

**XVI CONGRESSO BRASILEIRO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS E XVII**  
**ENCONTRO NACIONAL DE PERFURADORES DE POÇOS**

**AVALIAÇÃO DAS CONCENTRAÇÕES DE BÁRIO E CHUMBO EM**  
**ÁGUAS DO AQUÍFERO FREÁTICO DO ENTORNO DO CENTRO**  
**INDUSTRIAL DO SUBAÉ – FEIRA DE SANTANA-BA**

**Adriano Cosme Pereira Lima<sup>1</sup>; Sandra Maria Furiam Dias<sup>2</sup>; Silvio Roberto Magalhães**  
**Orrico<sup>3</sup>; Dione Ribeiro Silva Mendes de Araújo<sup>4</sup>**

**RESUMO**

A qualidade dos recursos hídricos tem sido alterada em função do desenvolvimento industrial nos últimos anos, principalmente pela disposição inadequada dos esgotos industriais e de lixos, aumentando cada vez mais a presença dos metais pesados nestes ambientes. Diante disto, este estudo teve como objetivo avaliar o nível de concentração dos metais pesados Bário e Chumbo e as possíveis fontes de contaminações nas águas provenientes dos poços escavados, poços tubulares rasos e nascentes na área do entorno do Centro Industrial do Subaé – Tomba – Feira de Santana-BA. As análises demonstraram que dos 35 pontos de coletas, apenas 8 não apresentaram contaminação por metais pesados e que estão dentro dos limites estabelecidos pela Portaria n.º 518/2004 do Ministério da Saúde para consumo humano. Na avaliação dos resultados verificou-se a ocorrência desses elementos, nos poços que estão localizados próximos e em cotas altimétricas inferiores às fábricas que processam fertilizantes e as que realizam atividades de soldagem. Esta pesquisa demonstra a necessidade de fiscalização por parte dos órgãos responsáveis quanto ao consumo de águas de poços contaminados, que podem ser fonte de riscos à saúde pública.

**PALAVRAS-CHAVE:** Águas Subterrâneas, Indústrias, Poluição da Água.

**ABSTRACT**

The quality of water resources has been changed in function of the industrial development in recent years, mainly due to inadequate disposal of the industrial sewage and wastes, increasing, this way, the presence of heavy metals in these water resources.

---

<sup>1</sup>UEFS – Laboratório de Saneamento BR 116, Km 03, Campus Universitário CEP.44036-900, Feira de Santana – BA. Tel: (75) 3224-8313 Fax: (75) 3224-8195/ e-mail: alima34@hotmail.com

Thus, this study had as objective to evaluate the level of concentration of heavy metals Barium and Lead besides others possible sources of contamination in water from dug wells, undeeep drilled wells and source in the area around to Subae Industrial Center – Tomba – Feira de Santana City, in Bahia. The analyses demonstrated that of the 35 points of collections of water only 8 of them do not present contamination for heavy metals staying inside of the limits established for human consumption, as it establishes the specific Brazilian legislation Portaria n.º 518/2004 from the Ministry of Health . In the evaluation of the results it was verified occurrence of the heavy metals, in wells located nearby and in lower altimetric elevations to the factories that process fertilizers and carrying out welding activities. This research demonstrates the need for monitoring by the responsible authorities regarding the consumption of water from contaminated well, which can be a source of risk to public health.

**KEYWORDS:** Groundwater, Industry, Water Pollution.

## 1- INTRODUÇÃO

O desenvolvimento do setor industrial nos últimos anos tem desempenhado um papel importante na sociedade, como geradora de mão de obra, fornecimento de produtos e serviços demandada pelo mercado globalizado, promovendo assim, a melhoria das condições de vida da população. Embora, o nível de desenvolvimento atingido pela sociedade contemporânea trouxesse paralelamente uma série de efeitos negativos para o meio ambiente, como por exemplo, a poluição das águas superficiais, promovendo a sua redução no fornecimento em quantidade e qualidade suficientes para atender as necessidades básicas do homem.

Esse fato faz com que as águas subterrâneas, principalmente a explorada do aquífero freático sejam utilizadas por grande parte da população para o suprimento de suas necessidades. Porém, a falta de fiscalização quanto ao uso e ocupação do solo e das perfurações sem obedecer as normas técnicas, tem facilitado a sua contaminação por substâncias orgânicas, inorgânicas ou por patógenos provenientes dos diversos poluentes oriundos dos processos industriais e de outras atividades antropogênicas, pois seu retorno, via de regra, se dá na forma de efluentes ou de esgotos contribuindo também para a vulnerabilidade dessas reservas, dificultando a sua utilização como fonte alternativa de abastecimento.

Um dos compostos químicos que estão cada vez mais presentes nas águas subterrâneas são os metais pesados provocados pelas diversas atividades industriais como as de solda, de fertilizantes, de galvanoplastia, química, têxtil, agrícola, metalúrgica, destilarias de álcool, cítricas, curtumes, matadouros, frigoríficos e laticínios (FERNANDES et al., 2007; PAES et al., 2000).

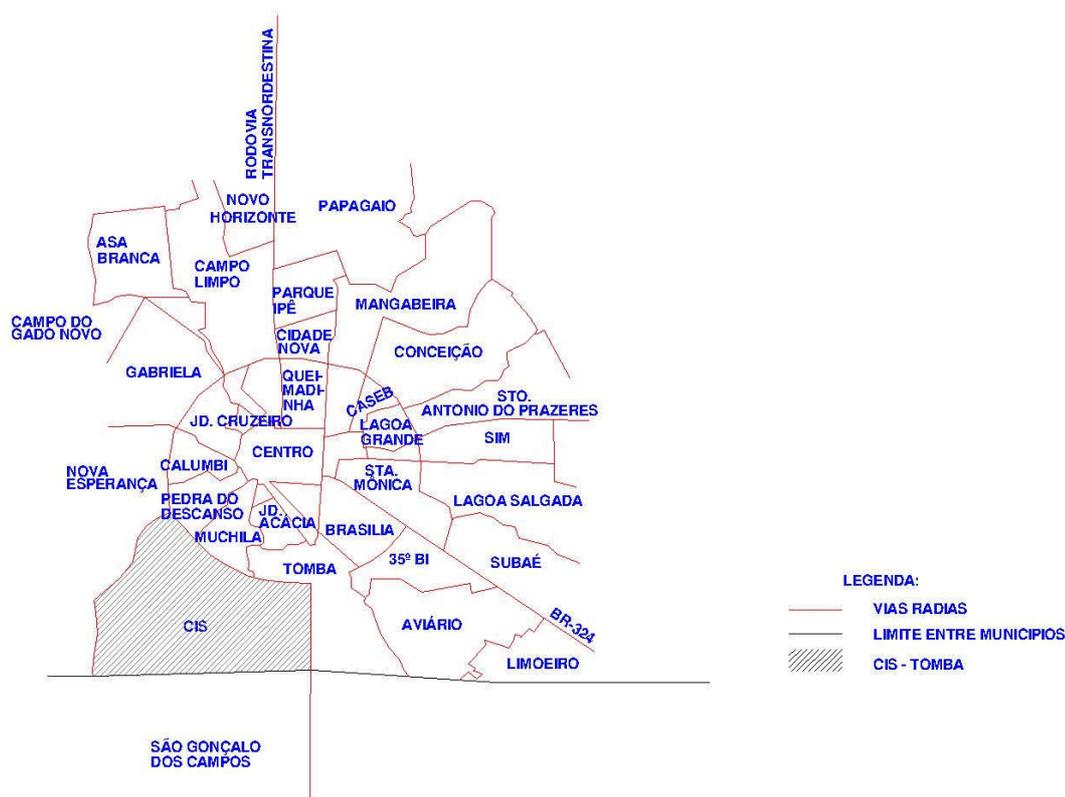
A presença dos metais pesados nas águas como o bário e chumbo podem provocar sérios problemas toxicológicos para os seres vivos devido à sua característica de persistência no ambiente e ser bioacumulativo dentro da cadeia trófica (BAIRD, 2002). Silva e Araújo (2000) detectaram nas amostras de água de poços rasos valores de 8,4% e 6,7% de bário e chumbo, respectivamente, acima do recomendado pela Portaria nº 518/2004 do Ministério da Saúde, no manancial subterrâneo em duas áreas urbanas em Feira de Santana.

É comum, tanto nas residências como em alguns estabelecimentos industriais e comerciais, na cidade de Feira de Santana-Ba, o abastecimento de água por meio de poços escavados ou poço tubular raso que captam a água proveniente do aquífero livre. Essa prática passou a ser utilizada por diversos fatores, tais como: intermitência no fornecimento de água pela empresa prestadora do serviço, pela facilidade de captação de água em pequenas profundidades e pelo baixo custo de obtenção da água.

Em função do intenso uso pela população da água aquífero freático na cidade de Feira de Santana-Ba, este trabalho buscou avaliar a concentração dos metais bário e chumbo e suas possíveis fontes de contaminação em águas provenientes de poço escavado, poço tubular raso e nascente que abastecem algumas residências localizadas no entorno do Centro Industrial do Subaé-Tomba.

## **2- CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA**

A área de estudo, CIS-Tomba, está localizada na zona sul da cidade de Feira de Santana, limitando-se com a extensão territorial do município de São Gonçalo dos Campos-BA e a BA -502 (Figura 01).



**Figura 01: Mapa de localização do bairro CIS-Tomba - Feira de Santana-Ba**

A cidade de Feira de Santana, encontra-se numa posição de destaque não só no estado da Bahia, como, também, no nível nacional, devido à sua malha industrial, com o porte do seu comércio, sua proximidade com a capital e sua característica de entroncamento rodoviário, mantendo-se como principal eixo econômico do interior. Beneficiada por essas características foi criado o Centro Industrial do Subaé, em 1970, dividida em dois espaços denominados CIS-Tomba e CIS-BR 324 (BAHIA, 1985).

Apesar do processo de ocupação do CIS-Tomba ter sido de forma lenta e complexa devido à inexistência de infra-estrutura, ocupa cerca de 43,8%, ou seja, 232 ha da área do município correspondem a áreas industriais, 144 ha ou 27,3% a áreas verdes de proteção, 55 ha ou 10,4% são ocupadas pelo sistema viário, enquanto a faixa de domínio da Coelba e a subestação do Tomba ocupam 50 ha ou 9,4% do total e área institucional abrange 44 ha ou 8,2% do total, sendo destinada a estação elevatória uma área de 4,5 ha, correspondendo a 0,9% (BAHIA, 1985).

Devido o fluxo de pessoas das cidades circunvizinhas e até de outras regiões do País atraídas por oportunidades de empregos e negócios, fez com que a ocupação e o uso do solo ocorressem de forma rápida e desordenada. Essa situação contribuiu para o crescimento da população no entorno

do CIS-Tomba, surgindo bairros que apresentam ainda grandes problemas no fornecimento de água potável levando as comunidades a optarem pelo abastecimento alternativo de água sem tratamento, tais como poços escavados, poços tubulares e nascentes, causando sério risco à saúde da população que consomem a água proveniente dessas fontes.

Atualmente a área do entorno do CIS - Tomba, apresenta características rurais cuja ocupação se dá por casas isoladas em pequenas chácaras e características urbanas, ocupadas por residências e casas comerciais e residências localizadas no próprio núcleo industrial.

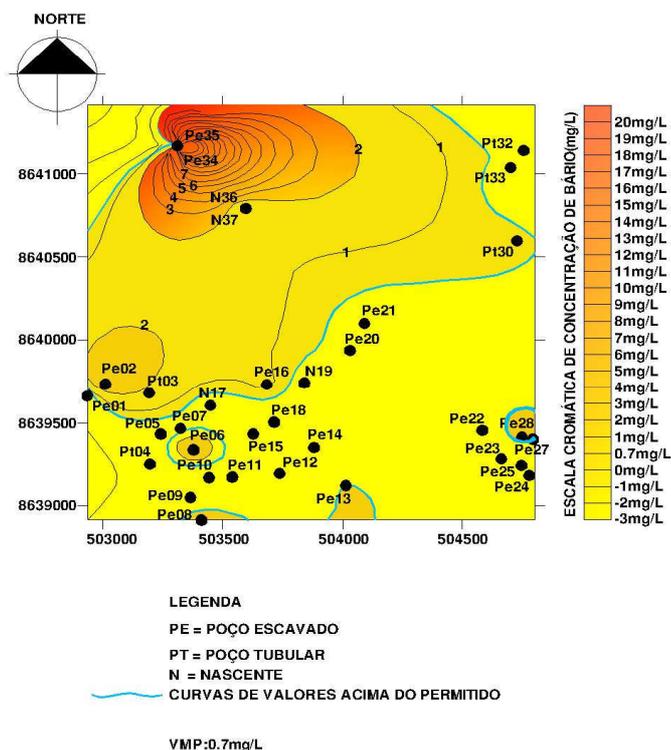
### **3- MATERIAIS E MÉTODOS**

A definição dos pontos de coleta foi realizada a partir do reconhecimento da área do entorno do Centro Industrial do Subaé-Tomba e de visitas domiciliares. Foram selecionados 35 pontos de coletas, sendo 26 poços escavados (PE), 5 poços tubulares rasos (PT) e 4 nascentes (N), numerados de 1 a 38 de acordo com o tipo de captação. Todos os pontos de coleta foram georreferenciados com o auxílio de um GPS (*Global Position System*). Para visualização dos pontos de coletas com concentrações fora do limite estabelecido pelos padrões de potabilidade foram utilizados mapas de concentração, por meio do Software Surfer 8 e, através da interpolação dos dados, foram geradas as isolinhas de concentração química pelo método da Krigagem. É importante destacar que o mapa de concentração indica a concentração de uma substância em um determinado ponto de coleta com interpolação entre resultados das análises químicas (BARBOSA, 2006). Os pontos de coleta estão ilustrados na figura 02.



Em geral ocorre bário nas águas naturais em concentrações muito baixas. Sua ingestão em doses superiores aos valores máximos permitidos pela legislação vigente para potabilidade, pode acarretar aumento da pressão sanguínea por vasoconstrição, causando sérios efeitos tóxicos sobre o coração (HELLER e PÁDUA, 2006).

A partir do mapa de concentração (Figura 03), é possível verificar, de maneira geral, os poços que apresentaram maiores valores para o elemento bário.



**Figura 03: Mapa de concentração de Bário (mg/L)**

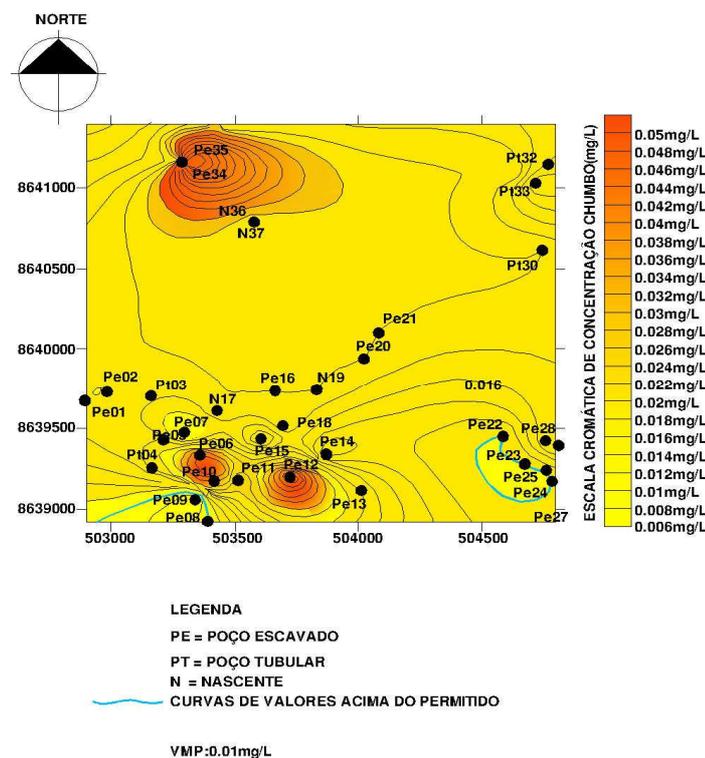
As amostras de água dos poços escavados, poços tubulares e nascentes, de maneira geral, variaram entorno de 0,02 a 0,05 mg/L de Pb. Esses teores podem estar relacionados às atividades de soldagem, prática comum em áreas industriais e das oficinas mecânicas presente na região. Os poços PE08, PE09, PE22, PE23, PE24, PE25 que apresentaram 0,01 mg/L de Pb, estão dentro do limite permitido para consumo humano. Segundo a Portaria nº 518/2004 do Ministério da Saúde e a Resolução CONAMA nº 396/2008, estabelecem como limite máximo em 0,01 mg/L de Pb.

O chumbo é um dos contaminantes ambientais mais comuns, tóxico para os homens e animais, e que não possui nenhuma função fisiológica conhecida no organismo, podendo entrar no organismo pela respiração ou a através do consumo de água ou alimentos. Não constitui um problema ambiental até que venha a se dissolver passando a forma iônica. Em meio ácido é um

elemento preocupante para o ambiente e para a saúde da população, pois possui efeito cumulativo dentro da cadeia trófica (BAIRD, 2002; MOREIRA e MOREIRA, 2004).

A toxicidade crônica causada pelo chumbo no organismo humano pode desencadear no indivíduo neoplasia e saturnismo (intoxicação causada pelo chumbo) doença que pode levar à morte, além de problemas de audição, alteração de crescimento, desenvolvimento cerebral deficiente, elevação da pressão arterial, infertilidade, convulsões e perda de memória (BRITO FILHO, 1983; LARINI, 1997).

O mapa de concentração (Figura 04) mostra os teores de chumbo encontrados.



**Figura 04: Mapa de concentração de Chumbo (mg/L)**

Outro fator que certamente tem contribuído para a contaminação das águas com valores acima do permitido pela legislação vigente, se deve a profundidade dos poços escavados, onde o nível da água não ultrapassa os 15 metros, das construções irregulares e de sua localização nas proximidades de descarte do lixo urbano e industrial tornando fonte de risco para a saúde da população que utilizam dessas reservas como abastecimento doméstico. Foi verificado que todos os poços escavados apresentaram revestimento interno, inferior ao estabelecido pela Norma 12.244, que indica uma profundidade de 3 m abaixo do nível do solo, além da ausência da caixa de concreto acima de 50 cm do nível do solo e ausência calçada de proteção (Figura 05). Situação similar também foi observada por Apoitia *et al.*, (2004), na zona urbana do município de Cuiabá, onde

poços com profundidade do nível estático inferior ou igual a 15 m ou pouco profundos estavam mais propícios à contaminação.



**Figura 05: Construção irregular do Poço**

## **5- CONCLUSÃO**

Observou-se a presença, de 28 poços contaminados com concentrações de Ba e Pb com limite superior ao estabelecido pela legislação vigente. A ocorrência de alguns desses elementos aconteceu, justamente, nos poços que estão localizados próximos e em cotas altimétricas inferiores às fábricas que processam fertilizantes, fábricas que produzem estruturas metálicas e as atividades de soldagem em oficinas, além do descarte de lixo urbano e industrial, uma vez que foi verificada na área a presença de residências com apenas atividades domésticas.

Outro fator que contribui para a contaminação das águas dos poços, foi a ausência dos dispositivos de segurança na construção dos poços, exigida pelas normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT 12.212 e 12.244 como a presença da calçada de proteção, coberturas adequadas, nível de profundidade da água, profundidade do revestimento interno, requisitos importantes que visam minimizar a contaminação da água.

Os resultados permitem avaliar que a população estudada está mais vulnerável em relação aos riscos à saúde, quanto às doenças relacionadas com a água. Esses fatos preocupam uma vez que 74% dos moradores da área utilizam a água para todas as atividades (beber, limpeza doméstica, banho, cozinhar e irrigar) e 64% utilizam a água do aquífero como matéria prima para produção de alimentos caseiros que são comercializados.

Quanto a presença dos metais pesados a classificação do aquífero subterrâneo estudado, conforme Resolução CONAMA nº 396/2008 do Ministério do Meio Ambiente, enquadra-se na classe 4, uma vez que são “águas de aquífero com alteração de sua qualidade por atividades

antrópicas, que somente podem ser utilizadas, sem tratamento, para uso preponderante menos restritivo”.

## 6- REFERÊNCIAS

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION – Standard Methods For The Examination of Water And Wastewater, 20º ed., New York, APHA, AWWA, WPCF, 1998.

APOITIA, L.F.M et al. Caracterização preliminar da qualidade das águas subterrâneas na cidade de Cuiabá – MT. Boletim Paranaense de Geociências, n. 54, p.7-17. Editora UFPR. Disponível em: <<http://ojs.c3sl.ufpr.br/ojs2/index.php/geociencias/article>> Acesso em: 10 fev.2008.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS-ABNT. **NBR 12.212**. Projeto de Poço Tubular para Captação de Água Subterrânea. Rio de Janeiro, 2006.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS-ABNT. **NBR 12.244**. Construção de Poço Tubular para Captação de Água Subterrânea. Rio de Janeiro, 2006.

BAHIA, Secretaria da Indústria, Comércio e Turismo. Plano diretor do Centro Industrial de Subaé. Salvador. Centro Industrial de Subaé, 1985. 178 p.

BAIRD, C. Química ambiental. Porto Alegre: Bookmam, 2002.

BARBOSA, João Paulo Macieira. Utilização de método de interpolação para análise e espacialização de dados climáticos: o sig como ferramenta. **Caminhos de Geografia**, São Paulo, v. 17, n. 9, p.85-96, 2006.

BRASIL, Ministério da Saúde. Portaria n. 518, de 25 de março de 2004

BRITO FILHO, Dilermando. Toxicologia Humana e Geral. Curitiba: Itaipu, 1983.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – CONAMA. Dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas e da outras providências. Resolução n. 396, de 03 de abril de 2008.

HELLER, Léo; PÁDUA, Valter Lúcio de. Abastecimento de água para consumo humano. Minas Gerais: UFMG, 2006.

LARINI. L. Toxicologia. 3. ed., Barueri: Manole, 1997.

MOREIRA, Fatima Ramos; MOREIRA, Josino Costa. A cinética do chumbo no organismo humano e sua importância para a saúde. **Ciência & Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v. 9, n. 1, 2004.

SILVA, Rita de Cassia Assis da; ARAÚJO, Tânia Maria. Contaminação da água do manancial subterrâneo por metais pesados, em áreas urbanas de Feira de Santana-Bahia-Brasil. In: CONGRESSO INTERAMERICANO DE INGENIERIA SANITÁRIA Y AMBIENTAL, 28., 2002, Cancun.