



MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE
INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE
DIRETORIA DE PESQUISA, AVALIAÇÃO E MONITORAMENTO DA BIODIVERSIDADE
CENTRO NACIONAL DE PESQUISA E CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE AQUÁTICA
CONTINENTAL- CEPTA

**PLANO DE AÇÃO PARA A CONSERVAÇÃO DA FAUNA AQUÁTICA
AMEAÇADA DE EXTINÇÃO DA BACIA DO RIO PARAÍBA DO SUL**

Protocolo Mínimo de Monitoramento da Fauna Aquática em Empreendimentos
Hidrelétricos na Bacia do Rio Paraíba do Sul – versão revisada

Pirassununga, 2021

OBJETIVO ESPECÍFICO 4: Aumentar o tamanho populacional das espécies alvo de peixes e quelônio nas suas áreas relevantes.

AÇÃO 4.4: Estabelecer propostas de ações mitigadoras em empreendimentos hidrelétricos para a espécie *Mesoclemmys hogei* (cágado-de hogei) na bacia do rio Paraíba do Sul.

RESPONSÁVEIS PELA AÇÃO: Marcos Coutinho (ICMBio/RAN); Carla Polaz (ICMBio/CEPTA); Daniel Crepaldi (IBAMA); Alexandre Hilsdorf (UMC), Guilherme Souza (Projeto Piabanha), Danilo Caneppele (HMZ Consultoria), Erica Caramaschi (UFRJ), Fabrício Carvalho (UESB), Guilherme Rocha (Fundação Florestal), Marcos Eduardo Coutinho (ICMBio/RAN), Osvaldo Oyakawa (MZUSP), Ricardo Wagner (REVIS Médio Paraíba), Sandoval dos Santos Júnior (ICMBio/CEPTA), Thiago Berriel (SEMAI-Itacoara)

COMENTÁRIOS:

VERSÕES E DATAS: 2021

A divulgação do produto do PAN foi autorizada pelos autores



Esta obra está licenciada com uma Licença [Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

**PLANO DE AÇÃO NACIONAL PARA A CONSERVAÇÃO DE ESPÉCIES
AQUÁTICAS AMEAÇADAS DE EXTINÇÃO NA BACIA DO RIO PARAÍBA DO SUL**

**PROTOCOLO MÍNIMO DE MONITORAMENTO DA FAUNA
AQUÁTICA EM EMPREENDIMENTOS HIDRELÉTRICOS NA BACIA
DO RIO PARAÍBA DO SUL**

[2ª. versão revisada e atualizada]

Proposta elaborada na I Oficina para Elaboração de Protocolo Mínimo de Monitoramento da Fauna Aquática da Bacia do Rio Paraíba do Sul, no período de 15 a 17 de junho de 2011. Segunda versão revisada e atualizada em abril de 2021 pelo Grupo de Assessoramento Técnico do PAN Paraíba do Sul.

SUMÁRIO

1. APRESENTAÇÃO	4
2. JUSTIFICATIVA	5
3. OBJETIVO	8
4. CONTEXTUALIZAÇÃO	8
5. AMOSTRAGEM	9
5.1. DEFINIÇÃO DE ÁREAS E SÍTIOS AMOSTRAIS	9
5.2. VARIAÇÃO ESPACIAL	10
5.3. VARIAÇÃO TEMPORAL	11
6. ICTIOFAUNA	13
6.1. ÁREAS DE ESTUDO E COLETA DE DADOS	13
6.2. TRIAGEM E MANEJO DOS EXEMPLARES	15
6.2.1. <i>Acondicionamento e transporte de espécies ameaçadas de extinção capturadas vivas</i>	15
6.2.2. <i>Captura em operações de resgate durante a construção de ensecadeiras, enchimento do reservatório e atividades de manutenção das unidades de geração</i>	16
6.2.3. <i>Captura no monitoramento de rotina com redes de espera e fixação de material biológico</i>	17
6.2.4. <i>Ictiofauna exótica</i>	18
6.3. CARACTERIZAÇÃO AMBIENTAL	19
6.4. ANÁLISE DE DADOS	20
7. ICTIOPLÂNCTON	21
7.1. ÁREAS DE ESTUDO	22
7.1.1. <i>Ictioplâncton em tributários do rio Paraíba do Sul</i>	23
7.2. AMOSTRAGEM E COLETA DE DADOS	24
7.2.1. <i>Esforço amostral</i>	25
7.3. ANÁLISE DE DADOS	26
8. HERPETOFAUNA	27
8.1. ÁREAS DE ESTUDO	27
8.2. AMOSTRAGEM E COLETA DE DADOS	28
8.3. FATORES AMBIENTAIS E EDUCAÇÃO AMBIENTAL	31
9. CARCINOFAUNA	32
9.1. AMOSTRAGEM E COLETA DE DADOS	32
9.2. TRIAGEM E PRESERVAÇÃO DE INDIVÍDUOS	33
10. NÚCLEOS DE APOIO À CONSERVAÇÃO DAS ESPÉCIES ALVO DO PAN PARAÍBA DO SUL	34
12. RELATÓRIOS DO MONITORAMENTO	35
13. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	36

**ANEXO I: DIRETRIZES PARA ESTUDOS DE INVENTÁRIO DA FAUNA
AQUÁTICA EM EMPREENDIMENTOS HIDRELÉTRICOS NA BACIA DO RIO
PARAÍBA DO SUL38**

1. APRESENTAÇÃO

A motivação deste protocolo decorre das questões que envolvem o processo de licenciamento de empreendimentos hidrelétricos na bacia do rio Paraíba do Sul. Entretanto, o mesmo poderá ser adaptado para outros tipos de empreendimentos e, eventualmente, inspirar protocolos como este em diferentes bacias hidrográficas. Por ser abrangente, este documento não atenderá integralmente a todos os casos a que se destina – é preciso que se façam as inserções e exclusões necessárias caso a caso, a critério do órgão licenciador.

Além disso, deverão ser consideradas as particularidades de cada empreendimento, em cada trecho da bacia, uma vez que os trechos são bastante heterogêneos. Recomenda-se ainda delinear, *a posteriori*, algumas diretrizes para o alto, médio e baixo rio Paraíba do Sul. Em que se pesem as devidas particularidades entre os trechos, essa divisão é apenas sugestiva e didática, devendo ser feita nova avaliação em momento oportuno.

Como o foco do presente protocolo é o monitoramento da fauna aquática, parte-se do pressuposto de que um bom inventário/levantamento de espécies da fauna aquática já tenha sido realizado previamente na área de influência – direta e indireta - do empreendimento em análise. Alguns empreendimentos existentes na bacia são anteriores à regulamentação do licenciamento ambiental e, por isso, não dispuseram de estudos ambientais detalhados para subsidiar sua instalação. Nesses casos, estão apresentadas no Anexo I - DIRETRIZES PARA ESTUDOS DE INVENTÁRIO DA FAUNA AQUÁTICA EM EMPREENDIMENTOS HIDRELÉTRICOS NA BACIA DO RIO PARAÍBA DO SUL.

Participaram da elaboração da primeira versão deste protocolo em 2011 os seguintes colaboradores: Roberto Huet [IBAMA/RJ], Carla N. M. Polaz [ICMBio/CEPTA/SP], Daniel Crepaldi [IBAMA/MG], Raphaela Ferreira [Ecology Brasil], Frederico Almeida [Ecology Brasil], Guilherme Souza [Projeto Piabanha], Fernanda Oliveira [CEMIG], Ana Patrícia Mykito [IBAMA/RJ], Danilo Caneppele [CESP], Érica Pellegrini Caramaschi [UFRJ], Osvaldo Oyakawa [Museu de Zoologia/USP], Helen Waldemarin [Ecology

Brasil], Marco Mathias [Ecology Brasil], Aline Gaglia [Ecology Brasil] e Redelvim Dummont [Consórcio UHE Itaocara].

Esta segunda versão, por sua vez, foi conduzida pela Coordenação do PAN Paraíba do Sul (ICMBio/CEPTA), em conjunto com os membros do Grupo de Assessoramento Técnico (GAT) do PAN, no transcorrer de 2020 e início de 2021. Em seguida, foi encaminhada para as considerações técnicas do IBAMA, resultando no presente documento revisado e atualizado.

2. JUSTIFICATIVA

Por ser considerada uma atividade de significativo impacto ambiental, a construção de hidrelétricas exige a tramitação de processos de licenciamento ambiental, em respeito às normas vigentes. A análise dos processos, em nível federal, é composta por diferentes técnicos, com distintas formações e atribuições. Essa conjuntura pode levar a diferentes entendimentos em relação aos requisitos mínimos para assegurar o efetivo acompanhamento dos programas ambientais que visam mitigar os impactos causados em cada etapa da implantação do empreendimento.

Visando equacionar tais procedimentos, em fevereiro de 2010, cinco analistas ambientais da área de ictiofauna do Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA)¹ foram demandados pela então Coordenadora da CGFAP – Coordenação Geral de Fauna e Pesca do IBAMA, a realizar um levantamento dos principais estudos de avaliação de impactos ambientais de empreendimentos de aproveitamento hidrelétrico sobre a ictiofauna e a atividade pesqueira.

O objetivo daquele documento era então balizar os técnicos do licenciamento quanto às necessidades a serem verificadas e exigidas do empreendedor e, ainda, servir como texto base nos futuros termos de

¹ Daniel Vieira Crepaldi, Michel Lopes Machado, Sara Quízia Mota, Leo Caetano Fernandes da Silva e Monica Maria Vaz.

referência. Os trabalhos ocorreram na Base Avançada de Pesquisas em Uberlândia, Minas Gerais, e tiveram como produto final o documento técnico denominado “*Estudos para avaliação de impactos de empreendimentos de aproveitamento hidrelétrico sobre a ictiofauna e a atividade pesqueira*”, que contém uma descrição detalhada de metodologias, recentemente publicado como Crepaldi e colaboradores (2020), no Boletim da Sociedade Brasileira de Ictiologia (acesso em: https://www.sbi.bio.br/images/sbi/boletim-docs/2020/dezembro_134.pdf - página 58).

Paralelamente, em função da vasta gama de impactos que ocorrem na bacia do rio Paraíba do Sul, o Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio) aprovou, em 14 de dezembro de 2010, o Plano de Ação Nacional para a Conservação das Espécies Aquáticas Ameaçadas de Extinção na Bacia do Rio Paraíba do Sul – PAN Paraíba do Sul. Por meio da Portaria ICMBio nº 131/2010, atualizada pela Portaria ICMBio nº 284/2018, o PAN Paraíba do Sul define estratégias e ações para a recuperação de espécies aquáticas na bacia, sobretudo peixes (Polaz *et al.*, 2011). Todos os PANs coordenados pelo ICMBio fazem parte do Programa Nacional de Conservação das Espécies Ameaçadas de Extinção - Pró-Espécies, com o objetivo de adotar ações de prevenção, conservação, manejo e gestão, com vistas a minimizar as ameaças e o risco de extinção de espécies - Portaria do Ministério do Meio Ambiente (MMA) nº 43, de 31 de janeiro de 2014. Esse Programa estabelece os Planos de Ação Nacional como instrumentos da implementação da Política Nacional da Biodiversidade, constante no Decreto Federal nº. 4.332/2002.

Atualmente, o PAN Paraíba do Sul está estruturado em 12 objetivos específicos e 54 ações, que vão desde o planejamento energético dos recursos hídricos da bacia até arranjos de articulação interinstitucional, ordenamento pesqueiro, educação ambiental e pesquisa. Treze espécies ameaçadas de peixes são consideradas alvo do PAN (ICMBio, 2018b): o cascudo *Delturus parahybae*, a cambeva *Trichomycterus santaeritae* e a cambeva-três-listras *Trichomycterus triguttatus*, categorizados como Criticamente ameaçados de extinção (CR); a piabanha *Brycon insignis*, o cascudinho *Hemipsilichthys gobio*, o lambari *Hyphessobrycon duragenys*, o piaú *Hypomasticus thayeri*, o guaru *Phallotorynus fasciolatus*, o cascudo-

leiteiro *Pogonopoma parahybae* e o surubim-do-paraíba *Steindachneridion parahybae*, categorizados como Em Perigo (EN); a pirapitinga *Brycon opalinus*; o curimatá *Prochilodus vimboides* e o bagrinho listrado *Taunayia bifasciata*, categorizados como Vulneráveis (VU). Além dos peixes, estão incluídas uma espécie-alvo de quelônio, o cágado-de-hogei, *Ranacephala hogei* (CR) (ICMBio, 2018a), e três táxons categorizados como Quase Ameaçados (NT) (ICMBIO, 2014): o cascudinho *Pseudotocinclus parahybae*, uma espécie de camarão-sapateiro, *Atya scabra*, e uma espécie de molusco bivalve continental, *Diplodon fontainianus*.

Em 2011, em função dos reais impactos da construção e regularização de hidrelétricas sobre as espécies-alvo do PAN, e visando proporcionar ganhos ambientais locais e regionais, viu-se a necessidade de compatibilizar os objetivos e ações dos programas previstos em Projetos Básicos Ambientais de hidrelétricas a serem licenciadas na bacia do rio Paraíba do Sul, com os objetivos e ações definidos no PAN Paraíba do Sul. Para que essa compatibilização fosse efetiva, foram realizadas duas oficinas na sede da Superintendência do IBAMA no Rio de Janeiro, com a participação de analistas do IBAMA, ICMBio, do extinto Ministério da Pesca e Aquicultura (MPA), Ministério Público, organizações do terceiro setor, representantes de consultorias ambientais e empreendimentos hidrelétricos, para definir um protocolo mínimo de monitoramento da fauna aquática na bacia do rio Paraíba do Sul.

Desse esforço, nasceu a primeira versão do protocolo, elaborada em dezembro de 2011, a partir dos requisitos previstos na Instrução Normativa IBAMA nº 146/2007, e tendo por base o documento elaborado por Crepaldi *et al.* (2020), acrescido das contribuições dos participantes presentes nas duas oficinas. O presente documento aprimora a versão original, com base no conhecimento acumulado pelos membros do Grupo de Assessoramento Técnico – GAT do PAN Paraíba do Sul nos 10 anos de sua implementação (2010-2020).

3. OBJETIVO

O objetivo deste protocolo é estabelecer os procedimentos mínimos a serem considerados no monitoramento da fauna aquática, especialmente àqueles programas ligados aos empreendimentos hidrelétricos, em prol de sua conservação na bacia do rio Paraíba do Sul, tendo como modelo o protocolo elaborado por Crepaldi *et al.* (2020).

4. CONTEXTUALIZAÇÃO

Inicialmente, deve-se diferenciar inventário de monitoramento. O inventário é mais abrangente e envolve coletas exploratórias, visando registrar a biodiversidade local. A partir da varredura feita pelo inventário, estabelecem-se os requisitos mínimos para o monitoramento. Um bom monitoramento é aquele que segue etapas pré-estabelecidas do inventário, visando comparar o desvio de uma situação qualquer da situação estabelecida como padrão ou "normal". Assim, é diferente do inventário, mas decorrente dele.

Destaca-se que, no âmbito do licenciamento ambiental, o inventário deve ser realizado durante o Estudo de Impacto Ambiental (EIA), ou seja, previamente à emissão da Licença Prévia (LP), e o monitoramento deve ser iniciado a partir de sua emissão². Para que isso ocorra, é importante que, juntamente com a avaliação de impacto ambiental feita no EIA a partir dos dados do inventário, seja também apresentada a proposta de programa de monitoramento de fauna. Após da obtenção da LP, o empreendedor deverá elaborar um Projeto Básico Ambiental (PBA), o qual reúne programas voltados para mitigação dos impactos que o empreendimento poderá causar. Dentre estes programas, aqueles voltados para a fauna aquática poderão considerar os requisitos mínimos propostos no presente protocolo. Sugere-se ainda que estes programas contenham análise consolidada dos

² Conforme previsto na IN IBAMA Nº146/2007, o monitoramento deverá considerar as fases de pré-obra (antes da instalação da usina), obra (durante a instalação da usina) e operação.

dados do EIA (inventário), de maneira a propor no PBA as áreas e diretrizes para monitoramento.

As atividades de monitoramento de fauna em geral envolvem captura, coleta e transporte de fauna e, por isso, devem ser precedidas de solicitação de autorização no órgão licenciador competente ou atendendo dispositivo regulamentar válido na época do licenciamento. A concessão da autorização de captura pode ainda estar condicionada ao atendimento dos requisitos previstos neste protocolo e seus anexos.

5. AMOSTRAGEM

5.1. Definição de áreas e sítios amostrais

A fase de monitoramento deve focar nos ambientes considerados relevantes para a fauna aquática, identificados na etapa de inventário/levantamento (diagnóstico) no EIA. As áreas deverão ter sido delimitadas de maneira a contemplar os ambientes presentes no meio aquático da microrregião do empreendimento, tais como: canais principal e secundários do rio (incluindo suas margens), áreas de inundação marginais (várzeas, lagoas marginais, lagoas intermitentes), cachoeiras e corredeiras, zonas litorâneas de remansos, praias e ilhas, tributários principais (incluindo suas cabeceiras) e zona estuarina (quando aplicável). Caso o inventário/levantamento não tenha sido feito, seguir os procedimentos sugeridos no Anexo I deste protocolo.

Poderão ser consideradas áreas relevantes aquelas que contemplam etapas importantes do ciclo de vida das espécies objeto de monitoramento, como, por exemplo, as áreas de desova e nidificação.

A área de amostragem do monitoramento deve:

- Ser compatível com o grupo taxonômico monitorado (ex: ictiofauna, carcinofauna, herpetofauna e outros);
- Ser compatível com as peculiaridades da microrregião do empreendimento;

- Considerar rotas migratórias, sítios de reprodução e áreas de berçário das espécies monitoradas;
- Priorizar, quando possível, a adoção de espécies de peixes de grandes migrações (ex: curimatás) como indicadoras;
- Considerar as espécies ameaçadas de extinção e as de interesse econômico e ecológico para a região.

A área poderá ser ampliada de acordo com o espaço vital (*home range*) de espécies presentes na área de influência do empreendimento, conforme avaliação do órgão licenciador.

5.2. Variação Espacial

Na avaliação da variação espacial da comunidade estudada, recomenda-se considerar sítios amostrais³ ao invés de pontos amostrais, devendo sua delimitação estar clara e explícita no estudo, sendo apresentada em forma de polígono georreferenciado. Os pontos de coleta deverão estar inseridos dentro do polígono do sítio amostral. É desejável que o sítio amostral não seja alterado no decorrer do monitoramento e que, num mesmo sítio, sejam realizadas amostragem dos grupos de fauna aquática, limnologia e qualidade da água (coletas coincidentes temporalmente, se possível). Caso as coletas de fauna aquática não tenham sido coincidentes na etapa de inventário (EIA), isto deverá ser justificado e realizado a partir do monitoramento prévio, conforme previsto na IN IBAMA nº 146/2007.

Na definição dos sítios amostrais deverão ser considerados: i) a influência de tributários representativos que tenham relação com os grupos taxonômicos de interesse (e.g. ictiofauna, carcinofauna, quelônios e outros); ii) a justificativa técnica de especialistas no grupo taxonômico para definição da quantidade de sítios amostrais, com pontos de coleta

³ Sítio amostral é aqui considerado como uma determinada região da bacia hidrográfica, delimitada geograficamente no estudo pelos técnicos competentes, que compartilha das mesmas características ambientais.

georreferenciados e indicação obrigatória do sistema de referência DATUM; iii) as características ambientais e peculiaridades do local e sua relação com o empreendimento; e iv) o estabelecimento de sítios amostrais em áreas influenciadas direta e indiretamente pelo empreendimento.

A distribuição dos sítios amostrais deverá contemplar, no mínimo:

- a. A região a montante do futuro reservatório;
- b. A área do futuro reservatório;
- c. A região a jusante do futuro reservatório;
- d. Os afluentes e habitats representativos⁴ para cada grupo amostral;
- e. Considerar outros empreendimentos que afetam a fauna aquática local.

5.3. Variação Temporal

As campanhas de monitoramento serão realizadas em três fases distintas, conforme previsto na IN IBAMA nº 146/2007: monitoramento prévio (pré-obra), durante a obra e durante a operação. Cada fase é descrita a seguir:

- a) **Monitoramento prévio (pré-obra)**: deverá contemplar, no mínimo, duas campanhas de amostragem, sendo uma na estação seca e uma na cheia. O órgão licenciador poderá solicitar um período ou frequência maior de amostragem (por exemplo, campanhas trimestrais), ou ainda poderá considerar como monitoramento prévio os dados do inventário/levantamento realizado no EIA. Para isso, deverão ser observados, no mínimo, os seguintes critérios: i) a compatibilidade⁵ do desenho amostral do EIA com o proposto para o monitoramento; e ii) o lapso temporal entre o EIA e a primeira

⁴ Os habitats representativos devem ter sido delimitados, preferencialmente, durante o levantamento (EIA) e devem ser compatíveis com o grupo taxonômico estudado, conforme descrito no item 5 deste protocolo.

⁵ A compatibilidade do desenho amostral para o monitoramento deverá ocorrer em função da quantidade e localização dos sítios amostrais da etapa do EIA. Ainda que a quantidade de sítios se modifique no monitoramento com relação ao levantamento (EIA), deve haver pelo menos um sítio amostral coincidente em cada ambiente previsto no item 5 deste protocolo.

campanha do monitoramento. Se o desenho amostral não for compatível e necessitar ser alterado (aumentar quantidade de pontos, por exemplo), ou se os dados não forem razoavelmente recentes (três a cinco anos de intervalo, por exemplo), deverá ser realizar as duas campanhas pré-obra previstas na IN IBAMA nº146/2007.

- b) **Monitoramento de implantação (durante a obra):** esta fase se inicia após a emissão da Licença de Instalação (LI). Durante a instalação do empreendimento, deverão ser realizadas quatro campanhas anuais (campanhas trimestrais), de forma que os períodos de pico de cheia e de seca da região (ciclo hidrológico) estejam contemplados nas amostragens. O monitoramento dessa fase deverá ocorrer por todo o período de instalação do empreendimento.
- c) **Monitoramento de Operação:** esta fase se inicia imediatamente após a emissão da Licença de Operação (LO), geralmente com o início do enchimento do reservatório. De acordo com a IN IBAMA nº 146/2007, o monitoramento deverá ser realizado através de campanhas semestrais. Contudo, os prazos do licenciamento nem sempre são compatíveis com os prazos das respostas biológicas obtidas pelo monitoramento. Por isso, a critério do órgão ambiental, esta periodicidade deverá ser alterada para campanhas trimestrais, de acordo com a periodicidade adotada na fase anterior, pelo menos no primeiro período de vigência da LO (quatro anos). Além disso, novos procedimentos poderão ser adotados por ocasião da renovação de licenças, em função dos resultados do monitoramento.

De maneira geral, o número de amostragens poderá ser alterado em função do ambiente, dos resultados do monitoramento e de critérios técnicos e científicos, conforme entendimento em manifestação expressa do órgão responsável pelo licenciamento.

Além disso, o estabelecimento da periodicidade das campanhas em cada fase deverá considerar a particularidade de cada táxon. Por exemplo, no caso da ictiofauna, é recomendável que as coletas de peixes estejam

vinculadas à coleta de ictioplâncton, e que esse período contemple maior esforço amostral (item 6. Ictiofauna).

Destaca-se ainda que fatos extraordinários (acidentes ambientais, mortandades de peixes etc.), provocados por terceiros ou não, no decorrer da instalação e operação do empreendimento, serão tratados caso a caso, a critério do órgão licenciador. Nesses casos, recomenda-se que uma campanha de monitoramento seja realizada de imediato.

6. ICTIOFAUNA

6.1. Áreas de estudo e Coleta de dados

A coleta de ictiofauna deverá ser realizada com a utilização dos mais diversos petrechos de pesca, de acordo com o ambiente, conforme descrito nos itens de "a" a "d". As baterias de redes do tipo malhadeiras e espinhéis deverão ser expostas por 16 horas, com verificação a cada quatro horas, abarcando todo o período noturno. Durante o período de luz solar, deverá ser priorizada a utilização de petrechos ativos (peneiras e puçás, por exemplo). Os resultados deverão ser apresentados em esforço de pesca (por exemplo: nº de peixes/m² de emalhe/hora).

a) Coletas não-padronizadas poderão ser realizadas visando enriquecer os resultados qualitativamente. Poderão ser utilizados, por exemplo, redes de arrasto de fundo, com de malha de 2 mm, tarrafas, peneiras, , devendo ser especificado o número repetições realizadas em cada sítio amostral. Porém, tais procedimentos deverão ser realizados invariavelmente com a anuência do órgão licenciador e respeitando-se as autorizações devidas de coleta. Também poderá ser empregada a pesca ativa com anzóis e iscas artificiais e ou naturais, em ambientes característicos e com potencial de ocorrência de algumas das espécies ameaçadas como *S. parahybae* e *B. insignis*, sendo que o esforço desta modalidade deverá ser padronizado em horas.

- b) Em riachos de pequeno porte (em geral, menos que 10m de largura): deverão ser utilizadas pelo menos redes de cerco, puçás, peneiras, anzol, e/ou pesca elétrica. O uso da pesca elétrica torna a rede de cerco, puçá e peneiras petrechos complementares. Os segmentos desses ambientes, uma vez que tenham suas extensões padronizadas (e.g. 50 ou 100 m), deverão ser bloqueados com redes de malha fina (5mm entre nós opostos); o esforço e tempo de coleta deverão ser igualmente padronizados em cada trecho.
- c) Em rios de médio e grande porte (em geral, mais que 10m de largura):
- No canal principal: bateria de redes de espera (malhadeiras) com 15, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 100, 150, 200 mm entre nós opostos e 10 a 20m de comprimento⁶, perfazendo uma área total mínima de 300 m² de redes. A utilização de espinheis de superfície e de fundo deverá ser considerada, de acordo com as características do ambiente, os objetivos específicos e aplicabilidade do petrecho. No entanto, é um petrecho que pode oferecer risco à navegação de embarcações em trechos mais utilizados.
 - Nos canais secundários: bateria de redes de espera (malhadeiras) com 15, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 100, 150, 200 mm entre nós opostos, de 10 a 20m de comprimento, perfazendo uma área total mínima de 200 m² de redes. Da mesma forma, deverão ser considerados espinheis de superfície e de fundo com 60 anzóis, de acordo com as características do ambiente e aplicabilidade do petrecho.
- d) Em zonas litorâneas dos remansos, praias, pedrais e ilhas: bateria de redes de espera (malhadeiras) com 15, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 100, 150, 200 mm entre nós opostos, de 10 a 20m de comprimento, perfazendo uma área total mínima de 200 m² de redes.
- e) Em reservatórios:

⁶ Em determinadas épocas do ano, redes de 20 metros podem ser muito grandes para o rio Paraíba do Sul, pois existirão poucos locais para armá-las. Portanto, este fato deverá ser levado em consideração no planejamento das amostragens.

- Zona litorânea: bateria de redes de espera (malhadeiras) com 15, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 100, 150, 200 mm entre nós opostos, de 15 ou 20m de comprimento, perfazendo uma área total mínima de 200 m² de redes.
- Zona pelágica: bateria de redes de espera (malhadeiras) com 15, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 100, 150, 200 mm entre nós opostos, de 15 ou 20m de comprimento, perfazendo uma área total mínima de 200 m² de redes. Deverá ser utilizada uma bateria de redes de superfície e outra bateria de redes de fundo.

6.2. Triagem e manejo dos exemplares

6.2.1. Acondicionamento e transporte de espécies ameaçadas de extinção capturadas vivas

A seguir, são apresentadas algumas recomendações a serem seguidas para o acondicionamento e transporte de peixes vivos:

- Retirar os peixes capturados do petrecho de pesca utilizado com cuidado, buscando o bem-estar do animal;
- Acondicioná-los individualmente até o final da campanha em sacos plásticos reforçados com água e sal na proporção de 1g/L, mantendo a oxigenação através da troca de água ou oxigenação (cilindro de oxigênio 1m³, manômetro e mangueira);
- Ao chegar à base de apoio, transferir os peixes capturados para tanques-redes de 1m³ (instalados em locais de remanso dos rios) ou em caixas de transporte de igual volume com renovação de água (não clorada e de boa qualidade) constante. Adicionar na água diariamente, sal grosso na proporção de 1g/L, visando a redução do estresse e a manutenção da sanidade dos indivíduos. Os peixes capturados deverão ficar nestas condições por, no máximo, dois dias.
- Estabelecer contato com o núcleo de apoio à conservação da ictiofauna (item 7) mais próximo da localidade de captura e quando possível realizar o transporte dos indivíduos capturados em caixa de transporte com oxigenação permanente, sem renovação de água e mantendo a concentração de sal grosso. Caso seja identificada a

necessidade de outros cuidados complementares, estes serão definidos pelos responsáveis do núcleo de apoio.

- No momento da soltura, é fundamental promover o equilíbrio de temperatura através da mistura das águas, da caixa de transporte e do tanque que receberá os peixes capturados.

6.2.2. Captura em operações de resgate durante a construção de ensecadeiras, enchimento do reservatório e atividades de manutenção das unidades de geração

O resgate da ictiofauna não deverá ser considerado uma etapa do monitoramento, de maneira que é preciso estabelecer outros procedimentos metodológicos para tal situação. Na ocasião do enchimento dos reservatórios, os esforços de coleta dos peixes deverão ser intensificados, para que não haja mortandade de animais.

Durante operações de resgate de ictiofauna, o transporte dos peixes deverá ser realizado em sacos plásticos reforçados, com a menor densidade de peixes possível, contendo água e sal na proporção de 1g/L. A oxigenação deverá ser mantida através da troca de água ou oxigenação artificial (cilindro de oxigênio 1 m³, manômetro e mangueira) até a localidade de armazenamento temporário ou soltura.

Em caso de captura das espécies-alvo do PAN, deverá proceder da mesma maneira descrita no item 6.1.1. e comunicar o ocorrido aos núcleos de conservação listados no item 10 (Núcleos de Apoio à Conservação) o mais breve possível. O transporte dos animais deverá ser feito seguindo-se os mesmos procedimentos.

É imprescindível que seja solicitada a autorização de coleta e transporte específica para essas atividades, emitida pelo órgão licenciador.

6.2.3. Captura no monitoramento de rotina com redes de espera e fixação de material biológico

Caso os exemplares estejam mortos, deverão ser tomadas as principais medidas biométricas (comprimento total e padrão, altura do corpo e peso total) e fixar o material adequadamente. Os mesmos deverão ser encaminhados para o tombamento em um Museu de Referência (Museu Nacional ou MZUSP, preferencialmente), sendo que uma das instituições acima (núcleos de apoio) deverá ser comunicada do fato o mais breve possível.

Todo material coletado deverá ser imediatamente fixado com formol comercial diluído para 10% com água, logo após a coleta, permanecendo pelo menos por 48 horas. Todos os peixes coletados deverão ser previamente anestesiados para depois serem imersos no formol. Os exemplares deverão ser transferidos para álcool 70%, para melhor preservação e identificação dos indivíduos (Castro *et al.*, 2003).

Recomenda-se anestésiar os peixes com óleo de cravo (eugenol), facilmente encontrado em farmácias homeopáticas. Recomenda-se também evitar preservar os peixes em gelo antes de fixá-los com formol.

Nos peixes com mais de 20 cm de comprimento, deverá ser injetado formol na cavidade gástrica e também na região dorsal e lateral do corpo para garantir a penetração do fixador nessas partes do corpo, evitando assim a sua decomposição. Este procedimento é particularmente importante nas espécies iliófagas (por exemplo: curimatás).

Exemplares de cada espécie de peixe deverão ser fotografados (com data) logo após a coleta, para fazer o registro da coloração dos exemplares, que poderá fornecer subsídios importantes na identificação das espécies. Também deverão ser fotografados os locais de coleta e o entorno.

Nas primeiras horas após a coleta, os peixes deverão ser mantidos dentro de uma bandeja com formol, de preferência de um dia para o outro, para evitar que fiquem deformados ou tortos. Após esse período, deverão

ser colocados em sacos de pano ou de plástico devidamente identificados com um número de campo em que constem os dados da localidade em que foram coletados, coletor (es), data da coleta e coordenadas geográficas do local com o datum utilizado no aparelho de GPS para as coordenadas registradas (utilizar o datum oficial brasileiro SIRGAS 2000). Todo o material coletado deverá ser transportado em tambores de plástico bem vedados.

Caso haja a exigência de se coletar amostras de tecido para análises genéticas (citogenética, molecular, amostras de DNA), este procedimento deverá ser realizado antes de se fixar o material em formol, logo após a anestesia. Deve-se evitar a excessiva manipulação do indivíduo, para não contaminar o DNA. As amostras deverão ser preservadas diretamente em álcool absoluto, devidamente rotuladas.

Nas coletas, deverá ser utilizada sempre uma ficha de campo padrão, contendo as seguintes informações: localidade de coleta com o nome do corpo d'água (rio, riacho, lago, córrego etc); anotar também de qual corpo d'água maior este é tributário; bacia de drenagem principal; município; estado; país; coordenadas geográficas com DATUM; coletores; condições do corpo d'água; condições do entorno do local de coleta.

6.2.4. Ictiofauna exótica

De acordo com o entendimento dado pela Lei de Crime Ambientais (Lei Federal nº. 9.605/1998), caso haja captura de espécies exóticas nas campanhas de monitoramento ou resgate de fauna, as mesmas deverão ser registradas e não devem ser devolvidas aos corpos d'água provenientes. O descarte dessas espécies deverá seguir as recomendações do órgão licenciador, caso a caso.

6.3. Caracterização ambiental

Deverão ser coletadas as seguintes variáveis limnológicas nos mesmos pontos de amostragem definidos para a ictiofauna, incluindo sua variação temporal e com a mesma periodicidade:

- a. Temperatura da água;
- b. Transparência usando "transparency tube" em ambientes lóticos ou disco de Secchi em ambientes lênticos;
- c. Oxigênio dissolvido;
- d. Condutividade elétrica;
- e. pH;
- f. Turbidez;
- g. Radiação fotossinteticamente ativa (PAR);
- h. Sólidos em suspensão (totais, orgânicos e inorgânicos);
- i. Clorofila-a;
- j. Fósforo total;
- k. Fósforo solúvel;
- l. Íon amônio;
- m. Íon nitrito;
- n. Íon nitrato.

No caso de riachos, também deverão ser avaliados o tipo e proporção de substratos disponíveis, e a cobertura de vegetação ripária.

Também deverão ser apresentados os dados históricos de vazão. Caso dados secundários não existam efetuar as medidas necessárias:

A largura média do canal (m) deverá ser calculada a partir da média de 4 medidas equidistantes ao longo do trecho determinado. A profundidade média do canal (m) e profundidade máxima média (m) deverão ser calculadas a partir de 9 sondagens equidistantes em 4 transectos transversais ao longo do trecho. A velocidade da corrente (m/s) deverá ser determinada pela média entre três pontos dispostos no centro do canal, medida no meio da coluna d'água, utilizando um fluxômetro ou medindo-se o tempo de deslocamento de um objeto flutuante por uma distância conhecida. A vazão média (m³/s) deverá ser obtida relacionando-se velocidade média, largura e profundidade, pela fórmula: $Q = A \cdot V_m$ onde, Q = vazão; V_m = velocidade média da corrente; A = área transeccional média na secção transversal do curso de água. A área transeccional deverá ser calculada a partir da média da área de 4 transectos em cada trecho estudado, pela fórmula: onde, A_t = área do transecto dada pela somatória de $[(Z_1+Z_2)/2] \cdot l + [(Z_2+Z_3)/2] \cdot l + \dots [(Z_n+Z_{n+1})/2] \cdot l$ onde, Z_n = profundidade medida em cada segmento; l = largura de cada segmento (Crepaldi et al. 2020).

6.4. Análise de dados

Para avaliar a estrutura da comunidade de peixes, sugere-se a utilização dos seguintes índices⁷:

- Riqueza total: além do número de espécies amostradas, deverá ser apresentada a curva do coletor. Para isso, deverão ser utilizados modelos de ajuste da curva para estimativa da riqueza total e utilizar métodos não paramétricos para estimativa de riqueza, como as

⁷ A intenção é sempre primar pela qualidade da coleta e disponibilização dos dados, do que obrigar a utilização de ferramentas ou análises estatísticas. Portanto, a amostragem e análises dos dados constantes nos itens **6.1.1 e 6.1.3** são apenas recomendações, sendo que o maior esforço deve estar concentrado na coleta de dados com métodos claros e replicáveis e na disponibilização de informações robustas ao órgão ambiental.

equações: Jackknife 1 e 2, Chao 1 e 2, ACE e ICE, e bootstrap (Santos, 2003);

- Abundância relativa em número e peso (deverá ser apresentada também a curva de abundância relativa) (CPUE) (Magurran, 1988).
- Diversidade (índice de Shannon-Wiener). No intuito de estabelecer intervalos de confiança para os índices de diversidade obtidos, deverá ser aplicado um procedimento *bootstrap* (Manly, 1997);
- Equitabilidade (índice de Evar) (Smith & Wilson, 1996);
- Constância de ocorrência (C): deve ser determinada com base no percentual e períodos em que cada espécie ocorre, sendo calculada de acordo com o modelo a seguir: $C = (pi \times 100)/P$, onde: pi = número de coletas contendo a espécie i e P = total de coletas realizadas.
- Coeficientes de similiaridade/dissimilaridade: deverão ser utilizados índices de Bray-Curtis, Sorensen, Morisita-Horn e Jaccard (Magurran, 1988);
- Grau de dominância: deve ser utilizado o Índice de Dominância (McNaughton, 1968), calculado através da fórmula: y_1+y_2/Y , onde y_1 = abundância da 1ª espécie mais abundante, y_2 = abundância da 2ª espécie mais abundante e Y abundância total de todas as espécies.

Análises estomacais e reprodutivas dos peixes coletados são encorajadas nos casos em que o monitoramento possa ser estabelecido em parceria com universidades e institutos de pesquisa, que forma a aumentar o nível de conhecimento. Para as espécies ameaçadas, essas análises somente deverão ser conduzidas caso o peixe tenha vindo a óbito, e nunca por sacrifício intencional.

7. ICTIOPLÂNCTON

O monitoramento do ictioplâncton tem por objetivo produzir informações sobre as rotas reprodutivas, locais de desova e zonas de

berçários das principais espécies da bacia do Paraíba do Sul⁸ que serão impactadas por determinado empreendimento hidrelétrico a fim de subsidiar ações de manejo que visem a preservação dessas populações. Dessa forma, o desenho amostral proposto deverá avaliar a distribuição (espacial e temporal) e a abundância de ovos e larvas de peixes, identificando os ambientes com maior relevância para a desova das espécies relacionadas ao PAN na área de influência do empreendimento; e identificar áreas que estejam sendo utilizadas pelas espécies de peixes em seu desenvolvimento inicial (criadouros naturais), especialmente das espécies inseridas no PAN. A seguir, são apresentadas algumas recomendações que devem ser observadas no monitoramento de ovos e larvas.

7.1. Áreas de estudo

Assim como descrito no item 5.2. (Variação espacial), deverá ser considerado para o ictioplâncton o estabelecimento de sítios amostrais coincidentes com as amostragens de ictiofauna e de obtenção de dados limnológicos. Além disso, as regiões de amostragem deverão atender a localidades típicas relacionadas à reprodução dos peixes, principalmente daqueles inseridos no PAN, dentro da área de influencia direta e indireta do empreendimento. Caso sejam identificadas nestas áreas locais com características de sítios reprodutivos, e estes não forem coincidentes com os sítios amostrais de ictiofauna e limnologia, ainda assim deverão ser amostrados. Tributários, corredeiras, áreas com vegetação e remansos deverão ser considerados regiões alvo de amostragem para ictioplâncton.

Em reservatórios em operação também deverão ser realizadas coletas em:

- Saídas de sistemas de transposição de peixes (STP), se for o caso;
- Próximos a vertedouros;

⁸ A lista das principais espécies deve ser disponibilizada pelo órgão licenciador, em Termo de Referência devido, e pode variar de acordo com a situação da bacia nos diferentes momentos. A princípio, as espécies de interesse comercial e migradoras devem ser monitoradas.

- Ambiente lacustre, de transição e pluvial.

Deste modo, as informações acerca da localização, dimensão e caracterização das áreas de desova e movimentação dos ovos e larvas poderão ser estimadas. Todas essas características são básicas para ações de manejo que visem à preservação de populações de peixes. Assim como descrito no item 5.2. (Variação espacial) todas essas regiões deverão estar situadas a jusante, a montante do futuro empreendimento e em tributários que apresentem características de rotas de reprodução, alimentação ou desova de peixes.

7.1.1. Ictioplâncton em tributários do rio Paraíba do Sul

Os tributários de maior ordem que deságuam diretamente no leito do rio Paraíba do Sul, como os rios Muriaé, Dois Rios, Pomba, Piabanha, Paraibuna, Buquira, Jaguari, e os formadores do rio, Paraitinga e Paraibuna, ou ainda aqueles que possibilitem a navegação deverão utilizar as mesmas técnicas descritas anteriormente para a calha principal⁹.

Para os rios que não deságuam diretamente no rio Paraíba do Sul, o órgão ambiental deverá avaliar caso a caso a necessidade de amostragem de ovos e larvas. Caso seja necessária a amostragem de ovos e larvas, é sugerido que:

- a. Em rios de menor porte, onde não seja possível a navegação, seja utilizada amostragem ativa com peneiras e redes de ictioplâncton com cabo telescópico¹⁰;
- b. Em córregos é aconselhado filtrar em rede de ictioplâncton 200 litros de água (10 baldes de 20L);

⁹ Existem também tributários menores que deságuam diretamente no rio Paraíba do Sul, inclusive na área de influência direta de alguns empreendimentos, como os rios Pirapetinga e o Angú (RJ e MG). Nesses casos, a critério do órgão licenciador, as coletas podem ser estendidas para abranger esses ambientes.

¹⁰ Nesta situação, embora seja mais trabalhoso, é possível coletar de cima de pontes.

- c. Em locais que apresentem formações rochosas, algumas pedras podem ser lavadas para amostrar desovas adesivas de cascudos e outros bagres de pequeno porte.

7.2. Amostragem e coleta de dados

A metodologia e os equipamentos de amostragem necessários aos estudos de ovos e larvas de peixes dependem do tipo de ambiente. Assim, em ambientes lênticos ou semilóticos, uma captura ativa é mais adequada, enquanto nos lóticos, meios passivos podem ser mais eficientes. Para atender a estrutura do ambiente é indicado utilizar rede de plâncton, amostrador de fundo e rede de nêuston para coletas do tipo ativas. Já em ambientes lóticos, são indicadas as amostragens de deriva. Deverá ser considerada ainda a utilização de peneiras (malha até 1,5 x 1,0 cm) e rede do tipo picaré (malhas de 0,5 a 1 cm, cujo saco central tem trama menor que o restante) em áreas marginais com vegetação e áreas com formação rochosa e matas ripárias.

As coletas deverão ser realizadas com a utilização de redes de plâncton com formato cônico-cilíndrico dotadas de um copo coletor. Um fluxômetro deverá ser instalado no centro da boca da rede para medir a velocidade da água possibilitando assim o cálculo do volume filtrado. As coletas deverão ser realizadas no período noturno, buscando avaliar a variação nictimeral com 4h de intervalo (ex: 20h, 24h, 04h) e com duração de 10 minutos em cada horário. A critério do órgão licenciador, intervalos durante o dia podem ser requisitados. Em ambientes lênticos como reservatórios e remansos, a coleta deverá ser realizada com arrastos superficiais. Em ambientes com características lóticas, a amostragem deverá ser passiva, utilizando amostragem de deriva em ambas as margens e fundo do rio Paraíba do Sul.

Os materiais coletados deverão ser acondicionados em frascos de 500 ml devidamente identificados (ponto amostral, hora, dia, mês) e o material deverá ser fixado em formol 4% tamponado com CaCO_3 (1g de CaCO_3 para

1000 mL de solução de formalina), sendo assim mantidos até a análise. Por ocasião de cada amostragem, deverão ser registrados: temperatura, oxigênio dissolvido, pH, condutividade elétrica e velocidade da água, além das características físicas do local de amostragem e do fundo, além de uma caracterização do ambiente e encostas (item 6.2. Caracterização ambiental). A amostra assim fixada e preservada deverá ser etiquetada, observando-se local, data, horário e tipo de aparelho utilizado.

A triagem das amostras fixadas deverá ser feita sob microscópio estereoscópio, sendo as amostras colocadas em placas de acrílico do tipo Bogorov (ou de Petri), buscando separar ovos e larvas dos demais detritos. A identificação deverá ser realizada com o auxílio de chaves taxonômicas, como exemplo os trabalhos de Ahlstrom & Ball (1954), Kendall Jr. *et al.* (1984) e Nakatani *et al.* (2001). Todos os indivíduos deverão ser identificados até o menor nível taxonômico possível para auxiliar na contagem dos táxons nas fases de desenvolvimento de ovo e larva.

Como forma de potencializar o conhecimento da comunidade de peixes será necessário o depósito de testemunho de todos os levantamentos realizados em coleção capacitada, assim como apresentar carta de aceite e recebimento de material proveniente das coletas de ictioplâncton. Para auxiliar nos procedimentos e na identificação, informações adicionais poderão ser buscadas junto ao Núcleo de Pesquisa em Limnologia, Ictiologia e Aquicultura – Nupelia, em especial o Setor de Ecologia de Ictioplâncton (<http://www.nupelia.uem.br/setores/laboratorios/ecologia-de-ictioplancton>). O mesmo instituto é recomendado para depósito do material testemunho.

7.2.1. Esforço amostral

O monitoramento deverá ser realizado nas três fases descritas no item 5.3. (Variação temporal), porém as coletas estarão concentradas no

período de piracema, sendo realizadas mensalmente¹¹ neste período. A princípio, não haverá a necessidade de coletas de ictioplâncton no período de seca; esta periodicidade poderá ser revista e alterada a critério do órgão ambiental.

7.3. Análise de dados

O cálculo de volume é necessário para a estimativa da densidade de ovos e larvas, sendo que o volume filtrado de água deverá ser estimado a partir da fórmula:

$$V = a \times n \times c$$

Onde:

V = volume filtrado de água (m³)

a = área da boca da rede (m²), calculada pela fórmula $a = \pi \times r^2$

n = número de rotações do fluxômetro

c = fator de calibração do fluxômetro

A densidade de ovos e larvas na amostra poderá ser padronizada para um volume de 10 m³, baseando-se no trabalho de Tanaka (1973), modificado, de acordo com a fórmula:

$$Y = (x/V) \times 10$$

Onde:

Y = número de ovos ou larvas por 10m³

x = número de ovos ou larvas coletadas

V = volume de água filtrada (m³)

¹¹Na região do Domínio das Ilhas Fluviais, por exemplo, as desovas ocorrem em “blocos”, com populações diferentes ao longo do período de defeso, ou seja, em grupos de desovas distintos, uns maiores, outros menores. Sendo assim, existe uma grande chance, caso não seja mensal e se uma grande desova ocorrer no meio desse intervalo, de a amostragem ser comprometida.

Os padrões de distribuição e sua correspondência com as variáveis ambientais coletadas serão analisados por comparação descritiva através de gráficos de barras e linhas. Também deverão ser utilizadas técnicas de análises uni e multivariadas, a depender dos dados (e.g. Análise de Componentes Principais, NMDS).

8. HERPETOFAUNA

A herpetofauna considerada neste protocolo restringe-se à espécie cágado-de-hogei (*Ranacephala hogei*), alvo do PAN Paraíba do Sul. Por ser uma espécie pouco estudada, apresentam-se aqui algumas recomendações básicas para seu monitoramento, devendo o mesmo ser realizado com o suporte de um especialista na área. Destaca-se que, como todo procedimento de captura e transporte de animais, este monitoramento requer autorização para coleta e transporte a ser emitida pelo órgão ambiental competente do licenciamento.

Primeiramente, deverá ser verificada a existência de dados primários sobre a ocorrência do cágado-de-hogei na região do empreendimento. Se durante o inventário/levantamento (EIA) não houver nenhum diagnóstico com dados primários sobre a espécie, deve-se realizar uma campanha específica para investigar a ocorrência da espécie durante o monitoramento prévio e inferir sobre a necessidade de um programa específico de monitoramento. Neste caso, deverão ser observadas as orientações a seguir para estudos das populações do cágado-de-hogei (*Ranacephala hogei*) em áreas submetidas a potenciais impactos ambientais na bacia do rio Paraíba do Sul.

8.1. Áreas de estudo

A implantação de empreendimentos oferece a oportunidade de testar hipóteses relativas aos efeitos e impactos das modificações do hábitat sobre a dinâmica populacional do cágado-de-hogei. Neste sentido, propõe-se que

a Área Diretamente Afetada seja definida como área-tratamento e as Áreas de Influência Direta e de Influência Indireta sejam consideradas como áreas-controle. O desenho experimental consiste em monitorar os parâmetros populacionais nas áreas tratamento e controle, considerando cada respectiva fase do empreendimento como fator (por ex., pré-enchimento, enchimento e pós-enchimento de empreendimentos geradores de hidroeletricidade) (**Quadro 1**). Os pontos amostrais poderão variar dentro de cada área de estudo, devendo representar as condições ambientais as quais as populações da espécie estão submetidas.

8.2. Amostragem e coleta de dados

Nas diferentes áreas indicadas para os estudos, o esforço amostral deverá envolver a captura de animais por meio da instalação de redes e o monitoramento por radiotelemetria.

Durante a fase de pré-estabelecimento dos empreendimentos, deverão ser realizadas amostragens em cada uma das áreas acima definidas, em intervalos regulares de tempo, de forma a incluir as variações sazonais. Em cada período de coleta, as áreas tratamento e controle deverão ser amostradas, sendo que o esforço de amostragem em cada uma das áreas deverá ser pelo menos 20 armadilhas/dia/área. Os procedimentos desta etapa implicam na aplicação dos métodos e técnicas descritas abaixo, que incluem técnicas de marcação-recaptura, coleta de material sanguíneo para análises ecofisiológicas e genéticas e monitoramento dos fatores ambientais.

Na fase de estabelecimento do empreendimento, o procedimento consiste em monitorar os animais marcados por telemetria. A partir do início da operação do empreendimento, o monitoramento consiste na aplicação do método de marcação-recaptura, radiotelemetria, coleta de material sanguíneo para análises ecofisiológicas e genéticas e monitoramento dos fatores ambientais.

Os métodos/técnicas de amostragem e coleta de material biológico para a obtenção dos parâmetros populacionais relacionados ao cágado-de-hogei nas respectivas áreas de trabalho são assim descritos:

Quadro 1 - Descrição dos parâmetros da história de vida do cágado-de-hogei (*Ranacephala hogei*) a serem estudados nas diferentes áreas e nas respectivas fases de construção dos empreendimentos hidrelétricos.

FASES DO EMPREENDIMENTO	PARÂMETROS POPULACIONAIS		
	Áreas tratamento	Áreas controle	
	Área diretamente afetada	Área de influência direta	Área de influência indireta
Pré-enchimento	Índice de tamanho populacional; Estrutura de tamanho e razão sexual; Estrutura genética; Biologia reprodutiva; Taxas de crescimento e sobrevivência; Movimento e dispersão; Fatores ambientais	Índice de tamanho populacional; Estrutura de tamanho e razão sexual; Estrutura genética; Biologia reprodutiva; Taxas de crescimento e sobrevivência; Movimento e dispersão; Fatores ambientais	Índice de tamanho populacional; Estrutura de tamanho e razão sexual; Estrutura genética; Biologia reprodutiva; Taxas de crescimento e sobrevivência; Movimento e dispersão; Fatores ambientais
Enchimento	Movimento e dispersão; Fatores ambientais	Movimento e dispersão; Fatores ambientais	Movimento e dispersão; Fatores ambientais
Pós-enchimento (Longo prazo)	Índice de tamanho populacional; Estrutura de tamanho e razão sexual; Estrutura genética; Biologia reprodutiva Taxas de crescimento e sobrevivência; Movimento e dispersão; Fatores ambientais	Índice de tamanho populacional; Estrutura de tamanho e razão sexual; Estrutura genética; Biologia reprodutiva; Taxas de crescimento e sobrevivência; Movimento e dispersão; Fatores ambientais	Índice de tamanho populacional; Estrutura de tamanho e razão sexual; Estrutura genética; Biologia reprodutiva; Taxas de crescimento e sobrevivência; Movimento e dispersão; Fatores ambientais

a) Marcação-recaptura

O método de marcação-recaptura deverá ser utilizado para descrever a distribuição e estimar o tamanho populacional, a taxa de crescimento e de sobrevivência dos indivíduos, a área de uso e definir a estrutura de tamanho e a razão sexual da população. Os locais de amostragem deverão georeferenciados e alocados em seções, em cada respectiva área estudada (controle e tratamento). A captura dos animais deverá ser realizada utilizando redes do tipo "Fike-nets". Os indivíduos deverão medidos, pesados e marcados com cortes nas placas marginais da carapaça, sendo posteriormente devolvidos ao rio, nos respectivos locais de captura. O tamanho da população deverá ser estimado com base na proporção das capturas dos indivíduos marcados. Do total de indivíduos capturados, uma amostra deverá ser reservada para a implantação de radiotransmissores, conforme item que se segue.

b) Radiotelemetria

A técnica de radiotelemetria deverá ser aplicada para caracterizar o padrão de movimentação e dispersão dos indivíduos e estudar o comportamento de reprodução até a localização dos sítios de nidificação da espécie. Deverão ser instalados radiotransmissores em fêmeas e machos, nas áreas tratamento e controle. O monitoramento deverá ser realizado anualmente, durante três meses consecutivos, nas etapas de estabelecimento e operação dos empreendimentos.

c) Coleta de material sanguíneo: Ecofisiologia reprodutiva

A atividade gonadal de machos e fêmeas deverá ser descrita a partir do monitoramento dos níveis de hormônios esteroides no sangue (testosterona para os machos e estradiol para as fêmeas). No momento da captura, deverá ser obtida uma amostra de sangue, sendo em seguida centrifugada e encaminhada a um laboratório especializado para análise dos hormônios. Adicionalmente, deverão ser dosados os níveis de cálcio, fósforo, glicose, proteínas totais e lipídios totais, visando caracterizar o perfil bioquímico do sangue e a condição corporal dos indivíduos como

indicador ecofisiológico das alterações ambientais. Todas as fêmeas capturadas deverão ser submetidas a exames de ultrassom para a definição do estágio de desenvolvimento gonadal e o tamanho/idade de maturidade sexual, bem como para a verificação da presença de ovos.

Caso haja material disponível, tais análises deverão ser complementadas por inspeção gonadal macro e microscópica. Isto significa que, havendo morte acidental de indivíduos, estes deverão ser dissecados, sendo retiradas amostras de tecidos de ovários e testículos para a confecção de lâminas e análises microscópicas. As amostras de tecidos, quando retiradas, deverão ser fixadas em solução de Bouin por 24 horas (5 horas no mínimo) e transferidas para álcool 70%, onde se manterá preservado. As lâminas histológicas deverão ser confeccionadas por um técnico especializado.

d) Coleta de material sanguíneo: Estrutura genética

As amostras de DNA deverão ser obtidas do sangue ou da carapaça dos animais capturados. Logo após a coleta, o sangue deverá ser congelado até ser levado ao laboratório, enquanto um pequeno pedaço da carapaça deverá ser estocado em álcool absoluto, para posterior extração e análise do DNA dos indivíduos coletados nas áreas tratamento e controle.

8.3. Fatores ambientais e Educação Ambiental

Os fatores ambientais que podem afetar a dinâmica populacional do cágado-de-hogei deverão ser monitorados mensalmente nas três áreas estudadas. São eles: nível d'água, vazão, temperatura do ar, pluviosidade e umidade do ar e transparência da água. A medida do nível d'água deverá ser definida por réguas limnéticas a serem instaladas nos pontos amostrais.

A instalação de estações climatológicas assegurará os dados de temperatura do ar, de precipitação e de umidade do ar. A medida da transparência da água deverá ser feita por meio de um disco de Secchi. Os dados de vazão do rio deverão ser consultados em fontes secundárias

como, por exemplo, a CPRM - Companhia de Pesquisas de Recursos Minerais que possui um amplo programa de monitoramento hidrológico nas bacias brasileiras.

Iniciativas de educação ambiental são essenciais para informar e sensibilizar as populações locais nas áreas tratamento e controle sobre a importância da conservação do cágado e de seus habitats naturais. Portanto, torna-se compulsório o desenvolvimento de programas de educação ambiental adaptados aos diferentes tipos de empreendimentos causadores de impactos ambientais.

9. CARCINOFAUNA

O monitoramento da carcinofauna deverá obedecer às recomendações gerais de variação espacial e temporal apresentadas no item 5, com os ajustes indicados abaixo.

9.1. Amostragem e coleta de dados

a) Coleta passiva

Deverá ser realizada em todos os pontos de coleta através da instalação de armadilhas do tipo covo. As armadilhas deverão conter isca (ração para gatos ou substituto com atratividade igual ou superior, mediante teste), acondicionadas em recipientes que evitem a perda da isca e a propiciem liberação do odor. As armadilhas deverão ficar submersas por 12-14 horas, compreendendo todo o período noturno. A entrada da armadilha deverá ser direcionada a favor do fluxo de água, em áreas de médio ou baixo fluxo.

b) Coleta ativa

A captura ativa deverá ser feita com redes de mão (puças) nos tributários e regiões rasas no período diurno e noturno. Em trechos de difícil acesso, um mergulhador local com experiência em pesca poderá ser

contratado para complementar a busca ativa. A busca deverá incluir a maior variabilidade de micro-habitat possível (raízes, galerias sob pedras, serapilheira, vegetação marginal etc.), incluindo também áreas úmidas até um metro acima da linha de água para coleta de caranguejos.

Recomenda-se o esforço amostral de no mínimo 30 minutos por ponto de coleta e a amostragem em no mínimo 50% de todos os tributários. Cada tributário deverá contar com pelo menos três pontos de coleta: um próximo ao rio principal, um intermediário e outro próximo à nascente. O tempo e número de coletores em cada ponto deverão ser padronizados.

9.2. Triagem e preservação de indivíduos

Espécimes de grande porte das espécies *Macrobrachium carcinus* e *Atya gabonensis* podem ser identificados e mensurados em campo (comprimento entre a margem pós-orbital e a margem posterior da carapaça) e liberados vivos. O sexo e a presença de ovos também devem ser registrados. Entretanto, pelo menos um exemplar de cada ponto por tributário deve ser depositado em coleção científica.

As demais espécies deverão ser identificadas em laboratório. Não mais que 30 indivíduos de camarão e 10 de caranguejo de um mesmo morfotipo (mesmo padrão morfológico e de coloração) devem ser coletados por ponto de coleta. Para cada morfotipo, o número de indivíduos, tamanho e presença de ovos deverão ser registrados em campo para que o excedente seja liberado vivo. Os demais espécimes deverão ser anestesiados em gelo por no mínimo 2 horas, posteriormente transferidos para etanol 96% e mantidos refrigerados por no mínimo 24h. Camarões de médio e grande porte e caranguejos deverão receber injeções de etanol 96% nas áreas de maior volume. Opcionalmente, após esse período os animais poderão ser transferidos para estocagem definitiva em etanol 70-80%. Não utilizar formol ou outro fixador em nenhuma etapa de coleta e conservação, exceto quando alguns exemplares forem destinados a técnicas

específicas que requeiram tais fixadores. Os exemplares deverão ser posteriormente encaminhados para depósito em coleções científicas.

10. NÚCLEOS DE APOIO À CONSERVAÇÃO DAS ESPÉCIES ALVO DO PAN PARAÍBA DO SUL

Durante as campanhas de monitoramento e/ou resgate da ictiofauna e herpetofauna, caso sejam capturados exemplares vivos das espécies-alvo do PAN Paraíba do Sul mantidos em bancos genéticos: os peixes surubim-do-paraíba *Steindachneridion parahybae*; pirapitinga *Brycon opalinus*; piabanha *Brycon insignis*; caximbau-boi *Pogonopoma parahybae* e grumatã *Prochilodus vimboides*; e o cágado-de-hogei *Ranacephala hogei*), deve-se imediatamente comunicar a uma das organizações abaixo:

- **ICMBio/CEPTA – Centro Nacional de Pesquisa e Conservação da Biodiversidade Aquática Continental**
 - Endereço institucional: Rod. SP 201, km 7,5. Caixa Postal 64 - CEP 13.641-001 – Pirassununga/SP.
 - Contato de referência: Carla N. M. Polaz (carla.polaz@icmbio.gov.br). Telefone: (19) 3565-1212/1260.
- **ICMBio/RAN – Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Anfíbios e Répteis**
 - Endereço institucional: Setor Leste Universitário, Rua 229, Nº 95, Edifício IBAMA, 4o andar, CEP 74605-090, Goiânia/GO. Fones: (62) 3224-1336 ou 3225-6593/7499/9968. E-mail para contato: ran.sede@icmbio.gov.br
 - Contato de referência: Marcos Eduardo Coutinho (marcos.coutinho@icmbio.gov.br)
- **Projeto Piabanha - Associação dos Pescadores e Amigos do Rio Paraíba do Sul**
 - Endereço institucional: Estação Experimental PESAGRO-RIO. Campo de Sementes Caixa Postal 123546 - CEP 28.570-000 – Itaocara/RJ.
 - Contato de referência: Guilherme Souza (guilhermesouza.bio@gmail.com). Telefone: (22) 98112-509 ou (22) 3861-2569.

IMPORTANTE

Para o encaminhamento dos espécimes para as instituições acima é necessária a obtenção de autorização para transporte a ser solicitada junto ao órgão ambiental competente do licenciamento. Os procedimentos para sua emissão poderão ser esclarecidos em contato com os analistas do Núcleo de Licenciamento Ambiental - NLA/SUPES/IBAMA/RJ.

12. RELATÓRIOS DO MONITORAMENTO

Os relatórios semestrais deverão ser encaminhados ao órgão licenciador e deverão atender a seguinte estrutura: deverão ser apresentados na forma completa somente em versão digital (PDF), em arquivo único, para serem inseridos no SISLIC, compreendendo todos os dados brutos, constando de: sumário; objetivos (geral e específicos); metodologia; indicadores; metas; ações realizadas; resultados; discussão; documentos comprobatórios; evidências fotográficas (com data e georreferenciamento, quando aplicável), referências bibliográficas, instituições e agentes envolvidos, assinatura dos responsáveis técnicos pelo programa e pela execução dos trabalhos, registro dos profissionais nos órgãos de classe, ART e número do CTF do Ibama. Os dados apresentados no relatório deverão possibilitar a visualização da evolução do componente ambiental monitorado/analísado.

Juntamente, deverá ser encaminhada uma Síntese Executiva dos Relatórios Parciais de Monitoramento em versão digital e impressa, em documento único para cada versão, com no máximo 10 laudas, mantendo-se a estrutura do relatório na versão completa, de forma resumida, contendo: preâmbulo; objetivos – gerais e específicos; metodologia; indicadores; metas; principais ações realizadas; principais resultados; comentários; evidências fotográficas (com data e georreferenciamento, quando aplicável).

13. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AHLSTROM, E.H. & O.P. BALL. 1954. Description of eggs and larvae of jack mackerel (*Trachurus symmetricus*) and distribution and abundance of larvae in 1950 and 1951. **Fish. Bull.** 56: 209-245.

CASTRO, R.M.C.; CASATTI, L.; SANTOS, H.F.; FERREIRA, K.M.; RIBEIRO, A.C.; BENINE, R.C.; PELIÇÃO, G.Z.; MELO, A.L.A.; STOPIGLIA, R.; ABREU, T. X.; BOCKMANN, F.A.; CARVALHO, M.; GIBRAN, F.Z.; LIMA, F.C.T. 2003. Estrutura e composição da ictiofauna de riachos do Rio Paranapanema, sudeste e sul do Brasil. **Biota Neotropica**, 3(1): 1-39.

CREPALDI, D.V.; MACHADO, M.L.; MOTA, S.Q.; SILVA, L.C.F.; VAZ, M.M. 2020. Estudos para avaliação de impactos de empreendimentos de aproveitamento hidrelétrico sobre a ictiofauna e a atividade pesqueira. **Boletim da Sociedade Brasileira de Ictiologia**, 134: 58-95.

ICMBIO - INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE. 2014. Lista de Espécies Quase Ameaçadas e Com Dados Insuficientes. Disponível em <http://www.icmbio.gov.br/portal/faunabrasileira/lista-de-especies-dados-insuficientes>.

ICMBIO – INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE. 2018a. Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção: Volume IV - Répteis. 255p. In: Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade – ICMBio (Org.). **Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção**. Brasília: ICMBio. Disponível em http://icmbio.gov.br/portal/images/stories/comunicacao/publicacoes/publicacoesdiversas/livro_vermelho_2018_vol4.pdf

ICMBIO – INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE. 2018b. Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção: Volume VI - Peixes. 1232p. In: Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade – ICMBio (Org.). **Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção**. Brasília: ICMBio. Disponível em http://icmbio.gov.br/portal/images/stories/comunicacao/publicacoes/publicacoesdiversas/livro_vermelho_2018_vol6.pdf

KENDALL, A.W. JR.; E.H. AHLSTROM & H.G. MOSER. 1984. Early life history stages of fishes and their characters. **Spec. Publ. Amer. Soc. Ichthyl. Herpetol.** 1: 11-22.

MAGURRAN, A.E., 1988. **Ecological diversity and its measurement.** Croom HEBN, London. 179p.

MANLY, BFJ. 1997. **Randomization, Bootstrap and Monte Carlo Methods in Biology**, 2nd Edition. Chapman & Hall, London, UK.

MCNAUGHTON SJ. 1968. Structure and Function in California Grasslands. **Ecology**; 49:962-972.

NAKATANI, K., AGOSTINHO, A. A, BAUMGARTNER, G., BIALETZKI, A., SANCHES, P. V., MAKRAKIS, M. C., PAVANELLI, C. S. **Ovos e larvas de peixes de água doce: desenvolvimento e manual de identificação.** EDUEM. Maringá. 378 pp., 2001.

POLAZ, C.N.M.; BATAUS, Y.S.L.; DESBIEZ, A.; REIS, M.L..2011. **Plano de ação nacional para a conservação das espécies aquáticas ameaçadas de extinção da Bacia do Rio Paraíba do Sul.** Brasília: Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, ICMBIO140p.

SANTOS AJ. 2003. Estimativas de riqueza em espécies. In: Cullen Jr L, Rudran R, Valladares-Pádua C, editors. **Métodos de estudo em biologia da conservação e manejo da vida silvestre.** Curitiba: Ed. UFPR e Fundação O Boticário de Proteção à Natureza; p.19-41.

SMITH B, WILSON JA. 1996. Consumer's Guide to Evenness Indices. **Oikos**; 76:70-82.

TANAKA, S. 1973. Stock assessment by means of ichthyoplankton surveys. **FAO Fish tech. Pap.**, 122: 33-51.

ANEXO I: DIRETRIZES PARA ESTUDOS DE INVENTÁRIO DA FAUNA AQUÁTICA EM EMPREENDIMENTOS HIDRELÉTRICOS NA BACIA DO RIO PARAÍBA DO SUL

APRESENTAÇÃO

Antes de tudo deve-se diferenciar monitoramento de inventário. O monitoramento visa comparar o desvio de uma situação qualquer da situação estabelecida como padrão, ou "normal". É diferente do inventário, portanto, mas decorrente dele. O inventário é mais abrangente e envolve coletas exploratórias, visando otimizar o registro de biodiversidade. A partir da varredura feita pelo inventário, estabelecem-se os requisitos mínimos para o monitoramento. Um bom monitoramento é o que segue etapas pré-estabelecidas do Inventário.

A equipe de execução dos estudos de inventários deverá solicitar a autorização para a coleta de material biológico com a antecedência necessária, atendendo os prazos previstos nos procedimentos relativos à atividade e à legislação, especialmente a IN IBAMA 146/07.

DURAÇÃO, FREQUÊNCIA E ESFORÇO AMOSTRAL

Diferentemente do monitoramento, a etapa de inventário envolve um número maior de sítios amostrais, e deverá ser dimensionada de forma a expressar o máximo da diversidade biológica registrada na literatura especializada (dados secundários). Caso não seja atingido pelo menos 50% da diversidade conhecida para o trecho/bacia estudada, o esforço amostral (frequência, métodos, equipamentos, sazonalidade, entre outros) deverá ser reavaliado junto ao órgão ambiental e readequado caso necessário.

Dadas as definições acima, na ausência de dados pretéritos confiáveis, o processo de licenciamento, no que se refere ao diagnóstico

ambiental de qualquer empreendimento, necessitará de um inventário consistente e bem fundamentado.

Esse deverá preceder às alterações ambientais decorrentes da implantação do empreendimento em dois anos (desejável) ou um ano (mínimo necessário), com coletas mensais ou bimestrais. O principal objetivo do inventário é estabelecer parâmetros mínimos para o monitoramento, razão desse protocolo.

INVENTÁRIO

Antes de ir a campo

- Análise cartográfica prévia do ambiente a ser estudado, com observação da inserção na bacia hidrográfica, topografia, uso da terra (rural, urbana, industrial), influência de represamentos e canalizações. Ferramentas: imagens de satélite, Google Earth e cartas do IBGE (escala 1: 200 000, 1: 10.000 e 1: 50 000);
- Estabelecimento de potenciais sítios de coleta seguindo um modelo de delineamento amostral que contemple o canal principal, a ordem de grandeza dos diferentes afluentes e a diversidade de habitats no canal principal e nos principais afluentes. Ferramentas: as do item anterior e, eventualmente, visitas in situ para georreferenciamento;
- Levantamento de dados secundários;
- Estabelecer o protocolo de campo, providenciar licenças, equipamentos e petrechos de coleta, material de anestesia, fixação e transporte;
- Estabelecer logística de acesso e permanência nos locais.

No campo

- Seguir as mesmas orientações descritas no item 5. (Ambientes a serem amostrados) do protocolo de monitoramento;
- Fazer o registro fotográfico do ambiente e dos peixes, sempre georreferenciando o trecho de coleta com data;
- Para efeito da etapa de inventário, pequenos riachos (até 3ª. ordem e eventualmente até 4ª. ordem) poderão ser bem amostrados pela pesca elétrica; eventualmente trechos marginais rasos de rios maiores também poderão ser amostrados por esse equipamento;
- No inventário deverão ser utilizadas também outras técnicas de captura, para que se mantenha um banco de dados sobre todas as espécies. O uso de tarrafa, rede de arrasto, anzóis e armadilhas como covos, poderão ser técnicas adicionais utilizadas e quantificadas num monitoramento através de tempo ou lances, a critério do órgão licenciador;
- Tanto o inventário como o monitoramento deverão contemplar a captura de ovos e larvas de peixes, importante para o estabelecimento dos locais de desova das espécies e rotas migratórias.