6. AVALIAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS

O conceito de impacto ambiental compreende a noção de mudança ou alteração de propriedades dos meios físico, biológico, cultural e socioeconômico decorrente de atividades humanas (Maia, 1992) e que afetem, direta ou indiretamente, "*a saúde, a segurança e o bem-estar da população; as atividades sociais e econômicas; a biota; as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente; a qualidade dos recursos ambientais*" (Resolução CONAMA 001/86).

Os impactos ambientais e sociais de um empreendimento decorrem da interrelação entre as características e tipologias de impactos próprios à natureza do empreendimento e as características e condições observadas na área de implantação do mesmo, ou seja, a "*resiliência ou capacidade de absorção do meio de reagir ou absorver os impactos*" (Teixeira *et. al* in Muller-Plantenberg & Ab'Saber, 1994).

Portanto, a avaliação de impactos ambientais relacionados ao empreendimento proposto resulta da compreensão do princípio básico de que há um conjunto de impactos associados a projetos hidrelétricos, o que se pode chamar de "tipologia" de impactos, cuja importância relativa pode variar conforme o contexto ambiental em que esse é implantado, como também em função de peculiaridades do projeto.

Assim, por exemplo, não se pode descartar em nenhuma hipótese a existência de impactos associados à perda da vegetação nativa, sempre necessária à implantação de tais projetos, seja para a instalação do canteiro de obras, acessos ou estabelecimento do reservatório. Contudo, a importância relativa desse impacto sempre estará associada a características da vegetação lá existente, sua relevância biológica no contexto da bacia e do ecossistema representado, bem como a extensão das supressões necessárias ao estabelecimento do projeto.

Com relação à avaliação de impactos ambientais de projetos hidrelétricos, enquanto o padrão construtivo e os procedimentos necessários para a instalação das

estruturas são bem conhecidos, quase sempre o contexto ambiental sobre o qual esse é proposto carece de informações adequadas e, para suprir tais carências, o diagnóstico ambiental deve ser tão aprofundado quanto possível. Dessa forma, as predições realizadas quanto aos impactos decorrentes poderão também ter melhor fundamentação.

Convencionalmente, a análise de impactos ambientais propõe uma abordagem reducionista (por meios ou fatores), onde as especialidades do meio físico, biótico e socioeconômico são analisadas como partes independentes em um contexto socioambiental único. Porém, a transição para uma visão holística (do todo) é condição necessária para a compreensão de como poderão interagir os impactos ambientais previstos sobre o contexto ambiental analisado e, portanto, deve-se procurar estabelecer uma visão integradora sobre os impactos descritos para cada um dos meios estudados, bem como das medidas e programas propostos para mitigá-los.

Vale destacar que o resultado da análise integrada aqui oferecida, embora fundamentado e resultante de procedimentos metodológicos voltados para esse fim, não constitui uma resposta absoluta ou única para a avaliação de impactos ambientais do empreendimento. Isso porque novos elementos podem surgir continuamente ao longo dos estudos e do processo de licenciamento, permitindo, inclusive, a adequação de procedimentos ou critérios de utilização dos recursos naturais pelo empreendedor.

6.1. Método de Identificação e Avaliação dos Impactos Ambientais

O prognóstico ambiental aqui apresentado foi realizado visando oferecer subsídios à tomada de decisões a ser feita pelo órgão ambiental quanto à viabilidade da PCH Pulo.

Este trabalho apresenta uma listagem, a mais completa possível, sobre os efetivos impactos decorrentes desde o planejamento do empreendimento até sua construção e operação. Esse estudo visa, ainda, a oferecer à comunidade em geral a possibilidade de analisar o significado da instalação e da presença local do empreendimento.

A análise foi realizada de forma interdisciplinar, visando atender a todas as expectativas referentes aos meios físico, biológico e socioeconômico. . Inicialmente, o estudo levou em consideração a **Matriz de Impactos Ambientais** proposta pelo IAP para empreendimentos hidrelétricos, a partir da qual foram selecionadas as possibilidades de efeitos decorrentes do empreendimento em questão.

Além da descrição dos impactos do empreendimento foram ainda atribuídas diversas variáveis, conforme se segue:

- Causa do impacto: refere-se à origem do impacto, que pode ser direta, quando é decorrente direta e unicamente do efeito causal presente na descrição do impacto e indireta, quando é originária de algum outro impacto ou efeito sinérgico. A causa pode ser ainda originária tanto de fatores diretos quanto indiretos; nesses casos há que se considerar a probabilidade de potenciação dos efeitos do impacto pela presença de mais de uma origem;
- Ocorrência: refere-se às reais possibilidades do impacto vir a acontecer. A ocorrência do impacto pode variar entre certa e provável;
- Início do impacto: refere-se ao momento em que o impacto será observado a partir do início do efeito causal. Em termos relativos, o início do impacto pode ser imediato ou a curto, médio ou longo prazos. Embora pouco objetiva, essa variável permite definir prioridades no tratamento de impactos ambientais. Sempre que possível, o início do impacto é apresentado em números absolutos (dias, meses, anos etc.).
- Duração do impacto: refere-se ao tempo de permanência do impacto, observado seu início. O impacto pode ser (i) permanente, quando o mesmo

não mais será eliminado após o estabelecimento do efeito causal; (ii) temporário, quando o impacto termina após cessado o efeito causal ou permaneça apenas por certo período de tempo; (iii) cíclico, quando aparece de tempos em tempos, obedecendo a variações sazonais ou períodos definidos e (iv) recorrente, quando o impacto ocorre de tempos em tempos, porém sem obedecer a uma periodicidade ou ciclo exatos.

- Magnitude do impacto: refere-se a seu significado em termos absolutos sobre o meio ou elemento analisado. O impacto pode ser de grande, média ou pequena magnitude.
- Possibilidade de reversão: refere-se à possibilidade de se atenuar ou mesmo de se evitar os efeitos dos impactos negativos caso sejam implantadas medidas de prevenção e controle ou programas ambientais. O impacto pode assim ser reversível, irreversível ou parcialmente reversível.
- Possibilidade de compensação: refere-se à possibilidade de aplicação de medidas e programas que visem compensar, total ou parcialmente, os efeitos de determinado impacto negativo.
- Possibilidade de potenciação: refere-se à possibilidade de se ampliar ainda mais os efeitos dos impactos positivos.
- Programas e medidas: refere-se à existência de programas ambientais e/ou medidas de mitigação, controle e compensação de impactos negativos ou potenciação de impactos positivos, conforme cada caso. Em caso positivo de existência de programas e medidas, os mesmos são referendados e descritos em capítulo próprio.

Uma vez que há forte interdependência dos fatores físicos, químicos, biológicos e socioeconômicos, a presente análise não foi efetuada de modo compartimentalizado. Os impactos identificados relativos à PCH foram avaliados de maneira interdisciplinar, sendo divididos nas seguintes categorias quanto à sua natureza: *positivos* quando geram benefícios ao ambiente e às comunidades, *negativos* quando são prejudiciais e *indeterminados* quando não se sabe quais

serão seus efeitos. Na determinação dessa variável não foram consideradas a aplicação de medidas de controle ou a sinergia dos impactos.

6.2. Impactos Ambientais Identificados e Seus Atributos

Em decorrência da instalação da PCH Pulo de impactos ambientais será observada sobre as áreas dos meios físico, biológico, socioeconômico e cultural. Esses impactos encontram-se dispostos quanto à sua natureza (negativos e positivos) e, conforme já citado, seu prognóstico visa subsidiar tanto a tomada de decisões do órgão ambiental quanto a avaliação da viabilidade do empreendimento em relação à identificação de planos, medidas e programas que possam atenuar os seus efeitos, promover a manutenção das condições do meio e a melhoria da qualidade de vida da população local.

6.2.1. Impactos Negativos

6.2.1.1. Redução da Qualidade das Águas Superficiais e Subsuperficiais Devido à Implantação do Canteiro de Obras

Durante a fase de implantação dos projetos deve ser considerada a alteração da qualidade de água superficial e subsuperficial em função da mudança do padrão de cobertura do solo e de sua utilização em cada etapa da obra.

Deve-se salientar a possível contaminação das águas superficiais e subsuperficiais devido a vazamentos de combustíveis ou qualquer outro produto utilizado nas máquinas em operação na obra, bem como a contaminação das águas devido ao tratamento incorreto dos efluentes gerados durante a construção dos empreendimentos. Estes vazamentos podem ocasionar a presença de vetores, emissão de maus odores, alteração das características químicas do solo, alteração das características físico-químicas das águas subterrâneas e superficiais, bem como a alteração da flora e fauna aquáticas.

Quadro 6.1: Atributo do Impacto Redução da Qualidade das Águas Superficiais e Subsuperficiais Devido à Implantação do Canteiro de Obras

Redução da Qualidade das Águas Superficiais e Subsuperficiais Devido à Implantação do Canteiro de Obras	**Atributos**
Natureza	Negativa
Tipo	Direto; primário
Abrangência	Local
Início	Imediato
Etapa	Após início das obras
Duração	Temporária
Magnitude	Média
Possibilidade de reversão	Total
Possibilidade de compensação	Não
Programas e medidas	-Programa de Monitoramento da Qualidade da Água -Programa de Educação Ambiental -Programa de Gestão Ambiental do Empreendimento

6.2.1.2. Remoção da Cobertura Vegetal Nativa

A remoção da cobertura vegetal nativa para a instalação do canteiro de obras, construção e alargamento de estradas e enchimento do reservatório constitui importante impacto sobre os recursos hídricos. A remoção da cobertura vegetal pode ocasionar a instalação e aceleração de processos erosivos, assoreamento dos cursos d'água e do reservatório, bem como causar instabilidade nas vertentes no no entorno dos empreendimentos.

Quadro 6.2: Atributo do Impacto Remoção da Cobertura Vegetal Nativa

Remoção da Cobertura Vegetal Nativa	**Atributos**
Natureza	Negativa
Tipo	Direto; primário
Abrangência	Local
Início	Imediato
Etapa	Após início das obras
Duração	Permanente
Magnitude	Alta
Possibilidade de reversão	Parcial
Possibilidade de compensação	Parcial
Programas e medidas	-Programa de Recuperação das Áreas Degradadas -Criação de Reserva Legal do empreendimento -Programa de Limpeza da Área do Reservatório -Programa de Recuperação e Adensamento da Faixa Ciliar

6.2.1.3. Mudança do Nível de Base Local

O enchimento dos reservatórios dos empreendimentos ocasiona uma mudança do nível de base das sub-bacias hidrográficas dos principais rios da bacia em questão, em especial no contexto local, o que implica na alteração do perfil de equilíbrio dos rios e no equilíbrio dinâmico natural de seus tributários. A elevação do nível de base local induz o rio principal e seus afluentes a buscar um novo perfil de equilíbrio via deposição de sedimentos na calha fluvial a montante dos reservatórios, como resposta à alteração na capacidade de transporte sólido.

Tal situação ocasiona impactos importantes ao longo dos canais fluviais próximos aos reservatórios, mas é geralmente negligenciada dado o longo tempo de resposta do meio natural a esse tipo de impacto, que pode variar de anos a décadas.

Quadro 6.3: Atributo do Impacto Mudança do Nível de Base Local

Mudança do Nível de Base Local	Atributos
Natureza	Negativa
Tipo	Direto; secundário
Abrangência	Local
Início	Imediato
Etapa	Após início das obras
Duração	Permanente
Magnitude	Média
Possibilidade de reversão	Não
Possibilidade de compensação	Não
Programas e medidas	-Programa de Limpeza da Área do Reservatório -Programa de Recuperação e Adensamento da Faixa Ciliar -Criação de Reserva Legal do Empreendimento -Programa de Recuperação das Áreas Degradadas -Programa de Monitoramento de Processos Erosivos e Controle de Estabilidade de Encostas -Programa de Monitoramento e Controle da Qualidade de Água

6.2.1.4. Mudança no Nível Freático Local

A alteração do nível de base promove a alteração do nível da superfície piezométrica local, o que, por sua vez, leva à elevação do nível do lençol freático. Esta alteração eleva o nível da franja capilar adjacente ao nível freático, expondo assim as águas subsuperficiais a um contato mais direto e intenso com materiais superficiais, o que pode resultar na alteração de sua qualidade.

Adicionalmente, a flutuação do nível do freático local incorre em mudança de ambientes oxidantes para ambientes redutores, devido ao alagamento da área dos reservatórios e adjacências. Esta mudança de situação pode alterar as reações geoquímicas locais, o que pode afetar a estabilidade de materiais inconsolidados de áreas próximas aos reservatórios.

Quadro 6.4: Atributos do Impacto Mudança no Nível Freático Local

Mudança no Nível Freático Local	Atributos
Natureza	Negativa
Tipo	Direto; primário
Abrangência	Local
Início	Imediato
Etapa	Após início das obras
Duração	Permanente
Magnitude	Média
Possibilidade de reversão	Não
Possibilidade de compensação	Não
Programas e medidas	-Programa de Limpeza da Área do Reservatório -Programa de Recuperação e adensamento da faixa ciliar -Criação de Reserva Legal do empreendimento -Programa de Recuperação das Áreas Degradadas -Programa de Monitoramento de Processos Erosivos e Controle de Estabilidade de Encostas -Programa de Monitoramento e Controle da Qualidade de Água

6.2.1.5. Dessecação de trecho do rio Iapó

A avaliação do arranjo proposto para o projeto com relação à posição da barragem e de suas unidades geradoras indica a necessidade de adução da água por condutos que transectam curvas de rio. Neste caso o desvio da água resulta na dessecação de uma “alça” de rio não inferior a 1.500 metros.

As decorrências dessa operação de dessecação podem ser percebidas desde a instalação dos desvios, momento em que no leito original remanescem coleções d’água isoladas, nas quais ocorre a rápida perda de qualidade do ambiente aquático.

Os peixes isolados nestes corpos d’água remanescentes morrem em função de condições anóxicas que se estabelecem, ficam expostos à predação por aves e mamíferos e, em alguns casos, sujeitos à captura por populações locais. Peixes de fundo como cascudos e bagres (Siluriformes) são mais atingidos, uma vez que

tendem a se refugiar sob troncos e rochas durante o rebaixamento progressivo da água até que não restem rotas de fuga.

Ao longo da operação do empreendimento e, em função dos períodos de estiagem, as alças de rio livre podem permanecer em condições de dessecação extremas, cerceando em muito os deslocamentos ou a permanência da maioria das espécies ictíicas.

Mesmo considerando a observância das vazões mínimas admitidas pelas normas legais, situações análogas são importantes referências da magnitude das perdas que podem ser verificadas em termos ictiológicos, condição que pode se agravar em função de arranjos que pressuponham o estabelecimento de vertedouros distantes das barragens.

Não só a mortandade e o cerceamento do ambiente ao uso pelos peixes devem ser considerados, mas também os impactos resultantes da interrupção dos fluxos migratórios, discutidos a seguir.

Quadro 6.5: Atributo do Impacto Dessecação de trecho do rio Iapó

Dessecação de trecho do rio Iapó	**Atributos**
Natureza	Negativa
Tipo	Direto
Abrangência	Bacia do rio Tibagi
Início	Médio Prazo
Etapa	Instalação e Operação
Duração	Permanente
Magnitude	Alta
Possibilidade de reversão	Total
Possibilidade de compensação	Inexistente
Programas e medidas	-Programa de Manejo e Monitoramento da Fauna Aquática

6.2.1.6. Interrupção de fluxos migratórios de peixes

A presença de espécies de peixes migratórias na área de influência do empreendimento é apontada por este diagnóstico, assim como pelo plano básico formulado pelo empreendedor, no qual se informa textualmente que:

> "*Muitas espécies de Characiformes e Siluriformes são grandes migradoras e necessitam de áreas de alimentação e reprodução. Felizmente, no rio Tibagi ainda encontram estas condições para sua sobrevivência, embora muitos fatores já estejam interferindo no ciclo normal de vida destes organismos*."

A segunda parte da assertiva que menciona a existência de condições de sobrevivência destas no rio Tibagi não pode ser entendida como uma condição de isenção do empreendedor quanto à manutenção de *áreas de alimentação e reprodução* para estas espécies exime o empreendimento de tomar as devidas providências.

Ainda que possam subsistir condições para a sobrevivência destas espécies no rio Tibagi, conforme já apontado anteriormente no diagnóstico, o conjunto de empreendimentos já planejados e em construção naquele rio, notadamente os projetos das Usinas Hidrelétricas de Mauá, Telêmaco Borba e Tibagi, poderão alterar muito esta condição.

Considerando o apontado pelo termo de referência estabelecido pelo órgão ambiental e pela legislação ambiental em vigor, as avaliações referentes a este e outros impactos devem ser realizadas tendo em consideração o caráter de sinergia dos impactos do empreendimento e deste com outros atuantes na bacia.

Portanto, as condições futuras apresentadas pelo rio em se tratando de espécies migratórias pode se tornar progressivamente mais deletéria. Mesmo considerado o projeto de maneira isolada ou apenas aqueles projetos concebidos pelo empreendedor para o rio Iapó.

Isto porque os planos não incluem até o momento sistemas de transposição para peixes, informando que:

> *"Caso estudos apontem para a necessidade da implantação de uma escada de peixe no eixo de barramento da PCH Iapó, esta será implantada sobre a ombreira esquerda, com o projeto desenvolvido em fase de projeto executivo e em conformidade com normas ambientais competentes."*

Conforme se depreende do capítulo específico sobre a legislação da presente avaliação a legislação brasileira não oferece espaço para que não se ofereçam condições de migração para as espécies de peixes autóctones, pelo contrário, impõe a edificação das chamadas "escadas para peixes" em todos os casos.

A antiguidade da norma concebia apenas o formato de escadas, porém sabe-se que os modelos hidrológicos já testados na América do Sul, em particular para a fauna de peixes da Bacia do Paraná, carecem de aperfeiçoamento, sendo ainda bastante restritivas ao deslocamento da maioria das espécies.

Os modernamente denominados "sistemas de transposição para peixes" incluem elevadores e mesmo procedimentos de transposição passivos, em que peixes são capturados e transportados ao longo dos rios.

Porém, de antemão é importante indicar que nenhuma das experiências já realizadas aponta cientificamente para o sucesso dos dispositivos em termos de manutenção de ciclos reprodutivos e diversidade populacional originais podendo, nos melhores casos, serem consideradas medidas mitigadoras experimentais de baixa ou parcial eficiência, conforme será discutido no item referente aos programas e medidas.

Tratando especificamente das decorrências da obstrução do fluxo migratório de espécies presentes no rio Iapó, deve-se destacar o fato de que empresas do setor elétrico, como a Companhia Paranaense de Energia - COPEL, indicam os tributários

de seus reservatórios como detentores das espécies localmente extintas pela formação dos mesmos pela alteração de ambientes lóticos para lênticos.

Portanto, o rio Iapó deve ser visto em seu contexto mais abrangente, como uma das vias de dispersão de espécies que tenderão a ocupar áreas de rio livre a montante do futuro reservatório da Usina de Mauá, em construção na altura do município de Telêmaco Borba.

É preciso destacar que não apenas a perda de eventos de migração reprodutiva "piracemas" deve ser discutida com relação a obstrução de fluxos migratórios. Sabe-se que deslocamentos podem correr sazonalmente ou de maneira dispersa por indivíduos e populações em busca de sítios de alimentação e mesmo ao acaso, propiciando a manutenção de fluxo gênico entre metapopulações dispersas ao longo do rio. Assim, a diversidade genética, tão importante quanto os ciclos reprodutivos e a estes relacionada, pode ser perdida no caso da instalação de empreendimentos que não contemplem este aspecto.

Nesta análise é fundamental reconhecer situações críticas relacionadas à espécies de peixes presentes na região, como é o caso da pirapitinga *Brycon nattereri* que apenas ocorre no rio Iapó em território paranaense. As águas do Iapó são também uma das três áreas de registro de *Pseudopimelodus mangurus*, o bagre-sapo. Estas duas espécies, entre outras, são apontadas como Vulneráveis pela Livro Vermelho das Espécies da Fauna Ameaçadas no Paraná, condição que impõe ao Estado a responsabilidade pela salvaguarda das mesmas por meio da fiscalização e do controle de atividades potencialmente causadoras de impacto sobre suas populações.

Questões de migração e do possível sucesso de sistemas de transposição estão apontadas por vários autores como pouco importantes diante do fato de que espécies podem não encontrar ambientes de rios livres a montante pela desorientação nos ambientes represados ou, em muitos casos, pela existência de outras barragens ou áreas dessecadas rio acima.

Quadro 6.6: Atributo do Impacto Interrupção de fluxos migratórios

Interrupção de fluxos migratórios	**Atributos**
Natureza	Negativa
Tipo	Direto
Abrangência	Bacia do rio Tibagi
Início	Médio Prazo
Etapa	Instalação e Operação
Duração	Permanente
Magnitude	Alta
Possibilidade de reversão	Total
Possibilidade de compensação	Inexistente
Programas e medidas	-Programa de Manejo e Monitoramento da Fauna Aquática

6.2.1.7. Afogamento de corredeiras

O afogamento de corredeiras é tido como um fator positivo sob o ponto de vista da engenharia no projeto básico, no qual se informa que:

> "*Quanto à questão ambiental, apesar da barragem ser relativamente alta, o vale é bem encaixado e as corredeiras afogadas a montante contribuem para frear a cauda do lago.*"

Tal inferência é plausível na medida em que o aproveitamento hidrelétrico busca, antes de tudo, a estabilização da dinâmica hídrica e a segurança do processo de geração de energia, criando para isso um reservatório de água de volume considerável.

Porém, sob o ponto de vista da diversidade biológica da ictiofauna, a nova condição criada é geradora de um grande número de decorrências sobre o ambiente aquático e sua capacidade de suporte de uma assembléia de peixes diversificada e representativa das condições originais.

Conforme destacado anteriormente, águas paradas são potencializadoras de impactos relacionados à limitação ao fluxo de peixes gerando desorientação de indivíduos que, eventualmente, venham a atingir as áreas de reservatório, reduzindo o êxito de ações de mitigação intentadas com o estabelecimento de sistemas de transposição.

A existência de vales encaixados, como destacado no Plano Básico do empreendimento, indica a provável inexistência de zonas litorâneas ou áreas de águas rasas no caso do estabelecimento de um reservatório. Tais zonas de baixa pressão, mais oxigenadas e sujeitas à maior incidência luminosa, são reconhecidas como os ambientes mais produtivos dos reservatórios artificiais e, portanto, capazes de promover a manutenção da parte mais expressiva da fauna aquática. A ausência de áreas litorâneas em um reservatório é, portanto, um fator inibidor das condições de permanência daquelas espécies associadas aos ambientes menos profundos, atualmente abundantes no rio Iapó.

Os ambientes lóticos são importantes para a manutenção das condições físico-químicas da água, fundamentais não apenas para a fauna de peixes, como também para boa parte dos grupos de invertebrados aquáticos existentes nos ambientes fluviais.

Ao atravessar tais ambientes de grande energia as águas incorporam oxigênio que é disponibilizado para processos metabólicos básicos, funcionando ainda como ambientes de auto-depuração de águas que recebem cargas de poluentes à montante.

Alterações do fluxo fluvial, mesmo que sutís, são responsáveis pela modificação da capacidade de auto-depuração dos rios, havendo interações físico-químicas que em muitos casos potencializam os poluentes dissolvidos na água e, em última instância, aumentando índices de toxidade para organismos aquáticos.

Considerando o intenso uso agrícola da bacia do Iapó a montante do empreendimento, o qual é fonte de contaminantes derivados de agrotóxicos e fertilizantes, além da existência de despejos domésticos e agroindustriais oriundos de Castro e Piraí do Sul, fica evidente a função das corredeiras do rio Iapó na melhoria das condições de qualidade da água e das condições de subsistência da fauna aquática como se encontra atualmente.

Até o momento as corredeiras do rio Iapó, como ocorre na região de sua confluência com o rio Tibagi, são o ambiente de vida prioritário de pelo menos duas dezenas de espécies ictíicas, entre elas espécies de Characidae como muitas do gênero *Astyanax* lambaris, *Salminus hillari* tabarana e *Brycon nattereri* pirapitinga; a quase totalidade das espécies das famílias Parodontidae e Hypostomidae, que incluem 15 espécies; parte dos Pimelodidae e Anostomidae, entre outras. Dentre estas, poucas têm a capacidade de subsistir com populações significativas em ambientes onde corredeiras sejam substituídas por ambientes represados, ou lênticos.

Quadro 6.7: Atributo do Impacto Afogamento de corredeiras

Afogamento de corredeiras	**Atributos**
Natureza	Negativa
Tipo	Direto
Abrangência	Área de represamento
Início	Médio Prazo
Etapa	Operação
Duração	Permanente
Magnitude	média
Possibilidade de reversão	Total
Possibilidade de compensação	Inexistente
Programas e medidas	-Programa de Manejo e Monitoramento da Fauna Aquática

6.2.1.8. Denudação de margens

Referindo-se a interferência exercida pelo uso do solo sobre espécies migratórias no rio Tibagi, o plano básico menciona o desmatamento como um fator interveniente sobre o ciclo de vida das mesmas, apontando "*o desmatamento desenfreado de*

suas margens, onde pessoas cometem o absurdo de plantar cultivares até as suas beiras."

Admitindo-se que, de fato, o desmatamento exerça efeitos deletérios sobre o rio e suas comunidades aquáticas, como sentencia o empreendedor em seus estudos, torna-se inevitável reconhecer que as obras necessárias a instalação do empreendimento, já em sua fase inicial, constituirão um impacto importante, e digno de avaliação.

Mesmo que de maneira localizada, a denudação de solos em canteiros de obras colocados nas margens do rio poderá constituir fonte de sedimentos alóctones a serem transportados para dentro do leito, sobretudo durante períodos de maior pluviosidade.

A presença diferenciada de materiais sólidos em suspensão tem impactos tanto nas características físicas da água, como na natureza do ambiente bentônico a jusante, atualmente constituído em sua maior parte por lajes rochosas e ambientes pedregosos. A situação atualmente verificada oferece substrato para a proliferação de uma comunidade bentônica peculiar, adaptada às condições de relativa transparência das águas, com luz incidente diretamente sobre o fundo. Muitas espécies ictíicas se beneficiam e dependem da integridade da comunidade bentônica, marcadamente aquelas componentes da ordem Siluriformes. Tais espécies poderão sofrer prontamente os impactos negativos resultante de denudações necessárias para os canteiros e obras previstos

A presença de vegetação nativa nas margens, sejam os campos naturais ou as florestas, está também intimamente relacionada ao aporte de um grande espectro de itens alimentares que chegam ao rio. Folhas constituem nutrientes e substrato para o desenvolvimento de vegetais perifíticos que servem como alimento para espécies raspadoras como os cascudos. Frutos podem ser utilizados diretamente como alimento para espécies de piaus e pacus. Formas larvais aquáticas e seus adultos

terrestres são igualmente importantes para muitas espécies de peixes, incluindo bagres, lambaris e saicangas.

Além dos itens alimentares, a presença de florestas nativas define microambientes marginais e cria biótopos para espécies que e refugiam entre troncos e galhos caídos.

Atualmente, a margem do rio Iapó onde se projeta a instalação do reservatório é em grande parte constituída por florestas nativas e, em menor escala, por campos naturais. (Comentário: insiro foto aérea da região do futuro lago vista paor montante, creio que neste caso estas colocações tem que ser revistas) A elevação do nível da água para cotas superiores, em muitos casos, deverá suprimir estes ambientes, levando as margens do reservatório até os limites de reflorestamentos e de zonas de plantio, com o empobrecimento dos ambientes ripários e conseqüente simplificação do ambiente aquático e suas comunidades de fauna.

Quadro 6.8: Atributo do Impacto Denudação de margens

Denudação de margens	**Atributos**
Natureza	Negativa
Tipo	Direto
Abrangência	Áreas de canteiro de obras e infra-estrutura
Início	Médio Prazo
Etapa	Instalação
Duração	Temporária
Magnitude	Média/Baixa
Possibilidade de reversão	Parcial
Possibilidade de compensação	Parcial
Programas e medidas	-Programa de Manejo e Monitoramento da Fauna Aquática -Programa de recuperação de áreas degradadas

6.2.1.9. Aumento de atividades poluidoras

A localização do canteiro de obras nas margens do rio muda o cenário atualmente diagnosticado pelo plano básico do empreendimento que, ao tratar de questões ambientais informa:

> *"Além disso, as margens são desabitadas não havendo atividades de relocações de famílias ou até mesmo acessos*."

A condição relatada indica que, no trecho no qual se projeta o empreendimento, fontes de poluição doméstica são escassas. Por sua vez, a inexistência de acessos rodoviários representa também a redução de riscos de transporte de sedimentos que poderiam lixiviar poluentes produzidos por lavouras, como ocorre em outros pontos da bacia do Iapó.

A instalação do canteiro de obras poderá representar uma nova fonte de poluentes orgânicos, oriundos de instalações como refeitórios e alojamentos, como também de substâncias químicas como óleos combustíveis e lubrificantes usados em máquinas e veículos pesados.

Adicionalmente, ao definir novos acessos até a margem do rio e, com o estabelecimento do reservatório em condições de maior proximidade com áreas cultivadas e redução da faixa de vegetação ciliar natural, maiores quantidades de fertilizantes e agroquímicos poderão atingir as águas.

A magnitude deste impacto será mais importante na medida em que se amplie o uso do solo no entorno e sejam intensificadas as obras de instalação do empreendimento. Em situações extremas ou acidentais, mortandades de peixes podem ser verificadas ao longo do rio a jusante do das obras em função do manejo/destinação inadequada de insumos da construção (óleos lubrificantes e combustíveis) ou matéria orgânica.

Finalmente, entre as conhecidas decorrências da poluição por fertilizantes químicos ou produtos orgânicos em ambientes lênticos estão as explosões de algas em zonas

de dejeção de drenagens oriundas de lavouras ou o desenvolvimento descontrolado de macrófitas aquáticas dos gêneros *Pistia*, *Eichornia*, entre outras. Tais alterações podem afetar indistintamente todas as espécies ictíicas, favorecendo apenas aquelas mais resistentes, vivíparas ou capazes de utilizar o oxigênio atmosférico por meio de respiração acessória.

Quadro 6.9: Atributo do Impacto Aumento de atividades poluidoras

Aumento de atividades poluidoras	**Atributos**
Natureza	Negativa
Tipo	Indireto
Abrangência	Bacia do rio Tibagi
Início	Curto prazo
Etapa	Instalação
Duração	Temporária
Magnitude	Baixa
Possibilidade de reversão	Parcial
Possibilidade de compensação	Inexistente
Programas e medidas	-Programa de recuperação de áreas degradadas -Programa de Manejo e Monitoramento da Fauna Aquática

6.2.1.10. Perda de Ambientes Naturais

Atividades de desmatamento com conseqüente supressão de ambientes naturais serão fundamentais dentro da área de inundação do empreendimento e também nas áreas onde serão necessárias para a construção de benfeitorias.

Quadro 6.10: Atributo do Impacto Perda de Ambientes Naturais

Perda de Ambientes Naturais	Atributos
Natureza	Negativa
Tipo	Direto
Abrangência	Regional
Início	Imediato
Etapa	Instalação
Duração	Permanente
Magnitude	Média
Possibilidade de reversão	Irreversível
Possibilidade de compensação	Parcial
Programas e medidas	-Programa de Recuperação de Áreas Degradadas -Programa de Recuperação e Adensamento da Faixa Ciliar -Programa de Resgate e Aproveitamento Científico da Flora -Programa de Compensação para Unidade de Conservação

6.2.1.11. Fragmentação da Vegetação Natural

A atividade de remoção da vegetação para implantação da PCH fragmentará ainda mais a vegetação nativa local, provocando alterações no microclima e índice de luminosidade, que afetarão a dinâmica de evolução do ecossistema.

Quadro 6.11: Atributo do Impacto Fragmentação da vegetação natural

Fragmentação da vegetação natural	Atributos
Natureza	Negativa
Tipo	Direto
Abrangência	Regional
Início	Imediato
Etapa	Instalação
Duração	Temporária
Magnitude	Média
Possibilidade de reversão	Reversível
Possibilidade de compensação	Parcial
Programas e medidas	-Programa de Recuperação de Áreas Degradadas -Programa de Recuperação e Adensamento da Faixa Ciliar -Programa de Resgate e Aproveitamento Científico da Flora -Programa de Compensação para Unidade de Conservação

6.2.1.12. Alteração da Paisagem

As atividades necessárias durante a fase de implantação da PCH, tais como a remoção da vegetação local, remoção do solo, obras de terraplanagem e aumento do fluxo de automóveis ocasionarão alteração da paisagem atualmente existente.

Quadro 6.12: Atributos do Impacto Alteração da Paisagem

Alteração da paisagem	Atributos
Natureza	Negativa
Tipo	Direto
Abrangência	Regional
Início	Imediato
Etapa	Instalação
Duração	Permanente
Magnitude	Média
Possibilidade de reversão	Irreversível
Possibilidade de compensação	Parcial
Programas e medidas	-Programa de Recuperação de Áreas Degradadas -Programa de Recuperação e Adensamento da Faixa Ciliar

	-Programa de Resgate e Aproveitamento Científico da Flora -Programa de Compensação para Unidade de Conservação

6.2.1.13: Rompimento de Corredores Ecológicos

O rompimento de corredores ecológicos ocorre através da retirada da vegetação da área de inundação e implantação de estradas e benfeitorias que seccionam áreas naturais que anteriormente estavam relacionadas, mantendo fluxo gênico e ligadas diretamente.

Quadro 6.13: Atributo do Impacto Rompimento de corredores ecológicos

Rompimento de corredores ecológicos	**Atributos**
Natureza	Negativa
Tipo	Direto
Abrangência	Regional
Início	Imediato
Etapa	Instalação e Operação
Duração	Temporária
Magnitude	Média
Possibilidade de reversão	Reversível
Possibilidade de compensação	Parcial
Programas e medidas	-Programa de Recuperação de Áreas Degradadas -Programa de Recuperação e Adensamento da Faixa Ciliar -Programa de Resgate e Aproveitamento Científico da Flora -Programa de Compensação para Unidade de Conservação

6.2.1.14. Potencialização do Efeito de Borda

O efeito de borda gera alterações nas condições microclimáticas de um ecossistema anteriormente em equilíbrio em relação ao seu entorno, deixando-o suscetível a contaminação biológica por espécies invasoras, além de afetar a estrutura natural do ambiente, como na queda de árvores emergentes devido à infiltração de vento no interior da floresta.

Quadro 6.14: Atributos do Impacto Potencialização do efeito de borda

Potencialização do efeito de borda	Atributos
Natureza	Negativa
Tipo	Direto
Abrangência	Local
Início	Imediato
Etapa	Instalação e Operação
Duração	Temporária
Magnitude	Média
Possibilidade de reversão	Reversível
Possibilidade de compensação	Parcial
Programas e medidas	-Programa de Recuperação de Áreas Degradadas -Programa de Recuperação e Adensamento da Faixa Ciliar -Programa de Resgate e Aproveitamento Científico da Flora -Programa de Compensação para Unidade de Conservação

6.2.1.15. Supressão da Vegetação Nativa

A vegetação é um dos constituintes bióticos dos ecossistemas que exerce importante papel estruturador de habitats: quanto mais complexa sua estrutura, maior a possibilidade de estabelecimento de comunidades bióticas mais ricas e mais diversas.

Este impacto ocasionará reflexos negativos sobre a fauna dependente de áreas florestadas pelo efeito de borda e pela redução de seus habitats, uma vez que são poucos remanescentes florestais estruturados na região e estes sofrem com a pressão da pecuária descaracterizando os estratos inferiores dos mesmos e prejudicando os mamíferos terrestres florestais.

Assim como as áreas de floresta, os campos naturais, os quais são representados localmente geralmente por pequenas manchas já descaracterizadas apresentam elevada importância para determinadas espécies, as quais possuem preferência por estes ambientes.

Apesar dos baixos índices de cobertura florestal nativa e seu estado de conservação, da elevada fragmentação e degradação dos remanescentes campestres observados na região e da pequena área diretamente afetada, há uma preocupação associada às ações que poderão reduzir e alterar ainda mais os remanescentes diretamente impactados.

A supressão da vegetação ocorrerá durante a fase de implantação das estruturas da PCH, especialmente nas áreas destinadas às vias de acesso, canteiro de obras, áreas dos reservatórios, canais de adução e bota-fora. O único ponto positivo deste impacto será a eliminação de diversas espécies arbóreas exóticas invasoras, ocorrentes nos trechos a serem impactados.

Natureza negativa, direta, de abrangência regional, início imediato, na etapa inicial de construção, duração permanente de alta magnitude, parcialmente reversível e parcialmente mitigável.

Quadro 6.15: Atributo do Impacto Supressão da vegetação nativa

Supressão da vegetação nativa	**Atributos**
Natureza	Negativa
Tipo	Direto; secundário
Abrangência	Regional
Início	Imediato
Etapa	Início das obras
Duração	Permanente
Magnitude	Alta
Possibilidade de reversão	Parcial
Possibilidade de compensação	Parcial
Programas e medidas	-Programa de recuperação de áreas degradadas -Programa de Recuperação e Adensamento da Faixa Ciliar -Programa de Resgate e Aproveitamento Científico da Flora -Programa de Compensação para Unidade de Conservação -Programa de Monitoramento da Fauna Terrestre Resgatada

6.2.1.16. Alteração de Sítios Reprodutivos para Fauna

Outro risco associado à supressão de vegetação é a potencialidade de alteração nos sítios reprodutivos. Tal impacto é prejudicial principalmente os processos reprodutivos de espécies florestais e campestres que necessitam de trechos de estepe bem estruturados devido à falta de disponibilidade de ambientes ideais para a construção de ninhos, disponibilidade de recursos. A conseqüência de tal fato resulta numa maior susceptibilidade à predação nos locais mais próximos às bordas de matas.

Natureza negativa, indireta, de abrangência regional, início imediato, na etapa inicial de construção, duração temporária de alta magnitude, parcialmente reversível e parcialmente mitigável.

Quadro 6.16: Atributo do Impacto Alteração de sítios reprodutivos

Alteração de sítios reprodutivos	Atributos
Natureza	Negativa
Tipo	Indireta
Abrangência	Regional
Início	Imediato
Etapa	Início das obras
Duração	Temporária
Magnitude	Alta
Possibilidade de reversão	Parcial
Possibilidade de compensação	Parcial
Programas e medidas	-Programa de Recuperação de Áreas Degradadas -Programa de Recuperação e Adensamento da Faixa Ciliar -Programa de Resgate e Aproveitamento Científico da Flora -Programa de Compensação para Unidade de Conservação -Programa de Monitoramento da Fauna Terrestre Resgatada

6.2.1.17. Afugentamento da Fauna por Perda de Habitats

Sabe-se que qualquer alteração mesmo que natural na cobertura vegetacional de uma região, afeta a fauna local, havendo uma sucessão natural de espécies. Este fato se deve as chamadas condições limitantes do ambiente sobre determinados grupos. Modificações nesses habitats irão provocar o fenômeno da evasão para áreas adjacentes, em busca de habitats mais favoráveis.

Desta forma, há uma tendência de uma substituição, mesmo que temporária por uma fauna composta de espécies menos exigentes em termos de habitats e, por isto, menos diversificadas que irão competir pelos recursos locais, visto que as espécies com menor plasticidade deverão se concentrar nos ambientes mais conservados.

Natureza negativa, direta, de abrangência regional, início imediato, na etapa inicial de construção, duração temporária de alta magnitude, parcialmente reversível e parcialmente mitigável.

Quadro 6.17: Atributos do Impacto Afugentamento da fauna por perda de habitats

Afugentamento da fauna por perda de habitats	**Atributos**
Natureza	Negativa
Tipo	Direta
Abrangência	Regional
Início	Imediato
Etapa	Início das obras
Duração	Temporária
Magnitude	Alta
Possibilidade de reversão	Parcial
Possibilidade de compensação	Parcial
Programas e medidas	-Programa de Recuperação de Áreas Degradadas -Programa de Recuperação e Adensamento da Faixa Ciliar -Programa de Resgate e Aproveitamento Científico da Flora -Programa de Compensação para Unidade de Conservação -Programa de Monitoramento da Fauna Terrestre Resgatada

6.2.1.18. Afugentamento da Fauna Terrestre pela Emissão de Ruídos e Circulação de Veículos e Pessoas

Os impactos sonoros, mesmo cessando assim que a fonte geradora é paralisada, podem afugentar algumas espécies de aves, interferindo no seu comportamento e alterando provisoriamente seus padrões normais de reprodução e busca por locais de repouso e alimentação. Os ruídos produzidos em decorrência do uso de maquinário pesado para a implantação da PCH, bem como o aumento do fluxo de pessoas, terão interferência direta sobre a fauna.

Natureza negativa, direta, de abrangência local, início imediato, na etapa inicial de construção, duração temporária de média magnitude, reversível e parcialmente mitigável.

Quadro 6.18: Atributo do Impacto Afugentamento da fauna terrestre pela emissão de ruídos, circulação de veículos e pessoas

Afugentamento da fauna terrestre pela emissão de ruídos, circulação de veículos e pessoas	**Atributos**
Natureza	Negativa
Tipo	Direta
Abrangência	Local
Início	Imediato
Etapa	Início das obras
Duração	Temporária
Magnitude	Média
Possibilidade de reversão	Reversível
Possibilidade de compensação	Parcial
Programas e medidas	-Programa de Recuperação de Áreas Degradadas -Programa de Recuperação e Adensamento da Faixa Ciliar -Programa de Resgate e Aproveitamento Científico da Flora -Programa de Compensação para Unidade de Conservação -Programa de Monitoramento da Fauna Terrestre Resgatada -Implantação de Sinalização e Elementos de Redução de Velocidade nas Rodovias -Sistematização de Horários para Detonações e Mautenção Constante de Máquinas e Veículos

6.2.1.19. Afugentamento de Fauna pela Operação da PCH

O afugentamento da fauna durante a fase de operação será ocasionada pelo funcionamento da casa de força, bem como pela movimentação de veículos que farão a manutenção das estruturas. Contudo, este impacto é absolutamente mitigável, com o isolamento acústico da casa de força.

Natureza negativa, direta, de abrangência local, início a curto prazo, após implantação do empreendimento, duração permanente de baixa magnitude, parcialmente reversível e parcialmente mitigável.

Quadro 6.19: Atributo do Impacto Afugentamento de fauna pela operação da PCH

Afugentamento de fauna pela operação da PCH	**Atributos**
Natureza	Negativa
Tipo	Direta
Abrangência	Local
Início	Curto Prazo
Etapa	Após implantação
Duração	Permanente
Magnitude	Baixa
Possibilidade de reversão	Parcial
Possibilidade de compensação	Parcial
Programas e medidas	-Programa de recuperação de áreas degradadas -Programa de Recuperação e Adensamento da Faixa Ciliar -Programa de Resgate e Aproveitamento Científico da Flora -Programa de Compensação para Unidade de Conservação -Programa de Monitoramento da Fauna Terrestre Resgatada -Implantação de sinalização e elementos de redução de velocidade nas rodovias -Sistematização de horários para Detonações e Mautenção Constante de Máquinas e Veículos

6.2.1.20. Maior Incidência de fauna atropelada

Os efeitos deste tipo de impacto são destacados através da alteração do comportamento animal e modificações nos padrões de movimentação (aumento da área de vida, alterações no sucesso reprodutivo, no ponto de fuga e nas estratégias de predação), o qual deve ser maior no início da implantação do empreendimento, porém não deve diminuir consideravelmente durante a operação. A incidência tende a se agravar nos períodos pós-reprodução e em épocas em que os recursos tornam-se limitados e os animais necessitam se deslocar por distâncias maiores para conseguir alimento.

Quadro 6.20: Atributo do Impacto Maior incidência de atropelamentos

Maior incidência de fauna atropelada	**Atributos**
Natureza	Negativa
Tipo	Direta
Abrangência	Local
Início	Imediato
Etapa	Início das Obras
Duração	Temporário
Magnitude	Alta
Possibilidade de reversão	Parcial
Possibilidade de compensação	Mitigável
Programas e medidas	-Programa de recuperação de áreas degradadas -Programa de Recuperação e Adensamento da Faixa Ciliar -Programa de Compensação para Unidade de Conservação -Programa de Monitoramento da Fauna Terrestre Resgatada -Implantação de sinalização e elementos de redução de velocidade nas rodovias -Sistematização de horários para Detonações e Mautenção Constante de Máquinas e Veículos

6.2.1.21. Pressão Sobre a Fauna Devido ao Aumento da Caça e Captura

Com a abertura de novos acessos e melhoria nas estradas poderá ocorrer uma facilitação a incursão de caçadores em busca de animais cinegéticos (caça) ou de valor comercial para manutenção em cativeiro.

Natureza negativa, direta, de abrangência regional, início em curto prazo, após implantação do empreendimento, duração permanente de alta magnitude, parcialmente reversível e mitigável.

Quadro 6.21: Atributos do Impacto Pressão sobre a fauna devido ao aumento da caça e captura

Pressão sobre a fauna devido ao aumento da caça e captura	**Atributos**
Natureza	Negativa
Tipo	Indireta
Abrangência	Regional
Início	Curto Prazo
Etapa	Após a implantação
Duração	Permanente
Magnitude	Média
Possibilidade de reversão	Parcial
Possibilidade de compensação	Mitigável
Programas e medidas	-Programa de recuperação de áreas degradadas -Programa de Recuperação e Adensamento da Faixa Ciliar -Programa de Resgate e Aproveitamento Científico da Flora -Programa de Compensação para Unidade de Conservação -Programa de Monitoramento da Fauna Terrestre Resgatada -Implantação de sinalização e elementos de redução de velocidade nas rodovias -Sistematização de horários para Detonações e Mautenção Constante de Máquinas e Veículos

6.2.1.22. Alteração nas Comunidades Aquáticas

A eliminação de ambientes de água corrente (lótico) e a conseqüente ampliação de áreas lênticas, devem provocar modificações na abundância e distribuição de

diversos grupos da fauna aquática. Da mesma forma, a alteração da vegetação para a construção da infra-estrutura, potencializará a lixiviação de sedimentos para as regiões alagadas ou corpos d'água, acarretando em modificações na qualidade da água e aumento da turbidez. Por conseqüência, espécies dependentes destes organismos e destes ambientes podem sofrer algum impacto, apesar do contraponto de a maioria das espécies se beneficiar da ampliação da coluna d'água. O isolamento de alguns grupos pela construção da barragem pode ocorrer, visto a mobilidade destes ser de certa forma limitada.

Natureza negativa, direta, de abrangência local, início imediato, após implantação do empreendimento, duração permanente de baixa magnitude, irreversível e não mitigável.

Quadro 6.22: Atributo do Impacto Alteração nas comunidades aquáticas

Alteração nas comunidades aquáticas	**Atributos**
Natureza	Negativa
Tipo	Direta
Abrangência	Local
Início	Longo Prazo
Etapa	Após a Implantação
Duração	Permanente
Magnitude	Baixa
Possibilidade de reversão	Irreversível
Possibilidade de compensação	Não Mitigável
Programas e medidas	-Programa de Recuperação e Adensamento da Faixa Ciliar -Programa de Manejo e Monitoramento da Fauna Aquática

6.2.1.23. Supressão de parte Significativa do Ambiente Natural de Ocorrência Como Agente de Modificação na Composição da Fauna Local

O desenvolvimento de atividades desde o período de implantação do empreendimento e de instalação do canteiro de obras até a construção da PCH determinará um maior grau de fragmentação dos já fragmentados ambientes

naturais, impedindo o estabelecimento e o deslocamento de várias espécies de fauna. A despeito da pouca informação existente sobre a história natural desses animais, sabe-se que muitas espécies ocorrem em baixas densidades. Por outro lado, espécies de ampla distribuição e de caráter generalista quanto à utilização dos recursos tendem, com o tempo, a substituir a fauna original no entorno dos futuros reservatórios, um fenômeno recorrente em áreas alteradas e tão preocupante quanto as extinções locais. Com isso, a descaracterização do ambiente deverá causar modificações locais quanto à composição da fauna, determinando uma substituição de formas estenóicas (por natureza, indicadoras de boa qualidade de hábitat) por espécies generalistas. Dessa maneira, cuidados especiais deverão ser verificados no decorrer das atividades de instalação da obra, de maneira a impactar o menos possível as áreas contíguas aos locais de trabalho.

Deverá ser preservada a heterogeneidade ambiental no entorno da obra. Funcionários deverão ser conscientizados quanto à importância de preservar e proteger a fauna ali ocorrente.

Quadro 6.23: Atributo do Impacto Supressão de parte significativa do ambiente natural de ocorrência como agente de modificação na composição da fauna local

Supressão de parte significativa do ambiente natural de ocorrência como agente de modificação na composição da fauna local	**Atributos**
Natureza	Negativa
Tipo	Direto
Abrangência	Local (ADA)
Início	Imediato
Etapa	Instalação do empreendimento
Duração	Temporário
Magnitude	Alta
Possibilidade de reversão	Parcial
Possibilidade de compensação	Parcial
	-Programa de educação ambiental -Programa de recuperação de áreas degradadas -Programa de Recuperação e Adensamento da Faixa Ciliar -Programa de Compensação para Unidade de Conservação -Programa de Monitoramento da Fauna Terrestre Resgatada -Implantação de sinalização e elementos de redução de velocidade nas rodovias -Sistematização de horários para Detonações e Mautenção Constante de Máquinas e Veículos

6.2.1.24. Deslocamento da fauna para Áreas Contíguas, Influenciando a Taxa de Mortalidade das Espécies

Advirá da retirada da vegetação local, bem como do afluxo de pessoas visando a preparação do terreno e construção das edificações necessárias ao empreendimento. Este impacto será especialmente forte sobre as espécies ocorrentes nos fragmentos florestais, tipo de ambiente a ser mais influenciado por esse impacto. Deve aqui ser considerado que, concomitantemente, haverá o deslocamento de outros animais que constituem a base da alimentação das espécies registradas (como, por exemplo, insetos, outros artrópodos e pequenos vertebrados) para a periferia da área ocupada. Isto deverá determinar a dispersão

de fauna para áreas contíguas, que apresentam características ambientais diferenciadas. As áreas contíguas não deverão oferecer abrigo e recursos suficientes para espécies adaptadas ao ambiente florestal.

Por outro lado, a implementação de um canteiro de obras poderá atrair, para as áreas ocupadas, espécies adaptadas a viver próximo ao homem (sinantrópicas ou periantrópicas). Um exemplo é a aproximação de algumas espécies oportunistas (particularmente de serpentes peçonhentas), face ao aumento da população de roedores urbanos e decorrente do acúmulo de lixo gerado pelo abrupto crescimento populacional na área.

Ademais, a necessária estocagem de madeira e de outros materiais de construção deverá oferecer potenciais áreas de refúgio (esconderijos) para serpentes e lagartos que conseguirem se manter na área, aumentando a freqüência de interações entre pessoas e esses animais.

Quadro 6.24: Atributo do Impacto Deslocamento da Fauna para áreas contíguas, influenciando a taxa de mortalidade das espécies

Deslocamento da fauna para áreas contíguas, influenciando a taxa de mortalidade das espécies	**Atributos**
Natureza	Negativo
Tipo	Direto
Abrangência	Local (ADA) e regional (AID)
Início	Imediato
Etapa	Após o início das obras
Duração	Temporário
Magnitude	Média
Possibilidade de reversão	Irreversível
Possibilidade de compensação	Parcial
Programas e medidas	-Programa de recuperação de áreas degradadas -Programa de Recuperação e Adensamento da Faixa Ciliar -Programa de Compensação para Unidade de Conservação -Programa de Monitoramento da Fauna Terrestre Resgatada -Implantação de sinalização e elementos de

	redução de velocidade nas rodovias -Sistematização de horários para Detonações e Mautenção Constante de Máquinas e Veículos

6.2.1.25. Incremento na Incidência de Acidentes com Animais Peçonhentos na Região

Este impacto está relacionado à presença de serpentes peçonhentas na região (especialmente *Bothropoides jararaca*) e à presença de maior número de pessoas transitando pelo local das obras. O deslocamento de serpentes peçonhentas, de áreas sob supressão de vegetação para áreas contíguas habitadas, potencializa o risco de acidentes envolvendo tanto empregados quanto a população local. Com isso, deve ser prevista vistoria da capacidade de atendimento desse tipo de acidente e da existência de soros antipeçonhentos nas unidades de saúde da região (município de Castro e municípios limítrofes).

Quadro 6.25: Atributo do Impacto Incremento na incidência de acidentes com animais peçonhentos na região

Incremento na incidência de acidentes com animais peçonhentos na região	**Atributos**
Natureza	Negativa
Tipo	Direto
Abrangência	Local (ADA) e regional (AID)
Início	Imediato
Etapa	Durante o desenvolvimento das obras
Duração	Temporário
Magnitude	Baixo
Possibilidade de reversão	Parcial
Possibilidade de compensação	Não se aplica
Programas e medidas	-Programa de Educação ambiental

6.2.1.26. Interferência com o fluxo de veículos e ocorrência de acidentes

As atividades de implantação necessárias para a PCH exigirão a movimentação de veículos leves e pesados bem como o transporte de máquinas e equipamentos geralmente necessários à execução de obras civis de tal porte. A intensificação do tráfego de veículos lentos e máquinas de grande porte representa um aumento do fluxo, um impacto adverso e temporário que prejudicará a qualidade de vida dos usuários das rodovias e estradas vicinais próximas ao empreendimento.

Uma vez que os veículos lentos e as máquinas de grande porte sejam inseridos no escopo da obra, amplia-se o tráfego apenas com a movimentação temporária (fase de construção) de caminhões necessários para o transporte de insumos (ferro, aço, cimento, brita, torres, cabos, combustíveis, entre outros) necessários às obras civis. Ainda que não haja adensamento demográfico expressivo na Área de influência Direta, a circulação de veículos e de maquinário necessário para a implantação do empreendimento poderá causar acidentes e atropelamentos, envolvendo os trabalhadores da obra e a população residente na Área de Influência.

Existem vários pontos de maior fragilidade em relação ao tráfego. Um deles é a intersecção entre a PR 151 e a linha Colônia dos Agostinhos, embora haja sinalização na rodovia (Figura 6.1).

Figura 6.1: Intersecção entre a PR 151 e a estrada rural de acesso à margem direita do Rio Iapó.



Outro ponto a ser considerado quando do início das obras é o início da estrada vicinal, um pequeno aglomerado composto por 15 residências localizadas na beira da estrada vicinal (Figura 6.2).

Figura 6.2: Aglomerado na estrada vicinal que dá acesso ao empreendimento.



Outro ponto a ser considerado é a igreja e cemitério pertencente à Comunidade Colônia dos Agostinhos (Figura 6.3).

Figura 6.3: Igreja e cemitério – Colônia dos Agostinhos.



Os pontos supramencionados são os que exigem maior atenção em relação ao tráfego gerado pela obra.

Quadro 6.26: Atributo do Impacto Interferência com o fluxo de veículos e ocorrência de acidentes

Interferência com o fluxo de veículos e ocorrência de acidentes	
Natureza	Negativo
Tipo	Direto
Abrangência	Local
Início	Concomitante ao período de início das obras
Etapa	Implantação
Duração	Temporária
Magnitude	Média
Possibilidade de Reversão	Parcial
Possibilidade de compensação	Parcial
Programas e Medidas	-Implantação de sinalização e elementos de redução de velocidade nas rodovias -Sistematização de horários para Detonações e Mautenção Constante de Máquinas e Veículos

6.2.1.27. Alteração da Qualidade de Vida da População

A instalação e utilização do acampamento pelos trabalhadores e os serviços específicos da obra geram alterações inerentes nas pequenas aglomerações, como a produção de detritos orgânicos, recicláveis, químicos e efluentes sanitários. A disposição e o acúmulo desses detritos e efluentes em locais inadequados contribuem para a possível proliferação de vetores de doenças, como ratos e insetos, bem como para a poluição dos córregos da região.

Esses problemas podem acarretar no comprometimento da saúde da população da Área de Influência Direta. As obras de implantação podem acarretar no incômodo sonoro dessa população. A poluição atmosférica, presente na maioria das atividades da fase de implantação do projeto resulta em problemas de saúde da população do entorno da obra.

Quadro 6.27: Alteração da Qualidade de Vida da População

Alteração da Qualidade de Vida da População	
Natureza	Negativo
Tipo	Indireto
Abrangência	Local
Início	Concomitante ao período de início das obras
Etapa	Implantação
Duração	Temporária
Magnitude	Baixa
Possibilidade de Reversão	Parcial
Possibilidade de compensação	Parcial
Programas e Medidas	-Programa de Comunicação Social -Programa de Educação Ambiental

6.2.1.28. Movimento Migratório Para a Região do Empreendimento

O local da obra é cercado por propriedades rurais e um pequeno aglomerado rural. Mesmo com os comentários existentes sobre a implantação de uma usina na região, é bastante improvável que haja ocupação desordenada do local pelas características supramencionadas.

Dessa forma não há expectativa de atração de contingente expressivo de pessoas para a região, nem uma significativa elevação de moradores na sede municipal de Castro.

Além disso, o processo de seleção de trabalhadores pelas construtoras geralmente dá preferência à mão de obra local, já que isto minimiza custos na construção de alojamentos e no transporte de pessoal.

Quadro 6.28: Movimento Migratório Para a Região do Empreendimento

Movimento Migratório Para a Região do Empreendimento	
Natureza	Negativo
Tipo	Indireto
Abrangência	Local
Início	Concomitante ao período de início das obras
Etapa	Implantação
Duração	Temporária
Magnitude	Baixa
Possibilidade de Reversão	Parcial
Possibilidade de compensação	Parcial
Programas e Medidas	-Contratação de mão-de-obra local

6.2.1.29. Alteração do Patrimônio Arqueológico pela PCH Pulo

A ocupação humana pretérita na área em que se pretende implantar a PCH Pulo e seus arredores, foco do presente estudo para a elaboração deste Estudo Prévio de Impacto Ambiental, o qual objetiva determinar as perturbações que poderá sofrer o patrimônio arqueológico com a formação do reservatório e a instalação do canteiro de obras, assim como a abertura de estradas de acesso para a área e a implantação da linha de transmissão, é referenciada não somente através de informações resultantes de pesquisas bibliográficas, como também, pelo registro de sítios arqueológicos, indicadores da passagem de grupos indígenas anteriores à ocupação européia.

No Estado do Paraná estudos arqueológicos efetuados resultaram no registro de sítios arqueológicos correspondentes a assentamentos de grupos caçadores-coletores pré-ceramistas referentes às tradições Umbu, Bituruna e Humaitá, de grupos ceramistas vinculados às tradições Itararé, Casa de Pedra, Tupiguarani e Neobrasileira, além da localização de sítios históricos representativos de períodos mais recentes da ocupação territorial paranaense relacionados a caminhos de tropeiros dos séculos XVIII e XIX, pousos, acampamentos e invernadas. Evidenciaram, assim, um processo ocupacional de longa duração que data de aproximadamente 10000 anos atrás (CHMYZ, 1971; 1981).

Apesar de não constar nenhum registro de sítio arqueológico no Cadastro Nacional de Sítios Arqueológicos do IPHAN (CNSA) nos municípios de Castro e Tibagi, no vale do rio Iapó e em seus arredores, as pesquisas arqueológicas tiveram início na década de 1950. Realizadas pelos arqueólogos franceses Annete Laming-Emperaire e Joseph Emperaire e pelo professor de História da Universidade Federal do Paraná Oldemar Blasi, resultaram na localização de diversas pinturas rupestres em abrigos situados na margem esquerda do rio Iapó, nos municípios de Tibagi e Piraí do Sul.

Dez anos mais tarde novas abordagens foram efetuadas por Oldemar Blasi na mesma região do rio Iapó. De seus estudos três conjuntos de pinturas foram

constatados em novos abrigos denominados Lapa Ponciano e Lapa Floriano. No interior do último, escavações realizadas evidenciaram a presença de material lítico que pode estar associado às pinturas.

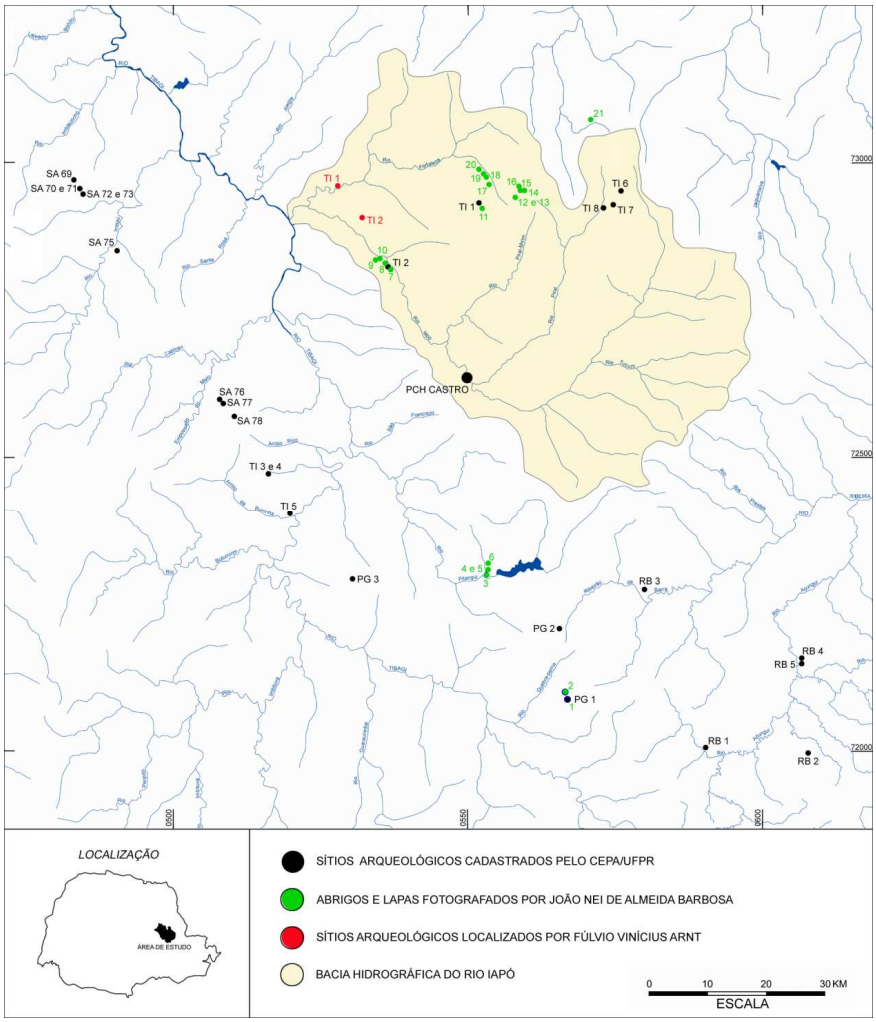
Novos estudos foram desenvolvidos por Igor Chmyz na década de 1970. Resultaram na localização de abrigos com pinturas no Segundo Planalto paranaense, nas proximidades do rio Quebra Perna. Um deles, registrado como PR PG 1: Abrigo Cambiju, apresentou material lítico em profundidade que, da mesma forma, pode estar associado às pinturas.

Estudos mais recentes desenvolvidos na área em pauta por pesquisadores ligados ao Museu Paranaense resultaram na localização de novos pontos com pinturas e gravuras no vale do rio Iapó e arredores.

Sítios a céu aberto relacionados a tradições ceramistas e pré-ceramistas também foram registrados em áreas próximas à de estudo. Nos anos de 1966 e 1967, Oldemar Blasi localizou, nas proximidades da cidade de Tibagi, o sítio Conceição, vinculado à tradição ceramista Tupiguarani.

Decorrentes de estudos executados pelo CEPA/UFPR nos anos de 2001/2002 nos trechos da Rodovia BR 376 situados entre Ponta Grossa e Imbaú e, da Rodovia PR 151, trecho Piraí do Sul e Jaguariaiva, 44 indícios de ocupações ceramistas e 3 pré-ceramistas foram constatados (Figura 6.4).

Figura 6.4: Mapa com localização da PCH Pulo e dos sítios arqueológicos levantados nas proximidades da área de estudo. (Fonte: CEPA/UFPR: 2010).



Os resultados dos estudos arqueológicos, efetuados nas proximidades do espaço em pauta desde a década de 1950, ressaltam a importância da execução de trabalhos arqueológicos na área pretendida para implantação da PCH Pulo, uma vez que a região do vale do rio Iapó e seu entorno contém importantes vestígios de diferentes grupos humanos, fundamentais para a compreensão da pré-história e história do Paraná.

Para a área em questão especificamente não existe registro de sítios arqueológicos. O levantamento de campo efetuado nas áreas diretamente afetadas (ADA) e na de influência direta do empreendimento (AID), apesar de não evidenciar a ocorrência de material arqueológico não invalida, no entanto, a necessidade da realização de levantamentos através de sondagens sistemáticas nos locais a serem impactados. A

topografia favorável a assentamentos humanos e, a falta de pesquisas sistemáticas na área, corroboram a necessidade da execução de trabalhos de monitoramento se o empreendimento for implantado evitando-se, assim a destruição ao patrimônio arqueológico porventura existente.

A presença de sítios arqueológicos em áreas próximas, assim como de pinturas em abrigos-sob-rocha, demonstra a diversidade da ocupação humana pretérita da região. Considerando-se, ainda, a topografia e a hidrografia locais, que são favoráveis ao assentamento humano e as informações etno-históricas que referenciam a presença de grupos indígenas quando da entrada das primeiras expedições exploradoras, assim como o estabelecimento de povoadores ao longo dos caminhos de tropas, é grande a probabilidade de ocorrência de sítios arqueológicos tanto pré-históricos como históricos.

Ressalta-se que, como o trabalho de campo limitou-se a um reconhecimento inicial da área em questão, consistindo apenas na realização de vistorias de superfície, será necessário, se implantado o empreendimento, a execução de estudos mais detalhados, com a realização de prospecções arqueológicas sistemáticas envolvendo perfurações do solo, as quais deverão fornecer informações mais precisas sobre a quantidade, tipologia, e filiação cultural dos sítios arqueológicos existentes nos espaços que sofrerão alterações.

Recomendações

O Estudo Prévio de Impacto Ambiental permite, através de uma gestão preservacionista dos remanescentes arqueológicos, indicar de forma antecipada o potencial que o local apresenta possibilitando, assim, a prevenção a futuros impactos nesse patrimônio.

> "Por impactos do empreendimento sobre o patrimônio arqueológico, entende-se qualquer alteração que a obra projetada possa vir a causar sobre os bens arqueológicos e seu contexto ambiental, impedindo que o legado das gerações passadas seja usufruído pelas gerações presentes e futuras. Portanto, a única medida mitigadora dos impactos do empreendimento sobre os recursos arqueológicos regionais é fornecer

as condições necessárias à produção de conhecimento científico sobre os processos culturais ocorridos na área em tempos passados e, assim, sua incorporação à memória nacional.” (CALDARELLI, 1999:8(2)

A identificação dos impactos provocados pela implantação da PCH Pulo, e a extensão dos possíveis danos ao patrimônio arqueológico, de uma forma geral, foi caracterizada tomando por referência os processos tecnológicos envolvidos no empreendimento (CALDARELLI, 1996):

Quadro 6.29.: Processo Tecnológico

Processo Tecnológico	**Impacto Arqueológico**
Remoção da cobertura vegetal	Exposição e destruição de estruturas arqueológicas superficiais (negativo)
Terraplenagem para instalação do canteiro de obras.	Destruição de estruturas arqueológicas superficiais e subsuperficiais (negativo)
Escavações para instalação de vilas residenciais	Destruição de estruturas arqueológicas (negativo)
Cortes e aterros para vias de acesso	Exposição e soterramento de estruturas arqueológicas (negativo)
Empréstimo de materiais naturais de construção	Destruição de fontes pretéritas de matéria-prima (negativo)
Disposição de bota-fora	Soterramento de estruturas arqueológicas (negativo)
Execução de obras de realocações (infra-estrutura e assentamentos)	Exposição, soterramento e destruição de estruturas arqueológicas (negativo)
Desmatamento e destocamento da vegetação da área a ser inundada	Exposição e destruição de estruturas arqueológicas (negativo)
Enchimento do reservatório	Submersão de estruturas arqueológicas e descaracterização do território pretérito de captação de recursos (negativo)

O levantamento realizado na área a ser impactada pela PCH Pulo entre os dias 3 e 5 de junho de 2010, pelos arqueólogos Jonas Elias Volcov e Eloi Bora, apesar de não evidenciar nenhum indício arqueológico mostrou que a potencialidade da área para a arqueologia é grande, considerando-se as condições topográficas favoráveis para o estabelecimento humano pretérito. Dessa forma, se implantada a PCH, cuidado deve ser tomado para que uma avaliação mais profunda seja realizada em relação ao patrimônio arqueológico, antes de quaisquer procedimentos para sua instalação.

Para a determinação de sua potencialidade foram vistoriados e analisados, através de caminhamentos, 4 pontos localizados nas áreas diretamente afetadas (ADA) e 3 na de influência direta (AID) do empreendimento, totalizando 7 pontos de amostragem.

Dos estudos realizados concluiu-se que das áreas vistoriadas, 5 apresentaram alta significância para assentamentos humanos (Pontos 1, 2, 3, 4 e 5), e 2, média significância (Pontos 6 e 7), de acordo com a Tabela 3. Dessa forma, se implantada a PCH Pulo, estas deverão ser reavaliadas através de levantamentos mais criteriosos, com realização de caminhamentos e abertura de sondagens sistemáticas.

Ressalta-se, ainda que, apesar de constatada a perturbação do solo em conseqüência das atividades agrícolas desenvolvidas na região, as quais provocam alterações em sítios arqueológicos mais superficiais, estes não perdem seu potencial informativo, pois mesmo quando alterados podem indicar dimensões de aldeias e habitações, tipo de assentamento, grupos que o ocuparam. Quando as perturbações se mostram de pouca profundidade, permanecem intactas as bases das habitações que formavam a aldeia, as quais podem indicar a base sócio-econômica do grupo. Na área em questão, se implantada a PCH Pulo, os impactos sobre o patrimônio arqueológico nele existente serão negativos, permanentes e irreversíveis conforme explicitado no Quadro 6.30. Assim, os estudos arqueológicos são de grande importância, uma vez que as regiões circunvizinhas que receberam abordagens arqueológicas revelaram a presença de inúmeros sítios arqueológicos, demonstrando a densa ocupação da área em tempos pretéritos. Esses dados, inclusive, são corroborados pelas informações etno-históricas.

Quadro 6.30: Impactos causados sobre o patrimônio arqueológico se implantada a PCH Pulo.

Alteração do Patrimônio	**Impactos**

Arqueológico pela PCH Pulo	
Natureza	Negativa
Tipo	Direto
Abrangência	Local
Início	Imediato
Etapa	Início das obras
Duração	Permanente
Magnitude	Alta
Possibilidade de reversão	Irreversível
Possibilidade de compensação	Parcial
Programas e medidas	-Programa de Prospecção Arqueológica -Programa de Resgate Arqueológico -Programa de Educação Patrimonial

Reafirma-se, portanto que, antes da implantação do canteiro de obras, da formação do reservatório, da abertura de estradas e da instalação de linhas de transmissão, deverão ser executados, antecipadamente, Programas de Prospecção e Resgate objetivando a localização, identificação e cadastramento de todos os sítios arqueológicos situados nos espaços que forem impactados.

A prospecção deverá fornecer subsídios para a etapa posterior ou simultânea, relacionada ao Programa de Resgate Arqueológico, gerando informações sobre as dimensões dos sítios, o conteúdo material dos mesmos, a sua classificação funcional (aldeias, acampamentos a céu aberto, sítios funerários, abrigos-sob-rocha, oficinas líticas, estruturas de fazenda, etc), o grau de preservação das evidências, profundidade em que se encontra o material, presença ou ausência de estratigrafia, etc, de acordo com Resolução do Conama de 1986 e, a Portaria IPHAN Nº 230 de 2002 e, considerando-se também os artigos 20, 23, 215 e 216 da Constituição Federal, o disposto na Lei Nº 3.924, de 26 de julho de 1961, os quais dispõem sobre os monumentos arqueológicos e pré-históricos nacionais.

Tais informações serão fundamentais para planejar as estratégias de resgate arqueológico a serem empregadas em cada caso.

No desenvolvimento dos trabalhos, nas etapas seguintes, salienta-se a necessidade da execução de levantamento do patrimônio histórico edificado existente na área, assim como de história oral.

Com essa metodologia, será possível efetuar melhor avaliação arqueológica sobre o passado humano nesses locais, em conformidade com a legislação vigente no país, para mitigar os impactos negativos que as atividades antrópicas venham a provocar na superfície e/ ou subsuperfície.

6.2.2. Impactos Positivos

6.2.2.1. Aumento Temporário da Oferta de Emprego

A implantação desse tipo de empreendimento gera diversos postos de trabalho, as maior parte na fase de implantação. Os postos de trabalho ofertados concentram-se especialmente em mão-de-obra de operários, considerada semi-qualificada, embora também sejam gerados empregos especializados.

A geração de empregos representa um relevante benefício social, caracterizado como sendo de grande magnitude no contexto socioeconômico regional e de ocorrência certa.

A oferta de empregos irá beneficiar os trabalhadores da região de influência do empreendimento, gerando renda familiar e incrementando a economia local, dado o fundamental efeito multiplicador deste setor.

Nesse cenário, a geração de novos empregos é importante para a consolidação de diversos setores econômicos, como o de construção civil e aqueles considerados de apoio ao empreendimento – transporte, alimentação, máquinas e equipamentos, combustíveis, dentre outros.

Esse impacto positivo propicia, de imediato, uma queda no índice de desemprego e aumento da renda individual e familiar dos trabalhadores. O aumento da renda tende

a gerar melhoria da qualidade de vida familiar, através de maior acesso aos bens de consumo.

Em complemento, ainda deve-se mencionar a geração de empregos indiretos, embora de difícil quantificação, sobretudo nos setores já mencionados de apoio ao empreendimento.

Quadro 6.31: Atributo do Impacto Aumento Temporário da Oferta de Emprego

Aumento Temporário da Oferta de Emprego	
Natureza	Positivo
Tipo	Direto
Abrangência	Local e regional
Início	Imediato
Etapa	Implantação – precede necessariamente o início das obras
Duração	Temporária
Magnitude	Média
Possibilidade de Potencialização	Contratação de mão-de-obra local Realização de cursos e treinamentos de capacitação

6.2.2.2. Incremento da Economia Regional

A geração de empregos e a respectiva massa salarial a ser auferida pelos trabalhadores vão beneficiar vários setores econômicos locais e regionais, com ênfase as atividades de comércio (alimentação, vestuários, calçados, móveis, eletroeletrônicos e utensílios do lar, materiais de construção e reparação, farmácias), bem como setores de serviços (restaurantes, lanchonetes, lazer) os quais serão diretamente beneficiados ao longo da execução das obras.

No município de Castro – pólo regional - já existe a presença estabelecimentos comerciais, especialmente aqueles ligados ao setor de alimentação, hospedagem e outros serviços. Além dos que estão instalados, poderá haver incentivo para a instalação ou reativação de outros, mais próximos da PCH, para atendimento dos trabalhadores da obra.

É necessário lembrar ainda que a injeção desses recursos financeiros - salários e investimentos - nas atividades econômicas locais e regionais também contribuirá para o aumento da arrecadação de impostos. Isso permitirá aos governos locais dispor de mais recursos para investir em educação, saúde e infra-estrutura, aumentando a oferta de serviços públicos, com a conseqüente melhoria no bem-estar da população.

Quadro 6.32: Atributos do Impacto Incremento da Economia Regional

Incremento da Economia Regional	
Natureza	Positivo
Tipo	Indireto
Abrangência	Local
Início	Após o início das Obras
Etapa	Implantação e operação
Duração	Permanente
Magnitude	Média
Possibilidade de Potencialização	Incentivo á utilização do comércio e serviço local

6.2.2.3. Aumento do Conhecimento Científico

Durante o processo de estudo da biota presente nas áreas direta e indiretamente afetadas pelo empreendimento, ocorre a geração de informações sobre a estrutura dessas comunidades e também da interação entre elas, o que possibilita maior conhecimento científico a partir da identificação das espécies presentes, além da possibilidade do monitoramento desses grupos e do desenvolvimento dos fragmentos vegetaconais remanescentes do entorno e das áreas em recuperação após a implantação do empreendimento.

Quadro 6.33: Atributo do Impacto Aumento do conhecimento científico

Aumento do conhecimento científico	**Atributos**
Natureza	Positiva
Tipo	Indireto
Abrangência	Regional
Início	Curto prazo
Etapa	Planejamento, Instalação e Operação
Duração	Permanente
Magnitude	Média
Possibilidade de reversão	Irreversível