
IMPLANTAÇÃO DO PROJETO BÁSICO AMBIENTAL UHE SÃO MANOEL


PROGRAMA DE MONITORAMENTO DA MALACOFUNA DE INTERESSE MÉDICO

RELATÓRIO CONSOLIDADO

Relatório Consolidado, referente ao Acompanhamento do Programa de Malacofauna de Interesse Médico. Fase de Instalação. Período: de agosto/2014 a dezembro/2016. Licença de Instalação - LI nº. 1017/2014 – IBAMA Processo n. 02001.004420/2007-65.

FEVEREIRO – 2017

**EQUIPE TÉCNICA RESPONSÁVEL PELO DESENVOLVIMENTO,
ACOMPANHAMENTO E GESTÃO DO PROGRAMA**

Nome	Cargo	CTF	Assinatura
Dr. Ronaldo de Carvalho Augusto	Biólogo	5368857	

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	5
2. ATIVIDADES REALIZADAS NO PERÍODO	8
3. ATENDIMENTO ÀS METAS E INDICADORES DO PROGRAMA	9
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	10
4.1 ENTREVISTAS	18
4.2 FATORES DE IMPORTÂNCIA EPIDEMIOLÓGICA	20
5. JUSTIFICATIVA (ANÁLISE DE CONFORMIDADE)	22
6. CRONOGRAMA – PREVISTO E EXECUTADO	23
7. PROPOSTA DE CONTINUIDADE – FASE DE OPERAÇÃO	24
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	25
9. ANEXOS	29

LISTA DE FIGURAS

- Figura - 1: Aquários de manutenção de moluscos *Biophalaria amazonica* coletados em campo.
- Figura - 2: Exposição de *Biophalaria amazonica* à luz artificial pelo período de uma hora.
- Figura - 4: Distribuição espacial dos pontos amostrais na área de influência do projeto UHE São Manoel, nos municípios de Paranaíta (MT) e Jacareacanga (PA).
- Figura - 5: Espécimes de moluscos encontrados na área de influência da UHE São Manoel, nos municípios de Paranaíta (MT) e Jacareacanga (PA) durante quatro campanhas de monitoramento. A e B: *Corbicula flumínea*, C e D *Anodontites trapezialis*, E e F *Lymnae columela*, G e H *Biophalaria amazonica*, I e J *Physa marmorata*, K e L Ancyliidae, por fim, M e N *Achatina fulica*.
- Figura - 6: Entrevista com o sr. Dirceu, gerente da pousada Portal da Amazônica (ponto 18).
- Figura - 7: *Megalobulinus sp.*
- Figura - 8: Entrevista com a sra. Geane, coordenadora da vigilância em saúde do município de Paranaíta.
- Figura - 9: Sede da Secretaria de Saúde Municipal de Paranaíta.
- Figura - 10: Fezes humanas no canteiro de obra ao lado do Rio Teles Pires.
- Figura - 11: Fezes de mamífero silvestre ao lado do ponto 8 de amostragem.

LISTA DE QUADROS

- Quadro - 1: Metas, indicadores e status de atendimento ao programa de monitoramento de malacofauna de interesse médico.
- Quadro - 2: Data das campanhas de monitoramento realizadas, ciclo hidrológico, número de moluscos coletados e número de espécies identificadas durante o programa de monitoramento de malacofauna de interesse médico.
- Quadro - 3: Espécies coletadas por campanha na área de influência da UHE São Manoel, nos municípios de Paranaíta (MT) E Jacareacanga (PA).
- Quadro - 4: Importância econômica ou epidemiológica das espécies coletadas na área de influência da UHE São Manoel, nos municípios de Paranaíta (MT) e Jacareacanga (PA).

1. INTRODUÇÃO

Monitoramentos têm por objetivo avaliar fenômenos e eventos de uma variável de interesse, durante um tempo, em um espaço geográfico determinado (Yoccoz *et al.* 2001). Segundo Melo & Hepp (2008), biomonitoramentos têm o principal objetivo avaliar o andamento, e eventuais alterações, de características ambientais frente a mudanças planejadas ou não de sua qualidade, por meio de variáveis-resposta estreitamente relacionadas. Assim sendo, para o monitoramento de fauna, admite-se que a mensuração, caracterização e flutuações dos componentes ecológicos funcionem como indicadores legítimos da qualidade ambiental ao longo de um determinado processo.

Alterações ambientais ocasionadas por empreendimento como os de natureza da UHE São Manoel são responsáveis por significativas alterações na composição da comunidade e na dinâmica biológica, sendo o monitoramento ambiental etapa fundamental para a mensuração e manejo da área de influência direta e indireta do projeto. Em geral, tais empreendimentos reduzem a velocidade da corrente do rio, transformando ambientes hídricos inicialmente lóticos em lênticos (Simões, 2002). A descontinuidade longitudinal decorrente de tal processo altera as características físico-químicas do rio, afetando assim, diversos processos ecológicos pela modificação do fluxo de água, sedimentos, nutrientes, energia, entre outros (Esteves, 1998). Quanto a fauna malacológica, observam-se que a alteração de ambientes lóticos em lênticos promove o aumento populacional e expansão de suas áreas de ocorrência original.

A dispersão de moluscos em ambientes hídricos pode provocar problemas ecológicos e sanitários graves, comprometendo a utilização dos recursos existentes quando, dentre as espécies envolvidas, há hospedeiros intermediários com potencial de transmissão de enfermidades ao homem, a animais silvestres ou de produção. Segundo a Organização Mundial de Saúde (OMS), a maior parte das doenças em países em desenvolvimento tem sua dispersão associada a uma fonte hídrica contaminada (Who, 2011).

Particularmente nos projetos em que existam canais ou represamentos a céu aberto, os cuidados devem ser intensificados, pois moluscos podem proliferar-se nos taludes e valas anexas, devendo ser objeto de medidas que tenham como alvo sua eliminação ou seu controle (Silva, 2007). A construção de barragens artificiais apresenta um grande potencial para a formação de novos criadouros de moluscos, sendo necessário conhecer previamente os componentes da malacofauna das áreas alagáveis. Dentre as principais doenças de veiculação hídrica, a esquistossomose é singular sendo sua expansão já foi citada e descrita em projeto de mesma natureza (Thiengo *et al.* 2005; Augusto *et al.* 2012). A dificuldade de se prever o

UHE São Manoel no rio Teles Pires
Programa de Monitoramento da Malacofauna de Interesse Médico

surgimento de focos de esquistossomose, associados com estes empreendimentos e a existência de condições peculiares em cada tipo de projeto requerem estudos em cada uma dessas áreas, de forma a ser implementadas medidas preventivas adequadas.

Para além das alterações ambientais previstas em projetos desta natureza, a introdução de espécies exóticas, bem como de doenças veiculadas por moluscos hospedeiros intermediários não são raros na literatura vigente. Após o represamento, determinados grupos de moluscos podem sofrer aumento populacional exponencial (p.ex.: bivalves e planorbídeos), enquanto outros podem declinar ou mesmo desaparecer. Associado a este fator, o intenso influxo de trabalhadores provenientes de diversas localidades do país, pode introduzir helmintoses até então novas para a localidade de interesse. No Brasil, importantes helmintoses são associadas aos moluscos, como a esquistossomose e fasciolose hepática.

Tendo em vista o possível aumento populacional de moluscos ocasionado pela construção da barragem da UHE São Manoel, torna-se indispensável o monitoramento da malacofauna na área de influência do projeto.

Este estudo justifica-se em termos gerais pela relevância dos moluscos na dinâmica de parasitos digenéticos, como por exemplo, os trematódeos *Schistosoma mansoni*, agente etiológico da esquistossomose, responsável pela infecção de 10,5 milhões de pessoas no Brasil (Augusto *et al.* 2016) e *Fasciola hepatica*, agente etiológico da Fasciolose, doença que pode acometer humanos e a principal doença parasitária de ruminantes de produção doméstica do mundo, responsável por prejuízos anuais superiores a ordem de três bilhões de dólares (López-Abán *et al.* 2008). Os municípios de Paranaíta (MT) e Jacareacanga (PA) apresentam condições favoráveis à ocorrência de doenças transmitidas por moluscos hospedeiros intermediários, devido ao seu rico manancial hídrico, deficiências no saneamento domiciliar e aspectos sócio-econômicos que aumentam a vulnerabilidade de alguns grupos populacionais a infecções, como pescadores, lavadeiras e crianças que utilizam os riachos como fonte de trabalho ou lazer.

De forma geral, a transmissão dessas enfermidades ocorre devido ao contato do homem ou outro mamífero (ruminantes, roedores silvestres, entre outros) com águas superficiais contaminadas por moluscos infectados. No Brasil, a principal doença transmitida por molusco é a esquistossomose, que juntamente com a malária e a febre amarela, são as doenças endêmicas mundialmente importantes associadas a ambientes impactados pelo desenvolvimento de grandes projetos econômicos, entre eles, a construção de usinas

UHE São Manoel no rio Teles Pires
Programa de Monitoramento da Malacofauna de Interesse Médico

hidrelétricas e barragens em geral (Zheng *et al.* 2002). Devido ao crescente desenvolvimento econômico do país nas últimas décadas, associado à imensa disponibilidade de recursos hídricos, observamos a grande multiplicação de barragens. As alterações ambientais trazidas pelas barragens, especialmente mudanças físico-químicas relacionadas à passagem de um sistema lótico para lêntico, afeta profundamente a biodiversidade original (Tundisi *et al.* 2002) e, no caso específico da esquistossomose, cria condições propícias ao estabelecimento dos moluscos vetores.

A dificuldade de previsão do surgimento de surtos de endemias decorrentes desses empreendimentos e a existência de situações peculiares em cada um deles tornam extremamente necessários estudos preventivos nas áreas afetadas, a tempo de ser executadas as medidas de atenuação possíveis. Nessas áreas submetidas a grandes impactos ambientais e que propiciam, além de intenso fluxo migratório, o assentamento de populações, muitas vezes provenientes de áreas endêmicas de esquistossomose, a Fundação Nacional de Saúde (FNS, 1998) recomenda o diagnóstico da situação e a aplicação de medidas preventivas contra a instalação dessa parasitose.

Outros moluscos também merecem especial atenção como *Achaetina Fulina* (caramujo-africano) hospedeiro intermediário de *Angiostrongylus* sp. E os bivalves *Limnoperma fortunei* (mexilhão dourado) e *Corbicula fluminea* (corbicula), originários do sudeste asiático e de fácil adaptação e reprodução, que se multiplicam em taxas muito altas em diferentes bacias hidrográficas do Brasil. O principal problema atribuído a estes organismos é o entupimento de tubulações em tomadas d'água, trocadores de calor, sistemas de tratamento e irrigação. Outra grande preocupação está relacionada à segurança das barragens que pode ser comprometida pelo acúmulo destes indivíduos nos mecanismos de abertura de comportas.

O presente relatório apresenta os dados malacológicos do Programa de Monitoramento da Malacofauna de Interesse Médico da UHE São Manoel em conformidade aos objetivos constantes no Projeto Básico Ambiental. Os dados ora apresentados estão de acordo com as condicionantes da Autorização de Captura, Coleta e Transporte de Material Biológico ACCTMB Nº 586/2015 – 2ª Retificação.

2. ATIVIDADES REALIZADAS NO PERÍODO

Foram realizadas coletas de moluscos de interesse médico-veterinário conforme discriminados em relatórios anteriores. Os locais de coleta selecionados estão localizados nas Áreas de Influência Direta (AID) e Indireta (AI) do empreendimento e estão de acordo com constantes no Estudo de Impacto Ambiental (EIA) da UHE São Manoel (Leme, 2014).

Adicionalmente, foi avaliada a positividade dos exemplares de *Biomphalaria amazonica* para infecção por *Schistosoma mansoni*, entre outros parasitos. Para tanto, os moluscos foram mantidos em aquários de polietileno de 6 litros de capacidade, com água desclorada (decantação e evaporação do cloro), temperatura da água em $25 \pm 3^{\circ}\text{C}$ e do ambiente em $28 \pm 3^{\circ}\text{C}$. A luminosidade foi controlada (12h de luz / 12h de escuridão) e semanalmente os aquários foram limpos, sendo os caramujos alimentados diariamente *ad libitum* com folhas de alface frescas (*Lactuca sativa* L.). Os moluscos possivelmente infectados foram expostos à luz artificial durante uma hora por quatro semanas consecutivas (**Figuras - 1 e - 2**).



Figura - 1: Aquários de manutenção de moluscos *Biomphalaria amazonica* coletados em campo.

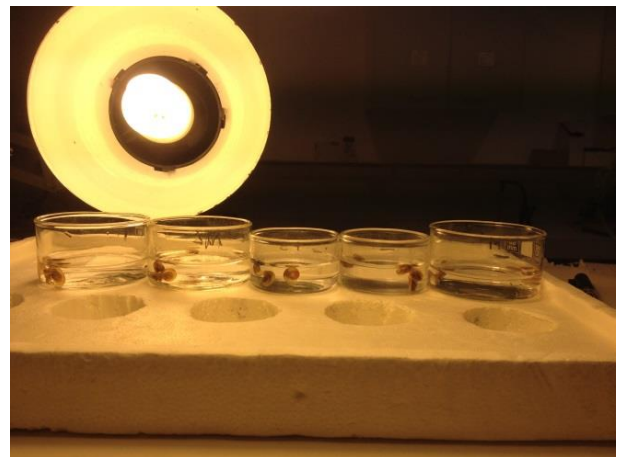


Figura - 2: Exposição de *Biomphalaria amazonica* à luz artificial pelo período de uma hora.

3. ATENDIMENTO ÀS METAS E INDICADORES DO PROGRAMA

Quadro - 1: Status de atendimento dos objetivos estabelecidos no programa

OBJETIVO GERAL	STATUS DE ATENDIMENTO
Monitorar a ocorrência e a propagação de Biomphalaria, hospedeiro intermediário da esquistossomose, na área de Influência Direta da UHE São Manoel, na Bacia Hidrográfica do Rio Teles Pires	Em atendimento
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	STATUS DE ATENDIMENTO
Avaliar a positividade de Schistosoma mansoni por meio de técnicas de eliminação da forma infectante cercária, caso espécies do gênero Biomphalaria venham a ser coletadas	Em atendimento
Coletar e identificar demais exemplares da Malacofauna aquática encontrados na região	Em atendimento
Colaborar com os agentes promotores da saúde e setor médico de admissão de trabalhadores do empreendimento de estabelecimento de focos de esquistossomose, por meio de acompanhamento de exames clínicos laboratoriais específicos ou notificações da doença	Em atendimento
Monitorar a ocorrência de esquistossomose e a partir de dados secundários obtidos juntos aos órgãos de saúde municipais e estaduais na área de influência da UHE São Manoel	Em atendimento
Gerar subsídios às ações desenvolvidas pela vigilância epidemiológica e ambiental dos municípios envolvidos e demais instituições parceiras do empreendimento com relação ao monitoramento e controle destas doenças	Em atendimento

Quadro - 2: Metas, indicadores e status de atendimento ao Programa de Monitoramento da Malacofauna de Interesse Médico.

METAS	INDICADORES	STATUS DE ATENDIMENTO
A vistoria do maior número possível de corpos d'água com características adequadas à ocorrência de moluscos aquáticos	O número de corpos d'água vistoriados e monitorados na área do empreendimento	Atendido
A definição de um mínimo de dez pontos fixos de monitoramento da malacofauna após a conclusão da primeira campanha	O número de corpos d'água vistoriados e monitorados na área do empreendimento	Atendido
A realização de duas campanhas completas ao longo de cada ano, de acordo com a metodologia e do esforço amostral previsto.	O total de pontos monitorados em cada campanha	16
	O número de campanhas concluídas com êxito, de acordo com a metodologia proposta	05
	Número de novas espécies registradas em relação ao EIA e a literatura para a região	05

UHE São Manoel no rio Teles Pires
Programa de Monitoramento da Malacofauna de Interesse Médico

METAS	INDICADORES	STATUS DE ATENDIMENTO
	Confirmação de registros anteriores, em relação ao EIA.	Parcialmente atendido

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Avaliações quali-quantitativas do impacto total decorrente da construção de barragens sobre os ecossistemas aquáticos são difíceis de serem estabelecidas, mas muitos esforços têm sido feitos para fornecer subsídios que possibilitam minimizar os impactos e reduzir os custos. Segundo, Tundisi *et al.* (2002), para uma avaliação adequada das alterações ambientais é imprescindível iniciar os estudos antes da implementação da barragem, ou seja, ainda no estágio de planejamento, quando deve ser feita análise do custo/benefício do represamento antes da sua construção, e também é necessário o monitoramento ambiental nas fases anterior ao enchimento, durante e pós-enchimento da represa.

Ao longo deste estudo, o monitoramento de ocorrência de esquistossomose foi realizado de maneira indireta através de pesquisa em fontes secundárias de dados e; direta através da pesquisa de ovos de *S. mansoni* em exames copro parasitológicos realizados no ASO.

A pesquisa em fontes secundárias de dados foi realizada em setores específicos do Sistema Único de Saúde (SUS) e não sendo encontrados registros de ocorrência de esquistossomose para os municípios de Paranaíta, Jacareacanga e Alta Floresta no portal Data SuS (<http://www2.datasus.gov.br/DATASUS/index.php>) e no Programa de Controle da Esquistossomose (<http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/sinan/pce/notas%20tecnicas/pce.htm>).

No monitoramento direto não foram encontrados ovos de *S. mansoni* nos exames realizados durante os procedimentos admissionais dos profissionais envolvidos no presente empreendimento. Estes monitoramentos têm sido realizados de maneira contínua, não sendo reportados nenhum caso de esquistossomose entre os trabalhadores e na área de influência do empreendimento.

A caracterização da malacofauna na área de influência direta e indireta da UHE São Manoel tem sido realizada pelo desenvolvimento do EIA, com três coletas realizadas entre o período de outubro de 2008 a abril de 2009, e do Programa de Monitoramento da Malacofauna de Interesse Médico, com cinco coletas realizadas entre o período de agosto de 2015 a julho de 2016.

UHE São Manoel no rio Teles Pires
Programa de Monitoramento da Malacofauna de Interesse Médico

Ao longo das três campanhas do EIA foram coletados 78 moluscos distribuídos em sete espécies distintas, sendo observada menor riqueza de espécie (uma espécie) no período hidrológico de cheia. As cinco coletas realizadas pelo presente programa de monitoramento encontraram 150 moluscos distribuídos em oito espécies (**Quadro - 2**), sendo a menor riqueza de espécie (uma espécie) observada à fase hidrológica seca/15. Durante o ciclo hidrológico de enchente do rio Teles Pires foram encontradas conchas de duas espécies que merecem especial atenção pelo potencial de interação com as estruturas da futura barragem, *Corbicula flumínea* e *Anodontites trapezialis*. A planilha de dados brutos e registros fotográficos estão apresentados nos **Anexos I e II**, respectivamente.

Quadro - 2: Data das campanhas de monitoramento realizadas, ciclo hidrológico, número de moluscos coletados e número de espécies identificadas durante o Programa de Monitoramento da Malacofauna de Interesse Médico.

DATA DA CAMPANHA	CICLO HIDROLÓGICO	NÚMERO DE MOLUSCOS	NÚMERO DE ESPÉCIES
Agosto/15	Seca	18	1
Outubro/15	Enchente	29	3
Fevereiro/16	Cheia	53	5
Junho/16	Vazante	36	2
Julho/16	Seca	36	3

O período hidrológico de cheia do rio Teles Pires foi o que apresentou maior riqueza (53 espécimes) e diversidade (cinco espécies) ao longo de todo o período analisado. Neste período foram encontradas cinco espécies: *Lymnaea columella*, *Physa marmorata*, *Biomphalaria amazonica*, *Achatina fulica*, *Ancylidae* sp. Dentre as espécies identificadas neste ciclo hidrológico, *B. amazonica* e *A. fulica* apresentam especial importância malacológica e epidemiológica, sendo a primeira hospedeira intermediária de *Schistosoma mansoni*, agente etiológico da esquistossomose no Brasil e a segunda hospedeira intermediária de *Angiostrongylus cantonensis*, além de ser uma espécie exótica invasora no Brasil.

No ciclo hidrológico vazante do rio Teles Pires foram observados novamente exemplares *Ancylidae* sp. e *A. fulica*, sendo ambas as espécies constantemente observadas desde sua primeira ocorrência.

Curiosamente, a segunda campanha realizada no período hidrológico seca do rio Teles Pires apresentou maior diversidade e riqueza quando comparado com o mesmo período realizado anteriormente. Na primeira coleta realizada neste período foram identificados 18 exemplares de *Pomaceae* sp., entretanto tal espécie não foi mais observada em períodos posteriores. A coleta realizada no ano de 2016 identificou significativa alteração na diversidade e riqueza da

UHE São Manoel no rio Teles Pires
Programa de Monitoramento da Malacofauna de Interesse Médico

malacofauna da região, sendo neste segundo momento identificados exemplares de *Ancylidae* sp., *B. amazônica* e *A. Fulica*. A distribuição espacial e fotografia das espécies de moluscos identificadas no presente programa podem ser observadas na Figura 4 e 5, respectivamente.

Quadro - 3: Espécies coletadas por campanha na área de influência da UHE São Manoel, nos municípios de Paranaíta (MT) e Jacareacanga (PA).

	EIA	Seca 1° campanha	Enchente 2° campanha	Cheia 3° campanha	Vazante 4° campanha	Seca 5° campanha
<i>Ampullaria sp</i>	X					
<i>Thiara tuberculata</i>	X					
<i>Dorissa sp</i>	X					
<i>Castalia ambigua</i>	X					
<i>Plesiophysa ornata</i>	X					
<i>Pomaceae sp1</i>		X				
<i>Corbicula fluminea</i>	X		X			
<i>Anodontites trapezialis</i>	X		X			
<i>Lymnaea columella</i>			X	X		
<i>Physa marmorata</i>				X		
<i>Biomphalaria amazonica</i>				X		X
Ancylidae				X	X	X
<i>Achatina fulica</i>				X	X	X

UHE São Manoel no rio Teles Pires
Programa de Monitoramento da Malacofauna de Interesse Médico

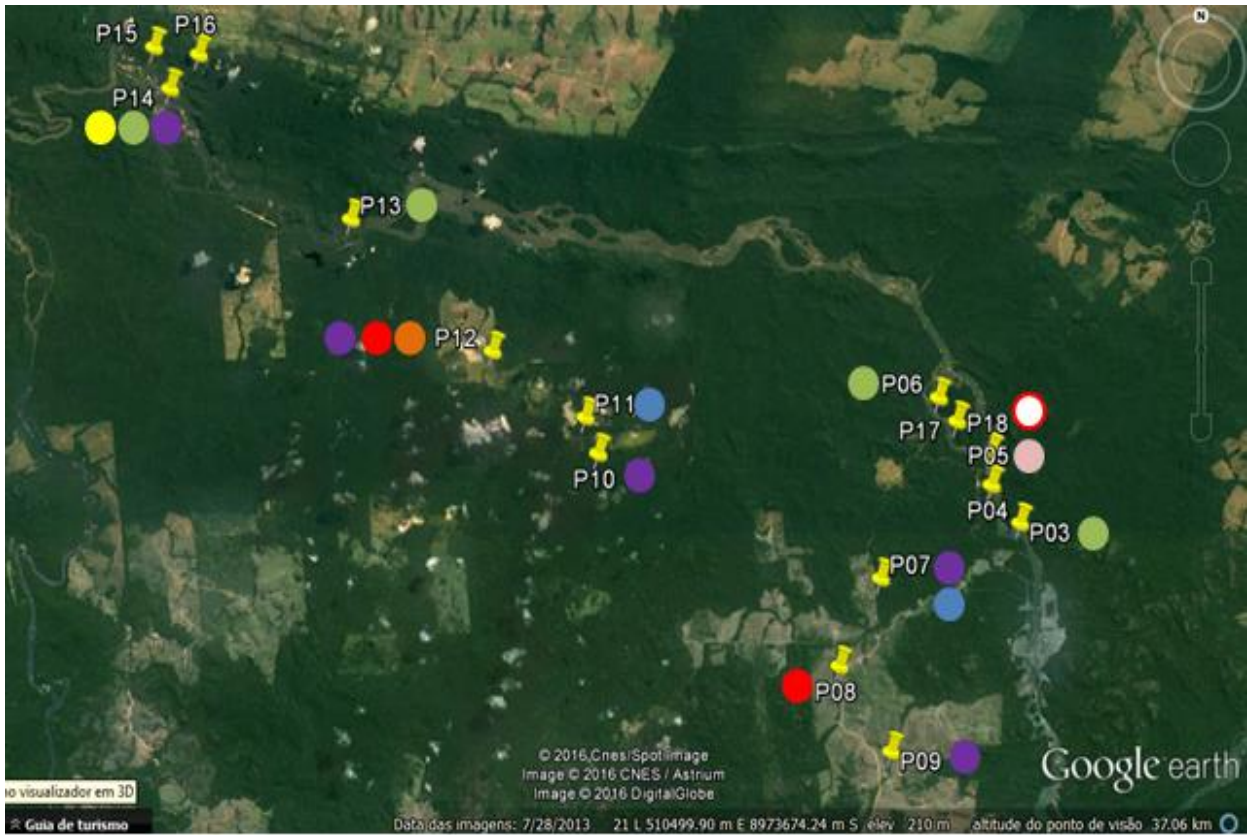


Figura - 4: Distribuição espacial dos pontos amostrais na área de influência do projeto UHE São Manoel, nos municípios de Paranaíta (MT) e Jacareacanga (PA).

Legenda: ● Pomaceae sp1; ● *Corbicula flumínea*; ● *Lymnaea columela*; ● *Anodontites trapezialis*; ● *Physa marmorata*; ● *Biomphalaria amazonica*; ● *Ancylidae*; ● *Achatina fulica*.

UHE São Manoel no rio Teles Pires
Programa de Monitoramento da Malacofauna de Interesse Médico

A



B



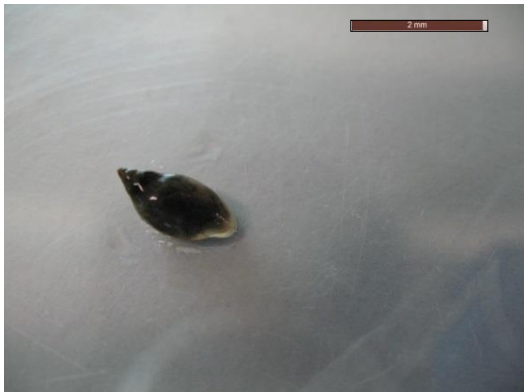
C



D



E



F



G



H



UHE São Manoel no rio Teles Pires
Programa de Monitoramento da Malacofauna de Interesse Médico

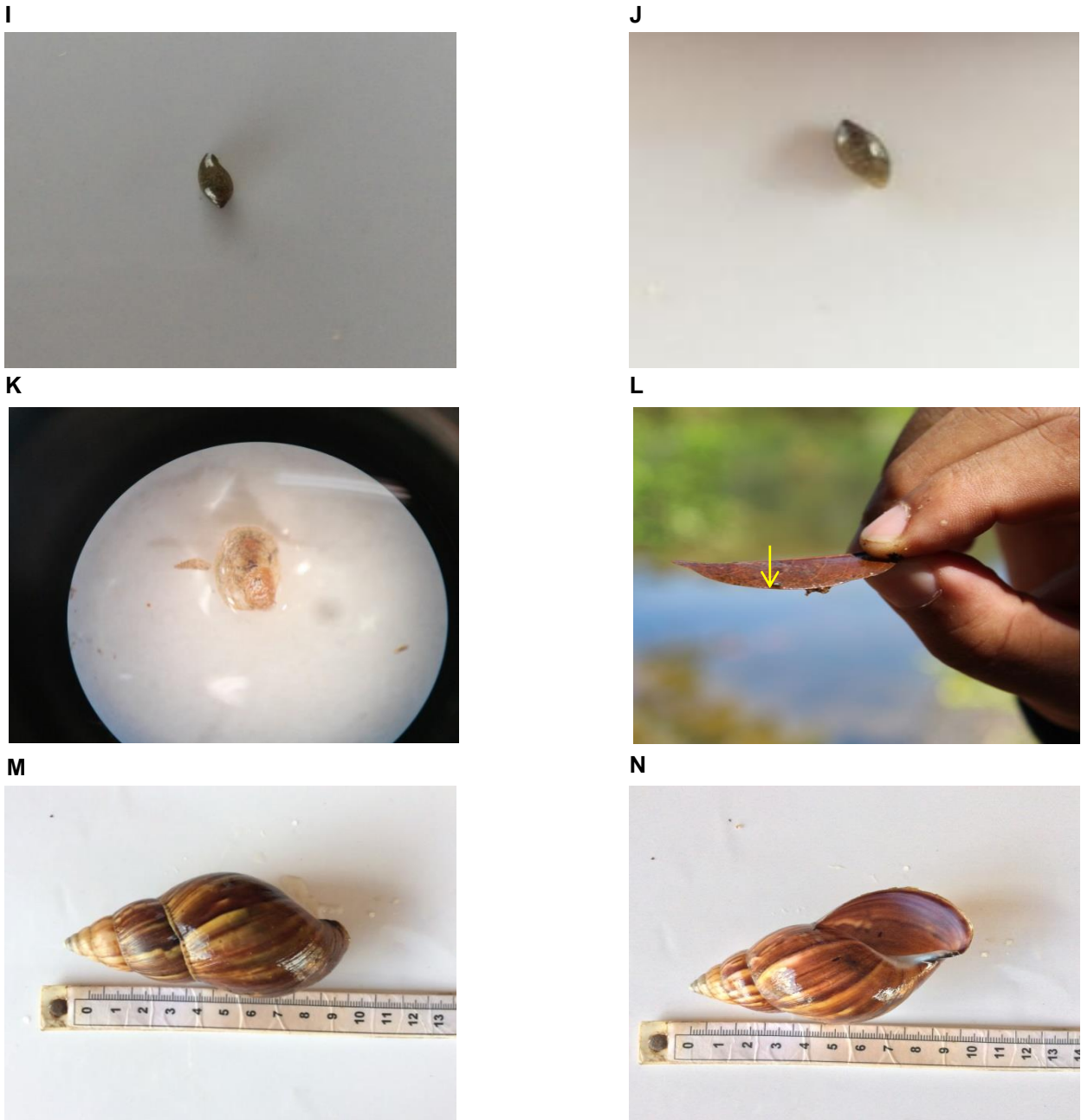


Figura - 5: Espécimes de moluscos encontrados na área de influência da UHE São Manoel, nos municípios de Paranaíta (MT) e Jacareacanga (PA) durante quatro campanhas de monitoramento. A e B: *Corbicula flumínea*, C e D *Anodontites trapezialis*, E e F *Lymnae columela*, G e H *Biophalaria amazonica*, I e J *Physa marmorata*, K e L Ancyliidae, por fim, M e N *Achatina fulica*.

A construção de determinado represamento provoca mudanças na comunidade bentônica, principalmente no trecho do reservatório, pois o ambiente que inicialmente apresentava-se como lótico altera-se a lêntico ou um estágio intermediário entre lótico e lêntico. Dos invertebrados aquáticos adaptados ao ambiente lótico prevalecem aqueles que viviam em

UHE São Manoel no rio Teles Pires
Programa de Monitoramento da Malacofauna de Interesse Médico

áreas de remansos mais calmos do rio ou em pontos próximos a área que se assemelham aos dos lagos, apresentando em geral maior abundância, favorecidos pela ampliação do hábitat. Esses organismos serão os primeiros a adaptarem-se ao ambiente recém-criado, estabelecendo as novas bases das relações tróficas (Muller, 1995). Tendo como objeto de estudo a fauna malacológica de determinado ambiente, o represamento do recurso hídrico gera significativas modificações tanto na área da represa, como a jusante da barragem. As modificações necessárias para a construção da barragem exercem efeitos diretos sobre o fluxo da água, regime da temperatura da água, tipo de substrato de fundo, quantidade de oxigênio dissolvido, retenção de sedimento e matéria orgânica particulada, alterando assim, a comunidade aquática em termos de densidade, diversidade e até mesmo o desaparecimento de espécies tipicamente lóticicas e a colonização por espécies com características de sistemas lênticas (Levin & Tolimieri, 2001; Poff & Hart, 2002).

Estudos envolvendo a fauna malacológica em áreas impactadas por grandes projetos econômicos são raros no Brasil (Thiengo et al. 2005). Os resultados do presente trabalho permitiram registrar a ocorrência de espécies com grande importância malacológica e epidemiológica no Brasil para área de influência da UHE São Manoel, nos municípios de Paranaíta (MT) e Jacareacanga (PA).

A presença do bilvalve *C. flumínea* no período hidrológico enchente, assim como relatado no EIA da UHE São Manoel, é um fator de atenção no programa. Este é um molusco de origem asiática nativo do sul da China (Avelar, 1999), sendo inata sua capacidade de invasão por apresentar curto ciclo reprodutivo, com maturidade sexual rápida e alto crescimento populacional em uma grande gama de ambientes. Seu primeiro registro no Brasil foi na data de 1970 no Rio Grande do Sul (Bacia dos rios Jacuí e Guaíba) (Mansur et al., 2004), sendo atualmente encontrado no Sudeste (Suriani et al. 2007), Norte (Pimpão & Martins, 2008) e Centro-Oeste (Rodrigues et al. 2007).

A presença deste molusco deve ser observada com cautela para o equilíbrio da malacofauna local, pois rotineiramente está associada a redução da diversidade de ecossistemas aquáticos continentais (Suriani et al. 2007) devido a competição por espaço e alimento com bivalves nativos (Karatayev et al. 2003; SOUSA et al. 2008). No campo econômico, sua ocorrência gera impactos significativos e seu controle deve ser tratado com alerta e atenção. Tal molusco possui o hábito de colonizar tubos e trocadores de calor de usinas hidrelétricas, sendo estes frequentemente obstruídos ("macrofouling") por causa das altas densidades alcançadas por

UHE São Manoel no rio Teles Pires
Programa de Monitoramento da Malacofauna de Interesse Médico

esses organismos (mais de 200 indivíduos/ m²). Sua ocorrência em quatro pontos (pontos 3, 6, 13 e 14) deve ser visto com cautela, pois há a possibilidade de introdução destes animais na barragem através de ação antrópica ou biológica.

Este fato toma especial atenção ao ser comparado ao EIA UHE São Manoel. Tomando como referência os estudos do EIA há o indicio de expansão territorial da ocorrência deste molusco, pois tal espécie havia sido relatada nos dois pontos (4 e 14). Tal aumento na área de ocorrência pode estar associado a múltiplos fatores não sendo possível definir um evento específico. Embora até o momento os indícios sejam pouco robustos há relatos da dispersão deste molusco associado ao conteúdo estomacal de *Leporinus amblyrhynchus* Garavello & Britski 1987, *Iheringichthys labrosus* Lütken 1874 e *Pimelodus maculatus* Lacepede 1803 indicaram que os animais estão incorporando este molusco em sua dieta, entretanto, devido ao fechamento das conchas, os moluscos não são digeridos, mas sim carregados e dispersos pela ictiofauna presente (Catanhede et al. 2007). Outro bivalve presente na região e identificado por este programa é *Anodontites trapezialis* encontrado no ponto amostral 14 durante o EIA no período hidrológico enchente.

Outro importante molusco encontrado foi *L. columella*, principal hospedeiro intermediário de *Fasciola hepatica* no Brasil. Há relatos desta espécie na bacia amazônica e no rio Teles Pires, entretanto ela não havia sido registrada até o presente momento no empreendimento UHE São Manoel. O molusco *L. columella* está envolvido na dinâmica da fasciolose, doença parasitária que acomete principalmente ruminantes, ovinos e bovinos no Brasil e no mundo (López-Abán et al. 2008). O homem é considerado hospedeiro acidental, entretanto tal processo não é considerado raro, sendo sua ocorrência na Europa, Américas e Oceania cada vez mais relatadas. A doença fasciolíase é causada por trematódeos que afetam principalmente o fígado e a OMS estima que pelo menos 2,4 milhões de pessoas estão infectadas em mais de 70 países do mundo, com vários milhões em risco (Who, 2015). Tal molusco também pode participar da dinâmica do trematódeo *Echinostoma* sp. Este após duas a três semanas de infecção desenvolve-se até cercarias e posteriormente em metacercárias, no mesmo caramujo ou são expelidas na água onde penetram em um segundo hospedeiro intermediário, geralmente outro molusco, girino, sapo ou peixe. Os hospedeiros definitivos se infectam pela ingestão dos hospedeiros intermediários contendo as metacercárias. Os trematódeos atingem a maturidade no hospedeiro definitivo, entre 15 e 19 dias. Os membros dessa família de parasito apresentam potencial zoonótico, com infecção em pássaros, répteis e mamíferos, incluindo humanos.

Os resultados mais relevantes do presente monitoramento têm respeito ao primeiro relato de *B. amazônica* e *A. fulica* para a região. A vigilância por espécies que participam da dinâmica epidemiológica da esquistossomose, como a ora encontrada *B. amazônica*, deve ser contínua e considerando-se a expansão da esquistossomose um processo lento e contínuo, os primeiros casos em novas localidades descobertos casualmente em exames de fezes, pode estar suportado por uma dinâmica já instalada nas populações dos hospedeiros intermediários e definitivos silvestres. Thiengo et al. (2005), afirmam que na fase de construção das barragens, operários oriundos de diversas regiões, muitas delas endêmicas para a esquistossomose, são atraídos pela oportunidade de emprego. Na fase de operação, o lago formado estimula atividades de lazer, atraindo permanentemente migrantes e turistas. Essas condições associadas a contaminação por fezes de indivíduos parasitados criam os pré-requisitos necessários ao fechamento do ciclo e manutenção da esquistossomose.

Quanto a espécie *A. fulica* pode causar danos ao meio ambiente, prejuízos econômicos e a saúde pública. Tais danos são geralmente elevados no período das chuvas onde frequentes explosões populacionais da espécie são observadas (Mead 1961). Em saúde pública, este molusco apresenta importância por ser hospedeiro intermediário de *A. cantonensis* causando meningite eosinofílica em humanos, bem como de felídeos, cães e outros mamíferos (Thiengo et al. 2007).

Considerando o nível atual de infestação por *A. fulica* na área de influência da UHE São Manoel, recomenda-se o acompanhamento e desenvolvimento de ações de controle específicas, pois há, neste momento, possibilidade factível de erradicação da espécie. Ressalta-se que ações tardias podem inviabilizar o controle efetivo desta espécie devido aos múltiplos ambientes em que ela pode se estabelecer.

4.1 ENTREVISTAS

Foram realizadas entrevistas não estruturadas com moradores e trabalhadores próximos aos 16 pontos amostrais durante todas as campanhas do presente programa. Tais entrevistas têm por intuito obter informações malacológicas e epidemiológicas que possam ser relevantes aos objetivos do Programa de Monitoramento da Malacofauna de Interesse Médico. Para tanto os entrevistados foram perguntados sobre a ocorrência e aspectos dos “caramujos” da localidade, “vermes” e doenças nas pessoas e animais de companhia e produção, sendo duas entrevistas realizadas em caráter formal: a primeira com o Sr. Dirceu, gerente da Pousada Portal da

UHE São Manoel no rio Teles Pires
Programa de Monitoramento da Malacofauna de Interesse Médico

Amazônia, e a segunda com Sra Geane, coordenadora da Vigilância em Saúde do município de Paranaíta.

A entrevista com o Sr. Dirceu foi realizada no refeitório do referido empreendimento onde o funcionário queixou-se do aparecimento do caramujo-africano (*A. fulica*) iniciado em 2012 (**Figura - 6**). Ainda segundo o Sr. Dirceu, por conta deste aparecimento “a pousada deixou de cultivar verduras orgânicas por medo dos hóspedes e funcionários adoecerem”. Também foi mencionada a ocorrência de outro molusco “branco e bem grande”, mas em menor número. Este possivelmente se trata do molusco nativo de *Megalobulinus* sp (**Figura - 7**).



Figura - 6: Entrevista com o Sr. Dirceu, gerente da Pousada Portal da Amazônia (Ponto 18).



Figura - 7: *Megalobulinus* sp.

A entrevista com a Sra. Geane (**Figura - 8**) foi realizada na sede da Secretaria de Saúde Municipal de Paranaíta (**Figura - 9**) onde foi debatida a inexistência de casos autóctones de esquistossomose para o município nos últimos 18 anos e os aspectos referentes a possibilidade de introdução a partir do empreendimento. A coordenadora ressaltou preocupação com o recente aparecimento de *A. fulica* na cidade de Paranaíta e as consequências do estabelecimento do molusco.

UHE São Manoel no rio Teles Pires
Programa de Monitoramento da Malacofauna de Interesse Médico



Figura - 8: Entrevista com Sra. Geane, coordenadora da Vigilância em Saúde do município de Paranaíta.



Figura - 9: Sede da Secretaria de Saúde Municipal de Paranaíta.

4.2 FATORES DE IMPORTÂNCIA EPIDEMIOLÓGICA

Ao longo das campanhas de monitoramento especial atenção foi dedicada aos fatores que podem corroborar com a introdução parasitos de interesse médico e veterinário na região da UHE São Manoel, sendo alguns com possibilidade de redução de risco, como a presença de fezes humanas nos pontos localizados próximo ao canteiro de obra (**Figura - 10**), e outros não, como a presença de fezes de animais silvestres (**Figura - 11**). O **Quadro - 4** traz de maneira sumarizada os possíveis problemas ocasionados pela malacofauna observada até o presente momento.



Figura - 10: Fezes humanas no canteiro de obra ao lado do rio Teles Pires.



Figura - 11: Fezes de mamífero silvestre ao lado do ponto 8 de amostragem.

Quadro - 4: Importância econômica ou epidemiológica das espécies coletadas na área de influência da UHE São Manoel, nos municípios de Paranaíta (MT) e Jacareacanga (PA).

<p><i>Anodontites trapezialis</i></p> <p><i>Corbicula flumínea</i></p>	<p>Econômica: Bivalves (mexilhões) são organismos de fácil adaptação que multiplicam-se em taxas muito altas. O principal problema atribuído a estes organismos é o entupimento de tubulações em tomadas d'água, trocadores de calor, sistemas de tratamento irrigação e funcionamento das comportas da barragem.</p>
<p><i>Biomphalaria amazonica</i></p>	<p>Saúde Pública: Possivelmente envolvido na transmissão de <i>S. mansoni</i> (Sambon, 1907), que durante o período de janeiro de 1995 a dezembro de 2015 registrou 1.615.645 casos de esquistossomose foram confirmados em todas as regiões do país.</p>
<p><i>Lymnaea columella</i></p>	<p>Saúde Pública: Responsável pela transmissão de <i>F. hepática</i> (Sambon, 1907). Acomete ruminantes, animais silvestres e bubalinos. Leva a alta taxa de mortalidade e queda significativa na produção de leite e carne. Apesar de ser considerado hospedeiro acidental, tal infecção humana não é rara, sendo atualmente considerada uma zoonose emergente de grande importância para a saúde pública.</p>
<p><i>Achatina fulica</i></p>	<p>Saúde Pública: Hospedeiro intermediário <i>A. cantonensis</i> causando meningite eosinofílica em humanos, bem como de felídeos, cães e outros mamíferos. Doença em crescimento no Brasil.</p>
<p><i>Physa marmorata</i></p>	<p>Saúde Pública: Hospedeiro intermediário de muitos parasitos trematódeos, entre eles <i>F. hepatica</i> e Equinostomatídeos.</p>
<p><i>Ancylidae</i></p>	<p>Saúde Pública: Hospedeiro intermediário de muitos parasitos trematódeos, do nematódeo <i>Contraecum</i> sp. (Anisakidae), de equinostomas (Psilostomatidae), entre outros.</p>

Recomenda-se a intensificação das atividades de saúde sanitária com os trabalhadores do empreendimento objetivando reduzir/eliminar os registros de fezes humanas fora dos locais apropriados. Tal atividade tem como premissa evitar a introdução de agentes parasitários não identificados até o momento para a região e que poderão afetar a saúde humana dos trabalhadores do empreendimento, bem como de outras populações humanas dependente do mesmo recurso hídrico, além da biodiversidade da região.

As populações malacológicas na área de influência da UHE São Manoel, nos municípios de Paranaíta (MT) e Jacareacanga (PA) revela que a localidade possui potencial de transmissão de esquistossomose, fasciolose e outras parasitoses de veiculação hídrica com potencial de infecção em humanos, peixes, aves e mamíferos silvestres. Adicionalmente, outras parasitoses

UHE São Manoel no rio Teles Pires
Programa de Monitoramento da Malacofauna de Interesse Médico

podem ser transmitidas pelo molusco terrestre *A. fulica*, vetor *A. cantonensis*, encontrado em abundância na região. Há relatos da participação deste molusco em casos de meningite eosinofílica no Brasil.

É importante ressaltar que todos os exemplares do gênero *Biomphalaria amazonica* testados para a infecção por *S. mansoni* foram todos negativos, sendo tais resultados de acordo com o ASO dos trabalhadores do empreendimento e dados depositados no DataSUS para os municípios de Paranaíta e Alta Floresta. A metodologia de análise baseada em múltiplas fontes tem conferido robustez aos dados epidemiológicos das regiões de influência direta e indireta do empreendimento e poderão servir como registro histórico em futuros trabalhos.

5. JUSTIFICATIVA (ANÁLISE DE CONFORMIDADE)

Não se aplica.

6. CRONOGRAMA – PREVISTO E EXECUTADO

Atividades		Marcos																											
		Previsto/Realizado	Ensecadeira de 1ª Fase				Ensecadeira de 2ª Fase				Início enchimento do reservatório Comissionamento Unidade Geradora 1				Entrada geração comercial última UG														
Item	Atividade	2014				2015				2016				2017				2018				2019							
		T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4
ETAPAS		P/R IMPLANTAÇÃO																P/R OPERAÇÃO COMERCIAL											
P37. PROGRAMA DE MONITORAMENTO DA MALACOFAUNA DE INTERESSE MÉDICO																													
1	Mapeamento de corpos hídricos adequados à ocorrência de planorbídeos	P																											
		A																											
		R																											
2	Definição de malha amostral e georeferenciamento dos pontos de amostragem	P																											
		A																											
		R																											
3	Campanhas de monitoramento (captura e coleta)	P																											
		A																											
		R																											
4	Identificação taxonômica dos exemplares coletados	P																											
		A																											
		R																											
5	Avaliação da positividade de <i>Schistosoma mansoni</i> em <i>Biomphalaria spp</i>	P																											
		A																											
		R																											
6	Análise da ocorrência de esquistossomose entre trabalhadores da obra	P																											
		A																											
		R																											
7	Interface com outros programas	P																											
		A																											
		R																											
8	Relatório Semestral	P																											
		A																											
		R																											

Previsto
 Ajustado
 Realizado

7. PROPOSTA DE CONTINUIDADE - FASE DE OPERAÇÃO

Com base nos resultados apresentados recomenda-se a intensificação das atividades do Programa de Monitoramento da Malacofauna de Interesse Médico para trimestral, pelo período de 02 anos, com o objetivo de detectar quaisquer alterações na composição da malacofauna e *status* parasitológico da região.

Adicionalmente, sugere-se o emprego de pesquisa coparassitológico específico para *S. mansoni*, como Kato-Katz, nos processos admissionais da empresa. Tal procedimento tem o objetivo de aumentar a sensibilidade diagnóstica, e estratégias subsequentes, para casos de esquistossomose na região. O encontro de importantes moluscos de interesse médico-veterinário e de fezes humanas fora dos locais apropriados, tornam a localidade do empreendimento um sítio epidemiológico em potencial.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALDRIDGE, D.C., MÜLLER, S.J. (2001) **The Asiatic clam, *Corbicula fluminea*, in Britain: current status and potential impacts.** Journal of Conchology, 37, 177-183.

AUGUSTO, R.C., MAGALHÃES A.C.S., NASCIMENTO A.C., DORNELLAS T.C.B, CORREA E.E., MELLO-SILVA, C.C.C. (2009) **Fatores ambientais favoráveis a manutenção de populações de *Biomphalaria glabrata* (linhagem BH) em laboratório para fins de pesquisa.** In: 9º Congr. De Ecol. Do Brasil. Anais. P. 1524, São Lourenço.

AUGUSTO, R.C., MAGALHÃES, A.C.S., MELLO-SILVA, C.C. (2012) **The influence of population density and food intake on the reproductive biology of *Biomphalaria glabrata* (Mollusca) and calcium proportion in snails experimentally infected with *Schistosoma mansoni* (Trematoda).** Revista de Patologia Tropical, 41, 83-92.

AVELAR, W.E.P. Moluscos bivalves. In ISMAEL, D., VALENTI, C., MATSUMARA-TUNDISI, T., ROCHA, O. (1999) **Biodiversidade do Estado de São Paulo.** São Paulo: FAPESP. 4, 65-68.

BARBOSA, F. S., CARNEIRO, J., BARBOSA, I. (1960) **Manual de Malacologia Médica.** Salvador: Fundação Gonçalo Moniz.

BERGAMINI, L.L. (2015) **Programa de Monitoramento da Malacofauna de Interesse Médico.** Relatório Parcial – Primeira Campanha. PROJETO BÁSICO AMBIENTAL. UHE SÃO MANOEL.

CALLISTO, M., FERREIRA, W.R., MORENO, P., GOULART, M., PETRUCIO, M. (2002) **Aplicação de um protocolo de avaliação rápida da diversidade de habitats em atividades de ensino e pesquisa (MG-RJ).** Acta Limnológica Brasileira, 34, 91-97.

CATANHEDÊ, G., HANH, N.S., GUBIANI, E.A., FUGI, R. (2007) **Invasive molluscs in the diet of *Pterodoras granulosus* (Valenciennes, 1821) (Pisces, Doradidae) in the Upper Paraná River floodplain, Brazil.** Ecology of Freshwater Fish, 17, 47-53.

ESTEVES, F. (1998) **Fundamentos da Limnologia.** 2º ed. Rio de Janeiro, Interciência, p. 602.

FDS, FUNDAÇÃO NACIONAL DA SAÚDE. (1998) **Controle da esquistossomose: diretrizes técnicas.** Brasília, Fundação Nacional de Saúde, 2ª ed., 70p.

GIOVANELLI, A, SOARES, M.S, D'ANDRÉA, P. S, GONÇALVES, M. M. L, REY, L. (2001) **Abundância e infecção do molusco *Biomphalaria glabrata* pelo *Schistosoma mansoni* no Estado do Rio de Janeiro, Brasil.** Rev. Saúde Pública, 35, 523-530.

KARATAYEV, A.Y., BURLAKOVA, L.E., KESTERSON, T., PADILLA, D.K. (2003) **Dominance of the asiatic clam, *Corbicula fluminea* (Müller), in the benthic community of a reservoir.** Journal of Shellfish Research, 22, 487-493.

LEME-CONCREMAT. (2010) **Meio Biótico, Aproveitamento Hidrelétrico São Manoel, Estudo de Impacto Ambiental, Vol. 3.** Ministério de Minas e Energia. Brasília, DF, Brasil.

LEVIN, P. S., N. TOLIMIERI. (2001) **Differences in the impacts of dams on the dynamics of salmon populations.** Animal Conservation, 4, 291-299.

LÓPEZ-ABÁN, J., NOGAL-RUIZ, J.J, VICENTE, B., MORRONDO, P., DIEZ-BAÑOS, P., HILLYER, G.V., MARTÍNEZ-FERNÁNDEZ, A.R., FELICIANO, A.S., MURO, A. (2008) **The addition of a new immunomodulator with the adjuvant adaptation ADAD system using fatty acid binding proteins increases the protection against *Fasciola hepatica*.** Vet Parasitol., 6, 176-81.

MELO, A.S., HEPP, L.U. (2008) **Ferramentas estatísticas para análises de dados provenientes de biomonitoramento.** Oecologia Brasiliensis, 12, 463-486.

MS. Ministério da Saúde. (2007) **Vigilância e controle de moluscos de importância epidemiológica : diretrizes técnicas : Programa de Vigilância e Controle da Esquistossomose (PCE).** 2. ed. – Brasília : Editora do Ministério da Saúde.

MUNIZ, C. (2007) **Levantamento da malacofauna límnic e aspectos ecológicos de focos de esquistossomose em Ana Dias, Vale do Ribeira – SP.** Tese. USP.

OLIVIER, L. & SCHNEIDERMAN, M. (1956) **A method for estimating population density of aquatic schistosoma vectors.** Experimental Parasitology, 5, 109-117.

PARAENSE W.L, LR CORRÊA. (1989) **A potential vector of *Schistosoma mansoni* in Uruguay.** Memórias do Instituto Oswaldo Cruz, 84, 281-288.

PARAENSE, W.L. (1986) **Distribuição dos caramujos no Brasil**. Anais da Academia Mineira de Medicina, Belo Horizonte, (Suplemento de 1983-1984), 117-128.

PIMPÃO, D.M., MARTINS, D.S. (2008) **Ocorrência do molusco asiático *Corbicula fluminea* (Müller, 1774) (Bivalvia, Corbiculidae) no baixo rio Negro, Amazônia Central**. Acta Amazonica, 38, 589-591.

POFF, N.L., HART, D.D. (2002) **How dams vary and why it matters for the emerging science of dam removal**. BioScience 52, 659-668.

RODRIGUES, J.C.A., PIRES-JUNIOR, O.R., COUTINHO, M.F., MARTINS-SILVA, M.J. (2007) **First occurrence of Asian clam *Corbicula fluminea* (Bivalvia: Corbiculidae) in the Paranoá Lake, Brasília, Brazil**. Brazilian Journal of Biology, 67, 789-790.

SILVA, J.L.S. (2007) **Impactos do desenvolvimento do potencial hidroelétrico sobre os ecossistemas aquáticos do Rio Tocantins**. Dissertação. UERJ, Rio de Janeiro, RJ, 2007.

SIMÕES, R.I. (2002) **Comunidade de moluscos bentônicos na área de abrangência da usina hidrelétrica de dona Francisca, Rio Jacuí, Rio Grande do Sul, Brasil: Fase de Pré e Pós-enchimento do reservatório**. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, p. 237.

SOUSA, R., NOGUEIRA, A.J.A., GASPAR, M.B., ANTUNES, C., GUILHERMINO, L. (2008) **Growth and extremely high production of the non-indigenous *invasive species Corbicula fluminea* (Müller, 1774): Possible implications for ecosystem functioning**. Estuarine, Coastal and Shelf Science, 80, 289-295.

SOUZA, M. A. A, BARBOSA, V. S, ALBUQUERQUE, J. O, BOCANEGRA, S, SOUZA-SANTOS, R, PAREDES, H, BARBOSA, C. S. **Aspectos ecológicos e levantamento malacológico para identificação de áreas de risco para transmissão da esquistossomose mansoni no litoral norte de Pernambuco, Brasil**. Iheringia, Sér. Zool., v. 100, p.19-24, 2010.

SURIANI, A.L., FRANÇA, R.S., ROCHA, O. (2007) **A malacofauna bentônica das represas do médio rio Tietê (São Paulo, Brasil) e uma avaliação ecológica das espécies exóticas invasoras, *Melanoides tuberculata* (Müller) e *Corbicula fluminea* (Müller)**. Revista Brasileira de Zoologia, 24, 21-32.

THIENGO, S. C., SANTOS, S. B, FERNANDEZ, M. A. (2005) **Malacofauna límnic da área de influência do lago da usina hidrelétrica de Serra da Mesa, Goiás, Brasil. I. Estudo qualitativo.** Revista Brasileira de Zoologia. 22, 867–874.

TUNDISI, J.G., T.M. TUNDISI & O. ROCHA. (2002) **Ecosistemas de águas interiores**, p. 153-170. In: A.C. REBOUÇAS & B. BRAGA (Eds). Águas doces no Brasil. Capital ecológico, uso e conservação. São Paulo, Escrituras, 2ª ed., 704p.

WHO. World Health Organization. Disponível em: <http://www.who.int/topics/schistosomiasis/en/>
WHO. World Health Organization. Immunization. Disponível em: <http://www.who.int/topics/immunization/en/>.

YOCCOZ, N.G., NICHOLS J. D., BOULINIER, T. (2001) **Monitoring of biological diversity in space and time.** Trends in Ecology & Evolution, 16, 446-453.

ZHENG, J, X.G. GU, Y.L. YU, J.H. GE, X.X. YANG, C.H. HE, C. TANG, K.P. CAI, Q.W. JIANG, Y.S. LIANG, T.P. WANG, X.J. XU, J.H. ZHONG, H.C. YUAN & X.N. ZHOU. (2002) **Relationships between the transmission of Schistosomiasis japonica and the construction of the Three Gorge Reservoir.** Acta Tropica, Stockholm, 82, 147-156.

9. ANEXOS

Anexo I – Planilha de dados brutos

Anexo II – Registro fotográfico