

## I-131 – AVALIAÇÃO TOXICOLÓGICA DA PRESENÇA DOS METAIS PESADOS CÁDMIO (Cd) E CHUMBO (Pb) EM ÁGUA DE CONSUMO DE COMUNIDADES DO MUNICÍPIO DE BARCARENA/PA

**Letícia dos Santos Costa** <sup>(1)</sup>

Engenheira Sanitarista e Ambiental (UFPA). Mestranda PPGEC/ITEC/UFPA

**Rui Guilherme Cavaleiro de Macedo Alves**

Doutor em Engenharia Ambiental. Professor Adjunto IV (PPGEC/FAESA/ITEC/UFPA)

**Andreza Vieira Acioly**

Engenheira Sanitarista (UFPA). Mestranda PPGEC/ITEC/UFPA

**Claudia Rebeca Gonçalves Leite**

Engenheira Sanitarista

**Endereço** <sup>(1)</sup>: Av. Senador Lemos, Pass. Santos Dumont 17 - Sacramento – Belém/PA - CEP: 66120- 430 - Brasil - Tel: (91) 3248-3945 - e-mail: [leticiaengenharia@yahoo.com.br](mailto:leticiaengenharia@yahoo.com.br)

### RESUMO

O município de Barcarena, no estado do Pará, destaca-se pela expansão urbana dos últimos anos, ocasionada pela presença de indústrias mineradoras de grande porte, entre as quais a ALBRÁS-ALUNORTE e IMERYS RIO CAPIM CAULIM (IRCC). Essas empresas, em virtude de suas atividades produtivas, podem representar uma situação de risco aos ecossistemas aquáticos e à saúde da população ribeirinha, considerando-se a possibilidade eminente de vazamentos de resíduos. Este trabalho teve como objetivo quantificar e avaliar o nível toxicológico dos metais Cd e Pb em amostras de água de consumo, nas comunidades de Vila do Conde e Laranjal, comparando os resultados das análises com a Portaria nº 518/2004 do Ministério da Saúde, que estabelece os padrões para águas de consumo humano. As concentrações de chumbo (Pb) e cádmio (Cd) foram determinadas pela técnica de Espectrometria de Absorção Atômica acoplada à Forno de Grafite (GFAAS). As coletas das amostras de água foram realizadas nos meses de setembro de 2009 e abril de 2010 em dois tipos de amostragem de água consumida pelas comunidades, todas com origem em manancial subterrâneo: (a) água da rede de distribuição de responsabilidade da concessionária municipal (Águas de Barcarena); e (b) água de poços subterrâneos escavados pela própria comunidade. Os resultados mostraram que nas duas comunidades em estudo o Cd não apresentou nenhum valor acima do preconizado pela Portaria 518/2004 – MS, todas as amostras ficaram abaixo de 1 µg/L. A concentração de Pb em três pontos de água de rede da comunidade de Vila do Conde, no mês de setembro/2009, apresentou-se acima do valor máximo preconizado pela legislação federal que é de 10 µg/L, mas na coleta de abril de 2010 apenas um ponto permaneceu em inconformidade com a norma. Para água subterrânea nas duas comunidades, a concentração de Cd e Pb dissolvidos em água, apresentou todos os valores dentro da normalidade. Conclui-se que a água de consumo das localidades estudadas não apresenta perigo para população, quantos aos elementos Cd e Pb.

**PALAVRAS-CHAVE:** Água de consumo, Metais pesados, Toxicidade, GFAAS

### INTRODUÇÃO

Barcarena é um município do Norte brasileiro, estado do Pará, distante 30 quilômetros em linha reta de Belém, a capital do estado, que se localiza na região nordeste do Estado (latitude 01°30'21" sul e longitude 48°37'33" oeste), estando a uma altitude de 15 metros em relação ao nível do mar.

O município vem se destacando pela presença de diversas indústrias de grande porte, dentre as quais se destacam as indústrias mineradoras da cadeia produtiva do alumínio, que em função de seus processos de produção, podem representar uma situação de risco aos ecossistemas aquáticos e à saúde da população ribeirinha, considerando-se a possibilidade iminente de vazamentos de resíduos e o lançamento de seus efluentes.

Os Igarapés Curuperê e Dendê estão localizados nas proximidades da área portuária e industrial de Vila do Conde, onde se encontra instalado uma indústria que atua no beneficiamento de Caulim. A maior parte dos

rejeitos gerados pela indústria do caulim é, em geral, descartada em campo aberto, em várzeas de riachos e nesses igarapés, o que causa vários danos ao meio ambiente, com agressão à fauna e flora da região e à saúde da população.

Também no município de Barcarena localiza-se o rio Murucupi que recebe efluentes do processo de beneficiamento da bauxita e, no qual, em 2003, foram observados dois casos de poluição ambiental: (a) o primeiro deles, que resultou numa grande mortandade de peixes, sem identificação naquele momento, de uma causa concreta; e (b) o segundo, decorrente do transbordamento de lama vermelha nas nascentes do rio que culminou com a mudança total da coloração de suas águas passando da característica barrenta original para vermelho e, também, ocasionando grande mortandade de peixes.

Devido aos incidentes, buscou-se fazer uma avaliação e quantificação toxicológica da presença dos metais cádmio (Cd) e chumbo (Pb) em água de consumo de comunidades da periferia do município, através da utilização da técnica de Espectrometria de Absorção Atômica com Atomização Eletrotérmica em Forno de Grafite (GFAAS). Este método foi utilizado por possuir medições precisas, com excelente sensibilidade e possibilidade de detecção de baixos níveis de presença de metais (geralmente, parte por bilhão – ppb, ou  $\mu\text{g/L}$ ).

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

### **ÁREA DE ESTUDO**

Este trabalho foi realizado em amostras de água de consumo domiciliar de comunidades da periferia do município – Vila do Conde e Comunidade Laranjal – que estão sob influência de possível contaminação dos despejos de indústrias mineradoras do Distrito Industrial de Barcarena/PA

### **PERÍODO DE COLETA E PREPARO DAS AMOSTRAS**

Foram realizadas coletas, nos meses de setembro/2009 e abril/2010, da água de duas origens distintas, consumidas nos domicílios das comunidades: (a) água distribuída pela rede de abastecimento público; e (b) água de poço escavado para utilização de lençol subterrâneo, em residências não atendidas pela rede de distribuição. Em ambos os casos a água é de origem de manancial de água subterrânea.

As amostras coletadas foram filtradas em membranas de celulose de  $0,45\ \mu\text{m}$ . Em seguida, foram retiradas alíquotas de 15 mL, aciduladas com ácido nítrico ( $\text{HNO}_3$ ) a 1% e mantidas sob refrigeração a  $4^\circ\text{C}$ .

O armazenamento foi feito em frascos pré-lavados e descontaminados com  $\text{HNO}_3$  a 10%.

As análises foram realizadas em duplicata, não sendo necessário um pré-tratamento térmico, devido a técnica de GFAAS possuir alta sensibilidade na detecção de pequenas concentrações em metais como, Cd e Pb.

### **ANÁLISE DE METAIS EM ÁGUA**

Após as amostras receberem o tratamento químico adequado foram feitas as determinações das concentrações dos metais Cd e Pb através de um espectrômetro de absorção atômica com atomizador eletrotérmico em forno de grafite – GFAAS, EAA, modelo 220Z (Figura 1).

As condições de operação variaram para cada metal, conforme mostra o Quadro 1.



**Figura 1 – Espectrômetro de absorção atômica com atomizador eletrotérmico em forno de grafite – GFASS, EAA, modelo 220Z**

**Quadro 1 – Condições de operação do aparelho GFAAS.**

Metais	Comprimento de Onda (nm)	Fluxo do gás (L.min <sup>-1</sup> )	Tipo de Gás
Cd	228,8	1,8	Ar
Pb	217,0	2,0	Ar

## RESULTADOS

### ANÁLISE DE METAIS

Na Comunidade Laranjal foram coletadas 20 amostras de água de consumo em cada mês de coleta (setembro/2009 e abril/2010) e o mesmo ocorreu para Vila do Conde que foram 15 amostras. Todas as amostras foram analisadas em duplicata, e os resultados referem-se a média de duas determinações.

#### Água de consumo da Comunidade Laranjal

Os resultados das análises de metais realizadas nas amostras de água de consumo, nos períodos de coleta de setembro/2009 e abril/2010 encontram-se descritas nas tabelas 1 e 2, respectivamente.

Tabela 1 – Valores de Cd e Pb nas amostras da Comunidade Laranjal no mês de setembro/2009

PONTOS DE COLETA	CHUMBO ( Pb ) ( $\mu\text{g/L}$ )			CÁDMIO (Cd) ( $\mu\text{g/L}$ )		
	Setembro 2009	Coleta	Port. 518/2004 MS	Coleta	Port. 518/2004 MS	
LAR 01	0,11	ÁGUA DE REDE	10	0,06	5	
LAR 02	0,29			0,07		
LAR 03	0,01			0,01		
LAR 04	8,27			0,07		
LAR 05	0,06			0,01		
LAR 06	0,01			0,01		
LAR 07	0,01			0,02		
LAR 08	0,67			0,01		
LAR 09	0,01			0,03		
LAR 10	0,07			0,01		
LAR 11	0,01			0,08		
LAR 12	0,31			0,09		
LAR 13	0,17			0,03		
LAR 14	1,2			0,01		
LAR 15	0,01			0,08		
LAR 16	4,47	ÁGUA SUBTERRÂNEA		0,35		
LAR 17	0,49			0,04		
LAR 18	1,2			0,17		
LAR 19	0,4			0,08		
LAR 20	1,66			0,07		

Na coleta de setembro/2009, para água de rede, o menor valor de concentração Pb ocorreu nos pontos LAR 6, 7, 9, 11 e 15 ( $0,01\mu\text{g/L}$ ) e o maior foi verificado no ponto LAR 04 ( $8,27\mu\text{g/L}$ ), com média de  $0,747\mu\text{g/L}$ . O LAR 04 mesmo abaixo do valor limite recomendado pela legislação, apresentou valor discrepante em relação aos outros, provavelmente por contaminação na manipulação da amostra. Para o Cd, em todos os pontos de amostragem, a concentração ficou abaixo do máximo preconizado pela Portaria 518/2004 – MS que é de  $5\mu\text{g/L}$  (Figura 2). Para água subterrânea, das cinco amostras coletadas nos poços analisados no mês de setembro/2009, todas estão em conformidade segundo o valor máximo para Cd e Pb pela legislação vigente. A média das amostras para Cd foi de  $0,142\mu\text{g/L}$  e a média das amostra para Pb, de  $1,64\mu\text{g/L}$ . O maior valor de Pb foi de  $4,47\mu\text{g/L}$  no LAR 16 e o menor, foi de  $0,4\mu\text{g/L}$  no LAR 19 (Figura 3).

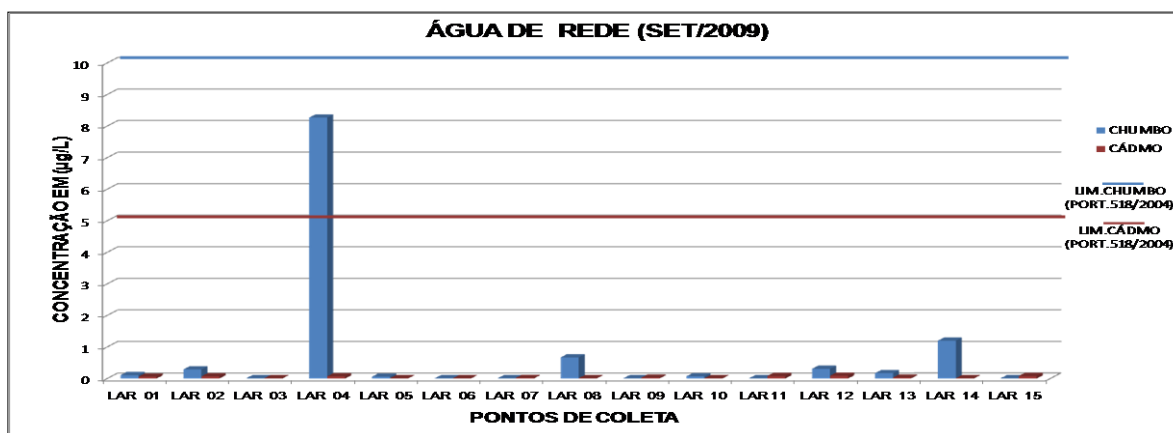


Figura 2 – Concentrações de Cd e Pb em água de rede no mês de setembro/2009

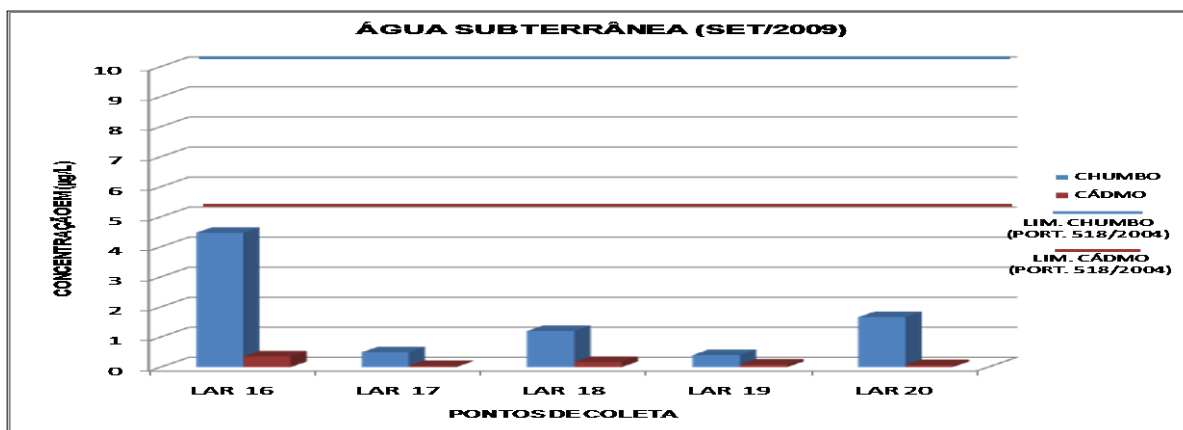


Figura 3 – Concentrações de Cd e Pb em água subterrânea no mês de setembro/2009

Na coleta do mês de abril/2010, para água de rede, todos os 15 pontos da Comunidade Laranjal estão em conformidade com os valores máximos permitidos pela Portaria 518/2004 – MS para os metais Cd e Pb. Mas foi percebido que houve um aumento significativo com relação à coleta anterior em quase todas as amostras para Pb, e somente no ponto LAR 04 houve um decréscimo de 68% na concentração do referido metal, o que comprova que a amostra estava realmente contaminada. Ver Figura 4.

Tabela 2 – Valores de Cd e Pb nas amostras da Comunidade Laranjal no mês de abril/2010

PONTOS DE COLETA	CHUMBO ( Pb ) (µg/L)			CÁDMIO (Cd) (µg/L)		
	Coleta		Port. 518/2004 MS	Coleta		Port. 518/2004 MS
LAR 01	2,72	ÁGUA DE REDE	10	0,06	ÁGUA DE REDE	5
LAR 02	2,5			0,01		
LAR 03	2,51			0,02		
LAR 04	2,63			0,02		
LAR 05	2,76			0,16		
LAR 06	2,34			0,04		
LAR 07	3,15			0,09		
LAR 08	2,32			0,01		
LAR 09	2,64			0,03		
LAR 10	2,21			0,04		
LAR 11	0,51			0,01		
LAR 12	1,95			0,03		
LAR 13	1,32			0,02		
LAR 14	2,36			0,04		
LAR 15	2,79			0,05		
LAR 16	3,39	ÁGUA SUBTERRÂNEA		0,01	ÁGUA SUBTERRÂNEA	
LAR 17	2,07			0,02		
LAR 18	3,97			0,04		
LAR 19	1,14			0,01		
LAR 20	3,97			0,01		

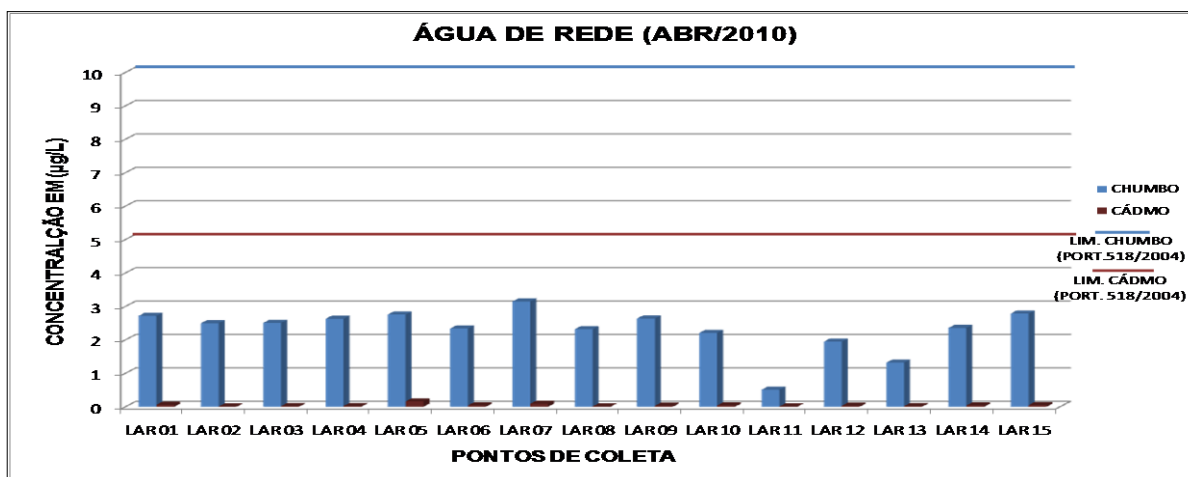


Figura 4 – Concentrações de Cd e Pb em água de rede no mês de abril/2010

Para água subterrânea todos os pontos de amostragem estão dentro dos valores preconizados pela legislação federal, tanto para Cd quanto para Pb. Ver Figura 5.

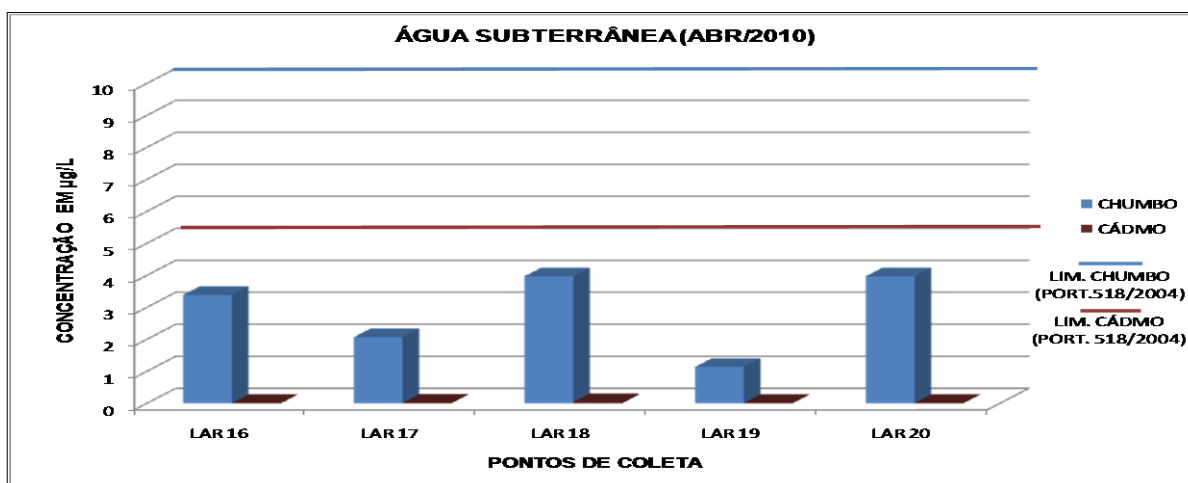


Figura 5 – Concentrações de Cd e Pb em água subterrânea no mês de abril/2010

### Água de consumo de Vila do Conde

Os resultados das análises de metais realizadas nas amostras de água de consumo, nos períodos de coleta de setembro/2009 e abril/2010 encontram-se descritas nas tabelas 9 e 10 respectivamente.

Em Vila do Conde, das amostras coletadas de água de rede em setembro/2009, 3 estão do acima do valor estabelecido pela legislação para Pb, que são os pontos VCO 03 (11,2µg/L), VCO 06 (11,17µg/L) e VCO 07 (10,9 µg/L), porém ao calcular a média dos 10 pontos obteve-se o valor de 5,76 µg/L, abaixo do valor limite estabelecido pela legislação. Para Cd todos os pontos ficaram abaixo do valor paramétrico estabelecido (Figura 6). Para água subterrânea, das cinco amostras coletadas nos poços analisados no período de setembro de 2010 todas estão em conformidade segundo o valor máximo para Cd e Pb pela Portaria 518/2004 MS. A média das amostras para Cd ficou em 0,02 µg/L e a média das amostras para Pb foi de 3,39 µg/L (Figura 7).

Na coleta de abril/10, para água de rede, apenas o ponto VCO 06 (11,3 µg/L) permaneceu em inconformidade com o valor máximo permitido (0 µg/L para Pb); a média foi de 3,32 µg/L. A concentração de Cd em todas as amostras apresentou normalidade (Figura 8). Para água subterrânea, todos os pontos encontram-se dentro da normalidade, porém houve um aumento significativo na concentração de Pb. A média de concentração do

metal foi de 6,07 µg/L. Comparando a média de setembro/2009 com a de abril/2010, observa-se que houve um aumento de 79,05% do metal em água subterrânea (Figura 9).

Tabela 3 – Valores de Cd e Pb nas amostras de Vila do Conde no mês de setembro/09

PONTOS DE COLETA	CHUMBO ( Pb ) (µg/L)			CÁDMIO ( Cd ) (µg/L)		
	Setembro 2009	Coleta	Port. 518/2004 MS	Setembro 2009	Coleta	Port. 518/2004 MS
VCO 01	0,1	ÁGUA DE REDE	10	0,71	ÁGUA DE REDE	5
VCO 02	1,8			0,18		
VCO 03	11,12			0,12		
VCO 04	2,62			0,17		
VCO 05	7,74			0,01		
VCO 06	11,17			0,4		
VCO 07	10,9			0,77		
VCO 08	1,04			0,25		
VCO 09	5,41			0,1		
VCO 10	5,75			0,77		
VCO 11	2,65	ÁGUA SUBTERRÂNEA		0,02	ÁGUA SUBTERRÂNEA	
VCO 12	2,26			0,02		
VCO 13	2,86			0,01		
VCO 14	5,46			0,04		
VCO 15	3,73			0,01		

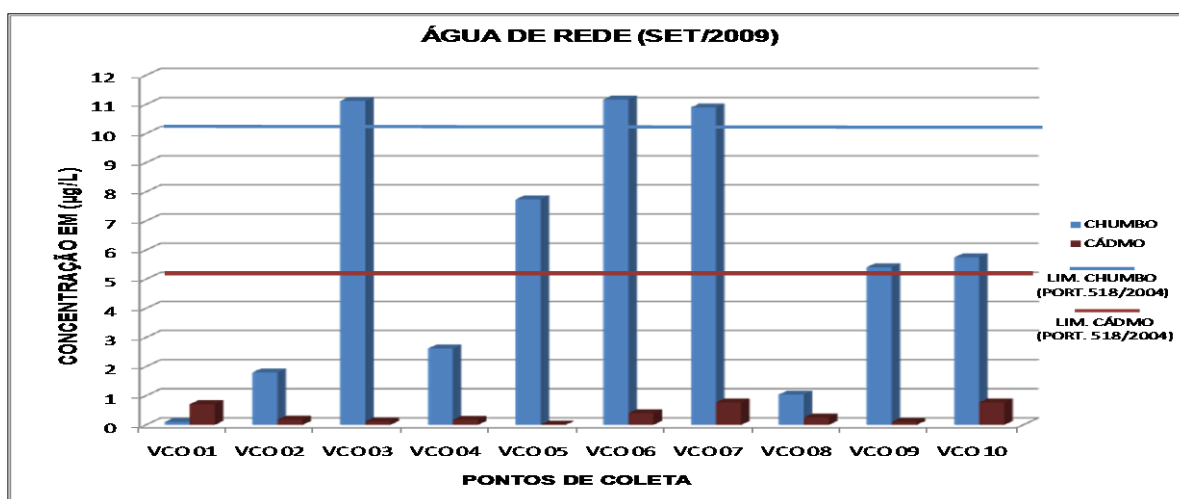


Figura 6 – Concentrações de Cd e Pb em água de rede no mês de setembro/2009

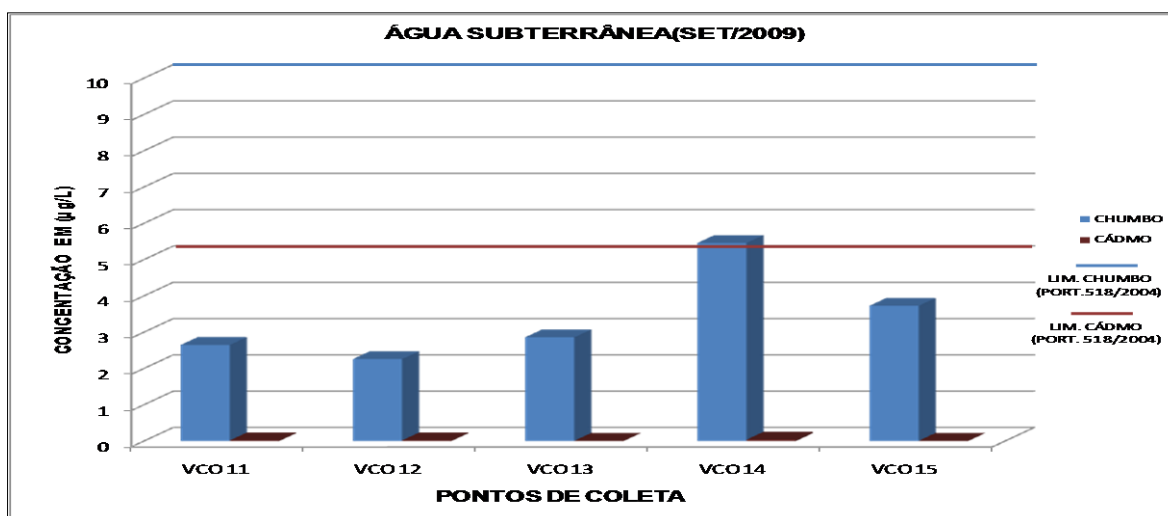


Figura 7 – Concentrações de Cd e Pb em água subterrânea no mês de setembro/09

Tabela 4 – Valores de Cd e Pb nas amostras de Vila do Conde no mês de abril/10

PONTOS DE COLETA	CHUMBO ( Pb ) (µg/L)			CÁDMIO ( Cd ) (µg/L)		
	Abril 2010	Coleta	Port. 518/2004 MS	Coleta	Port. 518/2004 MS	Port. 518/2004 MS
VCO 01	2,04	ÁGUA DE REDE	10	0,06	ÁGUA DE REDE	5
VCO 02	1,41			0,09		
VCO 03	2,23			0,01		
VCO 04	3,47			0,06		
VCO 05	3,1			0,04		
VCO 06	11,3			0,05		
VCO 07	2,02			0,03		
VCO 08	2,74			0,1		
VCO 09	1,88			0,01		
VCO 10	3,03			0,03		
VCO 11	9,3	ÁGUA SUBTERRÂNEA	10	0,55	ÁGUA SUBTERRÂNEA	5
VCO 12	9,26			0,62		
VCO 13	6,6			0,73		
VCO 14	0,01			0,01		
VCO 15	5,2			0,01		

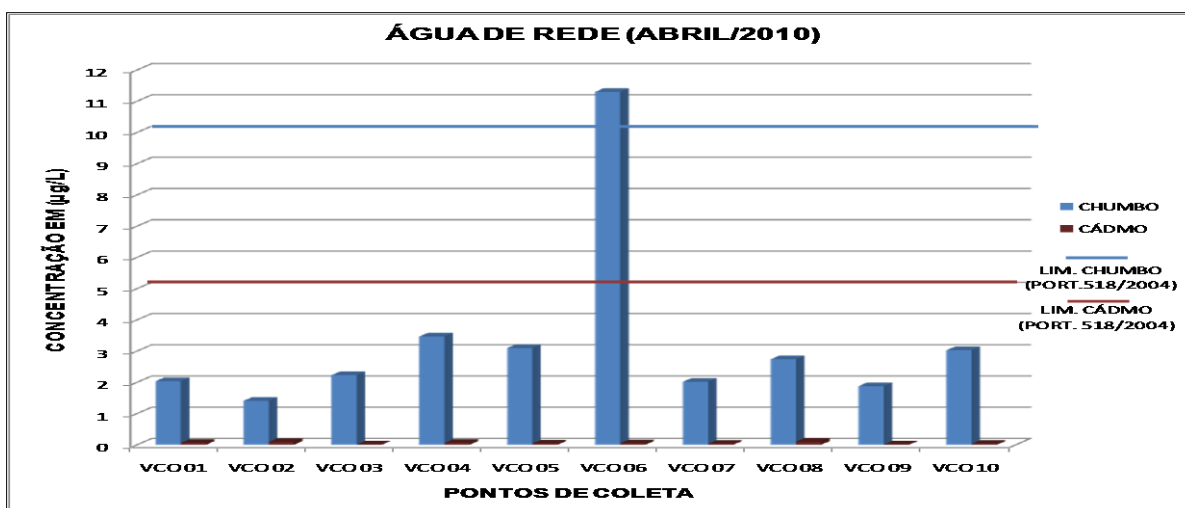


Figura 8 – Concentrações de Cd e Pb em água de rede no mês de abril/2010

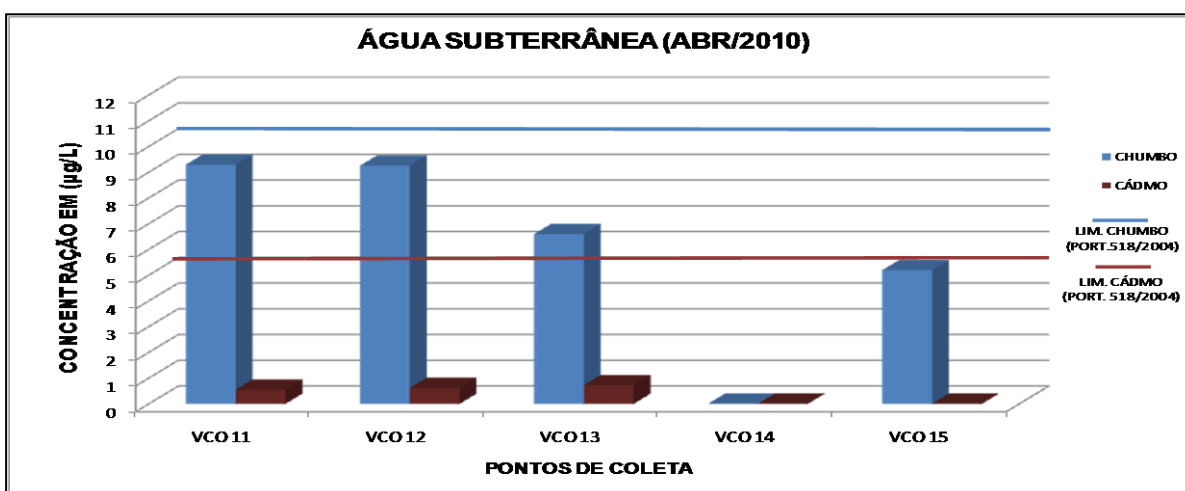


Figura 9 – Concentrações de Cd e Pb em água subterrânea no mês de abril/2010

Apenas um ponto da coleta de setembro/2009 da Comunidade Laranjal, está fora do valor máximo permitido pela Portaria 518/2004 do Ministério da Saúde, que é de 0,01 mg/L de Chumbo em água de consumo e o valor analisado foi de 0,01202 mg/L. Isto significa que no valor encontrado houve um acréscimo de 20,02 % do valor estabelecido pela legislação. Na coleta do mês de abril/2010 o mesmo ponto apresentou valor dentro da normalidade.

Três pontos de Vila do Conde, na coleta de setembro/2009 estão acima do valor máximo estabelecido pela legislação para chumbo. Na coleta do mês de abril/2010 somente um ponto permaneceu alterado, tendo um decréscimo de 51,23 % do valor analisado anteriormente.

Em todas as amostras, das duas comunidades em estudo, as concentrações de Cd dissolvido na água foram menores que o valor máximo permitido pela Portaria 518/2004 do Ministério da Saúde que é de 0,005mg/L.

## CONCLUSÃO

Diante do estudo feito, pode-se concluir, a priori, que a água de consumo público das localidades em estudo, Comunidade Laranjal e Vila do Conde, quanto a presença dos metais pesados chumbo e cádmio, não apresenta perigo para população local, visto que, apesar de ter sido detectada uma pequena variação na concentração de chumbo dissolvido na água na coleta inicial de Vila do Conde, houve uma melhora na coleta seguinte.

A presença de chumbo dissolvido na água pode ter sido ocasionada por outros fatores, dentre eles o fato de que a rede de distribuição de água da localidade de Vila do Conde é bastante envelhecida e tem como matéria prima o chumbo fazendo com que, com o passar do tempo, haja a dissociação do metal que acaba dissolvido na água de consumo.

Outro fator que se pode destacar é que a localidade de Vila do Conde fica próxima de diversas indústrias. Essas empresas, em virtude de suas atividades produtivas, podem representar uma situação de risco aos ecossistemas aquáticos e à saúde da população ribeirinha, considerando-se a possibilidade iminente de vazamentos de resíduos.

Sugere-se que seja feito um monitoramento de longo prazo para que assim se possa ter um resultado mais preciso.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ALMEIDA, F. M. de 2005, Estudos de Recursos Hídricos Subterrâneos da Região de Barcarena e Abaetetuba – Pará, Brasil como Fundamento para o Zoneamento Ecológico Econômico do Baixo Tocantins. Belém, UFPA. Centro de Geociências. 150p. (Trabalho de Conclusão de Curso- TCC).
2. BISINOTI, M. C.; YABE, M. J. S.; GIMENEZ, S. M. N. Avaliação da influência de metais pesados no sistema aquático da bacia hidrográfica da cidade de Londrina-PR. **Revista Analytica**. n 28, 22-27 p., 2004.
3. BRABO, E. S.; LIMA, M. O.; SANTOS. Relatório Técnico: Avaliação do Impacto no rio Murucupi em Decorrencia do Transbordo de Efluentes da Bacia de Rejeitos Sólidos da ALUNORTE no Município de Barcarena-Pa. Instituto Evandro Chagas, Pará, 2003.
4. CAMPOS, A. E. L. *et al.* Avaliação da Contaminação do Igarapé do Sabino (Bacia do Rio Tibiri) por metais pesados, originados dos resíduos e efluentes do aterro da Ribeira em São Luís, Maranhão. *Revista Química Nova*, v. XY, n.00, p.1-5. 2009.
5. FOSTER, I.D.L.; CHARLESWORTH, S.M. Heavy metals in the hydrological cycle: trends and explanation. *Hydrological Processes*, v.10, p.227-261, 1996.
6. MINISTÉRIO DA SAÚDE. Portaria N° 518/2004 – Norma de qualidade da água para consumo humano. 2004.