

UHE Santo Antônio do Rio Madeira

**Proposta de Ajuste do Monitoramento Limnológico e de
Macrófitas Aquáticas da Fase de Operação**

OUTUBRO/2012

PROPOSTA DE AJUSTE DO MONITORAMENTO LIMNOLÓGICO E DE MACRÓFITAS AQUÁTICAS DA UHE SANTO ANTÔNIO NO RIO MADEIRA DURANTE A FASE DE OPERAÇÃO

ÍNDICE

1 - Apresentação	1/16
1.1 - Escopo de variáveis amostradas.....	2/16
1.1.1 - Físicas-A	8/16
1.1.2 - Físicas-C	8/16
1.1.3 - Físico-químicas	9/16
1.1.4 - Químicas I-B.....	9/16
1.1.5 - Químicas I-C.....	9/16
1.1.6 - Químicas I-D.....	9/16
1.1.7 - Químicas II.....	10/16
1.1.8 - Químicas IV.....	10/16
1.1.9 - Químicas V	11/16
1.1.10 - Químicas VI.....	11/16
1.1.11 - Biológicas	11/16
1.1.12 - Índice de Estado Trófico (IET).....	11/16
1.2 - Redução da malha amostral	12/16
1.2.1 - Tributários.....	13/16
1.2.2 - Lagos de jusante	14/16
1.3 - esforço de amostragem vertical	15/16
1.4 - Referências.....	16/16

1 - APRESENTAÇÃO

Passados três anos e meio do início do Monitoramento Limnológico e de Macrófitas Aquáticas da UHE Santo Antônio, no rio Madeira, torna-se relevante a reflexão sobre o escopo deste projeto assim como suas consequências sobre a análise dos dados obtidos até o momento. Até o momento, foram realizadas coletas trimestrais durante o pré-enchimento e diárias, mensais e bimestrais (dependendo do tipo de análise) durante o enchimento e a estabilização do reservatório da UHE Santo Antônio. Sendo assim, foi consolidado um banco de dados rico, que permitiu o aprofundamento dos conhecimentos espaciais e temporais dos sistemas límnicos estudados. São pertinentes algumas revisões sobre o PBA quanto à seleção das variáveis, assim como ao delineamento amostral, de forma a iniciar o ajuste do monitoramento para a fase de gestão do reservatório.

O grande número de variáveis proposto no PBA, em muitos casos contempla mais uma abordagem acadêmica do que um enfoque apropriado para a avaliação de impactos e gestão dos recursos hídricos. O critério para estabelecimento do número de amostragens em diferentes profundidades, por exemplo, sobretudo das comunidades biológicas, não permite uma comparação estatística entre os diferentes períodos hidrológicos, o que dificulta as análises comparativas. Colocado de outra forma, são necessárias 5 profundidades de coleta durante os períodos de águas altas que não são comparáveis com uma única profundidade amostrada durante os períodos de águas baixas, o que dificulta inclusive a apresentação dos resultados e redundando em desperdício.

Serão abordadas ainda questões referentes à malha amostral, já que a partir do enchimento do reservatório, ambientes que anteriormente apresentavam características próprias, hoje se apresentam como braços do rio Madeira.

Neste documento são propostas padronizações de forma a aprimorar o delineamento amostral. São apresentadas as variáveis que não agregam informação útil ao monitoramento, assim como as justificativas técnicas para que sejam suprimidas do escopo na presente fase. Por fim, trata-se de uma otimização do Plano de Trabalho para cumprir o objetivo a que se propõe, responder sobre os impactos da UHE Santo Antônio sobre a qualidade da água.

Esta é uma primeira avaliação do escopo e do delineamento amostral do Monitoramento Limnológico e de Macrófitas Aquáticas. O objetivo é simplificar o programa, de forma a torná-lo

uma ferramenta de gestão do reservatório mais eficiente, posto que o sistema já é conhecido, sem prejuízo às seguranças ambiental e empresarial necessárias.

1.1 - ESCOPO DE VARIÁVEIS AMOSTRADAS

O Quadro 1-1 apresenta as variáveis limnológicas que são atualmente amostradas na coluna d'água, sedimento e macrófitas aquáticas no Monitoramento Limnológico e de Macrófitas Aquáticas da UHE Santo Antônio no Rio Madeira. Em seguida, é proposta a retirada de algumas dessas variáveis do escopo do projeto para as coletas futuras da fase de operação da UHE Santo Antônio. O Quadro 1-2 apresenta a nova lista de variáveis proposta.

Quadro 1-1 - Lista de variáveis limnológicas atualmente amostradas na coluna d'água, sedimento e macrófitas aquáticas no Monitoramento Limnológico e de Macrófitas Aquáticas da UHE Santo Antônio no Rio Madeira.

F í s i c a s -A (7)
Temperatura do ar
Profundidade
Transparência
Coefficiente atenuação vertical
Zona eufótica
Cor
Velocidade de corrente
F í s i c a s -B (1)
Temperatura da água
F í s i c a s -C (6)
Turbidez
Sólidos em suspensão
Sólidos totais dissolvidos
Sólidos totais
Sólidos fixos
Sólidos voláteis
F í s i c o -q u í m i c a s (3)
Condutividade elétrica
Potencial hidrogeniônico (pH)
Concentração molar [H+]

Q u í m i c a s
Oxigênio, demandas e relações de consumo
Q u í m i c a s I - A (2)
Oxigênio -percentagem de saturação
Oxigênio -concentração
Q u í m i c a s I - B (4)
O ₂ .inicial -percentagem de saturação
O ₂ inicial -concentração
O ₂ 5 dias
Demanda bioquímica de oxigênio -DBO ₅
Q u í m i c a s I - C (2)
Demanda química de oxigênio -DQO
Carbono bioquimicamente oxidado (C.DBO)
Q u í m i c a s I - D (8)
DBO.100/O ₂ -consumo de O ₂ pela DBO ₅
O ₂ .100/DQO -o O ₂ presente é x% da DQO
DBO.100/DQO -a DBO ₅ é x% da DQO
O ₂ .100/(DBO+DQO) -o O ₂ é x% das demandas
Carbono inorgânico
Carbono orgânico total (quimicamente oxidado)
Carbono total
Carbono orgânico dissolvido
Q u í m i c a s II (6)
Sistema tampão
Gás carbônico livre
Gás carbônico total
Alcalinidade
Alcalinidade de bicarbonatos
Dureza
Dureza devido ao cálcio e magnésio
Q u í m i c a s III (7)
Íons principais
Na ⁺ , K ⁺ , Ca ²⁺ , Mg ²⁺
Cl ⁻ , SO ₄ ⁼ , HCO ₃ ⁻

UHE SANTO ANTÔNIO DO RIO MADEIRA

2382-00-PTC-RL-0003-00

Proposta de Ajuste do Monitoramento Limnológico e de
Macrófitas Aquáticas da Fase de Operação

Q u í m i c a s IV (16)
Nutrientes inorgânicos e suas frações
Nitrogênio amoniacal
Nitrito
Nitrato
Nitrogênio inorgânico dissolvido
Nitrogênio total dissolvido
Nitrogênio total
Nitrogênio orgânico dissolvido
Nitrogênio orgânico total
Nitrogênio particulado
Ortofosfato
Fósforo total dissolvido
Fósforo total
Fósforo orgânico dissolvido
Fósforo orgânico total
Fósforo particulado
Silicatos reativos
Q u í m i c a s V (3)
Ferro dissolvido
Ferro total
Óleos e graxas
Q u í m i c a s VI (13)
Elementos-traço e biocidas
Al e Cu dissolvidos
Ba, Cd, Co, Cr, Hg, Mn, Ni, Pb, Si, Sn, Zn totais
Biocidas: Aclor; Aldrin e Dieldrin; Atrazina; Benzo(a)antraceno; Benzo(a)pireno; Benzo (b) fluoranteno; Benzo (k) fluoranteno; Carbaril; Clordano (cis e trans); 2- Clorofenol; Criseno; 2,4-D; Demeton (Demeton-O e Demeton-S); Dibenzo(a,h)antraceno; 2,4-Diclorofenol; DDT (p,p'-DDT, p,p'- DDE e p,p'-DDD); Dodecacloropentaciclodecano; Endossulfan (a, b e sulfato); Endrin; Heptacloro e Heptacloro Epóxido; Indeno(1,2,3,cd)pireno; Lindano (g-HCH); Malation; Metoxicloro; Metolacloro; Paration; PCB's - Bifenilas Policloradas; Pentaclorofenol; Simazina; 2,4,5-T; 2,4,5-TP; 2,4,6-Triclorofenol; Trifluralina e Hexaclorobenzeno

Biológicas (9)
Clorofila a (Chla)
Pigmentos totais (Pig tots)
Fitoplâncton
Zooplâncton
Coliformes totais
<i>Escherichia coli</i>
Fracionamento isotópico 13C e 15N
Cianotoxinas
Sedimentos Superficiais (27)
Invertebrados bentônicos
Granulometria (areia grossa, areia fina, silte, argila)
Cinzas
Matéria orgânica
Carbono orgânico
Nitrogênio
Fósforo
Sódio
Potássio
Cálcio
Magnésio
Al, Ba, Cd, Co, Cr, Cu, Hg, Mn, Ni, Pb, Si, Sn, Zn
<p>Biocidas (Alaclor; Aldrin e Dieldrin; Atrazina; Carbaril; Clordano (cis e trans); 2-Clorofenol; Criseno; 2,4-D; Demeton (Demeton-O e Demeton-S); 2,4-Diclorofenol; DDT (p,p'-DDT, p,p'-DDE e p,p'-DDD); Dodecacloropentaciclodecano; Endossulfan (a, b e sulfato); Endrin; Heptacloro e Heptacloro Epóxido; Lindano (g-HCH); Malation; Metoxicloro; Metolacloro; Paration; PCB's - Bifenilas Policloradas; Pentaclorofenol; Simazina; 2,4,5-T; 2,4,5-TP; 2,4,6-Triclorofenol; Trifluralina e Hexaclorobenzeno)</p> <p>Biocidas - HPAs (Benzo(a)antraceno; Benzo(a)pireno; Benzo(b)fluoranteno; Benzo(k)fluoranteno; Dibenzo(a,h)antraceno; Indeno(1,2,3,cd)pireno)</p>

UHE SANTO ANTÔNIO DO RIO MADEIRA

2382-00-PTC-RL-0003-00

Proposta de Ajuste do Monitoramento Limnológico e de
Macrófitas Aquáticas da Fase de Operação

Macrófitas Aquáticas (21)
Identificação
Cinzas
Matéria orgânica
Carbono orgânico
Sódio
Potássio
Cálcio
Magnésio
Al, Ba, Cd, Co, Cr, Cu, Hg, Mn, Ni, Pb, Si, Sn, Zn

Quadro 1-2 - Nova lista de variáveis proposta para continuidade do Monitoramento Limnológico e de Macrófitas Aquáticas da UHE Santo Antônio no Rio Madeira.

Coluna d'água - Abióticas
Temperatura do ar
Profundidade
Zona eufótica
Cor
Velocidade de corrente
Temperatura da água
Turbidez
Sólidos em suspensão
Sólidos totais dissolvidos
Sólidos totais
Condutividade elétrica
Potencial hidrogeniônico (pH)
Oxigênio -percentagem de saturação
Oxigênio -concentração
Demanda bioquímica de oxigênio -DBO ₅
Carbono inorgânico
Carbono orgânico total
Carbono total
Carbono orgânico dissolvido
Alcalinidade
Na ⁺ , K ⁺ , Ca ²⁺ , Mg ²⁺
Cl ⁻ , SO ₄ ⁻ , HCO ₃ ⁻
Nitrogênio amoniacal
Nitrito
Nitrato
Nitrogênio total

Coluna d'água - Abióticas
Nitrogênio orgânico total
Ortofosfato
Fósforo total dissolvido
Fósforo total
Fósforo particulado
Silicatos reativos
Ferro dissolvido
Ferro total
Al e Cu dissolvidos
Ba, Cd, Co, Cr, Hg, Mn, Ni, Pb, Si, Sn, Zn totais
Coluna d'água - Bióticas
Clorofila a
Pigmentos totais
Fitoplâncton
Zooplâncton
Coliformes totais
<i>Escherichia coli</i>
Cianotoxinas
Sedimento - Abióticas
Granulometria (areia grossa, areia fina, silte, argila)
Cinzas
Matéria orgânica
Carbono orgânico
Nitrogênio
Fósforo
Sódio
Potássio
Cálcio
Magnésio
Al, Ba, Cd, Co, Cr, Cu, Hg, Mn, Ni, Pb, Si, Sn, Zn
Sedimento - Bióticas
Invertebrados bentônicos

Macrófitas Aquáticas
Identificação
Cinzas
Matéria orgânica
Carbono orgânico
Sódio
Potássio
Cálcio
Magnésio
Al, Ba, Cd, Co, Cr, Cu, Hg, Mn, Ni, Pb, Si, Sn, Zn

1.1.1 - Físicas-A

Propõe-se a retirada das variáveis transparência e coeficiente de atenuação vertical, com a manutenção da medição da profundidade da zona eufótica. Todas as três variáveis fornecem a mesma informação, com base no cálculo da profundidade de extinção do disco de Secchi, tornando redundante a apresentação das três. Dentre as três, a zona eufótica é a variável mais interessante do ponto de vista ecológico, pois informa até qual profundidade da coluna d'água há entrada de luz.

1.1.2 - Físicas-C

Propõe-se a retirada dos sólidos fixos e voláteis. O monitoramento dos teores de sólidos totais, sólidos totais dissolvidos e sólidos em suspensão já fornece informações suficientes sobre o conteúdo de sólidos. Ao longo de todo período estudado e considerando todas as estações amostradas, houve predominância de sólidos fixos ($67 \pm 22\%$, média \pm DP) em relação aos voláteis, com variação relativamente pequena. Adicionalmente, nenhuma dessas variáveis consta na Resolução CONAMA 357/2005, que apresenta variáveis limnológicas importantes para a classificação dos corpos d'água.

1.1.3 - Físico-químicas

Propõe-se a retirada da medição da concentração molar, que é feita com base no pH. As medidas de pH e concentração molar são realizadas por meio de pHmetro, de forma que é possível calcular uma a partir da outra. Uma vez que as medidas possuem correspondência, torna-se redundante a apresentação da concentração molar.

1.1.4 - Químicas I-B

Propõe-se a retirada das variáveis O₂-inicial-percentagem de saturação, O₂-inicial-concentração, O₂-5 dias. Essas três variáveis são usadas para o cálculo da demanda bioquímica de oxigênio (DBO), que é a variável de interesse, e, portanto, não agregam informação.

1.1.5 - Químicas I-C

Propõe-se a exclusão das variáveis carbono bioquimicamente oxidável (C.DBO) e demanda química de oxigênio (DQO). Já se tem um amplo registro tanto em termos espaciais como temporais em relação a essas variáveis, e é improvável que sejam observadas mudanças nos padrões observados. O C.DBO se refere à DBO de compostos orgânicos, excluindo os compostos inorgânicos, e sua medição é geralmente realizada em estações de tratamento de esgoto para verificar a eficiência de remoção de material orgânico. Nos ambientes amostrados na área de influência da UHE Santo Antônio, não é registrada DBO de compostos inorgânicos, o que faz com que a medição do C.DBO não agregue informação ao monitoramento limnológico. Adicionalmente, são monitorados também os teores de carbono orgânico dissolvido e carbono orgânico total, o que torna redundante a medição do C.DBO e da DQO. A DQO é geralmente aumentada quando há despejo de resíduos industriais, o que faz com que a medição dessa variável não agregue valor ao presente monitoramento limnológico.

1.1.6 - Químicas I-D

Propõe-se a retirada das variáveis $DBO.100/O_2$ - consumo de O₂ pela DBO, $O_2.100/DQO$ - O₂ presente é x% da DQO, $DBO.100/DQO$ - a DBO é x% da DQO e $O_2.100/(DBO+DQO)$ - o O₂ é x% das demandas. Essas variáveis são calculadas com base na DBO e na DQO, repetindo informações já apresentadas nos itens de oxigênio dissolvido e DBO. Esses cálculos são interessantes para fins de

monitoramento em estações de tratamento de esgoto, não agregando informação para fins do monitoramento das implicações da construção do reservatório da UHE Santo Antônio.

1.1.7 - Químicas II

Propõe-se a retirada das variáveis gás carbônico livre, gás carbônico total, alcalinidade de bicarbonatos, dureza e dureza devido ao cálcio e magnésio. Nenhum dessas variáveis consta na Resolução CONAMA 357/2005, que apresenta variáveis limnológicas importantes para a classificação dos corpos d'água. Como é feita a análise do teor de carbono inorgânico, que é realizada em aparelho analisador de carbono, torna-se redundante a medição dos teores de gás carbônico livre e total, que são calculados com base no pH e na alcalinidade.

As principais substâncias responsáveis por conferir alcalinidade aos ecossistemas aquáticos são os bicarbonatos, os carbonatos e os hidróxidos. A distribuição entre as três formas ocorre em função do pH: $4,4 < \text{pH} < 8,3$ (bicarbonatos); $8,3 < \text{pH} < 9,4$ (carbonatos); $\text{pH} > 9,4$ (hidróxidos e carbonatos). Como o pH das estações amostradas encontra-se sempre entre 4,4 e 8,3, toda a alcalinidade deveu-se aos bicarbonatos. Desta forma, a medição dessa variável não agrega informação ao presente monitoramento limnológico.

A dureza da água é uma variável interessante para o monitoramento da qualidade da água para fins de potabilidade, o que faz com que tanto a dureza total como a dureza devido ao cálcio e magnésio não agreguem informação ao monitoramento limnológico dos impactos causados pela construção do reservatório da UHE Santo Antônio.

1.1.8 - Químicas IV

Em relação aos nutrientes inorgânicos e suas frações, propõe-se a exclusão do monitoramento das concentrações de nitrogênio inorgânico dissolvido, nitrogênio total dissolvido, nitrogênio orgânico dissolvido, nitrogênio particulado, fósforo orgânico dissolvido e fósforo orgânico total. Os itens que descrevem as concentrações de nutrientes são geralmente extensos e contêm muitas informações que não agregam valor para fins do presente monitoramento limnológico. Nenhuma dessas variáveis consta na Resolução CONAMA 357/2005, que apresenta variáveis limnológicas relevantes para a classificação dos corpos d'água. Com a retirada das frações supracitadas, pretende-se tornar a descrição do conteúdo nutricional mais informativa, direcionando a discussão para resultados que realmente agreguem valor ecológico ao

monitoramento, tais como ortofosfato, fósforo total, fósforo total dissolvido, fósforo particulado, nitrato, nitrito, nitrogênio, amoniacal, nitrogênio total e nitrogênio orgânico total.

1.1.9 - Químicas V

Ao longo das coletas realizadas em todas as fases do reservatório, foram muito esporádicas as ocasiões em que foram encontradas concentrações detectáveis de óleos e graxas e, por essa razão, propõe-se a retirada dessa variável.

1.1.10 - Químicas VI

A presença de biocidas em água e sedimento não foi constatada em nenhuma coleta realizada até o presente momento na área de influência da UHE Santo Antônio, de modo que se sugere a exclusão do monitoramento dessa variável.

1.1.11 - Biológicas

Propõe-se a retirada da análise de fracionamento isotópico ^{13}C e ^{15}N . O uso de isótopos estáveis é bastante útil para o estudo da ciclagem de matéria e energia em ecossistemas (Post, 2002), mas, no âmbito do presente monitoramento, é uma variável que não fornece informação relevante sobre os impactos da criação do reservatório da UHE Santo Antônio. Adicionalmente, trata-se de uma análise que demanda o uso de equipamentos especiais e difíceis de serem encontrados em laboratórios convencionais.

1.1.12 - Índice de Estado Trófico (IET)

Propõe-se que seja retirada a necessidade de apresentar os resultados do cálculo do IET para estações localizadas no rio Madeira (MON.05, MON.04, MON.03, MON.02, MON.01, JUS.01, JUS.02 e JUS.03). O cálculo do IET leva em consideração as concentrações de fósforo total e clorofila-a, de modo que as concentrações de fósforo tem o intuito de informar a disponibilidade de fósforo para a biota aquática. Todavia, o rio Madeira é bastante rico em fósforo, mas trata-se de um fósforo majoritariamente particulado e aderido a superfícies minerais, oriundo da erosão do solo da bacia de drenagem e indisponível para uso da biota (McClain & Naiman, 2008; Berner & Rao, 1994). Com isso, o cálculo do IET sempre informa que o rio Madeira é eutrofizado. Essa é uma

informação equivocada, pois não se trata de fósforo orgânico ou disponível para a biota, e as concentrações de clorofila-a são baixas. Desta forma, propõe-se que sejam apresentados os resultados de IET somente dos tributários e lagos no prosseguimento do monitoramento.

1.2 - REDUÇÃO DA MALHA AMOSTRAL

O Quadro 1-3 apresenta as estações que são atualmente amostradas no Monitoramento Limnológico e de Macrófitas Aquáticas da UHE Santo Antônio no Rio Madeira. Em seguida, é proposta a retirada de algumas dessas estações do escopo do projeto para as coletas futuras da fase de operação da UHE Santo Antônio.

Quadro 1-3 - Lista de estações atualmente amostradas (esquerda) e proposta para a continuidade (direita) do Monitoramento Limnológico e de Macrófitas Aquáticas da UHE Santo Antônio no Rio Madeira.

ATUAL	PROPOSTA
MON.05	MON.05
CAR	CAR
MON.04	MON.04
JAC.01	JAC.01
JAC.02	JAC.02
JAC.03	CRC
CRC	CEA.01
CEA	TEO.01
CEA.01	MON.03
TEO	MON.02
TEO.01	JAT I.01
MON.03	MON.01
MON.02	JUS.01
JAT I	JAT.II
JAT I.01	BEL
MON.01	JUS.02
JUS.01	JAM
JAT.II	JUS.03
BEL	LC.01
JUS.02	
JAM	
MIG	
CUJ	
JUS.03	

ATUAL	PROPOSTA
CC.01	
CC.02	
LC.01	
LC.02	
LC.03	

1.2.1 - Tributários

Atualmente, são monitoradas 14 estações em rios e tributários do rio Madeira situados na área de influência da UHE Santo Antônio. Essa extensa malha amostral possibilitou a obtenção de um grande número de informações sobre o padrão de variação temporal das variáveis limnológicas nesses ambientes. No entanto, a continuação do monitoramento de algumas estações não agrega informação à continuidade do monitoramento limnológico da fase de operação da UHE Santo Antônio.

Nos tributários situados a montante da UHE Santo Antônio, é recomendada a exclusão das estações JAC.03 (rio Jaci-Paraná), CEA (igarapé Ceará), JAT I (igarapé Jatuarana I) e TEO (igarapé Teotônio). São monitoradas, atualmente, três estações no rio Jaci-Paraná, e a estação JAC.03 está situada a mais de 25 km a montante da foz, cujos resultados não diferem estatisticamente dos encontrados na estação JAC.02, sugerindo que o monitoramento de JAC.02 é suficiente para informar as condições limnológicas a montante do rio Jaci-Paraná. Dessa forma servirá como controle para possíveis impactos da vila de Jaci monitorados pela estação JAC.01. Em relação aos igarapés Ceará, Jatuarana I e Teotônio, onde são monitoradas atualmente duas estações, propõe a retirada das estações mais próximas à foz do rio Madeira (CEA, JAT I e TEO). Com o enchimento do reservatório, o nível da água do rio Madeira se elevou, alagando a foz desses igarapés. Ao monitorar a foz desses ambientes é monitorada, na verdade, água proveniente do rio Madeira. Por esta razão, recomenda-se a exclusão do monitoramento das estações CEA, JAT I e TEO, com a continuidade do monitoramento das estações CEA.01, JAT I.01 e TEO.01, situadas a montante e que representam as reais condições limnológicas desses igarapés.

1.2.2 - Lagos de jusante

O lago Cuniã está situado aproximadamente 100 km a jusante da barragem da UHE Santo Antônio. Considerando a distância do empreendimento e a manutenção das características limnológicas do lago Cuniã e seu canal de acesso após o represamento. Atualmente, são monitoradas cinco estações no lago Cuniã e em seu canal de acesso (LC.01, LC.02, LC.03, CC.01, CC.02), de modo que há um extenso registro tanto em termos espaciais como temporais desse corpo hídrico. Adicionalmente, é bastante improvável que aconteçam alterações futuras em função da criação do reservatório. Por este motivo, propõe-se a exclusão das estações LC.02, LC.03, CC.01 e CC.02, com a manutenção da estação LC.01. A estação LC.01 situa-se na parte central e mais profunda do lago, em frente à vila do Cuniã, e servirá de subsídio para a avaliação pesqueira.

A Santo Antônio Energia esclarece que as comunidades a jusante da UHE Santo Antônio são acompanhadas por meio do Programa de Ações a Jusante. Esse programa visa a promoção da comunidade por meio de ações educativas para fortalecimento comunitário e desenvolvimento sustentável, e não foram previstos ou observados impactos indiretos de crescimento urbano e industrial ligados ao empreendimento no entorno dos lagos Cujubim e São Miguel. Esclarece também que há um porto fluvial em construção na localidade de Cujubim Grande, licenciado pela esfera estadual. Os resultados do Monitoramento Limnológico obtidos até a presente data indicam que o espectro de variação encontrado durante a fase de enchimento e estabilização do reservatório foi semelhante ao registrado na fase de pré-enchimento. De forma geral, as características limnológicas observadas no lago Cujubim (lago eutrófico e ocorrências episódicas de cianobactérias) não se alteraram em decorrência da qualidade de água do rio Madeira, sendo que a condição observada demonstra ser pré existente, e com dinâmica específica, dissociada do caudal principal. Por esse motivo não se mostra necessária a continuidade de coletas no ponto CUJ. Argumento similar pode ser aplicado ao ponto MIG, esse relacionado com o lago São Miguel, também com dinâmica específica, dissociada do caudal principal.

1.3 - ESFORÇO DE AMOSTRAGEM VERTICAL

Atualmente, o esforço de amostragem vertical tem obedecido os seguintes critérios:

Nos tributários, as variáveis do grupo Químicas IV (nitrogênio, fósforo e suas frações), clorofila a, fitoplâncton e zooplâncton são analisadas em diferentes profundidades:

- Até 4 m de profundidade será coletada amostra apenas na superfície;
- De 4 m a 8 m profundidade serão coletadas amostras na superfície e fundo;
- Acima de 8 m profundidade serão coletadas amostras na superfície, meio e fundo.

No lago Cuniã (LC.01 e LC.02), as variáveis do grupo Químicas IV (nitrogênio, fósforo e suas frações), clorofila a, fitoplâncton e zooplâncton são analisadas em diferentes profundidades:

- Até 2 m de profundidade será coletada amostra apenas na superfície;
- De 2 m a 4 m de profundidade serão coletadas amostras na superfície e fundo;
- De 4 m a 6 m de profundidade serão coletadas amostras na superfície, meio e fundo;
- De 6 a 8 m de profundidade serão coletadas amostras em 4 profundidades
- Acima de 8 m de profundidade serão coletadas amostras em 5 profundidades, no máximo, distribuídas equitativamente.

Desta forma, as estações dos tributários são amostradas a cada três metros de profundidade, com um máximo de três amostragens, ao passo que as estações LC.01 e LC.02 são amostradas a cada dois metros, com um máximo de cinco amostragens.

Como as profundidades desses ambientes flutua consideravelmente ao longo do ano, em cada estação é amostrado um número de profundidades diferente. O fato de um número diferente de profundidades ser monitorado a cada coleta dificulta as comparações estatísticas entre esses ambientes. Além disso, são realizados perfis verticais com sonda multiparâmetros nessas estações, que fornecem informações precisas dos padrões de estratificação térmica e química.

Para a continuidade do monitoramento, propõe-se que o esforço amostral vertical nos tributários e lago Cuniã seja reduzido para apenas uma medição integrada do primeiro metro da coluna d'água, com continuidade da medição de duas profundidades nas estações do rio Madeira.

1.4 - REFERÊNCIAS

Berner, R., & Rao, J. (1994). Phosphorus in sediments of the Amazon River and estuary: Implications for the global flux of phosphorus to the sea. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 58(10), 2333-2339.

McClain, M., Naiman, R. J. (2008). Andean Influences on the Biogeochemistry and Ecology. *BioScience*, 58(4), 325-338.

Post, D. M. (2002). Using stable isotopes to estimate trophic position: models, methods, and assumptions. *Ecology* 83(3), 703-718.