 5, onde as águas subterrâneas da localidade de Maracujá teores acima do estabelecido (250,00 mg /l) pela portaria do 2914/11 M.S. Os fluoretos e sulfatos apresentam elevada correlação negativa (tabela 6 ), O cálcio e o sulfeto são do liberados pelo intemperismo das rochas carbonáticas, disponibilizando o  $Ca^{+}$  que irá interferir no mecanismo de dissolução da fluorita.

### 5.1.5 Fluoretos

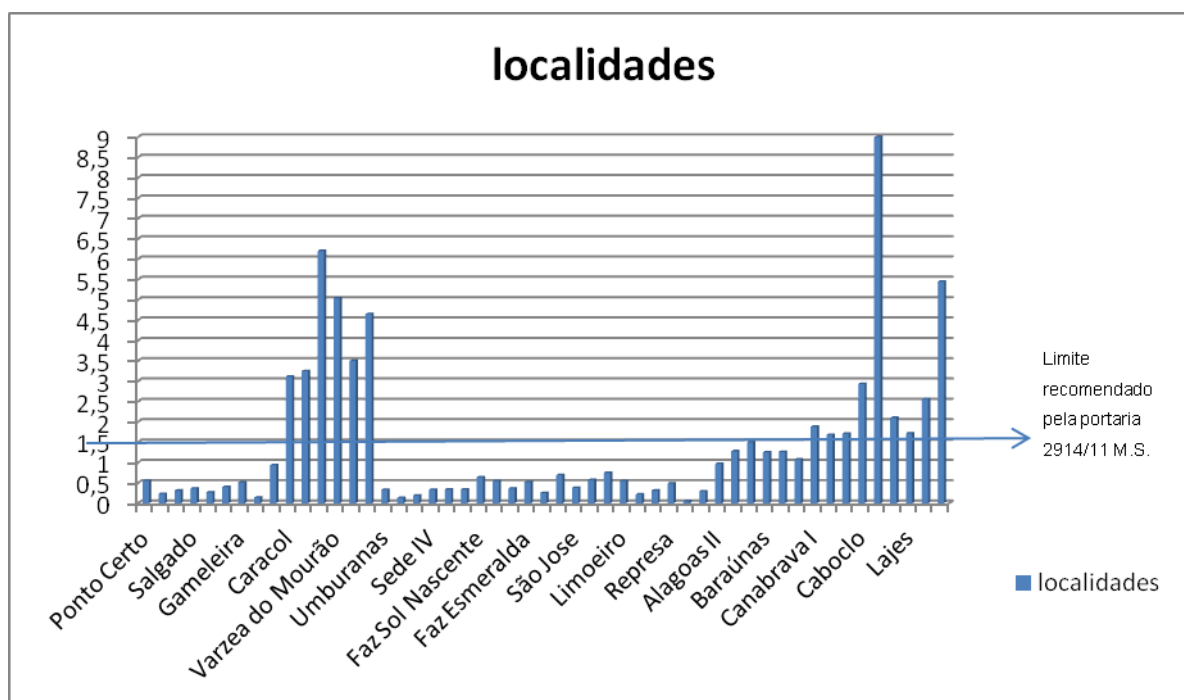
O flúor apresentou variações de 0,05 mg /l na localidade Curral de Varas a 8,8 mg/l observado na água do poço da localidade de Mozondó (Gráfico 6).

Através da equação sugerida por Galagan & Vermillion foi possível determinar o valor de 0,78 mg F /l, como teor ótimo a ser utilizado como referência para a região, no entanto o que se observa são diversas áreas anômalas para o flúor (Figura 6). Das 56 localidades onde foram obtidos dados hidroquímicos para o flúor, 25 estão acima do valor ótimo calculado, representando quase 45 % do total das localidades amostradas (Quadro 5). Os valores da média e mediana das concentrações de fluoretos foram, respectivamente de 1,71 mg /l e 0,64 mg/l.

No município de São Francisco em Minas Gerais, em mesmas condições geológicas de Santana-Ba, a análise da água dos poços que abastecia as comunidade de Mocambo, Alto São João, Novo Horizonte e Vaqueta apresentaram teores de fluoretos que variam de 1,18 mg/L a 3,90 mg/L. Nesta região foi constatada prevalência de 89,4 % para fluorose dentaria (Velásquez, 2006). No município de Santana-BA os teores de fluoretos nas águas subterrâneas encontrados superam em duas vezes aos do município de São Francisco-MG.

**Gráfico 6 - Valores analíticos para fluoretos dissolvidos em águas subterrâneas nas localidades do município de Santana-BA (com base no quadro 5).**

## Fluoretos ( mg/l)



**Tabela 6 - Matriz de correlação (Pearson) dos parâmetros físico-químicos principais medidos nas amostras de águas subterrâneas coletadas em julho de 2012.**

	pH	ORP	STD	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Cl <sup>-</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	N-NO <sub>2</sub>	N-NO <sub>3</sub>	F <sup>-</sup>
pH	1.00												
ORP	-0.60*	1.00											
STD	0.40	-0.35	1.00										
Na <sup>+</sup>	0.89**	-0.78**	0.63*	1.00									
K <sup>+</sup>	0.39	-0.58*	0.72**	0.61*	1.00								
Ca <sup>2+</sup>	-0.90**	0.64**	-0.34	-0.84**	-0.35	1.00							
Mg <sup>2+</sup>	-0.86**	0.58*	-0.15	-0.75**	-0.24	0.80**	1.00						
Cl <sup>-</sup>	0.45	-0.38	0.89**	0.63**	0.77**	-0.37	-0.09	1.00					
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	0.16**	-0.30	0.05	0.31	-0.03	-0.08	-0.35	-0.24	1.00				
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	-0.89**	0.54*	-0.24	-0.73**	-0.37	0.85**	0.80**	-0.35	0.03	1.00			
NO <sub>2</sub> -N	0.42	0.07	0.21	0.24	0.06	-0.29	-0.34	0.27	-0.34	-0.39	1.00		
NO <sub>3</sub> -N	-0.34	0.38	0.00	-0.29	0.24	0.28	0.28	0.02	-0.35	0.28	-0.13	1.00	
F <sup>-</sup>	0.93**	-0.74**	0.57*	0.98**	0.59*	-0.84**	-0.79**	0.60*	0.29	-0.80**	0.24	-0.33	1.00

Legenda: \* Correlação é significativa para valor de  $p < 0.05$ ; \*\* Correlação é significativa para valor de  $p < 0.01$ .



**Quadro 5- Resultados de dados físico-químicos, elementos maiores, fluoretos, nitrato, sulfatos e cloretos das águas subterrâneas de Santana. Disponíveis no SIAGAS (1970 - 2012) e Gonçalves (2014).**

Localidade	Norte/Sul	Leste/Oeste	pH	Cl-	SO42-	NO3-	F- (mg/l)	Referência
Alagoas I	8537731	615572	8.30	53.4	86.00	0.46	0.54	SIAGAS
Alagoas II	8537425	615331	7.40	158.9	91.00	1.82	0.97	SIAGAS
Angical	8541170	616099	7.30	47.1	41.00	0.46	0.34	SIAGAS
Areão	8563811	599276	8.15	104.30	25.35	0.13	3.25	Gonçalves
Baixa Funda	8560306	630972	7.10	40.3	46.00	0.86	0.34	SIAGAS
Baixão do Cedro	8567984	593883	7.62	45.56	47.93	1.14	0.27	Gonçalves
Baraúnas	8564028	616316	8.30	98.3	50.00	1.49	1.25	SIAGAS
Barra	8570398	613932	7.10	29.6	47.00	0.46	0.57	SIAGAS
Brejinhos	8565540	598393	7.65	87.60	75.43	0.92	0.94	Gonçalves
Caboclo	8548001	640218	8.30	53.4	27.60	0.46	2.93	SIAGAS
Canabrava I	8559145	600179	7.60	68.0	29.80	0.06	1.88	SIAGAS
Caracol	8569377	615435	8.11	140.30	40.97	0.53	3.11	Gonçalves
Caracol I	8569377	615435	8.60	125.9	32.80	0.46	<b>3.80</b>	
Caraíbas	8545055	605095	7.20	45.4	29.60	0.46	0.25	SIAGAS
Caraíbas II	8545086	605095	8.36	126.9	32.80	0.45	0.31	SIAGAS
Cedro	8567784	606810	7.64	83.60	64.61	2.90	0.31	Gonçalves
Celestino	8565881	613763	8.30	257.4	176.0	1.42	0.75	SIAGAS
Coqueiro	8562048	595972	8.50	422.1	22.80	0.46	<b>7.50</b>	SIAGAS
Coqueiro - Utinga	8561978	598202	7.26	125.30	85.53	0.17	0.40	SIAGAS
Curral de Varas	8571313	590761	7.88	25.8	26.00	0.66	0.05	Gonçalves
Curral Novo I	8571631	604896	8.50	35.1	17.00	1.25	0.69	SIAGAS
Faz. Areão I	8564000	601200	7.75	64.0	36.00	0.46	0.43	SIAGAS
Faz. Areão II	8563900	601440	7.85	41.0	36.00	0.46	0.09	SIAGAS
Faz. Conforto	8553137	619492	7.20	84.8	47.00	0.46	1.26	SIAGAS
Faz. Esmeralda	8540485	618113	7.30	40.2	25.00	0.46	0.52	SIAGAS
Faz. Sideral	8562190	622183	7.96	186.9	187.5	0.46	<b>8.00</b>	SIAGAS
Faz. Sol Nascente	8547633	627328	7.00	22.1	21.60	0.46	0.64	SIAGAS
Gameleira	8558060	602556	7.34	141.60	65.40	5.40	0.51	Gonçalves
Jacaré	8549107	605924	7.20	40.5	15.10	0.46	1.28	SIAGAS
João Vêncio	8560495	600515	8.36	5.8	10.90	0.46	1.08	SIAGAS
Lagoa das Pedras	8562386	626281	7.27	52.5	61.90	1.18	0.29	SIAGAS

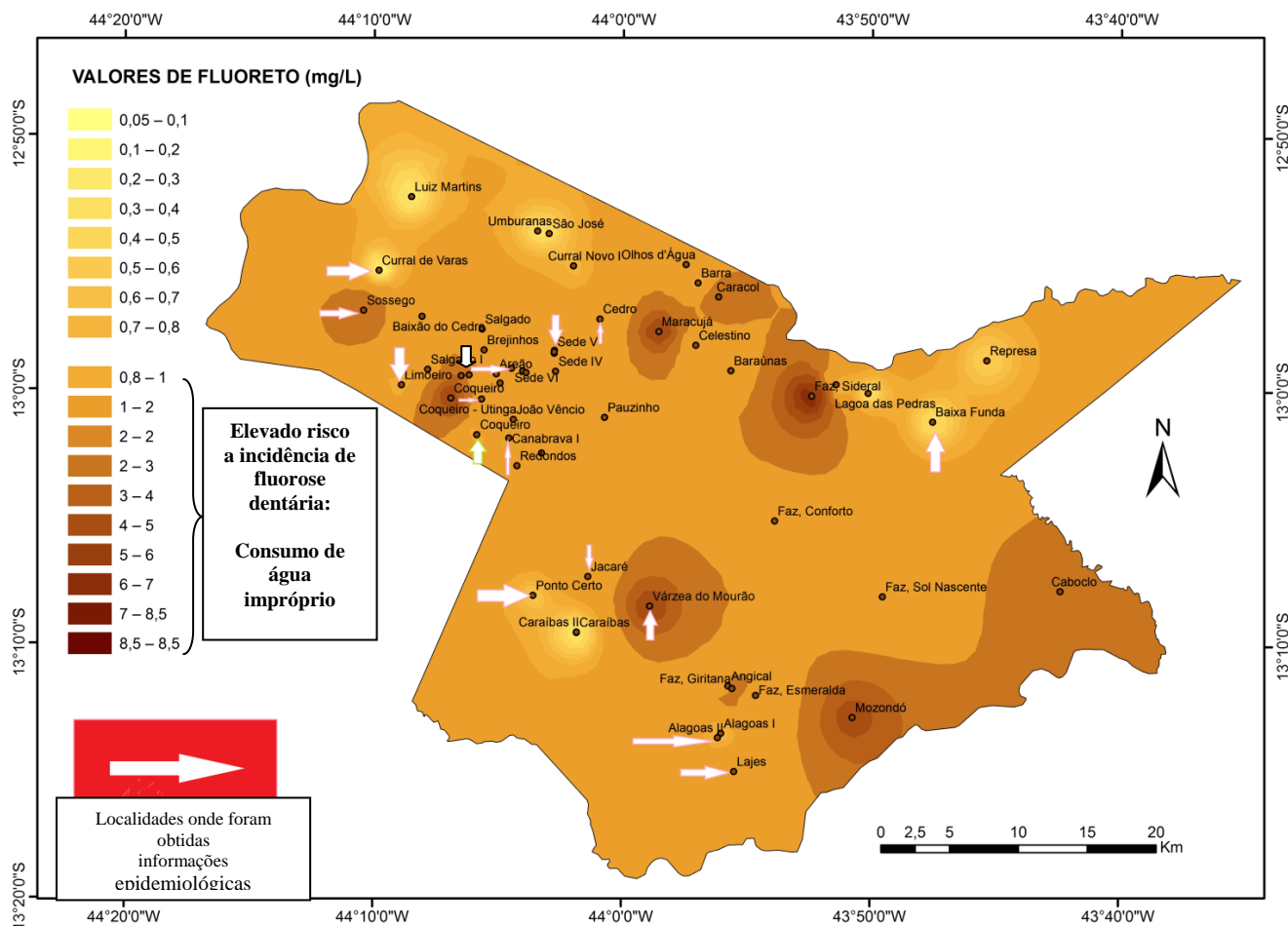
Lajes	8534962	616523	7.20	48.2	16.00	0.46	1.72	SIAGAS
Limoeiro	8563012	592390	8.20	46.7	36.00	0.09	0.54	SIAGAS
Luiz Martins	8576650	593129	8.43	7.0	9.44	0.03	0.22	SIAGAS
Maracujá	8566875	611085	8.80	183.4	342.5	0.46	5.45	SIAGAS
Mozondó	8538887	625119	8.60	495.7	167.5	0.46	<b>3,05</b>	SIAGAS
Nova Glória	8565500	603500	7.60	11.0	36.00	0.46	0.13	SIAGAS
Novo Horizonte II	8563011	623964	8.30	259.6	185.0	0.46	0.36	SIAGAS
Olhos d'Água	8571722	613063	8.80	84.6	135.0	0.25	2.10	SIAGAS
Parque de Exposição	8565308	603486	7.95	45.0	28.60	0.46	0.19	SIAGAS
Pauzinho	8560654	607144	8.30	15.6	11.40	0.46	2.56	SIAGAS
Pedra Preta I	8563669	596733	8.93	170.20	15.00	0.81	4.65	Gonçalves
Pedra Preta II	8563732	597304	7.69	142.30	60.75	1.17	0.14	Gonçalves
Ponto Certo	8547740	601944	7.53	95.69	68.65	0.04	0.55	Gonçalves
Ponto Certo I	8547740	601944	7.70	75.0	52.80	0.09	0.51	SIAGAS
Redondos	8557145	600774	8.30	46.2	10.00	0.50	1.50	SIAGAS
Represa	8564742	634910	7.20	120.7	82.00	0.46	0.49	SIAGAS
Salgado	8567047	598249	7.51	40.39	53.74	0.19	0.36	Gonçalves
São José	8573972	603126	8.30	54.8	65.00	0.46	0.38	SIAGAS
Sede IV	8563986	603571	7.80	58.0	27.00	0.46	1.68	SIAGAS
Sede V	8565400	603486	7.60	124.0	31.40	0.04	1.71	SIAGAS
Sede VI	8564213	600378	7.55	92.5	84.00	0.46	0.33	SIAGAS
Sossego	8568424	589647	8.70	76.23	10.57	0.37	3.50	Gonçalves
Umburanas	8574160	602283	7.70	5.3	1.30	0.46	0.33	SIAGAS
Várzea do Mourão	8546969	610402	8.65	85.00	45.00	0.56	5.04	Gonçalves
Várzea do Mourão II	8546969	610402	8.78	49.6	40.00	0.46	<b>8,80</b>	SIAGAS
Mínimo			7,00	5,30	1,30	0,03	0,05	
Máximo			8,93	495,70	342,50	5,40	8,80	
Média			7,92	98,01	56,78	0,66	1,71	
Mediana			7,85	68,00	40,00	0,46	0,64	
Desvio padrão			0,55	94,44	58,07	0,80	2,10	
Erro padrão			0,07	12,51	7,69	0,11	0,28	
Coef. de variação (%)			6,94	96,35	102,26	121,00	125,00	

**Tabela 7 - Resultados das análises físico-químicas, elementos principais realizadas nas águas subterrâneas coletadas em Santana-BA, compilado de Gonçalves (2014).**

Poço	Localidade	UTM		pH	mV			mg.L <sup>-1</sup>											
		Norte/Sul	Leste/Oeste		ORP	CE	STD	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Cl	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> -N	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N	F <sup>-</sup>	OD	DT
P1	Ponto Certo	8547740	601944	7.53	62.00	845.00	549.30	20.32	2.14	135.00	14.43	95.69	255.00	68.65	0.03	0.04	0.55	7.24	396.95
P2	Lagoa das Pedras	8562386	626281	7.27	-32.00	743.10	483.00	20.45	2.70	197.27	13.50	67.59	260.00	72.09	0.04	1.16	0.23	5.20	548.80
P3	Cedro	8567784	606810	7.64	147.00	905.00	578.00	32.72	1.30	107.50	13.94	83.60	225.50	64.61	0.01	2.90	0.31	5.65	326.18
P4	Salgado	8567047	598249	7.51	75.00	709.00	454.00	18.80	1.80	93.21	14.89	40.39	250.70	53.74	0.05	0.19	0.36	5.65	294.37
P5	Baixão do Cedro	8567984	593883	7.62	117.00	717.00	459.00	19.03	1.56	98.49	11.93	45.56	245.10	47.93	0.02	1.14	0.27	3.97	295.38
P6	Coqueiro - Utinga	8561978	598202	7.26	123.00	1060.00	681.00	24.74	1.83	144.00	16.86	125.30	225.20	85.53	0.02	0.17	0.40	5.32	429.46
P7	Gameleira	8558060	602556	7.34	76.00	1050.00	674.00	34.56	4.50	115.40	14.51	141.60	184.00	65.40	0.02	5.40	0.51	5.54	348.28
P8	Pedra Preta II	8563732	597304	7.69	19.00	1129.20	734.00	35.96	2.86	96.98	14.05	142.30	178.00	60.75	0.13	1.17	0.14	5.31	300.34
P9	Brejinhos	8565540	598393	7.65	-27.00	918.50	597.00	60.34	2.08	83.32	13.71	87.60	232.50	75.43	0.03	0.92	0.94	6.53	264.79
P10	Caracol	8569377	615435	8.11	-216.00	807.00	516.00	145.11	3.06	22.83	11.37	140.30	205.00	40.97	0.01	0.53	3.11	5.69	103.92
P11	Areão	8563811	599276	8.15	-184.00	1090.00	699.00	144.96	2.98	10.55	3.68	104.30	250.10	25.35	0.05	0.13	3.25	5.70	41.54
P12	Coqueiro	8562048	595972	8.72	-181.00	1730.00	1110.00	238.30	5.21	20.65	10.21	300.50	246.30	20.29	0.04	0.35	6.20	5.74	93.69
P13	Várzea do Mourão	8546969	610402	8.65	-163.00	1081.00	702.10	207.15	3.21	16.00	1.22	85.00	366.00	45.00	0.02	0.56	5.04	7.14	45.03
P14	Sossego	8568424	589647	8.70	-65.00	688.00	440.00	95.65	2.47	18.14	3.78	76.23	202.30	10.57	0.04	0.37	3.50	5.18	60.92
P15	Pedra Preta I	8563669	596733	8.93	31.00	1100.00	701.00	177.65	2.71	5.45	3.09	170.20	198.10	15.00	0.23	0.81	4.65	3.44	26.36
VMP pela Portaria 2.914/2011 ou OMS (2003)				-	-	-	1000.00	200.00	-	75.00	50.00	250.00	-	250.00	1.00	10.00	1.50	-	500.00
Limite de Determinação Praticável (CONAMA 396/2008)				-	-	-	-	0.01	0.005	0.01	0.01	0.01	-	0.01	0.005	0.01	0.01	-	-
Mínimo				7.20	-216.00	688.00	440.00	18.80	1.30	5.45	1.22	40.39	178.00	10.57	0.01	0.04	0.14	3.44	26.36
Máximo				8.93	147.00	17.30	1110.00	238.30	5.21	197.27	16.86	300.50	366.00	85.53	0.23	5.40	6.20	7.20	548.80
Média				7.92	-14.53	971.00	625.16	85.05	2.69	77.65	10.74	113.74	234.92	50.09	0.05	1.06	1.96	5.55	238.40
Mediana				7.65	19.00	918.00	597.00	35.96	2.70	93.21	13.50	95.69	232.50	53.74	0.03	0.56	0.55	5.65	294.37
Desvio Padrão				0.58	122.37	263.66	169.37	77.15	1.06	58.99	5.14	63.75	44.93	23.46	0.058	1.40	2.10	0.99	164.82
Erro Padrão				0.15	31.60	68.08	43.73	19.92	0.27	15.23	1.33	16.46	11.60	6.06	0.01	0.36	0.54	0.26	42.56
Coeficiente de Variação (%)				7.32	842.00	27.14	27.09	90.71	39.20	75.96	47.82	56.05	19.13	46.84	117.06	132.23	107.21	17.85	69.14
Valor de p (teste de normalidade de Shapiro-Wilk)				0.037	0.1945	0.0099	0.0109	0.0098	0.1533	0.1258	0.0099	0.0102	0.0123	0.4394	0.0075	0.0080	0.0096	0.1508	0.1949



**Figura 6 – Mapa de distribuição de flúor, em águas subterrâneas, no município de Santana-BA: Áreas com risco a incidência de fluorose dentária.**



## 5.2 Prevalência e Severidade da Fluorose Dentária

Das dez escolas visitadas, foram avaliados 159 estudantes de forma aleatória, sendo estes pertencentes a 39 localidades diferentes (Apêndice B), para os quais 17 % dos residem na sede municipal e 83% nas demais localidades. O estudo epidemiológico com base no índice de Dean para fluorose dentária apresentou no município de Santana-BA uma prevalência de 53%, sendo 35 % para o gênero feminino e 18% para o masculino (tabela 8). A discrepância entre os valores refletem a maior população feminina amostrada. Ocorreu que durante o processo de entrevista e exame clínico, em quase todas as localidades, os jovens do gênero masculino se mostraram menos suscetíveis a serem examinados, configurando como um viés para obtenção da amostra.

Na zona rural do município de Santana-BA, onde o consumo de água está praticamente limitado às de origens subterrâneas, a prevalência da fluorose dentária encontrada para a faixa etária de 12 anos está muito acima da prevalência média do país, que é da ordem de 16,3%. Com relação a severidade observou-se 17,7 % nos graus de moderada a severa, 13,8% no grau leve, 18 % no grau muito leve e 45% com nenhum grau de fluorose (tabela 9). Os casos produzidos por águas de abastecimentos fluoretadas, chegam a variar entre zero (Campos *et al.*, 1998) até 97,6% (Capella *et al.*, 1989), de acordo com a região.

**Tabela 8 - Prevalência de fluorose em escolares de 12 anos, segundo o gênero, Santana (BA), 2014.**

Condição	Feminino	%	Masculino	%	n	%
Sem fluorose	38	25%	33	22%	71	47
Com fluorose	52	35%	27	18%	79	53
Total	90		60		150	100

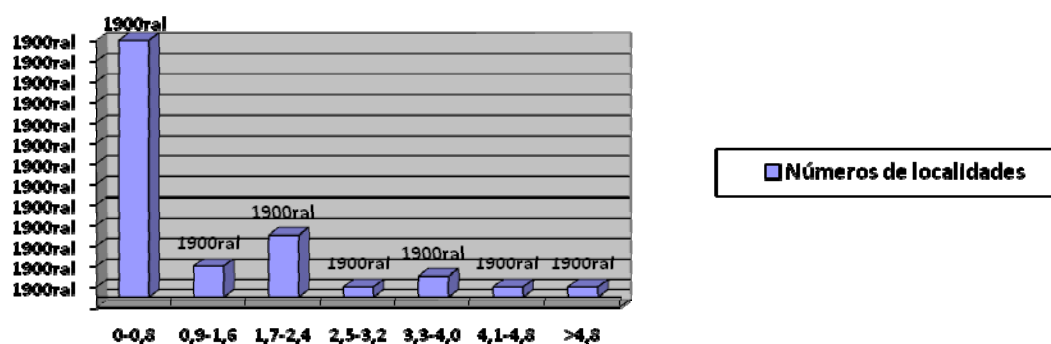
**Tabela 9 - Distribuição percentual da severidade da fluorose em escolares com 12 anos, segundo o gênero, Santana (BA), 2014.**

Índice de Dean	Feminino	%	Masculino	%	n	%
Normal ( 0 )	38	24	33	21	71	45,00
Questionável ( 1 )	5	3	4	2,5	9	5,5
Muito leve ( 2 )	17	11	12	7	29	18,0
leve ( 3 )	16	10	6	3,8	22	13,8
Moderada ( 4 )	10	6,2	6	3,8	16	10,0
Severa ( 5 )	9	5,7	3	2,0	12	7,7
<b>Total</b>	<b>96</b>		<b>63</b>		<b>159</b>	<b>100</b>

Diversos trabalhos demonstram a ocorrência da fluorose dentária por fontes diversas, resultantes de consumo de alimentos e ingestão de dentifrícios. Mesmo se o flúor estiver presente nas águas de abastecimento público, dentro do padrão considerado ótimo (0,7 ppm no Brasil), em torno de 10% da população desenvolverá a fluorose dentária em um nível clinicamente aceitável. Por outro lado, se a concentração de flúor for superior ao “ótimo”, a intensidade da fluorose aumenta, atingindo níveis que afetam a estética e/ou a função dos dentes (CURY in Baratieri, L. N. (1992)). No município em questão o valor ótimo calculado foi de 0,78 mg F/l.

Em um total de 39 localidades avaliadas, 14 (Gráfico 7 ) apresentaram teores de flúor, na água, acima do valor ótimo (0,78 mg/l) sendo este um fator de risco ao comprometimento mais severo dos dentes , afetando a estética dental, conforme podem ser observados nas condições de severidade segundo a classificação de Dean: entre 4 e 5 ( moderada/ severa ).

**Gráfico 7 - Números de localidades avaliadas quanto a fluorose dentária x teores de flúor.**

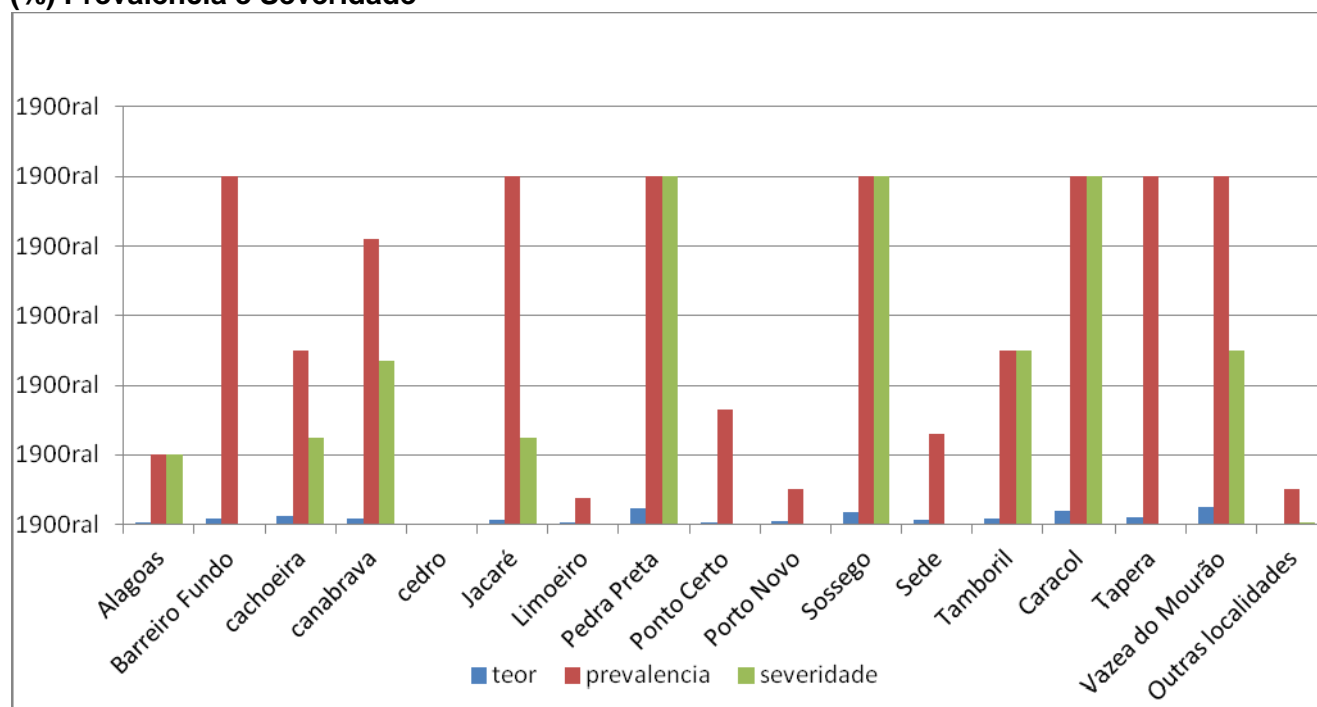


### Teor de flúor (mg/l)

Segundo Larsen *et al.* ( 1985 ) a prevalência e severidade da fluorose em uma população refletem a intensidade como a mesma esteve exposta ao flúor durante o período de calcificação das coroas dos dentes permanentes e o período de maior risco para o desenvolvimento da fluorose está 6 primeiros anos de idade. A população de jovens avaliadas nesta pesquisa nasceu no ano de 2002 e somente em 2008 foi criado o SIAA, quando esses jovens tinham em média 6 anos de idade. Neste período, praticamente toda a população de jovens, de Santana-BA, utilizou como único recurso, as águas de origens subterrâneas, o que permite justificar a alta prevalência (Gráfico 8 ) que ocorrem em quase todas as localidades do município.

**Gráfico 8 – Resumo do estudo epidemiológico com base no teor de flúor, prevalência e severidade (moderada/grave), para localidades com maior frequência amostral**

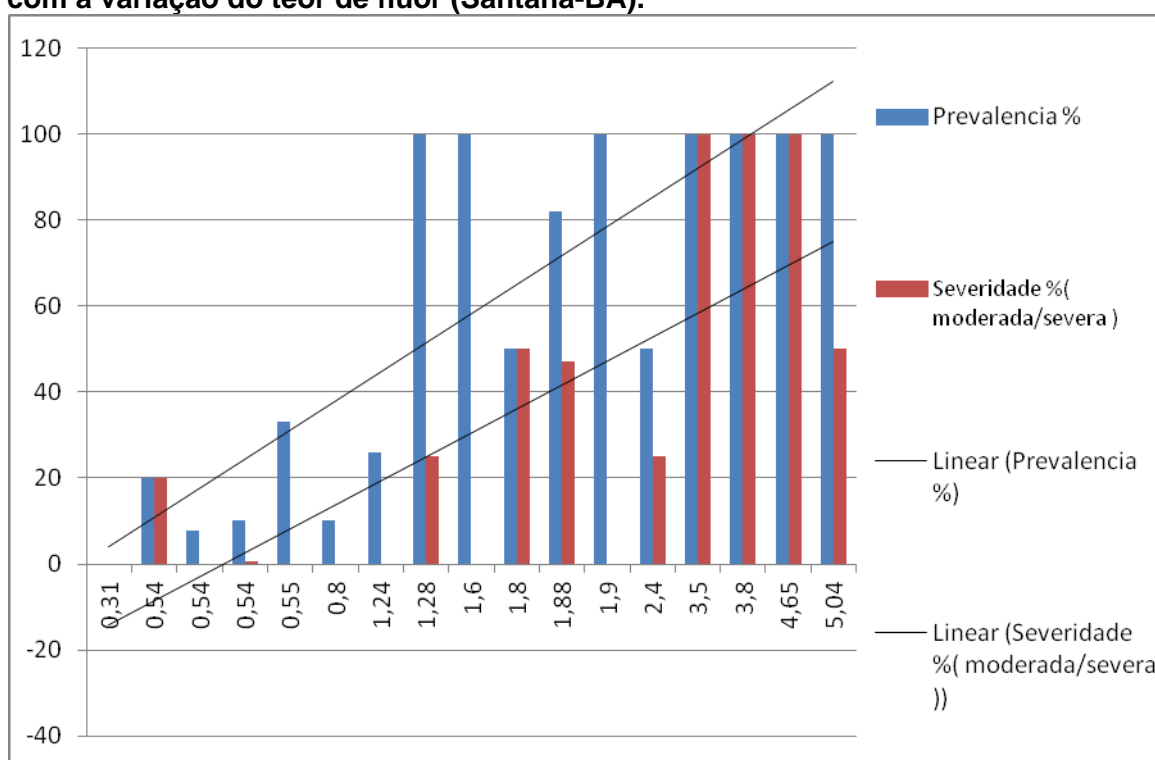
#### (%) Prevalência e Severidade



#### Localidades

Nas devidas proporções populacionais relativo as amostras obtidas na entrevista epidemiológica, as localidades de Pedra Preta, Sossego e Caracol apresentaram prevalência de fluorose dentária e severidade nos graus de moderada a severa em 100 % e nas localidades de Barreiro Fundo, Jacaré, Tapera e Várzea do Mourão, prevalências de 100% e severidade (grau moderada a severa ) variando de 0 a 50 % (Gráfico 8). Tais proporções são indicativas de uma correlação positiva existentes entre teores de flúor e prevalência e severidade da fluorose dentária (Gráfico 9).

**Gráfico 9 - Variação do percentual da prevalência e severidade da fluorose dentaria com a variação do teor de flúor (Santana-BA).**

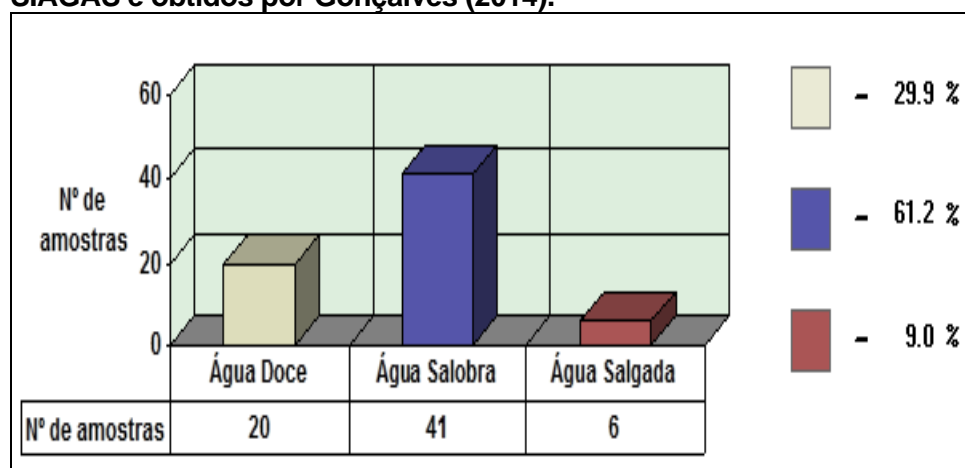


**Teor de flúor (mg/l)**

Na sede do município e na localidade de Tapera, apesar dos elevados teores de flúor (Quadro 7 ), se comparado com o valor ótimo para a região, não foram detectados graus de severidade entre 4 ou 5 (moderada/grave).

Apesar dos poços que abasteceram a sede do município por muito tempo (antes da implementação do SIAA), apresentarem águas com teor de médio de 1,24 mgF/l, a severidade e a prevalência se encontram compatíveis com os valores encontrados no SB Brasil 2010 para o país (16,3%) (Gráfico 8). Tal fato que pode ser explicado, conforme relatados pela CODEVASF (1989) e por moradores que, na maioria das localidades, as águas subterrâneas possuem sabor desagradável, com aspecto de salobra, fazendo com que grande parte da população tem a preferência pelo uso das águas do Rio Corrente transportadas por carros pipas. No caso específico da sede municipal o parâmetro STD (sólidos totais dissolvidos) (Quadro 6 e anexos A e B) pode ter sido o fator de proteção para fluorose dentária principalmente para esta localidade, cuja população residente aparentemente apresenta renda per capita superior à aqueles que residem nas localidades rurais, conseqüentemente, podendo utilizar de outros tipos de águas para consumo, como por exemplo água mineral industrializada. Enquanto que a maioria das localidades rurais, a população residente, é praticamente obrigada a utilizar dessas águas, independente do sabor (Gráfico 10).

**Gráfico 10 - Classificação das águas subterrâneas do município de Santana em relação ao conteúdo de sólidos totais dissolvidos (STD) (n = 67). Inclui os valores dos STD do SIAGAS e obtidos por Gonçalves (2014).**



**Quadro 6 - Sólidos totais dissolvidos nos poços da localidade da sede municipal**

Localidade	STD	Classificação	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	DT
Sede VI	648.0	Água Salobra	26.68*	2.64	296.0	28.68	414.0
Sede IV	512.0	Água Salobra	81.60	2.52	124.0	31.13	252.0
Sede V	612.0	Água Salgada	77.60	2.64	51.00	2.91	63.0

**Quadro 7 - Resumo do estudo epidemiológico com base no índice de Dean para localidades com maiores frequência amostrais.**

Localidades	Teor de Flúor (mg/l)	Prevalência( %)	moderado a grave ( % )	Total de Indivíduos
Alagoas	0,54	20	20	5
Barreiro Fundo	1,6	100	0	3
Cachoeira	2,4	50	25	12
Canabrava	1,88	82	47	17
Cedro	0,31	0	0	3
Jacaré	1,28	100	25	4
Limoeiro	0,54	7,7	0	13
Pedra Preta	4,65	100	100	8
Ponto Certo	0,55	33	0	6
Porto Novo	0,8	10	0	10
Sossego	3,5	100	100	2
Sede	1,24	26	0	27
Tamboril	1,8	50	50	4
Caracol	3,8	100	100	1
Tapera	1,9	100	0	4
Vázea do Mourão	5,04	100	50	5
Outras localidades **	*0,54	10	0,6	35
Total de indivíduos				159
*teor médio do flúor, ** 24 localidades,			Total de localidades	39

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Do exposto chegou-se as seguintes conclusões:

- Através da análise hidroquímica das águas de Santana para nitratos, sulfatos e cloretos são evidentes de que não existe adição de flúor derivado de fertilizantes ou outros organos clorados que possam contribuir para o aumento significativo dos valores deste elemento nas águas subterrâneas. Somente na localidade de Gameleira foi encontrados teores de nitrato de 5,6 mg/l, sendo estes sugestivos de uma pequena contaminação por esgoto sanitário.
- A fluorose dentária em crianças de 12 anos é um problema de saúde pública em Santana-BA, tendo em vista a alta prevalência em quase 53 % dos jovens avaliados, além de ter apresentado grau de severidade de 17,7 % (moderada a severa) em desacordo com os valores obtidos no SB Brasil 2010, para fluorose dentaria no Brasil, de mesma faixa etária, que apresentam valores de prevalência de 16,3% e grau de severidade quase nulo.
- No município de Santana-BA, o percentual 53 % de prevalência de 17,7% de severidade (moderado/severo) confirma a hipótese de contaminação por meio do consumo de águas de fonte naturais. Pois conforme Cangussu op. cit. (2002) as altas prevalências de fluorose dentaria em indivíduos que apresentam as formas moderada e severa ainda é pequena no mundo só aumenta significativamente nos locais onde a fluorose é produzida pelas altas concentrações de fluoretos de fontes naturais de água. Esta hipótese também pode ser comprovada através das correlações positivas entre os teores de flúor das águas subterrâneas de Santana-BA e prevalência/ severidade da fluorose dentária (gráfico 10).



- Do total das 39 localidades descritas como local de residência e de consumo das águas para a população de interesse nesta pesquisa, 14 localidades se encontram inseridas na área de risco elevado para fluorose dentária, visto que os teores de flúor estão acima do valor ótimo calculado (0,78 mg/l). As localidades são as seguintes: Baraúnas, Barreiro Fundo, Cachoeira, Canabrava, Jacaré, Lajes, Pedra Preta, Sossego, Sede Municipal, Olho D'água, Tamboril, Caracol, Tapera, Várzea do Mourão.
- Outras localidades que também apresentam risco à incidência de fluorose dentária, não foram contempladas neste estudo, são as seguintes: Caboclo, Mozondó, Maracujá, Lagoa Sideral, e Várzea do Mourão (Figura 6).
- Localidades de que possuem elevados teores de flúor em suas águas subterrâneas que são utilizadas para consumo humano e baixa prevalência de fluorose dentaria podem se explicada pela composição em relação aos sólidos totais dissolvidos. Essas águas geralmente apresentam-se com sabor desagradável, a exemplo das águas salgadas e salobras, com ocorre nos poços da sede municipal, caracterizando, portanto como fator de proteção a fluorose dentaria.

## 7 RECOMENDAÇÕES

A água subterrânea atualmente se destaca como uma das principais fontes de água doce do planeta terra, principalmente, em regiões áridas e semi-áridas. O tema aqui apresentado vem sendo amplamente discutido por diversos pesquisadores e a publicação de diversos trabalhos vêm demonstrando a correlação entre o consumo de águas subterrâneas ricas em flúor e a fluorose endêmica. Levando em consideração que a fluorose dental e endêmica se caracteriza como uma doença de agravante estética e funcional, torna-se importante identificar as áreas de risco para captação de água subterrânea para consumo humano. É extremamente importante a obtenção de mapas de isotores e de fluxo para fluoretos em todo o oeste baiano, que esta inserido no contexto geológico dos calcários do grupo bambui, além do monitoramento de dados epidemiológicos constantemente atualizados.

Conforme observado neste trabalho, o município possui estação de tratamento de águas desde 2008, entretanto as águas são direcionadas apenas para as localidades de Gameleira, Canabrava e sede do municipal, incapaz de modificar a condição endêmica local. Portanto deve-se, primariamente, criar sistemas de vigilância em saúde para monitorar a qualidade da água subterrânea referente ao teor de flúor disponível nas águas de consumo nos diversos poços tubulares responsável pelo abastecimento público, além de captar águas em localidades tais como aquelas que apresentem teores de flúor até 0,78 mg/l e estas serem destinadas às localidades que apresentem teores acima deste patamar. Outra forma de intervenção seria a correção pela técnica da defluoretação e o constante monitoramento dos teores de fluoretos das águas em reservatórios comunitários.

No âmbito do tratamento da saúde, revela-se importante o desenvolvimento de ações odontológicas que possibilitem informar a população residente nestas áreas sobre a origem das lesões em esmalte dentário, além da reabilitação da população acometida por fluorose dentária em estágios mais avançados, visto que os estágios menos avançados, nos casos do grau 2 e 3, segundo a classificação de

Dean, não se configura como um problema de ordem funcional dos dentes e sim estético, que as vezes são pouco perceptíveis.

Tendo em vista que endemias desse tipo tornam-se questões de vigilância sanitária, ressalta-se a necessidade de realizar pesquisas sob a óptica interdisciplinar referente à poluição hídrica, que possam contribuir com a redução dos riscos que envolvem as comunidades mais vulneráveis aos problemas ambientais que afetam a saúde.

Com a implementação do SUS – Sistema Único de Saúde, diversas USF- Unidade de Saúde da Família do Brasil, através do grupo de saúde bucal, utiliza na prevenção da carie dentária a aplicação tópica de flúor em ação coletiva realizadas nas escolas das comunidades adscrita a área das USF. No entanto, entende-se que esta prática se configura desnecessária, sendo precursora do agravamento da fluorose dental, além de ocasionar desperdício do dinheiro público com a aquisição do flúor tópico, utilizado em elevada escala. Poderia sim utilizar o flúor, em casos necessários, aqueles oriundo de fontes naturais existentes, que estão disponíveis nas águas de diversas localidades do município de Santana-BA, com teores que podem estar próximos aos daqueles utilizados nos géis tópicos fluoretados comercializados no mercado odontológico.

## REFERÊNCIAS

AKPATA, E. S.; FAKIHA, Z.; KHAN, N. Dental fluorosis in 12-15 year old rural children exposed to fluorides from well drinking water in the Hail region of Saudi Arabia. **Community Dentistry and Oral Epidemiology**, 25:324-327, 1997.

ALMEIDA F.F.M. Geologia do Continente Sul Americano: **Evolução Da Obra De Fernando Marques De Almeida**, São Paulo, 647p. 2004.

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. **Geologia Médica**, Caderno nº18, São Paulo, 2005.

ANGMAR-MANSSON, B., WHITFORD, G. M. Environmental and physiological factors affecting dental fluorosis. **J Dent Res**, v.69, n.9, p.706-713, Feb. 1990.

AOBA, T. The effect of fluoride on apatite structure and growth. **Crit Rev Oral Biol Med**, v.8, n.2, p.136-153, 1997.

BACCAR, N. de M. **Estudo da qualidade da água de poços artesianos da Região do Vale do Rio Pardo, RS, Brasil, com destaque para a concentração de fluoretos**. Dissertação (Mestrado em Geologia) - Universidade de Santa Cruz do Sul, Santa Cruz do Sul, 1998.

BAIARDI, A. Desenvolvimento rural e consolidação da moderna agricultura familiar: de colonos a neo-farmers. Bahia análise& dados, Salvador, v. 13, n. 4, p. 951-968,. **Revista Brasileira de Odontologia**, 52:13-18. 2004.

BELL, F.G. **Environmental geology: principles and practice**. [Oxford]: Blackwell Science, 1998.

BRASIL. **Companhia de Pesquisas e Recursos Minerais/Sistema de Informação de Águas Subterrâneas do Brasil**. Disponível em: <<http://www.cprm.gov.br/siagas>>. Acesso em: 14 de fevereiro 2014.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Políticas de Saúde. Departamento de Atenção Básica. Área Técnica de Saúde Bucal. **Projeto SB2000: condições de saúde bucal da população brasileira no ano 2000: manual do examinador / Secretaria Políticas de Saúde, Departamento de Atenção Básica, Área Técnica de Saúde Bucal. – Brasília: Ministério da Saúde, 2001**

Brasil. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Atenção Básica. Coordenação Nacional de Saúde Bucal. **Projeto SB Brasil 2010 – Condições de saúde bucal da população brasileira 2010: resultados principais**. Brasília: MS-CNSB, 2010.

\_\_\_\_\_. Ministério da Saúde. **Portaria 518, de 25 de março de 2004**. Estabelece os procedimentos e responsabilidades relativas ao controle e vigilância da qualidade da água para o consumo humano e seu padrão de potabilidade, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**; 16 março de 2005.

\_\_\_\_\_. **Portaria 635 de 26 de dezembro de 1975**. Aprova normas e padrões sobre a fluoretação da água de sistemas públicos de abastecimento. Brasília, 19 jan 2001. (Seção 1.p.18-22)

\_\_\_\_\_. Ministério da Saúde. **Portaria 1.469, de 29 dez. 2000**. Estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, 2001.

\_\_\_\_\_. Ministério da Saúde. Projeto SB2000. Condições de Saúde Bucal da População Brasileira no Ano de 2000. **Manual de Calibração de Examinadores**. Brasília; 2001b.

\_\_\_\_\_. **Lei n.º 6.050 de 24 de maio de 1974**. Dispõe sobre a fluoretação da água em sistema de abastecimento quando existir estação de tratamento. Brasília-DF, 1974.

\_\_\_\_\_. Ministério da Saúde. **Portaria 2914 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**, 2012.

BUZALAF, M.A.R. **Bioquímica do Flúor**: manual didático. Bauru, FOB-USP, 1996.

CANGUSSU, MCT, NARVAI PC, FERNANDEZ RC, DJEHIZIAN VA. Fluorose dentária no Brasil: uma revisão crítica. **Cad Saúde Pública**. 2002;18(1):7-15. Rio de Janeiro Jan./Feb. 2002.

CAPELLA, L. F.; CARCERERI, D. L.; PAIVA, S. M. Prevalência de fluorose dentária em escolares de Brasília – Distrito Federal. **Revista de Odontologia da Universidade de São Paulo**, 12:225-230, 1998.

CARDOSO, L. et al. Anomalia hidrogeoquímica e ocorrência de fluorose dentária em Itambaracá-Pr. In: **VIII Congresso Brasileiro de Geoquímica**, Curitiba, 2001.

CAMPOS DL, FARIAS DG, TOLEDO AO, BEZERRA ACB. Prevalência de fluorose dentária em escolares em Brasília – Distrito Federal. **Revista de Odontologia da Universidade de São Paulo**, Jul-Sep;12(3):225-30. 1998.

CARNEIRO, C. D. R.; CAMPOS, H. C. N. S.; MENDONÇA; J. L. G.. Rios Subterrâneos: Mitos ou Realidade?. **Ciência Hoje**, São Paulo, Outubro, v. 18, 43, nº 253, p. 18-25, 2008.

CURY, J. Metabolismo e Mecanismos de Ação do Fluoreto. In: BARATIERI, L.N. *et al.* **Dentística**: procedimentos preventivos e restauradores. 2 ed. Rio de Janeiro, Quintessence, 1992.

CUSTÓDIO, E,G, LLAMAS, M,R. **Hidrologia Subterrânea**. Ediciones Omega S. A Barcelona,p. 1010-1020, 1976.

CODEVASF–Companhia de Desenvolvimento do Vale do São Francisco, **Inventário Hidrogeológico da Serra do Ramalho** -Tomo I -Relatório, pag 39 a 46. 1989

DARDENNE M.A. Síntese sobre a estratigrafia do Grupo Bambuí no Brasil Central. *In*: SBG, Congr. Bras. Geol., 30, Recife, *Anais*, v. 2, p. 507-610. 1978.

DARDENNE, M. A *et al.*1981. Geologia da fluorita. In: **Principais depósitos minerais do Brasil**. [S.I.]: DNPM; CPRM, 1997.

DARDENNE, M.A. **Os grupos Paranoá e Bambuí na Faixa Dobrada Brasília**. In: SIMP. SOBRE O CRATON DO SÃO FRANCISCO E SUAS FAIXAS MARGINAIS. Salvador, 1981. Salvador, SBG/BA. p.140-156, 1981.

DARDENNE, M.A.; FREITAS-SILVA, F.H. Modelos genéticos dos depósitos de Pb-Zn nos Grupos Bambuí e Vazante. *In*: WORKSHOP DEPÓSITOS MINERAIS BRASILEIROS DE METAIS BASE, Salvador, 1998. **Anais...** Salvador: CPGG-CAPEP/PADCT-ADIMB-SBG/BA/SE, 1998.

DEAN, H. T. Classification of mottled enamel diagnosis. **J Am Med Assoc**, [S.I.], v. 21, p. 1421-1426, 1934.

DEAN, T.; JAY, P., ARNOLD, F. A. *et al.* Domestic water and dental caries. **Public Healt Rep**, n.56, p.761-798, Apr. 1941.

DENBESTEN, P. K.. Biological mechanisms of dental fluorosis relevant to the use of fluoride supplements. **Community Dentistry and Oral Epidemiology**, 1999.

DOMINGUEZ, J.M.L. **As Coberturas Plataformais do Proterozóico Médio e Superior**. In: Barbosa, J.S.F. & Dominguez, J.M.L. (eds.) Geologia da Bahia, Texto Explicativo para o Mapa Geológico do Estado da Bahia ao milionésimo. Salvdiior, SICM/SGM, 105-125, 1996.

DOWNER, M. C. Dental caries experience and defects of dental enamel among 12-year-old children in north London, Edinburgh, Glasgow and Dublin e da cárie dental em escolares de 7 a 10 anos de Belo Horizonte-Parte I. **Revista Pós Graduação – UFMG**, 5:101-109, 1994.

ELLWOOD, R. P., O' MULLANE, D. M. The demographic and social variation in the prevalence of dental enamel opacities in North Wales. **Community Dental Health**, v.11, n.4, p.192-196, Mar. 1994.

EMATER – Empresa de Assistência Técnica de Extensão Rural do Estado de Minas Gerais, São Francisco, MG, 1998.

EVANS, R.W., DARVELL, B. W. Refining the estimative of the critical period for susceptibility to enamel fluorosis in human maxillary central incisors. **Journal of Public Health Dentistry**, v.55, n4, p.238-249, Oct. Faculdade de Odontologia de Porto Alegre, 39:18-21, 1995.

FEITOSA, F. A. C.; MANOEL FILHO, J. **Hidrologia. Conceitos e aplicações**. CPRM, LABHID-UFPE, 412p, 1997.

FEJERSKOV, Manji F. O.; BALEUM, V.; MOLLER, I. J. **Fluorose dentária: um manual para profissionais da saúde**. São Paulo: Editora Santos; 1994.

FEJERSKOV, O.; THYLSTRUP, A.; LARSEN, M.J. Clinical and structural features and possible pathogenic mechanisms of dental fluorosis. **Scand J Dent Res**, 85:510-534, 1977.

FENZL, N., **Introdução à Hidrogeoquímica**. Universidade Federal do Pará. Belém. 1988.

FRAGA, C.G.; LISBOA, A. A. **A origem do flúor nas águas subterrâneas da Bacia do Paraná, Análise Introductória**. In: Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas, 6, 1990, São Paulo. Anais... São Paulo: ABAS, 1990. p. 98-106.

FRAGA, C. G. **Origem de Fluoretos em Águas Subterrâneas dos Sistemas Aquíferos Botucato e Serra Geral da Bacia do Paraná**. Instituto de geociências, Tese de Doutorado, USP, São Paulo- SP, 1992, 178p.

FRAZÃO P, PEVERARI A.C, FORNI TIB, MOTA AG, COSTA LR. **Fluorose dentária: comparação de dois estudos de prevalência**. Cad Saúde Pública. Jul-Aug;20(4):1050-8. 2004.

GONÇALVES, Manuel Vitor Portugal. **Flúor em águas subterrâneas da área cárstica do Sudoeste da Bahia (Brasil)**. Tese de Doutorado (Doutorado em Geologia – Área de Geologia Ambiental, Hidrogeologia e Recursos Hídricos) Universidade Federal da Bahia. Instituto de Geociências. Programa de Pós-Graduação em Geologia, Salvador, 2014. p 126

GONINI, C. A. J. **Fluorose Dentária em Crianças Nascidas entre 1986-1989: usuárias da Rede de Unidades Básicas de Saúde de Londrina: Frequência, Severidade e Fatores associados**. Dissertação de Mestrado, Londrina: Departamento de Saúde Coletiva, Universidade Estadual de Londrina. Health Dentistry, 55:39-52, 1999.

HAUSMAN, A., **Aspecto da Circulação em Aquífero Fraturados**. Simpósio Nacional de Água subterrânea em rochas fraturadas Associação Brasileira de Água Subterrânea, p33-36, 1984.

HOROWITZ, H. S. Fluoride and Enamel defects. **Adv Dent Res**. v.3, n.2, p.143-146. Sept. 1989.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA-IBGE. Síntese dos indicadores sociais 2007. In: **Uma análise das condições de vida da população brasileira, 2007**.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Dados do Censo 2010 publicados no Diário Oficial da União do dia 24/11/2010**. Disponível [http://www.censo2010.ibge.gov.br/dados\\_divulgados/index.php?uf=29](http://www.censo2010.ibge.gov.br/dados_divulgados/index.php?uf=29). Acesso em 14 de dezembro de 2013.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. IBGE:Biblioteca do IBGE. Disponível em <<http://wwwhttp://biblioteca.ibge.gov.br/>> Acesso em 22 de maio, 2014.

KIM, K.; JOENG, G.Y. **Factors influencing natural occurrence of fluoride-rich groundwaters: a case study in the southeastern part of the Korean Peninsula**. Chemosphere, v. 58, n. 10, p. 1399-1408, 2005.

LARSEN MJ, RICHARDS A, FEJERSKOV O. **Development of dental fluorosis according to age at start of fluoride administration**. Caries Res.;19(6):519-27. 1985.

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, p. 57-69, 1996.

LIN, NIAN-FENG; TANG, JIE; BIAN, JIAN-MIN. O ambiente geoquímico e os problemas de saúde na China. **Environmental geochemistry and health**, n. 26, p. 81-88, 2004.

MARIMOM, M. P. C. **O Flúor na Águas Subterrâneas da Formação Santa Maria, na Região de Santa Cruz do Sul e Venâncio Aires, RS, Brasil**. 2006. Tese (Doutorado em Geociências) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2006.

MARTINS, VIOLETA DE SOUZA. **Estudo de inclusões fluidas e de isótopos de estrôncios dos depósitos de fluorita da Serra do Ramalho (Bahia) e Montalvânia (Minas Gerais)**. **Dissertação de Mestrado**. Salvador: Edufba, 2001.



MCCUNE, B. GREACE, J.B. **Analysis of Ecological Communities**. MJM publishers, pp. 45-57. 2002.

MIRANDA, L. L. F. de et al. **Projeto fluorita da Serra do Ramalho**: relatório final.

MIRANDA, L. L. F. de; SILVA, J. G. da. Estratigrafia e mineralizações do Grupo Bambuí na Serra do Ramalho. In: Congresso Brasileiro de Geologia, 30, 1978, Recife. **Anais**: SGB, 1978.

MISI, A.; SILVA, M.G. **Chapada Diamantina Oriental - Bahia**: Geologia e Depósitos. Salvador: SGM, 1996. (Série de Roteiros Geológicos)

NANNI, ARTHUR SCHMIDT. **O Flúor em Águas do Sistema Aquífero Serra Geral no Rio Grande do Sul: Origem e Condicionamento Geológico**. Tese de Doutorado –Universidade federal do Rio Grande do sul. Instituto de Geociências , Porto Alegre-Rs, 2008.

PENDRYS, D. G. Fluoride supplements use by children in fluoridated communities. **Journal of Public Health Dentistry**, 55:160-164, 1995.

PEREIRA, J. C. R.; PAES, A. T.; OKANO, V. **Espaço aberto: Questões comuns sobre epidemiologia, estatística e informática** Revista do IDPC, São Paulo, v. 7, p. 12-17, 2000.

PIPER, A.M. **A graphic procedure in the geochemical interpretation of water analyses**. American Geophysical Union Transaction, Washington, v.25, p.914–923, 1944.

PIRES, Maria Betânia de Oliveira. **Fluorose Dentária Endêmica: Revisão da Literatura**. Rev. UNIMONTES CIENTÍFICA. Montes Claros, v.2, n.2. 2001.

RAMIRES. I.; BUZALAF, M. A fluoretação da água de abastecimento público e seus benefícios no controle da cárie dentária - cinquenta anos no Brasil. **Cienc Saude Coletiva**, 12(4):1057-65, 2007.

RODRIGUES, RONIVON PEREIRA - **Desenvolvimento e avaliação de um protótipo de atlas escolar interativo da mesorregião do extremo oeste baiano** Monografia apresentada ao Instituto de Ciências Ambientais e Desenvolvimento Sustentável, Universidade Federal da Bahia. Salvador, 2013.

ROUQUAYROL, M. Z.; ALMEIDA FILHO, N. **Epidemiologia e saúde**. 6. ed. Rio de Janeiro: Medsi, 2003.

SANTOS FILHO, MILTON. **O processo de urbanização no Oeste Baiano**. Recife: SUDENE-DPG.PSU-URB, 1989.

SANTOS, C. C. M. dos; CAMARA, A. da SILVA. **Impactos da modernização da agricultura no oeste baiano: repercussão no espaço do cerrado a partir da década de 80**. Salvador: [s.n.], 2000. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal da Bahia, Bahia, 2000.

SRH – Secretaria de Recursos Hídricos, **Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Corrente**. Salvador, 1995.

PDRH –Secretaria Municipal de Sanata-BA, **Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Corrente**. Salvador, 1995.

SUPERINTENDÊNCIA DE ESTUDOS ECONOMICOS E SOCIAIS DA BAHIA (SEI). **Mudanças sociodemográficas recentes: Região Oeste**. Salvador: SEI, 2000.

VELÁSQUEZ, Leila Nunes M. et al. Fluorose dentária e anomalias de flúor na água subterrânea no Município de São Francisco, Minas Gerais, Brasil. In: **Geologia Médica no Brasil**. Rio de Janeiro.: CPRM – Serviço Geológico do Brasil, 2006.

WHITFORD, G.M. Determinants and mechanisms of enamel fluorosis. **Ciba Found Symp.**, v.205, n.205, p.226-41, 1997.

**WORLD HEALTH ORGANIZATION. Oral health survey: basic methods**. 4th ed. Geneva: WHO, 1997.

**World Health Organization. Calibration of examiners for oral health epidemiological surveys**. Geneva: ORH/EIS/EPID; 1993.

**World Health Organization. Oral health surveys: basic methods**. 4 ed. Geneva: ORH/EPID; 1997.

## APÊNDICES

### APÊNDICE A - FORMULÁRIO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Caro Sr. (a):

O Programa de Pós-Graduação em Geologia Ambiental e Hidrogeologia, da Universidade Federal da Bahia – UFBA – está realizando um estudo da endemia fluorose dentária em região cárstica com base em dados hidroquímicos e epidemiológicos no município de Santana-Bahia, sob a orientação do Prof. Dr. Manoel Jerônimo Moreira Cruz e a co-orientação do Prof. Dr. Antônio Pitta Côrrea. Lembramos que sua participação neste estudo é voluntária.

---

Assinatura do paciente ou responsável

---

Orientador

---

Assinatura do pesquisador:

---

Carlos Alberto Machado Coutinho

---

O trabalho está agora na fase de coleta de dados, que serão obtidos a partir de entrevistas e exame clínico a serem realizados com jovens de 12 anos de idade.

O objetivo desta pesquisa é relacionar a contaminação das águas de subsuperfície por fluoreto com a prevalência de fluorose dentária da população que utiliza água de poços do sistema aquífero cárstico da Santana e finalmente a delimitação das áreas de risco para consumo de águas subterrâneo nesta região no município de Santana-Bahia.

A qualquer momento o (a) senhor (a) ou o seu filho (a) poderá interromper a entrevista e o exame clínico e os dados obtidos não serão divulgados nesta pesquisa

Os resultados serão utilizados no trabalho deste dentista e, poderão também ser utilizados pelos serviços odontológicos da Prefeitura Municipal de Santana-BA.

Devo esclarecer que os dados referentes à identificação do entrevistado não serão mencionados e que os demais dados obtidos serão computados globalmente, de maneira que, em hipótese alguma, nenhuma informação poderá ser correlacionada a um indivíduo em particular.

Agradeço desde já sua boa vontade em colaborar com esta pesquisa e coloco-me à sua disposição para esclarecer quaisquer dúvidas a respeito da mesma, pelos seguintes telefones: (071) 3351 4389, (071) 91345676, (Carlos Alberto Machado Coutinho, CRO-BA 10304).

Afirmo que fui devidamente esclarecido em todos os aspectos referente ao uso e procedimentos inerentes a esta pesquisa.

Por este instrumento de Autorização,  
eu \_\_\_\_\_

Responsável legal por:

\_\_\_\_\_

Autorizo ao cirurgião dentista Carlos Alberto Machado Coutinho a realizar exame odontológico para obtenção do índice de fluorose (índice de Dean) .

Santana-BA, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2014.

### APÊNDICE B – Dados Epidemiológicos de Campo

Localidade	Índice de Dean	Teor de fluor (mg/l)	Gênero	masc. c/ fluorose	masc. s/ fluor	fem. c/ fluor	fem. s/ fluor
Alagoas	4	0,54	m	1			
Alagoas	0	0,54	m		1		
Alagoas	0	0,54	m		1		
Alagoas	0	0,54	m		1		
Alagoas	3	0,54	f			1	
Alto de santana	3		m	1			
Areao	5		f			1	
Baixa funda	3	0,34	f			1	
Baixa funda	1	0,34	f			1	
Baraunas	2	1,25	f			1	
Barreiras	0		m			1	
Barreiro fundo	3	1,6	m	1			
Barreiro fundo	3	1,6	f			1	
Barreiro fundo	2	1,6	m	1			
Cachoeira	4	2,4	f			1	
Cachoeira	5	2,4	f			1	
Cachoeira	5	2,4	m	1			
Cachoeira	2	2,4	f			1	
Cachoeira	0	2,4	f				1
Cachoeira	2	2,4	m	1			
Cachoeira	2	2,4	f			1	
Cachoeira	0	2,4	m		1		
Cachoeira	0	2,4	m		1		
Cachoeira	0	2,4	f				1
Cachoeira	0	2,4	f				1
Cachoeira	0	2,4	f				1
Cachoeirinha	0		f				1
Cachoeirinha	0		f				1
Canabrava	5	1,88	m	1			
Canabrava	4	1,88	m	1			
Canabrava	5	1,88	f			1	
Canabrava	4	1,88	f			1	
Canabrava	3	1,88	f			1	
Canabrava	3	1,88	f			1	
Canabrava	5	1,88	f			1	
Canabrava	3	1,88	f			1	
Canabrava	3	1,88	f			1	
Canabrava	0	1,88	m		1		
Canabrava	4	1,88	f			1	
Canabrava	0	1,88	f				1

Canabrava	4	1,88	f			1	
Canabrava	0	1,88	f				1
Canabrava	5	1,88	f			1	
Canabrava	3	1,88	f			1	
Canabrava	2	1,88	f			1	
Caracol	5	3,8	f			1	
Cedro	0	0,31	m		1		
Cedro	0	0,31	f				1
Cedro	0	0,31	m		1		
Cipo	0		f				1
Cipo	1		f			1	
Colonia	2		f			1	
Colonia	2		f			1	
Curral de varas	0	0,09	m				1
Curral de varas	0	0,09	f		1		
Fazenda mamao	2		f			1	
Fazenda nova	3		f			1	
Gameleira	1	0,51	f			1	
Gameleira	0	0,51	f				1
Jacare	3	1,28	f			1	
Jacare	3	1,28	m	1			
Jacare	3	1,28	f			1	
Jacare	4	1,28	f			1	
Lagoa das pedras	0	0,29	f				1
Lajes	2	1,72	f			1	
Lajes	2	1,72	f			1	
Limoeiro	0	0,54	m		1		
Limoeiro	0	0,54	m		1		
Limoeiro	0	0,54	m		1		
Limoeiro	0	0,54	f				1
Limoeiro	0	0,54	m		1		
Limoeiro	0	0,54	m		1		
Limoeiro	0	0,54	m		1		
Limoeiro	0	0,54	f				1
Limoeiro	0	0,54	f				1
Limoeiro	3	0,54	f			1	
Limoeiro	0	0,54	f				1
Limoeiro	0	0,54	m		1		
Limoeiro	0	0,54	f				1
Matador	1		f			1	
Missao	1		f			1	
Olho d'agua	2	2,1	m	1			
Olho d'agua	3	2,1	f			1	
Pau terra	2		f			1	

Pedra preta	5	4,65	f			1	
Pedra preta	4	4,65	f			1	
Pedra preta	4	4,65	f			1	
Pedra preta	4	4,65	f			1	
Pedra preta	5	4,65	f			1	
Pedra preta	4	4,65	f			1	
Pedra preta	5	4,65	m	1			
Pedra preta	4	4,65	m	1			
Pocos	2		f			1	
Pocos	0		f				1
Ponto certo	1	0,55	m	1			
Ponto certo	0	0,55	f				1
Ponto certo	3	0,55	f			1	
Ponto certo	0	0,55	m		1		
Ponto certo	0	0,55	m		1		
Ponto certo	2	0,55	f			1	
Porto novo	0	0,8	m	1			
Porto novo	0	0,8	m		1		
Porto novo	0	0,8	f				1
Porto novo	0	0,8	f				1
Porto novo	0	0,8	m		1		
Porto novo	2	0,8	f			1	
Porto novo	0	0,8	f				1
Porto novo	0	0,8	f				1
Porto novo	0	0,8	f				1
Porto novo	1	0,8	m	1			
Riacho de cachoeira	0	0,8	f				1
São francisco	2	0,8	f			1	
Sede	2	1,24	m	1			
Sede	0	1,24	f				1
Sede	0	1,24	m		1		
Sede	0	1,24	f				1
Sede	3	1,24	f			1	
Sede	0	1,24	m		1		
Sede	0	1,24	m		1		
Sede	2	1,24	f			1	
Sede	0	1,24	m		1		
Sede	0	1,24	m		1		
Sede	2	1,24	m	1			
Sede	0	1,24	m		1		
Sede	0	1,24	m		1		
Sede	0	1,24	f				1
Sede	0	1,24	m		1		





**APÊNDICE C - ENTREVISTA E EXAME CLÍNICO**

Nome:.....

Escola:.....

**ENTREVISTA**

1) Qual é o seu gênero ?

 Feminino     Masculino

2) Qual é a sua idade?

3) Qual localidade você mora?

4) Sua família sempre morou aqui?

 sim     não

5) Você utiliza água de poços para consumo?

 Sim     Não

6) Você considera a água do poço de qualidade ?

 Sim     Não

7) Você utiliza água encanada?

 Sim     Não

8) Você sabe o que é fluorose dentária?

 Sim     Não

9) Você tem conhecimento de que está ocorrendo uma endemia de fluorose dentária em sua região?

Sim  Não

10) Você tem percebido alguma alteração em sua arcada dentária?

Sim Não

Sendo positiva a resposta em relação às alterações em sua arcada dentária, qual tem predominado?

Dentes com linhas brancas finas

Dentes opacos

Dentes com manchas castanhas

Dentes cariados perdidos

Hipersensibilidade nos dentes

### **EXAME CLÍNICO**

11) O grau de fluorose dentária, medido pelo índice Dean, identificado nos entrevistados:

1

2

3

4

5

9

**ANEXO A - Resultados das análises físico-químicas, elementos principais, com ênfase no STD (sólidos totais dissolvidos) realizadas nas águas subterrâneas coletadas no município de Santana, Bahia em junho de 2012.**

Nº. CERB/Ano	Nº. SIAGAS	Localidade	Município	UTMN	UTME	pH	CE	STD	Classificação	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Cl <sup>-</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	F <sup>-</sup>	DT
1-911/79	2900000061	Ponto Certo I	Santana	8547740	601944	7.70	818.00	572.00	Água Salobra	36.80	2.64	252.00	25.65	75.00	221.0	52.80	0.09	0.51	357.50
1-9270/09	2900023255	Lagoa das Pedras	Santana	8562386	626281	7.27	401.00	565.00	Água Doce	43.30	2.70	317.00	20.50	52.50	342.0	61.90	1.18	0.29	401.00
1-1030/80	2900000251	Cedro	Santana	8567784	606810	7.30	760.00	420.00	Água Salobra	29.80	2.64	250.00	17.02	40.00	264.0	50.00	0.01	0.38	320.00
1-9266/09	2900023254	Salgado II	Santana	8567047	598249	7.46	755.00	413.00	Água Doce	56.30	2.60	212.00	20.00	32.40	327.0	30.00	0.08	0.73	294.00
1-1786/83	2900013433	Baixão do Cedro	Santana	8567984	593883	8.30	750.00	226.00	Água Salobra	27.81	2.64	218.10	26.61	16.70	159.2	27.00	0.46	0.36	327.20
1-4752/88	2900013437	Coqueiro - Utinga	Santana	8561978	598202	8.30	1220.00	850.00	Água Salobra	33.47	2.64	537.60	49.19	111.40	300.7	121.0	1.38	0.51	739.20
1-1786/83	2900013407	Gameleira	Santana	8558060	602556	7.30	1250.00	386.00	Água Salobra	33.09	2.64	219.3	93.04	53.00	237.6	36.00	4.37	0.50	312.30
1-2272/84	2900013420	Caracol I	Santana	8569377	615435	8.60	1250.00	588.00	Água Salobra	253.06	2.64	20.10	10.22	125.90	192.3	32.80	0.46	10.00	61.70
2-118/73	2900001855	Faz. Areão I	Santana	8564000	601200	7.75	1098.46	714.00	Água Salobra	30.45	2.64	184.10	18.12	64.00	367.0	36.00	0.46	0.43	535.00
2-131/73	2900001862	Faz. Areão II	Santana	8563900	601440	7.85	726.15	472.00	Água Salobra	17.62	2.64	128.10	18.12	41.00	351.0	36.00	0.46	0.09	395.00
1-1798/83	2900013409	Coqueiro	Santana	8562048	595972	8.50	2813.00	1116.00	Água Doce	204.20	2.64	14.15	22.65	422.10	231.5	22.80	0.46	7.50	22.70
1-9268/09	2900023253	Várzea do Mourão II	Santana	8546969	610402	8.78	1338.46	870.00	Água Salobra	353.00	4.00	9.40	1.20	49.60	408.0	40.00	0.46	15.00	14.30
VMP pela Portaria 2.914/2011 ou OMS (2003)						-	-	1000.00		200.00	-	75.00	50.00	250.00	-	250.00	10.00	1.50	500
Limite de Determinação Praticável (CONAMA 396/2008)						-	-	-		0.01	0.005	0.01	0.01	0.01	-	0.01	0.01	0.01	-
Mínimo						7.00	189.00	183.00		16.11	1.00	4.12	0.75	5.30	55.20	1.30	0.01	0.05	7.20
Máximo						8.80	4500.00	1492.00		413.79	6.00	537.60	227.75	495.70	408.30	342.50	4.37	17.12	766.20
Média						7.87	1219.49	602.83		83.85	2.69	174.24	29.86	94.97	264.20	58.88	0.60	2.38	265.80
Mediana						7.83	1025.00	513.00		39.32	2.64	166.95	18.12	53.20	265.55	36.00	0.46	0.61	257.00
Desvio Padrão						0.55	828.96	331.60		95.56	0.56	125.03	39.17	109.06	88.37	61.96	0.65	4.08	178.22
Erro padrão						0.16	176.58	72.10		32.28	0.11	42.84	6.84	41.50	22.20	7.59	0.34	1.44	60.59
Coeficiente de Variação (%)						7.00	67.98	55.01		113.96	20.72	71.76	131.17	114.84	33.45	105.24	108.07	171.48	67.05
Valor de p (Kolmogorov e Smirnov)						>0.1	0.0024	>0.1		0.0006	<0.0001	>0.1	0.0002	0.013	>0.1	0.003	<0.0001	<0.0001	>0.1

**ANEXO B - Resultados de dados físico-químicos, com ênfase em STD (sólidos totais dissolvidos) das águas subterrâneas de Santana. Disponíveis no SIAGAS (1970 - 2012).**

Poço	Nº. SIAGAS	Localidade	UTMN	UTME	pH	CE	STD	Classificação	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Cl <sup>-</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	F <sup>-</sup>	DT
SN1	2900000069	Umburanas	8574160	602283	7.70	305.00	190.0	Água Doce	28.83	2.64	96.0	3.52	5.3	150.0	1.30	0.46	0.33	110.5
SN2	2900000172	Nova Glória	8565500	603500	7.60	427.69	278.0	Água Doce	19.13*	2.64	40.7	18.12	11.0	172.0	36.00	0.46	0.13	176.5
SN3	2900000241	Parque de Exposição	8565308	603486	7.95	820.00	450.0	Água Salobra	21.39*	2.64	290.0	7.30	45.0	320.0	28.60	0.46	0.19	320.0
SN4	2900000298	Sede VI	8564213	600378	7.55	1100.00	648.0	Água Salobra	26.68*	2.64	296.0	28.68	92.5	249.0	84.00	0.46	0.33	414.0
SN5	2900013404	Angical	8541170	616099	7.30	800.00	382.0	Água Salobra	27.05*	2.64	290.9	14.19	47.1	222.9	41.00	0.46	0.34	349.0
SN6	2900013412	Coqueiro	8559399	597861	7.10	1563.00	758.0	Água Salobra	30.83*	2.64	265.6	28.82	129.8	267.1	130.0	0.47	0.44	383.7
SN7	2900013413	Baixa Funda	8560306	630972	7.10	1250.00	552.0	Água Salobra	27.05*	2.64	289.8	21.67	40.3	309.5	46.00	0.86	0.34	378.6
SN8	2900013418	Faz. Sol Nascente	8547633	627328	7.00	1063.00	360.4	Água Salobra	38.37*	2.64	315.8	10.88	22.1	297.4	21.60	0.46	0.64	360.4
SN9	2900013419	Alagoas I	8537731	615572	8.30	1250.00	486.0	Água Salobra	34.60*	2.64	216.1	132.11	53.4	222.6	86.00	0.46	0.54	348.2
SN10	2900013422	Novo Horizonte II	8563011	623964	8.30	4500.00	932.0	Água Salgada	27.81*	2.64	406.3	87.81	259.6	344.0	185.0	0.46	0.36	766.2
SN11	2900013426	Faz. Esmeralda	8540485	618113	7.30	1125.00	432.0	Água Salobra	33.84*	2.64	306.5	36.26	40.2	279.7	25.00	0.46	0.52	455.1
SN12	2900013428	Carafbas	8545055	605095	7.20	938.00	400.0	Água Salobra	23.66*	2.64	241.1	10.82	45.4	215.6	29.60	0.46	0.25	285.4
SN13	2900013429	Curral Novo I	8571631	604896	8.50	650.00	186.0	Água Doce	40.26*	2.64	135.7	14.19	35.1	55.2	17.00	1.25	0.69	193.9
SN14	2900013432	São José	8573972	603126	8.30	940.00	278.0	Água Salobra	28.56*	2.64	183.2	25.88	54.8	89.8	65.00	0.46	0.38	289.3
SN15	2900013434	Barra	8570398	613932	7.10	750.00	266.0	Água Doce	35.73*	2.64	125.36	30.59	29.6	193.3	47.00	0.46	0.57	250.7
SN16	2900013435	Celestino	8565881	613763	8.30	2393.00	1088.0	Água Salgada	42.52*	2.64	72.01	7.53	257.4	297.6	176.0	1.42	0.75	102.9
SN17	2900013436	Limoeiro	8563012	592390	8.20	900.00	490.0	Água Salobra	34.60*	2.64	130.3	9.91	46.7	294.3	36.00	0.09	0.54	170.7
SN18	2900013438	Luiz Martins	8576650	593129	8.43	295.00	200.0	Água Doce	22.53*	2.64	101.0	3.02	7.0	108.6	9.44	0.03	0.22	113.4
SN19	2900013493	Carafbas II	8545086	605095	8.36	1870.00	954.0	Água Salgada	25.92*	2.64	72.01	25.10	126.9	408.3	32.80	0.45	0.31	174.6
SN20	2900014022	Represa	8564742	634910	7.20	1750.00	1376.0	Água Salobra	32.71*	2.64	441.9	25.23	120.7	262.1	82.00	0.46	0.49	545.3
SN21	2900021822	Curral de Varas	8571313	590761	7.88	665.00	438.0	Água Doce	16.11	6.00	289.0	7.53	25.8	301.0	26.00	0.66	0.05	320.0
SN22	2900001855	Faz. Areão I	8564000	601200	7.75	1098.46	714.0	Água Salgada	30.45*	2.64	184.1	18.12	64.0	367.0	36.00	0.46	0.43	535.0
SN23	2900001862	Faz. Areão II	8563900	601440	7.85	726.15	472.0	Água Doce	17.62*	2.64	128.1	18.12	41.0	351.0	36.00	0.46	0.09	395.0
SN24	2900000061	Ponto Certo I	8547740	601944	7.70	818.00	572.0	Água Salobra	36.80	2.64	252.0	25.65	75.0	221.0	52.80	0.09	0.51	357.5
SN25	2900023255	Lagoa das Pedras	8562386	626281	7.27	401.00	565.0	Água Doce	<b>43.30</b>	2.70	317.0	20.50	52.5	342.0	61.90	1.18	0.29	401.0
SN26	2900000251	Cedro	8567784	606810	7.30	760.00	420.0	Água Doce	29.80	2.64	250.0	17.02	40.0	264.0	50.00	0.01	0.38	320.0
SN27	2900023254	Salgado II	8567047	598249	7.46	755.00	413.0	Água Doce	56.30	2.60	212.0	20.00	32.4	327.0	30.00	0.08	0.73	294.0
N28	2900013433	Baixão do Cedro	8567984	593883	8.30	750.00	226.0	Água Doce	27.81*	2.64	218.1	26.61	16.7	159.2	27.00	0.46	0.36	327.2
SN29	2900013437	Coqueiro - Utinga	8561978	598202	8.30	1220.00	850.0	Água Salobra	33.47*	2.64	537.6	49.19	111.4	300.7	121.0	1.38	0.51	739.2
Poço	Nº. SIAGAS	Localidade	UTMN	UTME	pH	CE	STD		Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Cl <sup>-</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	F <sup>-</sup>	DT

SN30	2900013407	Gameleira	8558060	602556	7.30	1250.00	386.0	Água Salobra	33.09*	2.64	219.3	93.04	53.0	237.6	36.00	4.37	0.50	312.3
SN31	2900000249	Salgado I	8564142	594292	7.75	970.00	548.0	Água Salobra	59.50*	2.64	168.0	6.32	100.0	334.0	22.50	0.46	1.20	194.0
SN32	2900013403	Alagoas II	8537425	615331	7.40	1563.00	648.0	Água Salobra	50.82*	2.64	349.0	21.29	158.9	240.9	91.00	1.82	0.97	436.3
SN33	2900013414	Jacaré	8549107	605924	7.20	813.00	764.0	Água Salobra	62.52*	2.64	197.2	64.08	40.5	232.3	15.10	0.46	1.28	261.3
SN34	2900013415	Redondos	8557145	600774	8.30	625.00	274.0	Água Doce	70.82*	2.64	58.64	13.90	46.2	137.9	10.00	0.50	1.50	115.6
SN35	2900013421	Baraúnas	8564028	616316	8.30	1250.00	460.0	Água Salobra	61.39*	2.64	119.0	227.75	98.3	227.8	50.00	1.49	1.25	211.1
SN36	2900013424	Faz. Conforto	8553137	619492	7.20	1250.00	514.0	Água Salobra	61.76*	2.64	178.4	18.12	84.8	339.3	47.00	0.46	1.26	252.7
SN37	2900021820	João Vêncio	8560495	600515	8.36	302.00	183.0	Água Doce	54.97*	1.00	34.20	4.89	5.8	128.0	10.90	0.46	1.08	54.3
SN38	2900013420	Caracol I	8569377	615435	8.60	1250.00	588.0	Água Salobra	<b>253.06*</b>	2.64	20.10	10.22	125.9	192.3	32.80	0.46	<b>10.00</b>	61.7
SN39	2900013409	Coqueiro	8562048	595972	8.50	2813.00	1116.0	Água Salobra	204.20	2.64	14.15	22.65	422.1	231.5	22.80	0.46	<b>7.50</b>	22.7
SN40	2900023253	Várzea do Mourão II	8546969	610402	8.78	1348.46	870.0	Água Salobra	<b>353.00</b>	4.00	9.40	1.20	49.6	408.0	40.00	0.46	<b>15.00</b>	14.3
SN41	2900000060	Canabrava I	8559145	600179	7.60	1000.00	614.0	Água Salobra	167.20	2.28	96.00	10.21	68.0	394.0	29.80	0.06	1.88	138.0
SN42	2900000063	Sede IV	8563986	603571	7.80	900.00	512.0	Água Salobra	81.60	2.52	124.0	31.13	58.0	341.0	27.00	0.46	1.68	252.0
SN43	2900000065	Sede V	8565400	603486	7.60	1050.00	612.0	Água Salgada	77.60	2.64	51.00	2.91	124.0	307.0	31.40	0.04	1.71	63.0
SN44	2900013408	Caboclo	8548001	640218	8.30	625.00	344.0	Água Doce	124.77*	2.64	45.86	46.61	53.4	112.4	27.60	0.46	2.93	92.5
SN45	2900013411	Mozondó	8538887	625119	8.60	3125.00	1282.0	Água Doce	236.45*	2.64	29.93	57.87	495.7	222.4	167.5	0.46	<b>9.25</b>	97.8
SN46	2900013416	Olhos d'Água	8571722	613063	8.80	1875.00	940.0	Água Salgada	93.46*	2.64	13.40	12.67	84.6	374.3	135.0	0.25	2.10	65.3
SN47	2900013417	Lajes	8534962	616523	7.20	1250.00	536.0	Água Salobra	79.12*	2.64	303.3	17.78	48.2	388.7	16.00	0.46	1.72	376.1
SN48	2900013430	Pauzinho	8560654	607144	8.30	500.00	294.0	Água Doce	110.81*	2.64	50.34	4.66	15.6	261.2	11.40	0.46	2.56	69.4
SN49	2900013431	Maracujá	8566875	611085	8.80	3125.00	1284.0	Água Salobra	219.85*	2.64	84.46	17.07	183.4	361.6	342.5	0.46	5.45	154.6
SN50	2900013410	Faz. Sideral	8562190	622183	7.96	2090.00	1220.0	Água Salobra	<b>360.21*</b>	2.64	165.9	112.03	186.9	166.6	187.5	0.46	<b>14.75</b>	625.0
SN51	2900013439	Tamboril I	8563141	599562	8.78	2590.00	1492.0	Água Salobra	<b>413.79*</b>	2.64	4.12	0.75	478.7	368.1	77.78	0.46	<b>17.12</b>	7.2
SN52	2900013423	Faz. Giritana	8540984	616399	7.40	1125.00	490.0	Água Salobra	<b>236.45*</b>	2.64	20.43	11.42	28.2	339.6	10.00	0.46	<b>9.25</b>	67.2
		Mínimo			7.00	295.00	183.00		16.11	1.00	4.12	0.75	5.30	55.20	1.30	0.01	0.05	7.20
		Máximo			8.80	4500.00	1492.00		413.79	6.00	537.60	227.75	495.70	408.30	342.50	4.37	17.12	766.20
		Média			7.87	1241.78	602.83		83.85	2.69	174.24	29.86	94.97	264.20	58.88	0.60	2.38	265.80
		Mediana			7.83	1056.00	513.00		39.32	2.64	166.95	18.12	53.20	265.55	36.00	0.46	0.61	257.00
		Desvio Padrão			0.55	816.19	331.60		95.56	0.56	125.03	39.17	109.06	88.37	61.96	0.65	4.08	178.22
		Coefficiente de Variação (%)			7.00	65.73	55.01		113.96	20.72	71.76	131.17	114.84	33.45	105.24	108.07	171.48	67.05
		Valor de p (Kolmogorov e Smirnov)			>0.1	0.0037	>0.1		0.0006	<0.0001	>0.1	0.0002	0.013	>0.1	0.003	<0.0001	<0.0001	>0.1