

PROGRAMA DE MONITORAMENTO LIMNOLÓGICO DA UHE JIRAU



Energia
Sustentável
do Brasil



1º Relatório Semestral
(Licença de Operação nº
1097/2012)

Campanhas Realizadas entre
Outubro de 2012 e Abril de
2013



USINA HIDRELÉTRICA JIRAU

PROGRAMA DE MONITORAMENTO LIMNOLÓGICO

1º RELATÓRIO SEMESTRAL

(LICENÇA DE OPERAÇÃO Nº 1097/2012)



Maio / 2013

A small, handwritten signature in blue ink, located in the bottom right corner of the page.

EQUIPE TÉCNICA

Diretora Técnica

Bióloga M.Sc. Juliana Machado do Couto Curti
CRBio n° 30921/D
CTF/IBAMA 518647

Trabalhos de campo e laboratório

Bióloga Esp. Kátia Bittar Haddad	CRBio n°57437	CTF/IBAMA 3166007
Biólogo M.Sc. Leonardo de Assis Ítalo	CRBio n°49855	CTF/IBAMA 5160320
Biólogo Wagner Batista Xavier	CRBio n°70166	CTF/IBAMA 3165884
Biólogo Paulício Maconi Filho	CRBio n°70170	CTF/IBAMA 1916286
Bióloga Lívia Ferreira e Silva	CRBio n°49822	CTF/IBAMA 3759838
Químico Brunno Misofante da Silva Gomides	CRQ n° 12200326	
Téc. Aline Caetano Luz		CTF/IBAMA 3774541

Análise das comunidades aquáticas

Biólogo Dr. Luiz Felipe Machado-Velho (Zooplâncton)
CRBio n° 12570 CTF/IBAMA 904763
Bióloga Dra. Luzia Cleide Rodrigues (Fitoplâncton)
CRBio n° 17890 CTF/IBAMA 904744
Bióloga Dra. Janet Higuti (Zoobentos)
CRBio n°17889 CTF/IBAMA 4965113

Consultor

Prof. Dr. Luis Mauricio Bini

Sumário

1. Apresentação	1
2. Atendimento aos Objetivos do Programa.....	1
3. Atendimento às Metas do Programa.....	5
4. Metodologia.....	10
4.1. Área de Estudo	10
5. Resultados Consolidados.....	12
5.1. Fase Pré-Enchimento do Reservatório (01 de Março de 2012 a 18 de Outubro de 2012).....	12
5.2. Fase de Enchimento do Reservatório (19 de Outubro de 2012 a 30 de Abril de 2013).....	17
5.2.1. Monitoramento do Reservatório.....	17
5.2.2. Monitoramento Limnológico do Canteiro de Obras.....	27
5.2.3. Perfil Vertical Diário nos Tributários.....	30
5.2.4. Valores de OD e DBO ₅ em 02 (dois) Pontos Localizados a Jusante do Barramento da UHE Jirau	37
5.2.5. Ponto de Captação da ETA de Nova Mutum Paraná.....	38
5.2.6. Plano de Ação para Controle de Cianobactérias e Macrófitas Aquáticas	40
6. Indicadores.....	40
7. Interfaces	45
8. Atendimento ao Cronograma	46
9. Conclusão	48
10. Equipe Técnica	49
11. Referências Bibliográficas.....	51
12. Anexos.....	52
ANEXO I - Localização dos pontos de coleta do Programa de Monitoramento Limnológico.	53
ANEXO II - Imagem de satélite com a localização do sistema de monitoramento em tempo real no rio Madeira.	54
ANEXO III - Mapa de localização do pontos amostrais na área do canteiro de obras do AHE Jirau.	55

1. Apresentação

Em atendimento ao § 1º da condicionante 2.1 da LO nº 1.097/2012, o objetivo desse 1º Relatório Semestral é apresentar os resultados obtidos no âmbito do Programa de Monitoramento Limnológico no período de outubro 2012, quando foi iniciado o enchimento do reservatório da UHE Jirau, a abril de 2013, comparando-os com os demais meses de monitoramento limnológico, na fase de pré-enchimento do reservatório.

Vale ressaltar que, durante a fase de enchimento do reservatório da UHE Jirau, estão sendo apresentados ao IBAMA relatórios técnicos bimestrais (**Tabela 1**), conforme determinado no item 1.6-1 do Ofício nº 1066/2012/DILIC/IBAMA:

1.6. No âmbito do Programa de Monitoramento Limnológico:

l) Apresentar bimestralmente relatórios técnicos de acompanhamento do enchimento e estabilização do reservatório. Após essa fase, a frequência deverá ser trimestral. Apresentar, em até 60 (sessenta) dias ao final do enchimento, relatório conclusivo da fase de enchimento, e em até 60 (sessenta) dias ao final da estabilização do reservatório, relatório conclusivo da fase de estabilização. O documento deverá conter interpretação e análise estatística dos dados apresentados, conclusões e recomendações aplicáveis.

Tabela 1. Relatórios Técnicos Bimestrais do Programa de Monitoramento Limnológico

Relatório Técnico Bimestral	Período	Correspondência	Data de Protocolo
1º	Out12 a Dez12*	IT/AT 531-2013	09/04/2013
2º	Jan13 e Fev13	IT/AT 775-2013	27/05/2013
3º	Mar13 e Abr13	A ser protocolado	

* Em conformidade com o Ofício nº 357/2012/COHID/CGENE/DILIC/IBAMA.

2. Atendimento aos Objetivos do Programa

O objetivo geral do Programa de Monitoramento Limnológico na área de influência da UHE Jirau é caracterizar as águas do rio Madeira e seus principais afluentes e acompanhar as alterações limnológicas que poderão ocorrer com a formação do reservatório.

Como pode ser visualizado nas **Tabelas 2 e 3** a seguir todos os objetivos do Programa de Monitoramento Limnológico da UHE Jirau, estabelecidos pelo Projeto

Básico Ambiental (PBA), considerando as fases de pré-enchimento e enchimento, estão sendo devidamente atendidos.

Tabela 2. Objetivo geral do Programa de Monitoramento Limnológico da UHE Jirau.

OBJETIVO GERAL	STATUS	ANÁLISE DO ATENDIMENTO
O Programa de Monitoramento Limnológico tem como objetivo geral prognosticar e mensurar as modificações na dinâmica limnológica advindas das transformações do ambiente, decorrentes da implantação e operação do empreendimento, e subsidiar a adoção de medidas de controle, caso sejam identificados problemas de qualidade de água.	Em atendimento	Na fase de pré-enchimento do reservatório da UHE Jirau, foram realizadas 12 campanhas trimestrais, entre 2009 e 2012. Desde a emissão da LO nº 1097/2012, em 19/10/2012, até o mês de abril de 2013, foram realizadas 07 (sete) campanhas mensais de monitoramento, na área de influência da UHE Jirau.

Tabela 3. Objetivos específicos do Programa de Monitoramento Limnológico da UHE Jirau.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS	STATUS	ANÁLISE DO ATENDIMENTO
<p>Identificar as alterações limnológicas no rio Madeira e seus principais tributários, na área de influência do empreendimento, durante as fases de implantação, enchimento e operação do reservatório (gradiente temporal).</p> <p>Identificar as alterações limnológicas no rio Madeira e seus principais tributários, entre os trechos de montante e jusante do AHE Jirau (gradiente espacial).</p> <p>Avaliar a ocorrência de gradientes espaciais e temporais das variáveis limnológicas, ao longo do rio Madeira e seus principais tributários, na área de influência do empreendimento, durante as fases de implantação, enchimento e operação do reservatório.</p> <p>Determinar a relação das variáveis limnológicas com os ciclos sazonais e pulsos de inundação dos corpos d'água, na área de influência do empreendimento.</p>	Em atendimento	<p>Na fase de pré-enchimento do reservatório da UHE Jirau, foram realizadas 12 campanhas trimestrais, entre 2009 e 2012, em 20 pontos de monitoramento, nos períodos de vazante, enchente, cheia e seca..</p> <p>Desde a emissão da LO nº 1097/2012, em 19/10/2012, até o mês de abril de 2013, foram realizadas 07 (sete) campanhas mensais, em 31 pontos de monitoramento, abrangendo os períodos de vazante, enchente e cheia, na área de influência da UHE Jirau.</p>
Determinar o perfil vertical de variáveis físicas, químicas e biológicas, na área de influência do empreendimento, durante as fases de implantação, enchimento e operação do reservatório.	Em atendimento	Na fase de pré-enchimento do reservatório da UHE Jirau, foram realizadas 12 campanhas trimestrais, entre 2009 e 2012. Nessa fase o perfil vertical, das variáveis físicas, químicas e biológicas, foi realizado trimestralmente apenas no ponto P18 (MAD-5). Nos pontos localizados nos tributários do rio Madeira, o perfil vertical foi realizado apenas no período de águas altas, ou seja, nos meses de abril.

		<p>Desde a emissão da LO nº 1097/2012 até o mês de abril de 2013, foram realizadas 07 (sete) campanhas mensais, onde analisou-se o perfil vertical (dos parâmetros físicos e químicos) em todos os pontos de monitoramento (31 pontos de coleta).</p> <p>A análise do perfil vertical do material biológico está sendo realizada mensalmente somente no ponto P18 (MAD-5) e nos tributários no período de águas altas (exemplo, abril de 2013), de maneira similar ao realizado na fase pré-enchimento.</p>
<p>Avaliar o ciclo nictemeral das comunidades fitoplancônica e zooplancônica, no período de cheia e seca, durante as fases de implantação, enchimento e operação do reservatório.</p>	<p>Atendido</p>	<p>Na fase de pré-enchimento do reservatório, foram realizadas 05 (cinco) campanhas para a análise do ciclo nictemeral, tendo a ESBR solicitado a interrupção de tal estudo.</p> <p>Desde a emissão da LO nº 1097/2012, em 19/10/2012, até o mês de abril de 2013, foram realizadas 02 (duas) campanhas, na fase de enchimento do reservatório da UHE Jirau, onde a análise do ciclo nictemeral foi avaliada, no ponto P18-MAD 5, localizado a montante do barramento do empreendimento (outubro de 2012 e abril de 2013).</p>
<p>Averiguar a compatibilidade da condição de qualidade da água diagnosticada e prognosticada para os usos previstos no enquadramento do corpo hídrico.</p>	<p>Em atendimento</p>	<p>Na fase de pré-enchimento, foram realizadas 12 campanhas trimestrais de monitoramento, onde a qualidade da água foi comparada com os limites preconizados pela Resolução CONAMA nº 357/2005.</p> <p>Desde a emissão da LO nº 1097/2012, em 19/10/2012, até o mês de abril de 2013, foram realizadas 07 (sete) campanhas mensais de monitoramento, com a comparação dos resultados com os limites estabelecidos pela referida resolução.</p>
<p>Classificar a qualidade da água e o grau de trofia na área de influência do empreendimento, durante as fases de implantação, enchimento e operação do reservatório.</p>	<p>Em atendimento</p>	<p>Na fase de pré-enchimento, foram realizadas 12 campanhas trimestrais de monitoramento, onde foi calculado o Índice de Estado Trófico (IET) de cada ponto de coleta (20 estações).</p> <p>Desde a emissão da LO nº 1097/2012, em 19/10/2012, até o mês de abril de 2013, foram realizadas 07 (sete) campanhas mensais de monitoramento, tendo sido calculado o IET de cada ponto de coleta (31 estações).</p>
<p>Fornecer informações precisas para subsidiar a gestão da qualidade da água do reservatório e a adoção de medidas mitigadoras quando necessário.</p>	<p>Em atendimento</p>	<p>Os dados e resultados obtidos no Programa estão sendo estruturados, armazenados e espacializados no Sistema de Gerenciamento de Informações Georreferenciadas</p>

		<p>(SisGIG) da UHE Jirau.</p> <p>Vale ressaltar que desde o início do enchimento do reservatório da UHE Jirau, está sendo realizado o monitoramento diário, em perfil vertical, em 06 (seis) tributários do rio Madeira, além de analisadas as informações obtidas nos sistemas de monitoramento em tempo real a montante e a jusante do barramento do empreendimento, para subsidiar a adoção de eventuais medidas mitigadoras. Tais medidas foram descritas no Sistema de Alerta apresentados ao órgão ambiental, em atendimento á condicionante 2.7 da LO nº 1097/2012.</p>
<p>Prognosticar as possíveis alterações da qualidade da água, decorrentes das transformações ambientais, durante as diferentes fases do empreendimento.</p>	<p>Em atendimento</p>	<p>Foram desenvolvidos pela COPPE/UFRJ prognósticos da qualidade da água do reservatório da UHE Jirau e a jusante deste, os quais subsidiaram a emissão das Autorizações de Supressão de Vegetação (ASV), assim como a proposta de redução de supressão de vegetação até a cota 84,0m.</p> <p>Conforme requerido no Parecer Técnico (PT) nº 127/2012 – COHID/CGENE/DILIC/IBAMA, encontra-se em elaboração pela COPPE/UFRJ um novo prognóstico da qualidade da água do reservatório da UHE Jirau para a Etapa 3 de enchimento, considerando a proposta de redução de supressão de vegetação acima da cota 84,0 m.</p>
<p>Promover interface com os Programas de Monitoramento Hidrobiogeoquímico, Monitoramento e Controle de Macrófitas Aquáticas, Conservação da Ictiofauna, Conservação da Fauna, Saúde Pública, Comunicação Social e Educação Ambiental.</p>	<p>Em atendimento</p>	<p>As interfaces estão sendo devidamente realizadas conforme a necessidade de cada Programa, sendo descritas no item 7 deste relatório.</p> <p>Resultados do Monitoramento Limnológico tem sido efetivamente utilizados no Programa de Monitoramento Hidrobiogeoquímico, no Programa de Monitoramento e Controle de Macrófitas Aquáticas e no Programa de Conservação da Ictiofauna.</p>
<p>Avaliar o grau de impacto da descarga sólida gerada pela operação dos vertedouros sobre o meio ambiente e comunidade aquática.</p>	<p>Não aplicável para o momento</p>	<p>Tal avaliação será realizada quando da abertura das comportas do vertedouro, seguindo a metodologia aprovada pelo IBAMA.</p>
<p>Avaliar em tempo real as variáveis limnológicas em pontos a montante e jusante próximos ao eixo da barragem.</p>	<p>Em atendimento</p>	<p>Este objetivo está sendo atendido através das sondas de monitoramento em tempo real, instaladas a montante a jusante do barramento da UHE Jirau, contando com a parceria do Instituto Internacional de Ecologia.</p>

3. Atendimento às Metas do Programa

A **Tabela 4** a seguir retrata as metas propostas no PBA da AHE Jirau e o status quanto ao seu atendimento.

Tabela 4. Status de atendimento às Metas estabelecidas no PBA, referentes ao Programa de Monitoramento Limnológico da UHE Jirau, durante as fases de pré-enchimento e enchimento do reservatório.

METAS	STATUS	ANÁLISE DO ATENDIMENTO
<p>Realizar análises de treze (13) variáveis físicas, vinte e seis (26) químicas e 07 (sete) biológicas em uma (01) estação amostral no rio Mamoré, seis (06) no rio Madeira, dez (10) em afluentes e uma (01) na área alagada do rio Mutum-Paraná, em todas as campanhas de campo executadas durante as fases de implantação e enchimento.</p>	<p>Em atendimento</p>	<p>Durante a fase de implantação (pré-enchimento, foram realizadas 12 campanhas trimestrais, com análises físicas, químicas e biológicas em 20 estações de monitoramento.</p> <p>Além destes pontos, foram adicionados, a partir de outubro de 2012, conforme determinado no item 1.6-i do Ofício nº 1066/2012/DILIC/IBAMA e na condicionante 2.5 da LO nº 1097/2012, 11 novos pontos de monitoramento, sendo estes: 08 (oito) localizados nos tributários, a montante do local já monitorado, ou seja, em regiões lóaticas, 02 (dois) localizados na área alagada do rio Mutum Paraná e 01 (um) localizado no ponto de captação da ETA de Nova Mutum Paraná (ponto PCAP).</p> <p>Desde outubro de 2012 até o mês de abril de 2013, foram realizadas 07 (sete) campanhas mensais, onde realizou-se análises numéricas para a interpretação dos resultados. As coletas referentes aos materiais biológicos foram realizadas em 04 (quatro) campanhas (outubro e dezembro de 2012, fevereiro e abril de 2013).</p>
<p>Realizar análises de treze (13) variáveis físicas, vinte e seis (26) químicas e sete (07) biológicas em uma (01) estação amostral no rio Mamoré, seis (06) no rio Madeira, dezoito (18) em afluentes e três (03) na área alagada de Mutum, em todas as campanhas de campo executadas durante a fase de operação do reservatório.</p>	<p>Não aplicável para o momento</p>	<p>Esta meta será analisada na fase de operação do empreendimento.</p>
<p>Realizar campanhas de campo trimestrais, durante a execução das obras (fase rio), contemplando os períodos de enchente, cheia, vazante e seca.</p>	<p>Atendida</p>	<p>Durante a fase de implantação (pré-enchimento, foram realizadas 12 campanhas trimestrais, contemplando os períodos de enchente, cheia, vazante e seca.</p>
<p>Realizar campanhas de campo mensais, durante um ano após início do enchimento do reservatório (fase enchimento/início da estabilização), para análises físicas, químicas e bacteriológicas, sendo que as análises biológicas serão realizadas com frequência bimestral, totalizando 6 campanhas.</p>	<p>Em atendimento</p>	<p>Desde o início do enchimento, em outubro de 2012, até o mês de abril de 2013, foram realizadas 07 (sete) campanhas mensais de monitoramento, com análises físicas e químicas. As análises biológicas estão sendo realizadas bimestralmente nesta etapa de implantação do empreendimento.</p>
<p>Realizar campanhas de campo trimestrais, durante 8 anos da operação (fase</p>	<p>Não aplicável para o</p>	<p>Esta meta será analisada na fase de operação do empreendimento.</p>

METAS	STATUS	ANÁLISE DO ATENDIMENTO
reservatório), contemplando os períodos de enchente, cheia, vazante e seca;	momento	
Realizar análises numéricas e qualitativas dos resultados limnológicos obtidos para caracterização das variações temporais e especiais.	Em atendimento	Em todos os relatório técnicos técnicos são apresentadas análises univariadas e multivariadas (ex. análise de componentes principais, análise de correlação canônica) com o objetivo de verificar as variações temporais e espaciais dos dados abióticos e biológicos.
Relacionar resultados limnológicos obtidos às alterações sazonais características dos períodos de enchente, cheia, vazante e seca.	Em atendimento	Em todos os relatórios técnicos são apresentados os dados consolidados dos meses anteriores de coleta, com o objetivo de verificar as mudanças sazonais. Além disso, as análises estatísticas multivariadas também auxiliam nessa avaliação.
Mensurar a temperatura da água, pH, oxigênio dissolvido, condutividade, potencial redox, turbidez, transparência da coluna d'água, fitoplâncton e zooplâncton em 3 profundidades (superfície, limite da zona eufótica e fundo) no ponto de amostragem próximo ao eixo da barragem (ponto P18 - MAD 5), durante todas as fases do empreendimento nos períodos de enchente, cheia, vazante e seca, sendo mensurado nos tributários apenas no período de cheia.	Em atendimento	<p>Durante a fase de pré-enchimento, foram realizadas 12 campanhas trimestrais, contemplando os períodos de enchente, cheia, vazante e seca, onde foi analisado o perfil vertical do ponto P18 (parâmetros físicos, químicos e biológicos). O perfil vertical nos tributários foi analisado durante o período de cheia ou águas altas, ou seja, em abril de 2010, abril de 2011 e abril de 2012.</p> <p>No período entre outubro de 2012 a abril de 2013 (fase de enchimento), foram realizadas 07 (sete) campanhas mensais, onde analisou-se o perfil vertical dos parâmetros físicos e químicos de todos os pontos de monitoramento, incluindo o ponto P18-MAD 5 (total de 31 pontos).</p> <p>No entanto, a análise do perfil vertical das comunidades aquáticas está sendo feita bimestralmente somente no ponto P18-MAD 5 e nos tributários somente no período de águas altas (por exemplo em abril de 2013).</p>
Realizar estudo do ciclo nictemeral das comunidades fitoplanctônica e zooplanctônica através das análises de temperatura da água e do ar, pH, oxigênio dissolvido, potencial de redox, condutividade, fósforo total, ortofosfato, nitrito, nitrato, nitrogênio amoniacal e total e organismos planctônicos, na estação de amostragem próxima ao eixo da barragem, a cada intervalo de 04 (quatro) horas, ao longo de 24 horas, durante as fases de implantação, enchimento e operação do reservatório, no período de seca e cheia.	Em atendimento	<p>Na fase de pré-enchimento do reservatório, foram realizadas 05 (cinco) campanhas para a análise do ciclo nictemeral, tendo a ESBR solicitado a interrupção de tal estudo.</p> <p>Entretanto, em atendimento ao item 1.6-c do Ofício nº 1066/2012/DILIC/IBAMA, deu-se continuidade a esta análise após o início do enchimento do reservatório, e até o mês de abril de 2013, foram realizadas 02 (duas) campanhas (outubro de 2012 e abril de 2013).</p>

METAS	STATUS	ANÁLISE DO ATENDIMENTO
<p>Comparar os resultados limnológicos obtidos aos padrões de qualidade de água estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/05 para águas de classe 2.</p>	<p>Em atendimento</p>	<p>Na fase de pré-enchimento, foram realizadas 12 campanhas trimestrais de monitoramento, onde a qualidade da água foi comparada com os limites preconizados pela Resolução CONAMA nº 357/2005.</p> <p>Desde a emissão da LO nº 1097/2012, em 19/10/2012, até o mês de abril de 2013, foram realizadas 07 (sete) campanhas mensais de monitoramento, onde a qualidade da água foi comparada com os limites estabelecidos pela referida resolução.</p>
<p>Calcular o IQA (índice de qualidade da água) e o IET (índice do estado trófico) a partir dos resultados obtidos, em todas as campanhas de campo.</p>	<p>Em atendimento</p>	<p>Na fase de pré-enchimento, foram realizadas 12 campanhas trimestrais de monitoramento, tendo sido calculado o IQA e o IET de cada ponto de coleta (20 estações).</p> <p>No período de outubro de 2012 a abril de 2013, foram realizadas 07 (sete) campanhas mensais de monitoramento, onde foi calculado o IQA e IET de cada ponto de coleta (31 estações).</p>
<p>Criar e alimentar um banco de dados georreferenciado para sistematizar as informações limnológicas decorrentes das campanhas de campo.</p>	<p>Atendida</p>	<p>Os dados e resultados obtidos no Programa estão sendo estruturados, armazenados e espacializados no Sistema de Gerenciamento de Informações Georreferenciadas (SisGIG) da UHE Jirau.</p>
<p>Elaborar modelo matemático para Prognóstico da Qualidade da Água para o corpo central, tributários e jusante do reservatório que permitirá avaliar diferentes cenários, incluindo os primeiros meses de enchimento.</p>	<p>Em atendimento</p>	<p>Foram desenvolvidos pela COPPE/UFRJ prognósticos da qualidade da água do reservatório da UHE Jirau e a jusante deste, os quais subsidiaram a emissão das Autorizações de Supressão de Vegetação (ASV), assim como a proposta de redução de supressão de vegetação até a cota 84,0m.</p> <p>Conforme requerido no Parecer Técnico (PT) nº 127/2012 – COHID/CGENE/DILIC/IBAMA, encontra-se em elaboração pela COPPE/UFRJ um novo prognóstico da qualidade da água do reservatório da UHE Jirau para a Etapa 3 de enchimento, considerando a proposta de redução de supressão de vegetação acima da cota 84,0 m.</p>
<p>Fornecer subsídios limnológicos fundamentais para avaliação dos processos hidrobiogeoquímicos.</p> <p>Fornecer informações sobre a qualidade da água indispensáveis para o estudo da dinâmica da comunidade de macrófitas aquáticas.</p>	<p>Em atendimento</p>	<p>As interfaces deste Programa estão descritas no item 7 deste relatório.</p>

METAS	STATUS	ANÁLISE DO ATENDIMENTO
<p>Fornecer informações sobre aspectos limnológicos essenciais para manutenção de ovos e larvas e conservação da ictiofauna.</p> <p>Fornecer informações sobre qualidade da água no ecossistema aquático de interesse para saúde pública.</p> <p>Fornecer informações sobre os resultados do monitoramento da comunidade bentônica, priorizando as famílias de insetos aquáticos de Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera, Heteroptera e Odonata de interesse para o Programa de Conservação da Fauna.</p> <p>Fornecer informações sobre as alterações da qualidade da água, decorrentes do empreendimento, de interesse público, relevantes à comunicação social e à educação ambiental.</p>		
<p>Implantar sistema de monitoramento em tempo real a montante (fases rio, enchimento e operação) e jusante do eixo da barragem do reservatório (fase operação), caso os resultados do modelo prognóstico mostrem tal necessidade.</p>	<p>Atendida</p>	<p>Foram implantados, em parceria com o Instituto Internacional de Ecologia, 02 (dois) sistemas de monitoramento da qualidade da água em tempo real, sendo um a montante e o outro a jusante do barramento da UHE Jirau.</p>

4. Metodologia

4.1. Área de Estudo

Durante a fase de pré-enchimento, foram monitoradas 20 estações de coleta, distribuídas da seguinte forma:

- i. 01 (uma) estação de monitoramento em um dos rios formadores do Madeira, sendo escolhido o rio Mamoré (P1) por estar em território nacional;
- ii. 06 (seis) estações de monitoramento no rio Madeira, sendo 05 (cinco) localizadas a montante da barragem (P2, P6, P9, P14 e P18) e 01 (uma) estação a jusante da barragem (P19);
- iii. 12 (doze) estações de monitoramento nos tributários das duas margens do rio Madeira (P3, P4, P5, P7, P8, P10, P11, P12, P15, P16, P17 e P20);
- iv. 01 (uma) estação de monitoramento na área alagada de Mutum (P13).

Após o início do enchimento do reservatório da UHE Jirau, foram adicionadas 11 novas estações de coleta (**Anexo I**), totalizando 31 pontos de monitoramento nesta fase (**Tabela 5**), em atendimento ao determinado no item 1.6-i do Ofício nº 1066/2012/DILIC/IBAMA e na condicionante 2.5 da LO nº 1097/2012, sendo estas:

- i. 08 (oito) estações de monitoramento nos tributários do rio Madeira, em locais sem a influência do reservatório (região lótica de cada tributário): 01 (um) ponto no rio Mutum Paraná (acima do ponto P11-MTP1); 01 (um) no rio Cotia (acima do ponto P12-COT); 01 (um) no igarapé São Lourenço (acima do ponto P15-LOU); 01 (um) no igarapé Caiçara (acima do ponto P16-CAI); 01 (um) no igarapé Jirau (acima do ponto P17- JIR); 01 (um) no igarapé Castanho (acima do ponto P10-CAS); 01 (um) no Simãozinho (acima do ponto P7-SIZ1); 01 (um) no igarapé São Simão (acima do ponto P8-SIM1);
- ii. 02 (duas) novas estações de monitoramento na área alagada do rio Mutum-Paraná (próximas ao ponto P13-MTP 1);
- iii. 01 (uma) estação de monitoramento no local de captação de água da Estação de Tratamento de Água (ETA) de Nova Mutum-Paraná.

Tabela 5. Estações de Monitoramento Limnológico.

Estações	Descrição	Coordenadas UTM	
		Longitude	Latitude
Fase Pré-Enchimento:			
P1-MAM	Rio Mamoré	237100.15	8850647.65
P2-MAD 1	Rio Madeira, próximo ao antigo Mad 10	240990.89	8857436.37
P3-RIB	Igarapé Ribeirão	249956.00	8867955.43
P4-ARA	Igarapé Araras	246246.45	8892119.51
P5-ABU	Rio Abunã	232136.62	8929302.06
P6-MAD 2	Rio Madeira, próximo ao antigo Mad 20	232648.94	8934445.44
P7-SIZ 1	Igarapé Simãozinho 1	236442.69	8936771.52
P8-SIM 1	Igarapé São Simão 1	0247617.0	8947886.0
P9-MAD 3	Rio Madeira, próximo ao antigo Mad 30	266960.77	8937744.17
P10-CAS 1	Igarapé Castanho 1	266274.44	8937755.29
P11-MTP 1	Rio Mutum-Paraná 1	282932.65	8929404.19
P12-COT 1	Rio Cotia 1	282566.95	8929359.03
P13-MUT 1	Área alagada de Mutum 1	287058.26	8936335.82
P14-MAD 4	Rio Madeira, próximo ao antigo Mad 40	291344.88	8939291.34
P15-LOU 1	Igarapé São Lourenço 1	297183.01	8964359.88
P16-CAI 1	Igarapé Caiçara 1	299438.15	8960269.54
P17-JIR 1	Igarapé Jirau 1	308129.59	8963026.92
P18-MAD 5	Rio Madeira, próximo ao antigo Mad 50	309792.82	8965459.40
P19-MAD 6	Rio Madeira (bóia)	322688.71	8982823.88
P20-MTP 2	Foz do rio Mutum-Paraná	289557.23	8937720.40
Fase Enchimento (Pontos Adicionais)			
P7A	Igarapé Simãozinho (região lótica)	235651.36	8937101.16
P8A	Igarapé São Simão (região lótica)	246274.55	8951851.67
P10A	Igarapé Castanho (região lótica)	256892.80	8938092.92
P11A	Rio Mutum-Paraná (região lótica)	283050.74	8923530.84
P12A	Rio Cotia (região lótica)	277508.45	8926470.97
P13A	Área alagada de Mutum 2	285908.83	8935935.98
P13B	Área alagada de Mutum 3	284564.69	8935227.23
P15A	Igarapé São Lourenço (região lótica)	288679.10	8961727.41
P16A	Igarapé Caiçara (região lótica)	301497.21	8957213.74
P17A	Igarapé Jirau (região lótica)	310829.38	8957819.60
PCAP	Ponto de captação de água da ETA de Nova Mutum-Paraná	320730.20	8976510.60

5. Resultados Consolidados

5.1. Fase Pré-Enchimento do Reservatório (01 de Março de 2012 a 18 de Outubro de 2012)

Conforme estabelecido no PBA, durante a fase de pré-enchimento, as coletas apresentaram frequência trimestral e foram iniciadas em setembro de 2009. Foram realizadas 12 campanhas de monitoramento (**Tabela 6**), sendo as 02 (duas) últimas entre 01 de março de 2012 e 18 de outubro de 2012 (antes da emissão da LO).

Tabela 6. Campanhas realizadas no âmbito do Programa de Monitoramento Limnológico, durante a fase pré-enchimento.

Campanha	Mês/Ano	Período
1	Setembro/2009	Águas baixas
2	Janeiro/2010	Enchente
3	Abril/2010	Águas altas
4	Julho/2010	Vazante
5	Outubro/2010	Águas baixas
6	Janeiro/2011	Enchente
7	Abril/2011	Águas altas
8	Julho/2011	Vazante
9	Outubro/2011	Águas baixas
10	Janeiro/2012	Enchente
11	Abril/2012	Águas altas
12	Julho/2012	Vazante

Em 2012, durante a fase pré-enchimento, as campanhas foram realizadas nos meses de janeiro, abril e julho de 2012. De maneira geral, as características limnológicas observadas em janeiro e abril de 2012 foram similares aquelas obtidas nos meses anteriores referentes ao período de enchente e águas altas (janeiro e abril de 2010 e 2011). Além disso, as características limnológicas observadas em julho de 2012 foram similares àquelas registradas durante o período de águas baixas na região. Assim, no mês de julho, foram detectados menores valores de turbidez, ferro total e fósforo total, comparando com janeiro e abril de 2012. Nesse mês (último mês referente a fase pré-enchimento), também foram mensuradas baixas densidades de coliformes totais e termotolerantes.

De maneira geral, entre setembro de 2009 e julho de 2012 (fase pré-enchimento), as concentrações de sólidos totais dissolvidos (STD), cloreto, sulfato, nitrato, nitrito, nitrogênio amoniacal, DBO₅ e clorofila-*a* foram significativamente

inferiores aos limites preconizados pela Resolução CONAMA n° 357/2005 em todos os meses de coleta.

Considerando a variação temporal, foi possível observar as seguintes características:

- As maiores concentrações de oxigênio dissolvido foram registradas em julho e outubro de 2010 e julho e outubro de 2011 (período de águas baixas);
- Maiores valores de turbidez, sólidos em suspensão e sólidos totais nos meses de janeiro e abril (período de águas altas), incluindo janeiro e abril de 2012;
- Maiores concentrações de ferro total, fósforo total, orto-fosfato, nitrogênio total Kjeldahl nos meses de janeiro e abril (período de águas altas), incluindo janeiro e abril de 2012;
- As maiores concentrações de clorofila-*a* foram detectadas durante o período de águas baixas, em julho e outubro de 2010 e em outubro de 2011.

Considerando a variação espacial, foi possível observar uma clara distinção entre os pontos localizados no rio Madeira e aqueles situados nos tributários desse rio. De maneira geral, pode-se destacar as seguintes características:

- Os pontos localizados no rio Madeira apresentaram concentrações de oxigênio dissolvido significativamente superiores a 5,0 mg/L em setembro de 2009, julho e outubro de 2010, julho e outubro de 2011 e julho de 2012 (período de menor vazão e precipitação pluviométrica), além de janeiro de 2011 e 2012. Em abril de 2011 tais concentrações foram significativamente inferiores ao referido limite. Em geral, pode-se inferir que a dinâmica dos teores de oxigênio dissolvido é, em parte, controlada por 02 (dois) fatores que atuam em grandes escalas: um fator sazonal que promove o aumento dos teores durante a seca (provavelmente em função das menores taxas de decomposição nesse período) e outro fator espacial que resulta em maiores teores no rio Madeira (provavelmente em função da maior turbulência);
- Os maiores valores de condutividade elétrica, alcalinidade e dureza foram registrados nos pontos localizados no rio Madeira. Provavelmente, esses locais apresentam as maiores concentrações de íons carbonato e bicarbonato. As maiores concentrações de CO₂ total e carbono inorgânico nos pontos localizados no rio Madeira corroboram essa hipótese;
- Os pontos localizados no rio Madeira também apresentaram as maiores concentrações de ferro total, fósforo total, NTK, nitrato e nitrogênio amoniacal.

Assim, os resultados obtidos até o momento indicam a importância do regime hidrológico no controle da dinâmica limnológica da área investigada. Especificamente, no rio Madeira, a redução da vazão (período de águas baixas) está associada com a redução dos valores de turbidez, sólidos suspensos, ferro, fósforo e nitrogênio na água, além de um leve acréscimo nas concentrações de clorofila-*a*, devido aos menores valores de turbidez.

Estes resultados demonstram a influência da precipitação pluviométrica, e o consequente aumento do escoamento superficial, sobre as características limnológicas do rio Madeira, principalmente em janeiro e abril (durante o período de chuvas).

A análise de componentes principais (PCA) demonstrou que, de fato, os pontos monitorados no rio Madeira apresentaram maiores valores de condutividade elétrica, sólidos totais dissolvidos (STD), turbidez, sólidos totais, sólidos suspensos totais, sólidos fixos, sólidos voláteis, alcalinidade, dureza, ferro total, carbono inorgânico dissolvido, carbono total e fósforo total. Os resultados da análise de ordenação foram consistentes com as descrições univariadas dos dados.

Em janeiro, abril e julho de 2012, a maior parte dos pontos de coleta foi classificada como apresentando águas com “Boa Qualidade”. Em média, considerando as 12 (doze) campanhas de monitoramento limnológico na fase pré-enchimento, os maiores valores de IQA foram registrados nos meses de julho e outubro (período de águas baixas), enquanto que os menores valores foram registrados em janeiro e abril (período de águas altas), devido aos maiores valores de turbidez, sólidos totais e fósforo total no trecho monitorado da UHE Jirau. De maneira geral, a maior parte dos pontos monitorados foi classificada como apresentando águas de “Boa Qualidade”, em todos os meses de coleta.

Além disso, os maiores valores do Índice do Estado Trófico (IET) foram obtidos nos pontos localizados no rio Madeira, tendo em vista as maiores concentrações de fósforo total nesses ambientes. No entanto, ressalta-se que tais resultados devem ser vistos com cautela, tendo em vista que isso não indica problemas de qualidade da água no rio Madeira, considerando que esse é um rio que naturalmente apresenta elevadas concentrações de sólidos suspensos e, conseqüentemente, elevadas concentrações de fósforo total. A ausência de florações de algas nesse rio (e, freqüentemente, baixas concentrações de clorofila-*a*) indicam também que esse ambiente não está sofrendo problemas com eutrofização.

Deve-se enfatizar, ainda, que os elevados valores de turbidez, sólidos suspensos e as elevadas concentrações de fósforo total ao longo do trecho monitorado no rio Madeira (no período de águas baixas e, principalmente, no período de águas altas) é uma característica natural desse ambiente. Os sólidos em suspensão no rio Madeira se originam nas formações terciárias dos Andes e recebem escoamento dos solos marginais ao longo de toda sua extensão.

Considerando a análise do perfil vertical do ponto P18 - MAD-5, foi possível observar que as diferenças entre os meses monitorados (setembro de 2009, janeiro, abril, julho e outubro de 2010, janeiro, abril, julho e outubro de 2011, janeiro, abril e julho de 2012) foram muito maiores que as diferenças entre as profundidades de coleta (superfície, meio e fundo). De maneira geral, a baixa variabilidade vertical pode ser atribuída ao movimento turbulento, característico de ambientes lóticos, que tende a homogeneizar a coluna de água. Assim, pode-se afirmar que o local estudado no rio Madeira não apresentou estratificação térmica da coluna da água, tendo em vista a pequena diferença nos valores da temperatura da água entre o epilímnio e hipolímnio dos pontos monitorados. Além disso, também foi registrada similaridade nas concentrações de oxigênio dissolvido e nos valores do potencial de óxido-redução, turbidez, pH, condutividade elétrica e sólidos totais dissolvidos, ao longo das profundidades analisadas.

Considerando a comunidade fitoplancônica, ao longo de todo o período de estudo na fase pré-enchimento, foram registrados 509 táxons, os quais estiveram distribuídos entre 11 (onze) grupos taxonômicos: Zygnemaphyceae representou 26% do total de táxons, seguido por Chlorophyceae (24%), Bacillariophyceae (18%) e Cyanobacteria (15%). Maior complexidade taxonômica foi verificada para os pontos situados nos tributários. Os valores de densidade e biovolume fitoplancônico nos pontos amostrados na área de influência da UHE Jirau durante o período de estudo foram baixos, sendo inferiores a 500 ind.mL^{-1} e a $1,0 \text{ mm}^3 \cdot \text{L}^{-1}$ na maioria das amostras. De acordo com os resultados de biovolume obtidos, utilizando os critérios de Vollenweider (1968, apud LIND et al., 1993) para a caracterização trófica dos ambientes, todos os pontos monitorados apresentaram características oligotróficas.

As cianobactérias apresentaram baixa representatividade em biomassa e número de células nas 12 campanhas de monitoramento, o que permitiu enquadrar as águas dos pontos monitorados na classe 2, segundo os padrões de qualidade para os corpos de água preconizados pela Resolução CONAMA nº 357/2005.

A hidrodinâmica do rio Madeira caracterizada por alto fluxo, bem como a alta turbidez apresentada por este, influenciou a baixa variação vertical das espécies fitoplanctônicas no ponto P18 – MAD 5. Como discutido em relatórios técnicos anteriores, o curto tempo de retenção da água no rio Madeira ocasiona perda de biomassa fitoplanctônica por lavagem hidráulica e choque mecânico, bem como a elevada turbidez dificulta a segregação dos indivíduos fitoplanctônicos na coluna de água, condições estas acentuadas no período chuvoso.

Ao longo dos 03 (três) primeiros anos de monitoramento da área de influência da AHE Jirau, durante a fase pré-enchimento, foi identificado um total de 320 espécies do zooplâncton, com destaque para os rotíferos e protozoários testáceos. Assim como ressaltado em relatórios anteriores, os resultados de composição de espécies do zooplâncton obtidos entre setembro de 2009 e julho de 2012 evidenciaram um zooplâncton típico de grandes rios, com uma elevada diversidade, representado por um grande número de espécies planctônicas, mas caracterizado especialmente pela ocorrência de um grande número de espécies ticoplanctônicas de protozoários testáceos, rotíferos e microcrustáceos.

Os resultados de abundância numérica e biomassa do zooplâncton, obtidos ao longo desta primeira fase do monitoramento, têm evidenciado, em geral, valores relativamente baixos, sendo esta uma característica comum ao zooplâncton de ambientes lóticos. Tendo em vista o efeito limitante da vazão sobre o desenvolvimento das populações zooplanctônicas, maiores valores de densidade e biomassa têm sido registrados, em geral, nos meses de águas baixas (julho e outubro) e os menores durante as águas altas.

Neste período, os valores de riqueza, diversidade e abundância da comunidade bentônica, em geral, foram maiores nos tributários. A baixa riqueza e densidade de organismos no rio Madeira-Mamoré pode estar relacionada à hidrodinâmica deste ambiente, onde a maior velocidade de corrente pode dificultar a fixação e o estabelecimento dos invertebrados bentônicos, no entanto, os que predominam podem estar adaptados a essas condições. Além disso, a hidrodinâmica dos ambientes determina o tipo de sedimento e teor de matéria orgânica, fatores relevantes na distribuição da comunidade bentônica. Baixa riqueza e abundância são comuns em sistemas lóticos, como grandes rios, devido principalmente a forte influência da vazão.

Monitoramento em Tempo Real no Reservatório

Durante a fase pré-enchimento, a sonda de monitoramento em tempo real foi instalada a jusante da futura barragem da UHE Jirau (**Anexo II**). Entre setembro de 2009 e julho de 2012, a variação da temperatura esteve relacionada ao regime climático regional, com máximas entre dezembro e março e temperaturas mínimas entre maio e junho. Os valores de turbidez estiveram relacionados ao ciclo hídrico do rio Madeira, ou seja, durante o período de enchente, os valores de turbidez foram mais elevados, causados pelo maior aporte de material particulado ao rio Madeira pelo escoamento superficial promovido pelas chuvas, bem como pela ressuspensão dos sedimentos do leito do rio promovida pela maior vazão, diminuindo continuamente até atingirem o mínimo no período de seca.

As demais variáveis físicas e químicas não apresentaram variações muito significativas durante o período monitorado em função do fluxo turbulento das águas do rio Madeira na porção monitorada e a montante, que promove constante reaeração e mistura da água.

5.2. Fase de Enchimento do Reservatório (19 de Outubro de 2012 a 30 de Abril de 2013)

5.2.1. Monitoramento do Reservatório

Os dados obtidos na campanha realizada em abril de 2013 ainda estão sendo processados, tendo em vista que a coleta foi finalizada no dia 30 de abril de 2013. Assim, os resultados discutidos neste tópico incluem o período de outubro de 2012 a março de 2013, isto é, incluem os 06 (seis) primeiros meses de enchimento do reservatório da UHE Jirau.

Variáveis Abióticas

De maneira geral, as características limnológicas observadas nos primeiros 06 (seis) meses de enchimento do reservatório da UHE Jirau (outubro de 2012 a março de 2013), foram similares às registradas no período pré-enchimento. As características limnológicas obtidas em janeiro, fevereiro e março de 2013 foram similares às registradas durante o período de águas altas na região, durante a fase

pré-enchimento do reservatório, tendo em vista os maiores valores de turbidez, sólidos suspensos e alguns nutrientes. Tais resultados refletiram a influência das maiores taxas de precipitação pluviométrica na região, a partir de dezembro de 2012, assim como observado nos meses de janeiro e abril, na fase pré-enchimento.

Considerando as concentrações de oxigênio dissolvido, de maneira geral, entre outubro de 2012 e março de 2013 (período de enchimento), as menores concentrações de oxigênio foram mensuradas nos meses de fevereiro e março (média igual a 5,96 mg/L em outubro de 2012; 5,92 mg/L em novembro de 2012; 5,98 mg/L em dezembro de 2012; 5,41 mg/L em janeiro de 2013; 5,1 mg/L em fevereiro de 2013 e 4,5 mg/L em março de 2013). No entanto, esse resultado não pode ser justificado apenas pelo enchimento do reservatório, tendo em vista que durante a fase pré-enchimento, valores médios similares ou inferiores a esse também foram obtidos em janeiro e abril de 2010 (5,1 mg/l e 4,3 mg/L, respectivamente), abril de 2011 (3,61 mg/L) e abril de 2012 (5,2 mg/L).

Considerando esse período inicial de enchimento do reservatório, pode-se afirmar que não houve diferença significativa com os valores mensurados durante a fase pré-enchimento. De fato, entre setembro de 2009 e julho de 2012 (fase pré-enchimento), as maiores concentrações de oxigênio foram detectadas nos pontos localizados no rio Madeira (média igual a 6,38 mg/L no rio Madeira/Mamoré e 5,79 mg/L nos tributários). Entre outubro de 2012 e março de 2013 (período de enchimento do reservatório) foi registrado um padrão similar de variação (média igual a 6,2 mg/L no rio Madeira/Mamoré e 5,4 mg/L nos tributários). A maior turbulência no rio Madeira, quando comparado com os demais pontos monitorados, é um fator que pode explicar essas diferenças.

Além disso, considerando os novos pontos adicionados nas regiões lóxicas dos tributários, foi possível observar concentrações de oxigênio similares aos demais pontos sob a influência direta do reservatório (valores médios iguais a 5,82 mg/L na região lóxica dos tributários e 5,58 mg/L nos pontos sob a influência direta do reservatório; $P = 0,17$).

A análise diária das concentrações de oxigênio dissolvido em 06 (seis) tributários situados no trecho monitorado da UHE Jirau indicou que, considerando essa fase inicial do enchimento do reservatório (outubro de 2012 a março de 2013), foi possível observar oscilações nas concentrações de oxigênio dissolvido na superfície da coluna da água, sendo freqüentes concentrações acima de 4,5 mg/L. De maneira geral,

as maiores concentrações de oxigênio foram mensuradas nos pontos P11-MTP 1, P15-LOU 1 e P12- COT 1. As menores concentrações de OD foram registradas no igarapé Raul, entretanto não há registro na fase pré-enchimento para comparação, tendo em vista que este ponto não fazia parte da malha amostral do Programa nesta etapa.

Ressalta-se que baixas concentrações de oxigênio foram mensuradas nesses locais ao longo do período pré-enchimento do reservatório, principalmente durante o período de chuvas na região, ou águas altas. Além disso, as menores concentrações desse gás mensuradas no meio e fundo da coluna da água seguem o padrão já registrado nesses ambientes durante o período pré-enchimento, o que demonstra a adaptação da comunidade aquática sob essas condições. Além disso, espera-se baixas concentrações desse gás nas maiores profundidades de coleta, tendo em vista as maiores taxas de decomposição da matéria orgânica durante o período de enchimento e, conseqüentemente, o maior consumo de oxigênio. Essas menores concentrações de oxigênio no hipolímnio dos pontos de coleta não causaram qualquer impacto à ictiofauna, tendo em vista a capacidade da mesma de ir a superfície ou para outras regiões com maiores concentrações desse gás. A literatura relata que em ambientes aquáticos abertos, assim como o rio Madeira e tributários, a depleção de oxigênio dificilmente causará impactos aos peixes, pois os peixes de tais ambientes são consideravelmente efetivos na extração de oxigênio, frequentemente possuem modos alternativos de retirada deste gás e muitas vezes tem à sua disposição ambientes alternativos oxigenados (veja Kramer, 1987; Wu et al., 2002).

Nessa fase inicial de enchimento, não observou-se nenhum padrão atípico do que o que já vinha sendo registrado na fase pré-enchimento, considerando os valores de turbidez, cor, sólidos totais e sólidos suspensos. Os maiores valores destas variáveis foram registrados em dezembro de 2012, janeiro, fevereiro e março de 2013 (período com maior precipitação pluviométrica na região) e nos pontos localizados no rio Madeira. Assim, pode-se afirmar que as variações observadas até o momento para as variáveis indicadoras de luminosidade subaquática, no trecho monitorado, são derivadas das variações sazonais ou das taxas pluviométricas na região, não sofrendo qualquer alteração pelo início do enchimento do reservatório da UHE Jirau.

Deve-se enfatizar ainda que os elevados valores de turbidez e material em suspensão no rio Madeira ao longo de todo o ano é uma característica natural desse ambiente. De maneira geral, os sólidos em suspensão no rio Madeira se originam nas

formações terciárias dos Andes e recebem escoamento dos solos marginais ao longo de toda a extensão do rio.

Entre setembro de 2009 e julho de 2012, durante a fase pré-enchimento, os maiores valores de condutividade elétrica, alcalinidade, dureza, CO₂ total e carbono inorgânico foram registrados nos pontos localizados ao longo do rio Madeira. De maneira similar, nessa fase inicial de enchimento do reservatório (outubro de 2012 a março de 2013) observou-se padrão similar de variação espacial. Assim, pode-se afirmar que os pontos localizados no rio Madeira apresentaram as maiores concentrações de íons, incluindo íons carbonato e bicarbonato, tendo em vista os maiores valores de alcalinidade, dureza e condutividade elétrica, tanto na fase pré-enchimento como na fase inicial de enchimento do reservatório. As baixas concentrações de íons nos tributários deve-se as características naturais desses ambientes, que apresentam águas negras, pobres em íons e nutrientes.

Entre outubro de 2012 e março de 2013, as maiores concentrações de ferro total também foram mensuradas nos pontos localizados no rio Madeira. Padrão similar de variação também foi observado durante o monitoramento realizado na fase pré-enchimento. De maneira geral, tais resultados corroboram aqueles discutidos anteriormente, demonstrando as maiores concentrações de íons nos pontos localizados no rio Madeira, comparando com aqueles situados nos tributários.

Nesses 06 (seis) meses de monitoramento da fase de enchimento do reservatório, os pontos localizados nos rios Mamoré e Madeira apresentaram as maiores concentrações de fósforo total e nitrogênio total Kjeldahl (NTK). Padrão similar de variação espacial também foi observado durante o período monitorado na fase pré-enchimento.

Deve-se enfatizar ainda que essas elevadas concentrações de fósforo total ao longo do trecho monitorado no rio Madeira (no período de águas baixas e, principalmente, no período de águas altas) são resultado da elevada concentração de sólidos suspensos nesse rio, o que é uma característica natural desse ambiente. Como discutido anteriormente, os sólidos em suspensão no rio Madeira se originam nas formações terciárias dos Andes e recebem escoamento dos solos marginais ao longo de toda sua extensão.

De maneira geral, durante essa fase inicial do enchimento do reservatório, não houve alteração ao padrão de variação já registrado anteriormente para as concentrações de clorofila-*a*. De fato, as menores concentrações de clorofila-*a* registradas entre

novembro de 2012 e março de 2013 se devem as maiores taxas de precipitação pluviométrica na região e, conseqüentemente, maiores concentrações de sólidos suspensos na coluna da água, o que favorece o decréscimo da biomassa fitoplanctônica na região, ou seja, menor concentração de clorofila-*a*. Assim, essas baixas concentrações de clorofila-*a* no trecho monitorado indicam que não houve um incremento de biomassa de algas no trecho monitorado durante essa fase inicial de enchimento do reservatório da UHE Jirau. Pode-se destacar ainda as baixas concentrações de clorofila-*a* no ponto de captação de água para consumo (PCAP). Tais valores indicam a baixa biomassa de algas nesse local, assim como em todo o trecho monitorado do rio Madeira.

Na fase de enchimento, elevadas densidades de coliformes totais e termotolerantes foram detectadas em dezembro de 2012, fevereiro e março de 2013. No entanto, mesmo considerando essa maior densidade média, tais valores ainda foram inferiores aos valores registrados durante o período de águas altas na fase pré-enchimento, como por exemplo em janeiro de 2010 e janeiro de 2012.

Em suma, considerando a variação espacial, entre outubro de 2012 e março de 2013, foi possível observar uma clara distinção entre os pontos localizados no rio Madeira e àqueles situados nos tributários desse rio. Tal distinção também foi registrada ao longo de todo o período monitorado na fase pré-enchimento (entre setembro de 2009 e julho de 2012). A análise de componentes principais (PCA) demonstrou que, de fato, os pontos monitorados no rio Madeira apresentaram maiores valores de condutividade elétrica, sólidos totais dissolvidos (STD), turbidez, sólidos totais, sólidos suspensos totais, sólidos fixos, sólidos voláteis, alcalinidade, dureza, ferro total, carbono inorgânico dissolvido, carbono total e fósforo total. Os resultados da análise de ordenação foram consistentes com as descrições univariadas dos dados (**Figura 1**).

Além disso, considerando as características limnológicas analisadas, foi possível observar a ausência de alterações significativas nessa fase inicial do enchimento do reservatório.

Considerando a classe 2 da Resolução CONAMA nº 357/2005, para o sistema em estudo, grande parte do trecho monitorado, durante o período de enchimento do reservatório, apresentou resultados compatíveis com os limites preconizados pela referida resolução. Os seguintes desvios foram observados: concentração de oxigênio dissolvido inferior a 5,0 mg/L, principalmente nos tributários; valores de pH inferiores a 6,0 em alguns tributários monitorados; valores de turbidez superiores a 100 NTU nos

pontos localizados no rio Madeira/Mamoré, valores de cor superiores a 75 mg Pt/L na maior parte dos pontos monitorados; concentração de fósforo total superior a 0,1 mg/L nos pontos localizados no rio Madeira/Mamoré.

Entre setembro de 2009 e março de 2013, as concentrações de sólidos totais dissolvidos (STD), cloreto, sulfato, nitrato, nitrito, nitrogênio amoniacal, DBO₅ e clorofila-*a* foram significativamente inferiores aos limites preconizados pela referida resolução em todos os meses de coleta.

Deve-se enfatizar ainda que os elevados valores de turbidez, material em suspensão e fósforo total no rio Madeira ao longo de todo o ano é uma característica natural desse ambiente. De maneira geral, os sólidos em suspensão no rio Madeira se originam nas formações terciárias dos Andes e recebem escoamento dos solos marginais ao longo de toda a extensão do rio.

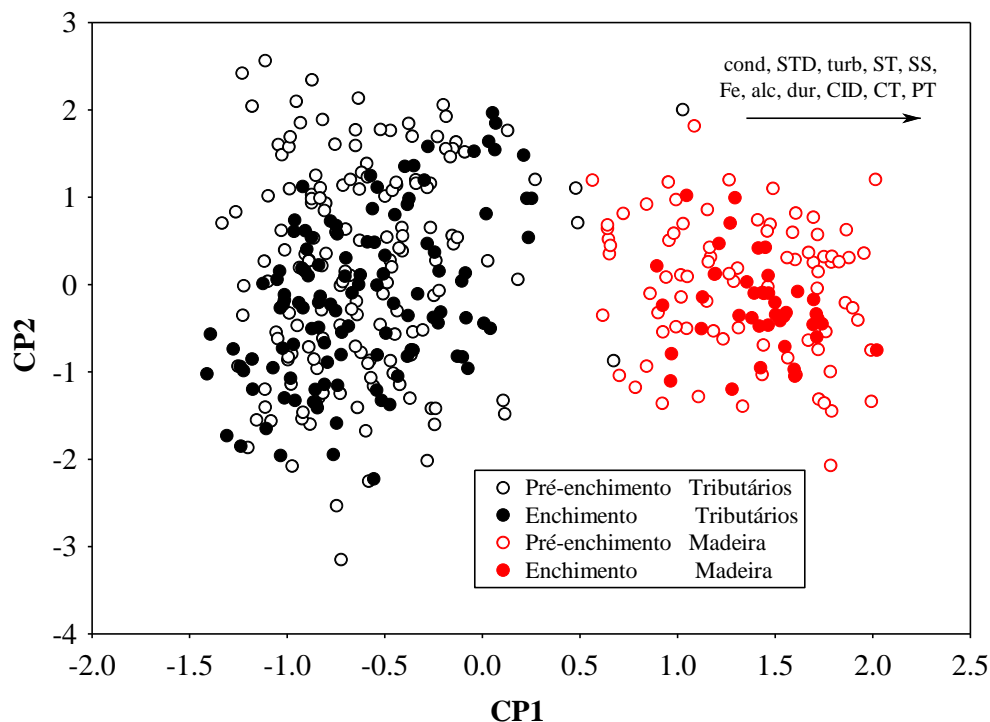


Figura 1. Escores dos pontos de monitoramento obtidos com o uso de uma análise de componentes principais. As variáveis apresentadas são aquelas com maiores correlações com o primeiro eixo de ordenação e a direção da seta indica se essas variáveis estão positivamente ou negativamente correlacionadas com esse eixo. Cond=condutividade elétrica; STD=sólidos totais dissolvidos; turb=turbidez; ST=sólidos totais; SS=sólidos suspensos totais; Fe=ferro total, alc=alcalinidade; CID=carbono inorgânico dissolvido; CT=carbono total e PT=fósforo total.

De maneira geral, nesses 06 (seis) meses de monitoramento da fase de enchimento, a maior parte dos pontos monitorados foi classificado como apresentando águas com “Boa Qualidade”. Além disso, neste período, os maiores valores de IQA

foram obtidos nos pontos localizados nos tributários, assim como observado nos meses anteriores de monitoramento. Como discutido em relatórios anteriores, os menores valores de IQA registrados no rio Madeira, resultam dos maiores valores de turbidez, sólidos totais e fósforo total no trecho monitorado da UHE Jirau. No entanto, ressalta-se que tais resultados devem ser vistos com cautela, tendo em vista que isso não indica problemas de qualidade da água no rio Madeira, considerando que esse é um rio que naturalmente apresenta elevadas concentrações de sólidos suspensos e, conseqüentemente, elevadas concentrações de fósforo total.

De acordo com o Índice do Estado Trófico (IET), entre outubro e dezembro de 2012, a maior parte dos pontos monitorados apresentou águas classificadas como mesotróficas. Em janeiro e março de 2013, a maior parte dos pontos monitorados apresentou águas classificadas como oligotróficas, enquanto que em fevereiro, a maior parte dos pontos monitorados apresentou águas classificadas como ultraoligotróficas (67,7% dos pontos), tendo em vista as baixas concentrações de clorofila-*a*. Além disso, os maiores valores do IET foram obtidos nos pontos localizados no rio Madeira, tendo em vista as maiores concentrações de fósforo total nesses ambientes. Resultados similares foram registrados durante o monitoramento realizado na fase pré-enchimento (entre setembro de 2009 e julho de 2012). Assim como discutido para os valores de IQA, esses resultados devem ser vistos com cautela, tendo em vista que isso não indica problemas de qualidade da água no rio Madeira. A ausência de florações de algas nesse rio (e baixas concentrações de clorofila-*a*) indica também que esse ambiente não está sofrendo problemas com eutrofização.

Considerando a análise do perfil vertical de todos os pontos monitorados, foi possível observar pequenas diferenças entre as 03 (três) profundidades de coleta, considerando todos os parâmetros analisados em todos os locais de estudo. As maiores diferenças registradas foram observadas entre os locais e não entre as profundidades, principalmente considerando os pontos localizados no rio Madeira e àqueles localizados nos tributários. Em suma, a ausência de variação vertical dos parâmetros limnológicos analisados em todos os pontos de coleta indicam a ausência de estratificação térmica e química da coluna da água no trecho monitorado da UHE Jirau. Durante a fase pré-enchimento, resultados similares foram registrados, não sendo observada diferença significativa entre as 03 (três) profundidades de coleta, considerando todos os parâmetros estudados, tanto no ponto P18, localizado no rio Madeira, quanto nos

pontos localizados nos tributários (quando o perfil vertical foi realizado durante o período de águas altas).

Comunidades Biológicas

A comunidade fitoplanctônica amostrada em fevereiro de 2013, correspondente à terceira amostragem da fase de enchimento do reservatório da UHE Jirau, apresentou alta diversidade gama (107 táxons), sendo, no entanto, registrado menor complexidade taxonômica que nos meses anteriores de estudo (outubro e dezembro de 2012). Esta redução no número de táxons pode ser atribuída aos efeitos do aumento dos níveis fluviométricos do rio Madeira e tributários, que provocam aumento da velocidade de fluxo e da turbidez, e conseqüente redução do fitoplâncton, por diluição e limitação do desenvolvimento.

Durante o período de enchimento, os grupos taxonômicos mais especiosos nas amostras foram Bacillariophyceae, Chlorophyceae, Cyanobacteria e Zygnemaphyceae. A maior complexidade taxonômica foi verificada para os pontos situados nos tributários.

Foram registrados baixos valores de diversidade alfa no rio Madeira e nos tributários. A composição fitoplanctônica foi similar entre os pontos, sendo verificados baixos valores de diversidade beta, devido a maior conectividade e alta dispersão de inóculos fitoplanctônicos no período de altos níveis fluviométricos.

A variabilidade climática relacionada diretamente as fases do regime hidrossedimentológico constituiu fator determinante para a estrutura da comunidade fitoplanctônica na área de influência da UHE Jirau, na fase de enchimento do reservatório. O reduzido número de amostragens na fase atual e realização de 02 (duas) coletas em períodos de maiores níveis fluviométricos justifica a maior influência climática e ausência de diferenças significativas entre as fases rio e enchimento.

De acordo com os resultados de biovolume obtidos, utilizando os critérios de Vollenweider (1968, apud LIND et al., 1993), para a caracterização trófica dos ambientes, todos os pontos monitorados, em todos os meses de coleta, apresentaram características oligotróficas, tendo em vista os baixos valores de densidade e biomassa registrados.

As cianobactérias apresentaram baixa representatividade em biomassa e número de células em todas as campanhas realizadas, o que permitiu enquadrar as águas dos

pontos monitorados na classe 2, segundo os padrões de qualidade para os corpos de água preconizados pela Resolução CONAMA nº 357/2005.

Os resultados obtidos para a comunidade zooplanctônica evidenciaram um zooplâncton composto, em grande parte, por rotíferos e protozoários testáceos, com a ocorrência de espécies tipicamente planctônicas e também pseudoplanctônicas, caracterizando um zooplâncton típico de grandes rios. Assim, como ressaltado em relatórios anteriores, os resultados de composição do zooplâncton obtidos nestes primeiros meses da fase de enchimento, não evidenciam uma alteração dessa comunidade, tendo em vista que, em geral, o padrão de composição observado é muito similar aquele registrado na fase pré-enchimento.

Temporalmente, em fevereiro de 2013 (terceiro período de coleta da fase de enchimento), observou-se para a riqueza de espécies, abundância numérica e biomassa, uma redução representativa em seus valores, provavelmente devido ao aumento dos níveis fluviométricos do rio Madeira e tributários, que provocam aumento da velocidade de fluxo e conseqüente redução limitação do desenvolvimento da comunidade zooplanctônica.

Os resultados de abundância numérica e biomassa tem evidenciado valores extremamente reduzidos, e como amplamente discutido em relatórios anteriores, isto constitui uma característica de ambientes lóticos onde o desenvolvimento de populações planctônicas é fortemente limitado pela velocidade de corrente.

Em relação à análise da estrutura e dinâmica da comunidade zooplanctônica, ao longo de todo o monitoramento, corroborando o padrão frequentemente descrito para a área de estudo, os resultados de uma Análise de Correspondência Destendenciada (DCA), evidenciaram, mais uma vez, uma maior discriminação espacial das amostras, ou seja, entre o rio Madeira e de seus tributários, do que uma segregação temporal, entre as fases rio e enchimento. Assim, temporalmente, as amostras da fase de enchimento estão, em geral, sobrepostas àquelas da fase pré-enchimento, sugerindo, até o momento não haver efeito do início do enchimento sobre a estrutura e dinâmica da comunidade zooplanctônica na área de influência da UHE Jirau.

Durante a fase de enchimento, foram observados novos registros de invertebrados bentônicos, provavelmente, devido ao aumento da malha amostral (31 pontos de amostragem) na área de influência da UHE Jirau. No entanto, tem sido registrado um decréscimo na riqueza e densidade de organismos durante este período.

A baixa riqueza e densidade de invertebrados bentônicos, em geral, no rio Madeira-Mamoré pode estar relacionada à hidrodinâmica deste ambiente, onde a maior velocidade de corrente pode dificultar a fixação e o estabelecimento deste organismos, no entanto, os que predominam podem estar adaptados a essas condições. Além disso, a hidrodinâmica dos ambientes determina o tipo de sedimento e teor de matéria orgânica, fatores relevantes na distribuição da comunidade bentônica. Baixa riqueza e abundância são comuns em sistemas lóticos, como grandes rios, devido principalmente à forte influência da vazão.

Os insetos aquáticos destacam-se em termos de diversidade e abundância, e sua distribuição pode estar relacionada às características morfométricas e variáveis físicas e químicas, disponibilidade de recursos alimentares e ao hábito das espécies. Estes organismos possuem ampla distribuição, alta resistência, amplo hábito alimentar e ao rápido ciclo de vida. Além disso, as larvas dessa família são importantes para a manutenção da ciclagem de nutrientes e das teias tróficas nos ecossistemas aquáticos.

Monitoramento em Tempo Real no Reservatório

As variáveis físicas e químicas quantificadas com a sonda multiparamétrica tanto a montante como a jusante do eixo do barramento da UHE Jirau (**Anexo II**) apresentaram pouca variação no período de enchimento do reservatório. As oscilações observadas se devem, principalmente, às variações diárias das variáveis atmosféricas, como por exemplo, aumento da temperatura da água resultante do aquecimento pela radiação solar durante o período diurno e o resfriamento da água durante o período noturno. A constância dos valores das variáveis físicas e químicas da água esteve condicionada à constante mistura da água proporcionada pelo fluxo turbulento do rio Madeira.

Os valores observados a jusante da barragem foram semelhantes àqueles observados a montante.

De maneira geral, os resultados obtidos durante o período de enchimento do reservatório foram semelhantes àqueles registrados na fase pré-enchimento (entre setembro de 2009 e julho de 2012), tendo em vista que na fase pré-enchimento não houve variações significativa para a maior parte das variáveis físico-químicas mensuradas, tendo em vista o fluxo da água do rio Madeira. Além disso, na fase pré-enchimento, os valores de turbidez estiveram relacionados ao ciclo hídrico do rio Madeira, ou seja, durante o período de enchente, os valores de turbidez foram mais

elevados, causados pelo maior aporte de material particulado ao rio Madeira pelo escoamento superficial promovido pelas chuvas, bem como pela ressuspensão dos sedimentos do leito do rio promovida pela maior vazão, diminuindo continuamente até atingirem o mínimo no período de seca.

5.2.2. Monitoramento Limnológico do Canteiro de Obras

O monitoramento limnológico do Canteiro de Obras da UHE Jirau, na fase de enchimento do reservatório, continua com frequência trimestral, tendo sido realizado em outubro de 2012, janeiro e abril de 2013 (**Anexo III**).

Em outubro de 2012, as características limnológicas foram similares às aquelas registradas em outubro de 2010 e outubro de 2011, durante a fase pré-enchimento do reservatório. De maneira similar, em janeiro e abril de 2013, as características limnológicas do trecho monitorado no Canteiro de Obras foram similares às aquelas registradas nos períodos de águas altas durante a fase pré-enchimento do reservatório (meses de janeiro e abril).

De maneira geral, assim como discutido em relatórios anteriores, as menores concentrações de oxigênio dissolvido foram registradas nos pontos localizados nos igarapés, que, frequentemente, apresentam pouca profundidade e pouca movimentação da água.

Em janeiro de 2013 houve um acréscimo nos valores de turbidez e sólidos suspensos, comparando com outubro de 2012. De fato, os maiores valores de turbidez e as maiores concentrações de sólidos suspensos são frequentemente mensuradas durante o período de chuvas na região, principalmente nos pontos localizados no rio Madeira. Além disso, o padrão de variação dos dados obtidos para as variáveis indicadoras de luminosidade subaquática foi similar ao padrão observado durante a fase pré-enchimento, não indicando assim a influência significativa desses primeiros meses de enchimento do reservatório sobre os parâmetros limnológicos estudados.

Ressalta-se, ainda, que o rio Madeira é um rio naturalmente turbido, com elevada concentração de sólidos suspensos. Assim, tais resultados são características intrínsecas dos ambientes estudados, não sendo evidência de impacto das atividades construtivas da UHE Jirau no Canteiro de Obras sobre as características limnológicas desses locais.

Em média, os maiores valores de condutividade elétrica, sólidos totais dissolvidos, alcalinidade e dureza foram registrados nos pontos localizados no rio

Madeira, demonstrando a elevada concentração de íons nesse ambiente, incluindo íons carbonato e bicarbonato. As maiores concentrações de fósforo total também foram mensuradas nos pontos localizados no rio Madeira, assim como observado durante o monitoramento na fase pré-enchimento. Assim, pode-se afirmar que nesse primeiro mês de enchimento não houve alterações significativas nas características limnológicas do trecho estudado. Destaca-se apenas as elevadas concentrações de nitrogênio amoniacal no ponto PL11, tendo em vista as baixas concentrações de oxigênio nesse ambiente. No entanto, mesmo com essa maior concentração de N-amoniacal, tal valor ainda foi inferior ao limite preconizado pela Resolução CONAMA nº 357/2005.

Como discutido anteriormente, o rio Madeira freqüentemente apresenta elevadas concentrações de fósforo total, assim como observado nos pontos monitorados na área de influência da UHE Jirau, tendo em vista a elevada concentração de material em suspensão na água. Desta maneira, pode-se afirmar que não há associação entre essas concentrações e as atividades desenvolvidas no Canteiro de Obras da UHE Jirau.

Considerando as concentrações de clorofila-*a*, durante essa fase inicial do enchimento do reservatório, não houve alteração ao padrão de variação já registrado anteriormente. Ressalta-se ainda que os valores mensurados em janeiro de 2013 foram inferiores àqueles registrados em outubro de 2012, tendo em vista os maiores valores de turbidez. Assim, tais resultados não indicaram um incremento na biomassa de algas no trecho monitorado durante essa fase inicial de enchimento do reservatório da UHE Jirau.

De acordo com o Índice de Qualidade da Água (IQA), em janeiro de 2013, a maior parte dos pontos monitorados foi classificada como apresentando águas com qualidade “Aceitável”, considerando os maiores valores de turbidez, sólidos totais, fósforo total e coliformes, comparando com outubro de 2012. Resultados similares também foram obtidos em janeiro de 2010, abril de 2011 e janeiro e abril de 2012.

A comunidade fitoplancônica amostrada na área de influência do Canteiro de Obras da UHE Jirau, em janeiro de 2013, mostrou baixa diversidade gama, sendo representada por 44 táxons. Foi registrado decréscimo quanto ao número de táxons nesta segunda amostragem da fase de enchimento do reservatório, quando comparado aos meses de julho e outubro de 2012, o que pode ser atribuído às condições de maior velocidade de fluxo e menor disponibilidade luminosa no período de águas altas. Bacillariophyceae, Euglenophyceae, Cyanobacteria, Zygnemaphyceae e Cryptophyceae foram os grupos mais especiosos, os quais são comumente registrados em rios e

reservatórios. Foram registrados baixos valores de riqueza de espécies, diversidade de Shannon, densidade e biomassa no rio Madeira e nos tributários.

Utilizando os critérios de Vollenweider (1968, apud LIND et al., 1993), para a caracterização trófica dos ambientes, por meio dos valores de biovolume, os pontos monitorados podem ser caracterizados como oligotróficos. Os valores de biovolume e o número de células de cianobactérias foram baixos e permitiram enquadrar as águas dos pontos monitorados na classe 2, segundo os padrões de qualidade para os corpos de água preconizados pela Resolução CONAMA nº 357/2005.

A análise de correlação canônica evidenciou a variabilidade espacial dos pontos localizados no rio Madeira e nos tributários, resultados que indicaram maior influência do gradiente espacial quando comparado à variabilidade temporal, sendo que as fases rio e enchimento do reservatório ainda não estão claramente discriminadas.

Os resultados obtidos para a composição específica do zooplâncton, na área de influência do Canteiro de Obras da UHE Jirau, neste segundo período de amostragem (fase enchimento), evidenciaram a ocorrência de 74 espécies, com o predomínio de protozoários testáceos. Esse resultado evidencia, novamente, um reduzido número de espécies para a área de estudo, sendo que este número variou, em geral, entre 80 e 90 espécies, na fase pré-enchimento. Ressaltam-se, mais uma vez, para a abundância, os baixos valores registrados na área de estudo, sugerindo uma forte influência das condições hidrodinâmicas sobre a organização do zooplâncton.

Temporalmente, os resultados obtidos até o momento, para os diferentes atributos da comunidade, não evidenciam, em geral, efeitos representativos do enchimento do reservatório sobre o zooplâncton nas regiões amostradas.

Por fim, os resultados das análises de ordenação (DCA e CCA) realizados com o objetivo de sintetizar a estrutura e dinâmica da comunidade zooplânctônica, bem como a relação desta com a heterogeneidade ambiental na área de influência do Canteiro de Obras, corroboram, em geral, os padrões descritos anteriormente, de forma que, observou-se novamente uma maior discriminação espacial entre o rio Madeira e Igarapés, do que temporal temporal das amostras, não sendo portanto evidenciado, até o momento, um efeito representativo do enchimento do reservatório sobre a comunidade zooplânctônica.

Considerando a comunidade bentônica, em janeiro de 2013 foi registrada baixa riqueza e densidade de invertebrados no Canteiro de Obras da UHE Jirau, o que pode ser atribuído ao período de águas altas. De fato, baixos valores de riqueza e abundância

de invertebrados bentônicos são comuns em sistemas lóticos, como grandes rios, devido principalmente à forte influência da vazão. Além disso, a hidrodinâmica dos ambientes determina o tipo de sedimento e teor de matéria orgânica, fatores relevantes na distribuição da comunidade bentônica.

5.2.3. Perfil Vertical Diário nos Tributários

Conforme determinado na condicionante 2.4 da LO nº 1097/2012, durante o enchimento do reservatório da UHE Jirau, os valores de temperatura da água, oxigênio dissolvido, pH, condutividade elétrica, sólidos totais dissolvidos e turbidez estão sendo mensurados diariamente em 03(três) profundidades (superfície, meio e fundo), em alguns tributários do rio Madeira, incluindo o rio Mutum Paraná, o rio Cotia, a área alagada do rio Mutum Paraná, o igarapé São Lourenço, o igarapé Jirau e a igarapé Raul. Vale ressaltar que estes locais, com exceção do igarapé Raul, já faziam parte da malha amostral do Programa, sendo monitorados desde setembro de 2009 (fase pré-enchimento).

Os resultados obtidos nesse monitoramento diário também foram entregues quinzenalmente para o IBAMA, em formato digital (planilhas Excel) e através de relatórios simplificados.

A partir do período de enchimento do reservatório (outubro de 2012), os valores de temperatura da água demonstraram um padrão sazonal, similar ao já registrado durante o monitoramento realizado na fase pré-enchimento. Em março e abril de 2013, o igarapé Raul foi o local que apresentou maior diferença entre os valores de temperatura mensurados entre o epilimnio e hipolimnio (média igual a 2,8°C no mês de abril) (**Figura 2**). No entanto, períodos com maiores diferenças nos valores de temperatura tem sido alternados com períodos com menores diferenças nesses valores, o que indica que a aparente estratificação térmica não é permanente.

Em média, as maiores concentrações de oxigênio dissolvido foram mensuradas nos pontos P11-MTP 1 e P15-LOU 1 (rio Mutum Paraná e igarapé São Lourenço, respectivamente) (**Figura 3**). Ressalta-se o acréscimo nas concentrações de oxigênio no igarapé Raul ao longo do tempo, alcançando o valor de 4,17 mg/L na primeira quinzena de abril de 2013. Tendo em vista que esse igarapé não foi monitorado durante o período de pré-enchimento do reservatório, não é possível comparar as características limnológicas atuais desse igarapé com o período anterior.

Como discutido em relatórios anteriores, baixas concentrações de oxigênio dissolvido (inferiores a 5,0 mg/L) foram mensuradas em todos esses tributários na superfície da coluna da água, pelo menos em algum período do ano, durante a fase pré-enchimento. Além disso, durante o período de chuvas na região (meses de janeiro e abril), baixas concentrações de oxigênio foram mais frequentes, durante a fase pré-enchimento. As comunidade aquáticas nessas regiões, como por exemplo a ictiofauna, são adaptadas a essas oscilações nas concentrações de oxigênio dissolvido na região (**Figura 3**).

Em suma, durante esse período inicial de enchimento do reservatório, foi possível observar oscilações nas concentrações de oxigênio dissolvido na superfície da coluna da água, sendo frequentes concentrações acima de 3,5 mg/L. Ressalta-se que menores concentrações de oxigênio foram mensuradas nesses locais ao longo do período pré-enchimento do reservatório, principalmente durante o período de chuvas na região, ou águas altas. Além disso, as baixas concentrações desse gás mensuradas no meio e fundo da coluna d'água também foram registradas nesses ambientes durante o período pré-enchimento, o que demonstra a adaptação da comunidade aquática sob essas condições. Alguns artigos científicos ainda relatam que em ambientes aquáticos abertos, assim como o rio Madeira e tributários, a depleção de oxigênio dificilmente causará a mortandade dos peixes, pois peixes de tais ambientes são consideravelmente efetivos na extração de oxigênio, frequentemente possuem modos alternativos de retirada deste gás e, muitas vezes, tem à sua disposição ambientes alternativos oxigenados.

A variação nos valores de pH demonstraram similaridade com os valores mensurados durante o período de pré-enchimento do reservatório. Considerando as diferentes profundidades de coleta, em média não houve diferença significativa nos valores de pH obtidos nessas profundidades (**Figura 4**).

De maneira similar ao observado para os valores de pH, não foi observado diferença significativa entre os valores de condutividade elétrica e sólidos totais dissolvidos mensurados na fase pré-enchimento daqueles obtidos nesse período de enchimento do reservatório (**Figuras 5 e 6**). Baixos valores de condutividade elétrica e sólidos totais dissolvidos foram mensurados ao longo de todos os dias de monitoramento no período de enchimento do reservatório, assim como registrado anteriormente.

Os valores de turbidez também não foram significativamente alterados devido ao início do enchimento do reservatório da UHE Jirau. De maneira geral, os valores de turbidez mensurados nesse período inicial de enchimento do reservatório foram similares

àqueles obtidos na fase pré-enchimento, durante o período de águas altas (**Figura 7**). De maneira geral, ao longo dos dias monitorados, alguns picos nos valores de turbidez são observados, devido à ação dos ventos (ressuspensão do sedimento) ou das chuvas.

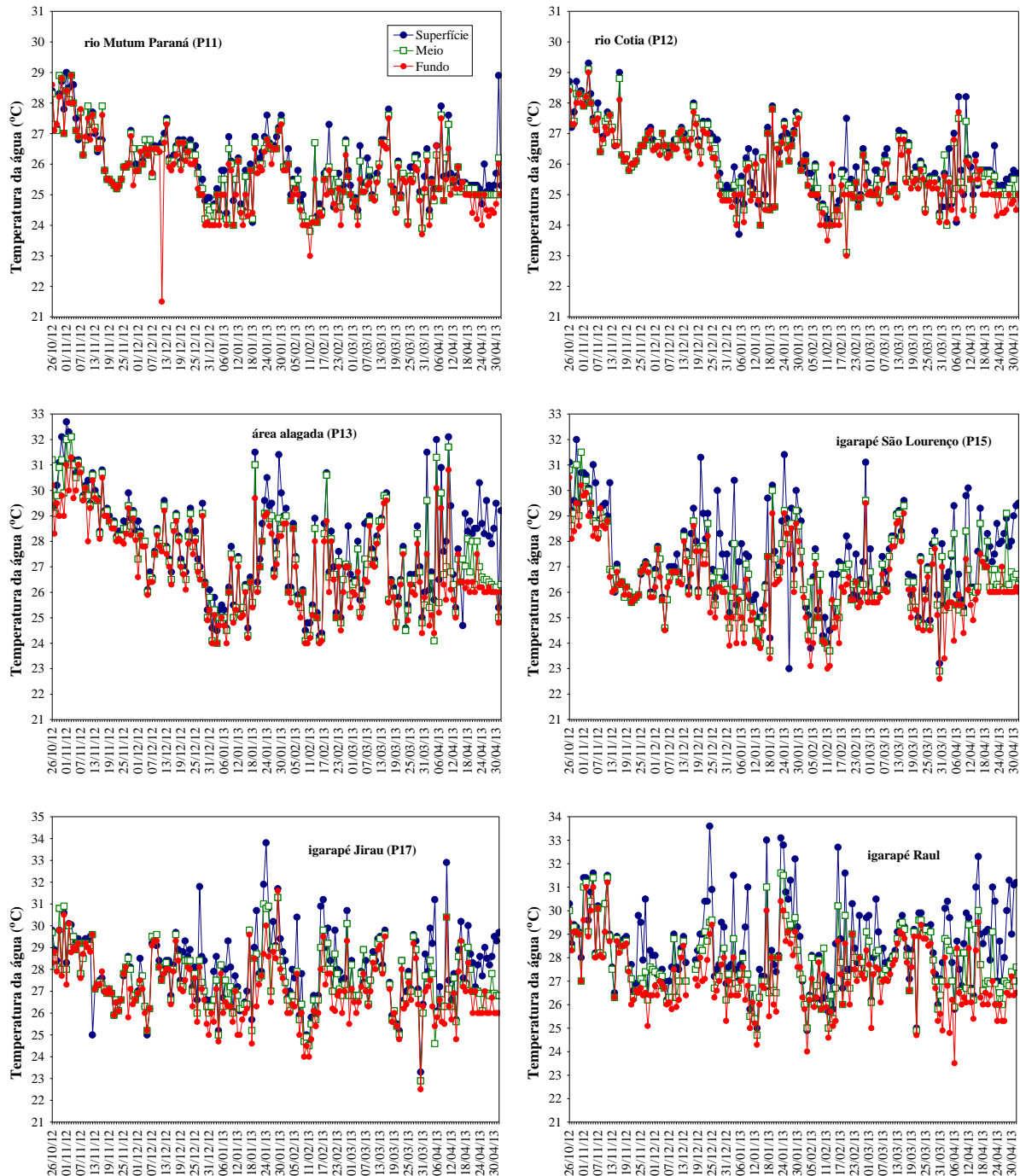


Figura 2. Valores de temperatura da água mensurados diariamente, entre 25 de outubro e 30 de abril de 2013 (período de enchimento do reservatório), em 06 (seis) tributários do rio Madeira (rio Mutum Paraná, rio Cotia, área alagada do rio Mutum Paraná, igarapé São Lourenço, igarapé Jirau e igarapé Raul).

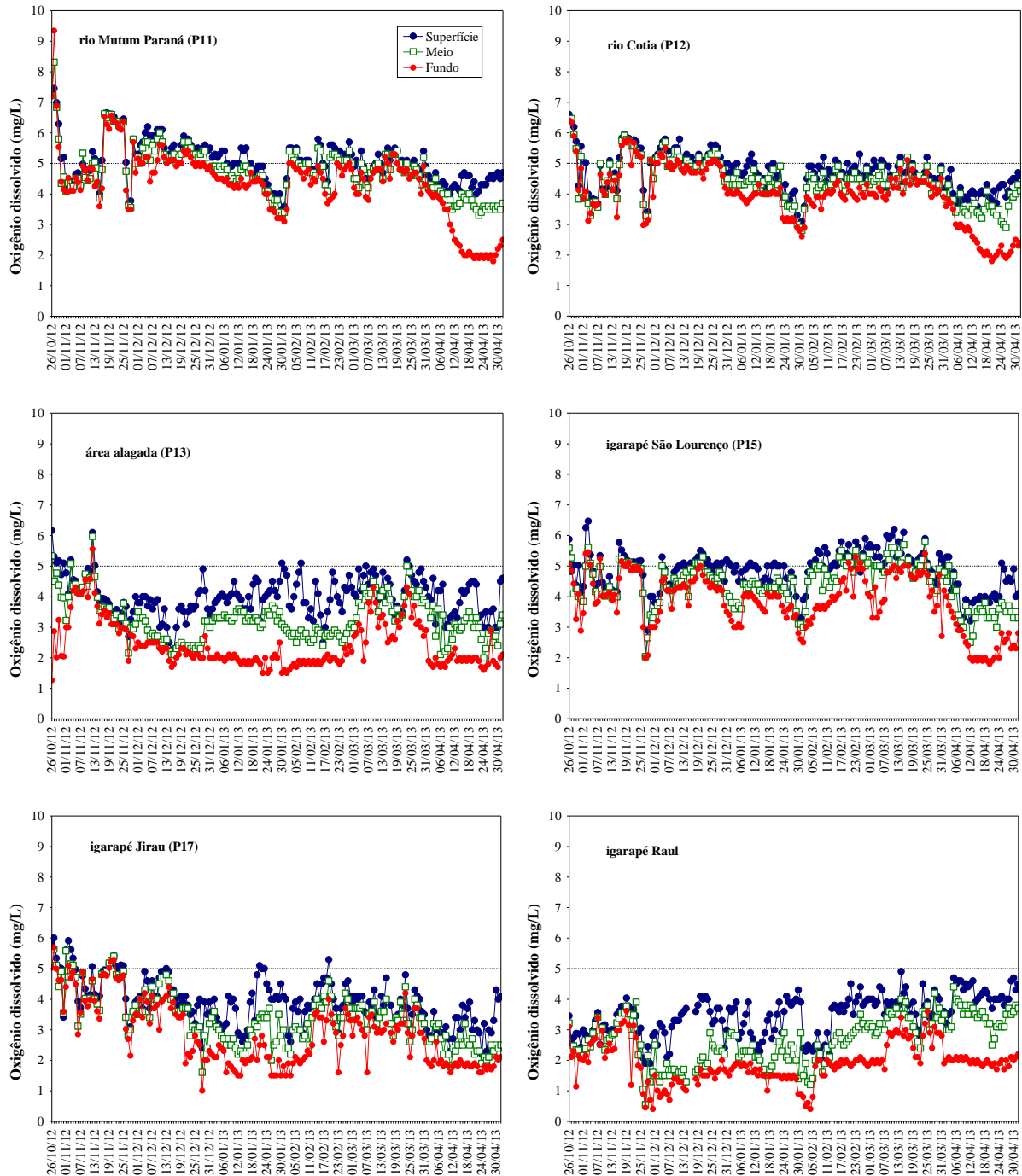


Figura 3. Concentrações de oxigênio dissolvido mensuradas diariamente, entre 25 de outubro e 30 de abril de 2013 (período de enchimento do reservatório), em 06 (seis) tributários do rio Madeira (rio Mutum Paraná, rio Cotia, área alagada do rio Mutum Paraná, igarapé São Lourenço, igarapé Jirau e igarapé Raul).

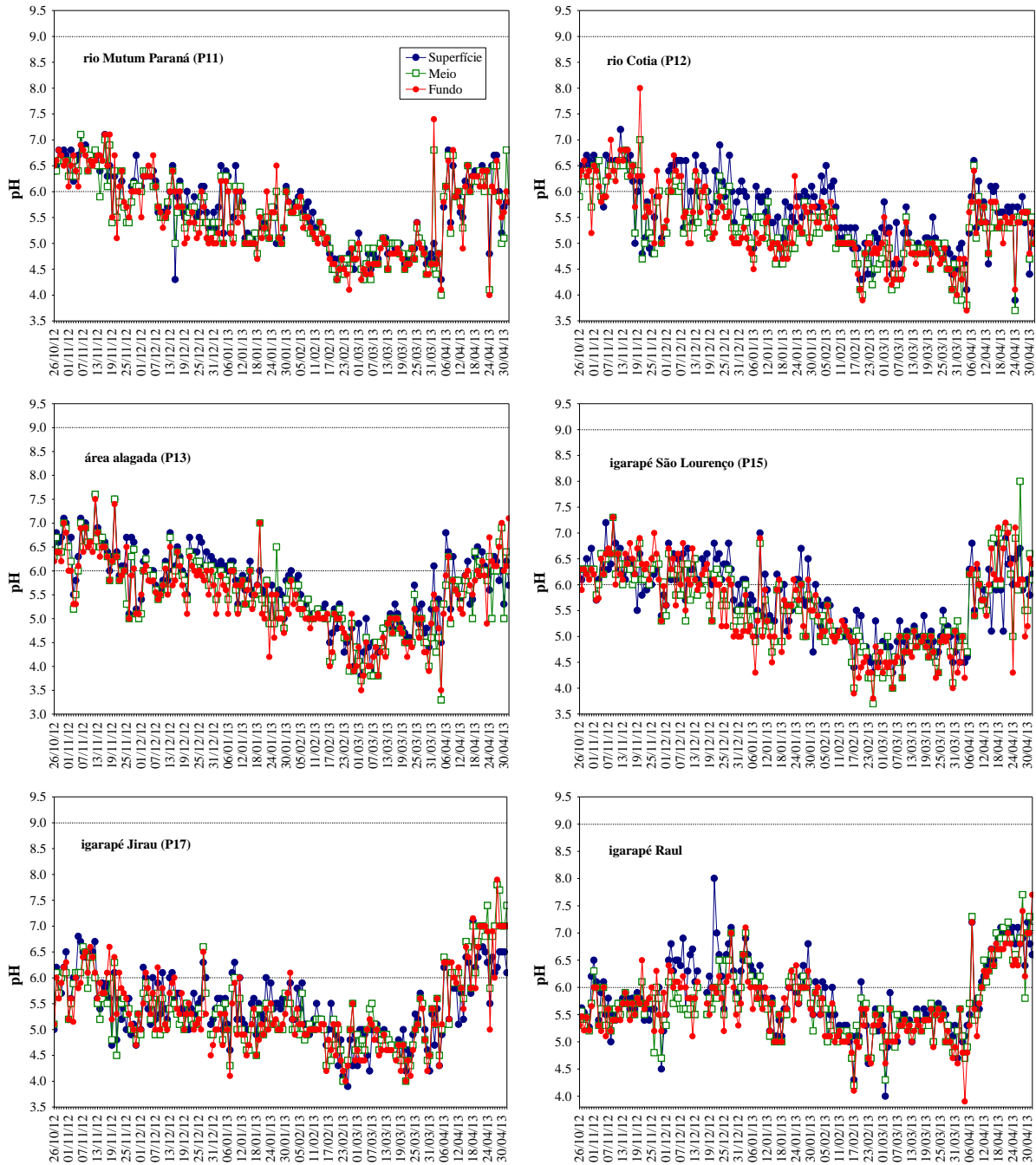


Figura 4. Valores de pH mensurados diariamente, entre 25 de outubro e 30 de abril de 2013 (período de enchimento do reservatório), em 06 (seis) tributários do rio Madeira (rio Mutum Paraná, rio Cotia, área alagada do rio Mutum Paraná, igarapé São Lourenço, igarapé Jirau e igarapé Raul).

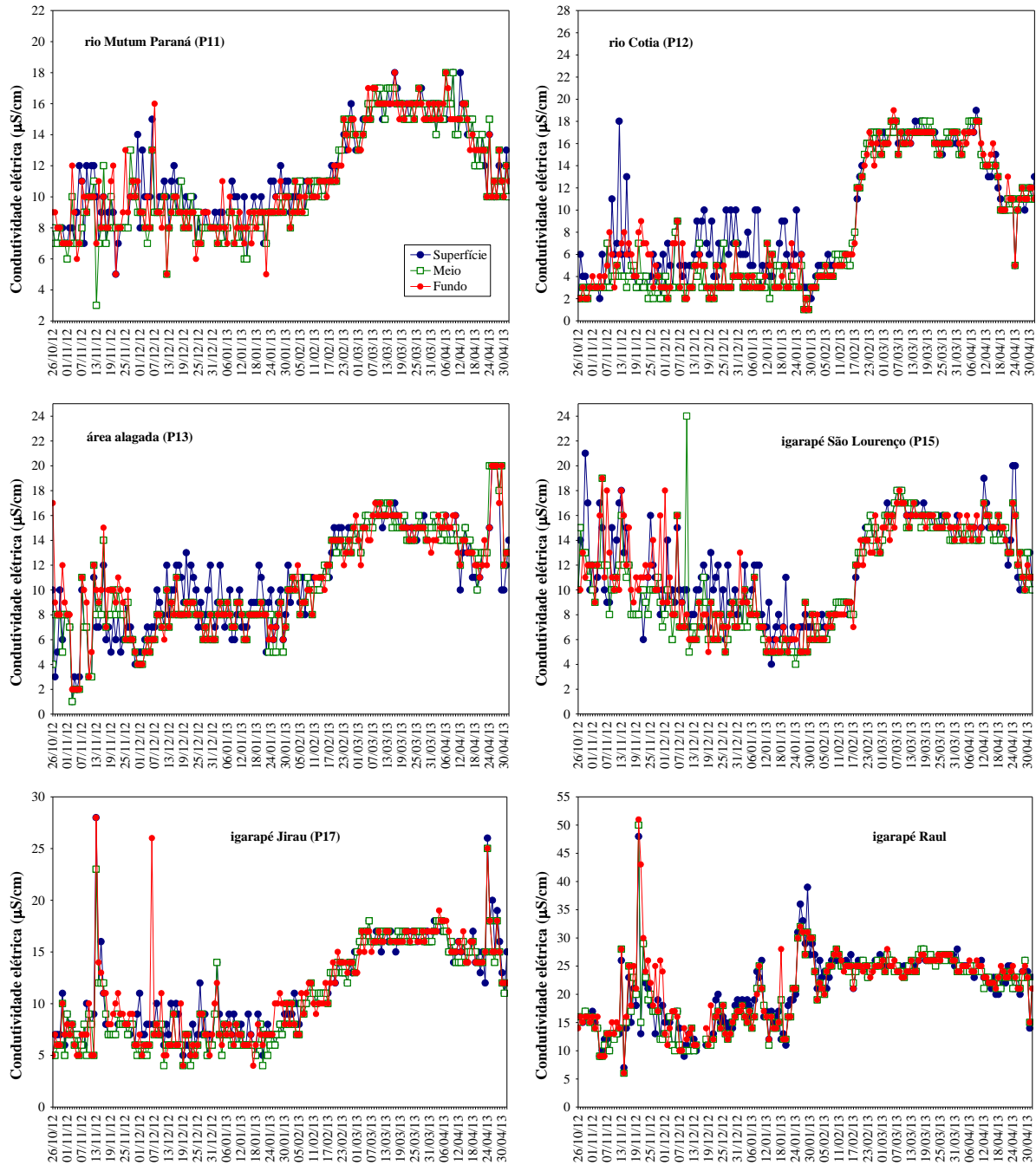


Figura 5. Valores de condutividade elétrica mensurados diariamente, entre 25 de outubro e 30 de abril de 2013 (período de enchimento do reservatório), em 06 (seis) tributários do rio Madeira (rio Mutum Paraná, rio Cotia, área alagada do rio Mutum Paraná, igarapé São Lourenço, igarapé Jirau e igarapé Raul).

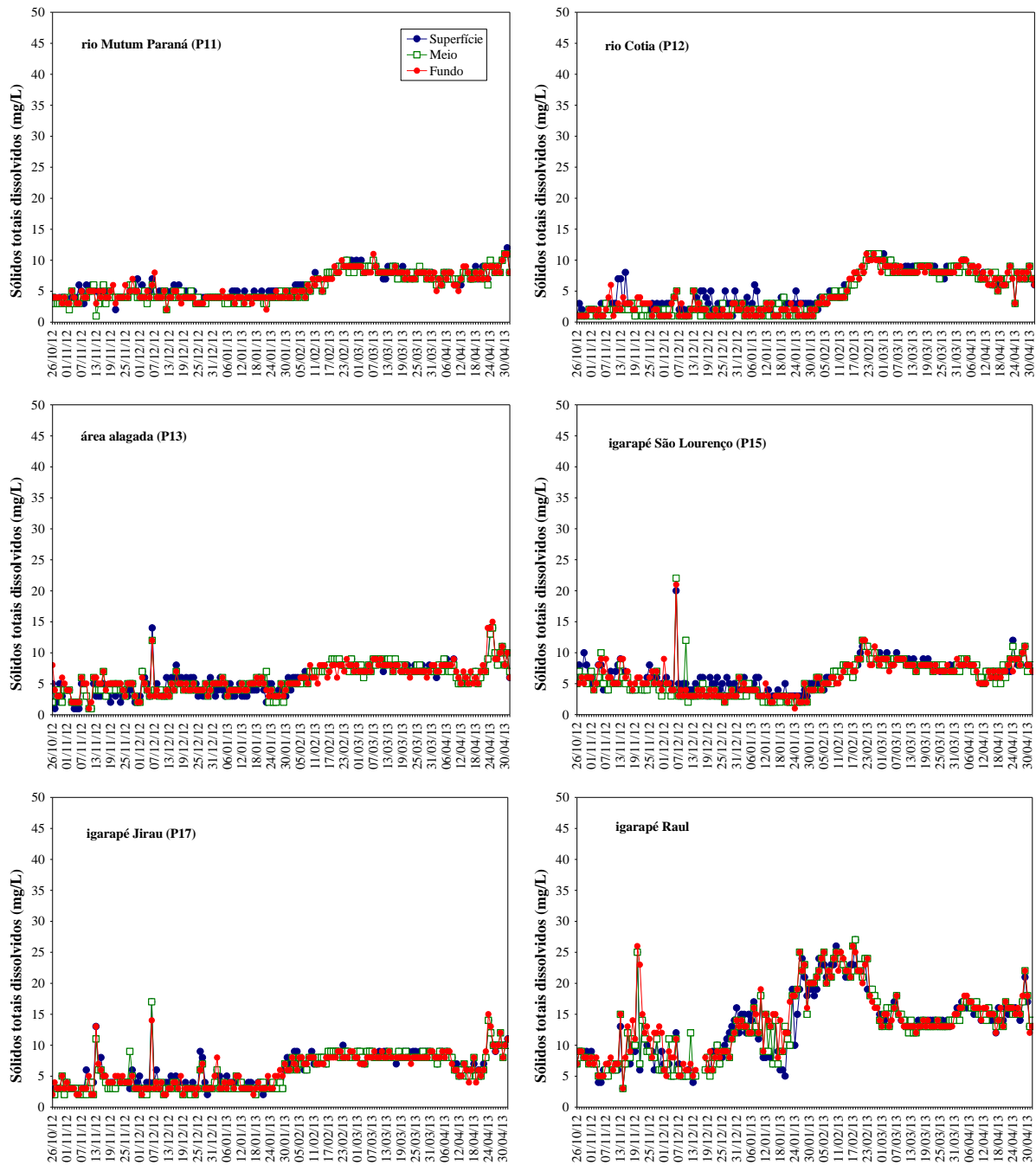


Figura 6. Concentrações de sólidos totais dissolvidos mensuradas diariamente, entre 25 de outubro e 30 de abril de 2013 (período de enchimento do reservatório), em 06 (seis) tributários do rio Madeira (rio Mutum Paraná, rio Cotia, área alagada do rio Mutum Paraná, igarapé São Lourenço, igarapé Jirau e igarapé Raul).

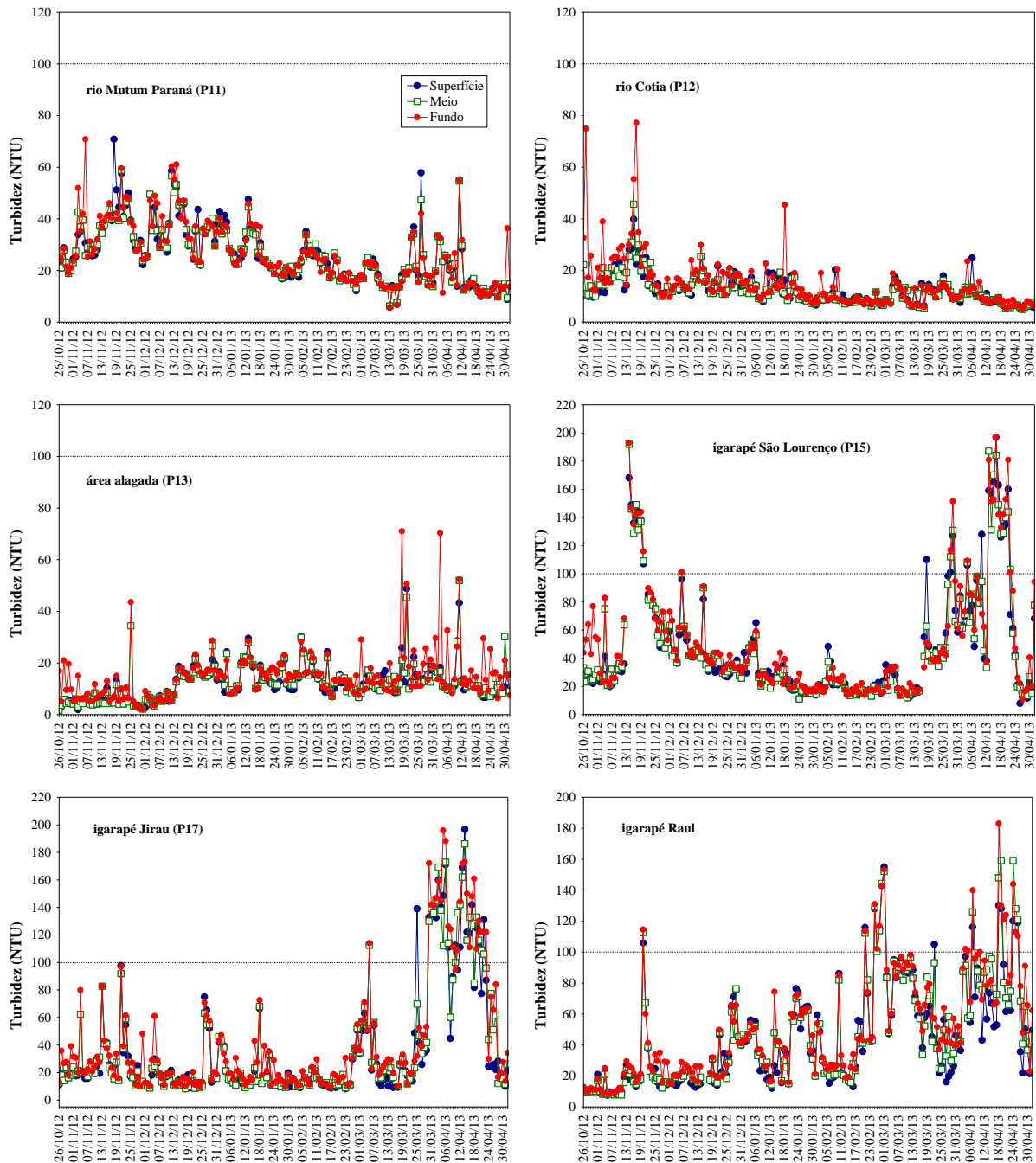


Figura 7. Valores de turbidez mensurados diariamente, entre 25 de outubro e 30 de abril de 2013 (período de enchimento do reservatório), em 06 (seis) tributários do rio Madeira (rio Mutum Paraná, rio Cotia, área alagada do rio Mutum Paraná, igarapé São Lourenço, igarapé Jirau e igarapé Raul).

5.2.4. Valores de OD e DBO₅ em 02 (dois) Pontos Localizados a Jusante do Barramento da UHE Jirau

De acordo com a solicitação feita pelo IBAMA no Parecer Técnico (PT) nº 127/2012 – COHID/CGENE/DILIC/IBAMA, em dezembro de 2012 foi iniciado o monitoramento quinzenal das concentrações de oxigênio dissolvido e DBO₅ em 02

(duas) estações de coleta localizadas a jusante do barramento da UHE Jirau, sendo estas: P19-MAD 6 e MON 4 (situado na área de influência da UHE Santo Antônio, sendo este ponto pertencente à malha amostral do Programa de Monitoramento Limnológico desenvolvido pela SAE).

Entre dezembro de 2012 e abril de 2013, as concentrações de oxigênio dissolvido em ambos os pontos de coleta foram superiores a 5,0 mg/L (limite mínimo preconizado pela Resolução CONAMA nº 357/2005), além de serem similares aos valores mensurados durante a fase pré-enchimento. Além disso, os valores de DBO₅ obtidos durante esse período também foram similares àqueles mensurados durante a fase pré-enchimento (no ponto P19-MAD 6), sendo inferiores ao limite preconizado pela referida resolução (5,0 mg/L). Assim, pode-se afirmar que durante essa fase de enchimento do reservatório da UHE Jirau, não houve alterações significativas na qualidade da água a jusante do barramento, não havendo qualquer impacto negativo do empreendimento. Tal resultado é corroborado pelas demais análises químicas realizadas no ponto P19-MAD 5 e discutidas nos relatórios técnicos bimestrais deste Programa.

5.2.5. Ponto de Captação da ETA de Nova Mutum Paraná

Em atendimento a condicionante 2.6 da Licença de Operação (LO) nº 1097/2012 do AHE Jirau, durante o enchimento do reservatório, o ponto de captação da ETA de Nova Mutum Paraná (ponto PCAP), localizado a jusante do barramento do AHE Jirau, será monitorado seguindo os limites estabelecidos na Portaria MS nº 2.914/2011. Desta forma, o monitoramento será mensal caso a densidade de cianobactérias for igual ou inferior a 10.000 cel/ml e, semanal caso essa densidade seja superior a 10.000 cel/mL. Caso ocorra registro de densidade de cianobactérias superior a 20.000 cel/mL (medida de alerta), serão realizadas análises das cianotoxinas na água do manancial, no ponto de captação, com frequência semanal, de acordo com a Portaria MS nº 2.914/2011.

Em outubro de 2012, com o início do enchimento do reservatório da UHE Jirau, autorizado pelo IBAMA, a densidade de cianobactérias analisada foi igual a 540 cel/mL e em novembro de 2012 essa densidade foi igual a 220 cel/mL (**Tabela 7**). Em dezembro de 2012, janeiro e fevereiro de 2013, não foi detectada a presença de células de cianobactérias nesse local. Em março e abril de 2013 também foram registrados baixos valores de densidade de cianobactérias. Assim, ao longo desses 05 (cinco) meses

de monitoramento na fase de enchimento, a densidade de cianobactérias foi significativamente inferior ao valor de 10.000 cel/ml.

O ponto de captação da ETA de Nova Mutum, localizada no rio Madeira, a jusante da barragem, apresenta características limnológicas similares aquelas obtidas nos demais pontos localizados no rio Madeira. Assim, considerando os sete meses de monitoramento da fase de enchimento do reservatório, esse local apresentou elevados valores de turbidez (284 NTU em outubro; 331 NTU em novembro; 556 NTU em dezembro de 2012; 993 NTU em janeiro de 2013; 951 NTU em fevereiro; 1158 NTU em março e 834 NTU em abril), além de baixas concentrações de clorofila-*a* (2,34 µg/L em outubro; <0,01 µg/L em novembro; 2,73 µg/L em dezembro de 2012; 2,48 µg/L em janeiro de 2013; 13,6 µg/L em fevereiro; 8,19 µg/L em março e <0,01 µg/L em abril). De fato, a maior parte dos parâmetros limnológicos monitorados apresentaram valores inferiores ao limite preconizado pela Resolução CONAMA n° 357/2005, tais como as concentrações de oxigênio dissolvido, pH, sólidos totais dissolvidos, cloreto, sulfato, nitrato, nitrito, nitrogênio amoniacal, clorofila-*a*, DBO₅ e coliformes termotolerantes.

Em suma, pode-se afirmar que o local onde está situado o ponto de captação da ETA não apresenta características limnológicas que possam vir a favorecer o desenvolvimento de elevada densidade da comunidade fitoplanctônica, incluindo cianobactérias, de maneira que possa comprometer o uso da água. Considerando ainda o baixo tempo de residência da água do reservatório (menos de 30 minutos em média) nesta fase de enchimento, pode-se esperar que não ocorra decréscimo significativo nos valores de turbidez da água a jusante da barragem. Assim, sob essas condições (elevada turbidez, juntamente com as características líticas do ambiente), não foi detectado o crescimento de cianobactérias nessa região.

Tabela 7. Densidades de cianobactérias (cel/mL) registradas no ponto de captação de água para abastecimento, entre outubro de 2012 e abril de 2013.

Meses	Densidade de cianobactérias (cel/mL)
Outubro/2012	540
Novembro/2012	220
Dezembro/2012	0
Janeiro/2013	0
Fevereiro/2013	0
Março/2013	124
Abril/2013	95

5.2.6. Plano de Ação para Controle de Cianobactérias e Macrófitas Aquáticas

O atendimento ao Plano de Ação para Controle de Cianobactérias e Macrófitas Aquáticas, previsto na condicionante 2.6 da LO nº 1097/2012, será apresentado no relatório semestral do Programa de Monitoramento e Controle de Macrófitas Aquáticas.

6. Indicadores

A **Tabela 8** a seguir retrata os indicadores do Programa e o status quanto ao seu atendimento nas fases de pré-enchimento e enchimento do reservatório.

Tabela 8. Indicadores estabelecidos no Projeto Básico Ambiental (PBA), referentes ao Programa de Monitoramento Limnológico da UHE Jirau, durante as fases de pré-enchimento e enchimento do reservatório.

METAS	PERÍODO DE EXECUÇÃO	ANÁLISE DO ATENDIMENTO	INDICADORES DE DESEMPENHO	ANÁLISE DE ATENDIMENTO
Realizar análises de treze (13) variáveis físicas, vinte e seis (26) químicas e 07 (sete) biológicas em uma (01) estação amostral no rio Mamoré, seis (06) no rio Madeira, dez (10) em afluentes e uma (01) na área alagada do rio Mutum-Paraná, em todas as campanhas de campo executadas durante as fases de implantação e enchimento.	Atendida na fase pré-enchimento (entre setembro de 2009 e julho de 2012) Em atendimento na fase de enchimento (entre outubro de 2012 e abril de 2013)	Durante a fase de implantação (pré-enchimento, foram realizadas 12 campanhas trimestrais, com análises físicas, químicas e biológicas em 20 estações de monitoramento. Além destes pontos, foram adicionados, a partir de outubro de 2012, conforme determinado no item 1.6-i do Ofício nº 1066/2012/DILIC/IBAMA e na condicionante 2.5 da LO nº 1097/2012, 11 novos pontos de monitoramento, sendo estes: 08 (oito) localizados nos tributários, a montante do local já monitorado, ou seja, em regiões lóaticas, 02 (dois) localizados na área alagada do rio Mutum Paraná e 01 (um) localizado no ponto de captação da ETA de Nova Mutum Paraná (ponto PCAP). Desde outubro de 2012 até o mês de abril de 2013, foram realizadas 07 (sete) campanhas mensais, onde realizou-se análises numéricas para a interpretação dos resultados. As coletas referentes aos matérias	Análise dos Parâmetros Físico-Químicos Análise das comunidades de fitoplâncton, zooplâncton e zoobentos	Atendido

METAS	PERÍODO DE EXECUÇÃO	ANÁLISE DO ATENDIMENTO	INDICADORES DE DESEMPENHO	ANÁLISE DE ATENDIMENTO
		biológicas foram realizadas em 04 (quatro) campanhas (outubro e dezembro de 2012, fevereiro e abril de 2013).		
Realizar análises de treze (13) variáveis físicas, vinte e seis (26) químicas e sete (07) biológicas em uma (01) estação amostral no rio Mamoré, seis (06) no rio Madeira, dezoito (18) em afluentes e três (03) na área alagada de Mutum, em todas as campanhas de campo executadas durante a fase de operação do reservatório.	Não aplicável para o momento	Esta meta será analisada na fase de operação do empreendimento.	-	-
Realizar campanhas de campo trimestrais, durante a execução das obras (fase rio), contemplando os períodos de enchente, cheia, vazante e seca.	Atendida	Durante a fase de implantação (pré-enchimento, foram realizadas 12 campanhas trimestrais, contemplando os períodos de enchente, cheia, vazante e seca.	Análises trimestrais dos parâmetros físicos, químicos e biológicos (fitoplâncton, zooplâncton e zoobentos).	Atendida
Realizar campanhas de campo mensais, durante um ano após início do enchimento do reservatório (fase enchimento/início da estabilização), para análises físicas, químicas e bacteriológicas, sendo que as análises biológicas serão realizadas com frequência bimestral, totalizando 6 campanhas.	Em atendimento	Desde o início do enchimento, em outubro de 2012, até o mês de abril de 2013, foram realizadas 07 (sete) campanhas mensais de monitoramento, com análises físicas e químicas. As análises biológicas estão sendo realizadas bimestralmente nesta etapa de implantação do empreendimento.	Análises mensais dos Parâmetros Físico-Químicos Análises bimestrais das comunidades de fitoplâncton, zooplâncton e zoobentos	Atendida
Realizar campanhas de campo trimestrais, durante 8 anos da operação (fase reservatório), contemplando os períodos de enchente, cheia, vazante e seca.	Não aplicável para o momento	Esta meta será analisada na fase de operação do empreendimento.	-	-

METAS	PERÍODO DE EXECUÇÃO	ANÁLISE DO ATENDIMENTO	INDICADORES DE DESEMPENHO	ANÁLISE DE ATENDIMENTO
Realizar análises numéricas e qualitativas dos resultados limnológicos obtidos para caracterização das variações temporais e especiais.	Em atendimento	Em todos os relatório técnicos são apresentadas análises estatísticas com o objetivo de verificar as variações temporais e espaciais dos dados abióticos e biológicos.	Aplicação de testes estatísticos (análises univariadas e multivariadas)	Atendido.
Relacionar resultados limnológicos obtidos às alterações sazonais características dos períodos de enchente, cheia, vazante e seca.	Em atendimento	Em todos os relatórios técnicos são apresentados os dados consolidados dos meses anteriores de coleta, com o objetivo de verificar as mudanças sazonais. Além disso, as análises estatísticas multivariadas também auxiliam nessa avaliação.	Aplicação de testes estatísticos e interpretação dos gráficos apresentados nos relatórios técnicos.	Atendido.
Mensurar a temperatura da água, pH, oxigênio dissolvido, condutividade, potencial redox, turbidez, transparência da coluna d'água, fitoplâncton e zooplâncton em 3 profundidades (superfície, limite da zona eufótica e fundo) no ponto de amostragem próximo ao eixo da barragem (ponto P18 - MAD 5), durante todas as fases do empreendimento nos períodos de enchente, cheia, vazante e seca, sendo mensurado nos tributários apenas no período de cheia.	Em atendimento	Durante a fase de pré-enchimento, foram realizadas 12 campanhas trimestrais, contemplando os períodos de enchente, cheia, vazante e seca, onde foi analisado o perfil vertical do ponto P18 (parâmetros físicos, químicos e biológicos). O perfil vertical nos tributários foi analisado durante o período de cheia ou águas altas, ou seja, em abril de 2010, abril de 2011 e abril de 2012. No período entre outubro de 2012 a abril de 2013 (fase de enchimento), foram realizadas 07 (sete) campanhas mensais, onde analisou-se o perfil vertical dos parâmetros físicos e químicos de todos os pontos de monitoramento, incluindo o ponto P18-MAD 5 (total de 31 pontos). No entanto, a análise do perfil vertical das comunidades aquáticas está sendo feita bimestralmente somente no ponto P18-MAD 5 e nos tributários somente no período de águas altas (por exemplo em abril de 2013).	Perfil Vertical da Coluna d'água	Atendida. Perfil realizado nas 12 (doze) campanhas realizadas na fase pré-enchimento e nas 07 (sete) campanhas de monitoramento limnológico nessa fase inicial de enchimento do reservatório.
Realizar estudo do ciclo nictemeral das comunidades fitoplanctônica e zooplanctônica através das análises de	Em atendimento	Na fase de pré-enchimento do reservatório, foram realizadas 05 (cinco) campanhas para a análise do ciclo nictemeral, tendo a ESBR solicitado a interrupção de tal estudo.	Análise do Ciclo Nictemeral	Atendida.

METAS	PERÍODO DE EXECUÇÃO	ANÁLISE DO ATENDIMENTO	INDICADORES DE DESEMPENHO	ANÁLISE DE ATENDIMENTO
temperatura da água e do ar, pH, oxigênio dissolvido, potencial de redox, condutividade, fósforo total, ortofosfato, nitrito, nitrato, nitrogênio amoniacal e total e organismos planctônicos, na estação de amostragem próxima ao eixo da barragem, a cada intervalo de 04 (quatro) horas, ao longo de 24 horas, durante as fases de implantação, enchimento e operação do reservatório, no período de seca e cheia.		Entretanto, em atendimento ao item 1.6-c do Ofício nº 1066/2012/DILIC/IBAMA, deu-se continuidade a esta análise após o início do enchimento do reservatório, e até o mês de abril de 2013, foram realizadas 02 (duas) campanhas (outubro de 2012 e abril de 2013).		
Comparar os resultados limnológicos obtidos aos padrões de qualidade de água estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/05 para águas de classe 2.	Em atendimento	Na fase de pré-enchimento, foram realizadas 12 campanhas trimestrais de monitoramento, onde a qualidade da água foi comparada com os limites preconizados pela Resolução CONAMA nº 357/2005. Desde a emissão da LO nº 1097/2012, em 19/10/2012, até o mês de abril de 2013, foram realizadas 07 (sete) campanhas mensais de monitoramento, onde a qualidade da água foi comparada com os limites estabelecidos pela referida resolução.	Comparar os resultados obtidos aos padrões de qualidade de água estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/05 para águas de classe 2	Atendido
Calcular o IQA (índice de qualidade da água) e o IET (índice do estado trófico) a partir dos resultados obtidos, em todas as campanhas de campo.	Em atendimento	Na fase de pré-enchimento, foram realizadas 12 campanhas trimestrais de monitoramento, tendo sido calculado o IQA e o IET de cada ponto de coleta (20 estações). No período de outubro de 2012 a abril de 2013, foram realizadas 07 (sete) campanhas mensais de monitoramento, onde foi calculado o IQA e IET de cada ponto de coleta (31 estações).	Cálculo do Índice de Qualidade da Água (IQA) e do Índice do Estado Trófico (IET)	Atendida. Os índices foram calculados em todas as campanhas de monitoramento.
Criar e alimentar um banco de dados georreferenciado para sistematizar as	Atendida	Os dados e resultados obtidos no Programa estão sendo estruturados, armazenados e espacializados no Sistema de	Banco de Dados	Atendida

METAS	PERÍODO DE EXECUÇÃO	ANÁLISE DO ATENDIMENTO	INDICADORES DE DESEMPENHO	ANÁLISE DE ATENDIMENTO
informações limnológicas decorrentes das campanhas de campo.		Gerenciamento de Informações Georreferenciadas (SisGIG) da UHE Jirau.		
Elaborar modelo matemático para Prognóstico da Qualidade da Água para o corpo central, tributários e jusante do reservatório que permitirá avaliar diferentes cenários, incluindo os primeiros meses de enchimento.	Em atendimento	Foram desenvolvidos pela COPPE/UFRJ prognósticos da qualidade da água do reservatório da UHE Jirau e a jusante deste, os quais subsidiaram a emissão das Autorizações de Supressão de Vegetação (ASV), assim como a proposta de redução de supressão de vegetação até a cota 84,0m. Conforme requerido no Parecer Técnico (PT) nº 127/2012 – COHID/CGENE/DILIC/IBAMA, encontra-se em elaboração pela COPPE/UFRJ um novo prognóstico da qualidade da água do reservatório da UHE Jirau para a Etapa 3 de enchimento, considerando a proposta de redução de supressão de vegetação acima da cota 84,0 m.	Modelagem matemática	Atendido.
<p>Fornecer subsídios limnológicos fundamentais para avaliação dos processos hidrobiogeoquímicos.</p> <p>Fornecer informações sobre a qualidade da água indispensáveis para o estudo da dinâmica da comunidade de macrófitas aquáticas.</p> <p>Fornecer informações sobre aspectos limnológicos essenciais para manutenção de ovos e larvas e conservação da ictiofauna.</p> <p>Fornecer informações sobre qualidade da água no ecossistema aquático de interesse para saúde pública.</p> <p>Fornecer informações sobre os resultados do</p>	Em atendimento	As interfaces deste Programa estão descritas no item 7 deste relatório.	Dados limnológicos são discutidos nos relatórios de monitoramento hidrobiogeoquímico e de macrófitas aquáticas.	Atendida

METAS	PERÍODO DE EXECUÇÃO	ANÁLISE DO ATENDIMENTO	INDICADORES DE DESEMPENHO	ANÁLISE DE ATENDIMENTO
<p>monitoramento da comunidade bentônica, priorizando as famílias de insetos aquáticos de Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera, Heteroptera e Odonata de interesse para o Programa de Conservação da Fauna.</p> <p>Fornecer informações sobre as alterações da qualidade da água, decorrentes do empreendimento, de interesse público, relevantes à comunicação social e à educação ambiental.</p>				
<p>Implantar sistema de monitoramento em tempo real a montante (fases rio, enchimento e operação) e jusante do eixo da barragem do reservatório (fase operação), caso os resultados do modelo prognóstico mostrem tal necessidade.</p>	Atendida	Foram implantados, em parceria com o Instituto Internacional de Ecologia, 02 (dois) sistemas de monitoramento da qualidade da água em tempo real, sendo um a montante e o outro a jusante do barramento da UHE Jirau.	-	-

7. Interfaces

A **Tabela 9** apresenta de forma sucinta as interfaces elencadas no PBA da UHE Jirau e o status quanto ao seu atendimento.

Tabela 9. Interfaces elencadas ao Programa de Monitoramento Limnológico.

PROGRAMAS SOB INTERFACE	PROPOSTA	STATUS DE ATENDIMENTO
Programa de Monitoramento Hidrobiogeoquímico.	Fornecer informações sobre as variáveis físicas, químicas e biológicas do corpo d'água.	Atendida. Resultados do Monitoramento Limnológico tem sido efetivamente utilizados no Programa de Monitoramento Hidrobiogeoquímico, conforme descrito nos

		relatórios técnicos deste Programa.
Programa de Monitoramento e Controle de Macrófitas Aquáticas	Fornecer informações sobre as variáveis físicas, químicas e biológicas do corpo d'água.	Atendida. Resultados do Monitoramento Limnológico tem sido efetivamente utilizados no Programa de Monitoramento e Controle de Macrófitas Aquáticas, conforme descrito nos relatórios técnicos deste Programa.
Programa de Conservação da Ictiofauna	Fornecer informações sobre as variáveis físicas, químicas e biológicas do corpo d'água. A partir das informações sobre a comunidade fito, zooplancônica e bentônica serão feitas possíveis análises sobre hábitos alimentares	Em atendimento, conforme a necessidade do Programa, os resultados do Monitoramento Limnológico são encaminhados.
Programa de Conservação da Fauna Silvestre	Fornecer informações sobre a comunidade biológica.	Não aplicável. Os locais monitorados não são os mesmos do Programa de Conservação da Fauna Silvestre.
Programa de Saúde Pública	Fornecer informações sobre a presença de coliformes termotolerantes e cianobactérias.	As informações constantes nos Relatórios Técnicos são repassados ao Programa de Saúde Pública.
Comunicação Social Educação Ambiental	Fornecer informações sobre a qualidade da água.	Atendido. As informações do Programa de Monitoramento Limnológico estão inseridas no I Relatório Semestral da LO do Programa Comunicação Social (ANEXO 4.20.1).

8. Atendimento ao Cronograma

As campanhas, análise dos dados e entregas dos relatórios referentes ao Programa de Monitoramento Limnológico estão sendo realizadas em conformidade com o cronograma do referido Programa (**Tabela 10**).

Durante essa fase inicial de enchimento do reservatório (entre outubro de 2012 e abril de 2013), as coletas foram realizadas mensalmente, completando um total de 07 (sete) campanhas. Os relatórios técnicos tem sido entregues, bimestralmente, conforme determinado no Ofício nº 1066/2012/DILIC/IBAMA.

9. Conclusão

De maneira geral, as características limnológicas observadas nos primeiros 06 (seis) meses de enchimento do reservatório da UHE Jirau (outubro de 2012 a março de 2013), foram similares às aquelas registradas no período pré-enchimento. As características limnológicas obtidas em janeiro, fevereiro e março de 2013 foram similares às aquelas registradas durante o período de águas altas na região, durante a fase pré-enchimento do reservatório, tendo em vista os maiores valores de turbidez, sólidos suspensos e alguns nutrientes. Tais resultados refletiram a influência das maiores taxas de precipitação pluviométrica na região, a partir de dezembro de 2012, assim como observado nos meses de janeiro e abril, na fase pré-enchimento.

Considerando a variação espacial, entre outubro de 2012 e março de 2013, foi possível observar uma clara distinção entre os pontos localizados no rio Madeira e àqueles situados nos tributários desse rio. Tal distinção também foi registrada ao longo de todo o período monitorado na fase pré-enchimento (entre setembro de 2009 e julho de 2012). A análise de componentes principais (PCA) demonstrou que, de fato, os pontos monitorados no rio Madeira apresentaram maiores valores de condutividade elétrica, sólidos totais dissolvidos (STD), turbidez, sólidos totais, sólidos suspensos totais, sólidos fixos, sólidos voláteis, alcalinidade, dureza, ferro total, carbono inorgânico dissolvido, carbono total e fósforo total. Os resultados da análise de ordenação foram consistentes com as descrições univariadas dos dados.

Em suma, considerando as características limnológicas, tanto físico-químicas quanto biológicas (análises das comunidades fitoplanctônica, zooplanctônica e zoobentônica), foi possível observar a ausência de alterações significativas nessa fase inicial do enchimento do reservatório. Até o momento, os resultados demonstram a influência da precipitação pluviométrica, e o consequente aumento do escoamento superficial, sobre as características limnológicas do trecho monitorado, principalmente no rio Madeira, assim como observado durante o período de águas altas na fase de pré-enchimento.

10. Equipe Técnica

Diretora Técnica – Life Projetos Limnológicos

Bióloga M.Sc. Juliana Machado do Couto Curti
CRBio n° 30921/D
CTF/IBAMA 518647

Trabalhos de campo e laboratório

Bióloga Esp. Kátia Bittar Haddad	CRBio n°57437	CTF/IBAMA 3166007
Biólogo M.Sc. Leonardo de Assis Ítalo	CRBio n°49855	CTF/IBAMA 5160320
Biólogo Wagner Batista Xavier	CRBio n°70166	CTF/IBAMA 3165884
Biólogo Paulício Maconi Filho	CRBio n°70170	CTF/IBAMA 1916286
Bióloga Lívia Ferreira e Silva	CRBio n°49822	CTF/IBAMA 3759838
Químico Brunno Misofante da Silva Gomides	CRQ n° 12200326	
Téc. Alline Caetano Luz		CTF/IBAMA 3774541

Análise das comunidades aquáticas

Biólogo Dr. Luiz Felipe Machado-Velho (Zooplâncton)
CRBio n° 12570 CTF/IBAMA 904763
Bióloga Dra. Luzia Cleide Rodrigues (Fitoplâncton)
CRBio n° 17890 CTF/IBAMA 904744
Bióloga Dra. Janet Higuti (Zoobentos)
CRBio n°17889 CTF/IBAMA 4965113

Consultor

Prof. Dr. Luis Mauricio Bini

Equipe técnica e científica do monitoramento limnológico em tempo real – Instituto Internacional de Ecologia (IIE)

Prof. Dr. José Galizia Tundisi – Limnólogo - Coordenador do projeto
Profa. Dra. Takako Matsumura–Tundisi – Limnóloga - Supervisor geral
Dra. Corina Sidagis Galli – Responsável pelo Laboratório Físico-Químico
Dr. Donato Seiji Abe – Limnólogo – Responsável pela elaboração dos relatórios técnicos
Eng. José Eduardo Matsumura Tundisi, MsC – Logística e administração de Projetos-
Lic. Deyves Elias Grimberg – Gerente de Qualidade
Dra Maria Regina Martins Triques - Química Responsável
Tec. Valéria Teixeira da Silva - Química – Análises químicas
Tec. Fernando de Paula Blanco – Técnico especializado de campo e laboratório – Apoio na elaboração de relatórios
Biol. Carlos Rogério Lopes Faria – Gerente Comercial
Fernando Souza Soares – Biólogo especializado de campo
José Josuel – Secretário e apoio no trabalho de campo

Equipe técnica do monitoramento de elementos traço

Dr. Luiz Fabricio Zara - Coordenador geral
Dr. Ademir Santos
Dr. Julio C. Rocha
Dr. Wilson F. Jardim

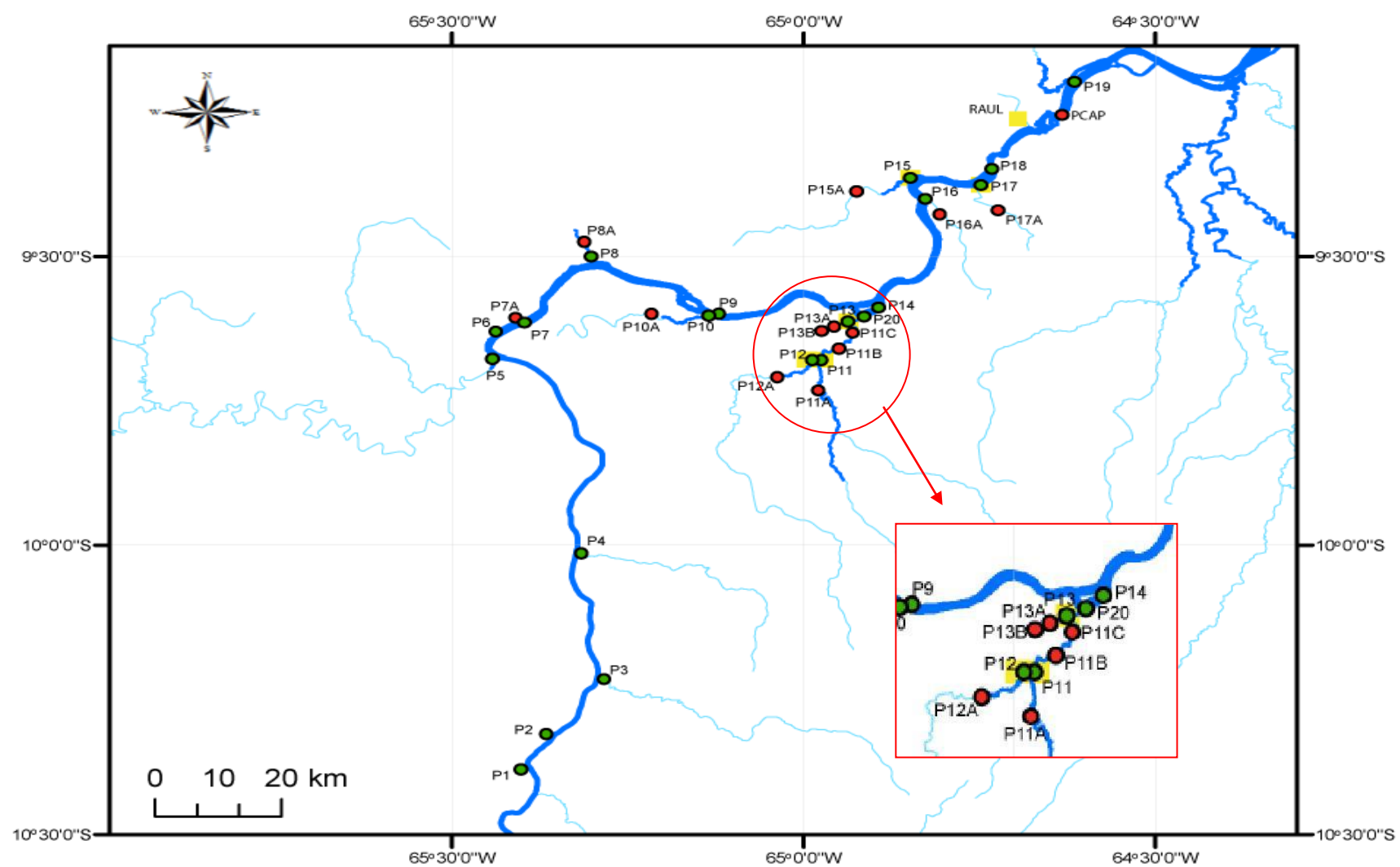
Dr. José V. E. Bernardi
Dr. Carlos J. S. Passos
Dra. Vanessa P. Franzini
Dra. Livia M. Santos
M.Sc. Valeria V. Serra
M.Sc. Clarisse V. Serra
M.Sc. Vera L. D. Simões
Técnico em Química Ednaldo R. Souza
Gestor Ambiental Wllyane Figueiredo
Gestor Ambiental Tania Machado

11. Referências Bibliográficas

- AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (APHA). **Standard methods for the examination of water and wastewater**. Washington: Byrd Prepress Springfield, 2005.
- BAUMGARTEN, M.G.Z.; POZZA, S.A. **Qualidade de águas**: descrição de parâmetros químicos referidos na legislação ambiental. Rio Grande: Editora FURG, 2001. 166p.
- BERNARDI, J.V.E.; FOWLER, H.G.; LANDIM, P.M.B. Um estudo de impacto ambiental utilizando análises estatísticas espacial e multivariada. **Holos Environmental**, 2001, 1, 162.
- BERNARDI, J.V.E.; LACERDA, L.D.; DÓREA, J.G.; LANDIM, P.M.B.; GOMES, J.P.O.; ALMEIDA, R.; MANZATTO, A.G.; BASTOS, W.R. Aplicação da análise das componentes Principais na ordenação dos parâmetros físico-químicos no Alto Rio Madeira e afluentes, Amazônia Ocidental. **Geochimica Brasiliensis**, 2009, 23, 079.
- BICUDO, C.E.M.; MENEZES, M. **Gêneros de algas de águas continentais do Brasil**: chave para identificação e descrições. São Carlos: RIMA, 2006. 489 p.
- CARMOUZE, J.P. **O metabolismo dos ecossistemas aquáticos**: fundamentos teóricos, métodos de estudo e análises químicas. São Paulo: Editora Edgard Blücher, Fapesp, 1994. 254 p.
- CONAMA – **Conselho Nacional do Meio Ambiente**. Resolução CONAMA nº 357, de março de 2005, Brasília, SEMA, 2005.
- MACKERETH, F.Y.H.; HERON, J.G.; TALLING, J.J. **Water analysis some revised methods for limnologist**. Ambleside: Freshwater Biological Association, 1978. (Freshwater Biological Association. Scientific Publication, v. 36) 120 p.
- MAGURRAN, A.E. **Ecological Diversity and Its Measurement**. New Jersey: Princeton Univ. Press, 1988. 179 p.
- WETZEL, R.G.; LIKENS, G.E. **Limnological analysis**. 2 ed. New York: Springer-Verlag, 2000. 429 p.

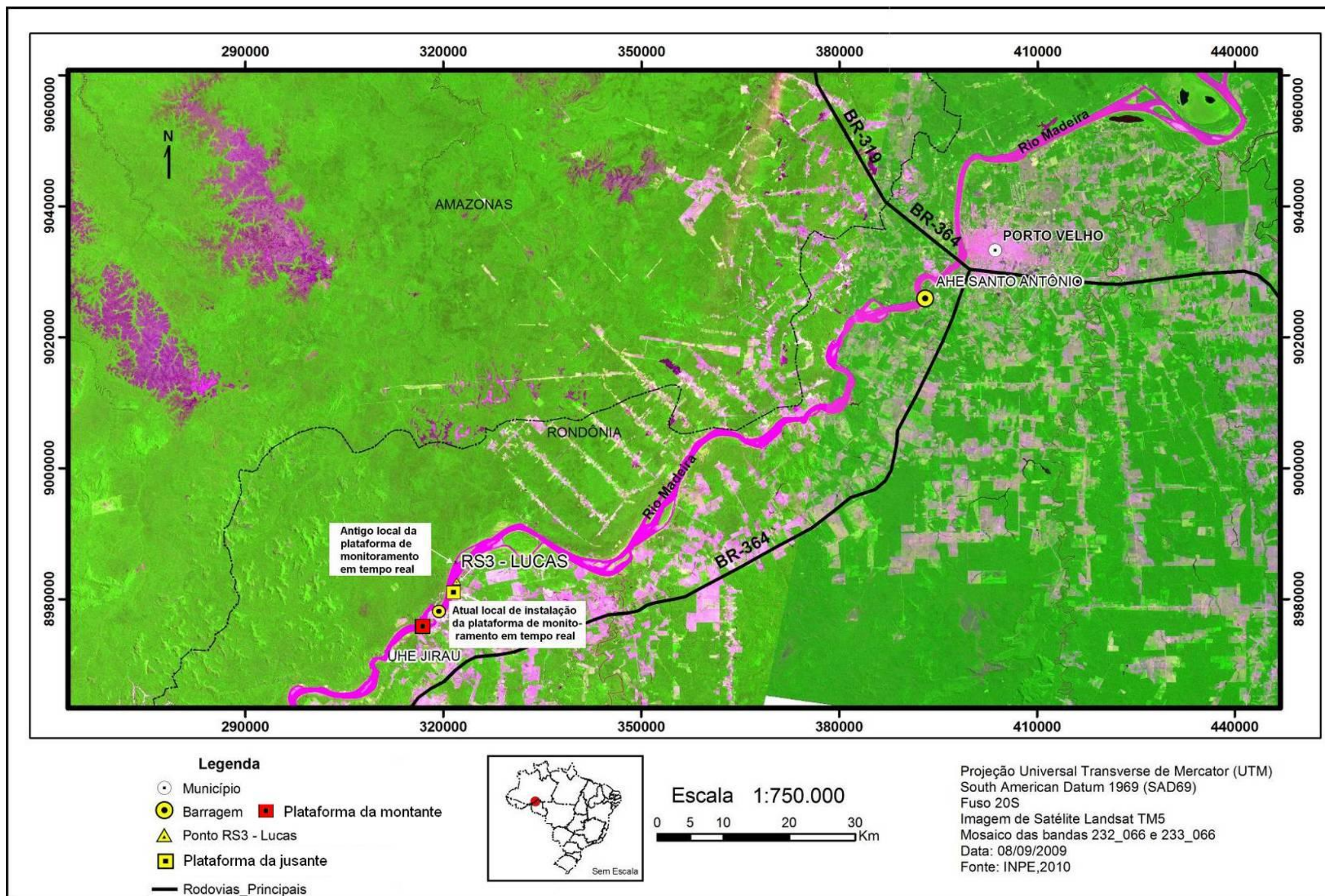
12. Anexos

ANEXO I. Localização dos pontos de coleta do Programa de Monitoramento Limnológico, na fase de enchimento do reservatório.

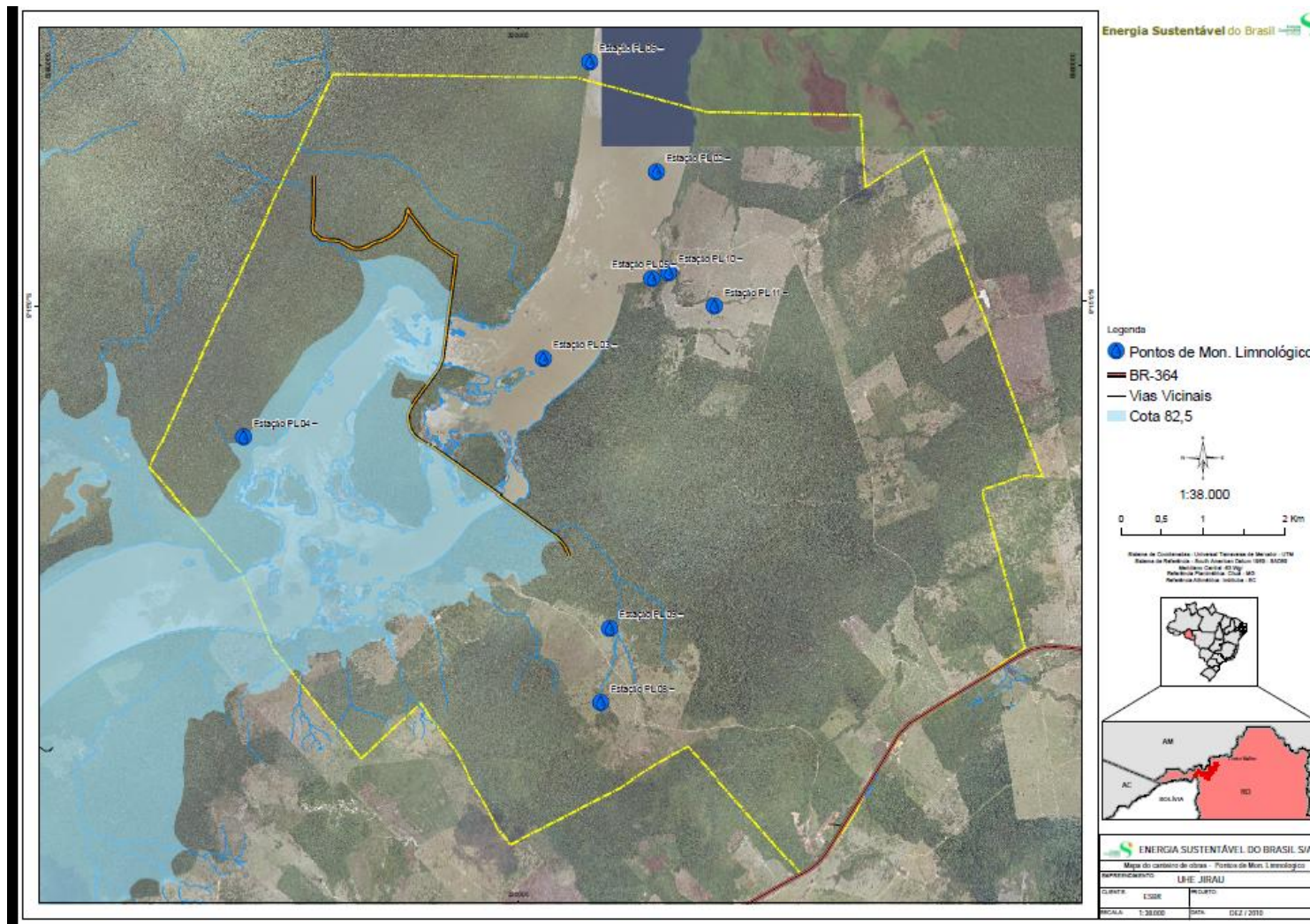


<p><i>Localização</i></p>	<p><i>Legenda</i></p> <p>Monitoramento de Recursos Hídricos</p> <ul style="list-style-type: none"> Rio Madeira Hidrografia Pontos atuais de monitoramento Pontos adicionais Monitoramento diário 	<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;"> </div> <p>Empreendedor: Energia Sustentável do Brasil Empreendimento: UHE Jirau</p> <hr/> <p>Fonte: Sistema Compartilhado de Informações Ambientais - SisCom. Base Cartográfica: IBGE. Datum: SAD-69.</p>
---------------------------	--	---

ANEXO II. Imagem de satélite com a localização do sistema de monitoramento em tempo real no rio Madeira.



ANEXO III. Mapa de localização do pontos amostrais na área do canteiro de obras do AHE Jirau.



Juliana Machado do Couto Curti

Biól. MSc. Juliana Machado do Couto Curti

Diretora Técnica

CRBio n° 30921/D

CTF/IBAMA 518647

Life Projetos Limnológicos
www.lifelimnologia.com.br

Fone/Fax: (62) 3223 1530

Rua 14A nº 99
CEP 74070-110 Setor Aeroporto
Goiânia - Goiás - Brasil

