

FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE
FEDERAL DE RONDÔNIA



RELATÓRIO PARCIAL DO 7º. TRIMESTRE AVALIAÇÃO AMBIENTAL

UNIR

Hidrobiogeoquímica do Mercúrio e Outros Metais Pesados no Rio Madeira - UHE Santo Antônio

Laboratório
**BIOGEOQUÍMICA
AMBIENTAL**
Wolfgang C. Pfeiffer

<http://www.biogeoquimica.unir.br>

Dezembro/2010

Coordenação:

Prof. Dr. Wanderley Rodrigues Bastos (bastoswr@unir.br)

Equipe Ambiental:

Dr. Márcio Rodrigues de Miranda (UFRJ/UNIR)
MSc. Ronaldo de Almeida (UNIR/UFRJ)
MSc. Elisabete Lourdes Nascimento (UNIR/UFRJ)
MSc. Roberta Carolina F. Galvão (UNIR)
MSc. Juliana Moreira de Menezes (UNIR)
Biol. Dario Pires de Cavalho (Mestrando/UNIR)
Biol. Igor Bruno Barboza de Holanda (Mestrando/UNIR)
Biol. Marília Higino Mussu (Mestranda/UNIR)
Biol. Maria Thereza Souza Bastos (UNIR)
Quím. Leidiane Caroline Lauthartte (Mestranda/UNIR)
Quím. Maria Cristina Nery do Nascimento (UNIR)
Quím. Victor Luís de França Machado (Mestrando/UNIR)
Charlliene Lima da Silva (Iniciação Científica/UNIR)
Júlia Yuones Herrmann (Iniciação Científica/UNIR)
Lauana Almeida Neres (Iniciação Científica/UNIR)
Lury Leitão Bernardino (Iniciação Científica/UNIR)
Tieme Ezita Miranda da Silva (Iniciação Científica/UNIR)
Clénia Rodrigues de Oliveira (Auxiliar de Laboratório/UNIR)
Francisco Martho Nogueira Militão Junior (Agente Administrativo/UNIR)

Consultores:

Dr. Olaf Malm (UFRJ)
Dr. Jean Remy Davee Guimarães (UFRJ)
Dr. Ene Glória da Silveira (UNIR)
Biol. Ricardo José Bastos Guimarães (UFRJ)
Biol. Levi Ribeiro de Amorim (UFRJ)

Laboratório
**BIOGEOQUÍMICA
AMBIENTAL**
Wolfgang C. Pfeiffer

1 APRESENTAÇÃO

O presente relatório, no novo formato de apresentação mensal, é parcial referente ao 7º Trimestre do monitoramento Hidrobiogeoquímico, contrato IEPAGRO/SAESA ____/2010, tem por objetivo apresentar os resultados do monitoramento das concentrações de metais pesados, com ênfase ao mercúrio, nas amostragens bióticas e abióticas referente ao período de Outubro a Dezembro/2010.

As atividades realizadas tiveram como objetivo coletar no mês de novembro/2010 a 7ª. Amostragem e analisar as amostras abióticas (água, sedimento de fundo, material particulado e solos) e bióticas (plânctons, macrófitas, invertebrados aquáticos e peixes) nas áreas indicadas no PBA Santo Antônio.

A amostragem referente ao 7º Trimestre ocorreu nos meses de novembro e dezembro de 2010 e compreendeu na coleta de matrizes bióticas e abióticas para a quantificação de mercúrio (Hg) e outros elementos químicos (Fe, Zn, Cd, Cr, Cu, Mn, Co, Ni e Pb) que encontram-se em análises no Laboratório de Biogeoquímica Ambiental Wolfgang C. Pfeiffer/UNIR.

Desta forma apresentamos as principais atividades e resultados parciais de algumas matrizes obtidos no 7º Trimestre desse projeto de pesquisa. Este relatório é apresentado na forma de capítulos divididos por cada matriz ambiental estudada.



Laboratório
BIOGEOQUÍMICA
AMBIENTAL
Wolfgang C. Pfeiffer

2 OBJETIVOS

2.1 Geral

➤ Efetuar monitoramento ambiental no pré-enchimento do Reservatório de Santo Antonio determinando as concentrações de poluentes organo-metálicos, a exemplo do mercúrio.

2.2 Específicos

- Quantificar os teores de mercúrio total (Hg-T) e metil-mercúrio (MeHg) em matrizes ambientais;
- Quantificar os corpos d'água da área de estudo quanto às principais variáveis físico-químicas;
- Quantificar as concentrações de elementos químicos (Pb, Cd, Cr, Zn, Mn, Fe, Co e Ni) nos compartimentos ambientais bióticos e abióticos;
- Identificar áreas potenciais de metilação do mercúrio;
- Promover treinamento na identificação, manipulação e armazenamento do mercúrio metálico aos responsáveis da construção civil da obra na etapa de movimentação de terras.
- Estruturar bancos de dados georreferenciados das matrizes bióticas e abióticas;
- Utilizar métodos estatísticos univariados, multivariados e geoestatísticos como ferramenta para o monitoramento do mercúrio durante a fase de pré-enchimento visando sua capacidade mitigadora e preditiva.



Laboratório
**BIOGEOQUÍMICA
AMBIENTAL**
Wolfgang C. Pfeiffer

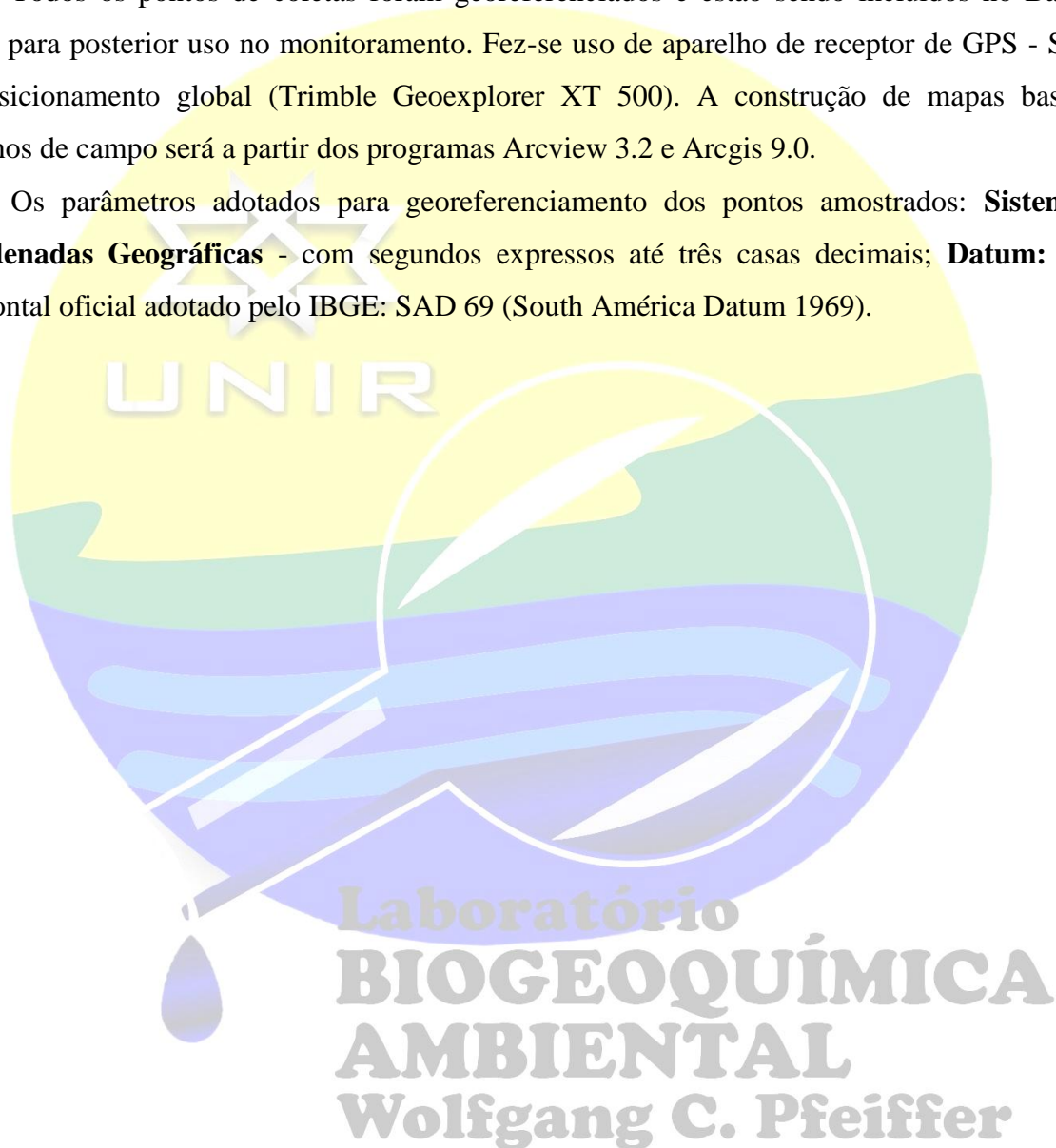
3 ÁREA DE ESTUDO

A área em estudo compreende trechos a montante e jusante da área considerada de influência do aproveitamento hidrelétrico de Santo Antônio (Figura 1).

A escolha das estações de coletas na área de estudo compreende primeiramente as áreas indicadas no EIA-RIMA como áreas com potencial para organificação de Hg. Além destas áreas, as amostragens se estenderam as outras estações de coletas apresentadas na figura 1 e na tabela 1.

Todos os pontos de coletas foram georeferenciados e estão sendo incluídos no Banco de Dados para posterior uso no monitoramento. Fez-se uso de aparelho de receptor de GPS - Sistema de Posicionamento global (Trimble Geoexplorer XT 500). A construção de mapas base para trabalhos de campo será a partir dos programas Arcview 3.2 e Arcgis 9.0.

Os parâmetros adotados para georeferenciamento dos pontos amostrados: **Sistemas de Coordenadas Geográficas** - com segundos expressos até três casas decimais; **Datum:** Datum Horizontal oficial adotado pelo IBGE: SAD 69 (South América Datum 1969).



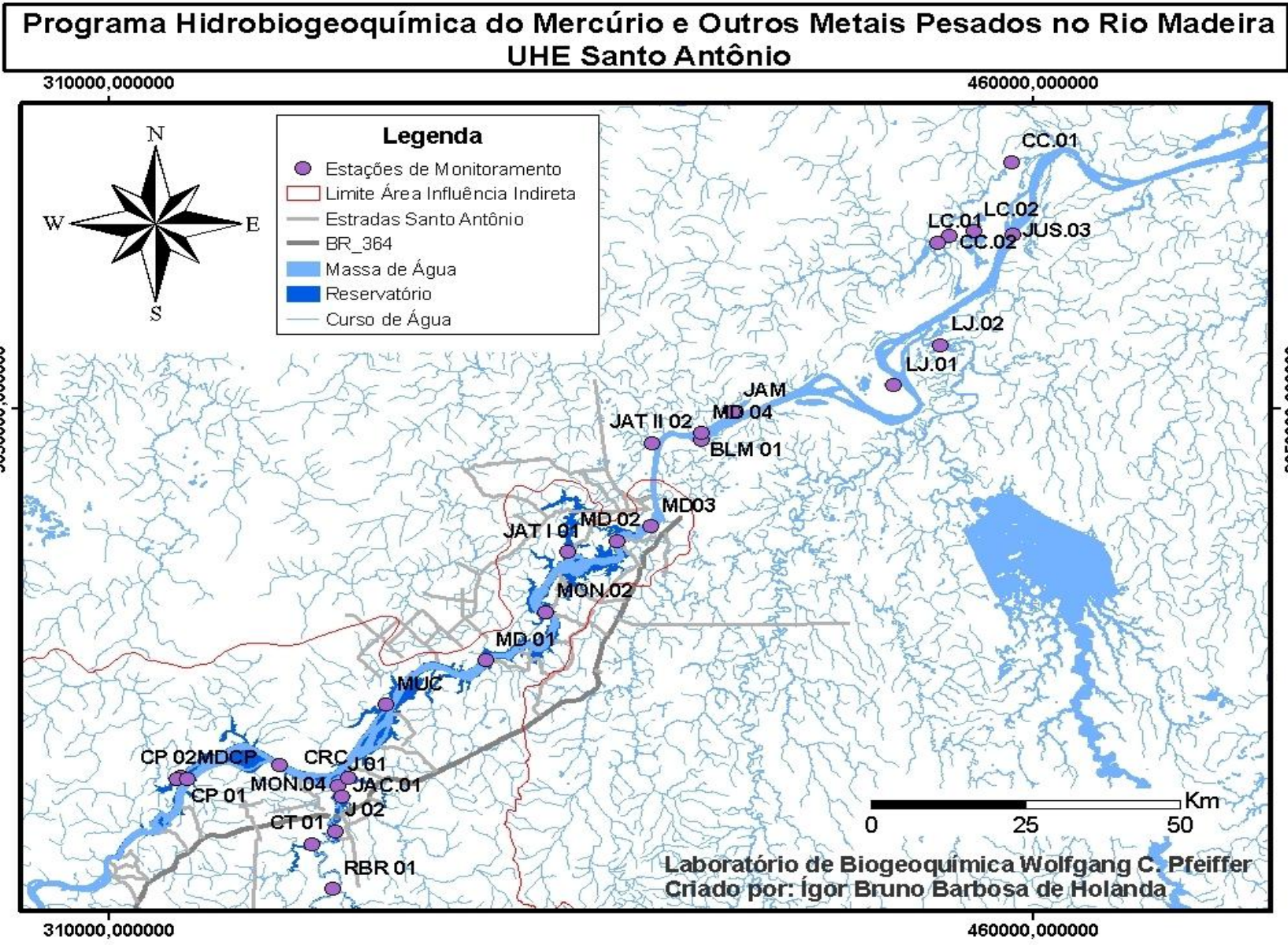


Figura 1. Área de estudo no Rio Madeira evidenciando as estações de monitoramento.

Tabela 1. Localização das estações de monitoramento com as coordenadas geográficas em UTM e código das amostras.

Código das Estações de Monitoramento	Coordenadas: UTM/Datum: Sad 69/ Zona: 20L		Descrição das Estações de Monitoramento
	Longitude	Latitude	
BLM 01	406273,967	9044400,601	Igarapé Belmont
CP 01	321618,051	8983355,312	Primeira Estação do Rio Caripunas
CP 02	321048,621	8982950,455	Segunda Estação do Rio Caripunas
CT 01	342919,204	8971136,310	Rio Contra
J 01	347109,686	8981698,192	Rio Jací-Parana
J 02	346781,596	8973505,777	Meandro do Rio Jací-Parana
JAT I 01	384539,715	9024006,687	Rio Jatuarana I
JAT II 01	398124,206	9043686,424	Rio Jatuarana II
MD 01 c	371247,682	9004371,914	Centro do Rio Madeira Próximo às Corredeiras do Morrinho
MD 01 d	371857,628	9004062,776	Margem Direita do Rio Madeira Próximo às Corredeiras do Morrinho
MD 01 e	370825,017	9004875,974	Margem Esquerda do Rio Madeira Próximo às Corredeiras do Morrinho
MD 02 c	392579,799	9025917,021	Centro do Rio Madeira à Montante de Santo Antonio
MD 02 d	392969,560	9025859,343	Margem Direita do Rio Madeira à Montante de Sto Antonio
MD 02 e	392009,605	9026026,354	Margem Esquerda do Rio Madeira à montante de Sto Antonio
MD 03 c	398060,995	9028624,335	Centro do Rio Madeira à Jusante de Santo Antônio
MD 03 d	398297,548	9028324,917	Margem Direita do Rio Madeira à Jusante de Santo Antônio
MD 03 e	397742,539	9028988,359	Margem Esquerda do Rio Madeira à Jusante de Santo Antônio
MD 04 c	406280,354	9045466,597	Centro do Rio Madeira à Jusante de Santo Antônio em Frente ao Igarapé Belmont
MD 04 d	406654,284	9044698,531	Margem Direita do Rio Madeira à Jusante de Santo Antônio em Frente ao Igarapé Belmont
MD 04 e	405931,343	9045982,887	Margem Esquerda do Rio Madeira à Jusante de Santo Antônio em Frente ao Igarapé Belmont
MDCP c	322645,757	8982927,388	Centro do Rio Madeira Próximo ao Rio Caripunas à Montante de Sto Antônio
MDCP d	323530,105	8982763,213	Margem Direita do Rio Madeira Próximo ao Rio Caripunas à Montante de Sto Antônio
MDCP e	321891,249	8983259,754	Margem Esquerda do Rio Madeira Próximo ao Rio Caripunas à Montante de Sto Antônio

continuação

Código das Estações de Monitoramento	Coordenadas: UTM/Datum: Sad 69/ Zona: 20L		Descrição das Estações de Monitoramento
	Longitude	Latitude	
RBR 01	346294,888	8963076,064	Rio Branco
MON.04	337644,209	8985604,160	Rio Madeira, cerca de 10km à montante da foz do rio Jaciparaná
JAC.01	347854,513	8979745,398	Rio Jaciparaná, cerca de 4km à montante de sua foz
CRC	348959,069	8983085,517	Rio Caracol, cerca de 1km à montante de sua foz
MUC	355055,982	8996406,935	Rio Mucuí, margem esquerda do rio Madeira
MON.02	380990,093	9013074,405	Rio Madeira, cerca de 10km à montante da Cachoeira de Teotônio
JAM	411313,267	9049368,889	Rio Jamarí, cerca de 10km à montante de sua desembocadura no rio Madeira
LJ.01	437489,779	9054141,675	Lago de jusante, cerca de 33 Km à jusante da Cachoeira de Santo Antônio
LJ.02	445013,860	9061446,853	Lago de jusante, cerca de 70 Km à jusante da Cachoeira de Santo Antônio
JUS.03	456786,590	9081491,730	Rio Madeira, cerca de 20km à jusante da desembocadura do rio Jamarí
CC.01	456523,281	9094430,811	Canal Cuniã, cerca de 10km à montante da foz do canal do lago
CC.02	446412,536	9081241,608	Canal Cuniã, cerca de 42km à montante da foz do canal do lago
LC.01	444580,760	9079905,869	Lago Cuniã, cerca de 2,5km à montante de CC.02
LC.02	450429,046	9082089,966	Lago Cuniã, cerca de 6,5km à montante de CC.02



Laboratório
**BIOGEOQUÍMICA
AMBIENTAL**
Wolfgang C. Pfeiffer

CAPITULO I

I.1. Material Particulado em Suspensão (MPS)

As amostras de água coletadas em novembro/dezembro de 2010 para quantificação de MPS e dos teores de metais pesados encontram-se em fase final de análises (Tabela I.1).

As amostras de MPS foram obtidas a partir da água sub-superficial (cerca de 20 cm de profundidade) coletadas em frascos de 5 litros de polietileno e mantidas sob refrigeração até o Laboratório de Biogeoquímica Ambiental/UNIR para processo de filtração a vácuo em filtro millipore de celulose de 0,45 μ m de porosidade. Após esse procedimento obteve-se resultados de massa de sólidos em suspensão por volume de água filtrada (mg.L⁻¹) e serão obtidos os teores de Hg e outros metais pesados (mg.kg⁻¹). Esta amostragem tem como objetivo apresentar o total de sólidos em suspensão na água, assim como quantificar os teores de metais pesados, com ênfase ao Hg, que foram quantificados por espectrofotometria de absorção atômica de chama para Cd, Cu, Cr, Co, Fe, Mn, Ni, e Pb (AA-400, Perkin Elemer) e por geração de vapor frio para Hg total (FIMS-400, Perkin Elemer).

As amostras já foram filtradas, a próxima etapa será a extração química, quantificação e planilhamento dos resultados desses elementos químicos.

Tabela I.1. Amostras de água coletadas na T7 para obtenção do MPS em fase de análises laboratoriais.

Registro do Laboratório	Código Campo	Data da Coleta
AGCT 19943	T7CTAG	23/11/10
AGRB 19948	T7RBAG	23/11/10
AGJP 19954	T7AGJ01	24/11/10
AGJP 19959	T7AGJP02	24/11/10
AGMD 19969	T7M01AG	25/11/10
AGMD 19970	T7MDCOAG	25/11/10
AGCP 19971	T7CP02AG	25/11/10
AGMD 19975	T7MD02AG	26/11/10
AGJT 19976	T7JATIAG	26/11/10
AGMD 19984	T7MD03AG	29/11/10
AGMD 19985	T7MD04AG	29/11/10
AGJT 19986	T7JATIAG	29/11/10

CAPITULO II

II.1 Água (AG)

A seguir são apresentados os resultados de cobalto, cromo, cobre, cádmio, chumbo, ferro, manganês, níquel, e zinco (Tabela II.1), na fração água total. Para nível de comparação encontram-se nas tabelas citadas os valores estabelecidos pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA, através da resolução 357 de 17 de março de 2005. Valores estes, usados como referência para águas doces Classe I, destinadas ao abastecimento doméstico sem prévia ou com simples desinfecção e à preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas.

Ao se comparar os resultados obtidos até o momento com os valores preconizados pela resolução CONAMA-357, foi possível verificar que os elementos cobalto, cromo, cádmio, chumbo, cobre, zinco e níquel, apresentou concentrações abaixo às preconizadas por esta resolução, com exceção apenas dos elementos, ferro e manganês, que tiveram concentrações mais elevadas, devido à composição natural do solo da bacia de drenagem, em que estes elementos são constituintes importantes.

Tabela II.1: Concentração de Pb, Cd, Zn, Cr, Cu, Co, Fe, Mn e Ni encontrados na fração Água Total no rio Madeira e seus tributários referentes ao sétimo trimestre (outubro, novembro e dezembro/2010) do presente estudo.

Localidade	Pb	Cd	Zn	Cr	Cu	Co	Fe	Mn	Ni
	mg.L ⁻¹	mg.L ⁻¹	mg.L ⁻¹	mg.L ⁻¹	mg.L ⁻¹	mg.L ⁻¹	mg.L ⁻¹	mg.L ⁻¹	mg.L ⁻¹
RB	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CP	<0,0010	<0,0002	0,0268	<0,0002	<0,0002	<0,0002	3,7160	0,0904	<0,0002
JP 01	<0,0010	<0,0002	0,0098	<0,0002	<0,0002	<0,0002	0,7690	0,0668	<0,0002
JP 02	<0,0010	<0,0002	0,0559	<0,0002	<0,0002	<0,0002	0,6900	0,0559	<0,0002
JAT 01	<0,0010	<0,0002	0,0192	<0,0002	<0,0002	<0,0002	4,9560	0,1157	0,0055
JAT 02	<0,0010	<0,0002	0,0204	<0,0002	<0,0002	<0,0002	5,9960	0,1096	0,0060
BELM	<0,0010	<0,0002	0,0346	<0,0002	<0,0002	<0,0002	2,7000	0,0327	<0,0002
CT	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MD 01	<0,0010	<0,0002	0,0138	<0,0002	<0,0002	<0,0002	1,1190	0,0345	<0,0002
MD 02	<0,0010	<0,0002	0,0206	<0,0002	<0,0002	<0,0002	1,4580	0,0496	<0,0002
MD 03	<0,0010	<0,0002	0,0258	0,0009	<0,0002	<0,0002	1,2230	0,0421	0,0016
MD 04	<0,0010	<0,0002	0,0069	<0,0002	<0,0002	<0,0002	1,1410	0,0399	<0,0002
MD05	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Conama	0,0100	0,0010	0,1800	0,0500	0,0090	0,0500	0,3000	0,1000	0,0250

II.2 Metil-Mercúrio na Água (MeHg)

Análise de metilmercúrio total (MeHgT) e metilmercúrio dissolvido (MeHgD)

As amostras de água filtradas e não filtradas foram analisadas para metil-mercúrio (MeHg) após a destilação, separação por cromatografia (CG) e detecção por espectroscopia de fluorescência atômica (AFS). Os protocolos de destilação e análise das amostras foram baseados nos métodos desenvolvidos por (Bloom & Fitzgerald, 1988; EPA, 2001). Para análise de metilmercúrio na água total (MeHgT) e metilmercúrio dissolvido (MeHgD). Duas alíquotas de 50mL de cada amostra foram submetidas a destilação em bloco de alumínio (*DMS Brooks Rand Lab*) a 125°C com fluxo constante de N₂ por 5 horas. Cerca de 40mL de cada alíquota é destilada após adição de 200µL de pirrolidina ditiocarbamato de amônio (*APDC*), como agente de complexação. A alíquota é destilada em frasco de PTFE marca Savillex. Após destilação as amostras são transferidas para frasco âmbar 40mL, adicionou-se 200µL de solução *buffer* para ajuste do pH para 4,9, posteriormente faz-se a etilação aquosa das amostras com adição de 50µL do agente derivatizante NaBEt₄. As amostras são em seguida analisadas por CG-AFS (*MERX™ Automated Methyl Mercury Analytical System – Brooks Rand*).

A tabela II.1 apresenta os dados de MeHg na água filtrada e não filtrada durante o período de maio de 2010 a novembro de 2010. A tabela II.2 apresenta os valores máximos e mínimos de MeHg em ng.l⁻¹ do rio Madeira e seus afluentes e estudos realizados em outros sistemas aquáticos. Os afluentes do rio Madeira apresentam valores médios de MeHg superiores aos encontrados no rio Madeira. Estes valores médios são influenciados por ambientes mais lenticos identificados nos afluentes. Como exemplo, o Lago Madalena (JP02) no rio Jaci Paraná, igarapé Jatuarana I que durante o período de amostragem apresentava fluxo de água diminuído durante o período final de vazante (Maio, 2010) dos igarapés. Durante o período de águas baixas foi observado decréscimo dos valores de metilmercúrio nos afluentes e no rio Madeira (Tabela II.2.1). Com tendência ao aumento nas concentrações de MeHg na água no mês de novembro. O igarapé Belmont apresenta os maiores valores de MeHg 0,599 ng.l⁻¹ no período de enchente. Durante o período de seca os valores dos afluentes e rio Madeira são muito próximos tanto na fase dissolvida como na água total (Tabela II.2.2). A bacia do igarapé Belmont é altamente impactada pelo desenvolvimento urbano e agrícola. De acordo com Menezes (2007) apenas 45% da bacia do igarapé Belmont apresentava cobertura vegetal original. Atividades como terraplanagem e arruamentos modificam seu curso superior o que causou o afogamento dos canais de drenagem de pequenos igarapés, que já estão transformados em canais de esgotos a céu aberto. Ressalta-se ainda que cerca de 21% da população de Porto Velho residem nesta micro-bacia hidrográfica (MENEZES 2007).

Tabela II.1. Dados de MeHg na água filtrada e não filtrada durante o período de Maio, Agosto e Novembro de 2010.

Id_Loc	Descrição das estações de coleta	Maio de 2010			Agosto 2010			Novembro 2010		
		MeHgT	MeHgD	MeHgD/ MeHgT	MeHgT	MeHgD	MeHgD/ MeHgT	MeHgT	MeHgD	MeHgD/ MeHgT
		ng.l ⁻¹	ng.l ⁻¹	%	ng.l ⁻¹	ng.l ⁻¹	%	ng.l ⁻¹	ng.l ⁻¹	%
JP01	JP01=Jaci Paraná	0,072	0,040	55,8	0,043	0,021	48,8	0,084	0,042	50,03
JP02	JP02 = Jaci Paraná/Lago Madalena	0,130	0,056	43,0	0,026	0,014	53,8	0,042	0,033	77,65
RB01	RB01=Rio Branco	0,051	0,026	51,6	0,037	0,023	62,2	0,065	0,042	64,78
CT01	CT01=Rio Contra	0,049	0,032	65,6	0,061	0,020	32,8	0,094	0,059	63,49
MDCP	MDCP=Rio Madeira/Foz rio Caripunas	0,061	0,075	-	0,030	0,026	86,7	0,055	0,031	56,87
CP01	CP01=Rio Caripunas	0,046	0,028	62,2	0,033	0,029	87,9	0,117	0,050	42,68
MD01	MD01=Rio Madeira/Cachoeira dos Morrinhos	0,068	0,051	75,1	0,053	0,047	88,7	0,048	0,035	72,86
MD02	MD02=Rio Madeira/Montante Santo Antonio	0,049	0,051	-	0,042	0,022	52,4	0,048	0,028	59,87
MD03	MD03=Rio Madeira/Jusante Santo Antonio	0,053	0,049	93,0	0,069	0,044	63,8	0,045	0,033	72,12
MD04	MD04=Rio Madeira/Jusante Santo Antonio	0,057	0,042	74,1	0,049	0,038	77,6	0,064	0,033	51,69
JTI	JTI=Igarapé Jatuarana/Montante Santo Antonio	0,339	0,161	47,6	0,031	0,017	54,8	0,148	0,145	98,31
JTII	JTII= Igarapé Jatuarana II/Jusante Santo Antonio	0,140	0,064	46,2	0,085	0,051	60,0	0,133	0,086	64,49
BLM01	BLM01=Igarapé Belmonte/Jusante Santo Antonio	0,409	0,159	38,8	0,084	0,016	19,0	0,599	0,375	62,60

Tabela II.2. Comparação das concentrações de Metilmercurio em água (MeHg ng.l⁻¹) filtrada e não filtrada dos rios Madeira e seus afluentes e outros estudos.

Localização do Estudo	MeHg	MeHg (ng.l⁻¹) Min. - Máx	Referência
Afluentes (Alto rio Madeira)	MeHgT	0,046 - 0,409	Maio, 2010 ^b
Afluentes (Alto rio Madeira)	MeHgT	0,026 - 0,085	Agosto, 2010 ^b
Afluentes (Alto rio Madeira)	MeHgT	0,042 - 0,599	Novembro, 2010 ^b
Afluentes (Alto rio Madeira)	MeHgD	0,026 - 0,161	Maio, 2010 ^b
Afluentes (Alto rio Madeira)	MeHgD	0,014 - 0,051	Agosto, 2010 ^b
Afluentes (Alto rio Madeira)	MeHgD	0,375 - 0,033	Novembro, 2010 ^b
Rio Madeira (Alto rio Madeira)	MeHgT	0,049 - 0,068	Maio, 2010 ^b
Rio Madeira (Alto rio Madeira)	MeHgT	0,031 - 0,069	Agosto, 2010 ^b
Rio Madeira (Alto rio Madeira)	MeHgT	0,048 - 0,636	Novembro, 2010 ^b
Rio Madeira (Alto rio Madeira)	MeHgD	0,042 - 0,075	Maio, 2010 ^b
Rio Madeira (Alto rio Madeira)	MeHgD	0,017 - 0,044	Agosto, 2010 ^b
Rio Madeira (Alto rio Madeira)	MeHgD	0,028 - 0,035	Novembro, 2010 ^b
Everglades (Período de seca)	MeHgT	0,035 - 3,800	Liu et al 2008
Everglades (Período de cheia)	MeHgT	0,038 - 2,800	Liu et al 2008
Rio Madeira (Baixo rio Madeira)	MeHgT	0,610 - 1,825	Bozongo et al 2002
Rio Madeira (Baixo rio Madeira)	MeHgD	0,300 - 0,647	Bozongo et al 2002
Rio Tapajós (Área de inundação periódica)	MeHgD	0,010 - 0,040	Roulet et al 2000
Quebec, Canadá	MeHgT	0,070 - 0,090	Schetagne et al 2000
Quebec, Canadá	MeHgD	0,010 - 0,080	Montgomery et al 2000

As variações de MeHg na água, tanto na fração total como na fração dissolvida, deve-se aos processos de ocupação humana e das características fisiográficas de cada bacia hidrográfica. O rio Branco, por exemplo, apresenta águas brancas, transporte de material orgânico grosseiro e material inorgânico particulado, tem seu entorno bastante preservado. O rio Contra é de águas claras e com forte correnteza. O rio Jaci Paraná é principal afluente do rio Madeira na área de estudo, apresenta águas claras e recebe águas dos tributários rio Branco e rio Contra. Na estação JP01, próximo a foz apresenta valor próximo aos encontrados no rio Madeira. Ao mesmo tempo o lago Madalena (JP02) formado pelo meandro abandonado do rio Jaci Paraná apresenta ambiente lentic e valor de MeHgT cerca de 2 vezes superior a estação JP01. O valores máximos de MeHgT e MeHgD encontrados durante o período de vazante nos afluentes foram do igarapé Belmonte ($0,460 \text{ ng.l}^{-1}$) e Jatuarana I ($0,160 \text{ ng.l}^{-1}$). Durante o período de águas baixas, no entanto os valores encontrados para o igarapé Belmont foi de $0,084 \text{ ng.l}^{-1}$.

Poucos dados estão disponíveis na literatura que permitem uma maior comparação com as concentrações de MeHg encontradas neste monitoramento no rio Madeira. Os dados da bacia do rio Tapajós são semelhantes aos valores encontrados no rio Madeira durante o período de monitoramento (Maio a Novembro, 2010). Na tabela II.2 destaca-se o trabalho realizado por Bozongo et al (2002), onde os valores encontrados mostram-se bem superiores ($0,600 - 1,825 \text{ ng.l}^{-1}$) aos encontrados neste programa de Monitoramento. Os valores de metilmercurio encontrados neste monitoramento são 10 vezes mais baixos do que os valores encontrados por Bozongo et. al. (2002). Devemos considerar que o trabalho realizado por Bozongo et al (2002), não compreende o trecho encachoeirado do rio Madeira, mas, sim o trecho entre Porto Velho (Jusante de Santo Antonio) até a foz do rio Madeira no rio Amazonas. A estação MD04 é única estação que compreende a área estudada por Bozongo et. al. (2002) e mesmo assim não corrobora tais dados. Os dados encontrados para o rio Madeira e afluentes estão de acordo com dados encontrados nos demais trabalhos citados na tabela II.2.

Laboratório
**BIOGEOQUÍMICA
AMBIENTAL**
Wolfgang C. Pfeiffer

CAPITULO III

III.1. Sedimentos (SD)

Durante o período de 22 de Novembro a 01 de Dezembro de 2010, foi realizado trabalho de campo para coleta das matrizes bióticas e abióticas referente ao respectivo projeto. As análises dos elementos (Cd, Cr, Cu, Pb, Mn, Fe, Zn, Ni, Co e Hg) da matriz sedimento, seguiram o protocolo de atividades e começaram a ser realizadas a partir do dia 03/12/2010. Durante o período de 03/12/2010 até o dia 22/12/2010 foi realizada a separação granulométrica do sedimento na fração menor de 200mesh, utilizando peneiramento úmido. Após este fracionamento as amostras foram colocadas em grau de porcelana para retirada de umidade em estufas a 40°C, onde passaram por processo de maceração.

Pesou-se em balança analítica (Modelo AM 220), 0,5 g de cada amostra em duplicata para a determinação de Hg total. Para análise dos elementos (Cd, Cr, Cu, Pb, Mn, Fe, Zn, Ni e Co) pesou-se 2g de cada amostra, também em duplicatas. Foram preparadas 18 amostras de sedimento das estações de monitoramento. As próximas etapas a serem realizadas são de solubilização ácida para quantificação das concentrações dos elementos traços: Cobalto (Co); Manganês (Mn); Cromo (Cr); Níquel (Ni); Chumbo (Pb); Cobre (Cu); Ferro (Fe) e Zinco (Zn) em equipamento de absorção atômica Perkin Elmer AA 400 e mercúrio(Hg) em equipamento de espectrofotometria de absorção atômica por geração de vapor frio com sistema de injeção em fluxo Perkin Elmer (FIMS 400).

O resultado das análises irão subsidiar o relatório trimestral da fase de pré enchimento referente ao 7º. Trimestre, visando atender o Plano Básico Ambiental da Usina hidrelétrica de Santo Antonio (PBA-Santo Antônio) e serão apresentados conforme o regime hidrológico da região (Tabela III.1). Os resultados dos elementos por estação de coleta e período, assim como seus valores médios, desvio padrão, máximo e mínimo dos tributários seguem em conformidade com relatório anterior Tabela III.2.

Tabela III.1 : Período e código de coleta por trimestre.

Mês/ano	CódigoColeta
Julho, 2008	T0
Agosto, 2009	T2
Novembro, 2009	T3
Fevereiro,2010	T4
Maio ,2010	T5
Agosto, 2010	T6
Novembro 2010	T7

Tabela III.2 : Tabela dos tributários do rio Madeira com média, desvio padrão, máximo e mínimo e concentração dos elementos por estações e período com valores de referência.

Localidade	Trimestre	Cobalto (mg.kg ⁻¹)	Manganês (mg.kg ⁻¹)	Cromo (mg.kg ⁻¹)	Níquel (mg.kg ⁻¹)	Chumbo (mg.kg ⁻¹)	Cobre (mg.kg ⁻¹)	Ferro (mg.kg ⁻¹)	Zinco (mg.kg ⁻¹)	Mercúrio (mg.kg ⁻¹)
RBR 01	T 0	4,96	65,05	16,13	3,83	16,12	4,53	9965,96	97,92	0,1419
RBR 01	T 2	7,96	489,90	6,56	1,29	14,15	4,66	59836,30	48,39	0,1190
RBR 01	T 3	6,63	239,58	8,01	2,90	2,64	3,92	28920,90	22,60	0,1095
RBR 01	T 4	9,24	404,96	9,56	3,10	15,63	4,47	51806,40	41,56	-
RBR 01	T 5	9,45	881,3	10,08	1,47	14,24	5,19	32575,70	42,73	0,0540
RBR 01	T6	3,78	48,41	6,59	1,62	12,24	4,29	15636,42	29,19	0,0884
CT 01	T 0	0,15	10,38	2,59	<LDT	3,04	0,56	391,31	79,00	0,1055
CT 01	T 2	2,47	52,25	4,70	0,51	8,56	3,45	12034,80	16,40	0,0720
CT 01	T 3	2,37	13,37	5,71	2,93	12,08	2,93	15445,50	10,17	0,0814
CT 01	T 4	3,38	26,46	8,89	3,32	11,85	5,38	24858,70	52,67	0,0721
CT 01	T 5	2,60	27,60	8,24	1,57	9,72	3,35	9684,90	20,53	0,0866
CT 01	T6	1,30	12,47	8,70	2,35	7,65	3,77	8209,32	10,99	0,0645
J 01	T 0	9,05	287,32	14,42	12,93	14,83	8,53	318,96	85,55	0,0575
J 01	T 2	5,56	221,75	5,17	1,63	11,85	4,20	25404	32,84	0,0910
J 01	T 3	9,63	548,60	6,46	3,69	15,32	4,79	34079,50	33,43	0,0919
J 01	T 4	11,27	769,24	7,67	3,42	15,51	4,86	45495,10	45,47	0,0903
J 01	T 5	4,32	121,08	6,92	1,11	11,97	3,38	12212,50	23,10	0,1178
J 01	T6	3,06	100,16	5,24	1,80	12,11	2,98	9244,56	20,51	0,0849
J 02	T 0	3,38	24,58	10,22	4,09	12,12	5,82	4944,03	85,16	0,1090
J 02	T 2	2,34	24,75	5,54	1,53	14,70	6,97	14780,70	37,98	0,1335
J 02	T 3	2,98	17,57	5,07	3,53	17,48	7,20	10442,30	28,02	0,1180
J 02	T 4	2,61	18,53	7,24	3,47	17,56	7,28	13023,90	27,87	0,1110
J 02	T 5	2,95	34,79	7,24	2,61	14,74	7,54	10606,80	31,92	0,0785
J 02	T6	1,18	14,99	6,34	2,33	11,69	5,74	7455,57	16,47	0,0725

		Cobalto	Manganês	Cromo	Níquel	Chumbo	Cobre	Ferro	Zinco	Mercúrio
Localidade	Trimestre	(mg.kg⁻¹)	(mg.kg⁻¹)	(mg.kg⁻¹)	(mg.kg⁻¹)	(mg.kg⁻¹)	(mg.kg⁻¹)	(mg.kg⁻¹)	(mg.kg⁻¹)	(mg.kg⁻¹)
CP 01	T 0	4,39	69,05	9,79	9,24	14,40	6,99	3814,05	89,81	0,0907
CP 01	T 2	5,90	95,92	5,12	8,32	14,51	9,04	32647,40	55,75	0,084
CP 02	T 0	2,90	35,02	9,41	5,38	14,84	4,04	2581,53	91,37	0,1244
CP 02	T 2	1,94	28,60	4,01	2,42	9,47	3,16	10432,80	16,41	0,136
CP 02	T 3	1,78	9,81	2,62	2,14	12,26	2,74	7269,22	9,29	0,0668
CP 02	T 4	2,46	19,69	4,32	2,82	14,22	3,72	24515,40	16,12	0,0894
CP 02	T 5	3,19	25,71	5,91	5,81	13,50	4,72	6820,85	20,72	0,0967
JAT I	T 0	6,50	55,89	9,42	11,89	5,50	3,35	2947,34	93,76	0,0856
JAT I	T 2	6,31	52,01	2,28	4,88	6,28	3,78	11442,10	27,41	0,047
JAT I	T 3	7,26	41,97	4,29	7,10	13,02	5,37	21125,60	32,09	0,0535
JAT I	T 4	5,64	68,17	7,53	8,63	13,77	8,05	30871,20	43,64	0,0619
JAT I	T 5	7,69	240,12	7,32	11,53	9,35	10,36	16390,90	45,09	0,0748
JAT II	T 0	6,18	68,93	12,04	15,93	10,53	8,82	159,90	85,5	0,0408
JAT II	T 2	5,59	67,38	3,57	7,79	9,13	7,05	23237,80	46,12	0,0447
JAT II	T 3	6,87	37,61	4,69	10,63	10,37	6,78	9133,94	43,11	0,0472
JAT II	T 4	5,45	46,26	4,42	7,66	8,61	5,31	13995,60	34,31	0,0412
JAT II	T 5	5,13	62,22	5,89	9,10	8,24	6,87	9080,27	33,55	0,0515
BLM 01	T 0	9,02	171,86	19,40	21,17	13,19	15,35	13528,70	95,42	0,0441
BLM 01	T 2	10,48	386,42	7,70	13,87	13,62	15,63	47873,60	79,27	0,0498
BLM 01	T 3	8,73	88,09	8,12	14,10	15,06	13,80	52277,20	60,10	0,0389
BLM 01	T 4	12,13	341,30	10,02	16,22	13,93	15,05	60920,20	71,72	0,0303
BLM 01	T 5	10,26	317,27	10,13	17,51	12,35	16,50	29921,60	69,59	0,0724
Média		5,40	147,49	7,42	6,25	12,04	6,35	19312,20	45,67	0,0816
DP		3,05	200,48	3,40	5,23	3,42	3,71	16147,35	26,91	0,0273
Max		12,13	881,30	19,40	21,17	17,56	16,50	60920,20	97,92	0,1419
Min		0,15	9,81	2,28	<LDT	2,64	0,56	159,90	9,29	0,0303

*Referencia	-	ND	ND	90,00	-	91,30	197,00	ND	315,00	0,486
*EIA/RIMA	R.J.Parana	0,96	12,95	2,47	-	6,97	3,43	8065,72	9,12	0,0360
*EIA/RIMA	R.Mutum	<LDT	0,60	3,76	-	0,43	1,33	2346,33	4,85	0,1340
*EIA/RIMA	R.Abuna	4,27	96,69	8,37	-	5,68	6,34	12929,00	28,40	0,0030

*Valores encontrados EIA/RIMA – 2004 ; Valores de Referência (CETESB,2006)

Os resultados dos elementos por estação de coleta e período, assim como seus valores médios, desvio padrão, máximo e mínimo do rio Madeira seguem em conformidade com relatório anterior Tabela III.3.

Tabela III.3: Tabela do rio Madeira com média, desvio padrão, máximo e mínimo e concentração dos elementos por estações e período com valores de referência.

		Cobalto	Manganês	Cromo	Níquel	Chumbo	Cobre	Ferro	Zinco	Mercúrio
Localidade	Trimestre	(mg.kg ⁻¹)	(mg.kg ⁻¹)	(mg.kg ⁻¹)	(mg.kg ⁻¹)	(mg.kg ⁻¹)	(mg.kg ⁻¹)	(mg.kg ⁻¹)	(mg.kg ⁻¹)	(mg.kg ⁻¹)
MDCP	T 0	9,81	407,80	15,76	19,34	14,27	16,34	28790,92	106,5	0,0396
MDCP d	T 2	11,32	399,75	9,46	15,78	14,87	20,13	58106,96	80,02	0,0510
MDCP d	T 3	13,72	535,44	11,29	19,24	18,35	22,37	65712,75	74,91	0,0581
MDCP d	T 4	13,09	574,58	10,64	17,53	15,07	18,58	63721,70	79,00	0,0400
MDCP d	T 5	11,75	494,12	10,43	18,11	12,40	20,58	29016,13	59,30	0,0504
MDCP d	T 6	8,09	313,98	6,58	13,66	7,46	12,01	18254,72	42,45	0,0291
MDCP e	T 2	11,58	517,02	9,16	15,80	14,72	19,17	52634,36	75,15	0,0490
MDCP e	T 3	11,24	337,06	9,51	16,99	14,38	17,35	63252,16	55,05	0,0375
MDCP e	T 4	12,98	565,55	10,79	17,84	15,97	19,47	60671,79	78,03	0,0400
MDCP e	T 5	11,55	471,34	10,67	16,48	11,39	19,75	26336,64	53,34	0,0729
MDCP e	T 6	9,85	445,53	8,92	16,44	12,19	17,49	20364,31	58,72	0,0369
MD 01 d	T 2	11,24	585,60	8,97	15,17	13,34	18,86	49563,86	85,97	0,1070
MD 01 d	T 3	12,24	429,95	9,85	17,51	14,03	17,40	50043,05	62,45	0,0461
MD 01 d	T 4	13,85	676,19	11,70	18,19	16,34	20,80	53265,83	83,29	0,0500
MD 01 d	T 5	13,10	574,77	10,47	18,73	14,71	20,40	33049,71	67,59	0,0630
MD 01 d	T 6	7,59	289,85	7,39	13,16	7,52	12,39	20761,28	41,89	0,0253

		Cobalto	Manganês	Cromo	Níquel	Chumbo	Cobre	Ferro	Zinco	Mercúrio
Localidade	Trimestre	(mg.kg ⁻¹)	(mg.kg ⁻¹)	(mg.kg ⁻¹)	(mg.kg ⁻¹)	(mg.kg ⁻¹)	(mg.kg ⁻¹)	(mg.kg ⁻¹)	(mg.kg ⁻¹)	(mg.kg ⁻¹)
MD 01 e	T 2	12,19	612,68	9,57	16,32	15,47	21,61	70002,11	86,44	0,0580
MD 01 e	T 3	13,82	520,87	11,41	19,88	16,90	21,61	65435,71	70,41	0,0679
MD 01 e	T 4	12,05	448,74	9,15	16,20	14,97	16,86	46018,18	73,26	0,0400
MD 01 e	T 5	13,28	635,87	11,43	20,32	15,65	23,31	35888,80	73,05	0,0550
MD 01 e	T 6	8,31	297,53	6,27	13,64	7,84	12,76	17110,21	42,22	0,0260
MD 02	T 0	6,36	295,17	12,16	15,40	9,73	11,10	19983,93	92,66	0,0395
MD 02 d	T 2	8,78	245,24	6,91	11,49	9,49	12,97	49179,44	54,90	0,0310
MD 02 d	T 3	10,84	287,50	9,05	16,65	14,31	17,10	64865,24	59,37	0,0473
MD 02 d	T 4	11,53	388,16	9,37	15,93	15,01	16,73	62638,36	69,16	0,0300
MD 02 d	T 5	6,58	265,52	7,26	10,96	6,61	9,84	18975,63	40,18	0,0321
MD 02 d	T 6	10,09	415,19	7,76	16,38	10,25	17,01	20221,97	50,17	0,0313
MD 02 e	T 2	11,82	473,45	8,93	15,36	14,65	19,87	55940,71	73,58	0,0910
MD 02 e	T 3	15,13	623,63	11,47	20,54	16,04	22,75	61161,55	66,27	0,0634
MD 02 e	T 4	12,08	535,15	9,19	16,11	15,04	16,43	47890,37	73,58	0,0400
MD 02 e	T 5	13,23	827,6	12,26	21,00	16,20	22,16	34511,57	81,08	0,0876
MD 02 e	T 6	11,35	541,32	8,50	19,43	14,43	21,90	24427,09	71,51	0,0487
MD 03	T 0	10,92	578,20	20,23	22,80	18,12	19,97	26584,04	109,62	0,0515
MD 03 d	T 2	12,32	544,01	8,87	16,65	14,67	20,90	63043,33	78,22	0,0510
MD 03 d	T 3	14,33	478,82	10,44	20,19	17,33	20,97	70853,99	73,50	0,0536
MD 03 d	T 4	10,72	347,64	8,88	14,53	12,18	13,69	51421,06	62,54	0,0300
MD 03 d	T 5	9,09	322,44	7,81	13,26	8,69	12,66	21484,87	49,10	0,0513
MD 03 d	T 6	9,73	473,71	8,80	16,36	11,09	17,03	31296,95	60,56	0,0347
MD 03 e	T 2	8,65	271,37	6,54	11,25	9,06	12,86	44132,25	55,54	0,0330
MD 03 e	T 3	13,76	557,09	10,13	19,29	16,58	20,97	75513,20	73,88	0,0510
MD 03 e	T 4	9,86	314,64	8,20	13,20	11,08	12,88	49555,09	52,70	0,0300
MD 03 e	T 5	10,99	521,03	9,77	16,10	11,03	16,01	26109,37	58,99	0,0515

		Cobalto	Manganês	Cromo	Níquel	Chumbo	Cobre	Ferro	Zinco	Mercurio
Localidade	Trimestre	(mg.kg ⁻¹)	(mg.kg ⁻¹)	(mg.kg ⁻¹)	(mg.kg ⁻¹)	(mg.kg ⁻¹)	(mg.kg ⁻¹)	(mg.kg ⁻¹)	(mg.kg ⁻¹)	(mg.kg ⁻¹)
MD 03 e	T 6	8,95	370,83	9,14	15,27	9,63	16,88	26195,95	49,38	0,0320
MD 04 d	T 2	12,18	483,15	8,96	15,95	17,71	19,00	69772,81	79,16	0,0443
MD 04 d	T 3	10,26	327,81	6,07	13,86	10,74	12,01	37528,59	50,64	0,0316
MD 04 d	T 4	12,65	500,08	10,22	17,20	15,08	17,70	49696,56	72,57	0,0400
MD 04 d	T 5	11,39	551,97	10,62	16,26	13,86	18,73	31081,12	64,18	0,0736
MD 04 e	T 2	9,73	299,04	7,79	12,80	11,62	14,63	51415,58	58,37	0,1281
MD 04 e	T 3	11,98	284,07	7,22	16,57	13,81	15,58	31834,67	54,74	0,0407
MD 04 e	T 4	10,36	317,45	8,50	13,92	11,56	12,33	47388,24	60,95	0,0300
MD 04 e	T 5	9,20	382,60	8,51	13,32	9,28	13,21	23569,42	50,68	0,0296
MD 04 e	T 6	9,27	337,60	8,52	15,96	11,25	16,92	27856,10	54,13	0,0297
Média		11,09	447,99	9,57	16,35	13,15	17,35	43156,35	66,36	0,0482
DP		1,97	128,30	2,33	2,60	3,02	3,53	17461,11	15,32	0,0203
Máx.		15,13	827,6	20,23	22,80	18,35	23,31	75513,20	109,62	0,1281
Min.		6,36	245,24	6,07	10,96	6,61	9,84	17110,21	40,18	0,0296
* Referencia	-CETESB	ND	ND	90,00	-	91,3	197,00	ND	315	0,4860
* EIA/RIMA	R.Madeira	8,21	396,05	6,89	-	7,31	13,35	32459,30	69,29	0,0410
* EIA/RIMA	Rio Beni	6,78	216,23	5,79	-	5,53	11,18	24923,12	52,70	0,0180
* EIA/RIMA	R. Mamoré	7,11	260,72	6,04	-	5,90	8,50	24513,06	54,99	0,0160

*Valores encontrados EIA/RIMA – 2004 ; Valores de Referência (CETESB,2006).

**BIOGEOQUÍMICA
AMBIENTAL
Wolfgang C. Pfeiffer**

A tabela III.1 apresenta a realção de amostras coletadas na T7 que encontram-se em fase de análises laboratoriais.

Tabela III.1. Amostras de sedimento coletas na T7 em fase de análises laboratoriais.

Registro do Laboratório	Código Campo	Data da Coleta
SDCT 19944	T7CTSD	23/11/10
SDRB 19949	T7RBSD	23/11/10
SDJP 19955	T7J01SD	24/11/10
SDJP 19956	T7JP02SD	24/11/10
SDMD 19961	T7MDCPSD	25/11/10
SDMD 19962	T7MDCPSD	25/11/10
SDMD 19964	T7M01SD d	25/11/10
SDMD 19965	T7M01SD e	26/11/10
SDMD 19972	T7MD02SD d	26/11/10
SDMD 19973	T7MD02SD e	26/11/10
SDJT 19974	T7JATI01	26/11/10
SDMD 19978	T7MD03SD d	29/11/10
SDMD 19979	T7MD04SD d	29/11/10
SDMD 19980	T7MD03SD e	29/11/10
SDMD 19981	T7MD04SD e	29/11/10
SDJT 19982	T7JATIISD e	29/11/10
SDIB 19983	T7BLM01SD e	29/11/10



**Laboratório
BIOGEOQUÍMICA
AMBIENTAL
Wolfgang C. Pfeiffer**

CAPÍTULO IV

IV.1. Solos (SL)

Em conformidade com o Plano Básico Ambiental da Usina hidrelétrica de Santo Antonio (PBA-Santo Antônio), a amostragem da matriz solo se deu com base no mapa pedológico e de acordo com a área de estudo foram selecionados trinta pontos distribuídos conforme as manchas de solos em dois setores distintos: i) Os mais suscetíveis à inundação no curso principal do rio Madeira e Tributários e ii) Os livres de inundação distribuídos na área de influência direta e indireta do empreendimento. O monitoramento do solo permite avaliar o potencial de acumulação de Hg destes solos e posterior remobilização de Hg nas fases de enchimento e pós-enchimento do reservatório.

Os resultados dos elementos (Cr, Cu, Pb, Mn, Fe, Zn, Ni, Co e Hg) obtidos na avaliação dos trinta perfis de solos, de acordo com relatórios anteriores, orientou estudo mais detalhado em relação ao elemento mercúrio (Hg) no solo nas proximidades da comunidade de Morrinhos. Em cumprimento a parte do item 7.6 do PBA, Monitoramento de Fontes Difusas, foi realizada amostragem de solo no horizonte superficial (0-20 cm) nas áreas de supressão de vegetação.

Durante o período de 22 de Novembro a 01 de Dezembro de 2010, foi realizado trabalho de campo para coleta das matrizes bióticas e abióticas inerente ao respectivo projeto. Na área de Morrinhos foram realizados 6 pontos de amostragem: 4 pontos de coleta adensados, para identificar um possível direcionamento ao longo da margem do rio Madeira; 1 amostragem com aproximadamente 1,20 metros de profundidade no ponto com a maior concentração de Hg, para certificarmos que seja apenas uma contaminação superficial do solo e 1 repetição no solo superficial do respectivo ponto.

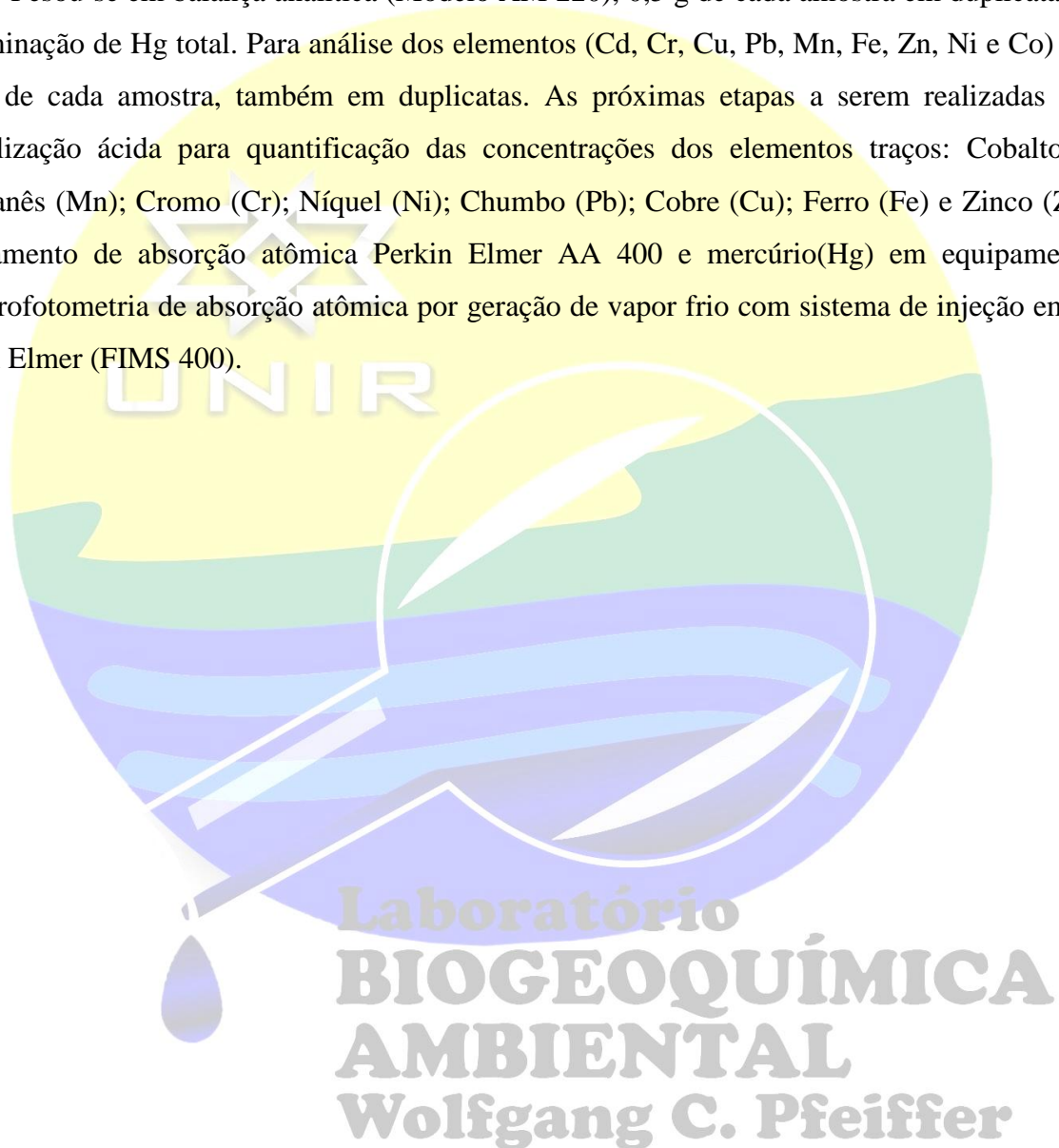
Nesta fase do projeto (T7) a amostragem de solo compreendeu também as áreas onde ocorreu a supressão de vegetação (SV) nas áreas do rio Jaci Paraná, rio Caracol, ilhas do rio Madeira e margens esquerda e direita do rio Madeira. A coleta de solos foi realizada na camada superficial compreendendo a camada mais rica em matéria orgânica. Em relação aos solos na área de supressão de vegetação (SV) foram realizadas 16 amostragens de solo superficial (0-20 cm).

Para amostragem de solos utilizou-se trado holandês e os pontos de coleta foram georeferenciados utilizando receptor de GPS (Sistema de Posicionamento Global por Satélite), a partir de um aparelho receptor para GPS, modelo GARMIN's[®], modelo GPS 12 XL Personal Navigator[™]. Após a coleta as amostras foram acondicionadas em sacos plásticos e transportadas ao laboratório de Biogeoquímica Ambiental/UNIR. Para análise de MeHg as amostras estão sendo liofilizadas e para análise de HgTotal as amostras primeiramente são peneiradas para se obter fração menor que 63µm e levadas a estufas a 40 °C, posteriormente maceradas e pesadas para análise. As determinação de HgT e MeHg no solo estão em fase de preparação laboratorial.

As análises dos elementos (Cr, Cu, Pb, Mn, Fe, Zn, Ni, Co e Hg) da matriz solo, seguiram o protocolo de atividades e começaram a ser realizadas a partir do dia 03/12/2010.

Durante o período de 03/12/2010 até o dia 22/12/2010 foi realizada a separação granulométrica do solo na fração menor de 200mesh (63 μ m), utilizando peneiramento úmido. Após este fracionamento as amostras foram colocadas em grau de porcelana para retirada de umidade em estufas a 40°C, onde passaram por processo de maceração.

Pesou-se em balança analítica (Modelo AM 220), 0,5 g de cada amostra em duplicata para a determinação de Hg total. Para análise dos elementos (Cd, Cr, Cu, Pb, Mn, Fe, Zn, Ni e Co) pesou-se 2g de cada amostra, também em duplicatas. As próximas etapas a serem realizadas são de solubilização ácida para quantificação das concentrações dos elementos traços: Cobalto (Co); Manganês (Mn); Cromo (Cr); Níquel (Ni); Chumbo (Pb); Cobre (Cu); Ferro (Fe) e Zinco (Zn) em equipamento de absorção atômica Perkin Elmer AA 400 e mercúrio(Hg) em equipamento de espectrofotometria de absorção atômica por geração de vapor frio com sistema de injeção em fluxo Perkin Elmer (FIMS 400).



CAPÍTULO V

V.1. Plâncton (Séston)

Nas figuras V.1, V.2 e V.3 seguintes são apresentados os resultados de mercúrio e outros metais pesados no plâncton referente à coleta do 6º trimestre. Os valores encontrados seguem o padrão dos trimestres anteriores, com níveis de Hg dentro da faixa encontrada na região Amazônica em outro trabalhos, bem como em outros países cujos ambientes tiveram algum tipo de contaminação (exemplo, industrial). Os valores mais elevados foram para os elementos ferro e manganês. Vale ressaltar que no 6º trimestre foi coletado um número menor de amostras, devido ao período de estiagem o que dificulta arraste (metodologia usada para a coleta de plâncton) em alguns pontos.

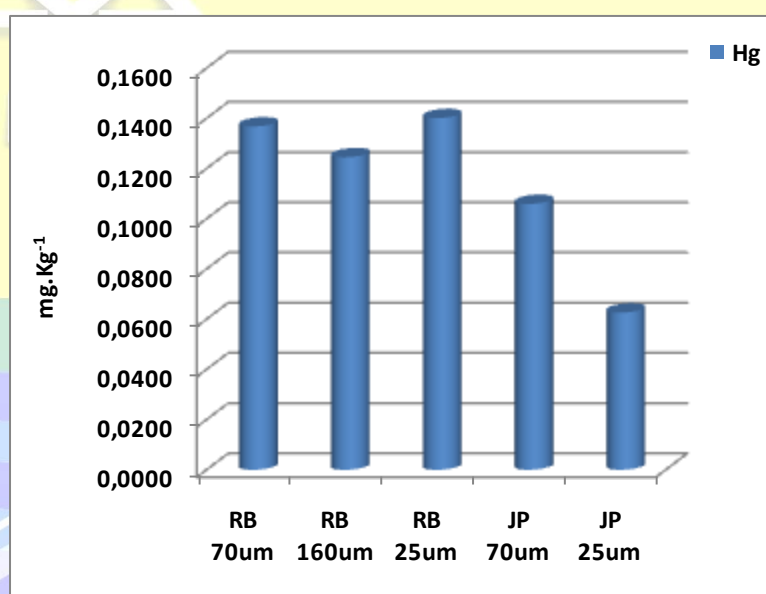


Figura V.1. Concentração de mercúrio no plâncton em diferentes malhas coletado no 6º trimestre (jul/ago/set – 2010).

Laboratório
BIOGEOQUÍMICA
AMBIENTAL
Wolfgang C. Pfeiffer

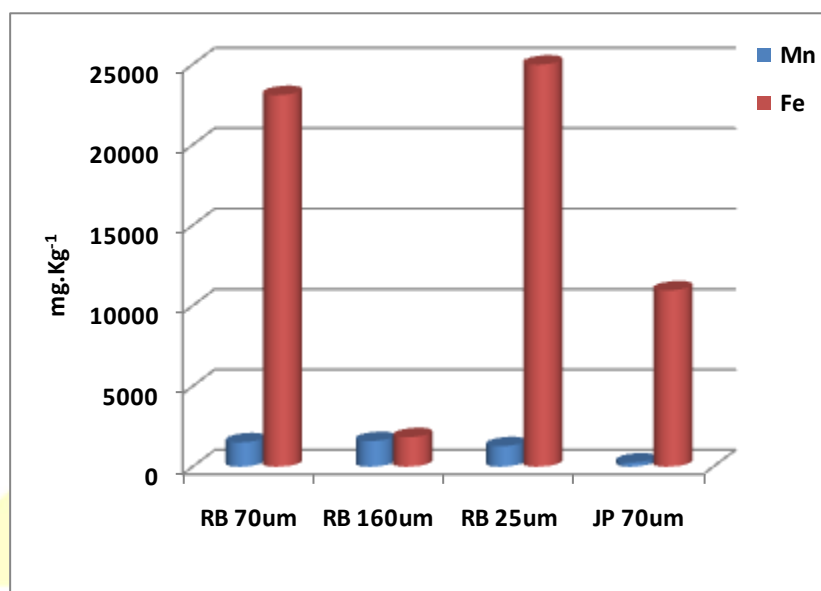


Figura V.2. Concentração de ferro e manganês no plâncton em diferentes malhas nos rios Branco e Jacy-Paraná coletado no 6° trimestre (jul/ago/set – 2010).

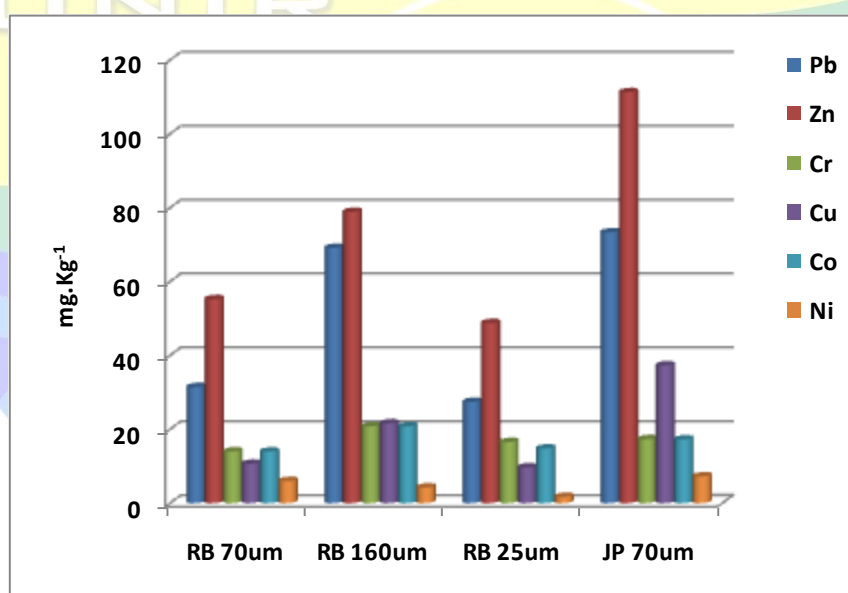


Figura V.3. Concentração de chumbo, zinco, cromo, cobre, cobalto e níquel no plâncton em diferentes malhas nos rios Branco e Jacy-Paraná coletado no 6° trimestre (jul/ago/set – 2010).

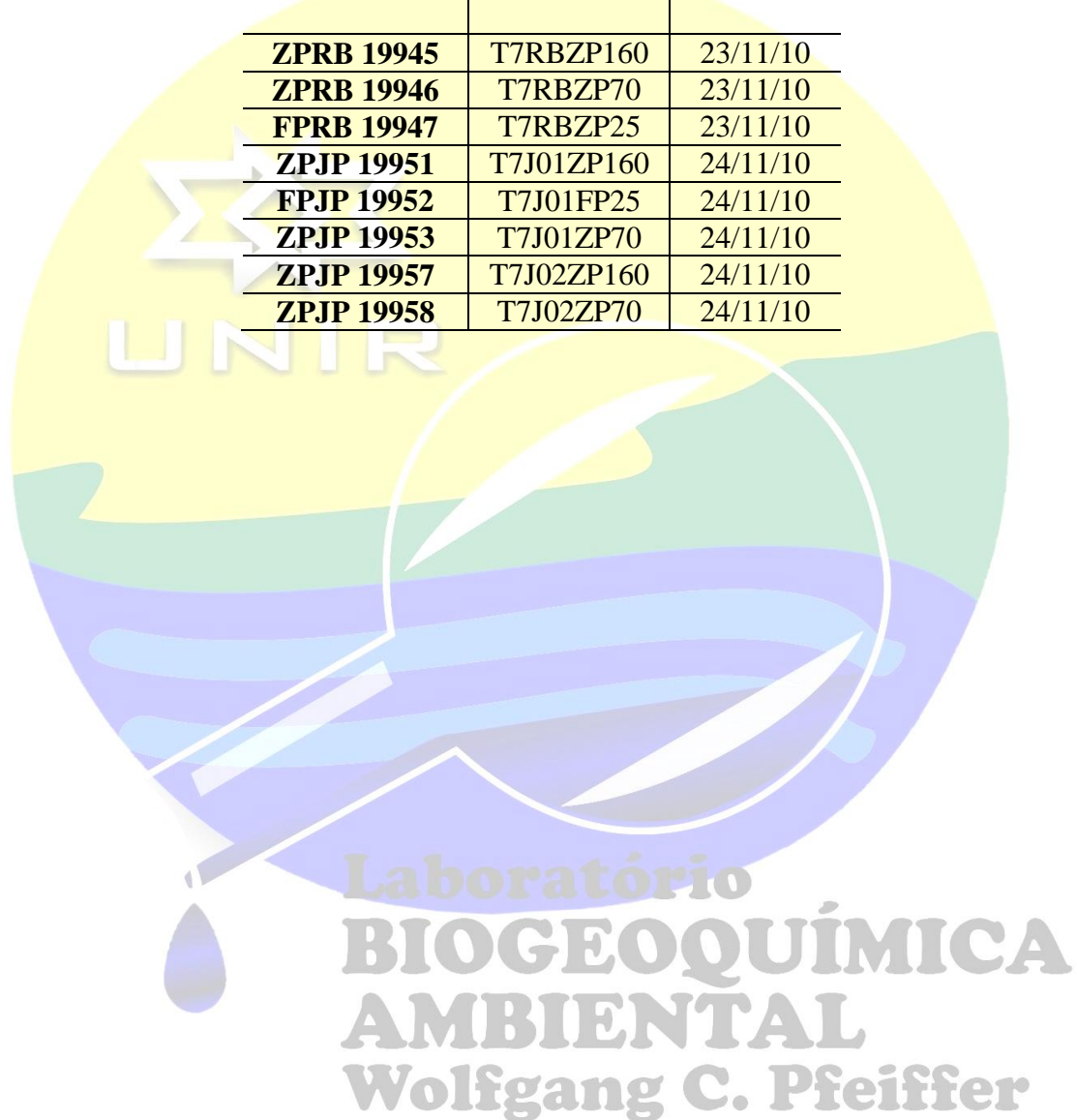
A fim de verificar a concentração de metilmercúrio nas amostras de plâncton, sem que houvesse a interferência das partículas orgânicas e inorgânicas que adentram as redes de coleta durante o arraste foi selecionada a amostra ZPJP18461. Esta amostra continha uma elevada densidade de organismos zooplactônicos, especificamente da classe copepoda, ordem calanoida. Dessta amostra foram retirados aproximadamente 70 indivíduos e estes foram submetidos a análise de metilmercúrio. O resultado encontrado para esta amostra foi de 27,24ngHg.g⁻¹. Este valor

encontra-se dentro da margem (20 a 140 ngHg.g⁻¹) dos valores de MeHg em plâncton para ambientes onde não ocorreu contaminação por Hg (Tremblay et al, 1998).

As amostras de plâncton coletadas no 7º trimestre, ou seja início de dezembro/2010, se encontram em fase de análises laboratoriais (Tabela V.1).

Tabela V.1. Amostras de Plâncton coletadas na T7 que estão sendo liofilizadas para posterior análise.

Registro do Laboratório	Código Campo	Data da Coleta
ZPRB 19945	T7RBZP160	23/11/10
ZPRB 19946	T7RBZP70	23/11/10
FPRB 19947	T7RBZP25	23/11/10
ZPJP 19951	T7J01ZP160	24/11/10
FPJP 19952	T7J01FP25	24/11/10
ZPJP 19953	T7J01ZP70	24/11/10
ZPJP 19957	T7J02ZP160	24/11/10
ZPJP 19958	T7J02ZP70	24/11/10



CAPITULO VI

VI.1. Macroinvertebrados

Durante a coleta referente ao sétimo trimestre foram amostrados 302 camarões e 03 baratas d'água, com auxílio de uma rede de arraste com malha de 7mm entre nós adjacentes. Os exemplares coletados foram armazenados em garrafas de polietileno com a água do rio/Igarapé onde foram coletados.

Os exemplares de camarões e baratas d'água foram identificados no Laboratório de Biogeoquímica Ambiental. Eles foram lavados com água deionizada, separados por espécie, medidos quanto ao comprimento total (cm), da extremidade do rostró a porção posterior do telson, utilizando-se de um paquímetro de aço, 150mm x 0,02mm (REF – 8069 Brasfort®), e pesados em balança analítica (Modelo AM 220). Cento e trinta macroinvertebrados foram pesados em tubos de ensaio e extraídos quimicamente em bloco digestor específico para solubilização de amostras utilizando 6 mL de ácido nítrico (HNO₃ 65%) à 90° C, após 40 minutos (min), as amostras foram retiradas do bloco digestor e permaneceram esfriando por cerca de 20 min, para em seguida ser adicionado 5 ml de permanganato de potássio (KMnO₄ 5%) às amostras que mais uma vez permaneceram em bloco digestor por cerca de 30 min. As amostras permaneceram em *overnight*. No dia seguinte, adicionou-se gotas de cloridrato de hidroxilamina à 12% às amostras até viragem da coloração (titulação). As amostras foram aferidas a um volume final de 13 mL. Na determinação de Hg total, previamente foram preparados padrões de calibração de Hg nas concentrações de 1,00; 2,00; 5,00; 8,00 e 10,0µg.L⁻¹ e, em seguida, as concentrações foram obtidas pelo espectrofotômetro de absorção atômica com geração de vapor frio (FIMS-400 fabricado por Perkin-Elmer).

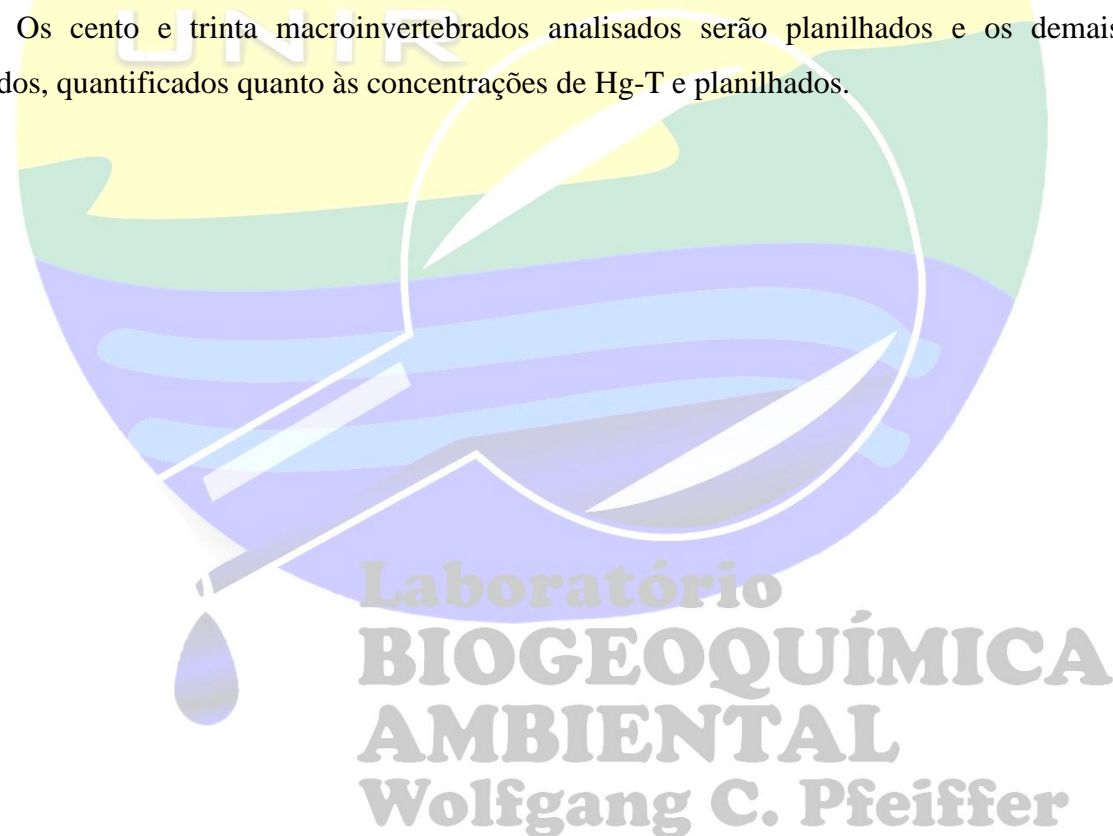
A tabela VI.1 apresenta as espécies e a quantidade de camarões amostradas na coleta referente ao sétimo trimestre em suas respectivas estações de coleta. Ressalta-se que esses camarões não são comercializados. O interesse dessa matriz neste estudo é utilizá-la como bioindicador no processo de transferência de mercúrio dos sedimentos, tendo em vista que algumas espécies (principalmente as pertencentes ao gênero *Macrobrachium*) se alimentam da matéria orgânica adsorvida ao sedimento, o que proporciona a disponibilização do Hg para os níveis tróficos superiores.

Tabela VI.1. Espécies de camarões amostradas por localidade (nov 2010).

Código de laboratório	Espécie	Localidade	n
IVRB 19950	<i>Euryrhyncus amazoniensis</i> , <i>Macrobrachium brasiliense</i> e <i>Macrobrachium jelskii</i>	Rio Branco	03
IVJP 19960	<i>Macrobrachium jelskii</i>	Rio Jaci-Paraná	146
IVMD 19966	<i>Macrobrachium jelskii</i>	Rio Madeira – próximo a Morrinhos	40
IVCP 19967	<i>Macrobrachium brasiliense</i>	Igarapé Caripuna	06
IVMD 19968	<i>Macrobrachium brasiliense</i>	Rio Madeira – em frente ao igarapé Caripunas	40
IVJT 19977	<i>Macrobrachium jelskii</i>	Igarapé Jatuarana	31
IVIB 19988	<i>Macrobrachium jelskii</i>	Igarapé Belmont	04
IVMD 19989	<i>Macrobrachium</i> *	Rio Madeira – jusante de Santo Antônio	01
TOTAL			271

*Não foi possível identificar a espécie, por ser um indivíduo imaturo.

Os cento e trinta macroinvertebrados analisados serão planilhados e os demais serão digeridos, quantificados quanto às concentrações de Hg-T e planilhados.



CAPÍTULO VII

VII.1. Macrófitas

As macrófitas aquáticas foram coletadas em 03 pontos na área de influência direta e indireta da futura Usina Hidrelétrica de Santo Antônio em cooperação com o Programa de Limnologia.

Após a amostragem, as macrófitas foram lavadas com água deionizada (a fim de remover detritos, invertebrados ou outros materiais que viessem a interferir nas concentrações dos elementos químicos), secas em estufas a 40 °C e trituradas em liquidificador. Pesou-se em balança analítica (Modelo AM 220), 0,5 g de cada amostra em duplicata para a determinação de Hg total, cuja extração foi realizada adicionando-se 2 mL de H₂O₂ e 6 mL de HNO₃ concentrado, onde estiveram até a completa solubilização das amostras, em bloco digestor, a 100°C (adaptado de BASTOS, 1997). Após as amostras terem esfriado, adicionou-se 6 mL de KMnO₄ 5%. No dia seguinte, adicionou-se, por titulação, gotas de NH₂.OH.HCL 12% e filtrou-se as amostras aferindo-se a um volume final de 11 mL. As concentrações de Hg total foram obtidas pelo espectrofotômetro de absorção atômica com geração de vapor frio (FIMS-400, Perkin-Elmer).

Para os demais elementos traço (Cd, Co, Cu, Cr, Pb, Zn, Fe, Mn, Ni), pesou-se 5g de amostra, também em duplicata, que foram primeiramente calcinadas por 24 hs, em forno mufla (EDG equipamentos) (Figura VII.4), em seguida realizou-se a extração química adicionando-se 1 mL de água ultra pura (MiliQ) e 3 mL de HNO₃ concentrado. Essas amostras permaneceram em chapa quente até sua completa evaporação, para posteriormente ser adicionado 10 mL HCL concentrado, mais uma vez as amostras permaneceram em chapa quente até total evaporação (Figura VII.5). Finalmente adicionou-se 12 mL de HCL 0,1% e as amostras foram filtradas em filtros (Prolab) e aferidas a um volume final de 12 mL. As concentrações de Cd, Cr, Cu, Pb, Mn, Fe, Zn, Ni, Co foram obtidas pelo espectrofotômetro de absorção atômica por chama.

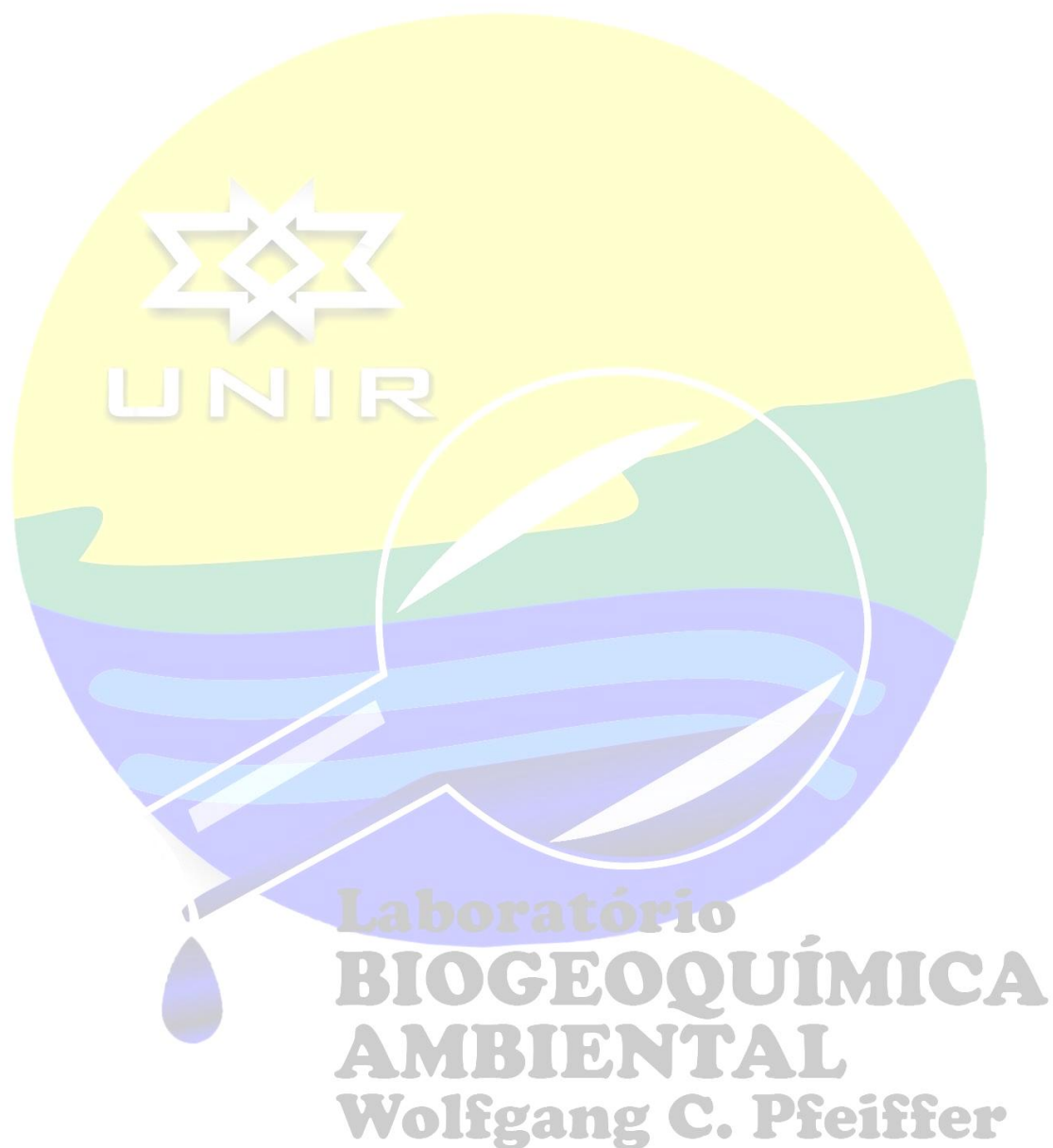
Laboratório
**BIOGEOQUÍMICA
AMBIENTAL**
Wolfgang C. Pfeiffer

Tabela VII.1. Concentrações médias de Co, Mn, Cr, Ni, Pb, Cu, Fe, Zn e Hg (mg.Kg^{-1}) em macrófitas por localidade.

Registro do Laboratório	Coordenadas Geográficas		Localidade	Co	Mn	Cr	Cu	Ni	Pb	Fe	Zn	Hg
	Datum SAD 69											
MCCJ 19142	8°34'55.79"	63°42'33.89"	Lago Cujubim	0,23	494,26	0,68	4,91	0,49	0,47	127,64	22,45	0,0080
MCSM 19143	8°33'23.02"	63°34' 04.92"	Lago São Miguel	0,69	469,63	0,82	2,92	1,36	<LDT	248,20	45,79	0,0115
MCCN 19144	8°18'13.52"	63°27' 00.59"	Lago Cuniã	0,74	61,93	0,88	2,44	1,31	<LDT	721,97	18,83	0,0102

LDT: Co = 0,11; Mn = 0,22; Cr = 0,10; Cu = 0,07; Ni = 0,06; Pb = 0,40; Fe = 0,32; Zn = 0,65 e Hg = 0,001 mg.Kg^{-1}

De uma forma geral, as macrófitas analisadas apresentaram concentrações de mercúrio total condizente com áreas não contaminadas, embora as concentrações encontradas tenham sido superiores as do EIA-RIMA ($0,0005 - 0,0020 \text{ mg.kg}^{-1}$). As concentrações dos demais elementos traço (Co, Cu, Cr, Ni, Pb, Zn, Fe e Mn) também apresentaram-se condizentes com a de áreas não contaminadas.



CAPÍTULO VIII

VIII.1. Peixes

As amostras de peixes foram coletadas através da integração com o Programa de Ictiologia. Alíquotas do tecido muscular dos indivíduos foram/estão sendo retiradas ao final de cada despesca no Laboratório de Ictiofauna/UNIR, onde se obtém também as informações de identificação, assim como dados biométricos das diversas espécies de peixes coletados. Esta atividade com a matriz peixe se iniciou em outubro/2009 devido ao atraso na obtenção de autorização do IBAMA para a utilização dos tecidos musculares para este fim.

Estão sendo coletados também, através dessa parceria com o laboratório de Ictiologia, músculos das cabeças dos grandes bagres migradores da Sub-Bacia do Rio Madeira, visto que o programa de Ictiologia desenvolve projetos com otólitos desses bagres então temos a oportunidade de coletar o tecido muscular em diferentes localidades. Optamos por essa oportunidade devido à dificuldade desses animais ficarem presos nas malhadeiras do programa de Ictiologia, atendendo desse modo aos regulamentos do PBA.

A partir de então para determinação de Hg, as amostras foram descongeladas e pesadas em balança de precisão com peso fresco, para os de hábito alimentar carnívoros pesou-se cerca de 0,200g e os não carnívoros pesou-se 0,400g. Para o controle de qualidade analítico utilizou-se uma amostra de referência certificada (DORM-2, NRC-Canadá).

A digestão química foi realizada seguindo-se os métodos de Bastos et al (1998), onde foram colocados nas amostras H₂O₂ concentrado e solução sulfunídrica 1:1 (HNO₃:H₂SO₄), colocou-as em blocos digestores a temperatura de 70°C por 30 min e, em seguida foi colocada solução de KMnO₄ a 5 % e devolveu-as ao bloco digestor por mais 20 minutos. Após este processo estas foram deixadas em descanso *overnight*, após este período colocou-se nas amostras gotas de cloridrato de hidroxilamina a 12% e realizou-se a leitura no espectrofotômetro de absorção atômica por vapor frio de Hg (CV-AAS, Flow Injection Mercury System-FIMS-400 Perkin-Elmer, Germany).

Os resultados de Hg nos peixes obtidos preliminarmente são listados na tabela VIII.1. Os valores encontrados na tabela mostram que várias espécies, principalmente as predadoras se apresentam acima dos limites recomendados pela Organização Mundial de Saúde (OMS de 0,50mg.kg⁻¹) e pela Agencia Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA de 1,00mg.kg⁻¹) como é o caso dos bagres do gênero *Brachyplatystoma* analisados, por serem exclusivamente piscívoros demonstram claramente que o processo de biomagnificação do Hg ocorre na ictiofauna do rio Madeira, outras espécies que apresentaram valores altos para este período de análises foram: *Pellona flavipinnis* com 0,8212 mg.kg⁻¹, *Sorubim elongatus* com 0,9149 mg.kg⁻¹ e *Hypophthalmus marginatus* com 0,9016 mg.kg⁻¹ uma espécie de planctófago.

Os valores médios das concentrações de mercúrio no tecido muscular dos peixes encontrados para esse trimestre de análise, estão mais altos ($0,822 \text{ mg.kg}^{-1}$) que do trimestre passado ($0,346 \text{ mg.kg}^{-1}$), isto se deve ao fato de ter sido analisado uma quantidade maior dos grandes bagres que estão sempre acima da média permitida pela ANVISA e OMS, elevando assim a média geral dos peixes.

Valores semelhantes foram encontrados por Silva-Filho et al (2008) em uma revisão da contaminação de mercúrio em peixes onde as espécies de peixes carnívoras da região de Alta Floresta (Região Amazônica) apresentam as maiores concentrações de Hg em músculo. Silva et al (2006), realizando um estudo em três lagos: Bom Intento, Cupu e Pereira no rio Tapajós também observou níveis de Hg elevados para a espécie *Rhaphiodon vulpinus* ($0,488 - 0,598 \text{ mg.kg}^{-1}$), porém não tão altos quanto os observados neste trabalho. Bastos et al (2008), em estudo de 14 anos (1987 – 2000) no rio Madeira, encontraram valores semelhantes aos resultados atuais.



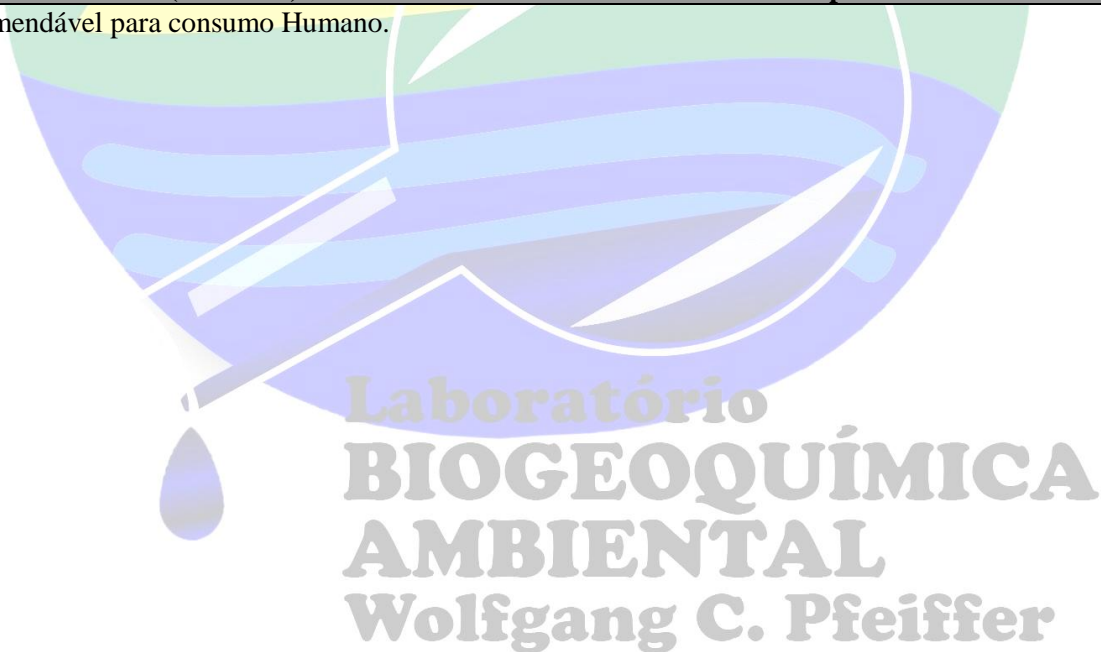
Tabela VIII.1. Resultados das concentrações de Hg em peixes de acordo com a localidade, espécie e hábitos alimentares.

Localidade	Nome científico	Nome Popular	Hábito alimentar	Hg (mg.kg ⁻¹)	D.P.	n
Igarapé Jatuarana	<i>Auchenipterus ambyiacus</i>	#	insetívoros	0,4320	#	01
	<i>Brycon amazonicus</i>	matrinxã	onívoros	0,0907	#	01
	<i>Hypophthalmus marginatus</i>	mapará	planctófagos	0,3350	0,2028	02
	<i>Pimelodus aff. blochii</i>	#	onívoros	0,1197	#	01
	<i>Plagioscion squamosissimus</i>	pescada	carnívoros	0,8241	#	01
	<i>Pterodoras granulosus</i>	bacu, barriga de folha	onívoros	0,0184	0,0059	03
	<i>Pygocentrus nattereri</i>	piranha caju	piscívoros	0,8084	#	01
	<i>Semaprochilodus insignis</i>	jaraqui escama grossa	detritívoros	0,1583	#	01
	<i>Sorubim elongatus</i>	#	carnívoros	0,9149	#	01
Igarapé Belmont	<i>Acestrorhynchus falcistrostris</i>	peixe cachorro	piscívoros	0,4263	0,2094	02
	<i>Acestrorhynchus heterolepis</i>	peixe cachorro	piscívoros	0,3194	0,0729	06
	<i>Ancistrus aff. Spinus</i>	#	#	0,1923	#	01
	<i>Centromochlus heckelii</i>	cangati	insetívoros	0,1570	#	01
	<i>Laemolyta taeniata</i>	acaru flexa	iliófagos	0,3271	0,1251	02
	<i>Opsodoras boulengeri</i>	#	onívoros	0,5178	0,2689	03
	<i>Oxydoras niger</i>	cuiú-cuiú, abotoado	onívoros	0,1234	0,0368	02
	<i>Pimelodus aff. blochii</i>	#	onívoros	0,2300	0,0159	02
	<i>Plagioscion squamosissimus</i>	pescada	carnívoros	0,7116	0,4292	02
	<i>Pterygoplichthys lituratus</i>	#	detritívoros	0,0432	#	01
	<i>Roeboides affinis</i>	cacunda, ueba	piscívoros	0,3282	0,1959	03
<i>Schizodon fasciatus</i>	piau de cabeça gorda	herbívoros	0,3645	0,2753	07	
Lago Puruzinho	<i>Anodus elongatus</i>	orana, ubarana	planctófagos	0,5026	#	01
	<i>Auchenipterus nuchalis</i>	gato, mandi-peruano	insetívoros	0,4261	0,0966	02
	<i>Hemiodus unimaculatus</i>	peixe-rei, pacu-banana	detritívoros	0,3337	#	01
	<i>Hypophthalmus edentatus</i>	mandubi, lau-lau	planctófagos	0,8176	#	01
	<i>Hypophthalmus marginatus</i>	mapará	planctófagos	0,9016	0,143	06
	<i>Pellona castelnaeana</i>	apapá amarelo	piscívoros	0,5211	#	01
Lago Puruzinho	<i>Pellona flavipinnis</i>	sardinha dourada	piscívoros	0,8212	0,3377	03
	<i>Psectrogaster rutiloides</i>	branquinha cascuda	detritívoros	0,0843	#	01

Localidade	Nome científico	Nome Popular	Hábito alimentar	Hg (mg.kg ⁻¹)	D.P.	n
Lago Cuniã	<i>Acestrorhynchus falcistrostris</i>	peixe cachorro	piscívoros	0,2623	#	01
	<i>Ageneiosus inermis</i>	bocado, fidalgo	piscívoros	0,4520	0,2044	02
	<i>Brycon amazonicus</i>	matrinxã	onívoros	0,0546	#	01
	<i>Calophysus macropterus</i>	piracatinga	onívoros	0,5411	#	01
	<i>Colossoma macropomum</i>	tambaqui	herbívoros	0,0325	#	01
	<i>Curimatella alburna</i>	#	detritívoros	0,0540	0,0223	04
	<i>Laemolyta taeniata</i>	acarú flexa	iliófagos	0,2741	0,1286	03
	<i>Loricaria cataphracta</i>	acarú cachimbo	detritívoros	0,1154	#	01
	<i>Loricariichthys platymetopon</i>	cascudo-chinelo	detritívoros	0,1627	0,0897	02
	<i>Pimelodus aff. blochii</i>	#	onívoros	0,1872	0,0575	11
	<i>Pseudoplatystoma tigrinum</i>	caparari	piscívoros	0,2767	0,0434	02
	<i>Pygocentrus nattereri</i>	piranha caju	piscívoros	0,2310	0,0947	27
	<i>Schizodon fasciatus</i>	piau de cabeça gorda	herbívoros	0,0867	0,0223	03
	<i>Sorubim elongatus</i>	#	carnívoros	0,5746	0,0555	03
	<i>Sorubim lima</i>	bico de bato, bagre	carnívoros	0,6108	#	01
Mutum Paraná	<i>Brachyplatystoma filamentosum</i>	filhote	piscívoros	2,5636	1,4158	04
	<i>Pinirampus pirinampu</i>	Barba-chata	piscívoros	1,6736	#	01
Nova Mamoré	<i>Brachyplatystoma platynemum</i>	Babão	piscívoros	1,9331	1,9575	06
	<i>Pseudoplatystoma punctifer</i>	surubim	piscívoros	0,3868	0,0338	02
	<i>Zungaru zungaro</i>	jaú	piscívoros	0,4264	#	01
São Carlos	<i>Brachyplatystoma filamentosum</i>	filhote	piscívoros	2,1377	#	01
	<i>Brachyplatystoma platynemum</i>	Babão	piscívoros	2,3337	0,492	02
	<i>Brachyplatystoma rousseauxii</i>	dourada	piscívoros	1,0762	0,5237	05
	<i>Brachyplatystoma vaillantii</i>	piramutaba	piscívoros	0,6788	0,2023	13
	<i>Pseudoplatystoma punctifer</i>	surubim	piscívoros	1,7435	#	01
	<i>Pseudoplatystoma tigrinum</i>	Caparari	piscívoros	0,6579	0,004	02
Teotônio	<i>Brachyplatystoma filamentosum</i>	filhote	piscívoros	1,6205	#	01
Teotônio	<i>Brachyplatystoma platynemum</i>	Babão	piscívoros	2,5048	1,0433	24
	<i>Brachyplatystoma rousseauxii</i>	dourada	piscívoros	0,7861	0,6273	08
	<i>Brachyplatystoma vaillantii</i>	piramutaba	piscívoros	0,6753	0,5664	02

Localidade	Nome científico	Nome Popular	Hábito alimentar	Hg (mg.kg ⁻¹)	D.P.	n
Guajará Mirim	<i>Brachyplatystoma rousseauxii</i>	dourada	piscívoros	2,2770	#	01
São Sebastião	<i>Brachyplatystoma rousseauxii</i>	dourada	piscívoros	0,6337	#	01
Vila Murтинho	<i>Zungaru zungaro</i>	jaú	piscívoros	1,0803	#	01
Cujubim Grande	<i>Brachyplatystoma rousseauxii</i>	dourada	piscívoros	0,6158	#	01
	<i>Brachyplatystoma filamentosum</i>	filhote	piscívoros	1,4194	#	01
Iata	<i>Brachyplatystoma filamentosum</i>	filhote	piscívoros	0,9107	0,0958	02
					Total	203
Média geral				0,822	0,977	
Média dos carnívoros na área de estudo				1,081	1,090	
Média dos não carnívoros na área de estudo				0,296	0,274	
CMR (OMS)			Todas as espécies	0,500		
CMR (ANVISA)			sp. não carnívoras	0,500		
CMR (ANVISA)			sp. carnívoras	1,000		

CMR= Concentração máxima recomendável para consumo Humano.



A figura VIII.1 mostra a relação entre a concentração de Hg por hábito alimentar em todas as localidades estudadas, observa-se como o hábito alimentar predatório, se destacam com os valores médios mais elevados, com exceção dos peixes planctófagos que vem demonstrando altos níveis de mercúrio.

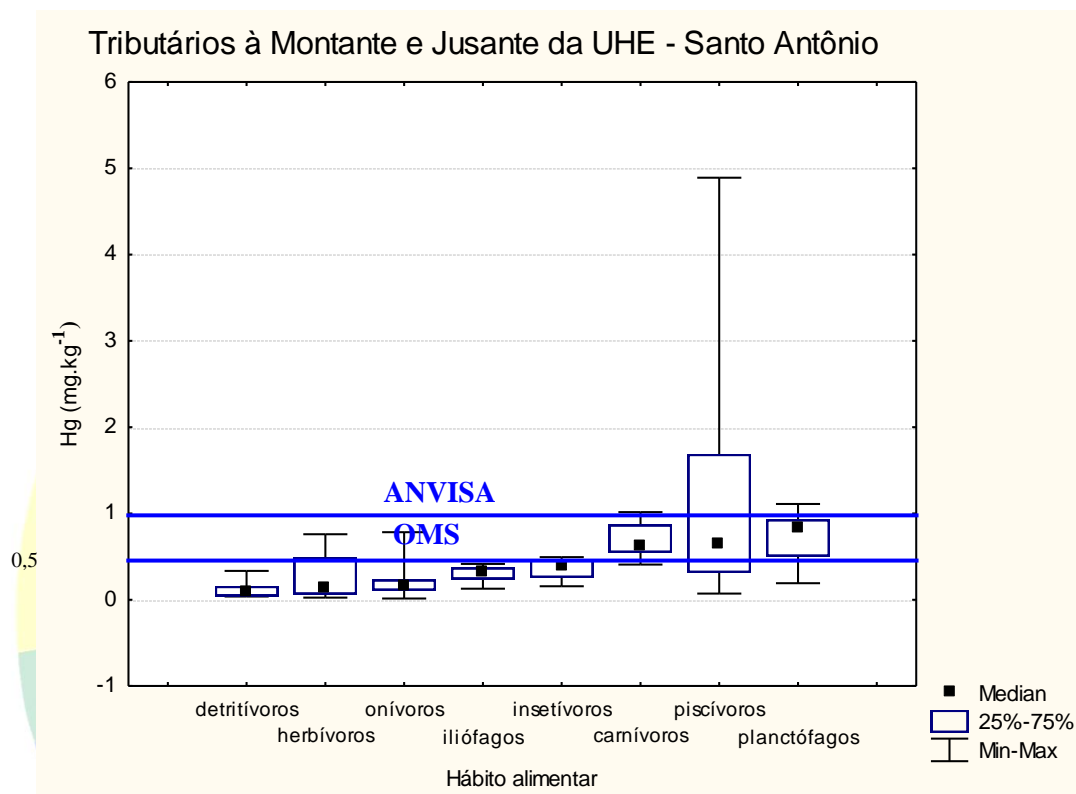


Figura VIII.1. Hábito alimentar de peixes e concentração de mercúrio nos afluentes do rio Madeira montante e jusante da UHE – Santo Antônio.

Quanto aos demais peixes de hábitos não carnívoros e que apresentam baixas concentrações de Hg, do ponto de vista ecológico, pode se dizer que devido sua abundancia têm um importante papel no fluxo de energia no ecossistema na ciclagem de nutrientes e na dinâmica das populações de predadores. Desta forma os peixes detritívoros assumem um papel importante na transferência da forma orgânica do Hg ($\text{CH}_3\text{Hg}^{++}$) ao longo da cadeia trófica.

A amostragem realizada entre os meses de outubro, novembro e dezembro/2010 foram as seguintes: Puruzinho: aproximadamente 150 espécimes; Igarapé Belmont: aproximadamente 170 espécimes; Caripunás: aproximadamente 80 espécimes; Jaci-Paraná: aproximadamente 250 espécimes; Jatuarana: aproximadamente 70 espécimes e Cuniã: aproximadamente 40 espécimes.

CAPÍTULO IX

IX.1. Área de Movimentação de Terras

IX.1.1. Monitoramento do Mercúrio na Área de Movimentação de Terras

A área em monitoramento é referente aos locais onde está ocorrendo a dragagem de sedimentos e retirada de solos e rochas para implementação das turbinas do empreendimento hidrelétrico na Cachoeira de Santo Antônio.

Até a presente data não foram observados valores que demonstrem contaminação de Hg nos sedimentos, rochas ou em solos das áreas escavadas.

Os valores médios de concentração de Hg estão de acordo com os dados encontrados para outras estações de monitoramento no rio Madeira. E até o momento também se encontram em conformidade com os valores preconizados pela CETESB que adota os mesmos valores do CONAMA 344/4.

Encontram-se em fase final de procedimentos laboratoriais para emissão dos resultados da última coleta realizada a área do Canteiro de Obras no início de dezembro de 2010.



Laboratório
**BIOGEOQUÍMICA
AMBIENTAL**
Wolfgang C. Pfeiffer

CONSIDERAÇÕES

Considerando o conjunto amostral e as análises já realizadas durante o monitoramento do 6º trimestre foi observado que o comportamento dos elementos químicos estudados apresentam-se sem mudanças em relação aos trimestres anteriores, incluindo os dados do período do levantamento do EIA-RIMA (2004). Contudo, especial atenção está sendo dada ao Ponto 19 do monitoramento de solo que demonstra valores médios de Hg total acima do esperado para região. Valores de Hg total em solos como os encontrados no Perfil 19 são similares aos encontrados durante a fase de intenso uso deste metal no garimpo de ouro na área do alto rio Madeira. Essas áreas são pontuais e se caracterizam por ser locais de deposição de vapor de Hg, proveniente da queima do amalgama ouro:mercúrio (Au:Hg), chamado pelos garimpeiros de “azougue”. Importante frisar que a atividade de garimpo de ouro na área monitorada não cessou, embora em pequena escala a atividade permanece e se intensifica no período das águas baixas. Na amostragem de T7 realizada no início de dezembro/2010 foi realizada uma nova malha amostral na localidade para definição da área e se justifica uma remoção.

Embora os dados obtidos até o momento para MeHg em água não permitirem ainda uma avaliação temporal, pode-se considerar as médias de MeHg encontrados nas águas do rio Madeira e seus afluentes como níveis de *background* ambiental. Os dados de MeHg em água apresentam-se com valores comparáveis a outros ambientes de rio em outras regiões. Os dados da campanha do mês de Novembro/2010 mostraram-se sensivelmente mais elevados que os valores de metilmercúrio analisado na água mês de Agosto/2010. Será realizada mais uma amostragem em final de janeiro/2011 que completará um ciclo sazonal.

Conforme esperado, o monitoramento do sedimento e dos solos tem indicado que os tributários apresentam valores mais elevados de Hg do que na calha do rio Madeira. No rio Madeira é possível verificar uma diferença significativa nas concentrações de Hg total no sedimento entre os períodos hidrológicos. Durante o período de águas baixas as concentrações média de Hg nos sedimentos do rio Madeira são mais elevadas que no período das águas altas, embora as médias estejam dentro das concentrações preconizada pela Legislação. A variação das concentrações médias nos sedimentos para os outros metais pesados neste trimestre também estão dentro da variabilidade esperada, inclusive comparadas com as médias do levantamento do EIA-RIMA. A variação na concentração de metais pesados nos sedimentos ocorre devido à natureza do material transportado pelo rio Madeira que compõe o sedimento marginal do rio Madeira, pois a bacia do rio Madeira drena diversas formações pedológicas e feições topográficas.

O monitoramento do canteiro de obras tem mostrado uma variação nas concentrações de Hg na ordem de 0,008 a 0,055 mg.kg⁻¹, apresentando também variações para os outros metais pesados estudados. O sedimento superficial coletado nas áreas de enseadeira tem mostrado valores

próximos ao encontrados em outras áreas do rio Madeira. Amostras coletadas em cotas menores que as do leito natural do rio Madeira mostram concentrações de Hg mais baixas do que as concentrações das amostras superficiais, não sendo identificado valores que justifiquem algum tipo de intervenção até o momento. Não validando, portanto, a hipótese de possíveis “bolsões de Hg” na área do Canteiro de Obras (Movimentação de Terras).

Com base nos estudos pretéritos espera-se médias elevadas da concentração de Hg para algumas espécies de peixes, principalmente para as de hábito preferencial piscívoras. Destaca-se o gênero *Brachyplatystoma*, não sendo de grande importância a área da amostragem, conforme observa-se valores médios elevados desse gênero coletados em Vila Teotônio e no Distrito de São Carlos. Até o momento não se pode atribuir as médias de Hg elevadas para determinadas espécies de peixes, em alguns casos superando os valores recomendados para consumo pelo órgão brasileiro regulador, às obras de construção do reservatório de Santo Antônio. Dados médios pretéritos, nos estudos de Pfeiffer & Lacerda (1988), Bastos & Lacerda (2004) dentre outros na região, revelam que as concentrações médias se equivalem com as atuais.

Continuamos no aguardo da autorização para divulgar os dados de Hg nos mamíferos aquáticos. As etapas dessa atividade foi realizada conjuntamente com a equipe dos estudos em Mamíferos Aquáticos do INPA, porém há necessidade do empreendedor obter sua autorização para que possamos divulgar os resultados.

De uma forma geral, pode-se considerar que as atividades até o momento realizadas pela engenharia da construção da barragem de Santo Antônio não trouxe conseqüências para modificações nas concentrações de mercúrio e outros elementos traço na área de influência do empreendimento. De certa forma, não se esperava grandes modificações nas concentrações desses elementos nessa etapa do empreendimento (pré-enchimento). Nessa etapa se tinha como grande expectativa, não confirmada, a presença de Hg (na fase metálica) nas áreas de “movimentação de terras”.

Laboratório
**BIOGEOQUÍMICA
AMBIENTAL**
Wolfgang C. Pfeiffer

11. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Portaria nº 685, de 27 de Agosto de 1998. Disponível em: http://www.anvisa.gov.br/legis/portarias/685_98.htm. Acesso em: Novembro de 2009.
- BASTOS, W.R.; MALM, O.; PFEIFFER, W.C. & CLEARY, D. Establishment and analytical quality control of laboratories for Hg determination in biological and geological samples in the Amazon – Brazil. **Sci. Cult. J. Brazil**. **50**: 255 – 260. 1998.
- BASTOS, W.R. & LACERDA, L.D. A contaminação por mercúrio na bacia do rio Madeira: uma breve revisão. **Geochimica Brasiliensis**, Rio de Janeiro, v. 18, n. 2. p. 18-99. 2004.
- BASTOS, W.R.; GOMES, J.P.O.; OLIVEIRA, R.C.; ALMEIDA, R.; 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**, v. 368, n. 1, p. 344-351, 2006.
- BASTOS, WR; REBELO, MF; FONSECA, MF; ALMEIDA, R & MALM, O. A description of mercury in fishes from the Madeira River Basin, Amazon, Brazil. **Acta Amazonica**, v. 38, p. 431-438, 2008.
- BOUDOU, A.; MAURY-BRACHET, R.; COQUERY, M.; DURRIEU, G. & COSSA, D. Synergic effect of gold mining and damming on mercury contamination in fish. **Environmental Science and Technology**, 39:2448-2454. 2005.
- BONZONGO, J.C., W.B. LYONS, M.E. HINES, J.J. WARWICK. (2002). Mercury in surface waters of three mine-dominated aquatic systems: Idrija River, Slovenia; Carson River, Nevada USA; and Madeira River, Brazil. **Geochemical Exploration and Environmental Analysis**, 2(2): 111-120.
- CALLISTO, M. Macroinvertebrados bentônicos. In: Bozelli, R.L.; Esteves, F.A. & Roland, F. **Lago Batata: impacto e recuperação de um ecossistema amazônico**. Eds. IB-UFRJ/SBL. Rio de Janeiro, 139-152p. 2000.
- CALLISTO, M.; GONÇALVES, J.F. & MORENO, P. **Invertebrados Aquáticos como Bioindicadores**. In: Goulart, E.M.A. (Eds). *Navegando o Rio das Velhas das Minas aos Gerais*, 555-567. 2005.
- COELHO-SOUZA, S.A.; MIRANDA, M.R. & GUIMARAES, J.R. D. A importância das macrófitas aquáticas no ciclo do mercúrio na Bacia do Rio Tapajós (PA). **Oecologia Brasiliensis**, 11:252-263. 2007.
- COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL – CETESB. Critério para avaliação da qualidade de sedimento. São Paulo. Disponível em: <www.cetesb.sp.gov.br>. Acesso em 2 de nov. 2008. 14:55. 2006.
- CONAMA. Conselho Nacional do Meio Ambiente, Resolução Nº 357, de 17 de Março de 2005.
- CONSTANTINO, R. C. Características principais das ordens de insetos. In: **Textos de Entomologia**. Versão 3. 2002.
- CREMONA, F.; PLANAS, D. & LUCOTTE, M. Assessing the importance of macroinvertebrate trophic dead ends in the lower transfer of methylmercury in littoral food webs. **Aquat. Sci.** (65): 2043–2052. 2008.
- ELBAZ-POULICHET, F.; SEYLER, P.; MAURICE-BOUGOIN, L.; GUYOT, J.L & DUPUY, C. Trace element geochemistry in the upper Amazon drainage basin (Bolivia). **Chemical Geology**. v. 157 p. 319 – 334. 1999.

GARCÍA-DÁVILA, C.R. & MAGALHÃES, C. Revisão taxonômica dos camarões de água doce (Crustacea: Decapoda: Palaemonidae, Sergestidae) da Amazônia peruana. **Acta Amazonica**, 33(4): 663-686. 2003.

GUIMARÃES, J.R.D.; MALM, O. & PFEIFFER, W.C. Radiochemical determination of net mercury methylation rates in sediment, water and soil samples from the Amazon region. In: International Symposium on Perspectives for Environmental Geochemistry in Tropical Countries, 1993, Niterói. **Proceedings of the International Symposium on Perspectives for Environmental Geochemistry in Tropical Countries**, 413-416. 1993.

GUIMARÃES, J.R.D.; MALM, O. & PFEIFFER, W.C. A simplified radiochemical technique for measurements of net mercury methylation rates in aquatic systems near gold mining areas, Amazon, Brazil. **Science of the Total Environment**, 175:151-162. 1995.

GUIMARÃES, J.R.D.; MEILI, M.; MALM, O. & BRITO, E.M.S. Hg methylation in sediments and floating meadows of a tropical lake in the Pantanal floodplain, Brazil. **Science of the Total Environment**, 213:165-175. 1998.

GUIMARÃES, J.R.D.; ROULET, M.; LUCOTTE, M. & MERGLER, D. Mercury methylation along a lake-forest transect in the Tapajós river floodplain, Brazilian Amazon: seasonal and vertical variations. **Science of the Total Environment**, 261:91-98. 2000.

GRAY, J. E., HINES, M. E., 2008. Biogeochemical mercury methylation influenced by reservoir eutrophication, Salmon Falls Creek Reservoir, Idaho, **USA Chemical Geology**. 2008.

HAAG, I.; KERN, U. & WESTRICH, B., Erosion investigation and sediment quality measurements for a comprehensive risk assessment of contaminated aquatic sediments. **Science of the Total Environment**. v. 266 p. 249-257. 2001.

HALL, B.D.; ST. LOUIS, V.L. & BODALY, R.A. The stimulation of methylmercury production by decomposition of flooded birch leaves and jack pine needles. **Biogeochemistry**, 68:107-129. 2004.

HALL, B.D. AIKEN G.R. KRABBENHOFT, D.P., MARVIN-DIPASQUALE, M., SWARZENSKI, C.M. 2008. Wetlands as principal zones of methylmercury production in southern Louisiana and the Gulf of Mexico region. **Environmental Pollution**, 154:124-134.

HEYES, A.; MOORE, T.R. & RUDD, J.W.M. Mercury and methylmercury in decomposing vegetation of a pristine and impounded wetland. **Journal of Environmental Quality**, 27:591-599. 1998.

HOLTHUIS, L. B. **A general revision of the Palaemonidae (Crustacea: Decapoda: Natantia) of the Americas, II: The subfamily Palaemonidae.** /Allan Hancock Foundation Publications/, /Occasional Paper/, 12: 1-396. 1952.

HUDSON-EDWARDS, K.A.; MACKLIN, M.G.; MILLER, J.R. & LECHER, P.J. Sources, distribution and storage of heavy metals in the Rio Pilcomayo, Bolívia. **Journal of Geochemical Exploration**. v. 72. p. 229-250. 2001.

HYLANDER, L.D., GRÖHN, J., TROPP, M., VIKSTRÖM, A., WOLPHER, H., SILVA, E.C., MEILI, M. & OLIVEIRA, L.J. Fish Mercury Increase in Lago Manso, a New Hydroelectric Reservoir in Tropical Brazil. **Journal of Environmental Management**. 2005.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE – IBAMA. Relatório de impacto ambiental das usinas hidrelétricas de Santo Antônio e Jirau. Disponível em: <www.ibama.licenciamentos.gov.br> Acesso em 22 de nov. de 2008. 16:25. 2005.

Estudo de Impacto Ambiental. Relatório Final I. Tomo B, Vol. 1/8. 287p.

JUNK, W.J.; BAYLEY, P.B. & SPARKS, R.E. The flood pulse concept in river-floodplain systems. 110-127. In: Dodge DP (ed) Proceedings of the International Large River Symposium. **Can Spec Publ Fish Aquat Sci**, 106. 1989.

JUNK, WJ. **The Central Amazon Floodplain: Ecology of a Pulsing System**. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, vol 126. 1997.

KABATA-PENDIAS, A. & PENDIAS, H. **Trace elements in soils and plants**, 3rd ed, Boca Raton, CRC Press, 413p. 2001.

KELLY, CA; RUDD, J.W.M.; BODALY, R.A.; ROULET, N.P.; ST. LOUIS, V.L.; HEYES, A.; MOORE, T.R.; SCHIFF, S.; ARAVENA, R.; SCOTT, K.J.; DYCK, B.; HARRIS, R.; WARNER, B. & EDWARDS, G. Increases in fluxes of greenhouse gases and methyl mercury following flooding of an experimental reservoir. **Environmental Science and Technology**, 31:1334-1344. 1997.

LACERDA, L.D. & SALOMONS, W. **Mercury from Gold and Silver Mining: A Chemical Time Bomb**. Springer Verlag, Berlin, 146p. 1998.

LACERDA, L. D.; SOUZA, M. & RIBEIRO, M. G. **Environ. Pollut.** 129, 247. 2004.

LIMA, H.N.; MELLO, J.W.V.; SCHAEFER, C.E.G.R. & KER, J.C. Dinâmica da mobilização de elementos em solos da Amazônia submetidos à inundação. **Acta Amazônica** v.35(3). p 317-330. 2005.

LIU, G., CAI, Y., PHILLIPI, T., KALLA, P., SCHEIDT, D., RICHARDS, J., SCINTO, L., APPLEY, C. 2008. Distribution of total and methylmercury in different ecosystem compartments in the Everglades: Implications for mercury bioaccumulation. **Environmental Pollution**, 153, 257:265

LOBÃO, V. L.; SAWAYA, P. & SANTOS, L. E. Influência da temperatura, precipitação pluviométrica e insoação na reprodução de *Macrobrachium holthuisi*. **Inst. Pesca.** (2): 109-118. 1978.

MENEZES, J. M. Variação espacial e sazonal de aspectos limnológicos associada ao uso e ocupação da micro-bacia do igarapé Belmont. Porto velho/Rondônia/Amazônia Ocidental. **Monografia**. FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DE RONDÔNIA, 108p. 2007.

MIRANDA M.R.; GUIMARÃES J.R.D.; ROULET M.; ACHA D.; COELHO-SOUZA S.; MAURO J.B.N. & IÑIGUEZ V. Mercury methylation and bacterial activity in macrophyte-associated periphyton in floodplain lakes of the Amazon basin. **RMZ – Materials and Geoenvironment**, 51:1218-1220. 2004.

MONTGOMERY, S., LUCOTTE, M. RHEAULT, I. Temporal and spatial influences of flooding on dissolved mercury in boreal reservoirs, **Science of the Total Environment**, 260(1-3), 147:157. 2000.

MUNTHE, J.; BODALY, R.A.; BRANFIREUN, B.A.; DRISCOLL, C.T.; GIMOUR, C.T.; HARRIS, R.; HORVAT, M.; LUCOTTE, M. & MALM, O. Recovery of mercury-contaminated fishes. **Ambio**, 36:33-44. 2007.

MURESAN, B.; COSSA, D.; RICHARD, S. & DOMINIQUE, Y. Methylmercury sources in a tropical reservoir. **Applied Geochemistry**. 23:1101-1126. 2008.

OLIVEIRA, L.C.; SERUDO, L.R.; BOTERO, W.G.; MENDONÇA, A.G.R.; SANTOS.A.; ROCHA, J.C. & NETO, F.S.C.; Distribuição de mercúrio em diferentes solos da dacia do médio rio Negro – AM: Influência da matéria orgânica no ciclo biogeoquímico do mercúrio. **Química Nova** v.30, nº2, 274-280, 2007.

PESSENDA, L.C.R.; FERREIRA, J.R.; TANCRADI, A.C.F.N.S.; MARTINELLI, L.A.; HIRATA, R. & MORTATTI, J. Caracterização química das águas de alguns rios do estado de Rondônia. **Acta limnológica Brasiliensis**. v. 1. p 179-199. 1986.

PFEIFFER, WC; LACERDA, LD; MALM, O; SOUZA, C. M. M.; SILVEIRA, EG & BASTOS, W. R. Mercury concentrations in inland waters of gold mining areas in Rondônia, Brasil.. **Science of the Total Environment**. v.87/88, p.233 - 240, 1989.

PORVARI, P. Development of fish mercury concentrations in finnish reservoirs from 1979 to 1994. **The Science of the Total Environment**, 213: 279-290. 1998.

ROULET, M.; GUIMARÃES, J.R.D. & LUCOTTE, M. Methylmercury production and accumulation in sediments and soils of an Amazon floodplain- effect of seasonal inundation. **Water Air Soil and Pollution**, 128:41-60. 2001.

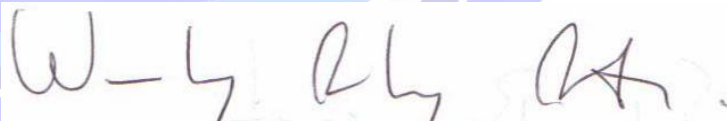
SANTOS, R.D. et al. **Manual de Descrição e Coleta de Solo no Campo**. 5. ed. Viçosa: SBCS. 92 p. 2005.

SCHETAGNE, R.; DOYON, J.F. & FOURNIER, J.J. Export of mercury downstream from reservoirs. **Science of the Total Environment**, 260:135-145. 2000.

SILVA, D. S.; LUCOTTE, M.; ROULET, M.; POIRIER, H.; MERGLER, D.; CROSSA M. 2006. Mercúrio nos peixes do Rio Tapajós, Amazônia Brasileira. ©INTERFACEHS – **Revista de Gestão Integrada em Saúde do Trabalho e Meio Ambiente** - v.1, n.1, Art 6. Amazonas.

SILVA-FILHO, E. V.; KÜTTER, M. T.; KÜTTER, V. T.; LACERDA, L. D. 2008. **Mercúrio em peixes no Brasil e sua implicação ecológica: Revisão bibliográfica**. III Congresso Brasileiro de Oceanografia – CBO. 2008. Fortaleza (CE).

TREMBLAY, A.; CLOUTIER, L. & LUCOTTE, M. Total mercury and methylmercury fluxes via emerging insects in recently flooded hydroelectric reservoirs and natural lake. **Science of the Total Environment**, 219:209-221. 1998.



Wanderley Rodrigues Bastos
Coordenador do Projeto

Laboratório
**BIOGEOQUÍMICA
AMBIENTAL**
Wolfgang C. Pfeiffer