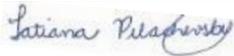
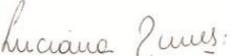


## PROJETO BÁSICO AMBIENTAL UHE TELES PIRES

### P.13 - Programa de Investigação de Contaminação de Solo por Mercúrio nas Áreas dos Futuros Segmentos Laterais do Reservatório

#### Relatório Consolidado

EQUIPE TÉCNICA RESPONSÁVEL PELO DESENVOLVIMENTO DAS ATIVIDADES DO PROGRAMA			
INTEGRANTES	CONSELHO DE CLASSE	CTF IBAMA	ASSINATURA
Tatiana Pilachevsky Geógrafa, MSc.	CREA- 5064021791	5531743	
Luciana Cabral Nunes Geóloga, MSc.	CREA- 50629926484	5287039	
Afonso E. de Vasconcelos Lopes Geofísico, DSc.	-	5286995	

Junho – 2014

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b>	<b>02</b>
<b>2. OBJETIVOS</b>	<b>04</b>
<b>2.1 Objetivos Específicos</b>	<b>04</b>
<b>3. METODOLOGIA</b>	<b>05</b>
<b>3.1 Área de Abrangência</b>	<b>05</b>
<b>3.2 Base Metodológica</b>	<b>05</b>
<b>3.3 Coleta e análise das amostras</b>	<b>06</b>
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÕES</b>	<b>09</b>
<b>4.1 Análises de solo e sedimentos dos cinco segmentos da área de estudo</b>	<b>09</b>
<b>4.2 Análises químicas das amostras coletadas nas áreas de jazidas e bota-foras</b>	<b>11</b>
<b>5. INDICADORES DE DESEMPENHO</b>	<b>11</b>
<b>6. CONCLUSÕES</b>	<b>11</b>
<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>13</b>
<b>ANEXO 1. Localização dos pontos amostrais</b>	<b>14</b>
<b>ANEXO 2. Relatório das coletas e análises de maio de 2014</b>	<b>16</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O serviço de “Investigação de Contaminação do Solo por Mercúrio nas Áreas dos Futuros Segmentos Laterais do Reservatório” faz parte do Projeto Básico Ambiental (PBA) da Usina Hidrelétrica Teles Pires – UHE Teles Pires, com base no item g da condição específica 2.2 disposta na Licença Prévia Nº 386/2010, concedida pelo IBAMA.

A exploração de ouro com utilização de mercúrio, nas décadas de 1980 e 1990, oriunda da atividade garimpeira e manifesta com maior intensidade nos municípios de Peixoto de Azevedo, Paranaíta e áreas ao sudoeste do Pará, deixou inúmeras cicatrizes nas margens do rio Teles Pires e no curso de vários de seus afluentes.

A disponibilidade e conseqüente toxicidade do mercúrio dependem da extensão da contaminação e de seu comportamento físico-químico e biológico, determinado por fatores ambientais do sistema terrestre e aquático. Quanto à extensão da contaminação devem ser consideradas não somente a existência de rejeitos de atividade garimpeira contendo mercúrio, mas também o mercúrio eventualmente depositado nos solos a partir da sua emissão atmosférica durante a sua queima para a recuperação do ouro.

Além disso, deve-se considerar a hipótese defendida por alguns autores de que os altos teores de mercúrio nos solos Amazônicos sejam oriundos de uma lenta acumulação a partir da deposição vagarosa ao longo de milhões de anos, ao invés de ter sua origem em ações antropogênicas, embora para a região do rio Teles Pires a contribuição antrópica não possa ser desconsiderada.

O mercúrio metálico, inerte, não é assimilado pelos organismos aquáticos. No solo, o tempo de retenção é longo, resultando em acúmulo desse elemento, o que pode acarretar seu lançamento nas águas, por meio de escoamento superficial e erosão. No meio aquático, o mercúrio pode ser encontrado na água propriamente dita e nos sedimentos. Ao atingirem os ambientes aquáticos, as espécies inorgânicas do mercúrio podem sofrer reações mediadas principalmente por micro-organismos. Sob condições de alta concentração de matéria orgânica e ausência de oxigênio, o metal pode ser ligado a um radical metil por ação bacteriana. Esse novo composto é assimilável pelos organismos e tem efeito cumulativo ao longo da cadeia trófica.

A construção dos reservatórios aumenta o risco de biodisponibilização de mercúrio no sistema, quando comparado com as condições ambientais originais, visto que a implantação do reservatório altera as condições e processos químicos e biológicos, podendo conduzir a situações de hipoxia ou anoxia da coluna d’água durante o enchimento, e também estado trófico mais elevado, o que pode favorecer, ainda, o crescimento de macrófitas aquáticas.

Resumidamente a ação bacteriana que conduz à metilação é mais intensa quando feita em ambiente anaeróbico e, quando em presença de macrófitas aquáticas, a metilação pode

P. 13 - Programa de Investigação de Contaminação de Solo por Mercúrio

---

ocorrer a uma taxa ainda superior devido à maior retenção de partículas nas raízes dessas plantas e elevada atividade microbiana encontrada nestas.

O tempo de residência da água é uma das variáveis importantes que influenciam os processos químicos e biológicos que ocorrem nos reservatórios. Dependendo da magnitude, o tempo de residência pode induzir condições favoráveis para a ciclagem dos nutrientes e para o desenvolvimento do fitoplâncton e de macrófitas aquáticas. Quanto maiores os tempos de residência, maior será a tendência de ocorrer alterações na qualidade da água do reservatório em relação às dos rios originais.

A modelagem da qualidade da água no trecho de montante do eixo da barragem da UHE Teles Pires, e estudos subsequentes, efetuados a partir da divisão do reservatório em 19 compartimentos (10 ao longo do corpo principal do rio Teles Pires e nove representativos dos braços tributários), forneceu um prognóstico acerca da hidrodinâmica e das alterações da qualidade da água após a implantação da UHE Teles Pires.

Assim, foi distinguido nos segmentos correspondentes à calha principal do rio Teles Pires tempos de residência da água no reservatório reduzidos em todas as épocas do ano, variando entre 2,1 (em março) e 13,0 dias (em setembro). Esses tempos de residência permitem caracterizar o corpo d'água, neste trecho, mais para condição de rio do que propriamente de reservatório. No rio Paranaíta o tempo de residência médio obtido foi de 2 dias no segmento 10; 18 dias no segmento 11; 2 dias no segmento 12; e 5 dias no segmento 13.

Já os segmentos correspondentes aos cinco braços laterais do reservatório foram prognosticados tempos de residência diferenciados. Trata-se de braços formados pela inundação de drenagens curtas, e que se estenderão por, pelo menos, quatro quilômetros. No rio Oscar Miranda o tempo de residência médio no segmento 16 será de 199 dias; e no segmento 17 de 285 dias. Os segmentos 08 e 14, localizados à direita e esquerda do rio Teles Pires apresentarão tempo de residência de 118,6 e 212,8 dias, respectivamente. O maior tempo de residência será no rio Vileroy (segmento 18) previsto para 341,1 dias.

O modelo matemático também previu desoxigenação até próximo da anoxia nesses segmentos (valores até o máximo de 1,5 mg/L no segmento 08). Nesses casos, as ocorrências de ambientes redutores podem favorecer, ainda, as formações de gases tóxicos e/ou mal cheirosos, assim como a autofertilização, devido à solubilização das formas adsorvidas de fósforo, além da metilação de mercúrio eventualmente encontrado nesses ambientes.

Ainda de acordo com a modelagem matemática, a recuperação da aerobiose nos segmentos laterais do reservatório da UHE Teles Pires seria alcançada em até 120 dias, considerando os segmentos mais críticos (segmentos 08 e 18). Quanto a essa recuperação lenta, foram consideradas as prováveis ausências de vazões afluentes que renovem o volume desses compartimentos, que ocorreria somente por meio de correntes internas e movimentos advectivos promovidos pelo vento.

P. 13 - Programa de Investigação de Contaminação de Solo por Mercúrio

---

Ressalta-se, então, que nos cursos d'água correspondentes aos braços laterais do futuro reservatório, sobretudo nos segmentos 08, 14, 16, 17 e 18, o tempo de residência médio alto, variando entre 118,6 e 341,1 dias, e a profundidade média em torno de 10 m; apontam para a criação de um ambiente favorável à mutilação do mercúrio, caso este elemento esteja presente.

Frente a esta possibilidade o “Programa de Investigação de Contaminação do Solo por Mercúrio nas Áreas dos Futuros Segmentos Laterais do Reservatório” prevê a realização de campanhas de coleta de sedimentos e solos antes e após o enchimento do reservatório, visando verificar o estado destas áreas em relação à contaminação por mercúrio e outros elementos traços descritos na resolução CONAMA nº 454/2012.

A partir dessa investigação o programa também fornecerá subsídios e diretrizes para as medidas a serem conduzidas no caso da obtenção de concentrações de contaminantes com potencial de causar danos à futura biota do lago formado pelo reservatório. Dentre essas possíveis ações, destacam-se a necessidade de estudos complementares, o monitoramento da área de disposição, a realização de ensaios ecotoxicológicos, etc.

A empresa Analítica foi contratada pela Companhia Hidrelétrica Teles Pires, e realizou em 2012 a campanha de campo para coleta de amostras de solo e sedimentos para investigação sobre contaminação de mercúrio. No período, a CHTP não possuía permissão do proprietário para acesso à área onde o Segmento 8 do reservatório está localizado. Desta forma, após a aquisição da área, a Analítica realizou, entre os dias 06 e 07 de Maio de 2014, a coleta de solo e sedimento no Segmento 8. Neste período, também foram coletadas amostras de solo no bota fora de montante e na área de jazida de argila do Canteiro de Obras da UHE Teles Pires, em atendimento ao PAC – Plano Ambiental da Construção.

Neste relatório consolidado são apresentados todos os resultados obtidos com a realização deste Programa Ambiental, incluindo os resultados das coletas realizadas em 2012 e os resultados da amostra do Segmento 8, coletada em maio de 2014. Além disso, são também apresentados os resultados obtidos com as amostras coletadas no bota-fora de montante e na área de jazida de argila do canteiro de obras. Ressalta-se que a empresa VERACRUZ realizou a consolidação dos dados nesse relatório, sendo que a execução do referido Programa Ambiental foi realizado pela empresa ANALÍTICA.

## **2 OBJETIVOS**

Efetuar investigação acerca da existência de contaminação do solo e sedimentos por mercúrio e outros elementos traços (As, Cu, Cd, Cr, Pb, Zn e Ni) em segmentos laterais do futuro reservatório da UHE Teles Pires, antes e após o enchimento do reservatório.

### **2.1 Objetivos Específicos**

Configuram-se como objetivos específicos deste Estudo Ambiental:

P. 13 - Programa de Investigação de Contaminação de Solo por Mercúrio

---

- Realização de três coletas de solo em cada um dos cinco locais do reservatório, localizados nos segmentos do rio nº 8, 14, 16, 17 e 18, totalizando 15 amostras de solo;
- Realização de quatro coletas de sedimento em cada um dos cinco locais nos segmentos do rio nº 8, 14, 16, 17 e 18, totalizando 20 amostras de sedimento;
- Caracterização da qualidade dos solos e sedimentos nas áreas dos futuros segmentos laterais do reservatório por meio da determinação dos elementos-traço Hg, As, Cu, Cd, Cr, Pb, Zn e Ni;
- Caracterização dos solos e sedimentos quanto a granulometria e conteúdo de matéria orgânica;
- Comparação dos resultados dos parâmetros analisados com os valores orientadores das Resoluções CONAMA nº 344/2004 (Revogada pela Resolução CONAMA nº 454/2012) e nº 420/2009, a fim de verificar o nível de qualidade de sedimentos e a existência ou não de efeitos adversos a biota aquática, e a possível caracterização de solos contaminados, respectivamente.

### 3 METODOLOGIA

#### 3.1 Área de Abrangência

A área de abrangência do presente programa inclui cinco segmentos do futuro reservatório da UHE Teles Pires onde os estudos de modelagem da água do reservatório apontaram para possíveis condições de metilação do mercúrio, no caso da ocorrência de contaminação dos sedimentos e solo por este metal, ou seja, com potencial para organificação de mercúrio. Estes segmentos, denominados de 8, 14, 16, 17 e 18, estão localizados na representação cartográfica do **Anexo 1**, e se situam ao longo de afluente pela margem direita do rio Teles Pires e a montante do deságue do rio Paranaíta (segmento 08); ao longo de afluente pela margem esquerda do rio Teles Pires, situado entre a foz do rio Paranaíta e rio Oscar Miranda (segmento 14); ao longo do rio Oscar Miranda (segmentos 16, a montante; e 17, a jusante) e ao longo do rio Vileroy (segmento 18).

#### 3.2 Base metodológica

Para a elaboração do planejamento, e realização da amostragem, análises e ensaios, foram adotados procedimentos baseados nas seguintes resoluções e diretrizes:

- Resolução Conama nº 454 de 2012, dispõe sobre os procedimentos para o planejamento, coleta de amostras e análises laboratoriais dos materiais a serem dispostos de forma subaquática.
- CETESB (2001) – Manual de Gerenciamento de Áreas Contaminadas, auxilia o planejamento da investigação confirmatória e identificação da contaminação, para posterior monitoramento e tomada de medidas de recuperação;

- *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (APHA/AWWA/WEF, 2005);
- *UNITED STATE ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY – USEPA - Microwave assisted acid digestion of sediments, sludges, and soils* (1998);
- Resolução CONAMA n° 420, de 28 de dezembro de 2009, dispõe que as análises para caracterização e monitoramento da qualidade do solo e da água subterrânea devem ser realizadas em laboratórios acreditados pelo Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial-INMETRO para os parâmetros de interesse;
- EMBRAPA. Manual de Métodos de Análise do Solo, 2a ed.1997.

### 3.3 Coleta e análise das amostras

Para cada ponto coletado preparou-se uma ficha de campo, onde foram anotadas as características geológicas e pedológicas, bem como o uso e ocupação do solo de entorno, além das localizações determinadas por GPS (*Global Position System*).

No caso da amostragem de solo, as amostras foram coletadas a uma profundidade inferior ou igual a 20 cm. De acordo com o Manual da Qualidade MQ420001 do Laboratório Analítica que estabelece os procedimentos para obtenção das amostras representativas para cada ensaio ou grupo de ensaios, coletou-se uma quantidade de material mínima necessária a execução de cada determinação, acidulados com ácido clorídrico 1N (determinação inorgânica – metais pesados); uma quantidade mínima de repetições do experimento, e uma quantidade para analisar e interpretar os resultados, incluindo recusa ou aceitação (Validação) do resultado.

Utilizou-se de pás e espátulas de inox para conseguir uma boa homogeneidade e representatividade amostral. No caso dos sedimentos, as amostras foram coletadas no leito dos rios com a Draga de *Eckman* e acondicionadas em frascos PET, atóxico, transparentes, avolumado para 1000 gramas e acidulados com ácido clorídrico 1N (determinação inorgânica – metais pesados) e vedado posteriormente com papel alumínio. A coleta foi realizada, em locais de pouca profundidade e menor velocidade de fluxo, onde ocorre a sedimentação do material em suspensão.

Os parâmetros analisados nas amostras de solo e sedimento foram: mercúrio (Hg), arsênio (As), cobre (Cu), cádmio (Cd), cromo (Cr), chumbo (Pb), zinco (Zn) e níquel (Ni). Nas amostras também foram realizadas análises granulométricas e determinados os teores de matéria orgânica para verificar o potencial de estocagem dos elementos-traço analisados, e de posterior disponibilização após a implantação do lago sobre as áreas.

Os métodos analíticos utilizados foram baseados na **CETESB (2009)**. As análises granulométricas e de conteúdo de matéria orgânica foram efetuadas de acordo com a **EMBRAPA (1997)**.

P. 13 - Programa de Investigação de Contaminação de Solo por Mercúrio

---

No P.13 foi proposta a coleta nos segmentos 8, 14, 16, 17 e 18, baseado nos dados da modelagem matemática do Estudo de Impacto Ambiental – EIA da UHE Teles Pires. Este grupo é formado por cinco pequenos compartimentos de braços laterais formados pela inundação de drenagens curtas.

Ressalta-se, então, que nos cursos d'água correspondentes aos braços laterais do futuro reservatório, sobretudo nos segmentos 08, 14, 16, 17 e 18, o tempo de residência médio alto, variando entre 118,6 e 341,1 dias, e a profundidade média em torno de 10 m; apontam para a criação de um ambiente favorável à metilação do mercúrio, caso este elemento esteja presente.

As coletas seguiram o proposto nos segmentos 14, 16, 17 e 18, visto que na área onde se encontra o segmento 08, toda e qualquer pessoa ou empresa prestadora de serviço para a UHE Teles Pires estava terminantemente proibida de realizar qualquer tipo de atividade, conforme relatado pelo proprietário.

Assim sendo, as coletas foram feitas em outro segmento para dar continuidade ao programa, desta forma as coletas foram feitas no segmento 09, pelo fato de possuir vestígios de atividades minerárias similares e também pela proximidade em relação ao segmento 08. Além da semelhança na exploração das áreas, o Estudo de Impacto Ambiental – EIA da UHE Teles Pires observou condições adversas nos segmentos 08, 09, 15 e 19, onde foram verificadas concentrações mínimas de oxigênio dissolvido próximos de 3 mg/L. Portanto, no segmento 09 havia a possibilidade de criação de um ambiente favorável à metilação do mercúrio, caso este elemento estivesse presente.

Após a aquisição da área do Segmento 8, a Analítica realizou, entre os dias 06 e 07 de maio de 2014, a coleta de solo e sedimento nesta área. A localização e as principais características dos pontos das coletas realizadas em 2012 e em 2014 estão apresentadas no **Quadro 1**.

Na coleta realizada em maio de 2014 também foram coletadas amostras de solo em cinco pontos no bota-fora de montante e em cinco pontos da área de jazida de argila do Canteiro de Obras da UHE Teles Pires, em atendimento ao PAC – Plano Ambiental da Construção (**Quadro 2**).

**Quadro 1. Localização das amostras coletadas no ano de 2012 e 2014.**

PONTOS	TIPO	Coordenadas Geográficas - SAD 69		Coord. UTM - SAD 69		USO E OCUPAÇÃO SOLO	PEDOLOGIA SOLOS	CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS (ENTORNO PONTO COLETA)
		Longitude	Latitude	X	Y			
<b>COLETA DE SEDIMENTOS</b>								
PSd 14-1	Sd	56° 46' 16,143" W	9° 26' 41,269" S	525122	8955960	Vegetação Antropizada (Pastagens)	Entorno (ARGISSOLOS VERMELHO -AMARELOS Distróficos típicos textura argilosa/média)	Intrusivas Básicas Guadalupe (Gabro, microgabro, diabásio e diorito)
PSd 14-2	Sd	56° 45' 42,474" W	9° 25' 56,958" S	526150	8957320	Vegetação Nativa (Formações Florestais Aluviais) - Fragmento Florestal Conservado	Entorno (ARGISSOLOS VERMELHO -AMARELOS Distróficos típicos textura argilosa/média)	Intrusivas Básicas Guadalupe
PSd 14-3	Sd	56° 45' 5,674" W	9° 25' 5,618" S	527273	8958896	Vegetação Nativa (Formações Florestais Aluviais) - Fragmento Florestal Conservado	Entorno (ARGISSOLOS VERMELHO -AMARELOS Distróficos típicos textura argilosa/média)	Suíte Colíder (Riolito, riocacito, dacito, andesito, microgranito e micromonzogranito por fíriticos)
PSd 14-4	Sd	56° 45' 2,955" W	9° 24' 27,298" S	527357	8960073	Vegetação Nativa (Formações Florestais Submontanas) - Fragmento Florestal Conservado	Entorno (PLINTOSSOL OS HÁPLICOS Distróficos típicos A moderado textura arenosa/argilosa)	Depósitos Aluvionares Recentes (Areia, cascalho, silte e argila.)
PSd 16-1	Sd	56° 49' 56,888" W	9° 25' 25,009" S	518392	8958306	Vegetação Nativa (Formações Florestais Submontanas) - Fragmento Florestal Conservado	Entorno (ARGISSOLOS VERMELHO -AMARELOS Distróficos típicos textura argilosa/média)	Suíte Intrusiva Juruena (Biotita granito, monzogranito, biotita-quartzo, biotita diorito)
PSd 16-2	Sd	56° 49' 23,445" W	9° 25' 30,630" S	519412	8958133	Vegetação Antropizada (Pastagens)	Entorno (ARGISSOLOS VERMELHO -AMARELOS Distróficos típicos textura argilosa/média)	Suíte Intrusiva Juruena
PSd 16-3	Sd	56° 48' 41,793" W	9° 24' 55,431" S	520683	8959213	Vegetação Nativa (Formações Florestais Submontanas) - Fragmentos Florestal com efeito de Borda	Entorno (ARGISSOLOS VERMELHO -AMARELOS Distróficos típicos textura argilosa/média)	Suíte Intrusiva Juruena
PSd 16-4	Sd	56° 48' 3,992" W	9° 24' 31,294" S	521836	8959954	Vegetação Nativa (Formações Florestais Submontanas) - Fragmento Florestal Conservado	Entorno (ARGISSOLOS VERMELHO -AMARELOS Distróficos típicos textura argilosa/média)	Suíte Intrusiva Juruena
PSd 17-1	Sd	56° 48' 55,606" W	9° 24' 2,908" S	520262	8960826	Vegetação Antropizada (Pastagens)	Entorno (ARGISSOLOS VERMELHO -AMARELOS Distróficos típicos textura argilosa/média)	Suíte Intrusiva Juruena
PSd 17-2	Sd	56° 47' 28,523" W	9° 23' 20,704" S	522919	8962121	Vegetação Nativa (Formações Florestais Submontanas) - Fragmento Florestal Conservado	Entorno (ARGISSOLOS VERMELHO -AMARELOS Distróficos típicos textura argilosa/média)	Suíte Colíder
PSd 17-3	Sd	56° 47' 4,765" W	9° 22' 55,457" S	523644	8962896	Vegetação Nativa (Formações Florestais Submontanas) - Fragmento Florestal Conservado	Entorno (ARGISSOLOS VERMELHO -AMARELOS Distróficos típicos textura argilosa/média)	Suíte Colíder
PSd 17-4	Sd	56° 46' 45,670" W	9° 22' 28,911" S	524227	8963711	Vegetação Nativa (Formações Florestais Submontanas) - Fragmento Florestal Conservado	Entorno (ARGISSOLOS VERMELHO -AMARELOS Distróficos típicos textura argilosa/média)	Granito Teles Pires (Biotita granitos, álcali-granitos e sienogranitos, porfíricos a equigranulares, vermelhos a róseos)
PSd 18-1	Sd	56° 49' 17,213" W	9° 22' 31,578" S	519605	8963631	Vegetação Nativa (Formações Florestais Submontanas) - Fragmento Florestal Conservado	Entorno (LATOSSOLOS VERMELHO -AMARELOS Distóficos petroplínticos e típicos textura argilosa/média)	Suíte Colíder
PSd 18-2	Sd	56° 48' 43,573" W	9° 21' 51,519" S	520631	8964861	Vegetação Nativa (Formações Florestais Submontanas) - Fragmento Florestal Conservado	Entorno (LATOSSOLOS VERMELHO -AMARELOS Distóficos petroplínticos e típicos textura argilosa/média)	Suíte Colíder
PSd 18-3	Sd	56° 47' 53,236" W	9° 21' 47,719" S	522167	8964977	Vegetação Antropizada (Pastagens Degradada)	Entorno (LATOSSOLOS VERMELHO -AMARELOS Distóficos petroplínticos e típicos textura argilosa/média)	Suíte Colíder
PSd 18-4	Sd	56° 47' 5,336" W	9° 21' 40,366" S	523628	8965202	Vegetação Nativa (Formações Florestais Submontanas) - Fragmento Florestal Conservado	Entorno (ARGISSOLOS VERMELHO -AMARELOS Distróficos típicos textura argilosa/média)	Granito Teles Pires
PSd 9-1	Sd	56° 42' 4,376" W	9° 23' 37,430" S	532805	8961600	Vegetação Antropizada (Áreas Degradadas por mineração de Ouro desativado)	Entorno (ARGISSOLOS VERMELHO -AMARELOS Distróficos típicos textura argilosa/média)	Suíte Colíder
PSd 9-2	Sd	56° 41' 57,380" W	9° 23' 13,527" S	533019	8962334	Vegetação Antropizada (Áreas Degradadas por mineração de Ouro desativado)	Entorno (ARGISSOLOS VERMELHO -AMARELOS Distróficos típicos textura argilosa/média)	Suíte Colíder
PSd 9-3	Sd	56° 41' 33,417" W	9° 23' 1,801" S	533750	8962693	Vegetação Nativa (Vegetação Secundária) - Fragmento Florestal em regeneração, estágio secundário	Entorno (ARGISSOLOS VERMELHO -AMARELOS Distróficos típicos textura argilosa/média)	Suíte Colíder
PSd 9-4	Sd	56° 41' 52,907" W	9° 22' 32,269" S	533156	8963601	Vegetação Nativa (Formações Florestais Submontanas) - Fragmento Florestal Conservado	Entorno (PLINTOSSOL OS HÁPLICOS Distróficos típicos A moderado textura arenosa/argilosa)	Depósitos Aluvionares Recentes (Areia, cascalho, silte e argila)
PSd 8-1	Sd	56°40'46,401"W	9°19'8,709"S	535191	8969848	Vegetação Antropizada (Áreas Degradadas por mineração de Ouro desativado)	Entorno (ARGISSOLOS VERMELHO -AMARELOS Distróficos típicos textura argilosa/média)	Suíte Colíder
PSd 8-2	Sd	56°41'23,929"W	9°19'52,601"S	534048	8968502	Vegetação Antropizada mas encontra em estágio de de sucessão ecológico avançado (Áreas Degradadas por mineração de Ouro desativado)	Entorno (ARGISSOLOS VERMELHO -AMARELOS Distróficos típicos textura argilosa/média)	Suíte Colíder
PSd 8-3	Sd	56°41'36,449"W	9°21'10,849"S	533660	8966105	Vegetação Nativa (Formações Florestais Aluvial) - Fragmento Florestal Conservado	Entorno (ARGISSOLOS VERMELHO -AMARELOS Distróficos típicos textura argilosa/média)	Granito Teles Pires
PSd 8-4	Sd	56°42'9,619"W	9°22'5,681"S	532651	8964413	Vegetação Nativa (Formações Florestais Aluvial) - Fragmento Florestal Conservado	Entorno (PLINTOSSOL OS HÁPLICOS Distróficos típicos A moderado textura arenosa/argilosa)	Depósitos Aluvionares Recentes
<b>COLETA DE SOLOS</b>								
PSo 14-1	So	56° 46' 14,616" W	9° 26' 45,883" S	525169	8955818	Vegetação Antropizada (Pastagens Degradada)	ARGISSOLOS VERMELHO -AMARELOS Distróficos típicos textura argilosa/média	Intrusivas Básicas Guadalupe
PSo 14-2	So	56° 46' 23,827" W	9° 26' 9,110" S	524889	8956948	Vegetação Antropizada (Pastagens) Ponto entorno de Vegetação Ciliar	ARGISSOLOS VERMELHO -AMARELOS Distróficos típicos textura argilosa/média	Intrusivas Básicas Guadalupe
PSo 14-3	So	56° 44' 42,185" W	9° 24' 16,575" S	527991	8960402	Vegetação Nativa (Formações Florestais Submontanas) - Fragmentos Florestal Conservado	PLINTOSSOL OS HÁPLICOS Distróficos típicos A moderado textura arenosa/argilosa	Depósitos Aluvionares Recentes
PSo 16-1	So	56° 49' 27,747" W	9° 25' 21,832" S	519281	8958403	Vegetação Nativa (Formações Florestais Submontanas) - Fragmentos Florestal Conservado	ARGISSOLOS VERMELHO -AMARELOS Distróficos típicos textura argilosa/média	Suíte Intrusiva Juruena
PSo 16-2	So	56° 48' 45,598" W	9° 25' 5,495" S	520567	8958904	Vegetação Antropizada (Pastagens)	ARGISSOLOS VERMELHO -AMARELOS Distróficos típicos textura argilosa/média	Suíte Intrusiva Juruena
PSo 16-3	So	56° 48' 9,716" W	9° 25' 12,095" S	521661	8958701	Vegetação Nativa (Formações Florestais Submontanas) - Fragmento Florestal Conservado	ARGISSOLOS VERMELHO -AMARELOS Distróficos típicos textura argilosa/média	Suíte Intrusiva Juruena
PSo 17-1	So	56° 48' 11,673" W	9° 23' 53,150" S	521602	8961125	Vegetação Antropizada (Pastagens)	ARGISSOLOS VERMELHO -AMARELOS Distróficos típicos textura argilosa/média	Suíte Intrusiva Juruena
PSo 17-2	So	56° 48' 20,986" W	9° 23' 27,984" S	521319	8961898	Vegetação Antropizada (Pastagens)	ARGISSOLOS VERMELHO -AMARELOS Distróficos típicos textura argilosa/média	Suíte Colíder
PSo 17-3	So	56° 47' 22,897" W	9° 22' 45,680" S	523091	8963196	Vegetação Nativa (Formações Florestais Submontanas) - Fragmento Florestal Conservado	ARGISSOLOS VERMELHO -AMARELOS Distróficos típicos textura argilosa/média + NEOSSOLOS LITÓLICOS Distróficos típicos textura média/argilosa	Granito Teles Pires
PSo 18-1	So	56° 48' 31,539" W	9° 21' 56,792" S	520998	8964699	Vegetação Antropizada (Pastagens)	LATOSSOLOS VERMELHO -AMARELOS Distóficos petroplínticos e típicos text ura argilosa/média	Suíte Colíder
PSo 18-2	So	56° 48' 2,643" W	9° 21' 42,803" S	521880	8965128	Vegetação Nativa (Formações Florestais Submontanas) - Fragmento Florestal Conservado	LATOSSOLOS VERMELHO -AMARELOS Distóficos petroplínticos e típicos text ura argilosa/média	Suíte Colíder
PSo 18-3	So	56° 46' 46,251" W	9° 21' 17,152" S	524211	8965915	Vegetação Nativa (Formações Florestais Submontanas) - Fragmento Florestal Conservado	ARGISSOLOS VERMELHO -AMARELOS Distróficos típicos textura argilosa/média	Granito Teles Pires
PSo 9-1	So	56° 42' 3,358" W	9° 23' 36,428" S	532836	8961631	Vegetação Antropizada (Áreas Degradadas por mineração de Ouro desativado)	ARGISSOLOS VERMELHO -AMARELOS Distróficos típicos textura argilosa/média	Suíte Colíder
PSo 9-2	So	56° 41' 35,527" W	9° 23' 4,674" S	533685	8962605	Vegetação Antropizada (Pastagens Degradada)	ARGISSOLOS VERMELHO -AMARELOS Distróficos típicos textura argilosa/média	Suíte Colíder
PSo 9-3	So	56° 41' 44,876" W	9° 22' 36,867" S	533401	8963460	Vegetação Antropizada (Agricultura com culturas Permanetes, Pupunha)	PLINTOSSOL OS HÁPLICOS Distróficos típicos A moderado textura arenosa/argilosa	Depósitos Aluvionares Recentes
PSo 8-1	So	56°40'49,035"W	9°19'12,142"S	535110	8969742	Vegetação Antropizada (Áreas Degradadas por mineração de Ouro desativado)	Entorno (ARGISSOLOS VERMELHO -AMARELOS Distróficos típicos textura argilosa/média)	Suíte Colíder
PSo 8-2	So	56°41'28,852"W	9°20'49,983"S	533902	8966748	Vegetação Antropizada (Pastagens)	Entorno (ARGISSOLOS VERMELHO -AMARELOS Distróficos típicos textura argilosa/média)	Granito Teles Pires
PSo 8-3	So	56°41'48,996"W	9°22'10,18"S	533276	8964276	Vegetação Nativa (Formações Florestais Aluvial) - Fragmentos Florestal Conservado	Entorno (PLINTOSSOL OS HÁPLICOS Distróficos típicos A moderado textura arenosa/argilosa)	Depósitos Aluvionares Recentes

## P. 10 Programa de Monitoramento Climatológico

---

**Quadro 2.** Localização das amostras coletadas em maio de 2014.

Amostras Solo	
Pontos	Localização
Jazida Ponto 01	0523395/ 8969420
Jazida Ponto 02	0523368/ 8969519
Jazida Ponto 03	0523512/ 8969554
Jazida Ponto 04	0523152/ 8969405
Jazida Ponto 05	0523097/ 8969434
Bota Fora Ponto 01	0524590/ 8965698
Bota Fora Ponto 02	0524620/ 8965665
Bota Fora Ponto 03	0524637/ 8965828
Bota Fora Ponto 04	0524640/ 8965779
Bota Fora Ponto 05	0524748/ 8965813

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

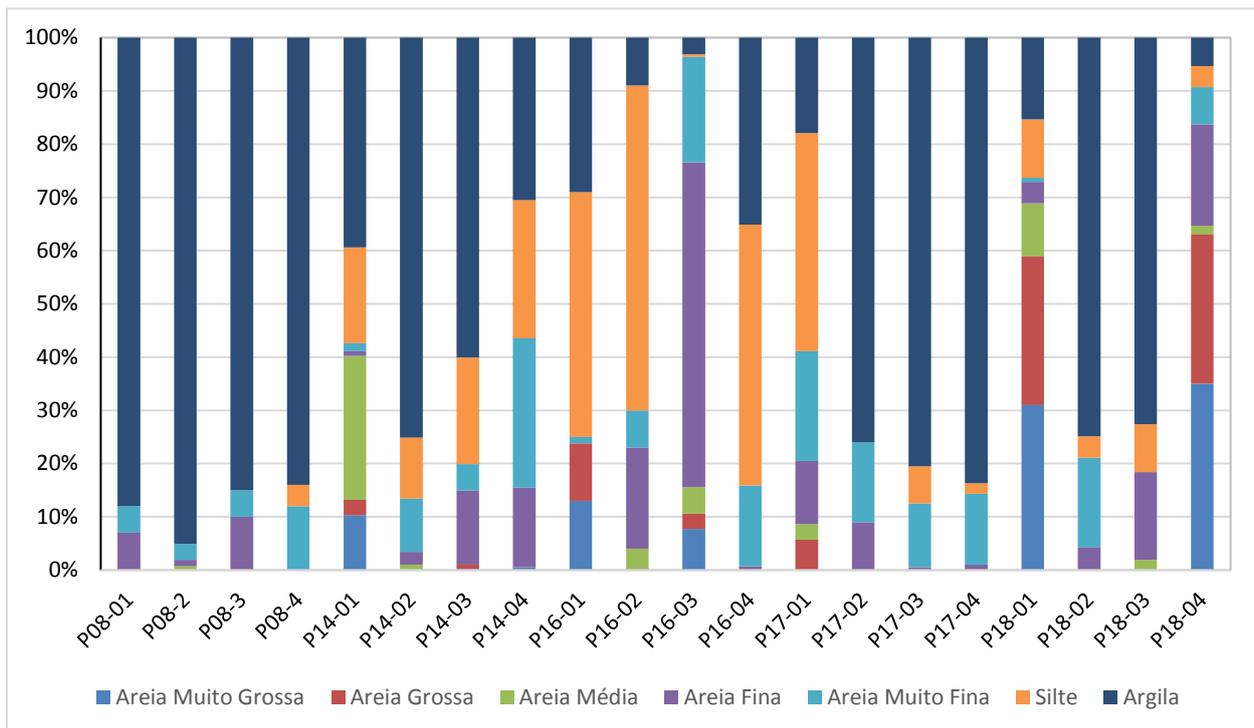
### 4.1 Análises de solo e sedimentos dos cinco segmentos da área de estudo

Observou-se que os solos existentes na área investigada neste Estudo Ambiental são predominantemente “Latosolos”. Foram enquadrados nesta classe solos rasos, com sequência de horizontes do tipo A, R ou A, C, R, apresentando horizontes A dos tipos fracos, moderados proeminentes ou chernozomico. As características químicas, físicas e morfológicas apresentam grande variabilidade, tendo a maioria, textura argilosas, e alguns casos o caráter areno-siltoso.

Apresentam saturação de bases elevada relacionadas a Formação de Floresta Amazônica e sobre litologia diversas. De uma maneira geral, estes solos tem um posicionamento topográfico característico, ocorrendo em bordas de manancial hídrico e regiões de relevo não movimentadas, com aclives fracos ou moderados. A área de abrangência do presente Estudo Ambiental é formada basicamente por formações superficiais, com a presença de coberturas sedimentares homogêneas. Os solos existentes na área de entorno desta investigação são definidos como latossolos vermelho.

P. 13 - Programa de Investigação de Contaminação de Solo por Mercúrio

As análises granulométricas dos sedimentos indicaram a predominância de solos argilosos na área de análise. Os pontos P08-1, P08-2, P08-3, P08-4, P14-02, P14-03, P17-02, P17-03, P17-04, P18-02 e P18-03 apresentaram mais de 60% de argila em sua composição; os pontos P16-01, P16-02, P16-04, P17-01 apresentaram textura predominantemente siltosa (com mais de 40% de silte); os pontos P16-03, P18-01 e P18-04 apresentaram textura arenosa predominante; o ponto P14-01 apresentou textura argilo-arenosa; e o ponto P14-04 apresentou granulometria argilo-areno-siltosa. O gráfico da **Figura 1** ilustra a classificação granulométrica das amostras analisadas na área de estudo.



**Figura 1.** Classificação granulométrica dos solos analisados.

Salienta-se, além disso, que todos os resultados apresentados quanto às análises de metais pesados e características físicas dos sedimentos apresentaram-se abaixo do limite máximo estabelecido pela Resolução **CONAMA nº 454/2012**. Os resultados de todos os parâmetros analisados indicaram classificação ótima (**CETESB, 2009**) em todos os pontos amostrais de solo e sedimento.

As substâncias analisadas (arsênio, cádmio, chumbo, cobre, mercúrio, níquel e zinco) em todas as amostras de solo também apresentaram-se em conformidade aos limites estabelecidos pela legislação adotada (**CONAMA nº 420/2009**).

No **Anexo 2** são apresentados os resultados das análises de solo e sedimentos realizadas no ano de 2014, juntamente com o relatório completo elaborado pela empresa Analítica.

#### 4.2 Análises químicas das amostras coletadas nas áreas de jazidas e bota-foras

Todas as análises realizadas nas áreas de jazida e bota-foras, em atendimento ao PAC - Plano Ambiental da Construção, apresentaram-se em conformidade com os limites máximos estabelecidos pela Resolução CONAMA 420/2009. A **Tabela 1** mostra os resultados obtidos nos pontos amostrais.

Substâncias Inorgânicos	Jazida P1	Jazida P2	Jazida P13	Jazida P4	Jazida P15	Bota Fora P1	Bota Fora P2	Bota Fora P3	Bota Fora P4	Bota Fora P5
Arsênio	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Cádmio	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Chumbo	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02
Cobre	4	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	5
Cromo	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	7
Mercúrio	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Níquel	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
Zinco	< 4	< 4	10	< 4	< 4	7	< 4	10	< 4	9

#### 5 INDICADORES DE DESEMPENHO

O Programa de Investigação de Contaminação de Solo por Mercúrio nas áreas dos Futuros Segmentos Laterais do Reservatório realizou a primeira campanha de coleta de amostras de solo e sedimentos em todos os pontos previstos no PBA, incluindo os pontos do Segmento 8, que tiveram que ser coletados somente em maio de 2014, após a aquisição da área pela CHTP.

No total foram realizadas análises em 24 amostras de sedimentos e 18 amostras de solo. As análises de sedimentos incluíram, conforme a Resolução CONAMA nº 454/2012, a realização de: (i) análise granulométrica; (ii) análise de metais pesados (Arsênio, Cádmio, Chumbo, Cobre, Cromo, Mercúrio, Níquel e Zinco); e análises químicas (carbono orgânico total, fósforo, pH, porcentagem de sólidos e matéria orgânica). Já a análise de solo, baseada na Resolução CONAMA nº 420/2009, consistiu na realização de análises de metais pesados, incluindo Arsênio, Cádmio, Chumbo, Cobre, Cromo, Mercúrio, Níquel e Zinco.

Após o enchimento do reservatório, estão previstas duas novas campanhas de coleta; uma após seis meses e a outra após um ano do enchimento.

#### 6 CONCLUSÕES

Certifica-se a inexistência de Contaminação e/ou Risco de Potencialmente Poluidor - Artigos 60 e 70 da Lei federal Nº 9605 de 1998, concomitantemente ao artigo 66 do Decreto Federal Nº 6. 514 de 2008 nas áreas com potencial de contaminação (AP) ou área suspeita de contaminação (AS).

P. 13 - Programa de Investigação de Contaminação de Solo por Mercúrio

---

As ferramentas utilizadas da Norma Brasileira ABNT NBR 15515- 1: 2007 e da metodologia CETESB para avaliação de atividades com potencial de contaminação atesta condições adequadas e satisfatórias na referida investigação do referente Estudo Ambiental. Os resultados encontrados nas campanhas de investigação confirmatória, atesta a inexistência de contaminação do solo e sedimentos por mercúrio e outros elementos traços em segmentos laterais do futuro reservatório da UHE Teles Pires.

As coletas e análises de solo e sedimentos previstas para a fase de pré-enchimento do Reservatório foram realizadas e de acordo com o PBA todos os pontos previstos para o monitoramento foram amostrados. Além disso, todas as análises realizadas na investigação apontam a não contaminação da área de estudo por mercúrio e outros elementos, atestando o ótimo desempenho do Programa.

O diagnóstico in locu, mediante coleta de dados existentes e realização de análises de reconhecimento da área atesta e certifica que não há potencial de contaminação, insalubridade, periculosidade e/ ou potencial risco poluidor na área investigada.

As próximas atividades do Programa deverão ocorrer em conformidade com o PBA, no qual mais duas campanhas deverão ser realizadas, após seis meses e um ano do enchimento do reservatório.

## REFERÊNCIAS

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL - CETESB. **Relatório de qualidade das águas interiores no estado de São Paulo**. São Paulo, Série Relatório, 2009. Disponível em <<http://www.cetesb.sp.gov.br/>>.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE - CONAMA. **Resolução nº. 454, de 01 de novembro de 2012**. 2012. Disponível em: [www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=693](http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=693).

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE - CONAMA. **Resolução nº. 420, de 28 de dezembro de 2009**. 2009. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=693>.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. **Manual de Métodos de Análise do Solo**, 2a ed. Centro Nacional de Pesquisa de Solos: Rio de Janeiro, 1997.