

ÍNDICE

11.11	Programa de Monitoramento da Ictiofauna e Caracterização da Atividade Pesqueira	1/9
11.11.1	Justificativas.....	1/9
11.11.2	Objetivos	3/9
11.11.3	Público-alvo.....	4/9
11.11.4	Metodologia e Descrição	4/9
11.11.4.1	Procedimentos Durante as Coletas e em Laboratório	5/9
11.11.4.2	Pessoal Necessário para Implantação do Programa	8/9
11.11.5	Interface com outros Programas	8/9
11.11.6	Responsável pela Execução do Programa	9/9
11.11.7	Cronograma	9/9

11.11 PROGRAMA DE MONITORAMENTO DA ICTIOFAUNA E CARACTERIZAÇÃO DA ATIVIDADE PESQUEIRA

11.11.1 Justificativas

O aumento crescente da demanda de energia elétrica, a partir da década de 60, transformou os barramentos hidrelétricos em um componente assíduo da paisagem brasileira. Como consequência destes empreendimentos é observada a potencial modificação de atributos físicos, químicos e biológicos do sistema fluvial, podendo ocasionar a descaracterização de sua ictiofauna original (Agostinho *et al.*, 1992; Benedito-Cecílio & Agostinho, 2000).

A pesca artesanal em reservatórios e rios apresenta-se como atividade extrativa tradicional, com importantes repercussões sociais e ambientais, sendo definida como aquela em que o pescador sozinho ou em parcerias participa diretamente da captura, usando instrumentos relativamente simples. No entanto, os recursos pesqueiros, capazes de gerar elevados retornos econômicos, devem ser bem administrados. O manejo da pesca, portanto, não está relacionado apenas ao estoque de peixes, mas também deve-se considerar as necessidades sociais, econômicas e culturais da comunidade envolvida (Lucena, 2000).

A mitigação dos impactos sobre a diversidade ictiofaunística e os recursos pesqueiros pode ser conseguida por meio de medidas de manejo tomadas no contexto de um planejamento com abrangência suficiente para contemplar os fatos vigentes na bacia.

A caracterização dos diversos aspectos das assembléias de peixes presentes no ambiente antes do represamento e das alterações ocorridas durante as etapas subseqüentes é importante para o entendimento dos processos de ocupação desses pela ictiofauna regional.

As respostas apresentadas pelas assembléias de peixes aos fatores estressores geralmente acontecem na seguinte seqüência: 1) eliminação das principais espécies migratórias; 2) progressiva eliminação dos elementos de maior porte da comunidade, com a decorrente redução do tamanho médio; 3) redução da qualidade das capturas; 4) substituição de espécies nativas por espécies exóticas; 5) flutuações nas capturas; 6) redução nas capturas; e 7) aumento da necessidade de intervenção humana para manter o sistema (Welcomme, 1995).

Alterações locais na abundância das espécies, com proliferação excessiva de algumas e redução ou mesmo eliminação de outras, são eventos inevitáveis e inerentes à alteração de habitats por

represamentos. A intensidade desses eventos pode, no entanto, ser atenuada se medidas de manejo forem tomadas no momento oportuno e com base em amplo conhecimento do sistema. Deste modo, faz-se necessário o desenvolvimento de estudos e monitoramentos que forneçam informações sobre a estrutura e o funcionamento do sistema e ao mesmo tempo demonstrem a efetividade do manejo.

A pesca na Amazônia tem um caráter econômico e social que se destaca das demais bacias hidrográficas brasileiras. O peixe é a fonte de proteína mais importante para muitas cidades de pequeno e médio porte. A frota pesqueira comercial é numerosa, sendo composta por dezenas de milhares de embarcações cuja capacidade da urna varia de algumas centenas de quilos até 70 toneladas, sendo que a maioria se situa entre 2 e 10 toneladas. Há uma rede de indústria de alimentos que movimentada dezenas de milhões de dólares ao ano, que é baseada em frigoríficos instalados em diversos pontos para apoiar as pescarias e processar e exportar o pescado congelado para mercados nacionais e internacionais. Atualmente, os frigoríficos compram principalmente bagres do estuário ou de águas do interior (BARTHEM & GOULDING, 2007).

Os conhecimentos sobre marcadores de DNA evoluíram do seu estado experimental e estão sendo atualmente incorporados à conservação de espécies, de forma prática e eficiente. Já há algum tempo, os padrões de DNA mitocondrial (mtDNA), vêm sendo reconhecidos como potencialmente importantes em estudos de linhagens de peixes (Toledo Filho et al., 1992), sendo capazes de distinguir populações geográficas com grande eficiência, através da identificação de haplótipos (Wang et al., 2004). As observações de que os haplótipos de mtDNA de populações de muitas espécies estão localizados geograficamente introduziu uma dimensão filogenética nas discussões sobre estrutura de populações e levou a proposição do termo “filogeografia”. Desse modo, com base na distribuição geográfica dos haplótipos de mtDNA e no grau de divergência de seqüências entre eles, Avise (2000), propõe e discute categorias filogeográficas que podem caracterizar áreas de ocupação, distribuição de populações, existência de barreiras ao fluxo gênico ou extinção de genótipos intermediários, ocorrência de zonas híbridas, taxas de migração e inferências cladísticas. Recentes estudos populacionais com peixes têm utilizado os padrões de diferenciação genética, também na determinação de regiões de berçários e caracterização de filopatria em diversas espécies (SCHREY & HEIST, 2003).

De maneira genérica e sumária, são identificados dois principais impactos sobre a composição e estrutura da comunidade ictiofaunística do rio Jari, por ocasião da implantação da UHE Santo Antônio do Jari: 1) perda localizada da ictiofauna reofílica, especialmente aquela dependente dos bancos de podostemáceas, como o estabelecimento do reservatório; e 2) perda da conectividade biológica

entre os peixes do rio Jari, afetando especialmente sua reprodução, pela imposição da barragem. Este prognóstico guiou a estruturação deste programa de monitoramento.

A ictiofauna do rio Jari apresenta várias características incomuns, de incisivo interesse biológico. De maior relevância é a presença importante de peixes tipicamente guianos, adaptados à vida em águas claras, bem oxigenadas e substrato rochoso, sendo alguns especializados a ocupar e se alimentar de bancos de Podostemáceas que abundam na região. Uma outra peculiaridade do rio Jari é a existência de um obstáculo natural, a cachoeira de Santo Antônio, que, teoricamente, funciona de maneira eficiente para compartimentar as populações de peixes neste trecho do rio, dificultando a subida de peixes típicos da várzea amazônica. A transposição do obstáculo ocorre somente durante as grandes cheias, quando os peixes realizam movimentos migratórios de ascensão, através dos canais da margem direita, utilizando o rio Pacanari como via. Segundo Foster & Vincent (2004), a identificação e manutenção de estoques ou populações diferenciadas são fundamentais pela sua relação direta com a produtividade total e uso sustentável dos recursos, sendo um dos objetivos básicos para programas de controle e conservação de espécies em perigo, a conservação da variabilidade genética.

O Programa de Monitoramento da Ictiofauna e de Caracterização da Atividade Pesqueira permitirá o acompanhamento do impacto econômico e social do empreendimento na área de influência direta da UHE Santo Antônio do Jari, com dados quantitativos e indicadores claros para o monitoramento sobre a pescaria artesanal, de subsistência ou profissional.

11.11.2 Objetivos

O monitoramento da ictiofauna pretende determinar: 1) o grau de compartimentação natural entre as populações de peixes de montante e jusante da cachoeira de Santo Antônio; 2) o grau de compartimentação artificial entre as populações de peixes de montante e jusante da barragem; 3) o papel dos canais (furos e paranãs) da margem direita do rio Jari e do rio Pacanari como vias para transposição da cachoeira de Santo Antônio e da barragem da UHE Santo Antônio do Jari, a subida e descida ativa de peixes e a descida passiva larvas e sua atuação durante a operação da UHE Santo Antônio do Jari, antes e depois do empreendimento; 4) as alterações sobre as populações de peixes que ocupam o segmento da bacia do rio Jari (rio principal e tributários) logo a montante da barragem, no trecho que será transformado no reservatório da UHE Santo Antônio do Jari; 5) as alterações sobre as populações de peixes do rio Jari logo a montante do reservatório; e 6) as alterações sobre as populações de peixes do rio Jari logo a jusante da barragem.

Os objetivos específicos deste Programa são:

- Gerar informações que permitam acompanhar as transformações das comunidades de peixes e da pesca no rio Jari, em decorrência da interferência direta nesse rio através da implantação da UHE Santo Antônio do Jari.
- Caracterizar e monitorar a atividade pesqueira e todas as suas interfaces (comercial, subsistência e ornamental) na área estudada quanto ao esforço pesqueiro, principais locais e métodos de pesca empregados, composição específica das capturas, valor econômico e social do recurso pesqueiro utilizado pelos habitantes da região;
- Subsidiar a elaboração de medidas mitigadoras aos impactos causados à ictiofauna;
- Identificar e monitorar os possíveis efeitos ambientais e sociais sobre a atividade pesqueira gerados pela implantação da UHE Santo Antônio do Jari.

11.11.3 Público-alvo

Os estudos desenvolvidos neste programa têm como alvo a comunidade científica, os legisladores e gestores dos recursos naturais e constitui-se em um documento gerencial para o planejamento da bacia do rio Jari, com dados e informações relevantes não apenas às instituições públicas e privadas envolvidas com a implantação de empreendimentos de geração de energia, mas a todas aquelas atividades que vierem a se instalar na mesma.

11.11.4 Metodologia e Descrição

As áreas a serem amostradas estarão distribuídas ao longo da região de influência da UHE Santo Antônio do Jari. Estas foram selecionadas de acordo com seu posicionamento estratégico, em conformidade com o diagnóstico e o prognóstico aqui apresentados. Serão delimitadas 11 áreas para realização das amostragens quantitativas, ordenadas de montante para jusante:

- Uma estação no rio Jari, acima do Porto de Itapeuara, a montante do limite máximo do remanso do reservatório;
- Três estações no rio Jari, aproximadamente equidistantes entre si, no trecho que será afogado pelas águas do reservatório, que hoje é dominado por corredeiras: uma situada bem a montante, uma nas proximidades da Ilha do Carrapatinho e uma nas proximidades do Porto Sabão;

- Duas estações no rio Iratapuru: uma nas proximidades da Vila de Iratapuru, em local sob influência direta das águas do reservatório, e outra mais a montante no mesmo rio, fora da área de influência direta das águas do reservatório;
- Uma estação no rio Jari, no trecho entre a barragem e a cachoeira de Santo Antônio;
- Duas estações no rio Jari, a jusante da barragem: uma no pé da barragem e outra na parte baixa, na área de influência da maré;
- Duas estações no rio Pacanari: uma no seu trecho inferior e outra no seu trecho médio baixo.

Além destas localidades, deverão ser amostrados com o auxílio de peneiras e tarrafas, em ambas as fases, os igarapés localizados na região diretamente afetada pelo empreendimento.

A caracterização da atividade pesqueira será realizada a partir de entrevistas com pescadores locais e em associações e colônias de pescadores da região; observações diretas em campo, em diferentes pontos de desembarques e de pescarias ao longo do rio.

Serão consideradas: os tipos de pescarias realizadas (comercial, subsistência ou ornamental); a quantidade média capturada por pescador ou embarcação; os tipos de embarcações utilizadas; os tipos de petrechos utilizados e as principais espécies capturadas. A importância econômica da atividade pesqueira na comunidade será estimada a partir dos valores de primeira comercialização e do preço médio das diferentes espécies nos mercados locais.

11.11.4.1 Procedimentos Durante as Coletas e em Laboratório

Nas 11 estações especificadas previamente, os peixes serão coletados com redes de emalhar de malhas 3 a 12 cm (medidos entre nós opostos). Esta amostragem é aqui definida como quantitativa. Nestas amostragens as redes de emalhar serão armadas ao entardecer e retiradas na manhã do dia seguinte. Para estimar a abundância relativa de maneira padronizada, se adotará a metodologia de captura por unidade de esforço (CPUE, do inglês “catch per unit of effort”), ou seja, a razão entre o número dos indivíduos capturados em uma determinada estação e sua massa (em gramas), a cada 24 horas, pela área da bateria de malhadeiras instaladas, expressa em metros quadrados (m²). As coletas envolvendo esforço padronizado serão experimentais, e poderão ser efetivamente implementadas a partir do enchimento do reservatório, quando o regime das águas será alterado para uma condição semi-lêntica. Nestas

estações, sempre que possível deverão ser empregados outros petrechos de pesca (tarrafas, redes tipo picaré, peneiras), como forma de complementar o inventário da ictiofauna.

Os peixes capturados serão acondicionados em sacos plásticos etiquetados, separados por estação, tipo de ambiente, artefato de pesca e malhas. Após este procedimento todos os exemplares serão acondicionados em recipientes apropriados e fixados em formalina 10%.

Em laboratório, todo o material será lavado e conservado em solução de álcool etílico a 70° GL. Todos os exemplares capturados através das redes de espera serão identificados, etiquetados e posteriormente pesados e medidos (comprimento padrão). O material será depositado nas coleções do Instituto Nacional da Amazônia, Manaus (INPA), do Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo, São Paulo (MZUSP) e do Laboratório de Ictiologia de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto (LIRP), que são instituições comprometidas com o projeto e detentoras de renomadas coleções ictiológicas aptas a receber o material.

Para análise da dieta, deverá ser seguida a metodologia de Knöpell (1970), e os seus conteúdos serão identificados até a categoria taxonômica mais inferior possível. Os conteúdos estomacais serão analisados pelo método da frequência de ocorrência, onde o número de peixes que contêm determinado item é expresso como porcentagem do total de peixes examinados com conteúdo (Bowen, 1992). As guildas alimentares serão definidas a partir dos itens percentualmente dominantes nas dietas. Para análise dos aspectos reprodutivos, o reconhecimento do sexo e dos estádios de maturação gonadal será feito através de observações diretas sob estereomicroscópio (análise macroscópica). A classificação dos estádios gonadais deverá seguir Vazzoler (1981, 1996). Para análise molecular, serão selecionadas três espécies de peixes migradores (por exemplo, *Cyphocharax cf. spilurus*, *Hemiodus unimaculatus* e *Prochilodus nigricans*) e três espécies de peixes não migradores (*Baryancistrus sp. 2*, *Hemiancistrus sp. 1* e *Geophagus cf. surinamensis*), relativamente abundantes e comumente encontradas acima e abaixo da cachoeira de Santo Antônio. Para cada espécie uma amostra de cerca de trinta indivíduos será coletada a montante e a jusante da cachoeira, totalizando cerca de 360 amostras. Cinco exemplares de cada espécie e localidade serão fixados em formol 10%, conservados em álcool 70% e depositados nas coleções do Laboratório de Biologia e Genética de Peixes do Instituto de Biociências, UNESP, campus de Botucatu com espécimes-testemunho, os demais exemplares serão amostrados e, se possível, devolvidos ao ambiente.

As seqüências de DNA obtidas serão alinhadas usando-se o editor ClustalW (Thompson *et al.*, 1994). Para inferir as relações entre os haplótipos serão utilizadas análises de máxima parcimônia (MP) com o programa PAUP* 4.0b10 (Swofford, 2002). Para construir as árvores de haplótipos (*network design*) com base na conexão de máxima parcimônia entre dois haplótipos, será utilizado o programa TCS versão 1.06 (Clement *et al.*, 2000). O grau de divergência genética entre as populações será estimado pelo índice Φ_{ST} (índice utilizado para dados de mtDNA, análogo ao F_{ST} ; Excoffier *et al.*, 1992), com o auxílio do programa Arlequin v. 2.0 (Schneider *et al.*, 2000). A significância estatística dos valores de Φ_{ST} será testada através de 1000 permutações. Os valores estimados de Φ_{ST} entre pares de populações serão utilizados na análise de isolamento por distância e no teste de Mantel, realizado pelo programa Arlequin empregando-se 1000 permutações. O programa Arlequin será empregado também para investigar a história demográfica das populações através da análise de distribuição de diferenças par a par (análise de *mismatch*) das seqüências mitocondriais. Os intervalos de confiança serão obtidos através de um *bootstrap* paramétrico e da comparação da soma dos quadrados dos desvios entre as distribuições observadas e esperadas. Os gráficos referentes às distribuições de *mismatch* serão gerados pelo programa DNAsp v. 4.0 (Rozas *et al.*, 2003).

Para se embasar numericamente as observações ecológicas, serão utilizados os seguintes parâmetros:

- **Riqueza (S).** Número total de espécies observadas na comunidade.
- **Frequência,** que consiste na proporção de indivíduos de uma espécie em relação ao total de indivíduos da amostra, conforme a fórmula:

$$p_i = \frac{n_i}{N}, \text{ onde } n_i = \text{número de indivíduos da espécie } i \text{ e } N = \text{total de indivíduos da amostra.}$$

- **Índice de Shannon (H'),** que mensura o grau de incerteza em prever a que espécie pertencerá um indivíduo escolhido ao acaso de uma amostra com S espécies e N indivíduos (Odum, 1988). Quanto menor o valor do índice de Shannon, menor o grau de incerteza e, portanto, a diversidade da amostra é considerada baixa. A diversidade tende a ser mais alta quanto maior o valor relativo do índice. O Índice de Shannon (H') é calculado através da seguinte fórmula:

$$H' = -\sum_{i=1}^S (p_i \ln p_i), \text{ onde } p_i = \text{frequência de cada espécie, para } i \text{ variando de 1 a } S \text{ (Riqueza).}$$

Para as comparações qualitativas e quantitativas entre as diferentes áreas no Rio Jari serão feitas análises do tipo “cluster”. Para explorar a similaridade entre as matrizes de dados nos diferentes períodos do ciclo hidrológico, serão consideradas a presença e a ausência das espécies, sendo estas transformadas em variáveis “dummy”, ou seja, a abundância de uma determinada variável foi transformada em uma nova variável com valor 1 (um) nas amostras em que ela ocorreu, e 0 (zero) naquelas em que ela não ocorreu. Para a realização das análises de cluster, será utilizado o programa Primer 5.0, a partir da similaridade de Bray-Curtis.

11.11.4.2 Pessoal Necessário para Implantação do Programa

Todos os técnicos de nível superior devem estar regularizados com seus respectivos conselhos profissionais e, quando de coordenação, possuir a Anotação de Responsabilidade Técnica (ART) ou Cadastro Técnico Federal (IBAMA).

Serão necessários:

Atividade	Especialidade	Ind.
Amostradores	Atividade Pesqueira	5
Análise de dados	Estatística	1
Barqueiro	Pesca	1
Coleta das amostras	Ictiofauna	3
Coordenação Geral	Ictiofauna	1
Proc. análises laboratoriais	Genética	2
Processamento de dados	Computação	2

O número de indivíduos envolvidos nas atividades expostas no quadro acima consiste em uma estimativa, podendo ser alterado de acordo com as necessidades encontradas em campo e com adaptações ou modificações logísticas.

11.11.5 Interface com outros Programas

Ações específicas decorrentes do Programa de Monitoramento da Ictiofauna e Caracterização da Atividade Pesqueira deverão contemplar as interfaces pertinentes com os seguintes programas ambientais:

- Programa de Monitoramento Limnológico e de Macrófitas Aquáticas: através do aporte de informações sobre aspectos limnológicos essenciais para manutenção de ovos e larvas e

conservação da ictiofauna e de informações sobre a ocorrência de bancos de macrófitas utilizados com local de alimentação, reprodução e refúgio da ictiofauna.

- Programa de Climato-Meteorologia e Hidro-sedimentologia: através do aporte de informações sobre o carreamento de sedimentos em suspensão, o que em situações normais são essenciais para deriva de ovos e larvas de peixes.
- Programas de Comunicação Social e de Educação Ambiental e Treinamento da Mão-de-obra: como meio de divulgação das ações planejadas e realizadas e conscientização da população ribeirinha e pescadores amadores, esportivos ou profissionais acerca da necessidade de proteção da ictiofauna, visando uma conscientização crítica sobre a problemática ambiental que envolve a ictiofauna em uma área sob impacto ambiental.

11.11.6 Responsável pela Execução do Programa

O responsável pela implementação do Programa é o empreendedor da UHE Santo Antônio do Jari.

11.11.7 Cronograma

As amostragens serão realizadas trimestralmente, com duração um ano antes da operação do empreendimento (1ª fase), continuando por pelo menos um ano após o fechamento das comportas (2ª fase). Após este período e em função dos dados obtidos, poderão ser propostos novos estudos e metodologias adicionais àquelas apresentadas neste programa.