Relatório Técnico de Monitoramento do Aquífero Poroso e do Solo da Expansão da QE 48, Região Administrativa do Guará (RA-X)

–1ª Campanha (Período chuvoso) -

JUNHO / 2020.

RELATÓRIO TÉCNICO

Interessados	Agência de Desenvolvimento do Distrito Federal / Companhia Imobiliária de Brasília TERRACAP.
Assunto	Ensaios analíticos em solos e água, conforme Resolução CONAMA nº 420 de 30/12/2009 utilizando VRQ – Investigação da Àrea Residencial.
Local	Área de expansão da QE 48 do Guará 2 (RA - X).

Mackson Ronny de Oliveira D'Anunciação

EQUIPE TÉCNICA

Profissional	Registro Profissional	Nº ART
Eliza Clericuzi Bezerra da Silva	CREA:24844/D-DF	0720200032436
Ana Carolina Freitas Fuchs	CREA:15802/D-DF	0720200044929
Mackson Ronny D'Anunciação	CREA: 12019487-20	1220200091870

SUMÁRIO

1. EMPREENDIMENTO.....5

2. INTRODUÇÃO.....6

3. METAIS PESADOS.....8

4. ANÁLISE INSTRUMENTAL.....14

5. MATERIAIS E MÉTODOS.....15

6. PONTOS DE COLETAS / TÉCNICAS DE PRESERVAÇÃO.....16

7. CÁLCULOS GRAVIMÉTRICOS, COR, TURBIBEZ E TEMPERATURA.....19

8. PRESERVAÇÃO DE METAIS PESADOS.....20

9. DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGÊNIO (DBO).....21

10. OXIGÊNIO DISSOLVIDO (OD).....21

11. LAUDOS TÉCNICOS DE SOLOS E ÁGUA.....22

12. RESULTADOS FINAIS E CONSIDERAÇÕES TÉCNICAS.....23

13. CONCLUSÃO.....64

14. REFERÊNCIAS.....67

15. ANEXOS.....74

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Expansão da QE 48 do Guará 2 - Poligonal de Licenciamento Ambiental (em vermelho). *Fonte: Relatório Técnico nº 03/2019 NUAMB/GEMAM/DITEC/TERRACAP*...6
Figura 2: Localização dos pontos de monitoramento. 23
Figura 3: resultados bacteriológicos do solo do PM 01. 27
Figura 4: resultados bacteriológicos do solo do PM 02. 33
Figura 5: resultados bacteriológicos do solo do PM 03. 38
Figura 6: resultados bacteriológicos do solo do PM 04. 43
Figura 7: resultados bacteriológicos do solo do PM 05. 48
Figura 8: resultados bacteriológicos do solo do PM 06. 53
Figura 9: resultados bacteriológicos do solo do PM 07. 58
Figura 11: resultados bacteriológicos do solo do PM 08 62

LISTA DE FOTOS

Foto 1: Registro resíduos depositados irregularmente no PM 02. 29
Foto 2 e Foto 3: resíduos plásticos e materiais bem degradados; blocos rochosos de quartzito. 55
Foto 4: tubulação da rede de infraestrutura implantada da QE 58. 59

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Valores máximos permitidos (VMP's) de metais em águas subterrâneas. 8
Tabela 2: leitura dos metais pesados por FAAS. 14
Tabela 3: Coordenadas dos pontos de monitoramento 17
Tabela 4: Técnicas de preservação de amostras para exames físicos e químicos em água. 18
Tabela 5: Resultado análises físico-quimica de solo do PM 01....25
Tabela 6: Resultado análises físico-quimica e bacteriológicos de água do PM 01. 28
Tabela 7: Resultado análises físico-quimica de solo do PM 02....30
Tabela 8: Resultado análises físico-quimica e bacteriológicos de água do PM 02. 34
Tabela 9: Resultado análises físico-quimica de solo do PM 03....36
Tabela 10: Resultado análises físico-quimica e bacteriológicos de água do PM 03. 39
Tabela 11: Resultado análises físico-quimica de solo do PM 04....41
Tabela 12: Resultado análises físico-quimica e bacteriológicos de água do PM 04. 44
Tabela 13: Resultado análises físico-quimica de solo do PM 05....46
Tabela 14: Resultado análises físico-quimica e bacteriológicos de água do PM 05. 49
Tabela 15: Resultado análises físico-quimica de solo do PM 06....51
Tabela 16: Resultado análises físico-quimica e bacteriológicos de água do PM 06. 54
Tabela 17: Resultado análises físico-quimica de solo do PM 07....56
Tabela 18: Resultado análises físico-quimica de solo do PM 08....60
Tabela 19: Resultado análises físico-quimica e bacteriológicos de água do PM 08. 63

1. EMPREENDIMENTO

Empreendedor:

Razão Social: Agência de Desenvolvimento do Distrito Federal / Companhia Imobiliária de Brasília TERRACAP
CNPJ: 00.359.877/0001-73
Endereço: Setor de Áreas Municipais SAM, Bloco F – Brasília/DF – CEP:70.620-000
Local do Monitoramento: Expansão da QE 48 GUARÁ 2
Fiscal: Magno Augusto Machado – Matricula: 2.271-3 – Técnico Especialista/Geólogo
Substituto: Pedro Rafael Mandai – Matrícula: 2.179-2 – Técnico Especialista/Geólogo
Processo de Acompanhamento: 00111-00011199/2019-16

Empresa Responsável pelo Monitoramento Ambiental e Elaboração do Relatório:

Geo Lógica Consultoria Ambiental Ltda
CNPJ: 04.657.860/0001-53
Endereço: Setor de Rádio e Televisão Norte – SRTVN, Quadra 701, Conjunto C, Loja 100.
Telefone: (61) 3327-1777

2. INTRODUÇÃO

O presente Relatório Técnico de Monitoramento do Aquífero Poroso e do Solo da Expansão da QE 48, Região Administrativa do Guará (RA-X), 1ª Campanha (Período chuvoso) foi elaborado em atendimento às exigências do Relatório Técnico nº 03/2019 NUAMB/GEMAM/DITEC/TERRACAP referente ao Plano de Monitoramento do Aquífero Poroso e do Solo da Expansão da QE 48 do Guará 2.

A área de estudo, expansão da QE 48 do Guará 2, faz divisa a sul com Colônia Agrícola do IAPI, a oeste com o Polo de Modas, a norte com as quadras QE 38, 42 e 44 a e leste com o lote da empresa estatal Telecomunicações Aeronáutica S/A -TASA, o Grêmio Esportivo Braziliense e Setor Juscelino Kubitscheck (***Figura 1***).

Figura 1: Expansão da QE 48 do Guará 2 - Poligonal de Licenciamento Ambiental (em vermelho).
Fonte: Relatório Técnico nº 03/2019 NUAMB/GEMAM/DITEC/TERRACAP.

4. ANÁLISE INSTRUMENTAL

Os metais podem ser determinados por métodos colorimétricos ou por espectrometria de absorção atômica com chama (FAAS) e sem chama. A FAAS é mais comumente disponível, mas é menos sensível. A AES com chama e a espectroscopia de emissão atômica com plasma indutivamente acoplado (ICP-AES) são técnicas mais empregadas para se determinar a concentração de metais em amostras em solos e em água (RADOJEVIC e BASHKIN, 1999).

A tabela 2, revela alguns dados importantes para a leitura dos metais pesados por FAAS.

Tabela 2: leitura dos metais pesados por FAAS.

Método	Precisão (%)	L.D. absoluto (g)	Massa da amostra	Destrutivo	Multi-elementar	Tempo
Análise por ativação	2-10	$>10^{-12}$	mg's	Não	Sim	min
Espectro/massa-centelha	20-30	10^{-3}-10^{-4}	mg's	Sim	Sim	horas
Emissão (arco)	5-20	10^{-5}-10^{-6}	10-100mg	Sim	Sim	1-2h
Absorc^{ta}. Molecular	4-8	10^{-5}-10^{-7}	10mg-1g	Sim	Não	horas
AA Chama	2-5	10^{-6}-10^{-7}	0,1-1g	Sim	Não	min
AA Forno	2-5	10^{-11}-10^{-12}	1mg-2 g	Sim	Não	horas
ICP-OES	1-3	10^{-8}-10^{-9}	0,1-1g	Sim	Sim	min
ICP-MS	1-3	10^{-12}-10^{-13}	0,1-1g	Sim	Sim	min
Fluorescência R-X	1-2	10^{-3}-10^{-5}	0,1-2g	Não	Sim	1h
Polarografia	4-8	10^{-6}-10^{-7}	0,010-1g	Sim	Não	1-2h

No presente estudo foi usada tal instrumentação, a FAAS, para quantificar a presença ou ausência de metais pesados na poligonal da EXPANSÃO DA QE 48 DO GUARÁ 2, bem como em soluções preparadas no laboratório ANALÍTICA CIÊNCIA & TECNOLOGIA com concentrações superiores àquelas permitidas por lei.

5. MATERIAIS E MÉTODOS

A utilização de uma aparelhagem de precisão analítica foi imprescindível para a verificação da presença ou não desses metais pesados na poligonal da EXPANSÃO DA QE 48 DO GUARÁ 2, bem como reagentes de grau analítico, vidraria de laboratórios, água destilada/deionizada e outros, que são descritos abaixo:

Soluções: sulfato manganoso 2 mol.L-1 (99% de pureza, Vetec), reagente iodeto alcalino azida (99% de pureza, Vetec), ácido sulfúrico concentrado (96% de pureza, Reagen), solução de amido (99% de pureza, Vetec), solução de tiossulfato de sódio 0,025 mol.L-1 (99% de pureza, Merck), solução tampão (pH = 7,2), solução de sulfato de magnésio 0,1 mol.L-1 (99% de pureza, Vetec), solução de cloreto de cálcio 0,25 mol.L-1 (99% de pureza, Reagen), solução de cloreto de ferro III 0,001 mol.L-1 (99% de pureza, Reagen). [Todas em concentrações adequadas com os critérios propostos pela APHA (1998)].

- Turbidímetro Policontrol - Modelo: AP - 2000 iR;
- Calorímetro Hach – Modelo 2100 P;
- Espectrofotômetro de Absorção Atômica com chama Perkim Elmer 3300;

- **PM01: UTM 23L 181851.00 m E/ 8245450.00 m N**

O PM 01 localiza-se ao lado da Unidade Básica de Saúde na QE 38 do Guará 2, onde também funciona uma horta comunitária, possui um poço tubular e distante 180m ao norte da antiga Lagoa de Oxidação Oeste, está em área que nunca foi investigada antes, portanto os resultados de 2005 servem apenas de referência da fonte contaminante.

A tabela 5 apresenta os resultados dos elementos químicos (Cádmio, Cromo, Cobre, Níquel, Chumbo e Zinco) do PM 01 que estão acima do Valor de Prevenção (VP) e acima do Valor de Investigação residencial (VI resid.) da Resolução Conama nº 420/2009, identificados em todas as profundidades até os 5 metros os teores extremamente elevados.

Tabela 6: Resultado análises físico-quimica e bacteriológicos de água do PM 01.

Parâmetro	Unidade	CONAMA 357 / 420* Investigação	
		PM 01	V.M.P
Alcalinidade Total	mg/L	88,0	--
Cloretos Total	mg/L	318	250
Condutividade Elétrica	µS/cm	791	---
Cor	Pt/L	112	75
Cromo Total *	$\mu g/L^{-1}$	81	50
DBO_5 dias a 20º C	mg/L	10	5
DQO	mg/L	17	---
Ferro Dissolvido	mg/L	2,7	0,3
Nitrato	mg/L	28	10
Cádmio *	$\mu g/L^{-1}$	17	5
Nitrogênio Total	mg/L	6,80	---
Chumbo *	$\mu g/L^{-1}$	16	10
Oxigênio Dissolvido	mg/L	3,20	> 5
pH	---	5,80	6 a 9
Cobre *	$\mu g/L^{-1}$	2.793	2.000
Sólidos Suspensos Totais	mg/L	557	500
Sólidos Sedimentáveis	mL x L x h	0,2	Virtualmente Ausente
Sulfeto (H_2S não dissociado)	mg/L	1,5	0,002
Turbidez	UNT	180	100
Coliformes Totais	UFC / 100 mL	$8,0 \times 10^4$	---
Coliformes Termotolerantes	UFC / 100 mL	$6,0 \times 10^3$	1000
Bactérias Proteolíticas	UFC / 100 mL	Presença	---

VMP = Valor Máximo Permitido, Conforme Resolução CONAMA Nº 357 de 17 de março de 2005 / Artigo 15º - Classe 2 - Águas Doces e Resolução CONAMA Nº420 de 30 de Dezembro de 2009 (Àgua Subterrânea – Investigação).

* Metais que têm afinidade hidrofóbica com capacidade de troca iônica e cationica, com isso apresenta fácil mobilidade e reatividade química.

Considerando os valores encontrados nas análises das amostras de água do PM 01, é possível afirmar que há transporte de contaminantes lixiviados e solubilizados através de fraturas e interstícios do solo e que os níveis de concentração apresentados é relativo à classificação física dos horizontes perfurados somados a morfologia antropogênicas da área de Expansão da QE 48 do Guará 2.

- **PM02: UTM 23L 181518.00 m E/ 8245193.00 m N**

O PM 02 localiza-se no interiro da Lagoa de Oxidação limite Oeste, próximo ao furo 01 do Laudo Sanitário PCA 2005. De acordo com o acompanhamento de campo, esse ponto está sendo utilizado como área de depósito irregular de resíduos, foto 1, contendo entulho de obra, lâmpadas fluorescentes, toner de impressora, bem como lixo de diversas formas que por definição com a NBR 10.004 a 10.007 são considerados Resíduos Perigosos – Classe I.

Foto 1: Registro resíduos depositados irregularmente no PM 02.

A tabela 7 apresenta os resultados dos elementos químicos (Cádmio, Cromo, Cobre, Mercúrio, Níquel, Chumbo e Zinco) do PM 02 que estão acima do Valor de Prevenção (VP) e acima do Valor de Investigação residencial (VI resid.) da Resolução Conama nº 420/2009, identificados em todas as profundidades até os 7 metros os teores são extremamente elevados.

Tabela 8: Resultado análises físico-quimica e bacteriológicos de água do PM 02.

Parâmetro	Unidade	CONAMA 357 / 420* Investigação	
		PM 02	V.M.P
Alcalinidade Total	mg/L	105,0	--
Cloretos Total	mg/L	291	250
Condutividade Elétrica	µS/cm	1.490	---
Cor	Pt/L	80	75
Cromo Total *	$\mu g/L^{-1}$	91	50
DBO_5 dias a 20º C	mg/L	16	5
DQO	mg/L	30	---
Ferro Dissolvido	mg/L	4,0	0,3
Nitrato	mg/L	35	10
Cádmio *	$\mu g/L^{-1}$	20	5
Nitrogênio Total	mg/L	11,0	---
Chumbo *	$\mu g/L^{-1}$	18	10
Oxigênio Dissolvido	mg/L	2,90	> 5
pH	---	5,78	6 a 9
Cobre *	$\mu g/L^{-1}$	4.100	2.000
Sólidos Suspensos Totais	mg/L	710	500
Sólidos Sedimentáveis	mL x L x h	0,2	Virtualmente Ausente
Sulfeto (H_2S não dissociado)	mg/L	3,7	0,002
Turbidez	UNT	200	100
Coliformes Totais	UFC / 100 mL	$1,0 \times 10^6$	---
Coliformes Termotolerantes	UFC / 100 mL	$7,0 \times 10^4$	1000
Bactérias Proteolíticas	UFC / 100 mL	Presença	---

VMP = Valor Máximo Permitido, Conforme Resolução CONAMA Nº 357 de 17 de março de 2005 / Artigo 15º - Classe 2 - Águas Doces e Resolução CONAMA Nº420 de 30 de Dezembro de 2009 (Àgua Subterrânea – Investigação).

* Metais que têm afinidade hidrofóbica com capacidade de troca iônica e cationica, com isso apresenta fácil mobilidade e reatividade química.

Considerando os valores encontrados nas análises das amostras de água do PM 02 é possível afirmar que há transporte de contaminantes lixiviados e solubilizados através de fraturas e interstícios do solo e que os níveis de concentração apresentados é relativo à classificação física dos horizontes perfurados somados a morfologia antropogênicas da Expansão da QE 48 do Guará 2.

- **PM03: UTM 23L 182025.00 m E/ 8245235.00 m N**

O PM 03 também localiza-se no interior da Lagoa de Oxidação limite leste, próximo ao campo de futebol de grama sintética e ao furo 03 do Laudo Sanitário PCA, 2005.

A tabela 09 apresenta os resultados dos elementos químicos (Cádmio, Cromo, Cobre, Níquel, Chumbo e Zinco) do PM 03 que estão acima do Valor de Prevenção (VP) e acima do Valor de Investigação residencial (VI resid.) da Resolução Conama nº 420/2009, identificados em todas as profundidades até os 7 metros os teores extremamente elevados.

Tabela 9: Resultado análises físico-quimica de solo do PM 03.

Metais Pesados	Ano 2020 (mg/Kg^{-1})	Ano 2005 (ppm)	% Contam.	VP CONAMA 420/2009 (ppm)	VP – CETESB/2016 (mg/Kg^{-1})	VI resid. – CONAMA 420/2009 (ppm)	VI resid. – CETESB/2016 (mg/Kg^{-1})
Arsênio	**0**	**18 ppm Furo 1 (5m); 19 ppm Furo 2 (7m).**	**0**	**15**	**15**	**55**	**55**
Cádmio	**36 ppm (1m); 30 ppm (2m); 28 ppm (3m); 25 ppm (4m); 22 ppm (5m); 20 ppm (6m); 17 ppm (7m).**	**< 0,5 ppm (Todas as amostras)**	**100**	**1,3**	**1,3**	**8**	**14****
Cromo	**459 ppm (1m); 428 ppm (2m); 405 ppm (3m); 391 ppm (4m); 370 ppm (5m); 332 ppm (6m); 311 ppm (7m).**	**194 ppm Furo 1 (5m); 81 - 88 - 86 ppm Furo 2 (3 - 4 - 5 m)**	**70,85**	**75**	**75**	**300**	**300**
Cobre	**663 ppm (1m); 639 ppm (2m); 620 ppm (3m); 605 ppm (4m); 576 ppm (5m); 550 ppm (6m); 500 ppm (7m).**	**102 ppm Furo 2 (6m)**	**82,79**	**60**	**60**	**400**	**2100****
Mercúrio	**0**	**0,64 ppm Furo 1 (4m)**	**0**	**0,5**	**0,5**	**36**	**0,9***
Níquel	**287 ppm (1m); 255 ppm (2m); 230 ppm (3m); 219 ppm (4m); 186 ppm (5m); 170 ppm (6m); 150 ppm (7m).**	**15 ppm Furo 2 (7m); 14 ppm Furo 3 (7m)**	**100**	**30**	**30**	**100**	**480****
Chumbo	**596 ppm (1m); 561 ppm (2m); 550 ppm (3m); 492 ppm (4m); 470 ppm (5m); 450 ppm (6m); 405 ppm (7m).**	**60 ppm Furo 2 (2m) e 55 ppm (7m)**	**100**	**72**	**72**	**300**	**240***
Zinco	**2.900 ppm (1m); 2.878 ppm (2m); 2.668 ppm (3m); 2.500 ppm (4m); 2.540 ppm (5m); 2.300 ppm (6m); 2.004 ppm (7m).**	**555 ppm Furo 1 (3m) e 102 ppm (4m); 93 ppm Furo 2 (1m) e 397 ppm (2m)**	**88,71**	**300**	**86***	**1000**	**7000****

Obs: Os resultados do anos de 2005 trata de resultados obtidos diretamente sobre a área contaminada (lagoa aterrada).
NE: Valor orientador não estabelecido.
Nota: mg/Kg $^{-1}$ é igual a ppm.
* Valores que diminuíram em relação a Resolução CONAMA 420/2009;
** Valores que aumentaram em relação a Resolução CONAMA 420/2009.

De acordo com a classificação do solo do art. 13 da Resolução Conama 420/2009, esse ponto se enquadra na qualidade de solo de classe 4, pois apresentam as concentrações de mais de uma substância química (Cádmio, Cromo, Cobre, Níquel, Chumbo e Zinco) acima do Valor de Investigação residencial (VI resid.). Estando o Cádmio, Cromo, e o Chumbo também acima do Valor de Investigação residencial pela CETESB/2016. Mesmo estando os valores orientadores da CETESB/2016 do VP para o zinco está mais restritivo em relação ao VP da Resolução Conama 420/2009; o VI resid. do Mercúrio e do Chumbo está mais restritivos em relação ao VI resid. da Resolução Conama 420/2009; e, o VI resid. para os elemento Cádmio, Cobre, Níquel e o Zinco está mais permissivo em relação ao VI resid. da Resolução Conama 420/2009.

Esse ponto amostral apresenta-se como área de risco e a representatividade desse risco para uso e ocupação do solo com objetivos habitacionais é insalubre e periculosa, tornando o solo altamente polarizado, com índices de condutividade elétrica acima dos padrões internacionais estabelecidos pela Organização Internacional de Construtores Imobiliários (OICI) e pela Sociedade Brasileira de Perícia e Avaliação de Solos para Construção Civil (SBPASCC). Há de se informar que solos com percentual de metais pesados acima de 25% de contaminantes, são consideradas zonas de descargas elétricas em épocas pluviais e representam 80% de acidentes com raios e outros problemas correlacionados a rede elétrica urbana.

O teor de Arsênio zerou em relação ao ano de 2005 devido ele ser um metal que dissocia aniônica mente devido a sua massa atômica e oxidação hidrogeológica por evapotranspiração, e, o teor de mercúrio também zerou por ser um metal proveniente de lâmpadas fluorescentes que no PM 03 não foi evidenciado a existência de resíduos de lâmpadas fluorescentes.

O Cádmio é um metal que apresenta fácil mobilidade e reatividade química surgindo nas amostras de solo deste ponto.

Os valores elevados de Cádmio, Cromo, Cobre, Níquel, Chumbo e Zinco comparados com os resultados do Laudo Sanitário, PCA 2005, se deu devido às intervenções urbanas que vêm sendo realizadas na área, com a modificação das formas ou substituição de materiais superficiais, alteram de maneira radical e irreversível os processos hidrodinâmicos nos sistemas geomorfológicos investigados, sobretudo na antiga

Tabela 11: Resultado análises físico-quimica de solo do PM 04.

Metais Pesados	Ano 2020 (mg/Kg^{-1})	Ano 2005 (ppm)	% Contam.	VP CONAMA 420/2009 (ppm)	VP – CETESB/2016 (mg/Kg^{-1})	VI resid. – CONAMA 420/2009 (ppm)	VI resid. – CETESB/2016 (mg/Kg^{-1})
Arsênio	**62 ppm (1m); 53 ppm (2m); 50 ppm (3m);**	**18 ppm Furo 1 (5m); 19 ppm Furo 2 (7m).**	**0**	**15**	**15**	**55**	**55**
Cádmio	**13 ppm (1m); 11 ppm (2m); 10 ppm (3m); 9 ppm (4m);**	**< 0,5 ppm (Todas as amostras)**	**100**	**1,3**	**1,3**	**8**	**14****
Cromo	**380 ppm (1m); 371 ppm (2m); 365 ppm (3m); 357 ppm (4m); 340 ppm (5m); 319 ppm (6m); 307 ppm (7m).**	**194 ppm Furo 1 (5m); 81 - 88 - 86 ppm Furo 2 (3 - 4 - 5 m)**	**67,78**	**75**	**75**	**300**	**300**
Cobre	**529 ppm (1m); 511 ppm (2m); 505 ppm (3m); 491 ppm (4m); 480 ppm (5m); 445 ppm (6m); 420 ppm (7m).**	**102 ppm Furo 2 (6m)**	**78,88**	**60**	**60**	**400**	**2100****
Mercúrio	**2 ppm (1m); < 0,01 ppm (demais amostras)**	**0,64 ppm Furo 1 (4m)**	**0**	**0,5**	**0,5**	**36**	**0,9***
Níquel	**118 ppm (1m)**	**15 ppm Furo 2 (7m); 14 ppm Furo 3 (7m)**	**100**	**30**	**30**	**100**	**480****
Chumbo	**348 ppm (1m); 320 ppm (2m); 308 ppm (3m); 301 ppm (4m);**	**60 ppm Furo 2 (2m) e 55 ppm (7m)**	**100**	**72**	**72**	**300**	**240***
Zinco	**1.886 ppm (1m); 1.794 ppm (2m); 1.400 ppm (3m); 1.230 ppm (4m); 1.090 ppm (5m)**	**555 ppm Furo 1 (3m) e 102 ppm (4m); 93 ppm Furo 2 (1m) e 397 ppm (2m)**	**77,87**	**300**	**86***	**1000**	**7000****

Obs: Os resultados do anos de 2005 trata de resultados obtidos diretamente sobre a área contaminada (lagoa aterrada).
NE: Valor orientador não estabelecido.
Nota: mg/Kg $^{-1}$ é igual a ppm.
* Valores que diminuíram em relação a Resolução CONAMA 420/2009;
** Valores que aumentaram em relação a Resolução CONAMA 420/2009.

De acordo com a classificação so solo do art. 13 da Resolução Conama 420/2009, esse ponto se enquadra na qualidade de solo de classe 4, pois apresentam as concentrações de mais de uma substância química (Cadmio, Cromo, Cobre, Níquel, Chumbo e Zinco) acima do Valor de Investigação residencial (VI resid.). E os elementos Arsenio (1m), Cromo, Mercurio (1m) e o Chumbo apresentam as concentrações acima do Valor de Investigação residencial pela CETESB/2016. Mesmo estando os valores orientadores da CETESB/2016 do VP para o zinco está mais restritivo em relação ao VP da Resolução Conama 420/2009; o VI resid. do Mercúrio e do Chumbo está mais restritivo em relação ao VI resid. da Resolução Conama 420/2009; e, o VI resid. para os elemento Cadmio, Cobre, Níquel e o Zinco está mais permissivos em relação ao VI resid. da Resolução Conama 420/2009.

Esse ponto amostral apresenta-se como área de risco e a representatividade desse risco para uso e ocupação do solo com objetivos habitacionais é insalubre e periculosa, tornando o solo altamente polarizado, com índices de condutividade elétrica acima dos padrões internacionais estabelecidos pela Organização Internacional de Construtores Imobiliários (OICI) e pela Sociedade Brasileira de Perícia e Avaliação de Solos para Construção Civil (SBPASCC). Há de se informar que solos com percentual de metais pesados acima de 25% de contaminantes, são consideradas zonas de descargas elétricas em épocas pluviais e representam 80% de acidentes com raios e outros problemas correlacionados a rede elétrica urbana.

Os valores elevados de Cádmio, Cromo, Cobre, Níquel, Chumbo e Zinco, resultantes das análises físico-química e bacteriológica, desse ponto, se deram pelo histórico de operação e desativação da antiga Lagoa de Oxidação somados à deposição irregular de resíduos, mesmo estando distante 160 metros do talude sul da antiga Lagoa. Esse resultado se deve aos fluxos torrenciais e potenciais de lixiviação e solubilização desses metalóides para horizontes e/ou camadas litológicas que contabilizaram o aumento de concentrações morfológicas, tais como a combinação de elementos côncavos e de pontos investigados, que estão atualmente em estágio de urbanização consolidada em relação ao ano de 2005.

O teor de mercúrio encontrado nesse ponto é decorrente dos resíduos depositados irregularmente o que justifica a presença do sal de mercúrio nas amostras de solo deste

do talude sul da antiga Lagoa de Oxidação Oeste.

A figura 7 apresenta os resultados bacteriológicos do PM 05 os quais não podem ser compradaos com os valores do laudo sanitário de 2005 devido estar em área que nunca foi investigada antes.

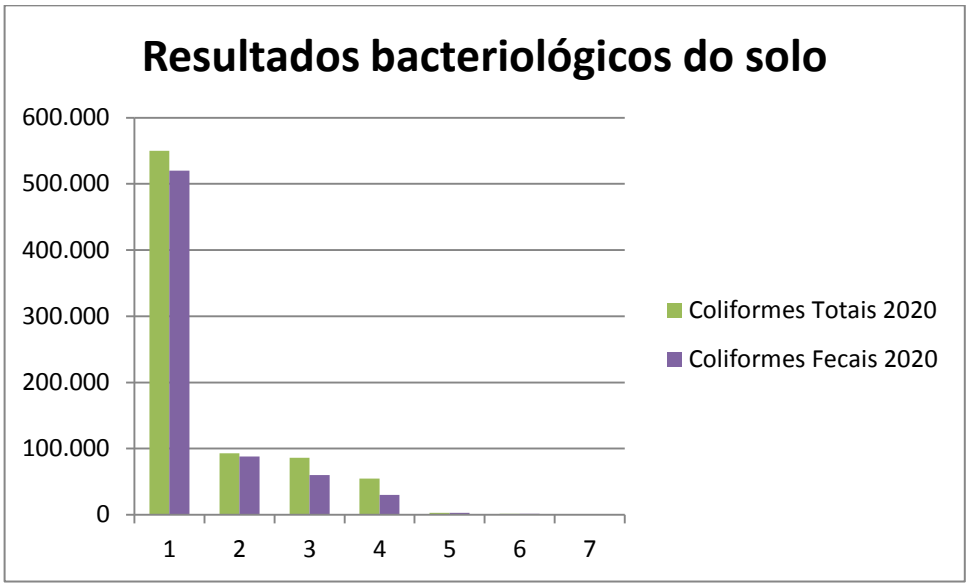

Figura 7: resultados bacteriológicos do solo do PM 05.

Ensaios bacteriológicos de solos não há referencias e/ou valores máximos permitidos (VMP), conforme legislação referenciada. Não há valores de referência que norteiam padrões de emissões quantitativas, porém entende-se por impacto ambiental, valores acima de 103 ufc/g. Coliformes totais é a somatória de toda a carga orgânica que inclui os coliforme fecais, coliforme termotolerantes e bactérias heterotróficas, a carga orgânica presente na área do estudo é derivada dos resíduos e das fezes dos animais de sangue quente (cavalo, cachorro, pombo) que contabilizaram os teores elevados desse ponto.

A tabela 14 apresenta os resultados dos parâmetros físico-químicos e bacteriológicos das amostras de água (anexo III-A da Resolução ADASA nº 350/2006) que estão acima dos valores máximo permitido, conforme a Resolução Conama nº 357/2005 e Resolução Conama nº 420/2009.

Tabela 14: Resultado análises físico-quimica e bacteriológicos de água do PM 05.

Parâmetro	Unidade	CONAMA 357 / 420* Investigação	
		PM 05	V.M.P
Parâmetro	**Unidade**	**CONAMA 357 / 420* Investigação**	**Parâmetro**
Alcalinidade Total	mg/L	140,0	--
Cloretos Total	mg/L	300	250
Condutividade Elétrica	µS/cm	902	---
Cor	Pt/L	80	75
Cromo Total *	$\mu g/L^{-1}$	61	50
DBO_5 dias a 20º C	mg/L	8	5
DQO	mg/L	22	---
Ferro Dissolvido	mg/L	2,2	0,3
Nitrato	mg/L	25	10
Cádmio *	$\mu g/L^{-1}$	7	5
Nitrogênio Total	mg/L	24,0	---
Chumbo *	$\mu g/L^{-1}$	8	10
Oxigênio Dissolvido	mg/L	4,01	> 5
pH	---	5,94	6 a 9
Cobre *	$\mu g/L^{-1}$	2.208	2.000
Sólidos Suspensos Totais	mg/L	518	500
Sólidos Sedimentáveis	mL x L x h	0,2	Virtualmente Ausente
Sulfeto (H_2S não dissociado)	mg/L	1,6	0,002
Turbidez	UNT	112	100
Coliformes Totais	UFC / 100 mL	$8,0 \times 10^3$	---
Coliformes Termotolerantes	UFC / 100 mL	$2,0 \times 10^3$	1000
Bactérias Proteolíticas	UFC / 100 mL	Presença	---

VMP = Valor Máximo Permitido, Conforme Resolução CONAMA Nº 357 de 17 de março de 2005 / Artigo 15º - Classe 2 - Águas Doces e Resolução CONAMA Nº420 de 30 de Dezembro de 2009 (Àgua Subterrânea – Investigação).

* Metais que têm afinidade hidrofóbica com capacidade de troca iônica e cationica, com isso apresenta fácil mobilidade e reatividade química.

Considerando os valores encontrados nas análises das amostras de água do PM 05 é possível afirmar que há transporte de contaminantes lixiviados e solubilizados através de fraturas e interstícios do solo e que os níveis de concentração apresentados é relativo à classificação física dos horizontes perfurados somados a morfologia antropogenicas da Expansão da QE 48 do Guará 2.

- **PM06: UTM 23L 181962.00 m E/ 8244771.00 m N**

O PM 06 localiza-se na praça da QE 52 distante 300 metros do talude sul da antiga Lagoa de Oxidação Oeste, ponto nunca investigado antes, portanto os resultados do Laudo Sanitário, PCA 2005 servem apenas de referência da fonte contaminante.

A tabela 15 apresenta os resultados dos elementos químicos (Cadmio, Cromo, Cobre, Níquel e o Zinco) do PM 06 que estão acima do Valor de Prevenção (VP) e acima do Valor de Investigação residencial (VI resid.) da Resolução Conama nº 420/2009, identificados em profundidades variadas até os 7 metros de profundidade os teores elevados.

Tabela 15: Resultado análises físico-quimica de solo do PM 06.

Metais Pesados	Ano 2020 (mg/Kg^{-1})	Ano 2005 (ppm)	% Contam.	VP CONAMA 420/2009 (ppm)	VP – CETESB/2016 (mg/Kg^{-1})	VI resid. – CONAMA 420/2009 (ppm)	VI resid. – CETESB/2016 (mg/Kg^{-1})
Arsênio	**0**	**18 ppm Furo 1 (5m); 19 ppm Furo 2 (7m).**	**0**	**15**	**15**	**55**	**55**
Cádmio	**22 ppm (1m); 20 ppm (2m); 18 ppm (3m); 15 ppm (4m); 12 ppm (5m); 10 ppm (6m); 09 ppm (7m);**	**< 0,5 ppm (Todas as amostras)**	**100**	**1,3**	**1,3**	**8**	**14****
Cromo	**348 ppm (1m); 327 ppm (2m); 309 ppm (3m);**	**194 ppm Furo 1 (5m); 81 - 88 - 86 ppm Furo 2 (3 - 4 - 5 m)**	**61,44**	**75**	**75**	**300**	**300**
Cobre	**416 ppm (1m); 409 ppm (2m);**	**102 ppm Furo 2 (6m)**	**70,52**	**60**	**60**	**400**	**2100****
Mercúrio	**0**	**0,64 ppm Furo 1 (4m)**	**0**	**0,5**	**0,5**	**36**	**0,9***
Níquel	**206 ppm (1m); 203 ppm (2m); 197 ppm (3m); 187 ppm (4m); 183 ppm (5m); 176 ppm (6m); 165 ppm (7m);**	**15 ppm Furo 2 (7m); 14 ppm Furo 3 (7m)**	**100**	**30**	**30**	**100**	**480****
Chumbo	**206 ppm (1m); 203 ppm (2m); 197 ppm (3m); 187 ppm (4m); 183 ppm (5m); 176 ppm (6m); 165 ppm (7m);**	**60 ppm Furo 2 (2m) e 55 ppm (7m)**	**100**	**72**	**72**	**300**	**240***
Zinco	**1.452 ppm (1m); 1.408 ppm (2m); 1.377 ppm (3m); 1.335 ppm (4m); 1.209 ppm (5m); 1.180 ppm (6m); 1.095 ppm (7m);**	**555 ppm Furo 1 (3m) e 102 ppm (4m); 93 ppm Furo 2 (1m) e 397 ppm (2m)**	**77,84**	**300**	**86***	**1000**	**7000****

Obs: Os resultados do anos de 2005 trata de resultados obtidos diretamente sobre a área contaminada (lagoa aterrada).
NE: Valor orientador não estabelecido.
Nota: mg/Kg $^{-1}$ é igual a ppm.
* Valores que diminuíram em relação a Resolução CONAMA 420/2009;
** Valores que aumentaram em relação a Resolução CONAMA 420/2009.

Tabela 17: Resultado análises físico-quimica de solo do PM 07.

Metais Pesados	Ano 2020 (mg/Kg^{-1})	Ano 2005 (ppm)	% Contam.	VP CONAMA 420/2009 (ppm)	VP – CETESB/2016 (mg/Kg^{-1})	VI resid. – CONAMA 420/2009 (ppm)	VI resid. – CETESB/2016 (mg/Kg^{-1})
Arsênio	**0**	**18 ppm Furo 1 (5m); 19 ppm Furo 2 (7m).**	**0**	**15**	**15**	**55**	**55**
Cádmio	**9 ppm (1m)**	**< 0,5 ppm (Todas as amostras)**	**100**	**1,3**	**1,3**	**8**	**14****
Cromo	**320 ppm (1m); 315 ppm (2m); 307 ppm (3m); 302 ppm (4m)**	**194 ppm Furo 1 (5m); 81 - 88 - 86 ppm Furo 2 (3 - 4 - 5 m)**	**63,90**	**75**	**75**	**300**	**300**
Cobre	**554 ppm (1m); 530 ppm (2m); 513 ppm (3m); 461 ppm (4m)**	**102 ppm Furo 2 (6m)**	**80,15**	**60**	**60**	**400**	**2100****
Mercúrio	**0**	**0,64 ppm Furo 1 (4m)**	**0**	**0,5**	**0,5**	**36**	**0,9***
Níquel	**134 ppm (1m)**	**15 ppm Furo 2 (7m); 14 ppm Furo 3 (7m)**	**100**	**30**	**30**	**100**	**480****
Chumbo	**407 ppm (1m); 391 ppm (2m); 376 ppm (3m); 328 ppm (4m)**	**60 ppm Furo 2 (2m) e 55 ppm (7m)**	**100**	**72**	**72**	**300**	**240***
Zinco	**2.786 ppm (1m); 2.719 ppm (2m); 2.555 ppm (3m); 2.374 ppm (4m)**	**555 ppm Furo 1 (3m) e 102 ppm (4m); 93 ppm Furo 2 (1m) e 397 ppm (2m)**	**89,00**	**300**	**86***	**1000**	**7000****

Obs: Os resultados do anos de 2005 trata de resultados obtidos diretamente sobre a área contaminada (lagoa aterrada).
NE: Valor orientador não estabelecido.
Nota: mg/Kg $^{-1}$ é igual a ppm.
* Valores que diminuíram em relação a Resolução CONAMA 420/2009;
** Valores que aumentaram em relação a Resolução CONAMA 420/2009.

Tabela 18: Resultado análises físico-quimica de solo do PM 08.

Metais Pesados (média)	Ano 2020 (mg/Kg^{-1})	Ano 2005 (ppm)	% Contam.	VP CONAMA 420/2009 (ppm)	VP – CETESB/2016 (mg/Kg^{-1})	VI resid. – CONAMA 420/2009 (ppm)	VI resid. – CETESB/2016 (mg/Kg^{-1})
Arsênio	**0**	**18 ppm Furo 1 (5m); 19 ppm Furo 2 (7m).**	**0**	**15**	**15**	**55**	**55**
Cádmio	**10 ppm (1m)**	**< 0,5 ppm (Todas as amostras)**	**100**	**1,3**	**1,3**	**8**	**14****
Cromo	**382 ppm (1m); 379 ppm (2m); 365 ppm (3m); 354 ppm (4m); 347 ppm (5m); 329 ppm (6m); 315 ppm (7m);**	**194 ppm Furo 1 (5m); 81 - 88 - 86 ppm Furo 2 (3 - 4 - 5 m)**	**68,20**	**75**	**75**	**300**	**300**
Cobre	**200 ppm (1m); 176 ppm (2m); 159 ppm (3m); 145 ppm (4m); 130 ppm (5m); 114 ppm (6m); 98 ppm (7m);**	**102 ppm Furo 2 (6m)**	**35,44**	**60**	**60**	**400**	**2100****
Mercúrio	**0**	**0,64 ppm Furo 1 (4m)**	**0**	**0,5**	**0,5**	**36**	**0,9***
Níquel	**188 ppm (1m); 180 ppm (2m); 172 ppm (3m); 168 ppm (4m); 160 ppm (5m); 150 ppm (6m); 139 ppm (7m);**	**15 ppm Furo 2 (7m); 14 ppm Furo 3 (7m)**	**100**	**30**	**30**	**100**	**480****
Chumbo	**71 ppm (1m); 66 ppm (2m); 62 ppm (3m); 57 ppm (4m); 49 ppm (5m); 36 ppm (6m); 30 ppm (7m);**	**60 ppm Furo 2 (2m) e 55 ppm (7m)**	**100**	**72**	**72**	**300**	**240***
Zinco	**1.885 ppm (1m); 1.786 ppm (2m); 1.559 ppm (3m); 1.486 ppm (4m); 1.340 ppm (5m); 1.274 ppm (6m); 1.180 ppm (7m);**	**555 ppm Furo 1 (3m) e 102 ppm (4m); 93 ppm Furo 2 (1m) e 397 ppm (2m)**	**80,89**	**300**	**86***	**1000**	**7000****

Obs: Os resultados do anos de 2005 trata de resultados obtidos diretamente sobre a área contaminada (lagoa aterrada).
NE: Valor orientador não estabelecido.
Nota: mg/Kg $^{-1}$ é igual a ppm.
* Valores que diminuíram em relação a Resolução CONAMA 420/2009.
** Valores que aumentaram em relação a Resolução CONAMA 420/2009.

De acordo com a classificação do solo do art. 13 da Resolução Conama 420/2009, esse ponto se enquadra na qualidade de solo de classe 4, pois apresentam as concentrações de mais de uma substância química (Cadmio, Cromo, Níquel e o Zinco) acima do Valor de Investigação residencial (VI resid.). Estando apenas Cromo acima do Valor de Investigação residencial pela CETESB/2016.

Esse ponto amostral apresenta-se como área de risco e a representatividade desse risco para uso e ocupação do solo com objetivos habitacionais é insalubre e periculosa, tornando o solo altamente polarizado, com índices de condutividade elétrica acima dos padrões internacionais estabelecidos pela Organização Internacional de Construtores Imobiliários (OICI) e pela Sociedade Brasileira de Perícia e Avaliação de Solos para Construção Civil (SBPASCC). Há de se informar que solos com percentual de metais pesados acima de 25% de contaminantes, são consideradas zonas de descargas elétricas em épocas pluviais e representam 80% de acidentes com raios e outros problemas correlacionados a rede elétrica urbana.

O Cadmio é um metal que apresenta fácil mobilidade e reatividade química surgindo na amostra de solo, 1 metro de profundidade, não apresentando o valor elevado em relação ao VI. Resid. da Conama 420/2009.

Já os valores elevados do Cromo, Níquel e Zinco encontrado até os 7 metros de profundidade, mesmo estando distante 905 metros do talude sul da antiga Lagoa, o perfil de solo argila arenosa, permitiu fluxos torrenciais e potenciais de lixiviação e solubilização destes metalóides para horizontes e/ou camadas litológicas que contabilizaram o aumentos de concentrações morfológicas tais como a combinação de elementos côncavos e de pontos investigados que estão atualmente em estágio de urbanização consolidada em relação ao ano de 2005.

As intervenções urbanas que vêm sendo realizadas na área, com a modificação das formas ou substituição de materiais superficiais, alteram de maneira radical e irreversível os processos hidrodinâmicos nos sistemas geomorfológicos investigados, em que a dinâmica de circulação da água (superfície, subsuperfície e atmosfera) desempenha papel fundamental na questão de afinidade físico química e orgânica.

A figura 11 apresenta os resultados bacteriológicos do PM 08 os quais não podem ser compradaos com os valores do laudo sanitário de 2005 devido está em área que nunca foram investigadas antes.

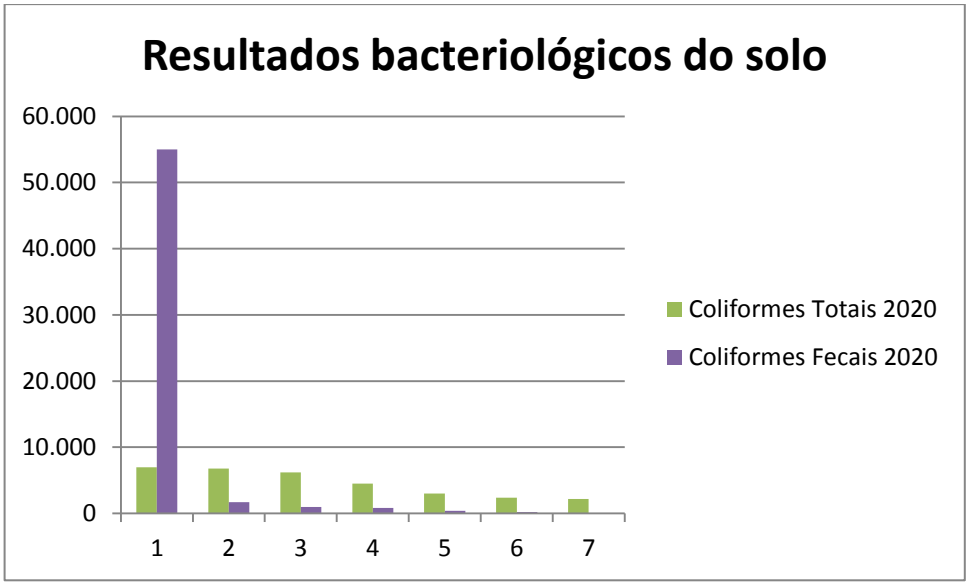

Figura 10: resultados bacteriológicos do solo do PM 08

Ensaios bacteriológicos de solos não há referencias e/ou valores máximos permitidos (VMP), conforme legislação referenciada. Não há valores de referência que norteiam padrões de emissões quantitativas, porém entende-se por impacto ambiental, valores acima de 103 ufc/g. Coliformes totais é a somatória de toda a carga orgânica que inclui os coliforme fecais, coliforme termotolerantes e bactérias heterotróficas, a carga orgânica presente na área do estudo é derivada dos resíduos e das fezes dos animais de sangue quente (cavalo, cachorro, pombo) que contabilizaram os teores elevados deste ponto.

A tabela 19 apresenta os resultados dos parâmetros físico - químicos e bacteriológicos das amostras de água (anexo III-A da Resolução ADASA nº 350/2006) que estão acima dos valores máximo permitido, conforme a Resolução Conama nº 357/2005 e Resolução Conama nº 420/2009.

activity of a recombinant protein from Moringa oleifera Lam. Seeds. Appl Microbiol Biotechnol. V. 60, p. 114-119, out., 2002.

CARDOSO, L. M. N.; CHASIN, A. A. M. Ecotoxicologia do Cádmio e seus compostos. Salvador: CRA. V. 6, 2001.

CARMO, M. S. do.; BOAVENTURA, G. R.; OLIVEIRA, E. C. Geoquímica das Águas da Bacia Hidrográfica do Rio Descoberto, Brasília/DF - Brasil. Química Nova. São Paulo. V. 28, n. 4, p.565-574, 2005.

CETESB, S. P. Guia de coleta e preservação de amostras de água. Coord. Edmundo Garcia Agudo (et al). São Paulo: CETESB, 1988.

COELHO, A. C. V; SANTOS, P. de S.; SANTOS, H. de S. Argilas especiais: o que são, caracterização e propriedades. Química Nova. São Paulo. V.30, n. 1, p. 146-152, jan/fev, 2007.

COPAM, Deliberação Normativa Conjunta CERH-MG nº 01 05 de maio de 2008.

COTTA, J. A. O.; REZENDE, M. O. O.; PIOVANI, M. R. Avaliação do teor de metais em sedimento do Rio Betari no Parque Estadual Turístico do Alto Ribeira - Petar, São Paulo, Brasil. Química Nova. São Paulo, v. 29, n. 1, p. 40-45, 2006.

D'ANUNCIAÇÃO, M.R.O Diagnóstico analítico de solos e água . 2015. TESE (Doutorado). EUA: Atlantic International University, 2015.

FELLENBERG, G.; Introdução aos Problemas da Poluição Ambiental. Ed. Pedagógica e Universitária Ltda: São Paulo, 1980.

FIGUEIRÊDO, G. J. A. de. Avaliação da presença de alumínio na água do sistema de abastecimento público da cidade de João Pessoa e Grande João Pessoa no Estado da Paraíba e os possíveis riscos para a saúde da população. 2004. DISSERTAÇÃO (Mestrado). João Pessoa: Universidade Federal da Paraíba, 2004.

FOLETTO, E. L; ALVES, C. C. A.; PORTO, L. M. Regeneração e Reutilização de uma Argila Comercial Utilizada na Clarificação de Óleo Vegetal. Cerâmica Industrial. V. 8, n. 1, p. 43-45, jan/fev, 2003.

FONTES, M. P. F.; GOMES, P. C. Simultaneous competitive adsorption of heavy metals by the mineral matrix of tropical soils. Applied Geochemistry. V. 18, p. 795-804, 2003.

FORD, R. G.; SCHEINOST, A. C.; SPARKS, D. L. Frontiers in metal sorption/precipitation mechanisms on soil mineral surfaces. Advances in Agronomy. V. 74, p. 41-62, 2001.

GALÃO, M. I.; DAMASCENO, L. F. e BRITO, E. S. Avaliação química e estrutural da semente de moringa. Revista Ciência Agronômica. V.37, n.1, p.106-109, 2006.

GHEBREMICHAEL, K. A.; GUNARATNA, K. R.; HENRIKSSON, H.; BRUMER, H.;

DALHAMMAR, G. A simple purification and activity assay of the coagulant protein from Moringa oleifera seed. Water Research. V. 39, p. 2338-2344, 2005.

GODLEWSKA-ZYLKIEWICZ, B. "Analytical applications of living organisms for preconcentration of trace metals and their speciation". Critical Reviews in Analytical Chemistry. V.31, p. 175-189, 2001.

GOMES, P. C.; FONTES, M. P. F.; SILVA, A. G. da; MENDONÇA, E. de S.; NETTO A. R. Selectivity Sequence and Competitive Adsorption of Heavy Metals by Brazilian Soils. Soil Sci. Soc. Am. J. V. 65, p. 1115–1121, 2001.

GOOGLE EARTH. Capturado em 28 de outubro de 2007. Online. Disponível em: http://earth.google.com/intl/pt/.

GOULART, A. T; OLIVEIRA, A. A de. Ocorrência de cobre, cádmio, chumbo e zinco em calcários de diferentes localidades de Minas Gerais. Resumo apresentado no XXI Encontro Regional, nov, 2007.

GREENPEACE, Metais pesados - Contaminando a vida. Capturado em 08 de março de 2007. Online. Disponível em: http://www.greenpeace.org.br/toxicos/?conteudo_id=818&sub_campanha=0&img=15&PHPSESSID=c7312b39ae8f73ad97e11f1f5219c8b3.

GURGEL, J. J. S. e VINATEA, J. E. Métodos de aumento da produtividade aquática natural.

Efeito da concentração de coagulantes e do pH da solução na turbidez da água, em recirculação, utilizada no processamento dos frutos do cafeeiro. Eng. Agríc., Jaboticabal, v.27, n.2, p.544-551, maio/ago. 2007.

NDABIGENGESERE, A. e NARASIAH, K. S. Quality of water treated by coagulation using *Moringa oleifera* seeds. Water Research. V.32, n. 3, p. 781-791, 1998.

NEUMANN, M. G.; GESSNER, F.; CIONE, A. P. P.; SARTORI, R. A., CAVALHEIRO, C. C. S. Interações entre corantes e argilas em suspensão aquosa. Química Nova. V. 23, n.6, p. 818-824, São Paulo, 2000.

OKUDA, T.; BAES, A. U.; NISHIJIMA, W. e OKADA, M. Isolation and characterization of coagulant extracted from Moringa oleifera seed by salt solution. Water Research. Vol. 35, n. 2, p. 405-410, 2001.

ORTIZ, N. Estudo da utilização de magnetita como matéria adsorvedor dos metais Cu^{2+}, Pb^{2+}, Ni^{2+} e Cd^{2+} em solução. 2000. TESE (Doutorado). São Paulo: Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, 2000.

PEREIRA, M. G. e ARRUDA, M. A. Z. Vermicompost as a natural adsorbent material: characterization and potentialities for cadmium adsorption. J. Braz. Chem. Soc. V. 14, n. 1, p. 39-47, 2003.

PERUZZO, L. C. Influência de agentes auxiliares na adsorção de corantes de efluentes da indústria têxtil em colunas de leito fixo. 2003. DISSERTAÇÃO (Mestrado). Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2003.

RADOJEVIC, M.; BASHKIN, V. N. Pratical Environmental Analysis. Cornwall: Royal Society of Chemistry, 1999.

REEVE, R. N. Introduction to Environmental Analysis. John Wiley & Sons, Ltd.: University of Sunderland, UK, 2002.

RODRIGUES, M. G. F.; SILVA, M. L. P.; SILVA, M. G. C. da. Caracterização da argila bentonítica para utilização na remoção de chumbo de efluentes sintéticos. Cerâmica. São Paulo. V. 50, n. 315, p. 190-196, jul/set. 2004.

RUBIO, J., **Pesquisa gaúcha desenvolve adsorvente natural de óleos**. "Química e Derivados". Capturado em 31 de novembro de 2007. Online. Disponível em http://www.quimica.com.br/atualidades.

SANTOS, A. F. S.; LUZ, L. A.; SILVA, M. B. R.; ARGOLO, A. C. C.; PAIVA, P. M. G.;COELHO, L. C. B. B. Isolamento de uma lectina coagulante de sementes de Moringa oleifera. XXII Prêmio Jovem Cientista. Universidade Federal de Pernambuco, 2006.

SANTOS, C. P. F. dos; MELO, D. M. A.; MELO, M. A. F.; SOBRINHO, E. V. Caracterização e usos de argilas bentonitas e vermiculitas para adsorção de cobre (II) em solução. Cerâmica. V.48, n.308, p. 178-182, São Paulo, out/dez, 2002.

SCHWANKE, R. O. Determinação da difusividade de hidrocarbonetos aromáticos em zeólitas por métodos cromatográficos. 2003. DISSERTAÇÃO (Mestrado). Florianópolis. Universidade Federal de Santa Catarina, 2003.

SHARMA, P.; KUMARI, P.; SRIVASTAVA, M.M.; SRIVASTAVA, S. Removal of cadmium from aqueous system by shelled Moringa oleifera Lam. seed powder. Bioresource Technology. V. 97, p. 299-305, 2006.

SOARES, M. R. **Coeficiente de distribuição (k_D) de metais pesados em solos do Estado de São Paulo**. 2004. TESE (Doutorado em Agronomia). Piracicaba: Universidade de São Paulo, 2004.

SULEYMAN, A. M.; LILIAN, M. E. Moringa oleifera seeds for softening hardwater.Water Research. V. 29, p.1099-1104, 1995.

TARLEY, C. R. T. e ARRUDA, M. A. Z. Adsorventes naturais: potencialidades e aplicações da esponja natural *(Luffa Cylindrica)* na remoção de chumbo em efluentes de laboratório. Revista Analytica. Campinas: Universidade Estadual de Campinas, maio, n. 4, p. 25-31, 2003.

VIEIRA, C. A. **Caracterização e uso da hidroxiapatita (HA) sintética e briófia como absorventes de metais pesados (chumbo e cádmio) em soluções e resíduos contaminados**. 2005. DISSERTAÇÃO (Mestrado em Biotecnologia). Três Corações: Universidade Vale do Rio Verde de Três Corações, 2005.