

## ÍNDICE

<b>10.3 - Prognósticos Ambientais .....</b>	<b>1/38</b>
<b>10.3.1 - Ecossistemas Terrestres .....</b>	<b>1/38</b>
10.3.1.1 - Indicadores da Qualidade Ambiental de Ecossistemas Terrestres .....	1/38
10.3.1.2 - Indicadores de Vulnerabilidade .....	2/38
10.3.1.3 - Hipótese de Não Realização do Empreendimento .....	3/38
10.3.1.4 - Com a Implantação e Operação do Empreendimento .....	6/38
<b>10.3.2 - Qualidade da Água .....</b>	<b>10/38</b>
10.3.2.1 - Indicadores da Qualidade Ambiental de Ecossistemas Aquáticos..	10/38
10.3.2.2 - Hipótese de Não Realização do Empreendimento .....	12/38
10.3.2.3 - Condição Ambiental Atual .....	12/38
10.3.2.4 - Com a Implantação e Operação do Empreendimento .....	13/38
10.3.2.5 - Principais Processos Geradores de Alterações na Qualidade da Água.....	16/38
<b>10.3.3 - Ecossistemas Aquáticos - Ictiofauna .....</b>	<b>18/38</b>
10.3.3.1 - Hipótese de não Realização do Empreendimento - Condições Atuais .....	18/38
10.3.3.2 - Principais Parâmetros para Determinação da Qualidade Ambiental dos Ecossistemas Aquáticos.....	18/38
10.3.3.3 - Situação com a Implantação e Operação do Empreendimento - Aspectos Gerais.....	24/38
10.3.3.4 - Análise do Potencial Efeito da Implantação de Mecanismos de Transposição de Peixes.....	34/38
10.3.3.5 - Medida Compensatória Geral .....	38/38

## ANEXOS

### Anexo 1 - Matriz de Avaliação Ambiental

## 10.3 - PROGNÓSTICOS AMBIENTAIS

A partir da elaboração dos diagnósticos ambientais foi iniciada a formulação dos prognósticos ambientais para alguns aspectos avaliados com “principais” em relação às alterações mais significativas associadas ao empreendimento, que são:

- Ecossistemas Terrestres: Uso do Solo e Biota Terrestre;
- Qualidade da Água;
- Ecossistemas Aquáticos: Ictiofauna.

A identificação desses aspectos, apontado pela Avaliação de Impactos Ambientais como de maior significância, especialmente no cenário alvo, ou seja, a partir da adoção de medidas mitigatórias previstas, revelam que estes deverão ensejar maiores preocupações na avaliação da viabilidade do empreendimento. Esses aspectos também são aqui usados por aparecerem como aspectos centrais na caracterização dos impactos, conjugando em si, diversos processos e impactos.

### 10.3.1 - Ecossistemas Terrestres

#### 10.3.1.1 - Indicadores da Qualidade Ambiental de Ecossistemas Terrestres

A qualidade ambiental dos ecossistemas terrestres pode ser avaliada através de indicadores associados às características da paisagem, como grau de preservação ou mudança na cobertura e a diversidade dos habitats. A riqueza de espécies e endemismos da flora e da fauna são aspectos associados, de forte qualificação dos ecossistemas. Assim, quanto mais preservadas e maiores as áreas, maior a qualidade ambiental. Do mesmo modo, quanto maior a riqueza e abundância de espécies oportunistas, indicativo de ecossistemas em regeneração primária, menor a qualidade do ambiente.

Na área de influência direta do empreendimento aqui tratado, é destacável para os ecossistemas terrestres a presença dos ecossistemas ciliares em bom estado de preservação, a presença de ecossistemas insulares e ecossistemas associados às quedas da cachoeira de Santo Antônio.

### 10.3.1.2 - Indicadores de Vulnerabilidade

A vulnerabilidade de um ambiente em relação ao uso e cobertura do solo pode ser avaliada através da presença de ecossistemas sensíveis, raros e de extrema especificidade ambiental. Em relação à diversidade de espécies, a mesma pode ser avaliada através da ocorrência de espécies ameaçadas ou vulneráveis, espécies endêmicas, sinérgicas ou xerimbabos. Além destes, fatores que representam risco ao ambiente, como a utilização em formas e intensidade das regiões urbanizada, frequência de entrada de pessoas e animais domésticos, pressão de caça e formas de uso, também devem ser considerados.

A região do Jari confronta dois usos extremos, tendo nos centros usos urbanos, usos desse meio em diversas densidades, inclusive industriais para produção de celulose e mineração. Este uso restrito a pontos isolados contrapõe-se a ampla presença florestal na região, com zonas de exceção usada para desmatamento e pecuária, normalmente associada a eixos regionais de desenvolvimento, como ao longo das grandes estradas.

#### 10.3.1.2.1 - Condição Ambiental Atual

O rio Jari, no trecho de passagem pelo UHE Santo Antônio do Jari, serve de divisor entre o Estado do Amapá e Pará, territórios de suas margens esquerda e direita. Neste mesmo parcelamento, pode ser distinto o quadro de conservação da paisagem para a região. Enquanto na margem amapaense, município de Laranjal do Jari, menor alteração dos ecossistemas terrestres, com largos contínuos de Floresta Ombrófila, na margem paraense, em Monte Dourado, distrito de Almeirim, verifica-se um considerável estado de alteração dos ecossistemas nativos, sendo em diversos trechos, a vegetação nativa removida para uso de agricultura florestal, particularmente com espécies exóticas, como os eucaliptais da própria Jari Celulose.

No que tange a presença humana, a caracterização da ocupação também pode se dar no mesmo sentido, sendo em Monte Dourado verificada, inclusive, para além das zonas urbanas, considerável malha de acessos, em grande parte, voltadas ao manejo e colheita florestal; em Laranjal do Jari, por outro lado, verifica-se a presença do acesso urbano quase que restrito à BR 156, com pouquíssimas vias rurais para além desta via.

Particularmente próximo à zona de construção da barragem propriamente dita, esse padrão de ocupação também se repete, em menor escala, estando presente na margem esquerda, a vila de Iratapuru e Santo Antônio, comunidades compostas por não mais que 60 residências.

Com economia basicamente voltada ao extrativismo de Castanha do Pará a comunidade tem para uso a Reserva de Desenvolvimento Sustentável do Rio Iratapuru. De forma geral, a ocupação nas vilas Santo Antônio, Iratapuru e Padaria não chega a ser responsável por alterações significativas na cobertura do solo nesta margem, que se mostra mais íntegra por largas extensões.

Na outra margem, no local pretendido para a construção do canteiro de obras e movimentações de terras para a construção das enscadeiras, as terras, originalmente ocupadas pela mata, mostra-se já em diversos pontos, ocupada por plantios florestais ou mesmo terras desocupadas.

A região do Jari possui ecossistemas terrestres muito preservados, com poucas mudanças na cobertura vegetal e grande diversidade de habitats. A riqueza de espécies e endemismos da flora e da fauna são importantes aspectos associados a essa paisagem e bons qualificadores dos ecossistemas, embora não ocorram espécies exclusivas da área.

Localmente, a paisagem da região do Jari é diversificada, com predomínio de formações vegetais como as florestas densas de terra firme e florestas densas sub-montanas, florestas aluviais, formações de ilhas e reofíticas.

O levantamento de fauna do EIA demonstra que a área de influência do empreendimento possui qualidade ambiental relativamente boa. A alta diversidade de espécies e a ocorrência de espécies típicas em áreas de vegetação primária, como roedores arborícolas, primatas e carnívoros, indicam que a área está em bom estado de conservação. Por outro lado, o registro de espécies que possuem grande adaptação ao ambiente urbanizado ou de áreas degradadas indica que a área está submetida a pressões antrópicas, como a caça, o desmatamento e a fragmentação causada pelo cultivo de eucalipto.

Embora espécies endêmicas, ameaçadas e vulneráveis à extinção estejam presentes na área, estas espécies não são exclusivas, sendo encontradas em outras localidades e/ou regiões.

### **10.3.1.3 - Hipótese de Não Realização do Empreendimento**

#### **10.3.1.3.1 - Situação Médio/Longo Prazo**

A tendência estratégica do sistema elétrico brasileiro apóia-se, hoje, fortemente na geração hidrelétrica e conta para sua ampliação com os grandes aproveitamentos da Amazônia, a exemplo das hidrelétricas do rio Madeira. Na perspectiva energética nacional, essa região cresce em importância, pois, reduz as oscilações da sazonalidade pluviométrica, da qual depende a

geração hidrelétrica. Neste balanço, a produção na Amazônia complementa a produção nacional, mantida fortemente pelas hidrelétricas do sul, sudeste e nordeste brasileiro.

Para controle do balanço da produção energética nacional, favorecida pelas dimensões continentais brasileira, a expansão da malha transmissão tem recebido pesados investimentos visando à interligação das grandes regiões geradoras. A interligação plena da transmissão da energia elétrica nacional propiciará uma melhor gestão dos níveis hidrológicos dos reservatórios.

Neste plano, embora reduza de forma significativa, não excluirá, entretanto a produção termoelétrica, que passará a ser usada de forma complementar e reguladora das oscilações climáticas e sazonais.

Na região do Jari, hoje, a demanda das cidades como Laranjal do Jari e Vitória do Jari (AP), e Monte Dourado, distrito de Almeirim, São Miguel e Munguba (PA) e localidades do interior ou mesmo industrial como a da Jari Celulose, da CADAM Mineração e Mineração Santa Lucrecia, instaladas na localidade de Munguba é totalmente atendida por sistemas locais, baseados em unidades termoelétricas à diesel, isoladas do sistema nacional.

O custo do serviço de fornecimento de energia termoelétrica é alto, o que eleva o custo da energia na região. A infra-estrutura de transmissão não é eficiente, sendo deficitária tanto na rede de cobertura quanto em relação à estabilidade do sistema. Tal situação é um dos impeditivos para a universalização do serviço na região e à própria expansão da oferta de energia. Esse déficit energético tanto para os centros urbanos quanto no interior, tanto para o consumo residencial quanto industrial, limita o crescimento econômico na região. O desenvolvimento econômico é, nos modelos em andamento, processo fortemente associado às pressões sobre os ecossistemas nativos, que na Amazônia repercute quase que inevitavelmente em desmatamento.

À exceção daquelas áreas sobre posse da Jari Celulose, as terras da região, no geral, não são providas de controle patrimonial, especialmente nos municípios de Laranjal do Jari e Vitória do Jari, onde estão fortemente sujeitas a pressões populacionais, produtivas e extrativistas.

Se considerado a hipótese de não construção da UHE Santo Antônio do Jari, e considerando a estratégia energética nacional, duas tendências podem ser desenhadas para o Vale do Jari: Uma, onde se manteria a produção termoelétrica atual, movidas a diesel, isolada, destinada a abastecer a produção local, e outra, onde a energia chegaria por meio da implantação do Sistema Tucuruí-Macapá-Manaus responsável pela interligação da região ao SIN - Sistema

Interligado Nacional. Se a região for interligada, a tendência é que a produção termoeletrica atual da região, não seja totalmente desativada, mas seja passada para um status complementar.

Isto não obstante, ainda considerando a não implantação da UHE Santo Antônio do Jari, a interligação dos sistemas elevará a demanda por energia no SIN ao agregar o mercado da região norte, sem, contudo, ampliar de forma equivalente a oferta de energia. Assim, restaria aumentado o risco associado ao fornecimento de energia em todo o País bem como impediria uma gestão mais eficaz dos níveis de reservatório especialmente no período seco nas regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste.

A produção termoeletrica apresenta riscos e impactos de diversas fontes: No transporte do combustível, realizado na região através de balsas, é sempre presente o risco de acidentes hidroviários, riscos de contaminação dos corpos hídricos por vazamento, riscos de explosões, incômodos por dispersão de poluentes e aumento do tráfego de balsas no rio.

Na produção estão presentes os impactos inerentes a queima de combustível fóssil, como a liberação de CO<sub>2</sub> e gases associados ao efeito estufa, NO<sub>x</sub>, SO<sub>x</sub> e CH<sub>4</sub>. A precipitação de compostos de N e SO tendem a acarretar efeitos associados à chuva ácida, com consequências à vegetação, solos e corpos hídricos.

Considerando a hipótese de não realização do empreendimento, pode-se esperar a manutenção das tendências de redução da qualidade ambiental local em função das pressões antrópicas tradicionalmente presentes, mais voltadas ao uso dos recursos naturais. Estas pressões são diretamente relacionadas ao crescimento populacional e à exploração da área de entorno para a plantação de eucalipto e produção mineral, assim como do desmatamento para extração de madeira e expansão da pecuária. Deste modo, espera-se que com o crescimento populacional, o desmatamento venha a aumentar, seguindo a tendência da expansão da pecuária e áreas cultivadas.

### 10.3.1.4 - Com a Implantação e Operação do Empreendimento

#### 10.3.1.4.1 - Impactos Gerados pelo Empreendimento

Aos ecossistemas terrestres, e conseqüentemente às diversas guildas associadas, são esperados com a realização do empreendimento, impactos imediatos diretamente e principalmente associados à formação do reservatório e a Médio e Longo Prazo associados intensificação da economia local, deflagrada pela chegada do empreendimento.

Na formação do reservatório, serão afetadas zonas de Floresta Ombrófila Densa, em particular a faixa riparia parcialmente ou plenamente inundável. Grande parte dessa área deverá ser limpa para o enchimento do reservatório, devendo para tanto ter a vegetação suprimida. Outras faixas da zona marginal sofrerão com o novo regime hidrológico imposto pela barragem.

As espécies que compõem as comunidades riparias, sejam da flora ou da fauna, embora tenham alguma tolerância a inundações, não necessariamente virão a suportar o novo regime hidrológico, seja por causas relativas a fisiologia individual, seja, como população, pela falta de sincronia dos episódios de reprodução.

A alteração das condições ecológicas básicas deve não só prejudicar a presença das espécies originalmente adaptadas ao regime de cheia e vazante, mas também favorecer a chegada de novas espécies, destacadamente espécies oportunistas, beneficiadas pelas novas condições ambientais. A nova sucessão ecológica deflagrada pelo novo regime fluviométrico e, de certa forma, sedimentar, pode levar a uma modificação na composição florística dessas áreas inundadas.

Em faixas mais distantes das novas margens, a mudança na cota do lençol freático e o encharcamento do solo, tende a provocar alterações na estrutura e funcionamento do solo, alterações que tendem ampliar as zonas de sucessão de espécies.

Alterações nas condições ecológicas levam de maneira genérica, a rearranjos de espécies que frequentemente favorecem a presença de espécies oportunistas e abundantes em detrimento de espécies especialistas e normalmente raras. A volta a antiga composição taxonômica é lenta e incerta.

A alteração dos habitats é impacto que ocorrerá, concentrando-se especialmente na área diretamente impactada, ou seja, o reservatório e não pode ser evitado, devendo ser monitorado para antecipação de repercussões críticas.



Ainda que muitas espécies da fauna terrestre dependam direta ou indiretamente de áreas impactadas pelo empreendimento, seja como sítio para reprodução ou fonte de recursos, a maioria das espécies listadas para biota local não representam espécies raras e ou ameaçadas de extinção. Desta forma, pode-se colocar que a redução de habitat imposta não será limitante para a preservação da fauna local, principalmente se considerado os largos contínuos de vegetação similar a montante da barragem.

Entretanto, pode-se perceber que haverá perda de habitats específicos, tais como as zonas ripárias já mencionadas, mas principalmente os ecossistemas insulares e das cachoeiras. Embora esses ambientes ocorram ao longo de toda a bacia montante do rio Jari, destaca-se que esses ecossistemas tendem a apresentar alguma especificidade, ainda que a amostragem da fauna nessas áreas, descritas no diagnóstico, não tenham demonstrado diferenças importante em relação a amostragem do contínuo florestal.

Para os quelônios, a alteração do hábitat não deverá implicar em perdas significativas, uma vez que com o enchimento do reservatório, habitats serão deslocados e substituídos.

No caso das espécies de mamíferos de médio e grande porte, por possuírem área de vida relativamente grande associado a uma pequena área inundada e a continuidade e grau de preservação da vegetação das áreas de entorno, o impacto esperado pela supressão da vegetação sobre estas espécies será provavelmente de pequena magnitude e embora, cause algum grau de fragmentação de habitats, pode-se esperar que este não resultará em perda de espécies.

Nas ilhas, as únicas duas espécies de mamíferos terrestres encontradas, mucuras e mucurinhas, são sinantrópicas, generalistas e abundantes em toda a região.

Com a elevação do nível d'água prevista a partir do enchimento de reservatório, a área possivelmente utilizada pelas lontras como abrigo não deverá ser substancialmente afetada. Os impactos mais expressivos relacionados ao grupo são aqueles consequentes de alguma alteração na composição ou abundância da ictiofauna, principal fonte alimentar para as lontras e cetáceos.

Adicionalmente, impactos de longo prazo podem ser representados por pressões associadas à presença humana mais efetiva na região, com aumento da circulação de pessoas, maquinário pesado, intervenções diretas sobre os recursos hídricos e sobre as áreas próximas ao canteiro, com supressão vegetal, abertura de áreas de empréstimo etc., deverão ser verificadas pressões adicionais sobre os ecossistemas terrestres marginais.

A circulação de máquinas, veículos e equipamentos, algumas de grande porte, com geração de vibrações é pressão adicionada ao ambiente que poderá repercutir na fuga da fauna.

A sinergia, presente neste impacto, corrobora-se pela presença de outros fatores também determinantes para perda de abundância, tais como a circulação de trabalhadores, a caça praticada na região e demais fatores de pressão sobre os ecossistemas terrestres.

A perda de habitats é impacto de caráter irreversível, valendo destacar que as medidas mitigatórias estão relacionadas aos Programas de Conservação da Flora, bem como de Monitoramento e Resgate da Fauna.

#### 10.3.1.4.1.1 - Espécies Ameaçadas

##### Aves

Nenhuma das 361 espécies de aves registrada em levantamento (379 listada em bibliografia) está classificada em alguma categoria de ameaça de extinção na lista global ou nacional de espécies ameaçadas. Setenta e cinco espécies de aves foram categorizadas como sinérgicas e ou xerimbabos e dentre essas, o tráfico internacional ameaça 25 espécies (CITES)

Onze espécies foram registradas como endêmicas da Área de Endemismo das Guianas, que se estende a adjacência oeste da Amazônia Central, ao norte do rio Amazonas, sendo ainda registradas 31 espécies migratórias.

Mais de 85% das espécies registradas são comuns ou razoavelmente comuns, quando se leva em consideração a abundância local, sendo duas espécies localmente raras (segundo categorização de Stotz *et al.* 1996 e Cohn-Haft *et al.* 1997).

A maioria das espécies registradas (70%) ocorre em habitats de terra firme, florestas secundárias e matas inundáveis e poucas (5%) são típicas de terra firme, associadas principalmente às margens ou às ilhas abaixo das cachoeiras, em locais mais próximos e/ou contínuos com mata de terra firme adjacente.

As regiões das margens do rio foram, tanto no período de estiagem como no de chuvas, inclusive as ilhas durante a estiagem, responsáveis pela maior abundância e riqueza de espécies. Em todos esses casos a abundância e riqueza foram maiores que os mesmos atributos das ilhas durante o período de chuvas.

## Mamíferos

Dentre os Mamíferos Não Voadores, sete ordens, contendo 21 famílias e 48 gêneros e totalizando 56 espécies foram registradas para os mamíferos não voadores. Na região da Cachoeira de Santo Antônio particularmente, registraram-se 47 espécies na primeira expedição e 36 na segunda campanha.

Dentre estas, vinte foram pequenos mamíferos, tendo sido sete espécies de marsupiais e onze de roedores, tendo na margem do estado do Amapá, maior número de espécies (16), contra 10 espécies no estado do Pará. Nas ilhas foram encontradas seis espécies.

Entre os mamíferos de médio e grande porte, os primatas foram as espécies mais frequentes, sendo o mico-de-cheiro (*Saimiri sciureus*), o sagui mão-de-ouro (*Saguinus midas*) e o macaco-prego (*Cebus apella*), nesta ordem, os mais registrados durante a campanha de seca. Das 56 espécies registradas neste estudo após as três campanhas, 3 encontram-se na Lista de espécies ameaçadas do Ibama, 5 na Lista da IUCN, classificadas como vulnerável ou em perigo, e 12 na Lista da CITES

A riqueza de quirópteros para a área de influência direta da UHE quantificada em 42 espécies (25 gêneros e 4 famílias) ultrapassou a registrada para a Reserva de Desenvolvimento Sustentável do rio Iratapuru, na área influencia indireta, com 40 espécies, estudadas com esforços amostrais similares. Assim, apesar de não ser uma área protegida legalmente, a alta diversidade da área estudada equipara-se a aquela de uma Unidade de Conservação.

As duas campanhas realizadas na área de influência direta alcançaram 295 indivíduos, 36 espécies, e destas 15 são consideradas raras para o estudo. Na Área de Influência Indireta, os esforços resultaram em 144 morcegos, 23 espécies, sendo 8 raras.

Nos levantamentos de campo realizados foram registradas nas ilhas apenas quatro espécies não identificadas nas margens e devem ser objeto de monitoramento ambiental. Embora estas espécies ocorram em outras regiões da Amazônia, são raras em levantamentos e apenas uma delas tem registro para outro inventário na bacia do rio Jari.

Dentre as espécies vulneráveis, cinco estão presentes na lista do IBAMA e seis espécies presentes na lista da IUCN (2007). Nenhum morcego ameaçado de extinção foi registrado nas campanhas realizadas.

## Anfíbios e Répteis

A área do empreendimento possui uma das maiores riquezas de espécies de anfíbios e répteis (111) encontradas na Amazônia amapaense, estando acima do esperado para o Amapá e Pará (70 a 80 espécies por localidade, Lima 2008), ou mesmo para Amazônia (Azevedo-Ramos & Galatti, 2002). O número de espécies registrado na área da UHE Santo Antônio do Jari é ainda superior ao registrado para a RDS - Iratapuru (102). A margem esquerda mais uma vez se destaca, apresentando maior riqueza de espécies.

Anuros contribuíram com o maior número de espécies (54%), seguido pelas serpentes (24%) e lagartos (22%).

Não foi registrada nenhuma espécie endêmica para a região, porém, pela segunda vez foi realizado um registro da espécie *Leptodactylus bolivianus* no estado do Amapá. Nenhuma espécie registrada encontra-se na lista de espécies ameaçadas de extinção da IUCN ou CITIES.

### 10.3.2 - Qualidade da Água

#### 10.3.2.1 - Indicadores da Qualidade Ambiental de Ecossistemas Aquáticos

O rio Jari, no trecho estudado é representado por um ambiente lótico, influenciado mais pelas atividades naturais, determinadas pela sazonalidade e pela lixiviação de origem natural, como carreamento de sedimento pelas águas das chuvas. Em geral, os parâmetros físicos e químicos, mensurados a partir de cinco campanhas realizadas ao longo de 2007, 2008 e 2009 apresentaram valores dentro dos limites estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/2005 para as águas doces de classe 2. Exceção feita ao pH, que em algumas estações apresentaram teores ligeiramente inferiores aos limites mínimos dos estabelecidos pela legislação, condição natural do corpo d'água.

Também é relevante para qualificar as águas do rio Jari, na All, a similaridade verificada na avaliação limnológica, quando comparado os trechos a montante e a jusante da Cachoeira de Santo Antônio. Nesta avaliação são considerados tanto parâmetros físicos e químicos, quanto biológicos. De mesma forma, nenhuma diferença significativa nos índices ecológicos analisados, acima e abaixo da queda, pôde ser identificada nas análises *in loco*.

Do ponto de vista ecológico, a herança estrutural e tectônica dos antigos terrenos pré-cambrianos do Escudo das Guianas fornece condições próprias para compor uma rede

hidrográfica bastante particular, descrita como de moderada a acentuada declividade do terreno, leitos amplos e rasos, com fundo predominantemente rochoso, pouco transporte e deposição de sedimento, ocasionando drenagens com águas claras, rápidas, bem oxigenadas e temperaturas moderadas a frias. Estas são as características dominantes no rio Jari acima da Cachoeira de Santo Antônio.

Imediatamente a jusante da referida queda d'água, nota-se uma transição rápida para uma drenagem típica da planície de deposição amazônica, com relevo baixo e plano, águas lentas, profundas e turvas.

Alterações na qualidade da água geradas pelo processo de lançamento de efluentes domésticos e industriais são esperadas, em adição para a All. Essas alterações são decorrentes da falta de tratamento de esgoto, que pela ausência na cidade de Laranjal do Jari, é lançado *in natura* no rio. A presença dos “beiradões”, bairros sobre palafitas que se instalam nas margens do rio Jari, são elementos marcantes na composição da estrutura social local. O lançamento direto de esgotamento sanitário dessas comunidades nas águas, imediatamente abaixo das casas, e a dependência dos fluxos dos rios para eluição dos resíduos torna crítica a qualidade da água nas proximidades em momentos de baixa vazão.

Agressões dessa ordem deflagram alterações em diversas variáveis do corpo hídrico, inclusive alterações de caráter progressivo. As consequências que se manifestam em distintos processos, repercutem em conjunto diretamente na qualidade da água. Dentre os parâmetros mais vulneráveis às alterações do fluxo hidrológico estão àqueles relacionados à taxa de renovação das águas, com reflexos na concentração de nutrientes, luminosidade, particulados em suspensão, odores, etc.

Os ecossistemas são também sensíveis os impactos no equilíbrio físico e químico da água e na produtividade do corpo hídrico, aspectos estes que se apresentam intrinsecamente associados aos ecossistemas aquáticos, e repercutem indiretamente na qualidade de vida das populações ribeirinhas baseadas na economia de pesca.

### 10.3.2.2 - Hipótese de Não Realização do Empreendimento

### 10.3.2.3 - Condição Ambiental Atual

A vulnerabilidade do corpo hídrico pode ser medida na região da AII da UHE Santo Antônio do Jari diretamente através dos parâmetros de qualidade para águas doces, correspondentes a Classe 2 da Resolução CONAMA nº. 357/2005.

A presença de concentrações de nutrientes acima dos limites permitidos para águas de classe 2 é esperada para as proximidades de Laranjal do Jari. Este impacto tende a se agravar, em momentos de baixa vazão, repercutindo em locais mais a jusante. A marcante presença industrial na região, com a Jari Celulose e a CADAM, elevam a possibilidade de alteração da qualidade da água pela prática de uso de grandes tanques de decantação próximo as margens do rio, que elevam a possibilidade de contaminação, ainda que vazamentos não tenham sido detectados. Tanto impactos de origem urbana, quanto de origem industrial, tendem a intensificar-se com o processo de desenvolvimento econômico e crescimento demográfico.

#### 10.3.2.3.1 - Situação Médio/Longo Prazo

No cenário tendencial, considerando o médio e longo prazo, com vistas aos processos ambientais adversos já implantados na região, associados com repercussão na biota aquática, destaca-se a descarga de esgoto não tratado e potencial lançamento de poluentes originários no transporte de combustível para termoelétrica ou efluentes industriais da produção de celulose. Estes processos estão instalados de forma pontual na região, a jusante do futuro empreendimento, nas proximidades de Laranjal do Jari e Monte Dourado.

Nesse cenário, está presente o crescimento demográfico de Laranjal do Jari, sem indícios atuais de implementação eficiente de tratamento de efluentes urbanos, agravando neste sentido o quadro desse impacto.

Com aumento da carga de nutrientes, resultante do lançamento de efluentes urbanos, é esperado o aumento da turbidez, redução da penetração da luz e queda na oxigenação, parâmetros dentre outros, afetados pelo aumento da produtividade em resposta.

Também em sentido ascendente, tem-se o aumento do risco de lançamento de poluentes industriais em decorrência do aumento da atividade econômica. Nas proximidades das unidades industriais são verificados diversos tanques de decantação de rejeitos que, embora não

apresentem evidentes sinais de extravasamento, elevam o risco de acidente na medida em que intensificam as atividades econômicas na região.

Em paralelo à indústria local, está presente a termoelétrica movida a diesel que abastece a comunidade e a indústria local. O uso do rio para transporte do combustível eleva o risco de contaminação dos corpos hídricos, sendo este um impacto que tende a agravar o quadro de risco no cenário tendencial futuro.

Dentre as presentes, a indústria de celulose e a mineração de caulim, ambas geradoras de efluentes, como atividade inserida na economia local, seus impactos não repercutem em crescimento ou queda diretamente com a chegada da hidrelétrica, apontando em qualquer caso para um agravamento das condições ambientais adversas no futuro.

#### **10.3.2.4 - Com a Implantação e Operação do Empreendimento**

Conforme já apresentado nos estudos ambientais anteriores (Leme, 1987), espera-se mudanças pouco significativas na qualidade da água, tendo em vista as características gerais da usina que apresenta um reservatório de pequenas dimensões e tempos de residência bastante reduzidos que apontam, nos termos da Resolução CONAMA nº. 357/2005, para um reservatório classificado como lótico a intermediário durante aproximadamente 99% do tempo.

Adicionalmente, posto o regime de operação a fio d'água, serão reduzidas as possíveis alterações limnológicas em decorrência do represamento da água, que na maioria dos grandes represamentos de águas resultam na desestruturação da comunidade aquática.

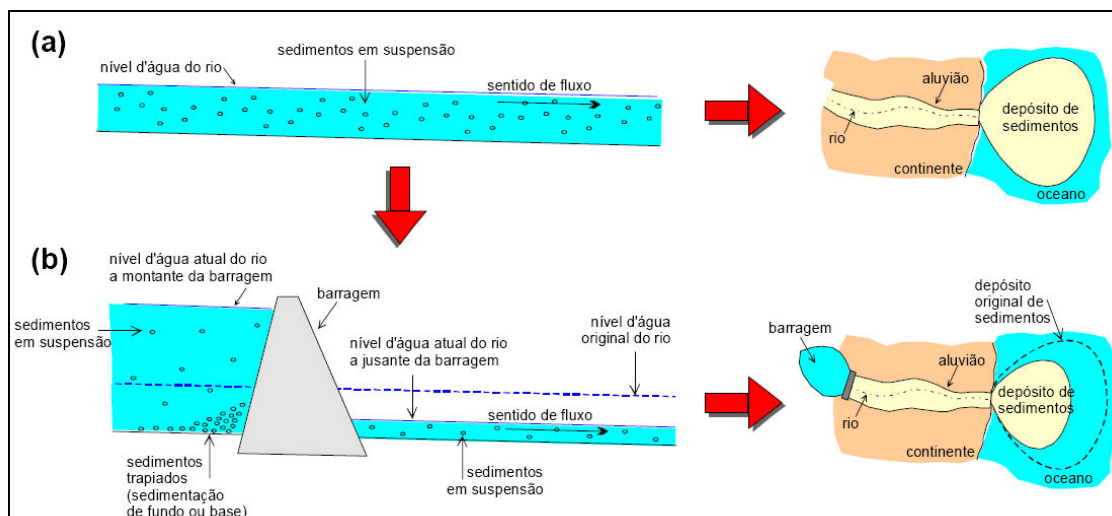
Dentro da linha de mitigação dos potenciais impactos causados pela construção da UHE Santo Antônio do Jari, a usina hidrelétrica teve o seu projeto revisto para ser um represamento do rio, com barramento de pequena altura, sem reservatório de acumulação e principalmente preservando a Cachoeira de Santo Antônio.

Sendo a composição de nutrientes do corpo hídrico um fator determinante das comunidades bióticas que aí residem, desde o plâncton até os peixes, aves e mamíferos aquáticos, a exemplo das ocorrências locais das lontras e ariranhas, é de grande relevância também as perspectivas de manutenção dos fluxos, propiciada pelo modelo de barramento proposto. A manutenção do fluxo permanente reduzirá efeitos de acúmulo de sedimentos e nutrientes a montante do barramento, em detrimento da escassez desses a jusante.

### 10.3.2.4.1 - Situação Tipo: Reservatório

Inicialmente, de uma forma geral, em estudos sobre a redução da velocidade e vazão dos rios, observa-se uma imediata modificação na descarga de sedimentos, que traz efeitos para reservatórios e para trechos à jusante. O fluxo das descargas sólidas diminui a jusante de barramentos (**Figura 10.3-1**), o que pode acarretar em modificações no curso dos rios, caso este volume de sedimentos, agora retido no lago das barragens, não seja compensado pelas degradações das margens nas bacias, causando um desequilíbrio entre erosão e deposição, e tornando os processos erosivos nas áreas a jusante mais preponderantes.

Convém salientar que a dinâmica do transporte de sedimentos pela descarga sólida dos rios é ditada por diversos parâmetros como a intensidade, duração e frequência de ocorrência das chuvas que geram escoamentos superficiais altos, proteção das margens de toda a drenagem e outros. Em décadas com muitos eventos chuvosos, com volumes precipitados de vulto, é de se esperar que tenham sido transportados maiores volumes de sedimentos.



(modificado de: [http://www.cprm.gov.br/recife/singre/rec\\_hidricos.pdf](http://www.cprm.gov.br/recife/singre/rec_hidricos.pdf); Autores: C. E. Arraes/W. D. C. Filho).

**Figura 10.3-1 - Representação das alterações do fluxo e deposição de sedimentos antes (a) e após (b) um barramento de rio (Autores: C. E. Arraes/W. D. C. Filho).**

A operação de reservatórios é uma das principais atividades a serem desenvolvidas quando da entrada em operação de empreendimentos hidrelétricos. O bom manejo dos reservatórios é de importância estratégica para o meio ambiente e também para a sustentabilidade dos projetos, dado que um dos principais produtos a serem gerados pela barragem é a água de boa qualidade.



O processo de eutrofização, bem como a preservação da vida aquática e do nível de oxigênio tem como uma das suas variáveis o tempo de retenção nos reservatórios que é função da operação. O monitoramento ambiental das áreas representa a garantia de uma boa qualidade da água à jusante da barragem.

No caso específico da UHE Santo Antônio do Jari, o reservatório será operado a fio d'água e apresentará tempos de residência bastante reduzidos. Em 51% do ciclo hidrológico, o tempo de residência esperado é inferior ou igual a 2 dias e o reservatório permanece qualificado como lótico. O reservatório pode ser considerado lântico em apenas 1% do tempo e intermediário nos 48% remanescentes.

A degradação da qualidade da água é possível de ocorrer em quase todas as ações da implantação da obra. Porém, o nível de degradação pode ser controlado sem assim prejudicar a qualidade da água.

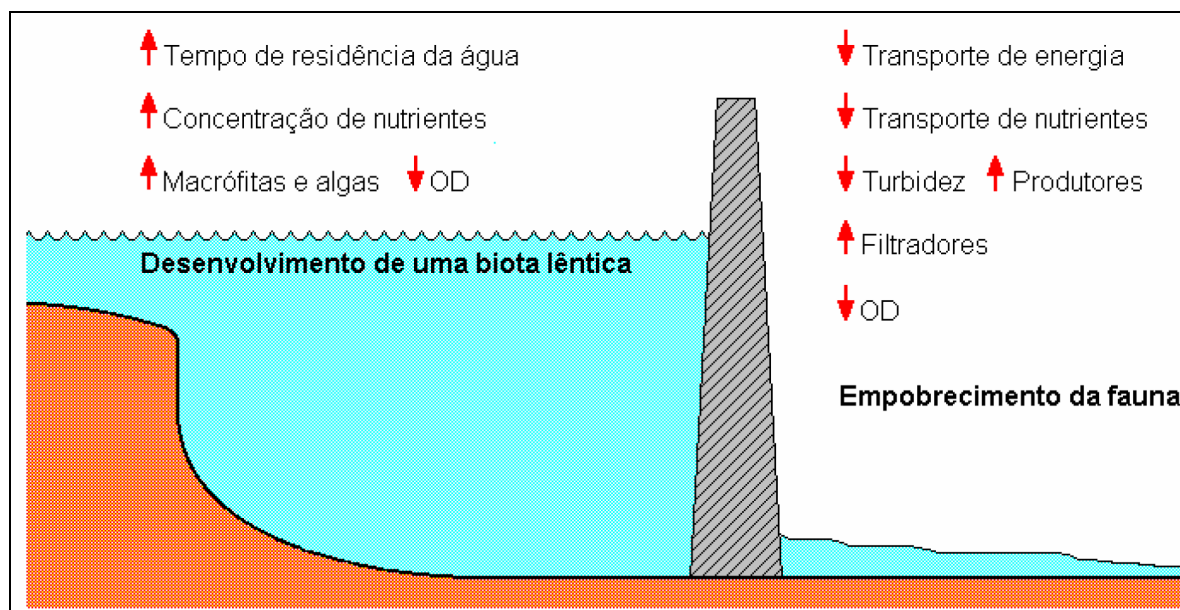
A fase de construção resultará em desmatamentos com movimentos de terra que expõem o solo a erosão com carreamento para os fundos do vale e para o rio principal. Desta forma, há a possibilidade de assoreamento da calha de escoamento e de alteração da qualidade da água, em especial devido ao aumento de turbidez e de sólidos em suspensão.

Neste sentido, cumpre ressaltar que os estudos sedimentológicos elaborados para a UHE Santo Antônio do Jari apresentam retenção bastante reduzida de forma que a vida útil prevista para o reservatório foi calculada como sendo superior a 1.000 (mil) anos.

O enchimento do reservatório caracterizar-se-á pelo início da etapa de operação. Este representa uma mudança significativa de todo o contexto e a qualidade da água tem uma mudança intrínseca. A presença de vegetação na área inundada pode interferir fortemente na mudança da qualidade da água, podendo inclusive passar para um estágio não desejável, com a presença excessiva de matéria orgânica, que ao se decompor, irá interferir novamente na qualidade da água, com depleção do nível de oxigênio dissolvido, acidificação da água e posterior crescimento excessivo de algas e macrófitas (**Figura 10.3-2**). A fim de evitar a degradação da água, uma das obrigações do empreendimento é o desmatamento da área a ser inundada antes de iniciar o enchimento do reservatório.

A qualidade da água no trecho de jusante (**Figura 10.3-2**) ficará condicionada aos níveis e qualidades observados no corpo do reservatório, principalmente na porção do lago situada próxima ao eixo. Neste sentido, tendo em vista que a qualidade ambiental do trecho a montante

do barramento da UHE Santo Antônio do Jari, a elevada preservação da mata ciliar bem como a ocupação insipiente de montante, contribuem para o reduzido lançamento de efluentes e aportes de nutrientes, condicionando as principais alterações na qualidade da água ao carreamento de matéria orgânica proveniente da decomposição florestal.



(modificado de: <http://eco.ib.usp.br/lepac/bie314/Reservatorios.pdf>).

Figura 10.3-2 - Representação das consequências principais do represamento de um rio.

### 10.3.2.5 - Principais Processos Geradores de Alterações na Qualidade da Água

#### ▪ Aspectos Potencializadores de Alterações

O barramento de um rio proporciona alterações no regime hidrológico, iniciando diversos processos distintos, muitos deles, progressivos de alterações de um grande número de variáveis ambientais, cuja consequência se manifesta em alterações na qualidade da água. Tais variáveis, ou parâmetros, podem ser exemplificados como alterações na temperatura, composição química, estado físico-químico, concentração de nutrientes, transparência, sedimentos, vazão, etc.

Entre os principais efeitos observáveis em barramentos, as alterações nos parâmetros físico-químicos e concentrações de nutrientes são aspectos que repercutem intrinsecamente nos ecossistemas aquáticos, resultando em alterações na composição biológica das redes tróficas.

Em regiões sujeitas a endemismos, tal como acusado para o Jari, a desestruturação de cadeias tróficas pode implicar alteração da comunidade, implicando consequências contrárias à preservação de espécies.

▪ Aspectos de Redução da Intensidade (características do empreendimento)

A não regularização de vazão, característica de reservatórios a fio d'água, tende a favorecer uma série de fatores dependentes da vazão do rio, aspectos tanto de ordem hidrológicas e sedimentológicas, como a retenção de partículas e sedimentos, quanto ecológicas, como a produtividade aquática e a migração de peixes. A condição do reservatório repercute também diretamente no Baixo Tempo de Residência, estimado para a UHE de Santo Antônio do Jari entre 17 horas nas maiores vazões a uma semana nos períodos mais secos. Essa particularidade tende a reduzir, junto à manutenção do fluxo, as consequências ecológicas relacionadas a barramentos, como a mudanças do estado ecológico lótico para lântico, não esperadas aqui, como a proliferação de macrófitas e vetores.

No mesmo sentido, o modelo de Adução de Fundo, com uso de queda natural para geração de energia, minimiza aditivamente a acumulação de sedimentos a montante da barragem, garantindo a manutenção do fluxo de partículas e nutrientes para os trechos a jusante.

A associação das características geográficas do rio, a condição encaixada do rio e o reservatório projetado para a cota de 30m, reduzem consideravelmente a Supressão da Vegetação do Reservatório, minimizando a área desmatada. A previsão de remoção completa da vegetação na área do reservatório reduz os impactos negativos associados a decomposição da biomassa, como a acidificação da água e a liberação de compostos e gases prejudiciais a manutenção da qualidade da água.

▪ Aspectos de Redução da Intensidade (características naturais da região)

O estado de conservação da paisagem vegetal no entorno da All da UHE de Santo Antônio do Jari, notadamente a cobertura florestal na bacia na margem amapaense, favorece amplamente a retenção de sólidos e nutrientes no ambiente terrestre, aspecto contrario a manutenção dos barramentos hidrelétricos em geral.

O baixo aporte de nutrientes é favorecido no rio na região pelas águas claras originárias das áreas florestadas do Escudo das Guianas, sendo favorável a redução de impactos relacionados ao crescimento de macrófitas, normalmente associado às áreas de remansos formadas por ocasião do represamento. Também favorável a baixa produtividade das águas do reservatório

cita-se ainda a Inexistência de lançamentos sanitários na bacia contribuinte, garantida pela ausência de aglomerados urbanos a montante do barramento.

### **10.3.3 - Ecossistemas Aquáticos - Ictiofauna**

#### **10.3.3.1 - Hipótese de não Realização do Empreendimento - Condições Atuais**

A bacia do rio Jari é, como um todo, muito bem preservada, possuindo setores virtualmente intocados (cf. Gama, 2008). No trecho em questão, sob influência potencial do empreendimento, o processo de antropização pode ser considerado tímido, com pequenas aglomerações populacionais, algumas desprovidas de saneamento básico, porém sem prejuízos detectados para a ictiofauna. A ótima condição de preservação da bacia do rio Jari se reflete na diversidade e na estruturação de suas comunidades ictiofaunísticas, com pelo menos 255 espécies documentadas neste estudo e uma grande heterogeneidade em termos de abundância e dominância. Observa-se também no local uma grande variedade de ambientes, incluindo poços, remansos com vasta vegetação ciliar, áreas de floresta inundável (igapós), bancos de areia, praias e pedrais com corredeiras. Destaca-se a presença de corredeiras com densos bancos de podostemáceas, especialmente a montante da Cachoeira de Santo Antônio (mas logo abaixo da cachoeira também), que comportam uma ictiofauna particular, adaptada a viver em águas velozes e se alimentar destas macrófitas altamente especializadas.

Considerando a hipótese de não realização do empreendimento, pode-se esperar a manutenção da situação atual de pressão sobre os ecossistemas aquáticos. Ou seja, em função do insipiente grau de ocupação local (o maior núcleo local é a Vila de Iratapuru), principalmente no trecho a montante da Cachoeira de Santo Antônio, que concentra o maior número de espécies endêmicas, associado a presença de um grande número de áreas legalmente protegidas (Unidade de Conservação de áreas Prioritárias), dificilmente se verá em um futuro próximo uma tendência de mudança desta situação já instalada a muito tempo.

#### **10.3.3.2 - Principais Parâmetros para Determinação da Qualidade Ambiental dos Ecossistemas Aquáticos**

O somatório das espécies registradas na região de Influência da UHE Santo Antônio do Jari apresentada no diagnóstico ambiental perfaz um total de 255 espécies. Esta fauna, por sua vez é estruturada de forma bastante particular quando comparada com a fauna dos demais rios amazônicos.

Do total de espécies levantadas, algumas possuem ampla distribuição por grandes extensões do Escudo das Guianas, incluindo a própria bacia do Jari, são também encontrados nos cursos médio e baixo de grandes afluentes da margem direita da porção baixa do rio Amazonas, como os Rios Xingu, Tocantins e Tapajós.

Por outro lado, a bacia do rio Jari compartilha apenas com outras drenagens do Escudo das Guianas uma ictiofauna bastante peculiar, incluindo ao menos 28 elementos exclusivos (11,0%). Ressalta-se que o Escudo das Guianas constitui uma notável área de endemismo ictiofaunístico.

Neste sentido a Cachoeira de Santo Antônio atua como uma barreira natural para o livre trânsito de peixes do rio Jari e do próprio rio Amazonas. Das espécies inventariadas para o presente EIA, 82 (33%) são encontradas exclusivamente a montante e 87 (36%) exclusivamente a jusante da Cachoeira de Santo Antônio, enquanto que 77 espécies (31%) foram encontradas tanto acima como abaixo da referida queda d'água.

Todavia, a simples presença de espécies acima e abaixo não é uma evidência imediata da ineficiência da Cachoeira de Santo Antônio como dispositivo natural para o isolamento das populações ícticas. No entanto, esse padrão pode não se dever propriamente a fenômenos de dispersão recente, mas a eventos dispersivos mais antigos do que a formação da Cachoeira de Santo Antônio.

A composição dos peixes a jusante da cachoeira, por sua vez, originalmente uma fauna de Escudo, é hoje ocupada pela ictiofauna invasora amazônica, típica de planície. Percebe-se claramente, como era de se esperar, que a região a jusante da cachoeira tem muito mais elementos amazônicos do que a região a montante da Cachoeira.

Conclui-se, portanto, que a Cachoeira de Santo Antônio atua atualmente de maneira eficiente na compartimentação da fauna do rio Jari. Uma vez que a região acima da Cachoeira de Santo Antônio preserva uma ictiofauna característica do Escudo das Guianas (embora que com alguns elementos da várzea amazônica), é possível que o setor relativamente rebaixado da margem direita do rio Jari adjacente à Cachoeira de Santo Antônio, que possibilita o trânsito dos peixes em época de cheia, seja de origem relativamente recente.

A seguir são discutidos aspectos biológicos da ictiofauna do segmento da bacia do rio Jari sob influência direta da UHE Santo Antônio do Jari que são considerados mais relevantes para valorar a qualidade de sua conservação ambiental, no cenário da atualidade.

### 10.3.3.2.1 - Fatores Biogeográficos

Conforme detalhado no Diagnóstico, a bacia do rio Jari, na região da Cachoeira de Santo Antônio, se trata de uma região importante do ponto de vista biológico. O rio Jari faz parte de uma grande área de endemismo que inclui os rios que drenam o Escudo das Guianas, incluindo os tributários da margem esquerda do rio Amazonas a partir do rio Negro até a boca do rio Amazonas (incluindo os rios Uatumã, Nhamundá, Trombetas e Jari, entre outros), e a porção baixa e média dos grandes afluentes da margem direita do Amazonas, como o Tapajós, Xingu e Tocantins. Estes rios drenam em cima de um embasamento rochoso que inclui o Escudo Guiano e parte do Escudo Brasileiro, comportando uma ictiofauna um tanto peculiar, adaptada à vida em águas rápidas, bem oxigenadas, entre outras características. Ao menos 16 espécies daquelas registradas da região em questão (6,3%) exibem este padrão de distribuição (*Agoniatés halecinus*, *Auchenipterus nuchalis*, *Boulengerella cuvieri*, *Bivibranchia cf. velox*, *Centromochlus aff. schultzi*, *Crenicichla lugubris*, *Curimata cyprinoides*, *Curimatella cf. alburna*, *Geophagus cf. surinamensis*, *Hemiodus unimaculatus*, *Hoplias aimara*, *Jupiaba polylepis*, *Poptella longipinnis*, *Prosomyelus rhomboidalis* e *Tocantinsia piresi*), mas este número deve corresponder, pelo menos, a cerca de 10% do total de espécies registradas, considerando o grande número de espécies não identificadas em nível específico.

Com a mudança de sentido do proto-Rio Amazonas, há cerca de 8 milhões de anos, no Mioceno Superior (Costa *et al.*, 2001; Lundberg *et al.*, 1998), que passou a correr para leste, a configuração de curso atual do rio Amazonas foi estabelecida e as antigas drenagens de Escudos foram por ele interrompidas. Como consequência, a ictiofauna do rio Amazonas, também detentora de várias particularidades ecológicas, sendo adaptada a um regime semi-lêntico, águas brancas com teores inferiores de oxigênio dissolvido, passou a ocupar as partes baixas das drenagens do Escudo então formadas, que se tornaram afluentes do rio Amazonas. Como exemplos, temos os representantes de grande porte das famílias de bagres Pimelodidae (por exemplo, as piraíbas, piramutabas e douradas do gênero *Brachyplatystoma*, os surubins *Pseudoplatystoma*, a pirarara *Phractocephalus hemiliopterus*, a piracatinga *Pinirampus pirinampu* e o barbado *Platynematichthys notatus*) e Doradidae (por exemplo, os cuiú-cuiús dos gêneros *Anadoras*, *Hemidoras*, *Megalodoras*, *Oxydoras* e *Trachydoras*), os curimbas *Prochilodus nigricans*) e as pescadas dos gêneros *Pachypops*, *Pachyurus* e *Plagioscion*, entre tantos outros. Como efeito deste evento, as drenagens do Escudo Guiano, situadas ao norte da calha do Amazonas, passaram a desenvolver uma história própria. Deste modo, a bacia do rio Jari compartilha exclusivamente com as outras drenagens do Escudo das Guianas ao menos 28 espécies (11,0%). No caso particular do rio Jari, mais tardiamente, esse processo de invasão das

drenagens de Escudo por parte da ictiofauna da várzea amazônica foi grandemente dificultado com a formação da Cachoeira de Santo Antônio, o que, de certa forma, preservou sua composição original a montante da referida queda d'água.

#### 10.3.3.2.2 - Endemismos

As drenagens do Escudo Guiano no Brasil estão entre aquelas mais desconhecidas de toda América do Sul, conforme é ilustrado pelo fato de que, antes deste estudo, toda informação publicada sobre a ictiofauna da bacia do rio Jari provinha apenas de um estudo recente feito na sua porção superior (Gama, 2008). Assim sendo, as perspectivas para a descoberta de novos táxons no trecho em questão da bacia do rio Jari eram muito grandes, especialmente levando-se em conta que duas espécies de peixes de porte médio, o tucunaré, *Cichla jariina* e o cuiú-cuiú *Doras higuchii*, pertencentes a grupos conhecidos por suas habilidades para se deslocarem, foram recentemente descritas como sendo endêmicas do rio Jari (Kullander & Ferreira, 2006; Sabaj Pérez & Birindelli, 2008). Essa expectativa veio a se confirmar com estudo, no qual foram identificados um gênero e 12 espécies de peixes não registradas. Entretanto, este número pode ser ainda maior, levando-se em conta que, excluindo aquelas reconhecidas como novas, das 255 espécies registradas, 89 (34,9%) não puderam ser identificadas em nível específico, devido ao desconhecimento da taxonomia dos grupos a que pertencem. Tendo em vista os dados levantados, a região em questão pode ser considerada com sendo de elevado endemismo ictiofaunístico.

#### 10.3.3.2.3 - Peixes Migratórios do Rio Jari

Uma questão biológica recorrente sobre empreendimentos hidrelétricos é efeito daninho potencial sobre as populações de peixes reofílicos que necessitam realizar migrações reprodutivas, devido ao barramento dos rios. De fato, as populações das espécies de peixes migratórias são uma das guildas ecológicas mais afetadas por represamentos e, além disso, incluem a maioria das espécies de interesse comercial, quer dos pescadores amadores e profissionais, como também das populações ribeirinhas. No presente trabalho, foram identificadas 32 espécies como sendo migradoras de longas distâncias durante o período reprodutivo. As informações de que estas espécies do rio Jari são capazes de transpor as corredeiras e quedas d'água foram baseadas em comunicações de pescadores locais e através do conhecimento do hábito migratório destas espécies ou congêneres em outros rios sul-americanos (vide Bayley, 1973; Bonetto, 1963; Bonetto *et al.* 1971, 1981; Duque *et al.*, 1998; Lima, 1986;

Agostinho *et al.*, 2004; Resende, 2004; Araújo-Lima & Ruffino, 2004). O principal obstáculo para travessia do rio Jari, na região em questão, é obviamente a Cachoeira de Santo Antônio. A transposição dessa queda d'água se dá através de canais (furos, paranãs) na margem direita do rio Jari, adjacentes à Cachoeira de Santo Antônio, e através rio Pacanari, que se conecta com os referidos canais. As espécies migradoras de médio e grande porte encontradas no rio Jari são listadas a seguir: os aracus *Schizodon fasciatus*, *Leporinus agassizi*, *Leporinus cylindriciformis*, *Leporinus fasciatus*, *Leporinus cf. maculatus*, as branquinhas *Curimata knerii*, *Curimatella cf. alburna*, *Curimatella sp.* e *Cyphocharax cf. spilurus*; pirapitinga ou caranha *Piaractus brachipomus*; o curimatã *Prochilodus nigricans*, os mafurás-da-pedra *Hemiodus unimaculatus* e *Hemiodus sp. n.*, o piracucu *Boulengerella cuvieri*, os pirandirás *Hydrolycus armatus* e *Rhaphiodon vulpinus*, os pacus *Mylesinus parashomburgkii*, *Myloplus spp. 1 e 2*, *Prosomyleus rhomboidalis*, a sardinha *Triportheus brachipomus*, os mandubés *Ageneiosus brevifilis* e *Ageneiosus cf. ucayalensis*, o mandi *Pimelodus cf. blochii*, a pirarara *Phractocephalus hemiliopterus*, a piracatinga *Pinirampus pirinampu*, o barbado *Platynemateichthys notatus*, os sorubins *Pseudoplatystoma fasciatum* e *P. tigrinum* e, ocasionalmente, de acordo com os moradores locais, a piraíba *Brachyplatystoma filamentosum*, a dourada *Brachyplatystoma rousseauxi* e a piramutaba *Brachyplatystoma vaillantii*.

Todavia, nota-se que quase a totalidade destas espécies migratórias são típicas da várzea amazônica e, especialmente no caso dos grandes bagres, são encontradas de maneira apenas esporádica no trecho a montante da Cachoeira de Santo Antônio. Assim sendo, é possível que as migrações dos peixes no rio Jari de jusante para montante da Cachoeira de Santo Antônio sejam de caráter ocasional. Observa-se também que no trecho de montante, os ambientes não são próprios daqueles peixes, típico da planície amazônica.

#### 10.3.3.2.4 - Peixes Reofílicos e Dependentes dos Bancos de Podostemaceae do Rio Jari

Ambientes de corredeiras são especialmente propensos a acomodarem uma ictiofauna bastante especializada, que está adaptada ou possui preferência por viver em rios com águas claras, com pouco sedimento, bem oxigenadas, com elevada velocidade, e com leito formado por rochas. Essas espécies, ditas reofílicas, podem ser consideradas como aquelas mais sujeitas a alterações ambientais. No diagnóstico deste trabalho, foram identificadas pelo menos 32 espécies estritamente reofílicas, com especial destaque para os cascudos (e.g. *Ancistrus spp.*, *Baryancistrus spp.*, *Hemiancistrus spp.*, *Lithoxus sp.*), os aracus (*Leporinus spp.*), bagrinhos (*Chasmocranus*, *Imparfinis*) e pacus (e.g. *Acnodon*, *Metynnis*, *Mylesinus*, *Myles*). Dada as razões



relativas à história geológica da região, a região a montante da Cachoeira de Santo Antônio possui uma maior disponibilidade de ambientes desse tipo, embora eles estejam também presentes logo a jusante da referida queda d'água, apesar da forte influência amazônica.

Algumas espécies de peixes reofílicos, especialmente aquelas das famílias Loricariidae e Heptapteridae tendem a ser sedentárias, o que em muito, aumenta a chance de se tratarem de espécies endêmicas. Dentre estas espécies, existem algumas que têm, ao menos num período do ano, nas folhas de espécies da família Podostemaceae, macrófitas aquáticas rupestres que se desenvolvem em zonas de forte correnteza na época de seca, um importante item alimentar (cf. (cf. Ferreira *et al.*, 1988; Jégu, 1992; Jégu *et al.*, 1989, 1992, 2002; Santos *et al.*, 1995, 1996; Lima *et al.*, 2005; Santos *et al.*, 1996). As regiões da Cachoeira de Santo Antônio e da Cachoeira de São Raimundo (situada no rio Iratapuru, o principal afluente do rio Jari a montante da Cachoeira de Santo Antônio) são vastamente recobertas por estas plantas, constituindo um ambiente sensível a alterações ambientais. Além de proverem alimentação direta para os peixes, os bancos de podostemáceas propiciam uma rica oferta de alimentos para as comunidades de peixes locais através do consumo das vastas comunidades de insetos que lá habitam (Odinetz *et al.*, 1998), ou mesmo pela conseqüente oferta de peixes herbívoros especialistas para o consumo de peixes piscívoros. Dentre as espécies reofílicas, as seguintes foram apontadas como herbívoras especialistas: os pacus *Acnodon senai*, *Myloplus planquettei*, *Myloplus sp. 2* e *Utiaritchthys sp.*, o aracu *Leporinus pachycheilus*, o pacu-açu *Myloplus sp. 1*, o pacu-borracha *Mylesinus paraschomburgkii*, o pacu-da-pedra *Mylesinus schomburgki*, o pacu *Myleus setiger* e o chitaú *Prosomyleus rhomboidalis*. Fora isso, os bancos de podostemáceas abrigam uma importante comunidade, composta não apenas pelos peixes que se alimentam primordialmente destas, mas por aqueles que buscam refúgio e alimentação indireta (Mol, 2002; Flausino Jr., 2008).

#### 10.3.3.2.5 - Situação Médio/Longo Prazo (Sem Empreendimento)

Conforme citado, a pesca tem importância para as comunidades locais, para consumo e comércio, e os seus sítios de maior concentração se situam nas proximidades desses núcleos populacionais, como destaque para os setores imediatamente a montante e a jusante da Cachoeira de Santo Antônio, o rio Pacanari e as imediações da comunidade de Iratapuru, na Cachoeira de São Raimundo, no rio Iratapuru.

A pesca, como realizada atualmente, não oferece qualquer impacto para a estrutura das comunidades ícticas regionais, ou mesmo para alguma espécie em particular. A qualidade da água do rio Jari, conforme documentado no EIA e resumido no item 10.3.2 - Qualidade da água,

apresenta níveis de poluição insignificantes, sem qualquer efeito deletério para sua ictiofauna. A vegetação marginal, muito importante para a manutenção da ictiofauna, apesar de suprimida em alguns poucos setores da região, não afeta a composição ictiofaunística, nem mesmo localmente. No cenário atual, sem o empreendimento, não existe nenhuma indicação de crescimento populacional anormal dos núcleos de concentração humana no futuro próximo, que acarretaria um impacto na qualidade da água se não acompanhada dos devidos procedimentos de saneamento, ocasionando um possível efeito daninho para as comunidades de peixes do rio Jari. Deste modo, não se vislumbra qualquer perspectiva de alteração das condições ambientais atuais da ictiofauna local num futuro próximo, as quais são consideradas de qualidade excelente para a ictiofauna.

### 10.3.3.3 - Situação com a Implantação e Operação do Empreendimento - Aspectos Gerais

Com relação aos organismos aquáticos, especialmente a ictiofauna, empreendimentos hidrelétricos possuem duas características especialmente relevantes para avaliação dos impactos potenciais, que são representados pela instalação de uma barreira física no rio (barragem) e a alteração na velocidade do corpo hídrico e na dinâmica de circulação da água em um determinado trecho (reservatório). Tais alterações, de uma maneira geral, provocam uma modificação das comunidades de peixes, cujos principais efeitos correlacionados são os seguintes (cf. Baxter, 1977; Balon, 1978; Sparks, 1995; Bayley, 1995; Ligon *et al.*, 1995; Balon & Holcík, 1999):

- o bloqueio dos deslocamentos de peixes migratórios pela imposição de um obstáculo artificial;
- a destruição de ambientes lóticos (corredeiras de rios, riachos tributários), que são afogados sob o lago da hidrelétrica;
- a supressão da vegetação ciliar no caso de ambientes lênticos inundados, diminuindo a disponibilidade de recursos alimentares, proteção e sítios reprodutivos e berçários para os peixes.

Todos esses fatores implicam na redução de espécies e/ou declínio populacional das populações de peixes migradores em trechos de rios em que foram estabelecidos lagos de hidrelétricas, casos que foram bem documentados na América do Sul em rios da bacia do Paraná (Northcote *et al.*, 1985; Agostinho *et al.*, 1994, 1999; Santos & Formaggio, 2000), embora muitos outros exemplos existam (*e.g.*, Duque *et al.*, 1998, sobre os efeitos de hidrelétricas na bacia do rio Orinoco sobre as populações de *Prochilodus mariae*), e mais recentemente com relação ao rio

Tocantins, onde cerca de 1/5 das espécies de peixes foi perdida (Santos *et al.*, 2006). Efeitos deletérios causados pela regulação de fluxo do rio e eliminação das grandes cheias na reprodução e sobrevivência dos peixes da planície de inundação de jusante foram estudados na bacia do rio Paraná por Agostinho *et al.* (2004), na bacia do rio São Francisco por Pompeu & Godinho (2006) e no rio Sinnamary (Guiana Francesa) por Ponton & Vauchel (1998).

Abaixo são comentados, seguindo a cronologia das obras e operação, os eventos geradores de impactos ocasionados pela implantação da UHE Santo Antônio do Jari sobre a ictiofauna do rio Jari, e as medidas mitigadoras e compensatórias propostas para os mesmos. Para efeito de facilitar a identificação dos impactos e a tomada de medidas mitigadoras e compensatórias, os impactos serão discutidos com relação às suas localizações geográficas, embora estejamos cientes de que estes, muitas vezes, se estendem por toda bacia do rio Jari.

#### **10.3.3.3.1 - Situação Tipo: Construção das Ensecadeiras e Canal para Desvio do Rio e Mortandade de Peixes**

Durante o período necessário para o lançamento das ensecadeiras, a região imediatamente a jusante de cada uma das quatro ensecadeiras planejadas terá sua vazão de água totalmente interrompida. Como consequência, serão formados poços que deverão aprisionar peixes. O volume de peixes acumulados dependerá da topografia do fundo de cada área jusante de cada ensecadeira. Na região em questão, o fundo é predominantemente formado por rochas de tamanhos variáveis, irregularmente dispostas, proporcionando um arranjo tridimensional de alta complexidade formado por um grande número de canais, passagens e locas, o que aumenta substancialmente a chance de aprisionamento de peixes. Em adição, é neste tipo de substrato que membros das famílias Loricariidae (bodós, caris), Pimelodidae e Doradidae, bem como os sarapós (Gymnotiformes), encontram seus ambientes preferenciais. A qualidade de água dos poços remanescentes das ensecadeiras, principalmente devido à circulação de água baixa ou nula, elevação da temperatura (com a formação de termoclinas) e consequente depleção do nível de oxigênio, poderá acarretar a mortandade dos peixes lá aprisionados. Estas condições poderão ser agravadas com a evaporação da água e a progressiva redução de continuidade entre os poços. No tocante a este impacto, chama atenção um importante fator: as obras serão realizadas sempre ao longo do período de seca, justamente quando a ictiofauna se concentra na calha do rio. Devido a esta condição, o impacto sobre a ictiofauna poderá ocasionar a mortandade de peixes. Também será necessário dar atenção ao fechamento das adufas de desvio do rio Jari, tendo em vista a possibilidade de acúmulo de um grande volume de peixes, como já foi reportado em empreendimento similares, como o da UHE Samuel (SANTOS, 1995).

**Recomendações:** Sugere-se a realização do Programa de Resgate da Ictiofauna, bem como a manutenção de uma equipe de vistoria, apta para acionar a equipe de resgate em situações não previstas.

#### 10.3.3.3.2 - Situação Tipo: Construção da Barragem e Perda da Conectividade Entre as Populações de Peixes do Rio Jari

Do ponto de vista de manutenção das populações ícticas que usam uma ampla extensão do estirão do rio Jari e seus afluentes em seu ciclo de vida, o barramento ocasionará prejuízo. Dentre esses peixes, destacam-se principalmente aqueles que realizam grandes movimentos migratórios no período reprodutivo, que é coincidente com o período da cheia. Até recentemente, o problema era abordado somente com relação ao bloqueio causado aos deslocamentos ascendentes dos peixes migratórios pela imposição de um obstáculo artificial, um problema que foi paleativamente solucionado com a instalação de mecanismos de transposição (como escadas, elevadores, canais etc.). Atualmente, o problema é encarado de modo a contemplar todo o ciclo de vida dos peixes, ou seja, incluindo também a descida dos peixes e a dispersão passiva de suas larvas rio abaixo.

Assim sendo, de certo que o barramento do rio Jari irá impactar 32 espécies migradoras de longa distância (observa-se que outras espécies identificadas também são migradoras, embora façam deslocamentos em distâncias menores), devido à substancial diminuição do volume de água pelo bloqueio dos furos e paranãs da margem direita do rio Jari, por onde os peixes potencialmente sobem o rio. A única via de conectividade do rio Jari será proporcionada pelo rio Pacanari, embora que este também dependa dos canais e paranãs da margem direita do rio Jari, quando alagados durante a cheia.

Um atenuante para o impacto da perda da conectividade entre as populações de peixes do rio Jari é fato de que, conforme relatado no diagnóstico deste EIA, quase a totalidade das espécies migradoras de médio e grande que potencialmente transpõem a Cachoeira de Santo Antônio durante as altas cheias são típicas da várzea amazônica, e estas possivelmente invadiram o rio Jari mais tardiamente. Ou seja, a ictiofauna original do rio Jari não realiza grandes deslocamentos reprodutivos e possivelmente os peixes amazônicos migradores poderão encontrar rotas alternativas, dado o uso relativamente recente do rio Jari como via reprodutiva. A capacidade de encontrar rotas alternativas na presença de um obstáculo já foi documentada em empreendimentos hidrelétricos (cf. Antônio do Jari *et al.*, 2007).

Embora os efeitos daninhos sobre as populações de peixes migradores, e suas consequência sobre a ictiofauna como um todo, não devam ser negligenciados, consideramos este como sendo de menor relevância em face à perda da ictiofauna reofílica, discutida já no EIA, item 8.3.3 - Ictiofauna.

A desconexão entre os trechos a montante e a jusante da barragem irá acarretar os maiores impactos à fauna de peixes do segmento abaixo do barramento porque nesse trecho não são encontrados locais onde ocorra a reprodução de peixes, tais como lagoas marginais e afluentes de maior porte, locais tipicamente utilizados por diversas espécies. Nesse sentido, poderá haver uma redução das espécies de peixes migradores, devido a uma diminuição no sucesso reprodutivo ocasionado pela interposição de um obstáculo (a barragem), dificultando o acesso dos peixes migradores às áreas de montante.

Ressalta-se que, mesmo a montante da Cachoeira, até o estirão do rio Jari que será afogado pelo reservatório, estes ambientes mais próprios para reprodução e recrutamento dos juvenis larvas são raros, pela reduzidas extensões de áreas inundáveis. Derivado do comportamento migratório dos peixes, um problema que se antevê, e que provavelmente se fará sentir nos primeiros anos de operação da UHE Santo Antônio do Jari, desde o momento do fechamento da barragem, será o acúmulo de cardumes de peixes no pé da barragem, tentando realizar migrações ascendentes na época reprodutiva (estação de cheia). Estes peixes poderão se desviar para afluentes do rio Jari a jusante da barragem, a procura de rotas alternativas, estando mais vulneráveis à pesca. Poderá ocorrer mortandade, devido à desorientação dos mesmos em face à nova configuração do rio e à captura predatória por parte de pescadores locais. Aqui alerta-se para o fato de que, na época de chuvas, os peixes poderão dirigir-se para o rio Pacanari, o qual, possivelmente, já consiste na rota normalmente utilizada para transpor a Cachoeira de Santo Antônio. Todavia, a conexão do rio Paracanari com as águas de montante da cachoeira se dá, efetivamente, através de sua conexão com os furos e paranãs situados na margem direita do rio Jari. Com a redução (ou interrupção) do fluxo de água através destes canais, imposta pelo barramento do rio, não é possível precisar se os cardumes conseguirão atingir seu destino, ou se poderão ficar aprisionados nestes setores, ficando vulneráveis à morte por esgotamento e/ou pela pesca predatória.

Durante a fase de construção da UHE Santo Antônio do Jari, a ictiofauna da região logo a jusante da Cachoeira de Santo Antônio poderá estar sujeita os impactos negativos derivados da poluição por efluentes líquidos industriais, tais como óleos e graxas do maquinário, e por efluentes sanitários. Estas alterações poderão também acarretar declínio das populações de peixes a jusante.

**Recomendações:** A perda potencial de conectividade entre as populações de peixes de montante e jusante da barragem será de efeito permanente, e este impacto passará ser sentido a partir do momento do fechamento definitivo da barragem e durante toda sua operação. Pouco poderia ser feito no sentido de atenuá-lo, como através do uso de mecanismos de transposição, os quais, no presente caso, são contra-indicados, conforme item 10.3.3.4 deste estudo.

De caráter compensatório, sugere-se a realização do Programa de Monitoramento. Com relação à pesca predatória que poderá ocorrer na época de cheia no pé da barragem, recomenda-se a ainda a manutenção de uma equipe de vistoria na época, de modo a acionar os órgãos competentes para coibir tais ações. Em caso de risco de mortandade dos peixes, será necessário acionar a equipe responsável pelo Programa de Resgate da Ictiofauna.

Com relação aos peixes que eventualmente se acumularão nos furos e paranãs da margem direita do rio Jari, logo a jusante da barragem, sugere-se que, seja realizado no período de ensecamento do rio o **11.5 - Programa de Resgate da Ictiofauna.**

Com relação à poluição da água por efluentes derivados do maquinário e pela ocupação humana, recomenda-se a realização do **11.2. - Plano Ambiental da Construção Subprograma de Controle da Poluição Durante as Obras.**

### **10.3.3.3.3 - Situação Tipo: Estabelecimento do Reservatório e Perda da Ictiofauna no Local**

Na região onde será formado o reservatório, situado a montante da Cachoeira de Santo Antônio e com seu remanso atingindo a região de Itapeuara, o ambiente lótico, caracterizado por corredeiras com forte correnteza, predominante neste setor, será substituído por um ambiente lêntico ou de pouca velocidade. Mesmo considerando as características estruturais do reservatório, a fio d'água, as corredeiras serão inundadas, provocando uma alteração na composição e estrutura das comunidades de peixes, que, de acordo com Zuanon (1999), são especialmente adaptados a esse tipo de ambiente. Esse processo irá afetar especialmente os adaptados à vida em ambientes de águas rápidas, e certamente afetará negativamente as espécies altamente reofílicas. Uma boa parte das 32 espécies estritamente reofílicas (cerca de 13% do total de espécies), com especial destaque para os cascudos (e.g. *Ancistrus* spp., *Baryancistrus* spp., *Hemiancistrus* spp., *Lithoxus* sp.), os aracus (*Leporinus* spp.), os bagrinhos (*Chasmocranus*, *Goeldiella*, *Imparfinis*, *Phenacorhamdia*), os canivetes (*Characidium*, *Parodon*) e os pacus (e.g. *Acnodon*, *Metynnis*, *Mylesinus*, *Myles*), provavelmente se extinguirão localmente.

O prejuízo será especialmente notável para as espécies reofílicas que se alimentam predominantemente de folhas os bancos de podostemáceas, como os pacus *Acnodon senai*, *Myloplus planquettei*, *Myloplus* sp. 2 e *Utiaritchthys* sp., o aracu *Leporinus pachycheilus*, o pacu-açu *Myloplus* sp. 1, o pacu-borracha *Mylesinus paraschomburgkii*, o pacu-da-pedra *Mylesinus schomburgki*, o pacu *Myleus setiger* e o chitaú *Prosomyleus rhomboidalis*.

Os bancos de podostemáceas, além de proverem alimentação direta para os peixes, propiciam uma rica oferta de alimentos e proteção (Odinetz *et al.*, 1998). Conforme já mencionado, existem muitos ambientes com essas características no próprio rio Jari, assim como no rio Iratapuru, o principal afluente do rio Jari a montante da Cachoeira de Santo Antônio, e outros igarapés afluentes do rio Jari na região, que terão suas porções inferiores afogadas pelas águas do reservatório. A perda da ictiofauna reofílica no local, especialmente aquela associada aos bancos de Podostemaceae, constitui no impacto mais relevante para as comunidades ictiofaunística advindo deste empreendimento, considerando estes ambientes e sua alta sensibilidade.

A mudança para um ambiente de reservatório envolve vários fatores bióticos e abióticos, que irão atuar no processo sucessório das comunidades de peixes, ou “colonização do reservatório”, como mencionado por Agostinho *et al.* (1999). A condição de heterogeneidade e a não dominância de espécies, que é tão característica de comunidades ícticas de rios amazônicos, será progressivamente alterada, no reservatório da UHE Santo Antônio do Jari, para um cenário de dominância de uma ou poucas espécies, uma situação comum em outros reservatórios amazônicos (Santos, 1995; Santos & Oliveira Jr., 1999). Além daquelas espécies citadas no parágrafo anterior, as populações de outros peixes hoje bastante comuns no rio Jari, como os curimatãs (*Prochilodus nigricans*), os piracucus (*Boulengerella* spp.), os pirandirás (*Hydrolycus armatus* e *Rhaphiodon vulpinus*), os mandubés (*Ageneiosus* spp.), poderão sofrer reduções ou mesmo desaparecer quando do estabelecimento do reservatório do UHE Santo Antônio do Jari.

Por outro lado, dar-se-á a proliferação das espécies mais propensas para viverem em ambientes com águas lênticas, seja por habitarem naturalmente ambientes com estas características ou por possuírem capacidade para se adaptar a estas novas condições. Este é o caso da maioria dos ciclídeos, inclusive os tucunarés (*Cichla* spp.), as pescadas (*Pachypops*, *Pachyurus* e *Plagioscion*), os aimarás, jejus e traíras (*Erythrinus*, *Hoplerythrinus* e *Hoplias*), de alguns aracus (*Leporinus* cf. *friderici*, *Schizodon fasciatus*), das branquinhas (*Curimata* spp., *Curimatella* spp., *Curimatopsis* sp., *Cyphocharax* spp.), dos mafurás-de-pedra (*Hemiodus* spp.) e da piranha preta *Serrasalmus*

*rhombeus*, como já documentado de outros reservatórios amazônicos (e.g. La Rovere & Mendes, 2000, Santos, 1995, Santos & Mérona, 1996, Santos & Oliveira Jr., 1999).

Um outro problema que se antevê, o qual está relacionado tanto ao estabelecimento da barragem do rio Jari como à formação do reservatório (no qual são estabelecidas condições limnológicas inóspitas para peixes migradores), será a mortandade de peixes no reservatório que realizam migrações descendentes, seja para desovar, seja para retornarem deste processo. Situações como esta descritas ocorreram em outros empreendimentos na região amazônica. Este impacto deverá ocorrer logo no início do enchimento do reservatório e possivelmente perdurará durante os primeiros dois anos de operação.

Apesar do projeto de engenharia reforçar o fato de que a área do reservatório se estender um pouco além da cota de inundação, será necessária a supressão de toda a vegetação ciliar inundada, que no presente caso é importante na área, visto que quase não existem lagos ou áreas de remanso que aumentem a produtividade do sistema.

Ilustrando esse caso, é particularmente importante a presença constante da munguba (*Pseudobombax munguba*), ingás e ingaranas (*Inga* spp.) na região onde se formará o lago, árvores típicas da várzea amazônica, cujos frutos e sementes são importante recurso alimentar de muitas espécies de peixes herbívoros. Além disso, a alteração para um regime lêntico trará consequências sobre as macrófitas aquáticas, tais como *Paspallum* sp. e *Eichornia* sp., que são afetadas diferencialmente devido à inundação. O capim-bembeca *Paspallum* sp., que está intimamente relacionado ao ciclo de cheia/seca e é uma espécie típica da várzea, está presente acima da Cachoeira de Santo Antônio. O aguapé *Eichornia* sp. está presente tanto na cheia, quanto na seca nas margens do rio Jari, no segmento a montante da cachoeira, e esta espécie, diferentemente de outras da várzea amazônica, não forma bancos. As duas espécies de macrófitas servem de abrigo natural para larvas e alevinos de peixes em seu estado inicial. Observa-se que durante as coletas realizadas em bancos de *Paspallum* no rio Jari foram coletados poucos exemplares no período seco. No período de cheia, por outro lado, não foram encontrados bancos de macrófitas à deriva de nenhuma dessas espécies. Como consequência, poderá ocorrer uma redução das populações de peixes que ocorrem nas florestas alagáveis (igapós) e na vegetação marginal, especialmente aquelas dos detritívoros e frugívoros, tal como se observou na UHE Samuel (SANTOS, 1995).

Os impactos diretamente associados à ictiofauna ocorrerão na região onde se formará o lago. No referido trecho, haverá perda de heterogeneidade ambiental, que também atuará diminuindo a diversidade de espécies de peixes.



Ressalta-se que, devido às características do projeto - reservatório de pequeno porte, reduzido tempo de residência da água, poucos meandros e operação a fio d'água - é presumível que a estratificação no reservatório nunca ocorra no canal principal. Dessa maneira, deduz-se que parâmetros físico-químicos da água (temperatura, oxigênio dissolvido, nutrientes, e outros) do reservatório sejam pouco alterados.

Ressalta-se que devido às dimensões relativamente reduzidas do reservatório, comparadas a outros empreendimentos na Amazônia, os danos ambientais serão pouco extensos, pois, de acordo com o projeto de engenharia, o reservatório terá um remanso com cerca de 30 km de extensão (EIA item 3 - Características Gerais do Empreendimento).

**Recomendações:** Com relação à alteração da composição ictiofaunística na área, pouco há para ser feito a respeito. Sugere-se que o reservatório seja o menor possível (de tal maneira a afetar o menos possível a ictiofauna local), que provoque o afogamento do volume mínimo necessário da vegetação marginal e que o tempo de residência da água seja baixo, de modo a garantir a qualidade da água no local. A importância desses procedimentos para manutenção da melhor qualidade ambiental do lago já estão sendo consideradas pelo projeto de engenharia. Assim sendo, de caráter compensatório, recomenda-se a realização do Programa de Monitoramento da Ictiofauna.

Considerando que o reservatório será relativamente “encaixado”, com poucas ilhas, a área de cobertura vegetal a ser afetada, será, comparativamente a outros empreendimentos similares, reduzida. É comum a recomendação que seja mantida a vegetação original na área do reservatório, de modo a assegurar fontes de abrigo, proteção e substrato para desova dos peixes (Santos, 2008). Por outro lado, a não supressão da vegetação pode acarretar mortandades de peixes similares àquelas que ocorreram no Suriname, no reservatório de Kabalebo.

Assim sendo, recomenda-se que, previamente ao enchimento do reservatório, seja removida a vegetação dos setores do rio Jari e de seus afluentes que sejam mais propensas a estagnação da água, como bolsões laterais e áreas profundas que sejam pouco sujeitas a recilagem da água, de modo a garantir que a condição físico-química da água do reservatório seja adequada, evitando assim a eutrofização e também as emissões de gás carbônico (CO<sub>2</sub>) e outros gases oriundos da decomposição do material vegetal submerso. Além disso, a decomposição desse material em excesso pode reduzir a taxa de oxigênio dissolvido através do aumento da demanda bioquímica de oxigênio (DBO).

#### 10.3.3.3.4 - Situação Tipo: Construção da Barragem e Perda da Ictiofauna no Trecho entre a Barragem e a Cachoeira de Santo Antônio

De acordo com o projeto de engenharia, o eixo da barragem se localizará um pouco acima da Cachoeira de Santo Antônio, não afetando a beleza cênica local. No entanto, apesar da preservação da beleza cênica, o mesmo não pode ser dito sobre a preservação da comunidade de peixes restrita às corredeiras. Neste curto segmento entre a barragem e a Cachoeira de Santo Antônio, o fluxo de água será mantido, porém será substancialmente reduzido quando a barragem for construída e também durante a operação da UHE.

As vazões deste trecho serão alteradas, afetando a sazonalidade dos períodos de cheia e seca, que impactam a reprodução e o desenvolvimento das macrófitas da família Podostemaceae que abundam nos paredões e corredeiras das cachoeiras. Essa forte modificação no regime hídrico e no ciclo de vida das podostemáceas afetará negativamente muitas espécies de peixes que estão intimamente relacionadas a esse tipo de ambiente. Muitas espécies como os pacus borracha (*Acnodon senai*) e os cascudos de diversos gêneros serão isoladas nesse pequeno trecho, e mesmo que sobrevivam inicialmente, ao longo dos anos sua população tenderão ao declínio e mesmo a extinção local, uma vez que perderão a conectividade com a região a montante. Além disso, vale reforçar que os trechos mais impactados pelo empreendimento são justamente aqueles que concentram a maioria dos habitats com espécies reofílicas.

**Recomendações:** Não há muito que possa ser feito para evitar este impacto. O declínio das populações de peixes reofílicos neste pequeno segmento do rio são quase que inexoráveis. Sugere-se a manutenção de uma equipe de supervisão ambiental para acionar, na medida da necessidade, a equipe responsável pelo Programa de Resgate da Ictiofauna.

#### 10.3.3.3.5 - Situação Tipo: Operação da UHE Santo Antônio do Jari

Durante a fase de operação, os impactos sobre a ictiofauna de todos os segmentos do rio Jari (a montante do reservatório, reservatório, região entre a barragem e a Cachoeira de Santo Antônio, a jusante da Cachoeira de Santo Antônio), potencialmente ocasionados pelo empreendimento, serão basicamente aqueles acima arrolados que se iniciarão nas fases de barragem do rio Jari e de enchimento do reservatório. Estes, por serem de média a longa duração, se estenderão pelo período de operação da UHE Santo Antônio do Jari.

Na área ora ocupada pelo reservatório, continuará se dando o processo de sucessão ecológica, com a substituição da ictiofauna reofílica por uma adaptada ao ambiente lântico ou semi-lântico,

ocasionando a perda da diversidade do sistema e o estabelecimento de uma condição de dominância de algumas poucas espécies. O período de estabilização da composição ictiofaunística dos reservatórios pode ser bastante lento, podendo atingir até três anos, como no caso da UHE Balbina (Ribeiro *et al.*, 1995), ou mais de 10 anos, no caso da represa de Brokopondo, no Suriname (Mol *et al.*, 2007).

A interrupção da conectividade das populações de peixes que ocupam uma grande extensão do rio Jari durante seus ciclos de vida, e que realizam migrações reprodutivas, também será obviamente continuada, e esta poderá acarretar a extinção local de algumas espécies, além da diminuição do estoque pesqueiro. Como consequência desta interrupção, poderão ocorrer mortandades localizadas, na área do reservatório, e, especialmente, abaixo da barragem, com destaque para o setor do rio Jari imediatamente abaixo da barragem e na bacia do rio Pacanari e nos furos e Paranãs da margem direita do rio Jari, como descrito anteriormente.

Mudanças físico-químicas da água nos segmentos logo abaixo do reservatório, que são tipicamente associadas aos grandes reservatórios possivelmente não serão sentidas nesse empreendimento, uma vez que, devido às características da UHE, não ocorrerão alterações no ciclo hidrológico e também não haverá oligotrofização do trecho de jusante. Como mencionado anteriormente, o funcionamento do empreendimento será a fio d'água, e o tempo de residência será inferior a 2 dias em pelo menos metade do ano, e o nível do reservatório será quase constante ao longo do ano. Como o tempo de residência é curto, e devido às características estruturais do reservatório, a água liberada pelo reservatório não terá, dentro das condições médias estimadas pelas vazões históricas, alterações físico-químicas significantes para a ictiofauna.

Durante a fase de implementação da UHE Santo Antônio do Jari, a ictiofauna da região a jusante da Cachoeira de Santo Antônio poderá ser potencialmente prejudicada pela poluição dos resíduos industriais, como óleos e graxas do maquinário, e de efluentes sanitários resultantes.

Mudanças geomorfológicas a longo termo nesse trecho podem ser esperadas durante a operação do UHE Santo Antônio do Jari, mas o seu impacto sobre a ictiofauna não é previsível. Essas mudanças estão associadas em curto prazo a uma diminuição do aporte de sedimentos a jusante do barramento, e em longo prazo a um aumento nos processos erosivos próximo ao barramento, uma vez que os sedimentos grossos serão retidos no reservatório.

Não existem estudos sobre as comunidades de peixes de água doce da região do rio Jari a jusante do reservatório, abaixo do município de Laranjal do Jari, a qual sofre forte influência diária da

maré. Por esse motivo, os impactos correlacionados ao empreendimento nessa região são difíceis de prever. Entrevistas com pescadores e moradores locais e relações biogeográficas deste setor do rio permitem inferir que esta região comporta uma ictiofauna semelhante àquela da várzea amazônica, porém depauperada. No entanto, uma vez que esta região é mais distante da área direta de influência do empreendimento e que sua fauna de peixes já esteja adaptada a uma grande variação diária no nível do rio, assume-se que ela será capaz de tolerar os efeitos do empreendimento mais facilmente que nos outros trechos. Além disso, não há perda de conectividade com a região da várzea amazônica.

**Recomendações:** A medida mitigadora típica para atenuar o impacto da perda de continuidade biológica seria a adoção de um mecanismo de transposição, que idealmente restabeleceria a conectividade do sistema. No entanto, pelas razões abaixo delineadas, esses mecanismos não parecem apropriados ao presente empreendimento.

Recomenda-se a continuidade das ações das equipes responsáveis pela execução dos Programas de Resgate da Ictiofauna, este de caráter mitigador, e de Monitoramento da Ictiofauna, este de natureza compensatória.

No trecho do rio Jari entre a barragem e a Cachoeira de Santo Antônio, recomenda-se que seja mantida uma vazão mínima de água de qualidade, de modo a evitar a mortandade de peixes.

Em todas as situações com risco de captura predatório da ictiofauna desorientada ou aprisionada, enfatiza-se a necessidade da atenção das equipes de supervisão ambiental, para que acionem os agentes competentes a coibir tais ações.

#### **10.3.3.4 - Análise do Potencial Efeito da Implantação de Mecanismos de Transposição de Peixes**

Como a principal medida que evite ou minimize o efeito disruptor sobre o fluxo genético das comunidades de peixes migradoras, gerado pela construção de barragens em rios, figura a instalação de mecanismos de transposição de tais obstáculos, tais como escadas para peixes, elevadores e eclusas especializadas.

No Brasil, o mecanismo de transposição que é mais usualmente adaptado em empreendimentos hidrelétricos é a escada de peixes. Devido às características do ciclo de vida destas espécies (Menezes & Vazzoler, 1992; Schwassmann, 1992), as escadas seriam recursos válidos para

assegurar a heterogeneidade genética dos estoques a montante, através do restabelecimento do contato das populações isoladas pelo represamento (Agostinho & Gomes, 1997).

A instalação de escadas de peixes no Brasil já era exigida pela legislação da primeira metade do século (Agostinho & Borgetti, 1992). Apesar de que a importância de mecanismos de transposição seja quase que um consenso em empreendimentos hidrelétricos e sua instalação exigida na forma de lei, a avaliação da eficiência de tais obras (em especial das escadas) em rios neotropicais vem sendo tema de estudo e análise há pouco tempo (Godoy, 1954, 1957, 1959, 1962, 1967, 1985; Quiróz, 1988, Godinho *et al.*, 1991; Travade, 1990; Borgetti *et al.*, 1990, 1993, 1994; Procehr & Travade, 2002; Agostinho *et al.*, 2002; Fernandez *et al.*, 2004; Agostinho & Gomes, 2002).

Entretanto, nos últimos anos, a eficácia de tais mecanismos vem sendo questionada, com base em evidências contundentes (e.g. Agostinho *et al.*, 2007a, b, c; Pelicice & Agostinho, 2008), conforme a seguir comentado.

A construção de passagens não elimina os impactos ecológicos causados por barramentos como a perda de habitat lótico, a perda de conectividade longitudinal e a inundação permanente das áreas reprodutivas e de recrutamento. Dependendo do ecossistema em questão, a transposição pode eventualmente minimizar em alguma extensão os efeitos negativos dos barramentos, restabelecendo parte do fluxo genético entre as populações (FAO/DVWK, 2002).

Ressalvas vêm sendo feitas sobre a instalação imediata e obrigatória de escadas de peixes em barragens, conforme recentemente apontado por Pelicice & Agostinho (2008). Estes autores apontaram que devido ao fato que as condições nos reservatórios não são favoráveis (as águas são muito claras e estagnadas para fornecer a proteção necessária contra predadores ou oxigênio necessário), os peixes frequentemente se desviam para os tributários para desovar. Se tributários com águas rápidas não estão disponíveis, os peixes morrem. Caso tenham êxito em desovar, os ovos fecundados e os jovens que são transportados passivamente a jusante frequentemente morrem ao atingirem a barragem, pois lá encontram águas anóxicas ou são comidos por predadores antes de atingir as escadas, que os levariam em segurança para setores a jusante da barragem.

Afora isso, os sistemas de transposição de obstáculos são seletivos quanto as espécies que entram e que são capazes de atravessá-los, mesmo em passagens que tentam simular condições naturais (e.g. Makrakis *et al.*, 2007).

As escadas de peixes e outros sistemas de transposição não solucionam diversos problemas ocasionados pelo represamento às populações de peixes migradores, visto que a capacidade de continuar o processo migratório, a localização dos locais de desova e a capacidade de retornar aos trechos a jusante são, também, de alta relevância.

Agostinho *et al.* (2007a), ao investigarem a escada de peixes da UHE Luis Eduardo Magalhães, no rio Tocantins, concluíram que esta, e possivelmente várias outras barragens, é essencialmente uma via de mão única, que permite movimentos de ascensão de grandes cardumes, porém sem o almejado retorno de adultos ou de sua prole. Deste modo, esses instrumentos de manejo podem, outrossim, aumentar drasticamente o nível do impacto ambiental para cuja atenuação eles foram concebidos. Efetivamente, estes mecanismos de transposição não garantem a reposição dos estoques de peixes a jusante, como explicitado por Pelicice & Agostinho (2008), que, ao estudarem diversos reservatórios na bacia do rio Paraná, verificaram que estes eram, na realidade, os responsáveis pela diminuição dos estoques de peixes a jusante dos reservatórios de Porto Primavera e no rio Parapanema.

Conforme apontado por Agostinho *et al.* (2007b), nem mesmo a detecção de movimentos ascendentes em peixes encontrados em escadas são evidências que o processo reprodutivo está sendo facilitado pelo mecanismo de transposição. Na represa de Lajeado, na UHE Luis Eduardo Magalhães, no rio Tocantins, foi encontrada uma elevada frequência de indivíduos com gônadas em fase pré-vitelogênica em todas as espécies analisadas, tanto a jusante da barragem (97%) como na escada (98%). Isso sugere que a agregação dos peixes a jusante e sua subida na escada não se deve à motivação reprodutiva, mas do comportamento reofílico, exacerbado nas espécies migradoras.

Por outro lado, o fato destes estádios dominarem as capturas também a jusante sugere que os locais de desova estão distantes, e que os deslocamentos ascendentes ocorrem por outras razões, como dispersão natural e busca de habitats mais apropriados para alimentação e crescimento (Agostinho *et al.*, 2007b).

No caso da UHE Santo Antônio do Jari, a opção pela escada de peixes poderia ser visualizada como a mais simples ação a ser tomada. No entanto, na região em particular, além dos problemas acima discutidos, a eficácia da escada poderia representar um problema para a composição natural da ictiofauna.

Atualmente, ao menos as populações de peixes das espécies reofílicas sedentárias ou de limitada agilidade encontram-se naturalmente separadas pela Cachoeira de Santo Antônio, situada na

margem esquerda do rio Jari. A imposição deste obstáculo natural propiciou uma diferenciação notável na referida região do rio Jari, com a porção a montante conservando as características típicas da ictiofauna do Escudo das Guianas, e a porção a jusante sendo progressivamente alterada por influência de uma ictiofauna característica da várzea amazônica.

A Cachoeira de Santo Antônio é provavelmente intransponível para a maior parte dos peixes que lá existem, sendo que a comunicação entre as ictiofaunas é promovida por uma série de canais (furos e paranãs) na margem direita do rio, mas somente em grandes cheias, quando as espécies com grande capacidade de deslocamento são capazes de transpor os obstáculos. Assim sendo, é possível que a instalação de uma escada de peixes, na realidade, afete o processo natural de separação das populações de peixes de jusante e montante da Cachoeira de Santo Antônio, alterando a composição da fauna de peixes a montante da queda d'água, que conserva características mais próximas das condições originais de uma ictiofauna do Escudo Guiano.

Além disso, adiciona-se o fato que as águas mais lentas do reservatório serão mais próprias para o estabelecimento de populações de peixes da várzea amazônica do que aquela típica de corredeiras, de tal maneira que o mecanismo de transposição poderá favorecer ainda mais a adaptação na região de montante de uma ictiofauna da várzea amazônica. Como consequência, consideramos a instalação de escadas de peixes, ou qualquer outro mecanismo de transposição, como sendo contra-indicada, considerando os atributos ecológicos e históricos da ictiofauna da região.

Caso questões legais prevaleçam sobre as considerações aqui feitas, ou que uma nova argumentação técnica sustente a validade da instalação de mecanismos no presente empreendimento, observa-se que os mecanismos de transposição só serão efetivos quando trechos relevantes do rio a montante e tributários permanecerem livres e preservados, e estes devem assegurar não só a subida dos cardumes, mas também sua descida, assim como de seus ovos fecundados e larvas. Esses fatores são de extrema importância para a manutenção das populações de peixes do rio Jari. O local da construção da escada de peixes deveria ser o mais próximo do local onde os peixes naturalmente transpõem a barreira natural, i.e., na margem direita do rio Jari, onde ocorrem diversas pequenas quedas e inúmeras corredeiras, além do rio Pacanari. A implementação do mecanismo de transposição deve ser acompanhada de um monitoramento criterioso da fauna de peixes do rio Jari.

### 10.3.3.5 - Medida Compensatória Geral

Os rios que drenam o Escudo Guiano apresentam um elevado potencial hidrelétrico, tendo em vista as suas características geomorfológicas, com terreno movimentado, com várias quedas, e rios encaixados em vales profundos, o que contrasta com os demais rios da bacia amazônica, que correm mais lentamente em calhas largas, em setores com baixa declividade e com poucas quedas.

Por outro lado, esta região biogeográfica encerra uma ictiofauna altamente endêmica, e amplamente desconhecida, tanto do ponto de vista taxonômico como ecológico. Agrava o fato de que estas regiões são muito bem preservadas. É esperado que o mesmo seja verdadeiro para os demais grupos zoológicos e botânicos. Vislumbra-se que, num curto espaço de tempo, novas ações serão tomadas no sentido de implantar outros aproveitamentos hidrelétricos na porção brasileira da região do Escudo das Guianas, inclusive na própria bacia do rio Jari. É necessário, portanto, que se empreenda um esforço no sentido de analisar os impactos potenciais da exploração hidroenergética da região do Escudo das Guianas como um todo, sob a perspectiva biológica, e no caso, ictiofaunística. A instalação desordenada de aproveitamentos hidrelétricos na região poderá gerar situações em que a construção de uma nova hidrelétrica nas adjacências de outra já instalada poderá tornar inócuas as medidas de conservação adotadas para esta última. Esta é a situação que, infelizmente, domina nas Regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste, especialmente com relação aos empreendimentos hidrelétricos instalados na bacia do rio Paraná.

Propõe-se, então, como uma medida compensatória, que sejam feitas, por parte do consórcio empresarial responsável por este empreendimento, gestões junto a organizações governamentais e não-governamentais, de modo a organizar um workshop para lançar as bases para um estudo que vise conservar a ictiofauna da Região Guiana Brasileira.



**ANEXOS**



**ANEXO 1- MATRIZ DE AVALIAÇÃO AMBIENTAL**