



USINA HIDRELÉTRICA JIRAU

RELATÓRIO FINAL DO PROGRAMA DE ACOMPANHAMENTO TÉCNICO DAS ESCAVAÇÕES EM ÁREAS DE PROVÁVEL ACÚMULO DE MERCÚRIO ("PATE") NO CANTEIRO DE OBRAS DO APROVEITAMENTO HIDRELÉTRICO JIRAU

EMPRESA: **VENTURO CONSULTORIA AMBIENTAL LTDA**

PERÍODO DAS ATIVIDADES: **Março/2009 a Fevereiro/2012**

RESPONSÁVEL DA CONTRATADA: **Luiz Fabricio Zara**

RESPONSÁVEL DA ESBR: **Jairo Guerrero**

SUMÁRIO

1. APRESENTAÇÃO	4
2. INTRODUÇÃO	4
3. ATENDIMENTO AOS OBJETIVOS DO PROGRAMA	5
4. ATENDIMENTO ÀS METAS DO PROGRAMA	6
5. METODOLOGIA	6
5.1 ÁREA DE ESTUDO	6
5.2 MONITORAMENTO DO MERCÚRIO	19
5.3 TREINAMENTO DA EQUIPE TÉCNICA	19
6. RESULTADOS E DISCUSSÃO	20
7. INDICADORES	40
8. INTERFACES	40
9. ATENDIMENTO AO CRONOGRAMA DO PROGRAMA	40
10. ATIVIDADES FUTURAS	42
11. CONSIDERAÇÕES FINAIS	42
12. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	43

1. APRESENTAÇÃO

O presente Relatório Final tem por objetivo descrever as atividades desenvolvidas e os resultados obtidos no período de março de 2009 a fevereiro de 2012 no âmbito do Programa de Acompanhamento Técnico das Escavações em Áreas de Provável Acúmulo de Mercúrio (PATE) no Canteiro de Obras do Aproveitamento Hidrelétrico (AHE) Jirau, parte integrante do Programa Ambiental para Construção (PAC), em atendimento à condicionante 2.9 da Licença Prévia (LP) nº 251/2007.

2. INTRODUÇÃO

O interesse nos estudos associados ao mercúrio na Amazônia nas últimas décadas é dado devido à elevada toxicidade deste elemento, na forma de metilmercúrio, para os seres humanos e animais, ao seu acúmulo na biota e à sua biomagnificação na cadeia alimentar aquática (Bastos *et. al.*, 2006; Akagi *et al.*, 1995). A distribuição do mercúrio nos sedimentos está relacionada com o conteúdo de carbono orgânico, argila, ferro, fósforo, potencial redox e enxofre, dentre outros. Os agentes orgânicos complexantes solúveis em água, tais como humatos e fulvatos, podem quelar as espécies solúveis e insolúveis na água. Os solos possuem uma elevada capacidade de reter e armazenar mercúrio, devido ao forte acoplamento deste com o carbono presente. Os solos argilosos apresentam, aparentemente, uma elevada capacidade de reter mercúrio, podendo acumulá-lo por muitos anos (Rocha *et. al.*, 2000 e 2003). Lacerda & Malm (2008), em uma análise de áreas críticas de contaminação por mercúrio, relatam que o desmatamento da Amazônia associado à erosão e à lixiviação do mercúrio presente nos solos e sua reemissão para a atmosfera mantém elevadas concentrações no ecossistema da Amazônia, mesmo após a diminuição do garimpo de ouro na região. Estudos indicam que a maior parte dos 60% do mercúrio disponibilizado para a atmosfera durante a intensa mineração de ouro na região possa ter depositado no solos marginais das floresta do rio Madeira, devido ao fato da deposição atmosférica da maior parte do mercúrio volatilizado nos garimpos na região Amazônica ocorrem a cerca de 20 a 40 km da fonte de emissão (Pfeiffer & Lacerda, 1989; Lacerda *et al.*, 2008). Estudos realizados por Gomes e colaboradores (2006), referentes à análise de sólidos em suspensão no rio Madeira, coletados entre o ponto de sua formação até a cidade de Porto Velho, indicaram valores medianos de mercúrio, próximos daqueles encontrados em outras regiões consideradas não-impactadas pela atividade garimpeira.

3. ATENDIMENTO AOS OBJETIVOS DO PROGRAMA

Programa de Acompanhamento Técnico das Escavações em Áreas de Provável Acúmulo de Mercúrio (PATE) no Canteiro de Obras do Aproveitamento Hidrelétrico (AHE) Jirau possui o objetivo de acompanhar as atividades de escavação visando a identificação, remoção, tratamento e disposição final de resíduos de mercúrio nas áreas de influência direta do canteiro de obras da UHE JIRAU atendendo a condicionante 2.9 da Licença Prévia 251/2008 relativa aos aproveitamentos hidrelétricos de Santo Antônio e Jirau no rio Madeira sendo

Os objetivos específicos propostos e as respectivas ações adotadas estão elencados a seguir:

- Visitas técnicas durante as atividades de escavação e remoção dos materiais das 05 áreas de empréstimo de solo impermeável, das 02 pedreiras e do sedimento de fundo do leito do rio Madeira visando identificar possíveis fontes difusa de mercúrio.

Em atendimento. As visitas técnicas nas áreas de escavações e remoção dos materiais durante as atividades construtivas no Canteiro de Obras do AHE Jirau ocorreram mensalmente durante o período de março de 2009 a fevereiro de 2012 totalizando 36 visitas técnicas voltadas ao acompanhamento técnico das escavações em áreas de possível acúmulo de mercúrio.

- Monitorar os teores de mercúrio total (HgT) no material escavado nas 05 áreas de empréstimo de solo impermeável e no sedimento de fundo removido do leito do rio Madeira.

Em atendimento. Durante as visitas técnicas nas áreas de escavações e remoção dos materiais no Canteiro de Obras do AHE Jirau, no período de março de 2009 a fevereiro de 2012, foram coletadas mensalmente amostras de interesse ambiental (sedimento, solo e rochas) totalizando 224 amostras para o monitoramento dos teores de mercúrio total.

- Treinar a equipe da engenharia e dos trabalhadores diretos nas atividades de escavação do empreendimento direcionado à identificação e isolamento de área contendo fonte difusa de mercúrio metálico.

Em atendimento. Durante as visitas técnicas ao Canteiro de Obras do AHE Jirau foram discutidas e elaboradas estrategicamente com os colaboradores das áreas de meio ambiente da Energia Sustentável do Brasil S.A. (ESBR) e LEME Engenharia favorecendo uma abordagem interdisciplinar e possibilitando subsidiar ações de caráter preventivo.

- Remover, tratar e avaliar a disposição final de possíveis fontes difusas de mercúrio na área de influência direta do canteiro de obra.

Em atendimento. Durante as visitas técnicas ao Canteiro de Obras do AHE Jirau foi elaborado em parceria com os colaboradores das áreas de meio ambiente da Energia Sustentável do Brasil S.A. (ESBR), LEME Engenharia e Camargo Correa um Protocolo de Intervenção em Área com Elevada Concentração de Mercúrio, entretanto não houve necessidade de aplicar este protocolo durante o processo de março de 2009 a fevereiro de 2012 pois não foi identificado áreas de contaminação difusa de mercúrio.

4. ATENDIMENTO ÀS METAS DO PROGRAMA

Em atendimento. Neste programa foram coletadas mensalmente, durante o período de março de 2009 a fevereiro de 2012 (36 campanhas), amostras de interesse ambiental (sedimento de fundo, solo e rochas) nas área de movimentação de solo, áreas de empréstimo de material impermeável, pedreiras e no leito do rio Madeira durante a execução das escavações e remoção de materiais para as atividades construtivas do AHE Jirau. As reuniões trimestrais realizadas para o treinamento da equipe da engenharia e segurança do trabalho possibilitaram o acompanhamento contínuo das atividades de escavação associado às concentrações de mercúrio e esclarecimentos sobre as rotas de exposição humana ao mercúrio.

5. METODOLOGIA

5.1 ÁREA DE ESTUDO

Neste programa foram coletadas mensalmente amostras de interesse ambiental (sedimento de fundo, solo e rochas) nas área de movimentação de solo, áreas de empréstimo de material impermeável, pedreiras e no leito do rio Madeira durante a execução das escavações e remoção de materiais para as atividades construtivas do AHE Jirau. Os pontos de amostragem referentes ao monitoramento das espécies de mercúrio total selecionados durante as atividades construtivas do AHE Jirau são discriminados no **Quadro 01** e apresentado na **Figuras de 01**.

Quadro 01. Pontos de monitoramento de mercúrio na área do Canteiro de Obras do AHE Jirau no período de março de 2009 a dezembro de 2009.

Ponto	Localização	X	Y	Descrição
P1	Margem direita – rio Madeira	320090	8976292	Ensecadeira I - Jusante-
P2	Margem direita – rio Madeira	319634	8975860	Ensecadeira I – Centro
P3	Margem direita – rio Madeira	318877	8974505	Ensecadeira I – Montante
P4	Margem direita – rio Madeira	319367	8974212	Bota fora

Ponto	Localização	X	Y	Descrição
P5	Margem direita – rio Madeira	319413	8974485	Ensecadeira 1ª Fase - 1ª Etapa
P6	Margem direita - rio Madeira	319903	8974856	Ensecadeira 1ª Fase - 1ª Etapa
P7	Margem direita - rio Madeira	319840	8975297	Ensecadeira 1ª Fase - 1ª Etapa
P8	Margem direita - rio Madeira	319547	8975590	Ensecadeira 1ª Fase - 2ª Etapa
P9	Margem direita - rio Madeira	318945	8973700	Ensecadeira 1ª Fase - 2ª Etapa
P10	Margem direita – rio Madeira	318948	8973697	Ensecadeira 1ª Fase - 2ª Etapa
P11	Margem direita – rio Madeira	318951	8973694	Ensecadeira 1ª Fase - 2ª Etapa
P12	Margem direita – rio Madeira	318954	8973691	Ensecadeira 1ª Fase - 2ª Etapa
P13	Margem direita – rio Madeira	318957	8973688	Ensecadeira 1ª Fase - 2ª Etapa
P14	Margem direita – rio Madeira	318960	8973685	Ensecadeira 1ª Fase - 2ª Etapa
P15	Margem direita – rio Madeira	319971	8974906	Recinto 1
P16	Margem direita – rio Madeira	319971	8974906	Recinto 1
P17	Margem direita – rio Madeira	318945	8973700	Recinto 2
P18	Margem direita – rio Madeira	318969	8973694	Recinto 2
P19	Margem direita - rio Madeira	319148	8973400	Bota fora do Recinto 1
P20	Margem direita - rio Madeira	319148	8973400	Bota fora do Recinto 1
P21	Margem direita - rio Madeira	318963	8973703	Bota fora do Recinto 2
P22	Margem direita - rio Madeira	318963	8973703	Bota fora do Recinto 2
P23	Margem direita - rio Madeira	319367	8974181	Bota fora de material comum
P24	Margem direita - rio Madeira	319367	8974181	Bota fora de material comum
P25	Ilha Pequena	319394	8974943	Casa de Força 1
P26	Ilha Pequena	319424	8974943	Casa de Força 1
P27	Ilha Pequena	319577	8974950	Casa de Força 1
P28	Ilha Pequena	319608	8974966	Casa de Força 1
P29	Ilha Pequena	319424	8974980	Casa de Força I
P30	Ilha Pequena	319394	8974980	Casa de Força I
P31	Ilha Pequena	319638	8974969	Casa de Força I
P32	Margem direita - rio Madeira	319607	8974969	Casa de Força I
P33	Margem direita - rio Madeira	319852	8973587	Área de empréstimo AE04
P34	Margem direita - rio Madeira	319852	8973587	Área de empréstimo AE04
P35	Margem direita - rio Madeira	318334	8975811	Área de empréstimo A-2
P36	Margem direita - rio Madeira	318334	8975811	Área de empréstimo A-2
P37	Margem direita - rio Madeira	321015	8975565	Área de empréstimo A-2-A
P38	Margem direita - rio Madeira	321015	8975565	Área de empréstimo A-2-A

PROGRAMA DE ACOMPANHAMENTO TÉCNICO DAS ESCAVAÇÕES NO CANTEIRO DE OBRAS - AHE Jirau

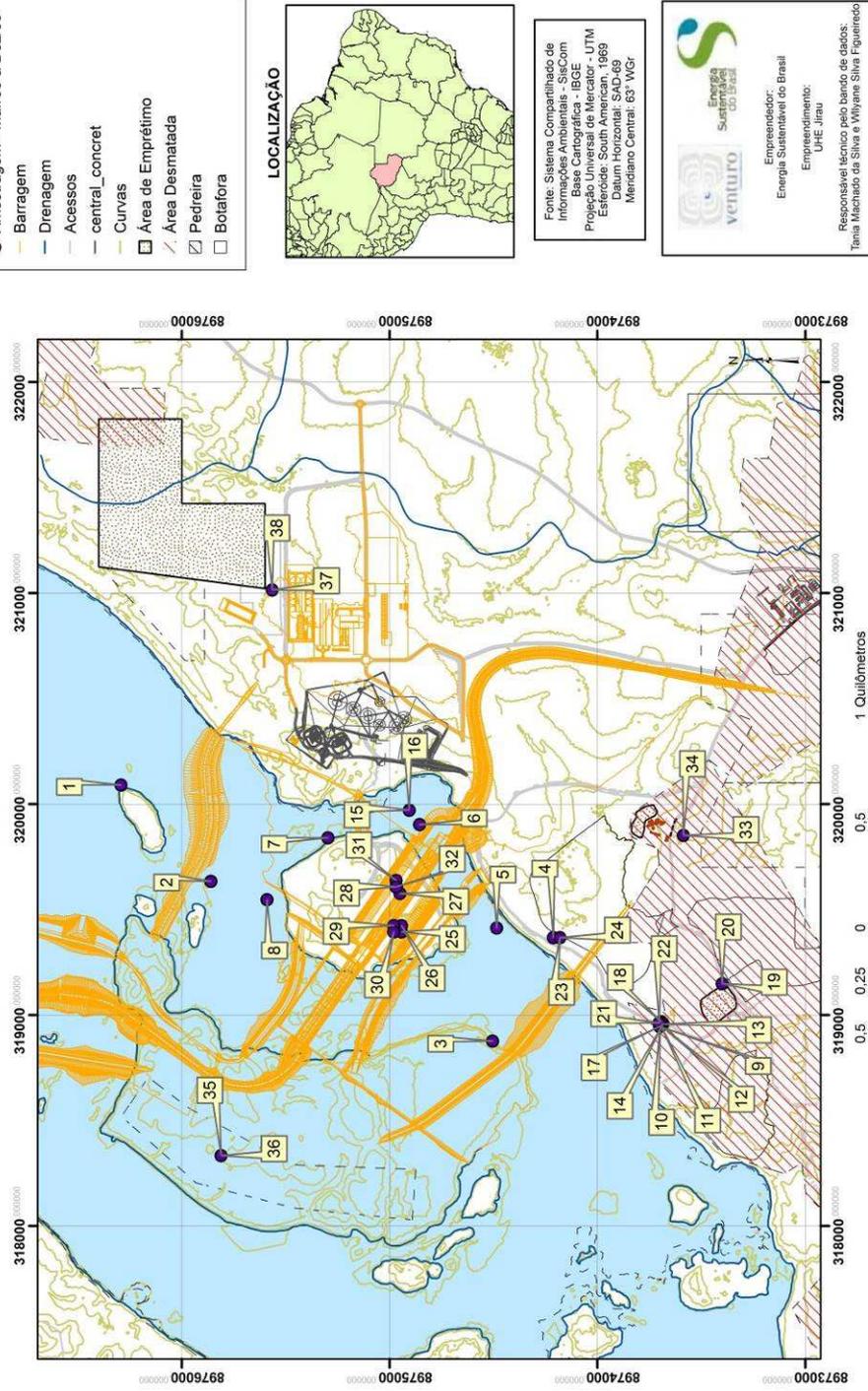


Figura 01 – Distribuição dos pontos de amostragem na área do Canteiro de Obras do AHE Jirau no período de março 2009 a dezembro de 2009.

Os pontos de amostragem referentes ao monitoramento das espécies de mercúrio total no Canteiro de Obras do AHE Jirau durante o período de janeiro de 2010 a dezembro de 2010 são discriminados no **Quadro 02** e apresentado na **Figuras 02**.

Quadro 02. Pontos de monitoramento de mercúrio na área do Canteiro de Obras do AHE Jirau no período de janeiro de 2010 a dezembro de 2010.

Ponto	Localização	X	Y	Descrição
P1	Margem direita – rio Madeira	319367	8974181	Bota fora comum
P2	Margem esquerda – rio Madeira	319277	8977408	Casa de força
P3	Margem esquerda – rio Madeira	319152	8977395	Casa de força
P4	Margem esquerda – rio Madeira	319071	8977387	Casa de força
P5	Margem esquerda – rio Madeira	319010	8977389	Casa de força
P6	Margem esquerda – rio Madeira	318965	8977356	Casa de força
P7	Margem esquerda – rio Madeira	318965	8977356	Casa de força
P8	Margem direita – rio Madeira	318965	8977356	Torre de rádio
P9	Ilha Pequena	320600	8975605	Casa de força
P10	Margem direita – rio Madeira	319471	8975128	Área de montagem
P11	Margem direita – rio Madeira	319758	8974587	Área de montagem
P12	Margem esquerda – rio Madeira	319758	8974587	Casa de força
P13	Margem esquerda – rio Madeira	319554	8974854	Casa de força
P14	Margem esquerda – rio Madeira	319277	8977468	Casa de força
P15	Margem esquerda – rio Madeira	319071	8977387	Casa de força
P16	Margem esquerda – rio Madeira	319152	8977395	Eixo da barragem
P17	Margem direita – rio Madeira	318776	8977523	Área de descarte
P18	Ilha Pequena	320375	8975717	Canal de fuga
P19	Ilha Pequena	319655	8975091	Canal de fuga
P20	Margem direita – rio Madeira	319655	8975091	Recinto 3 - J3
P21	Ilha Pequena	319306	8975631	Canal de fuga
P22	Margem direita – rio Madeira	319578	8975235	Recinto 1 - J1
P23	Margem direita – rio Madeira	319822	8975029	Casa de força
P24	Margem direita – rio Madeira	319762	8974564	Canal de fuga
P25	Margem direita – rio Madeira	321969	8978209	Área Montagem
P26	Margem direita – rio Madeira	319758	8974587	Casa de Força
P27	Margem direita – rio Madeira	319567	8974851	Recinto 3
P28	Margem direita – rio Madeira	319256	8975730	Canal de Fuga
P29	Margem esquerda – rio Madeira	319440	8975259	Canal de Fuga
P30	Margem direita – rio Madeira	319655	8975091	Canal de Fuga
P31	Margem esquerda – rio Madeira	319655	8975091	Casa de Força
P32	Margem esquerda – rio Madeira	319578	8974953	Casa de Força
P33	Margem esquerda – rio Madeira	319367	8974181	Casa de Força
P34	Margem esquerda – rio Madeira	319277	8977408	Casa de Força
P35	Margem esquerda – rio Madeira	319578	8974954	Casa de Força
P36	Margem esquerda – rio Madeira	319576	8974955	Casa de Força

Ponto	Localização	X	Y	Descrição
P37	Margem esquerda – rio Madeira	319576	8974956	Barragem de terra
P38	Margem direita – rio Madeira	319576	8974956	Área desmatada
P39	Margem direita – rio Madeira	319577	8974952	Área desmatada
P40	Margem direita – rio Madeira	319756	8974583	Área desmatada
P41	Margem direita – rio Madeira	320222	8972392	J3 Superior
P42	Margem direita – rio Madeira	320471	8973188	J3 Inferior
P43	Margem direita – rio Madeira	318636	8973733	J3 Escavação rochas
P44	Margem direita – rio Madeira	319963	8975547	Recinto 3
P45	Margem direita – rio Madeira	319963	8975547	Área de montagem
P46	Margem direita – rio Madeira	319717	8975381	Vertedouro Bloco
P47	Margem direita – rio Madeira	319278	8975733	Casa de força
P48	Margem direita – rio Madeira	319485	8975276	Eixo da barragem
P49	Margem direita – rio Madeira	319214	8975190	Depósito de solo
P50	Margem direita – rio Madeira	319484	8974927	Eixo da barragem
P51	Margem direita – rio Madeira	319865	8974752	Depósito de solo
P52	Margem direita – rio Madeira	321031	8976171	Área de montagem
P53	Margem esquerda – rio Madeira	319865	8974752	Casa de Força
P54	Margem esquerda – rio Madeira	321031	8976171	Margem esquerda
P55	Margem esquerda – rio Madeira	320481	8973199	Desmatamento
P56	Margem esquerda – rio Madeira	319277	8977468	Canal de Fuga
P57	Margem esquerda – rio Madeira	319071	8977387	Canal de Fuga
P58	Margem esquerda – rio Madeira	318786	8977578	Casa de Força
P59	Margem esquerda – rio Madeira	319509	8977407	Casa de Força
P60	Margem esquerda – rio Madeira	319559	8977457	Transposição de Peixes
P61	Margem esquerda – rio Madeira	317493	8977485	Transposição de Peixes
P62	Margem esquerda – rio Madeira	318052	8977398	Transposição de Peixes
P63	Margem esquerda – rio Madeira	320633	8973705	Transposição de Peixes
P64	Margem esquerda – rio Madeira	320633	8973705	Transposição de Peixes
P65	Margem esquerda – rio Madeira	320633	8973705	Transposição de Peixes
P66	Margem esquerda – rio Madeira	320633	8973705	Área de empréstimo 3
P67	Margem esquerda – rio Madeira	320633	8973705	Área de empréstimo 4
P68	Ilha do Padre	320633	8973705	Área de empréstimo 3
P69	Margem esquerda – rio Madeira	320657	8973745	Canal de Fuga
P70	Margem esquerda – rio Madeira	319720	8973064	Canal de Fuga
P71	Margem esquerda – rio Madeira	320087	8973601	Casa de Força
P72	Margem esquerda – rio Madeira	318655	8975090	Barragem de Terra
P73	Margem esquerda – rio Madeira	317493	8977485	Barragem de Terra
P74	Margem esquerda – rio Madeira	317494	8977282	Pedreira
P75	Margem esquerda – rio Madeira	317531	8977227	Canal de Fuga
P76	Margem esquerda – rio Madeira	317327	8976375	Canal de Fuga
P77	Margem esquerda – rio Madeira	319519	8977417	Canal de Fuga
P78	Margem esquerda – rio Madeira	319519	8977417	Canal de Fuga
P79	Margem esquerda – rio Madeira	318656	8976190	Área de Empréstimo

Ponto	Localização	X	Y	Descrição
P80	Margem direita – rio Madeira	318539	8976389	Área de empréstimo
P81	Margem direita – rio Madeira	316005	8975797	Área de empréstimo
P82	Margem direita – rio Madeira	322239	8976170	Barragem de terra
P83	Margem direita – rio Madeira	320620	8973766	Área de Empréstimo
P84	Margem direita – rio Madeira	320081	8973466	Empréstimo - A3/A4
P85	Margem direita – rio Madeira	319745	8972908	Empréstimo - A3/A4
P86	Margem direita – rio Madeira	319895	8972927	Canal de Fuga

PROGRAMA DE ACOMPANHAMENTO TÉCNICO DAS ESCAVAÇÕES NO CANTEIRO DE OBRAS - AHE Jirau

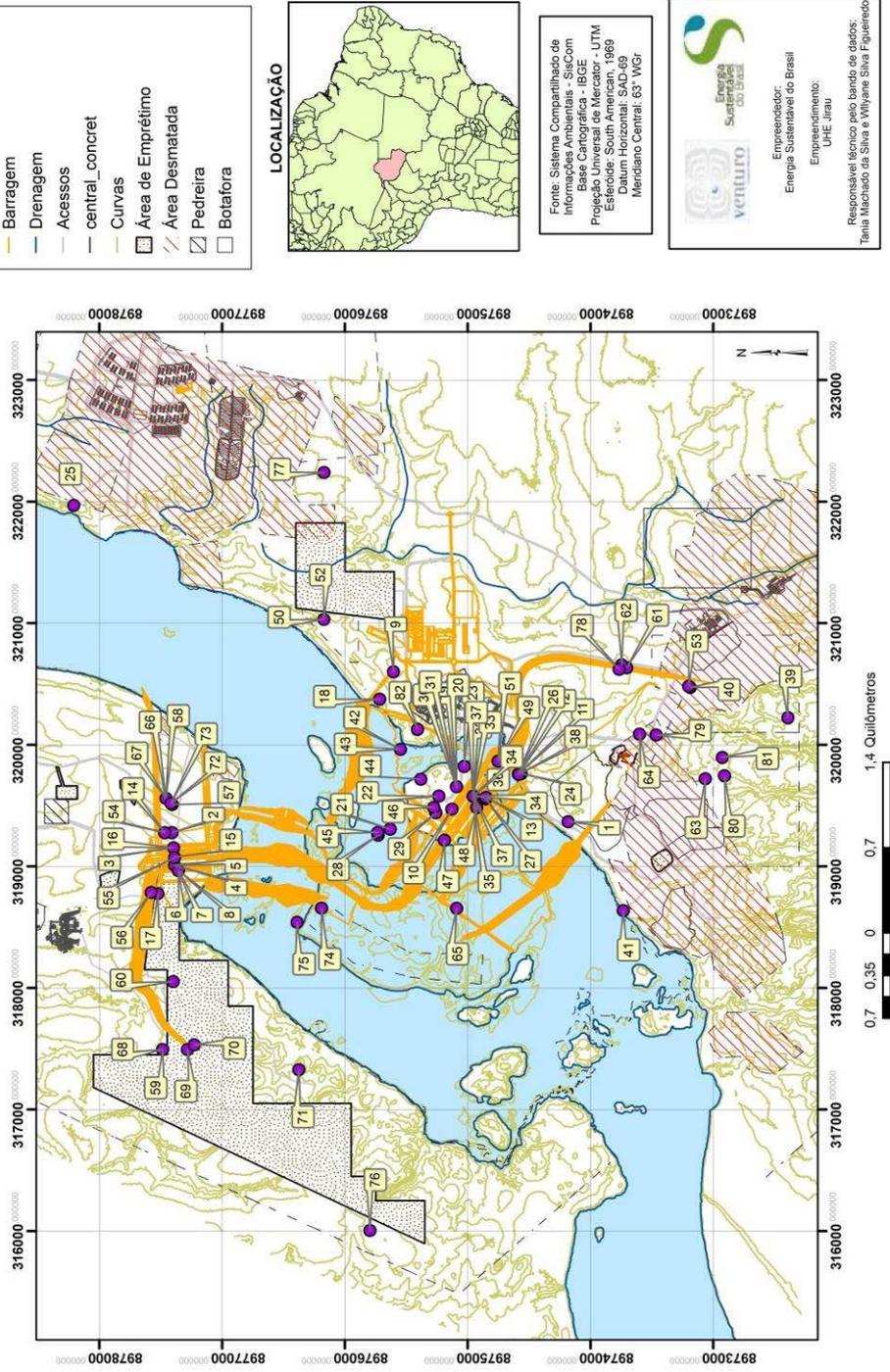


Figura 02 – Distribuição dos pontos de amostragem na área do Canteiro de Obras do AHE Jirau no período de janeiro 2010 a dezembro de 2010.

Os pontos de amostragem referentes ao monitoramento das espécies de mercúrio total no Canteiro de Obras do AHE Jirau durante o período de janeiro de 2011 a dezembro de 2011 são discriminados no **Quadro 03** e apresentados nas **Figuras 03**.

Quadro 03. Pontos de monitoramento de mercúrio na área do Canteiro de Obras do AHE Jirau no período de janeiro de 2011 a dezembro de 2011.

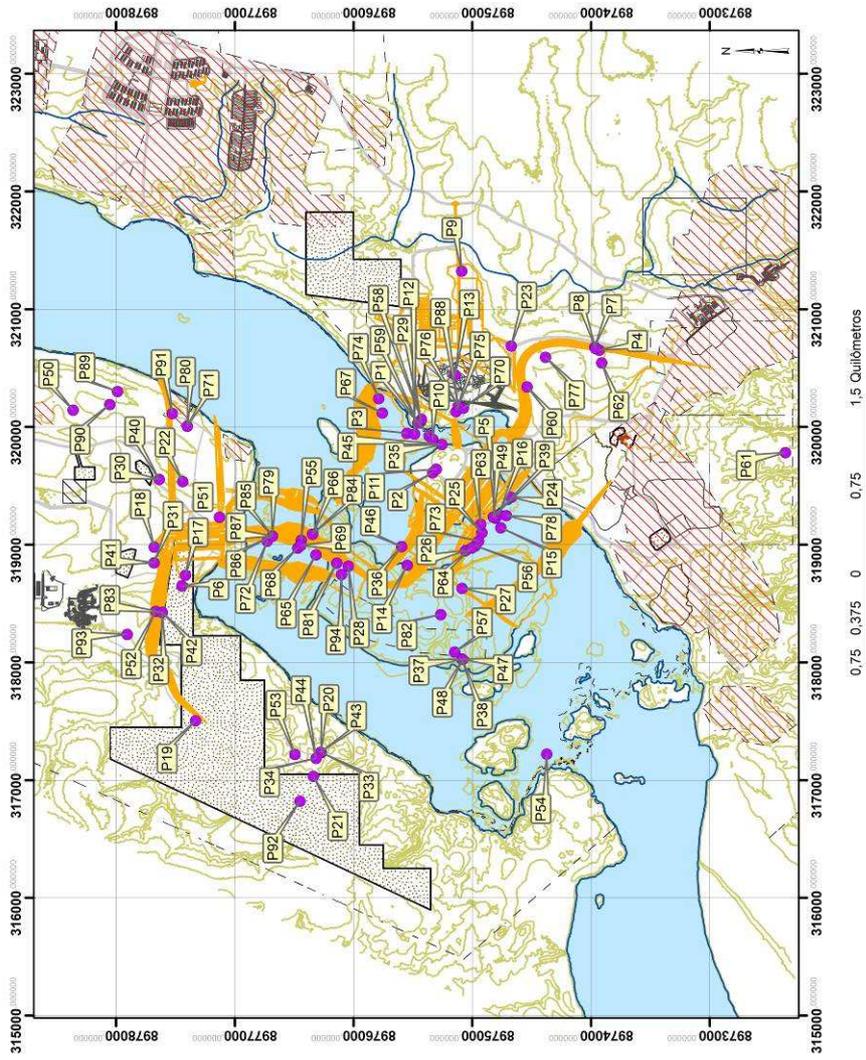
Ponto	Localização	X	Y	Descrição
P1	Margem esquerda - rio Madeira	319926	8975364	Canal de Fuga
P2	Margem esquerda - rio Madeira	319612	8975334	Ensecadeira Jusante 2
P3	Margem esquerda - rio Madeira	319947	8975551	Ensecadeira Jusante 2
P4	Margem esquerda - rio Madeira	320653	8973932	Barragem Principal
P5	Margem direita - rio Madeira	319227	8974807	Ensecadeira Montante 2
P6	Margem esquerda - rio Madeira	318650	8977447	Canal de Aproximação
P7	Margem direita - rio Madeira	320680	8973969	Canal de Transposição
P8	Margem direita - rio Madeira	320668	8973963	Barragem de terra
P9	Margem direita - rio Madeira	321325	8975090	Área de empréstimo Industrial
P10	Margem direita - rio Madeira	319896	8975333	Canal de Fuga
P11	Margem direita - rio Madeira	319643	8975304	Ensecadeira Jusante (J4)
P12	Margem direita - rio Madeira	319941	8975487	Canal de Fuga – Direita
P13	Margem direita - rio Madeira	320443	8975145	Britador - Areia Artificial
P14	Margem direita - rio Madeira	318827	8975549	Ensecadeira Jusante (J2)
P15	Margem direita - rio Madeira	319145	8974761	Recinto 4
P16	Margem direita - rio Madeira	319257	8974777	Ensecadeira de Montante 2 (M2)
P17	Margem esquerda - rio Madeira	318742	8977417	Canal de Aproximação
P18	Margem esquerda - rio Madeira	318981	8977679	Casa de força
P19	Margem esquerda - rio Madeira	317506	8977331	Barragem de terra
P20	Margem esquerda - rio Madeira	317236	8976273	Pedreira
P21	Margem esquerda - rio Madeira	317034	8976339	Área de empréstimo
P22	Margem esquerda - rio Madeira	319538	8977439	Canal de Fuga
P23	Margem direita - rio Madeira	320689	8974673	Canal de Transposição
P24	Margem direita - rio Madeira	319404	8974673	Canal de adução
P25	Margem direita - rio Madeira	319104	8974920	Canal de aproximação (REMOÇÃO M2)
P26	Margem direita - rio Madeira	318951	8975058	Canal de Aproximação (LHD)
P27	Margem direita - rio Madeira	318630	8975087	Canal de Aproximação (LHE)
P28	Ilha do Padre	318818	8976044	Barragem Principal
P29	Margem direita - rio Madeira	320048	8975435	Canal de fuga
P30	Margem esquerda - rio Madeira	319556	8977638	Jusante da Casa de Força
P31	Margem esquerda - rio Madeira	318847	8977681	Montante da Casa de Força
P32	Margem esquerda - rio Madeira	318426	8977612	Escavação barragem de terra
P33	Margem esquerda - rio Madeira	317239	8976279	Pedreira



Ponto	Localização	X	Y	Descrição
P34	Margem esquerda - rio Madeira	317187	8976316	Escavação da Pedreira
P35	Margem direita - rio Madeira	319853	8975256	Ensecadeira J4
P36	Margem direita - rio Madeira	318985	8975596	Ensecadeira J2
P37	Ilha do Padre	318029	8975087	Estoque de material
P38	Ilha do Padre	318029	8975087	Estoque de material
P39	Margem direita - rio Madeira	319236	8974823	Remoção da Ensecadeira M2
P40	Margem esquerda - rio Madeira	319556	8977638	Jusante à casa de força
P41	Margem esquerda - rio Madeira	318847	8977681	Montante à casa de força
P42	Margem esquerda - rio Madeira	318426	8977612	Barragem de terra
P43	Margem esquerda - rio Madeira	317239	8976279	Pedreira
P44	Margem esquerda - rio Madeira	317187	8976316	Pedreira
P45	Margem direita - rio Madeira	319853	8975256	Ensecadeira J4
P46	Margem direita - rio Madeira	318985	8975596	Ensecadeira J2
P47	Ilha do Padre	318029	8975087	Estoque de material
P48	Ilha do Padre	318026	8975081	Estoque de material
P49	Margem direita - rio Madeira	319236	8974823	Remoção da ensecadeira M2
P50	Margem esquerda - rio Madeira	320144	8978363	Escavação canal de fuga
P51	Margem esquerda - rio Madeira	319234	8977130	Escavação canal de fuga
P52	Margem esquerda - rio Madeira	318435	8977667	Escavação eixo da barragem Terra
P53	Margem esquerda - rio Madeira	317220	8976494	Empréstimo/Lado pedreira
P54	Margem esquerda - rio Madeira	317223	8974374	Pedreira
P55	Margem direita - rio Madeira	319038	8976441	Ensecadeira M4
P56	Margem direita - rio Madeira	318991	8974975	Canal de Aproximação
P57	Ilha do Padre	318090	8975149	Barragem (estaca 180 m)
P58	Margem direita - rio Madeira	320066	8975429	Canal de Fuga
P59	Margem direita - rio Madeira	320036	8975459	Canal de fuga
P60	Margem direita - rio Madeira	320342	8974539	Casa de força
P61	Margem direita - rio Madeira	319784	8972364	Ensecadeira J2
P62	Margem direita - rio Madeira	320546	8973910	Área de empréstimo - Estaca 30
P63	Margem direita - rio Madeira	319174	8974930	M1 - Fase 2
P64	Margem direita - rio Madeira	318972	8975006	Canal de aproximação
P65	Margem direita - rio Madeira	318915	8976317	M6
P66	Margem direita - rio Madeira	319091	8976346	J5
P67	Margem direita - rio Madeira	320120	8975758	Ensecadeira J3

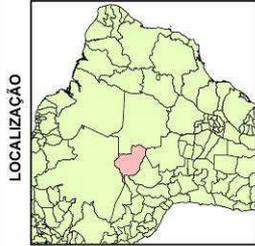
Ponto	Localização	X	Y	Descrição
P68	Margem direita - rio Madeira	318972	8976471	Ensecadeira M6
P69	Margem direita - rio Madeira	318996	8976444	Ensecadeira M4
P70	Margem direita - rio Madeira	320162	8975076	STP - Provisório
P71	Margem esquerda - rio Madeira	320008	8977401	Canal de Fuga
P72	Margem esquerda - rio Madeira	319032	8976727	Recinto 5
P73	Margem direita - rio Madeira	319031	8974948	Canal de aproximação
P74	Margem direita - rio Madeira	320242	8975789	Ensecadeira J3
P75	Margem direita - rio Madeira	320132	8975137	STP – Provisório
P76	Margem direita - rio Madeira	320178	8975119	STP – Provisório
P77	Margem direita - rio Madeira	320593	8974383	Barragem de terra
P78	Margem direita - rio Madeira	319249	8974715	Ensecadeira M1
P79	Margem esquerda - rio Madeira	319075	8976684	Recinto 5
P80	Margem esquerda - rio Madeira	320008	8977401	Canal de Fuga
P81	Margem esquerda - rio Madeira	318845	8976142	Recinto 5
P82	Ilha do Padre	318407	8975267	Estoque de Argila
P83	Margem esquerda - rio Madeira	318426	8977612	Barragem de terra
P84	Margem esquerda - rio Madeira	319091	8976346	Ensecadeira J5
P85	Margem esquerda - rio Madeira	319075	8976684	Recinto 5
P86	Margem esquerda - rio Madeira	319075	8976684	Recinto 5
P87	Margem esquerda - rio Madeira	319075	8976684	Recinto 5
P88	Margem direita - rio Madeira	320178	8975119	STP - Provisório
P89	Margem esquerda - rio Madeira	320302	8977989	Bota fora 4
P90	Margem esquerda - rio Madeira	320192	8978053	Bota fora 4
P91	Margem esquerda - rio Madeira	320115	8977527	Canal de fuga
P92	Margem esquerda - rio Madeira	316823	8976452	Jazida de solo
P93	Margem esquerda - rio Madeira	318239	8977906	Bota fora 2
P94	Margem esquerda - rio Madeira	318748	8976102	Recinto 5

PROGRAMA DE ACOMPANHAMENTO TÉCNICO DAS ESCAVAÇÕES NO CANTEIRO DE OBRAS - AHE Jirau



Legenda

- Amostragem - Jan/11 a Dez/11
- Barragem
- Drenagem
- Acessos
- Central Concreto
- ▨ Área de Emprétilmo
- ▨ Área Desmatada
- ▨ Pedreira
- Botafora
- Curvas



Fonte: Sistema Compartilhado de Informações Ambientais - SisCom Base Cartográfica - IBGE Projeto Universal de Mercator UTM Entalçamento - SAD-69 Datum Horizontal: SAD-69 Meridiano Central: 63° WGr

Empreendedor:
Energia Sustentável do Brasil
Empreendimento:
UHE Jirau
Respostável Técnico pelo banco de dados:
Tânia Machado da Silva e Wilyana Silva Figueredo

Figura 03 – Distribuição dos pontos de amostragem na área do Canteiro de Obras do AHE Jirau no período de janeiro 2011 a dezembro de 2011.



Os pontos de amostragem referentes ao monitoramento das espécies de mercúrio total no Canteiro de Obras do AHE Jirau durante os meses de janeiro e fevereiro de 2012 são discriminados no **Quadro 04** e apresentados nas **Figuras 04**.

Quadro 04. Pontos de monitoramento de mercúrio na área do Canteiro de Obras do AHE Jirau nos meses de janeiro e fevereiro de 2012.

Ponto	Localização	X	Y	Descrição
P1	Margem direita - rio Madeira	319776	8972902	Área de empréstimo A1/A3
P2	Margem direita - rio Madeira	319754	8972886	Área de empréstimo A1/A3
P3	Margem direita - rio Madeira	317187	8976316	Estoque de rocha 2
P4	Margem direita - rio Madeira	319094	8976490	Barragem principal
P5	Margem direita - rio Madeira	319016	8974917	Canal de aproximação
P6	Margem esquerda - rio Madeira	317158	8975956	Pedreira
P7	Margem esquerda - rio Madeira	316799	8976461	Área de empréstimo de solo
P8	Margem esquerda - rio Madeira	317701	8977323	Barragem Margem
P9	Margem esquerda - rio Madeira	320065	8977635	Canal de Fuga
P10	Margem direita - rio Madeira	319094	8976490	Barragem principal
P11	Margem direita - rio Madeira	318669	8975862	Barragem principal

PROGRAMA DE ACOMPANHAMENTO TÉCNICO DAS ESCAVAÇÕES NO CANTEIRO DE OBRAS - AHE Jirau

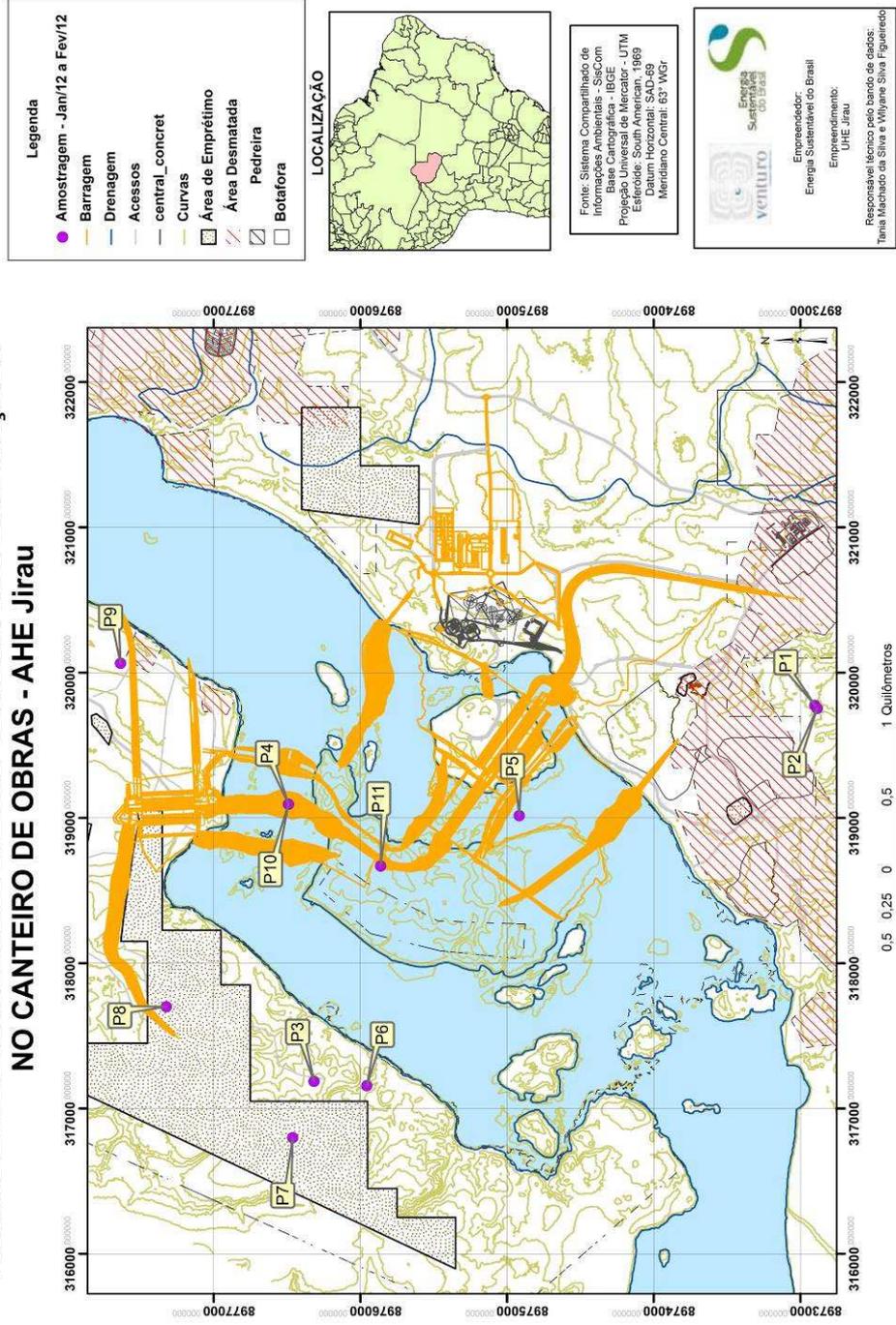


Figura 04 – Distribuição dos pontos de amostragem na área do Canteiro de Obras do AHE Jirau nos meses de janeiro e fevereiro de 2012.

5.2 MONITORAMENTO DO MERCÚRIO

As amostras de solo foram acondicionadas em sacos de polietileno e mantidas resfriadas a 4°C até preparação para análise. As amostras de solo foram homogeneizadas, peneiradas na fração >200 mesh (<74 µm), secas, digeridas e o teor de mercúrio total (HgT) foi quantificado pela técnica de geração de vapor de mercúrio a frio acoplado a espectroscopia de absorção atômica (CVAAS).

5.3 TREINAMENTO DA EQUIPE TÉCNICA

As visitas técnicas ao Canteiro de Obras do AHE Jirau foram discutidas e elaboradas estrategicamente com os colaboradores das áreas de meio ambiente da Energia Sustentável do Brasil S.A. (ESBR), favorecendo uma abordagem interdisciplinar, de modo a integrar o conhecimento do sistema ambiental e suas inter-relações com a saúde humana, e possibilitando subsidiar ações de caráter preventivo. O treinamento técnico dos colaboradores possibilitou a criação de um ambiente de amplas discussões e esclarecimentos sobre o ciclo do mercúrio, a toxicidade deste elemento e as possíveis rotas exposição ambiental aos colaboradores do Canteiro de Obras.



Figura 05 – Treinamento da equipe técnica no Canteiro de Obras do AHE Jirau.

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os períodos das visitas técnicas e coletas de amostras de interesse ambiental na área do Canteiro de Obras do AHE Jirau estão indicadas no **Quadro 05**.

Quadro 05 – Período das visitas técnicas e coletas de amostras de interesse ambiental na área do Canteiro de Obras do AHE Jirau.

Mês	Ano			
	2009	2010	2011	2012
Janeiro	-	10/01 e 11/01/10	20/01 e 21/01/11	16/01 e 17/01/12
Fevereiro	-	21/02 e 22/02/10	21/02 e 22/02/11	10/02 e 11/02/12
Março	13/03 e 14/03/09	17/03 e 18/03/10	17/03 e 18/03/11	-
Abril	27/04 e 28/04/09	07/04 e 08/04/10	07/04 e 08/04/11	-
Maiο	14/05/09	19/05 e 20/05/10	19/05 e 20/05/11	-
Junho	16/06/09	15/06 e 16/06/10	15/06 e 16/06/11	-
Julho	10/07 e 11/07/09	19/07 e 20/07/10	19/07 e 20/07/11	-
Agosto	26/08 e 27/08/09	21/08 e 22/08/10	21/08 e 22/08/11	-
Setembro	29/09 e 30/09/09	10/09 e 11/09/10	28/09 e 29/09/11	-
Outubro	04/10/09	17/10 e 18/10/10	27/10 e 28/10/11	-
Novembro	15/11 e 16/11/09	23/09 e 24/09/10	12/11 e 13/11/11	-
Dezembro	15/12 e 16/12/09	16/12 e 17/12/10	15/12 e 15/12/11	-

As concentrações de mercúrio total (HgT) encontradas nas amostras de solo coletadas na área do Canteiro de Obras do AHE Jirau no período de março de 2009 a dezembro de 2009 estão apresentados nas **Tabelas 01**.

Tabela 01. Resultados das concentrações médias de mercúrio total (HgT) em solo nos pontos amostrados na área do Canteiro de Obras do AHE Jirau no período de março de 2009 a dezembro de 2009.

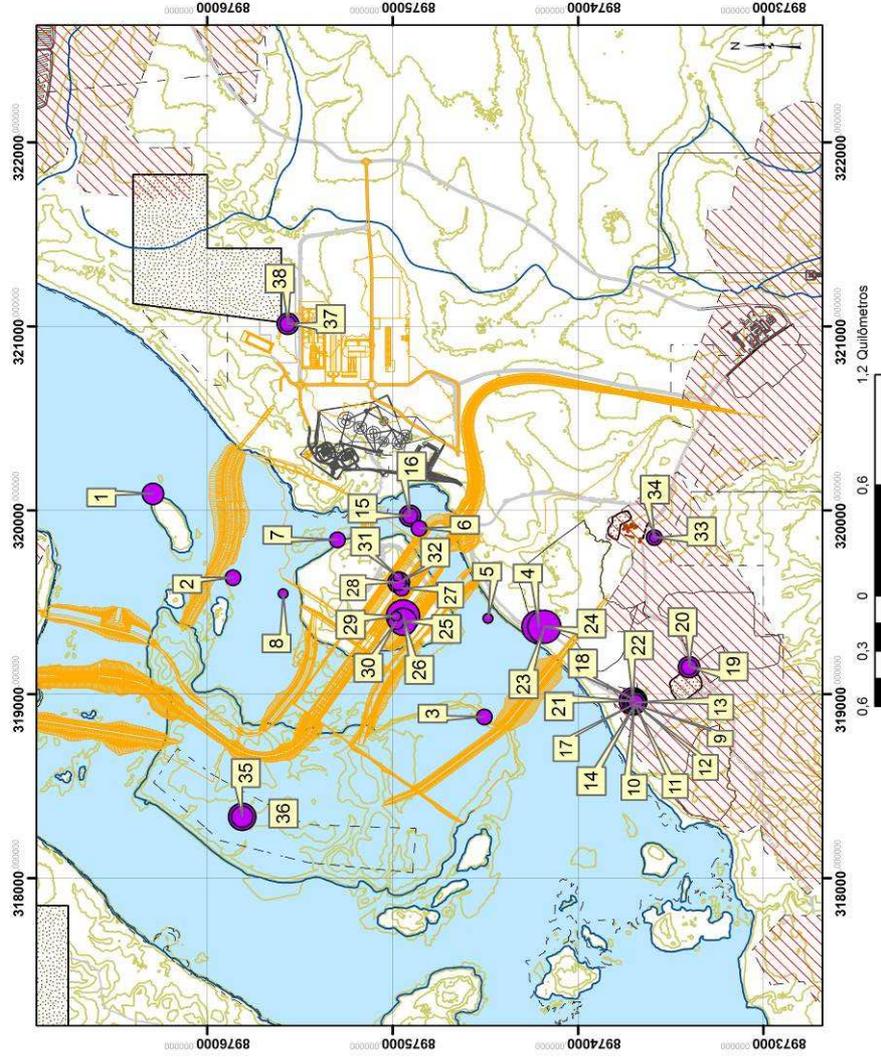
Mês/Ano	Ponto	Localização	HgT ($\mu\text{g kg}^{-1}$)
Março/2009	P1	Margem direita – rio Madeira	104,2
	P2	Margem direita – rio Madeira	89,1
	P3	Margem direita – rio Madeira	74,9
Abril/2009	P4	Margem direita – rio Madeira	196,4
	P5	Margem direita – rio Madeira	66,3
	P6	Margem direita - rio Madeira	84,3
Maio/2009	P7	Margem direita - rio Madeira	77,1
	P8	Margem direita - rio Madeira	44,7
	P9	Margem direita - rio Madeira	108,6
Junho/2009	P10	Margem direita – rio Madeira	113,2
	P11	Margem direita – rio Madeira	98,6
	P12	Margem direita – rio Madeira	104,2
	P13	Margem direita – rio Madeira	88,1
Julho/200	P14	Margem direita – rio Madeira	115,3
	P15	Margem direita – rio Madeira	116,4
	P16	Margem direita – rio Madeira	76,7
	P17	Margem direita – rio Madeira	110,7
Agosto/2009	P18	Margem direita – rio Madeira	126,4
	P19	Margem direita - rio Madeira	84,1
	P20	Margem direita - rio Madeira	116,8
	P21	Margem direita - rio Madeira	113,8
	P22	Margem direita - rio Madeira	148,2
Setembro/2009	P23	Margem direita - rio Madeira	182,3
	P24	Margem direita - rio Madeira	201,7

Tabela 01. Resultados das concentrações médias de mercúrio total (HgT) em solo nos pontos amostrados na área do Canteiro de Obras do AHE Jirau no período de março de 2009 a dezembro de 2009 – Continuação.

Mês/Ano	Ponto	Localização	HgT ($\mu\text{g kg}^{-1}$)
Setembro/2009	P25	Ilha Pequena	152,4
	P26	Ilha Pequena	176,2
Outubro/2009	P27	Ilha Pequena	86,2
	P28	Ilha Pequena	107,1
	P29	Ilha Pequena	62,5
	P30	Ilha Pequena	96,2
Novembro/2009	P31	Ilha Pequena	63,8
	P32	Margem direita - rio Madeira	75,8
	P33	Margem direita - rio Madeira	70,3
	P34	Margem direita - rio Madeira	88,3
Dezembro/2009	P35	Margem direita - rio Madeira	122,2
	P36	Margem direita - rio Madeira	137,2
	P37	Margem direita - rio Madeira	96,8
	P38	Margem direita - rio Madeira	118,4

A **Figura 05** mostra a distribuição das concentrações de mercúrio total (HgT) encontrados nas amostras de solo coletadas na área do Canteiro de Obras do AHE Jirau no período de março de 2009 a dezembro de 2009.

MAPA DE PROBABILIDADE DE CONCENTRAÇÃO DE MERCÚRIO TOTAL NO CANTEIRO DE OBRAS - JIRAU



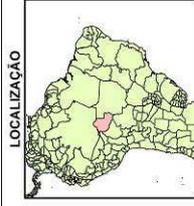
Legenda

Amostragem - Mar/09 a Dez/09

Distribuição - Hg Total (ug kg⁻¹)

- 44,70 - 70,30
- 70,30 - 98,60
- 98,60 - 126,40
- 126,40 - 152,40
- 152,40 - 201,70

- Barragem
- Drenagem
- Acessos
- central_concret
- Curvas
- Área de Empreíto
- Área Desmatada
- Pedreira
- Boleira



Fonte: Sistema Compartilhado de Informações Ambientais - Siscom
 Base Cartográfica - BGE - UTM
 Esferóide: South American, 1989
 Datum Horizontal: SADC-89
 Meridiano Central: 63° WGr

Empreendedor:
Energia Sustentável do Brasil

Empreendimento:
UHE Jirau

Responsável técnico pelo banco de dados:
Tema Machado da Silva e Wilyene Silva Figureiredo

Figura 05 - Distribuição das concentrações de mercúrio total (Hg-T) nas amostras da área do Canteiro de Obras do AHE Jirau no período de março de 2009 a dezembro de 2009.



As concentrações de mercúrio total (HgT) encontrados nas amostras de solo coletadas na área do Canteiro de Obras do AHE Jirau no período de janeiro de 2010 a dezembro de 2010 estão apresentados nas **Tabelas 02** e na **Figura 06**.

Tabela 02. Resultados das concentrações médias de mercúrio total (HgT) em solo nos pontos amostrados na área do Canteiro de Obras do AHE Jirau no período de janeiro de 2010 a dezembro de 2010.

Mês/Ano	Ponto	Localização	HgT ($\mu\text{g kg}^{-1}$)
Janeiro/2010	P1	Margem direita – rio Madeira	47,4
	P2	Margem esquerda – rio Madeira	71,5
	P3	Margem esquerda – rio Madeira	82,5
	P4	Margem esquerda – rio Madeira	73,6
Fevereiro/2010	P5	Margem esquerda – rio Madeira	38,4
	P6	Margem esquerda – rio Madeira	71,5
	P7	Margem esquerda – rio Madeira	104,5
	P8	Margem direita – rio Madeira	87,2
Março/2010	P9	Ilha Pequena	83,5
	P10	Margem direita – rio Madeira	43,8
	P11	Margem direita – rio Madeira	82,9
	P12	Margem esquerda – rio Madeira	49,3
	P13	Margem esquerda – rio Madeira	83,5
	P14	Margem esquerda – rio Madeira	44,4
	P15	Margem esquerda – rio Madeira	32,7
	P16	Margem esquerda – rio Madeira	49,6
Abril/2010	P17	Margem direita – rio Madeira	98,3
	P18	Ilha Pequena	83,5
	P19	Ilha Pequena	32,6
	P20	Margem direita – rio Madeira	58,2
	P21	Ilha Pequena	108
	P22	Margem direita – rio Madeira	83,5
	P23	Margem direita – rio Madeira	68,9
Maio/2010	P24	Margem direita – rio Madeira	48,3
	P25	Margem direita – rio Madeira	71,5
	P26	Margem direita – rio Madeira	89,6
	P27	Margem direita – rio Madeira	105,2

Tabela 02. Resultados das concentrações médias de mercúrio total (HgT) em solo nos pontos amostrados na área do Canteiro de Obras do AHE Jirau no período de janeiro de 2010 a dezembro de 2010 – Continuação.

Mês/Ano	Ponto	Localização	HgT ($\mu\text{g kg}^{-1}$)
Maio/2010	P28	Margem direita – rio Madeira	97,8
	P29	Margem esquerda – rio Madeira	26,7
Junho/2010	P30	Margem direita – rio Madeira	47,31
	P31	Margem esquerda – rio Madeira	51,21
	P32	Margem esquerda – rio Madeira	41,78
	P33	Margem esquerda – rio Madeira	37,34
	P34	Margem esquerda – rio Madeira	32,89
	P35	Margem esquerda – rio Madeira	32,9
	P36	Margem esquerda – rio Madeira	29,93
	P37	Margem esquerda – rio Madeira	45,87
	P38	Margem direita – rio Madeira	78,92
Julho/2010	P39	Margem direita – rio Madeira	81,26
	P40	Margem direita – rio Madeira	124,55
	P41	Margem direita – rio Madeira	31,91
	P42	Margem direita – rio Madeira	45,25
	P43	Margem direita – rio Madeira	25,56
	P44	Margem direita – rio Madeira	146,69
	P45	Margem direita – rio Madeira	71,43
	P46	Margem direita – rio Madeira	75,55
	P47	Margem direita – rio Madeira	45,32
	P48	Margem direita – rio Madeira	37,62
	P49	Margem direita – rio Madeira	78,62
	P50	Margem direita – rio Madeira	59,53
Agosto/2010	P51	Margem direita – rio Madeira	68,82
	P52	Margem direita – rio Madeira	109,53
	P53	Margem esquerda – rio Madeira	104,49
	P54	Margem esquerda – rio Madeira	44,4
	P55	Margem esquerda – rio Madeira	32,7

Tabela 02. Resultados das concentrações médias de mercúrio total (HgT) em solo nos pontos amostrados na área do Canteiro de Obras do AHE Jirau no período de janeiro de 2010 a dezembro de 2010 – Continuação.

Mês/Ano	Ponto	Localização	HgT ($\mu\text{g kg}^{-1}$)
Setembro/2010	P56	Margem esquerda – rio Madeira	80,1
	P57	Margem esquerda – rio Madeira	67,4
	P58	Margem esquerda – rio Madeira	50,3
	P59	Margem esquerda – rio Madeira	42,94
	P60	Margem esquerda – rio Madeira	32,96
Outubro/2010	P61	Margem esquerda – rio Madeira	115,67
	P62	Margem esquerda – rio Madeira	129,03
	P63	Margem esquerda – rio Madeira	97,69
	P64	Margem esquerda – rio Madeira	94,31
	P65	Margem esquerda – rio Madeira	89,3
	P66	Margem esquerda – rio Madeira	55,51
	P67	Margem esquerda – rio Madeira	81,8
	P68	Ilha do Padre	125,58
	P69	Margem esquerda – rio Madeira	40,89
	P70	Margem esquerda – rio Madeira	89,08
	P71	Margem esquerda – rio Madeira	35,08
	P72	Margem esquerda – rio Madeira	31,33
	P73	Margem esquerda – rio Madeira	27,84
Novembro/2010	P74	Margem esquerda – rio Madeira	103,74
	P75	Margem esquerda – rio Madeira	95,55
	P76	Margem esquerda – rio Madeira	24,17
	P77	Margem esquerda – rio Madeira	38,04
	P78	Margem esquerda – rio Madeira	22,93
Dezembro/2010	P79	Margem esquerda – rio Madeira	32,11
	P80	Margem direita – rio Madeira	44,99
	P81	Margem direita – rio Madeira	76,65
	P82	Margem direita – rio Madeira	74,78
	P83	Margem direita – rio Madeira	45,67
	P84	Margem direita – rio Madeira	71,32
	P85	Margem direita – rio Madeira	52,83
	P86	Margem direita – rio Madeira	57,79

PROGRAMA DE ACOMPANHAMENTO TÉCNICO DAS ESCAVAÇÕES NO CANTEIRO DE OBRAS - AHE Jirau

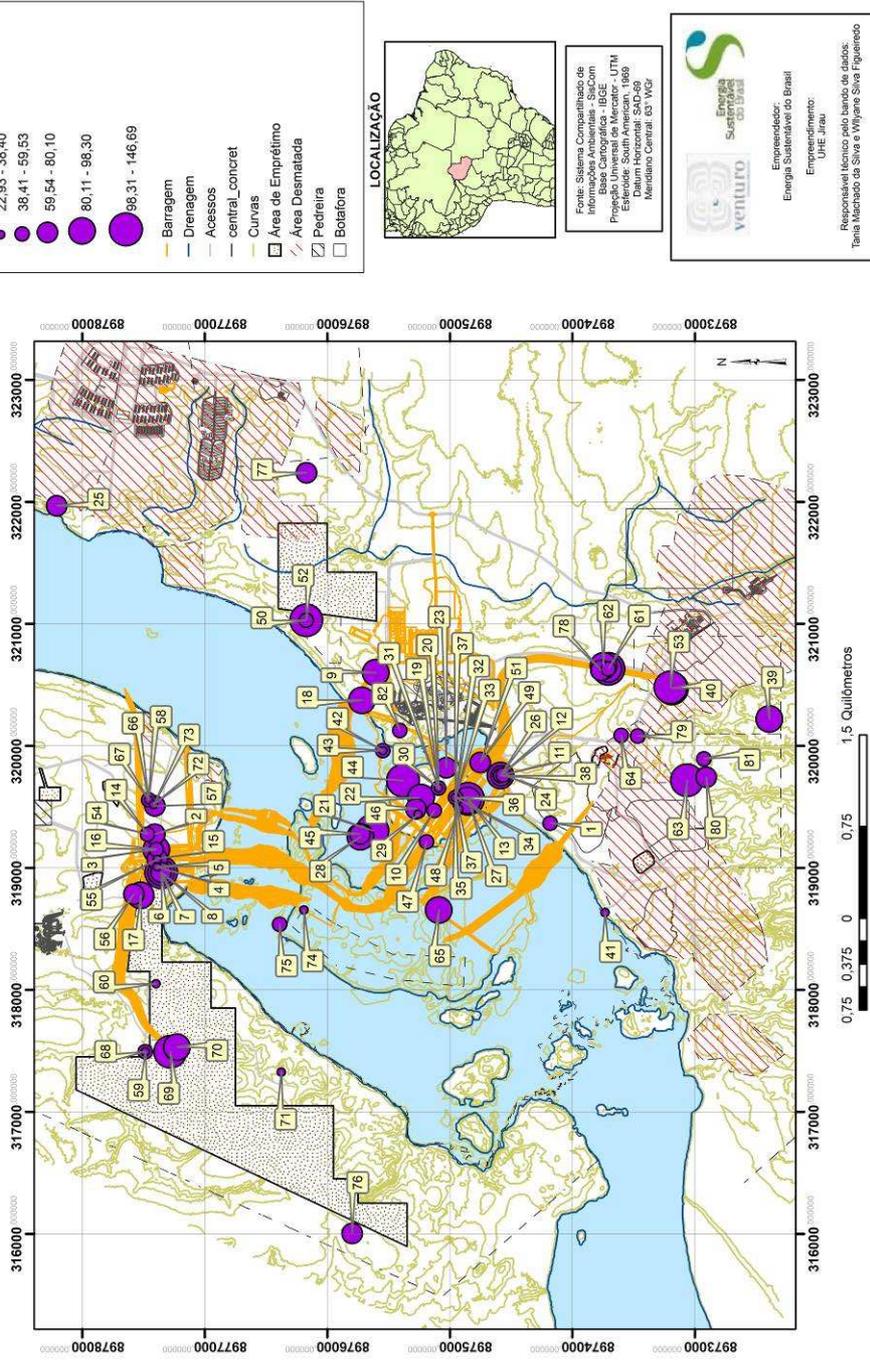


Figura 06 - Distribuição das concentrações de mercúrio total (Hg-T) nas amostras da área do Canteiro de Obras do AHE Jirau no período de janeiro de 2010 a dezembro de 2010.



As concentrações de mercúrio total (HgT) encontrados nas amostras de solo coletadas na área do Canteiro de Obras do AHE Jirau no período de janeiro de 2011 a dezembro de 2011 estão apresentados nas **Tabelas 03** e na **Figura 07**.

Tabela 03. Resultados das concentrações médias de mercúrio total (HgT) em solo nos pontos amostrados na área do Canteiro de Obras do AHE Jirau no período de janeiro de 2011 a dezembro de 2011.

Mês/Ano	Ponto	Localização	HgT ($\mu\text{g kg}^{-1}$)
Janeiro/2011	P1	Canal de Fuga - ME	26,65
	P2	Ensecadeira Jusante 2 - Direita	44,91
	P3	Ensecadeira Jusante 2 - Esquerda	12,73
	P4	Barragem Principal - ME	15,34
	P5	Ensecadeira Montante 2 - Direita	34,4
	P6	Canal de Aproximação - Esquerda	11,03
Fevereiro/2011	P7	Canal de Transposição - Direita	47,38
	P8	Barragem de terra - Direita	46,5
	P9	Área de empréstimo Industrial - Direita	88,98
	P10	Canal de Fuga - Direita	11,8
	P11	Ensecadeira Jusante (J4) - Direita	34,33
	P12	Canal de Fuga - Direita	5,87
	P13	Britador - Areia Artificial - Direita	2,37
	P14	Ensecadeira Jusante (J2) - Direita	50,56
	P15	Recinto 4 - Direita	16,63
	P16	Ensecadeira de Montante 2 (M2) - Direita	12,98
	P16	Canal de Aproximação - Esquerda	29,19
	P18	Casa de força - Esquerda	4,4
	P19	Barragem de terra - Esquerda	71,91
	P20	Pedreira - Esquerda	1,6
	P21	Área de empréstimo - Esquerda	99,64
P22	Canal de Fuga - Esquerda	64,51	
Março/2011	P23	Margem direita - rio Madeira	59,26
	P24	Margem direita - rio Madeira	37,66
	P25	Margem direita - rio Madeira	47,72

Tabela 03. Resultados das concentrações médias de mercúrio total (HgT) em solo nos pontos amostrados na área do Canteiro de Obras do AHE Jirau no período de janeiro de 2011 a dezembro de 2011 - continuação.

Mês/Ano	Ponto	Localização	HgT ($\mu\text{g kg}^{-1}$)
Março/2011	P26	Margem direita - rio Madeira	13,76
	P27	Margem direita - rio Madeira	20,89
	P28	Ilha do Padre	16,74
	P29	Margem direita - rio Madeira	1,65
Abril/2011	P30	Margem esquerda - rio Madeira	32,17
	P31	Margem esquerda - rio Madeira	35,18
	P32	Margem esquerda - rio Madeira	55,45
	P33	Margem esquerda - rio Madeira	5,02
	P34	Margem esquerda - rio Madeira	5,51
	P35	Margem direita - rio Madeira	13,97
	P36	Margem direita - rio Madeira	14,01
	P37	Ilha do Padre	15,68
	P38	Ilha do Padre	43,35
	P39	Margem direita - rio Madeira	23,43
Maio/2011	P40	Margem esquerda - rio Madeira	32,17
	P41	Margem esquerda - rio Madeira	35,18
	P42	Margem esquerda - rio Madeira	55,45
	P43	Margem esquerda - rio Madeira	5,02
	P44	Margem esquerda - rio Madeira	5,51
	P45	Margem direita - rio Madeira	13,97
	P46	Margem direita - rio Madeira	4,01
	P47	Ilha do Padre	15,68
	P48	Ilha do Padre	43,35
	P49	Margem direita - rio Madeira	23,43

Tabela 03. Resultados das concentrações médias de mercúrio total (HgT) em solo nos pontos amostrados na área do Canteiro de Obras do AHE Jirau no período de janeiro de 2011 a dezembro de 2011 - Continuação.

Mês/Ano	Ponto	Localização	HgT ($\bar{\mu}\text{g kg}^{-1}$)
Junho/2011	P50	Escavação canal de fuga - ME	28,71
	P51	Escavação canal de fuga - ME	20,71
	P52	Escavação eixo da barragem Terra - ME	25,43
	P53	Empréstimo/Lado pedreira - ME	85,73
	P54	Pedreira – ME	2,84
Julho/2011	P55	Ensecadeira M4 - MD	30,43
	P56	Canal de Aproximação - MD	32,74
	P57	Ilha do Padre - Barragem (estaca 180 m)	15,75
	P58	Canal de Fuga (pó de broca) - MD	1,42
	P59	Canal de fuga (Solo) - MD	44,69
Agosto/2011	P60	Casa de força – MD	14,67
	P61	Ensecadeira J2 – MD	23,46
	P62	Área de empréstimo - Estaca 30-MD	58,29
	P63	M1 - Fase 2 – MD	28,49
	P64	Canal de aproximação - MD	16,14
	P65	M6 – MD	39,63
	P66	J5 – MD	50,05
Setembro / 2011	P67	Remoção da ensecadeira J3 – MD	55,96
	P68	M6 - MD	39,84
	P69	M4 - MD	49,91
	P70	STP - Provisório - MD	14,86
	P71	Canal de Fuga - ME	40,08
	P72	Recinto 5 - ME	22,9
	P73	Canal de aproximação - MD	32,27

Tabela 03. Resultados das concentrações médias de mercúrio total (HgT) em solo nos pontos amostrados na área do Canteiro de Obras do AHE Jirau no período de janeiro de 2011 a dezembro de 2011 - Continuação.

Mês/Ano	Ponto	Localização	HgT (µg kg ⁻¹)
Outubro / 2011	P74	Remoção da ensecadeira J3 – MD	34,36
	P75	STP - Provisório - MD	49,15
	P76	STP - Provisório - MD	37,41
	P77	Barragem de terra – MD	90,2
	P78	Ensecadeira M1 - MD	31,37
	P79	Recinto 5 - ME	16,49
	P80	Canal de Fuga - ME	12,45
	P81	Recinto 5 - ME	25,23
	P82	Estoque de Argila - Ilha do Padre	83,3
Novembro / 2011	P83	Barragem de terra – ME	24,31
	P84	Ensecadeira J5 - ME	16,64
	P85	Recinto 5 - ME	16,72
	P86	Recinto 5 - ME	19,88
	P87	Recinto 5 - ME	15,32
	P88	STP - Provisório - MD	15,63
Dezembro / 2011	P89	Bota fora 4 - ME	12,01
	P90	Bota fora 4 - ME	6,47
	P91	Canal de Fuga - ME	6,52
	P92	Jazida de Solo - ME	25,74
	P93	Bota fora 2 - ME	11,39
	P94	Recinto 5 - ME	27,88

MAPA DE PROBABILIDADE DE CONCENTRAÇÃO DE MERCÚRIO TOTAL NO CANTEIRO DE OBRAS - JIRAU

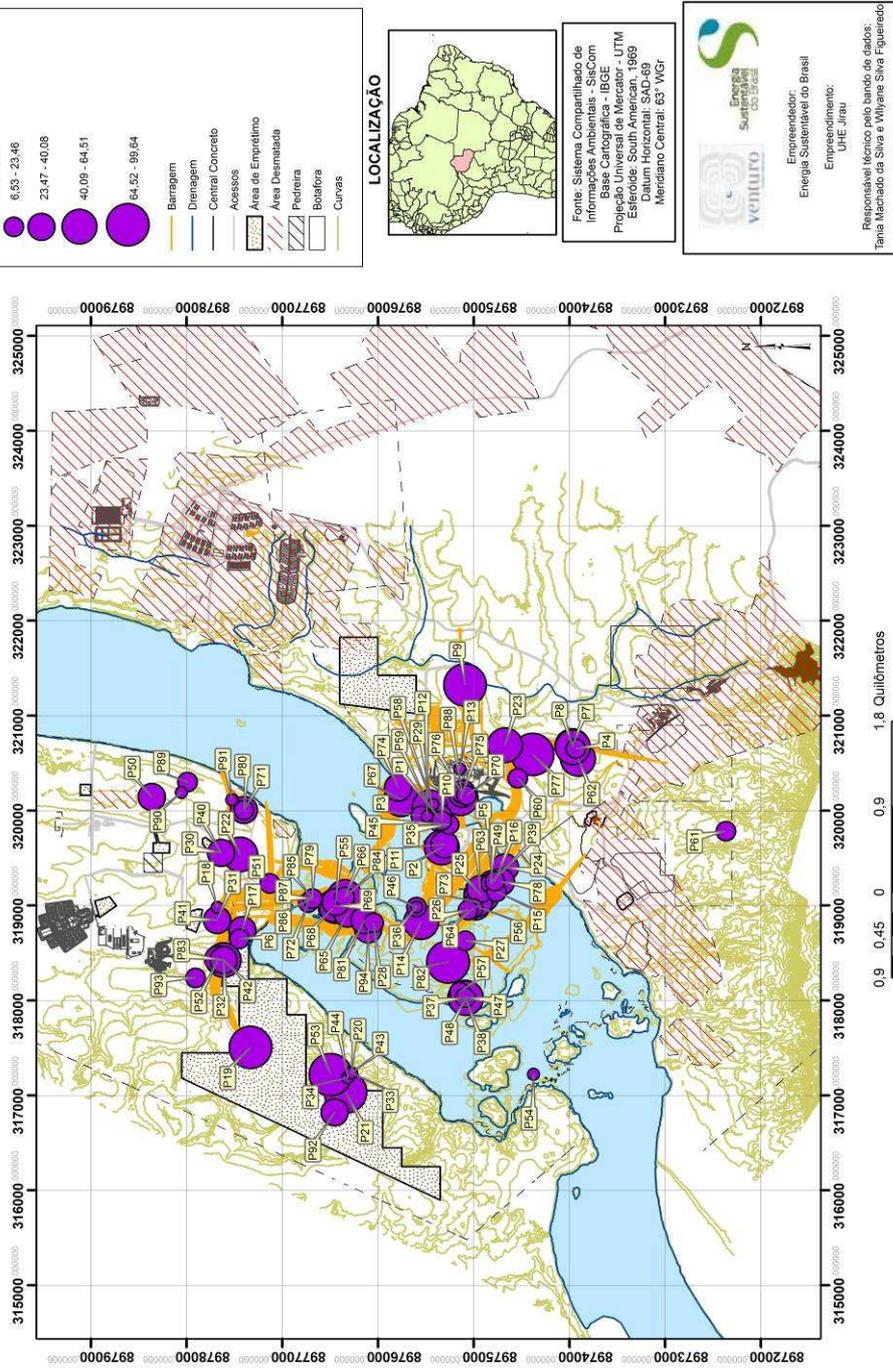


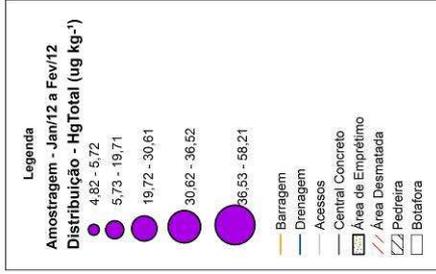
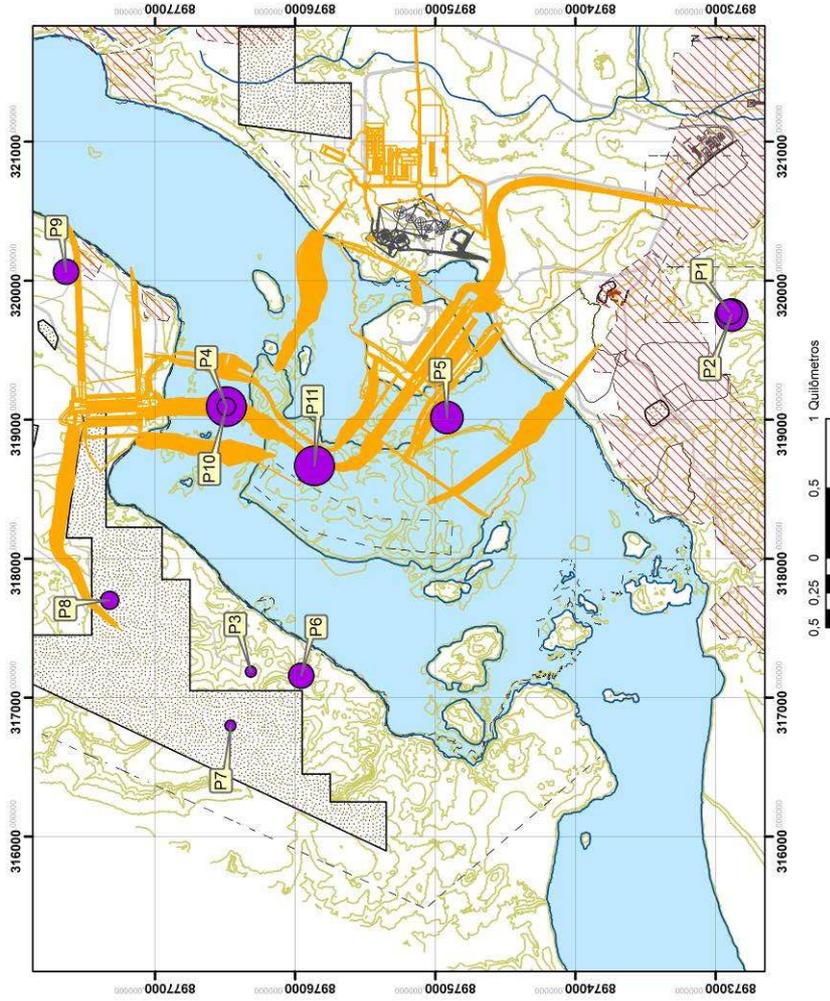
Figura 07 - Distribuição das concentrações de mercúrio total (Hg-T) nas amostras da área do Canteiro de Obras do AHE Jirau no período de janeiro de 2011 a dezembro de 2011.

As concentrações de mercúrio total (HgT) encontrados nas amostras de solo coletadas na área do Canteiro de Obras do AHE Jirau nos meses de janeiro e fevereiro de 2012 estão apresentados nas **Tabelas 04** e na **Figura 08**.

Tabela 04. Resultados das concentrações médias de mercúrio total (HgT) em solo nos pontos amostrados na área do Canteiro de Obras do AHE Jirau nos meses de janeiro e fevereiro de 2012.

Mês/Ano	Ponto	Localização	HgT ($\mu\text{g kg}^{-1}$)
Janeiro/2012	P1	Área de empréstimo A1/A3 - MD	30,61
	P2	Área de empréstimo A1/A3 - MD	32,74
	P3	Estoque de rocha 2 - MD	5,72
	P4	Barragem principal - MD	58,21
	P5	Canal de aproximação - MD	36,52
Fevereiro/2012	P6	Pedreira - ME	26,65
	P7	Área de empréstimo de solo - ME	4,82
	P8	Barragem Margem - ME	19,71
	P9	Canal de Fuga - ME	27,63
	P10	Barragem principal -MD	17,83
	P11	Barragem principal- MD	49,73

MAPA DE PROBABILIDADE DE CONCENTRAÇÃO DE MERCÚRIO TOTAL NO CANTEIRO DE OBRAS - JIRAU



Fonte: Sistema Compartilhado de Informação Ambiental do Brasil - SIGS, Com Projeção Universal do Mercator - UTM Estéreo. South American, 1989 Datum Horizontal: SAD-69 Meridiano Central: 63° WGR

Empresário:
Energia Sustentável do Brasil

Empresamento:
UHE Jirau

Reservatório: Madeira sub-barragem; As. Pedras; Terra Indígena da Silva e Wiyana São Francisco

Figura 08 - Distribuição das concentrações de mercúrio total (Hg-T) nas amostras da área do Canteiro de Obras do AHE Jirau nos meses de janeiro e fevereiro de 2012.



As concentrações de mercúrio total nas amostras de solo coletadas no período de março a dezembro de 2009 (**Tabela 01**) apresentaram valor médio de $107,78 + 36,95 \mu\text{g kg}^{-1}$, valor máximo de $201,70 \mu\text{g kg}^{-1}$, valor mínimo de $44,70 \mu\text{g kg}^{-1}$ e mediana de $104,20 \mu\text{g kg}^{-1}$.

No período de janeiro de 2010 a dezembro de 2010 (**Tabela 02**) as concentrações de mercúrio total apresentaram valor médio de $65,18 + 29,01 \mu\text{g kg}^{-1}$, valor máximo de $146,69 \mu\text{g kg}^{-1}$, valor mínimo de $22,93 \mu\text{g kg}^{-1}$ e mediana de $59,53 \mu\text{g kg}^{-1}$.

No período de janeiro de 2011 a dezembro de 2011 (**Tabela 03**) as concentrações de mercúrio total apresentaram valor médio de $29,39 + 21,82 \mu\text{g kg}^{-1}$, valor máximo de $99,64 \mu\text{g kg}^{-1}$ e o valor mínimo de $1,42 \mu\text{g kg}^{-1}$, enquanto que a mediana apresentou valor de $24,77 \mu\text{g kg}^{-1}$.

Nos meses de janeiro e fevereiro de 2012 (**Tabela 04**) as concentrações de mercúrio total apresentaram valor médio de $28,20 + 16,41 \mu\text{g kg}^{-1}$, valor máximo de $58,21 \mu\text{g kg}^{-1}$ e o valor mínimo de $4,82 \mu\text{g kg}^{-1}$ enquanto que a mediana apresentou valor de $27,63 \mu\text{g kg}^{-1}$, evidenciando pronunciada diminuição dos teores de mercúrio no solo da área do Canteiro de Obras do AHE Jirau no período de março de 2009 a fevereiro de 2012 (**Figura 09**), estando possivelmente associado a amostragem de solo em maiores profundidades devido ao desenvolvimento das escavações do empreendimento e conseqüentemente menores estoques de mercúrio. A tendência de menores teores de mercúrio com a profundidade do solo também foi evidenciada no Programa de Monitoramento Hidrobiogeoquímico.

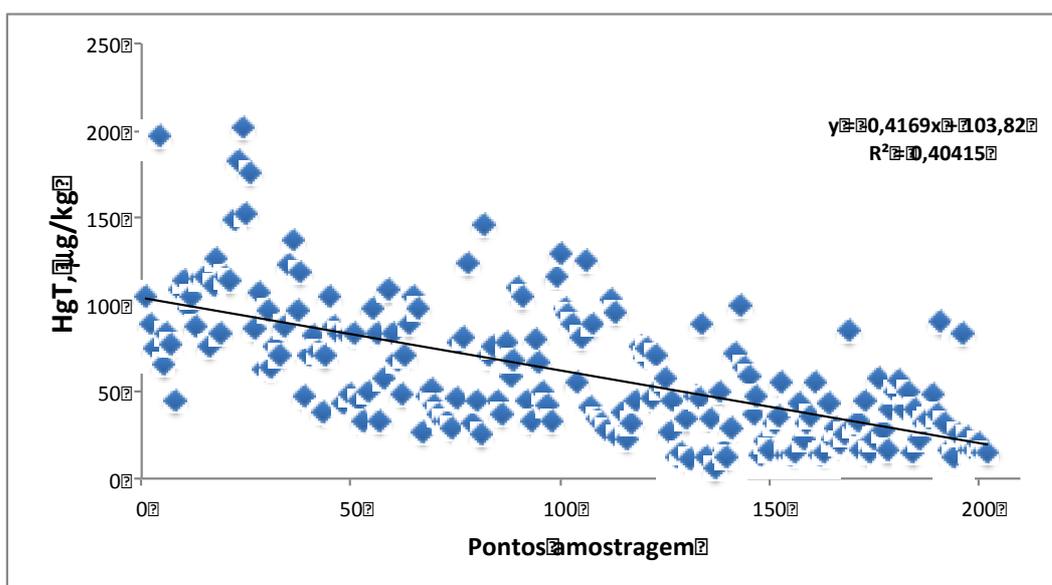


Figura 09 - Distribuição dos teores de mercúrio total (Hg-T) nas amostras da área do Canteiro de Obras do AHE Jirau no período de março de 2009 a fevereiro de 2012.

Os estudos do solo tem como função básica o conhecimento de sua composição química, possibilitando estimar as consequências do alagamento na qualidade futura da água do reservatório, das possíveis emissões para a atmosfera, do impacto no aquífero quanto aos níveis de mercúrio. Os teores de mercúrio total nas amostras de solo coletadas durante o período de março de 2009 a fevereiro de 2012 estão de acordo com os valores descritos na literatura para a região Amazônica (**Tabela 05**).

Tabela 05. Faixa de concentração de mercúrio total em solos marginais da região Amazônica. (Adaptado de Requelme *et al.* 2003).

Localização	Hg _T µg Kg ⁻¹	Referência
Alta Floresta - Mato Grosso	50–4.100	Hacon <i>et al.</i> (1997)
Riacho Arapapas - Rondônia	30–170	Sousa <i>et al.</i> (1999)
Bacia do Rio Vila Nova – Amapá	170–26.700	Gonçalves <i>et al.</i> (2000)
Rio Madeira – Rondônia	270-540	Malm <i>et al.</i> (1990)
Rio Madeira – Rondônia	50–2.620	Pfeiffer <i>et al.</i> (1991)
Rio Madeira – Rondônia	40-370	Bastos <i>et al.</i> (2006)
Rio Madeira – Alto Madeira	50-100	EIA-Tombo B 6/8

O padrão monomodal de descarga dos rios amazônicos ou pulso de inundação, combinado com a topografia plana de grande parte da bacia (planície amazônica), inunda e drena anualmente grandes áreas adjacentes aos rios, que correspondem às planícies de inundação. As variações do nível hidrológico determinam o pulso sazonal de inundação, que, por sua vez, promove um ciclo de carreamento de sedimentos e nutrientes pelo canal do rio. Os estudos espacial e temporal das concentrações médias de mercúrio total (Hg_T) nas amostras de solo coletadas na áreas de influência do AHE Jirau na bacia do rio Madeira durante o período hidrológico de enchente de 2010 (janeiro/2010) ao período hidrológico de enchente de 2012 (janeiro/2012) estão apresentados na **Tabela 06**.

Tabela 06. Resultados das concentrações de mercúrio total (µg kg⁻¹) no perfil de solo (cm) em horizontes coletados na bacia do rio Madeira no período de janeiro de 2010 à janeiro de 2012.

Pontos	Perfil	Média	Desvio Padrão	Mediana	Máximo	Mínimo
P1	5 cm	82,55	41,58	78,54	143,72	39,27
P1	20 cm	80,64	54,87	49,78	146,35	24,89
P1	40 cm	66,18	38,12	48,20	130,22	35,68
P1	60 cm	53,10	32,64	34,92	102,89	27,70
P1	100 cm	48,55	24,41	35,79	78,09	25,10
P2	5 cm	130,41	67,59	135,47	211,77	28,66
P2	20 cm	75,78	32,85	86,63	98,37	18,93
P2	40 cm	53,91	25,68	61,89	77,95	21,38

Pontos	Perfil	Média	Desvio Padrão	Mediana	Máximo	Mínimo
P2	60 cm	52,54	18,25	61,19	69,77	24,70
P2	100 cm	44,97	29,49	42,67	77,83	12,40
P3	5 cm	90,10	30,19	101,41	112,38	39,60
P3	20 cm	65,06	25,98	68,69	100,53	32,10
P3	40 cm	54,36	25,99	47,58	93,78	24,50
P3	60 cm	52,36	11,83	58,01	63,14	39,43
P3	100 cm	40,18	20,26	40,72	65,89	17,25
P4	5 cm	60,55	19,63	66,21	76,72	27,70
P4	20 cm	43,11	20,33	47,43	65,88	12,10
P4	40 cm	41,40	25,16	34,46	77,55	9,42
P4	60 cm	50,23	29,35	45,29	86,14	10,90
P4	100 cm	45,30	31,62	42,55	88,31	8,89
P5	5 cm	100,37	90,12	88,35	248,89	24,50
P5	20 cm	50,25	29,64	57,73	89,35	12,40
P5	40 cm	40,63	28,06	28,43	77,51	9,44
P5	60 cm	34,90	20,88	31,94	61,17	9,04
P5	100 cm	32,91	27,02	28,14	78,19	10,20
P6	5 cm	78,72	40,03	61,13	131,30	34,60
P6	20 cm	60,46	42,71	41,36	122,80	14,30
P6	40 cm	49,72	26,85	50,10	87,32	12,70
P6	60 cm	48,97	24,24	51,53	72,54	11,90
P6	100 cm	46,08	24,42	56,76	68,47	7,70
P7	5 cm	78,50	30,85	74,93	127,77	42,30
P7	20 cm	94,13	90,93	56,28	256,05	39,70
P7	40 cm	56,80	20,79	54,27	89,35	32,10
P7	60 cm	49,37	32,78	52,04	90,75	10,40
P7	100 cm	43,41	27,07	52,84	67,92	8,32
P8	5 cm	53,32	24,76	54,57	80,83	19,60
P8	20 cm	48,24	28,07	41,68	78,87	8,77
P8	40 cm	43,22	21,54	46,40	63,46	6,89
P8	60 cm	45,57	11,76	41,71	62,43	36,44
P8	100 cm	43,84	7,51	42,92	52,98	36,55
P9	5 cm	188,04	284,13	69,96	693,94	16,90
P9	20 cm	108,60	141,14	55,42	357,75	9,44
P9	40 cm	57,91	30,95	61,21	93,38	10,10
P9	60 cm	53,40	34,25	58,93	87,56	8,40
P9	100 cm	56,19	41,70	64,46	105,89	8,10
P10	5 cm	75,72	27,18	82,72	103,09	32,10



Pontos	Perfil	Média	Desvio Padrão	Mediana	Máximo	Mínimo
P10	20 cm	62,18	25,14	69,84	87,23	24,60
P10	40 cm	59,09	27,65	70,08	88,51	18,90
P10	60 cm	54,65	21,46	55,76	74,19	19,45
P10	100 cm	53,67	22,28	55,3	74,38	17,5
P11	5 cm	55,02	19,26	59,67	69,59	22,80
P11	20 cm	50,34	19,74	54,78	71,40	19,40
P11	40 cm	53,63	24,31	61,16	82,29	17,90
P11	60 cm	53,32	30,83	63,61	89,30	10,90
P11	100 cm	61,91	18,71	63,98	82,57	37,12
P12	5 cm	32,30	16,24	26,90	60,32	18,97
P12	20 cm	28,80	9,26	29,33	41,25	16,89
P12	40 cm	28,99	10,69	28,03	40,86	18,26
P12	60 cm	34,93	17,99	28,16	56,11	18,69
P12	100 cm	32,59	16,00	27,37	50,09	17,70
P13	5 cm	114,71	100,38	84,45	237,82	20,35
P13	20 cm	81,81	57,59	108,85	137,74	18,53
P13	40 cm	81,83	71,44	69,17	199,15	15,90
P13	60 cm	67,13	48,13	68,32	134,24	13,91
P13	100 cm	57,11	36,77	77,10	92,98	15,21
P14	5 cm	66,86	18,57	54,93	93,97	53,20
P14	20 cm	60,59	13,55	56,67	80,07	48,50
P14	40 cm	57,04	18,18	52,61	87,43	40,89
P14	60 cm	55,49	22,70	53,69	92,32	33,10
P14	100 cm	56,01	22,24	48,66	92,67	38,10
P15	5 cm	87,23	7,14	87,23	92,28	82,18
P15	20 cm	87,81	5,54	87,81	91,72	83,89
P15	40 cm	73,35	6,79	73,35	78,15	68,55
P15	60 cm	49,97	3,41	49,97	52,38	47,56
P15	100 cm	42,05	7,34	42,05	47,24	36,86
P16	5 cm	81,35	20,89	81,35	96,12	66,58
P16	20 cm	78,53	18,83	78,52	91,84	65,21
P16	40 cm	86,89	48,03	86,89	120,85	52,93
P16	60 cm	87,04	51,56	87,03	123,49	50,58
P16	100 cm	75,26	52,87	75,25	112,64	37,87

Horizontes: O, A1, A2, A3 e B, de acordo com a classificação proposta em Rocha *et. al* (2004).



Os solos possuem uma elevada capacidade de reter e armazenar elementos traço, devido ao forte acoplamento deste com o carbono presente. Os solos argilosos apresentam aparentemente uma elevada capacidade de reter elementos traço, podendo acumulá-los por muitos anos (Rocha *et. al.*, 2000 e 2003).

A **Tabela 06** mostra que os perfis de solo da superfície à 20 cm apresentaram maior estoque de mercúrio total quando comparados aos perfis de solo de 20 cm à 100 cm nas áreas dos pulsos de inundação do rio Madeira, sendo as medianas das concentrações de mercúrio total no solo de 26,90 a 135,47 $\mu\text{g kg}^{-1}$, com as concentrações máximas de 40,86 a 693,64 $\mu\text{g kg}^{-1}$. Os valores encontrados até o momento evidenciam o aporte mais recente de mercúrio possivelmente devido ao período de intensa atividade de garimpo de ouro na bacia do rio Madeira. Entretanto os níveis de mercúrio total nos perfis de solo coletados nas áreas dos pulsos de inundação do rio Madeira devem ser analisados com cuidado, uma vez que a integridade do perfil nem sempre é garantida, ou seja, o fato de se obter fatias do solo a partir da interface com a atmosfera, parte do pressuposto que não houve perturbação na forma de depósito nestes segmentos de solo.

A Resolução CONAMA nº 420/2009 que dispõe sobre os valores orientadores para solos, define como valor de prevenção a concentração de mercúrio de 500 $\mu\text{g kg}^{-1}$, acima da qual podem ocorrer alterações prejudiciais à qualidade do solo e da água subterrânea. O valor de intervenção indica a concentração de determinada substância no solo acima da qual existem riscos potenciais, diretos ou indiretos, à saúde humana considerada um cenário de exposição genérico. Para o solo, foi calculado utilizando-se procedimento de avaliação de risco à saúde humana para cenários de exposição de mercúrio em área agrícola de 12.000 $\mu\text{g kg}^{-1}$, área residencial de 36.000 $\mu\text{g kg}^{-1}$ e área industrial de 70.000 $\mu\text{g kg}^{-1}$.

As amostras de solo coletadas no Canteiro de Obras do AHE Jirau durante o período de março de 2009 a fevereiro de 2012 apresentaram valores de mercúrio total de 2 a 10 vezes menores quando comparado ao valor de prevenção preconizado pela Resolução CONAMA nº 420/2009 conforme pode ser evidenciado nas **Figuras de 05 a 09**, não evidenciando focos de contaminação difusa.

7. INDICADORES

Os indicadores do Programa de Acompanhamento Técnico das Escavações em Áreas de Provável Acúmulo de Mercúrio (PATE) no Canteiro de Obras do Aproveitamento Hidrelétrico (AHE) Jirau estão apresentados no **Quadro 06**. Eles foram concebidos com a finalidade de subsidiar o atendimento às metas estabelecidas para o programa.

Quadro 06 – Metas e Indicadores do Programa de Acompanhamento Técnico das Escavações em Áreas de Provável Acúmulo de Mercúrio

Meta	Resumo das atividades	Indicadores
Visitas técnicas ao Canteiro de Obras do AHE Jirau	Visitas técnicas mensais nas áreas de escavações e remoção dos materiais durante as atividades construtivas no Canteiro de Obras do AHE Jirau	36 visitas técnica
Análise das espécies de mercúrio em matrizes de interesse ambiental	Análise de mercúrio total (HgT) em matrizes de interesse ambiental (sedimento, solo e rocha), mensalmente durante as atividades construtivas do AHE Jirau	Análise de mercúrio total (HgT) em 224 matrizes de interesse ambiental
Treinamento da equipe de engenharia e dos trabalhadores diretos nas atividades de escavação	Treinamento técnico trimestral das equipes de meio ambiente e saúde do trabalho.	12 treinamentos técnicos

8. INTERFACES

O Programa de Acompanhamento Técnico das Escavações em Áreas de Provável Acúmulo de Mercúrio (PATE) no Canteiro de Obras do Aproveitamento Hidrelétrico (AHE) Jirau possui interfaces com o Programa de Monitoramento Hidrobiogeoquímico, Programa de Controle do Desmatamento, Programa de Comunicação Social, Programa de Saúde Pública, além do Programa Ambiental para Construção (PAC).

9. ATENDIMENTO AO CRONOGRAMA DO PROGRAMA

As atividades propostas no Programa de Acompanhamento Técnico das Escavações em Áreas de Provável Acúmulo de Mercúrio (PATE) no Canteiro de Obras do Aproveitamento Hidrelétrico (AHE) Jirau estão de acordo com o cronograma proposto inicialmente apresentado no **Quadro 07**.

Quadro 07 - Cronograma de execução das atividades do Programa de Acompanhamento Técnico das Escavações em Áreas de Provável Acúmulo de Mercúrio (PATE) no Canteiro de Obras do Aproveitamento Hidrelétrico (AHE) Jirau.

ATIVIDADES	ANO 1												ANO 2												ANO 3											
	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Visitas técnicas	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Monitoramento de mercúrio	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Treinamento da equipe	X												X												X											
Tratamento e disposição *																																				
Relatório			X												X												X									

* a distribuição das atividades referentes ao tratamento e disposição dos resíduos de mercúrio depende da identificação de fontes difusas de mercúrio e da análise da extensão da contaminação.



10. ATIVIDADES FUTURAS

As atividades futuras de execução deste Plano durante as atividades de escavações e deslocamentos de materiais de interesse ambiental no Canteiro de Obras do AHE Jirau estão apresentadas na **Quadro 08**.

Quadro 08 – Atividades futuras do Plano de Acompanhamento Técnico das Escavações em Áreas de Possíveis Acúmulos de Mercúrio

Atividade	Resumo das atividades
Visita técnica ao Canteiro de Obras do AHE Jirau	Visitas técnicas para o acompanhamento e coleta de amostras de interesse ambiental mensalmente no Canteiro de Obras do AHE Jirau.
Análises de mercúrio nas amostras de interesse ambiental	Campanha de campo mensal e análises de mercúrio total nas amostras de interesse ambiental (solo, sedimento de fundo e rochas)
Reunião técnica e treinamento da equipe técnica	Reuniões técnicas e treinamento da equipe técnica trimestralmente, visando a gestão ambiental e segurança do trabalho no Canteiro de Obras do AHE Jirau.

11. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As concentrações de mercúrio nas amostras de solo coletadas na área do Canteiro de Obras do AHE Jirau durante o período de março de 2009 a fevereiro de 2012 apresentaram tendência de diminuição com o desenvolvimento das escavações, uma vez que este material é oriundo de horizontes mais profundos, os quais não sofreram o aporte da deposição atmosférica do metal. Foram encontrados valores de mercúrio total de 2 a 10 vezes menores quando comparado ao valor de prevenção preconizado pela Resolução CONAMA nº 420/2009.

Portanto, considerando os resultados observados nas 224 amostras de interesse ambiental coletadas na área do Canteiro de Obras do AHE Jirau no estudo temporal de março de 2009 a fevereiro de 2012, associado à baixa movimentação de matrizes de interesse ambiental nesta fase do empreendimento, recomenda-se, amparado pelo extenso banco de dados já gerado, o término das atividades do Programa de Acompanhamento Técnico das Escavações em Áreas de Provável Acúmulo de Mercúrio no Canteiro de Obras do Aproveitamento Hidrelétrico Jirau.

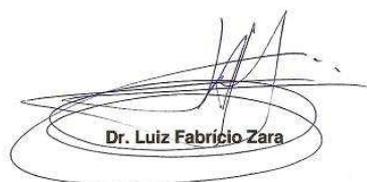
12. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AKAGI, H.; MALM, O.; KINJO, Y.; HARADA, M.; BRANCHES, F. J. P.; PFEIFFER, W. C.; KATO, H.;
Methylmercury pollution in the Amazon, Brazil Sci. Total Environ. 1995, 175, 85.
- BASTOS, W.R.; GOMES, J.P.O.; ALMEIDA, R.; OLIVERIA, R.C.; NASCIMENTO, E.L.; BERNARDI,
J.V.E.; LACERDA, L.D.; SILVEIRA, E.G.; PFEIFFER, W.C. Mercury in the environment and
riverside population in the Madeira River basin, Amazon, Brazil. Science of the Total
Environment 2006, 368, 344.
- BISINOTI, M. C.; JARDIM, W.F. O comportamento do metilmercúrio (metilHg) no ambiente
Química Nova 2007, 27, 593.
- BISINOTI, M. C.; SARGENTINI JUNIOR, E.; JARDIM, W.F. Seasonal behavior of mercury species in
waters and sediments from the Negro River Basin, Amazon, Brazil J. Brazilian Chem. Soc.
2007, 18, 544.
- BRASIL. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE-CONAMA RESOLUÇÃO CONAMA nº 420,
Brasília, 2009.
- BRASIL. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE-CONAMA RESOLUÇÃO CONAMA nº 357,
Brasília, 2005
- GOMES, J. P. O.; NASCIMENTO, E. L.; ALMEIDA, R.; BASTOS, W. R.; BERNARDI, J. V. E.; BARROS,
P. R. H. B. Distribuição espacial das concentrações de mercúrio em sólidos em suspensão
no Alto Rio Madeira, Rondônia. J. Braz. Soc. Ecotoxicol., 2006, 1, 131.
- LACERDA, L.D.; MALM, O. Contaminação por mercúrio em ecossistemas aquáticos: uma análise
das áreas críticas Estudos Avançados 2008, 22, 173.
- LECHLER, P.J.; MILLER, J.R.; LACERDA, L.D.; VINSON, D.; BONZONGO, J.C.; LYONS, W.B.;
WARWICK, J.J. Elevated Mercury concentrations in soils, sediments, water, and fish of
the Madeira River basin, Brazilian Amazon: a function of natural enrichments? The
Science of the Total Environment 2000, 260,87.
- MALM, O. Gold Mining as a Source of Mercury Exposure in the Brazilian Amazon.
Environmental Research. 1998, 77, 73.
- MALM, O. ; GUIMARÃES, J.R.D. ; CASTRO, M.B. ; BASTOS, W.R. ; VIANA, J.P. ; SILVEIRA, E.G.;
PFEIFFER, W.C. Follow-up of mercury levels in fish, human hair and urine in the Madeira
and Tapajós basins, Amazon, Brasil.. Water, Air and Soil Pollution 1997, 97,45.
- MARTINELLI, L.A.; FERREIRA, L.R.; FORSBERG, B.R.; VICTORIA, R.L. Mercury contamination in
the Amazon: a gold rush consequence Ambio 1988, 17, 252.

ROCHA, J.C.; SARGENTINI JÚNIOR, É.; ZARA, L.F.; ROSA, A.H.; SANTOS, A.; BURBA, P. Reduction of mercury(II) by tropical river humic substances (Rio Negro) - A possible process of the mercury cycle in Brazil Talanta 2000, 53, 551.

ROCHA, J.C.; SARGENTINI JÚNIOR, É.; ZARA, L.F.; ROSA, A.H.; SANTOS, A.; BURBA, P. Reduction of mercury(II) by tropical river humic substances (Rio Negro) - Part II. Influence of structural features (molecular size, aromaticity, phenolic groups, organically bound sulfur) Talanta 2003, 61, 699.

Goiânia, 04 de abril de 2012



Dr. Luiz Fabrício Zara



Dr. Ademir dos Santos



Dr. Julio César Rocha



Dr. Wilson Figueiredo Jardim

