14. IDENTIFICAÇÃO, CARACTERIZAÇÃO E AVALIAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS

14.1. CONSIDERAÇÕES METODOLÓGICAS

A análise dos impactos ambientais da UHE Tijuco Alto buscou identificar, qualificar e quantificar os impactos a serem gerados pelo empreendimento, a partir da análise integrada dos compartimentos ambientais, compreendendo:

- ✓ elenco das ações do empreendimento geradoras de impactos ambientais;
- ✓ matriz de identificação de impactos;
- ✓ análise, qualificação e avaliação dos impactos.

As ações geradoras de impactos ambientais estão diretamente relacionadas às atividades de planejamento, implantação e operação do empreendimento, sendo a identificação dos impactos decorrente das características do empreendimento e da experiência vivenciada no setor elétrico. Além destes, em virtude do histórico do empreendimento, considerou-se também algumas ações pretéritas do empreendedor no primeiro processo de licenciamento. Considerou-se, então, os principais fatores geradores de impactos ambientais, discriminando-se suas respectivas ações.

A partir da definição dos fatores geradores de impactos, elaborou-se a matriz de identificação, que tem como estruturação básica os componentes de dois conjuntos de variáveis: as ações necessárias à implantação e operação do empreendimento, discriminadas nas linhas, e os componentes ambientais referentes aos meios físico, biótico e socioeconômico, passíveis de sofrerem os efeitos dessas ações, especificados nas colunas. A matriz foi elaborada a partir de discussões e reuniões multidisciplinares entre especialistas de diversas áreas da engenharia e do meio ambiente.

Após a identificação, procedeu-se à avaliação individual dos impactos pelos técnicos ou por grupo de especialistas visando sua qualificação. Todos os impactos elencados foram objeto desta avaliação e estão apresentados, de forma sintética, em fichas e textos analíticos e com representações cartográficas, quando pertinentes.

A partir da avaliação dos impactos, estabeleceu-se o nível de complexidade da implementação dos programas ambientais e medidas mitigadoras, que configuram os compromissos do futuro empreendedor, bem como a eficácia de sua implementação, como garantia de prevenção, correção e compensação dos impactos indesejáveis, assim como a potencialização dos impactos positivos, visando a qualidade ambiental da região.

14.1.1. Fatores Geradores de Impacto

São a seguir apresentados os fatores geradores de impactos decorrentes da implantação e operação da UHE Tijuco, conforme seqüência cronológica de ocorrência e com a discriminação das respectivas ações correlatas:

a) Ações iniciais:

- divulgação/veiculação de informações sobre o empreendimento;
- aquisição de terras necessárias para a implantação de canteiros de obras, de instalações auxiliares e alojamentos; para a construção da barragem, vertedouro, da tomada d'água/casa de força; para exploração de jazidas de materiais naturais de

construção; e para formação do reservatório.

b) Implantação da infra-estrutura e serviços de apoio ao empreendimento:

- recrutamento e contratação da mão-de-obra;
- desmatamento e terraplenagem para implantação dos acessos ao canteiro e demais locais das obras;
- ampliação e melhoria da infra-estrutura existente;
- implantação do canteiro de obras;
- implantação dos alojamentos e da vila residencial;

c) Implantação das obras principais:

- mobilização dos equipamentos;
- exploração de fontes de materiais de empréstimo e jazidas para as construções civis;
- execução das obras civis abrangendo o desvio do rio e as barragens de terra, enrocamento e concreto;
- deposição de materiais excedentes em bota-foras;
- transporte e suprimento de materiais: cimento, aço, equipamentos, componentes eletromecânicos, combustíveis, etc.;

d) Enchimento do reservatório:

- desocupação da área a ser submersa pelo reservatório (áreas urbanas e rurais e infra-estrutura);
- desmatamento e limpeza da área de inundação;
- enchimento;

e) Desmobilização: encerramento das atividades de construção:

- dispensa de mão-de-obra;
- desmobilização do canteiro e dos alojamentos, com retirada de materiais e equipamentos;

f) Operação da usina.

14.1.2. Matriz de Identificação de Impactos

A matriz de identificação de impactos (Quadros 14.1.2/01 e 14.1.2/02) é um instrumento de verificação da interação entre as ações necessárias à implantação do empreendimento e os componentes da dinâmica ambiental regional, que permite a identificação das potenciais alterações.

Essa interação permite ainda identificar, na relação causa-efeito, as intervenções

responsáveis pelas maiores alterações no contexto ambiental, com o estabelecimento da abrangência espacial e da temporalidade correlacionadas à fase do empreendimento.

Quadro 14.1.2/01

Quadro 14.1.2/02

14.1.3. Mensuração e Avaliação de Impactos

A partir da identificação dos impactos em cada componente ambiental dos meios físico, biótico e socioeconômico, foram desenvolvidas análises objetivando sua avaliação no contexto da dinâmica ambiental vigente. As análises dos impactos identificados estão descritas a seguir nos itens 14.2, 14.3 e 14.4 e apresentadas, de forma sintética, nas matrizes de avaliação (Quadros 14.1.3/01 e 01A, 14.1.3/02 e 02A e 14.1.3/03 e 03A).

Na avaliação dos impactos foram empregados os seguintes conceitos:

a) ***localização***: posicionamento espacial, segundo área de influência do empreendimento, elemento geográfico de referência, entre outros;

b) ***fase***: corresponde à etapa de implementação do empreendimento em que o impacto ocorre:

- ✓ pré-implantação;
- ✓ implantação; ou
- ✓ operação;

c) ***natureza***:

- ✓ positivo/benéfico: quando resultar em melhoria da qualidade ambiental; ou
- ✓ negativo/adverso, quando resultar em dano ou perda ambiental;

d) ***tipo***:

- ✓ direto: por decorrência da ação geradora, resultante de uma simples relação de causa e efeito; ou
- ✓ indireto: quando conseqüência de outro impacto, resultante de uma reação secundária;

e) ***duração***:

- ✓ temporário: quando ocorre em período de tempo claramente definido; ou
- ✓ permanente: quando, uma vez desencadeado, atua no horizonte do projeto;

f) ***espacialização***:

- ✓ localizado: com abrangência espacial restrita; ou
- ✓ disperso: quando ocorre de forma disseminada espacialmente;

g) ***reversibilidade***:

- ✓ reversível: quando pode ser objeto de ações que restaurem o equilíbrio ambiental próximo ao pré-existente; ou
- ✓ irreversível: quando a alteração não pode ser revertida por ações de intervenção;

h) ***temporalidade***:

- ✓ imediata: quando decorre simultaneamente à ação geradora; ou
- ✓ de médio/longo prazos: quando perdura além do tempo de duração da ação desencadeadora;

i) ***ocorrência***:

- ✓ certo;
- ✓ provável; ou
- ✓ improvável;

j) ***importância***: representa a interferência do impacto sobre os demais, demonstrando a sua influência no conjunto da qualidade ambiental local, podendo ser:

- ✓ alta;
- ✓ média; ou
- ✓ baixa;

k) ***magnitude***: representa a quantificação do impacto gerado frente a um determinado fator ambiental.

As fichas analíticas apresentam, também, as medidas ambientais propostas para a mitigação dos impactos, com a indicação de sua:

a) *característica,* se são:

- ✓ preventivas;
- ✓ corretivas;
- ✓ potencializadoras; ou
- ✓ compensatórias;

b) *eficiência*, se o efeito esperado é julgado:

- ✓ baixo;
- ✓ médio; ou
- ✓ alto;

c) *responsabilidade*: a identificação do responsável pela sua implantação, assim como dos órgãos intervenientes, com competência e atribuição legal para o tratamento das respectivas medidas previstas.

QUADRO 14.1.3/01

QUADRO 14.1.3/01B

QUADRO 14.1.3/02

QUADRO 14.1.3/02

QUADRO 14.1.3/03

QUADRO 14.1.3/03A

QUADRO 14.1.3/03B

14.2. IMPACTOS NO MEIO FÍSICO

14.2.1. Sismicidade Induzida

A ocorrência de ondas sísmicas terá, basicamente, duas origens: o uso de explosivos e o enchimento e manutenção do reservatório. No primeiro caso resultam ondas sísmicas "artificiais" e sua significância como impacto é reduzida; as outras são ondas sísmicas "naturais", embora induzidas pelo reservatório e apresentam significância elevada como impacto. As ondas sísmicas artificiais têm sua ocorrência certa e podem ser mitigadas pela introdução de técnicas usuais de fogo controlado, as naturais não têm ocorrência certa e sua mitigação é muito difícil.

As discussões sobre sismicidade induzida, ao longo dos últimos anos, têm demonstrado que não há um consenso sobre causas, localizações de epicentros ou métodos de previsão. A própria questão da quantificação de eventuais abalos ou tremores, relacionados a grandes obras de engenharia, como sísmicos, não é consenso, embora a grande maioria dos técnicos da área assim o considerem.

Sismicidade induzida é usualmente associada a grandes reservatórios, mas tem também sido relatada em um número significativo de pequenas obras. Historicamente, os aproveitamentos hidrelétricos foram os primeiros tipos de obra de engenharia onde foram detectados efeitos sobre a crosta, relacionando-se a sismicidade induzida às modificações de tensões associadas à implantação de reservatórios.

Seja por efeito nitidamente sísmico, seja por elevação da pressão hidrostática sobre paredes e fundo do reservatório, gerando acomodação superficial de camadas, ou devido às pequenas movimentações relacionadas a colapso de solo, isto é, rearranjo das partículas devido ao enchimento, o surgimento ou a intensificação de tremores e abalos têm sido um impacto relatado em diversas situações e ambientes do mundo.

De acordo com Mioto (1980), as relações entre reservatório e atividade sísmica são complexas e podem evocar duas ou mais causas. Estas, por sua vez, admitem certos condicionantes como:

- ✓ A carga hidrostática da coluna d'água do reservatório, isoladamente, pode ser suficiente para deflagrar o mecanismo sísmico;

- ✓ As tensões crustais podem estar num estar num estado crítico antes do aumento da carga imposta pelo reservatório e deflagrar sismos;

- ✓ A infiltração de água em camadas subjacentes ao reservatório pode favorecer o aumento da pressão neutra em determinada descontinuidade de um valor suficiente para diminuir as tensões efetivas e, conseqüentemente, reduzir a resistência ao cisalhamento ao longo da descontinuidade, originando o sismo;

- ✓ A água do reservatório pode levar a um aumento da pressão hidrostática na crosta subjacente e produzir uma redistribuição de tensões que pode iniciar um abalo sísmico;

- ✓ A combinação pressão neutra e saturação pode reduzir suficientemente a resistência e o módulo de elasticidade das rochas subjacentes e próximas ao reservatório, facilitando as deformações crustais;

- ✓ A absorção e adsorção de moléculas de água por rochas com minerais com esta capacidade, abaixo e nas vizinhanças, podem levar as rochas subjacentes a uma grande deformação, originando fraturas e ondas sísmicas.

De modo geral, todo reservatório é passível de gerar ondas sísmicas, mas suas intensidades só eventualmente alcançam efeitos destrutivos.

Vários são os fatores comuns relativos aos sismos induzidos por reservatórios:

- ✓ Aparentemente, certas condições geológicas especiais são necessárias desencadear um sismo induzido pelo enchimento do reservatório. Ainda que as condições sejam diferentes para diferentes sítios, elas compreendem geralmente certas situações tectônicas que podem aumentar a probabilidade de ocorrência de fenômenos sísmicos.

- ✓ Os valores máximos da magnitude e da intensidade devidas ao enchimento do reservatório não devem ultrapassar os níveis de sismicidade natural da região.

A maioria dos estudos relativos à sismicidade induzida, causada pelo enchimento de reservatórios realizados através de hipóteses relacionadas à distância focal do evento, dado este que é de importância crucial para a avaliação dos parâmetros de deslocamento do solo no local do sítio da barragem.

Uma pesquisa feita por PARKER *et al* (1980), citado por HARZA (1987) identificou 29 casos de sismos induzidos pelo enchimento de reservatórios sobre um total de 234 barragens estudadas. Estas barragens, possuem uma lâmina d'água e volume estocado superiores a 92 m e 10.000 m^3 respectivamente. Neste estudo a probabilidade de ocorrência de sismos induzidos pelo enchimento do reservatório foi de 12%. Destes 29 casos, somente oito tiveram sismos com magnitude igual ou superior a 5, dando uma probabilidade de somente 3% para eventos com esta ordem de grandeza. MIOTO (1985) que realizou um estudo sintético em doze projetos hidrelétricos brasileiros sobre as características geológicas, geotécnicas, geométricas e de sismicidade, concluiu que o nível de energia sísmica nesses reservatórios é relativamente baixo.

Assim sendo, foi adotado para o caso de Tijuco Alto, um SIR – Sismo Induzido pelo Reservatório de magnitude focal de 10 km, que, segundo IDRISS (1977), induz uma aceleração horizontal máxima de 0,07 g.

Os baixos valores admitidos para os sismos de projeto e induzido bem como assertivas de estudiosos do assunto, como MIOTO (1987), de que "nenhum sismo no Brasil produziu efeitos que comprometessem a segurança das obras edificadas", fazem prever, na eventualidade de sua ocorrência, efeitos locais e imediatos, de importância média e magnitude pequena. Trata-se, entretanto, de um impacto irreversível, cuja única mitigação possível consiste num enchimento controlado do reservatório.

14.2.2. Interferências sobre Jazimentos Minerais e Áreas Legalizadas

14.2.2.1. Áreas de Direitos Minerários Atingidas

O reservatório da UHE Tijuco Alto, considerando-se a cota máxima de inundação em 300 m, atingirá parcial ou integralmente 33 áreas de direitos minerários existentes na região limítrofe com o rio Ribeira e tributários alagáveis, conforme relacionado no Quadro 14.2.2/01 e espacializado no Desenho MA.136.00.15-DE.05 (Mapa de Jazimentos Minerais e Situação Legal dos Direitos Minerários), constante no Volume de Anexos I.

A partir dos polígonos digitalizados e inseridos no Programa *Arc View* 3.2, foi feito o cálculo de suas áreas e o valor foi comparado com o de hectares atuais fornecido pelo DNPM. Os valores são idênticos em todas as áreas, exceto no polígono de processo nº 826567/2003, onde houve uma pequena diferença de 23 ha. O cálculo das áreas de direitos minerários que serão afetadas pelo reservatório da UHE Tijuco Alto foi realizado através da ferramenta

CLIP (*Geoprocessing Wizard*) do *Arc View* 3.2, considerando-se o polígono do reservatório na cota de inundação de 300 m, fornecido pela CBA.

Os hectares atingidos e a porcentagem em relação à área requerida atual, assim como o último evento registrado no DNPM sobre o andamento de cada um dos processos são apresentados no Quadro 14.2.2/01.

Das 33 áreas afetadas pela elevação do nível d'água no reservatório constata-se que a maioria refere-se a processos em fase de autorização (19) ou requerimento de pesquisa (2), protocolados entre 2003 e 2004 e onde, portanto, ainda não foi comprovada/apresentada a existência de um depósito mineral com reservas e condições técnicas e econômicas viáveis para explotação. Uma exceção conhecida diz respeito ao depósito de terras raras e fosfato da Barra do Itapirapuã, lado paulista, pertencente à Serrana Mineração Ltda (processo 807697/1975).

As principais substâncias de interesse são calcário, caulim e diamante, além de apatita, fluorita, barita, areia, argila e metais base, sendo que a maioria dos processos terá menos de 20% da sua área inundada. Quatro áreas para diamante e carbonado (processos 826310/2004, 826336/2004, 826287/2004 e 826309/2004), localizadas no rio Ribeira e requeridas em 2004 serão integralmente atingidas. A inundação de parte dos polígonos não implica, necessariamente, que a eventual jazida mineral nele contida seja afetada, nem que a sua explotação seja totalmente comprometida ou inviabilizada.

Ressalta-se que das 33 áreas, 14 iniciaram processo junto ao DNPM durante ou anteriormente a 1988, ano em que a CBA obteve a concessão do aproveitamento hidráulico. Desses 14, 6 estão em domínio da CBA seja por transferência de direito de lavra, homologação de renúncia (áreas do Rocha adquiridas pela CBA) ou por interesse próprio.

QUADRO 14.2.2/01 – ÁREAS DE DIREITOS MINERÁRIOS ATINGIDAS PELO RESERVATÓRIO

PROCESSO	FASE	SUBSTÂNCIA	REQUERENTE	HECTARES ATUAIS	HECTARES ATINGIDOS	%	ÚLTIMO EVENTO - DNPM
003134/1953	CL	Chumbo	Companhia Brasileira de Alumínio - CBA	1180,900	170,228	14,4	Averbação transferência Direito Lavra efetivado – 20/04/98
006388/1957	CL	Chumbo	Companhia Brasileira de Alumínio - CBA	302,869	96,88	32,0	Averbação transferência Direito Lavra efetivado – 20/04/98
805300/1974	RL	Fluorita	Minasgeo Mineração Ltda	830,888	3,485	0,4	Solicita prorrogação prazo exigência – 31/05/04
804666/1975	RL	Calcário	Itabira Agro Industrial S/A	288,290	42,026	14,6	Averbação cessão Direito Requerimento Lavra efetivada – 19/08/04
807697/1975	AP	terras raras, apatita	Serrana de Mineração Ltda	1695,801	32,296	1,9	Relatório Final de Pesquisa apresentado – 15/05/89
811090/1976	DISP	Fluorita	Mineração Nossa Senhora Do Carmo	810,000	56,499	7,0	Documento diverso protocolado – 15/01/04
811091/1976	RL	fluorita	Mineração Del Rey Ltda	736,445	84,01	11,4	Guia Utilização Solicitada - 15/07/1985
820580/1979	AP	cobre	Rocha Exploração e Comércio de Minérios Ltda	277,565	19,293	7,0	Homologação renúncia Alvará publicado – 16/03/92
820642/1979	AP	zinco	Rocha Exploração e Comércio de Minérios Ltda	746,097	12,454	1,7	Exigência publicada – 08/07/88
820214/1980	CL	fluorita	MINEROPAR - Minerais do Paraná S/A	29,750	22,976	77,2	Transferência Direito Lavra solicitada – 04/06/02
820333/1980	DISP	calcita	Rocha Exploração e Comércio de Minérios Ltda	20,600	20,6	100,0	Edital disponibilidade pesquisa publicado – 20/11/91
820141/1984	CL	barita, fluorita	MINEROPAR - Minerais do Paraná S/A	208,249	1,038	0,5	Transferência Direito Lavra solicitada – 04/06/02
821029/1987	AP	calcita	Fernando César de Oliveira	694,086	71,44	10,3	Relatório Final de Pesquisa apresentado – 25/02/92
826063/1988	RL	dolomito	Companhia Brasileira de Alumínio	122,80	42,22	34,4	Solicita Prorrog Prazo Exigência - 15/04/2005
826255/1992	RL	granito	Marmoraria Água Verde Ltda	830,408	191,497	23,1	Solicita prorrogação prazo exigência – 03/12/98
826488/1996	AP	barita, fluorita	Eugenio D'Agostin	994,854	17,191	1,7	Reembolso vistoria realizada protocolado - 14/09/01
826050/2000	DISP	calcário	Paraná Comércio Administração S/A	372,231	8,978	2,4	Requerimento Habilitação protocolado ART 36 CM – 12/07/04
820010/2001	AP	chumbo, ouro, prata	Daniel Mendes Hamade	458,706	97,709	21,3	Pedido renovação Alvará solicitado – 26/03/04
826057/2003	AP	calcário calcítico	Yumiko Ikeda	770,735	7,205	0,9	Pagamento da TAH efetivado – 29/07/04
826217/2003	AP	caulim	Mário Augusto de Freitas Baptista	1000,000	128,204	12,8	Pagamento da TAH efetivado – 30/07/04
826241/2003	AP	caulim	Mário Augusto de Freitas Baptista	969,501	176,084	18,2	Pagamento da TAH efetivado – 30/07/04
826308/2003	AP	caulim	Mário Augusto de Freitas Baptista	985,514	71,258	7,2	Pagamento da TAH efetivado –26/01/04
826364/2003	AP	areia, argila refratária	Hamilton Luiz Rosner	239,659	176,187	73,5	Pagamento da TAH efetivado – 28/01/04
826547/2003	AP	calcário	Cimento Rio Branco S/A	184,867	104,255	56,4	Pagamento da TAH efetuado - 27/01/04
826567/2003	AP	calcário calcítico	Fernandelli de Oliveira Gomes	437,810	196,452	44,9	Alvará de Pesquisa 03 anos Publicado – 08/12/03
826413/2003	AP	calcário calcítico	Furquim Bezerra & Cia Limitada	630,280	26,859	4,3	Pagamento da TAH efetivado – 30/01/04
826287/2004	RP	carbonado	Artur Ricardo Nolte	49,650	49,573	99,8	Requerimento Pesquisa completo protocolado - 14/06/04
826309/2004	AP	carbonado	Artur Ricardo Nolte	50,000	50	100,0	Alvará de Pesquisa 03 anos Publicado – 17/09/04
826310/2004	AP	diamante	Artur Ricardo Nolte	49,750	49,75	100,0	Alvará de Pesquisa 03 anos Publicado – 17/09/04
826323/2004	AP	calcário	Minérios Furquim Ltda	478,055	158,252	33,1	Alvará de Pesquisa 03 anos Publicado – 17/09/04
826336/2004	AP	diamante	Artur Ricardo Nolte	50,000	50	100,0	Alvará de Pesquisa 03 anos Publicado – 17/09/04
826354/2004	AP	apatita	Nilo Sergio B. Schneider	536,000	163,165	30,4	Alvará de Pesquisa 03 anos Publicado – 17/09/04
826385/2004	RP	calcário	Minérios Furquim Ltda	187,979	75,021	39,9	Requerimento Pesquisa completo protocolado – 18/08/04

Fonte: DNPM, SET/2004

Outras 5 áreas, com processo na fase de Requerimento de Lavra, sendo 4 protocolados entre 1974 e 1988, serão atingidas em até 34% de sua superfície total. Contudo são processos com mais de 10 anos de tramitação, onde os mais antigos, da década de 1970, tiveram eventos protocolados em 2004, e ainda não conseguiram outorga de Concessão de Lavra.

O efeito da formação do reservatório é mais crítico nas áreas com Concessão de Lavra, onde a atividade de mineração está ativa. Na área inundada pelo futuro reservatório existem quatro polígonos com o processo em fase de Concessão de Lavra, embora as atividades de explotação estejam atualmente paralisadas: dois são na Mina do Rocha (chumbo), cujos direitos de lavra foram adquiridos pela CBA (processos 003134/1953 e 006388/1957); outros dois pertencem a MINEROPAR, correspondendo ao depósito de fluorita de Volta Grande. Entretanto, as duas áreas da MINEROPAR (processos 820214/1980 e 820141/1984) não estão em atividade atualmente, tendo como último evento, a solicitação junto ao DNPM da transferência dos seus direitos de lavra. O polígono, referente ao processo 820214/1980, terá cerca de 77% de sua área inundada pelo reservatório, de forma que a lavra subterrânea dos corpos 1 e 2 ficará inviabilizada pelo nível do lago, que atingirá a boca do poço principal e cobrirá todas as chaminés de ventilação. As benfeitorias existentes ficarão à beira d'água, na margem do reservatório. O corpo 3 ficará isolado, porém não inundado.

As 3 áreas restantes referem-se a processos em fase de Disponibilidade cujo requerimentos iniciais destinavam-se a pesquisa para calcário e fluorita. Deste apenas o processo 811090/1976, da Mineração Nossa Senhora do Carmo, na localidade de Mato Preto (depósito de fluorita) esteve em atividade de lavra entre 1985 a 1998, quando foi solicitada a renúncia da Concessão de Lavra. Cabe ressaltar que o depósito de fluorita de Mato Preto, bem como todas as benfeitorias, estão acima da cota 400 m e não serão atingidos pela lâmina d'água do reservatório. Apenas a estrada de acesso à mina será inundada pelo reservatório.

Ademais, a jusante do eixo projetado, no leito e margem do rio Ribeira, duas áreas com Licenciamento para areia (processo nº 820340/1998 – Areal Tijuco) e areia, cascalho (processo nº 809706/1974) serão afetadas indiretamente pela construção da barragem. Em função do bloqueio no aporte de sedimentos e cascalho transportado pelo rio Ribeira, o volume de materiais lavráveis poderá diminuir em grande intensidade e prejudicar as atividades de dragagem/extração de areia/cascalho em tais áreas. Nessas condições, medidas compensatórias serão oferecidas pela CBA aos titulares de tais áreas de licenciamento, conforme programa de readequação das atividades minerarias.

14.2.2.2. Interferência sobre os Depósitos Minerais Conhecidos

A seguir será relatada a influência física do enchimento do reservatório da UHE Tijuco Alto sobre os depósitos minerais conhecidos e que foram explotados ao longo das últimas décadas, na região limítrofe com o rio Ribeira e seus tributários inundáveis. Esta avaliação foi efetuada pela Geomina (1991), quando dos estudos ambientais para o primeiro EIA/RIMA executado pela CBA, com nível máximo normal também na cota 300 m.

Destaca-se que o depósito de calcário calcítico da Calfibra (Paraná Comércio e Administração S/A), localizado a jusante do eixo da barragem não sofrerá qualquer influência do reservatório. De forma similar, o depósito de quartzo da Estação da Bomba (MINEROPAR), por estar a montante do remanso do reservatório em cota superior a 400 m, não será afetado pelo lago da barragem.

14.2.2.3. Depósito de Pb-Ag da Mina do Rocha – Companhia Brasileira de Alumínio (CBA)

A Mina de Pb-Ag do Rocha, uma das mais antigas do Vale do Ribeira, localiza-se na

margem esquerda do rio do Rocha e de seu afluente, o córrego Olho d'Água. Tem como patrimônio um conjunto de instalações de serviço, de moradias e outras benfeitorias, além das galerias e dos corpos mineralizados (filões e/ou veios).

Após a interrupção das atividades de mineração em 1995, a CBA adquiriu o acervo da empresa Mineração do Rocha (Rocha Exploração e Comércio de Minérios Ltda), de acordo com o processo de aquisição de terras na área a ser afetada pela formação do futuro reservatório da UHE Tijuco Alto. Assumiu também o passivo ambiental, relacionado à pilha de rejeitos do beneficiamento do minério de chumbo (volume de 60.000 m³, finamente granulado e com cerca de 0,35% de Pb) e aos cones de material estéril calcário, sob a forma de brita de granulação grossa, inerte, resultante de escavações para abertura das galerias de lavra. O rejeito já foi removido para uma posição de alto topográfico e reafeiçoado, fora da área de inundação do reservatório, obedecendo aos requisitos de impermeabilização do terreno e proteção contra acúmulo e percolação de águas pluviais, de acordo com normas de construção de aterros para resíduos Classe I, segundo classificação dada pela ABNT.

O relatório da Geomina (1991) apresenta os cálculos de reservas (medida + indicada) de chumbo contido e chumbo economicamente lavrável (Quadro 14.2.2/02), assim como as reservas de minério e teores ponderados (Quadro 14.2.2/03), considerando a posição dos corpos de minério em relação à cota 300 m, segundo avaliações feitas pela Mineração do Rocha e pela CBA, com base em informações de 31/08/89. A ausência de informações estatísticas sobre as variações dos teores de Pb e Ag, das espessuras dos filões de galena e das densidades do minério impede a aferição da precisão das cubagens feitas (GEOMINA, 1991).

A Mineração do Rocha também não forneceu informações sobre o teor de corte para Pb adotado na lavra, tendo a CBA adotado como minério lavrável aquele com teor maior ou igual a 3% de Pb, embora não mencione a quantidade de Ag contida. Os filões situados em locais desmoronados ou inundados não foram considerados nos cálculos de reservas de chumbo economicamente lavrável efetuadas pela Geomina.

Os cálculos mostravam que a maioria das reservas de Pb lavrável ficaria acima da cota 300 m, com números variando entre 72% (Geomina) e 64,5% (CBA). Abaixo dessa cota, seria inundado cerca de 1.371,40 t Pb (35,5%, segundo a CBA) ou 918,90 t Pb (28%, segundo a Geomina). Segundo a reavaliação da Geomina, 1989, as reservas de minério lavrável totalizavam 85.805 t com teor médio de 3,84% de Pb.

QUADRO 14.2.2/02 - RESERVAS DE CHUMBO CONTIDO E LAVRÁVEL NA MINA DO ROCHA (AVALIAÇÃO EM 31/08/89)

Avaliação	Posição	Reserva Medida (t Pb)	Reserva Indicada (t Pb)	Reserva Inferida (t Pb)	Reserva Medida + Inferida	
					t Pb	%
GEOMINA (Pb contido)	acima 300 m	385,75	2.430,15	1.427,85	2.815,90	69,3
	abaixo 300 m	50,6	1.197,15	927,10	1.247,75	30,7
	TOTAL	436,35	3.627,30	2.354,95	4.063,65	100,0
GEOMINA (Pb lavrável)	acima 300 m	328,75	2.054,80	1.110,30	2.383,55	72,2
	abaixo 300 m	50,6	868,3	600,75	918,90	27,8
	TOTAL	379,35	2.923,10	1.711,05	3.302,45	100,0
CBA (Pb lavrável)	acima 300 m	1168,2	1.323,30	659,95	2.491,50	64,5
	abaixo 300 m	643	728,4	363,25	1.371,40	35,5
	TOTAL	1811,2	2.051,70	1.023,20	3.862,90	100,0
Rocha (Pb contido?)	TOTAL	3.212,73	4.276,97	2.993,62	7.489,70	-

Fonte: GEOMINA (1991)

QUADRO 14.2.2/03 – RESERVAS DE MINÉRIO NA MINA DO ROCHA (AVALIAÇÃO EM 31/08/89)

Avaliação	posição	Reserva Medida		Reserva Indicada		Reserva Inferida		Reserva Medida + Inferida	
		t	Pb (%)	t	Pb (%)	t	Pb (%)	t	Pb %
GEOMINA (minério contido)	acima 300 m	10.270,00	3,75	65.260,00	3,72	42.127,50	3,93	75.530,00	3,72
	abaixo 300 m	1.625,00	3,11	33.850,00	3,53	27.750,00	3,34	35.475,00	3,51
	TOTAL	11.895,00	3,66	99.110,00	3,65	69.877,50	3,37	111.005,00	3,65
GEOMINA (minério lavrável)	acima 300 m	8.755,00	3,75	51.870,00	3,96	30.595,00	3,62	60.625,00	3,93
	abaixo 300 m	1.625,00	3,11	23.635,00	3,67	18.290,00	3,28	25.260,00	3,63
	TOTAL	10.380,00	3,65	75.505,00	3,87	48.885,00	3,49	85.885,00	3,84
CBA	acima 300 m	30.371,76	-	35.383,41	-	19.932,43	-	65.755,17	-
	abaixo 300 m	16.716,24	-	19.474,59	-	10.970,57	-	36.190,83	-
	TOTAL	47.088,00	3,85	54.858,00	3,74	30.903,00	3,31	101.946,00	3,79
Rocha	TOTAL	81.510,47	3,94	114.419,40	3,73	91.019,80	3,28	195.929,87	3,82

Fonte: GEOMINA (1991)

Na época dos levantamentos anteriores (1989-91), algumas galerias situadas abaixo da cota 217 m estavam parcial ou totalmente inundadas, em função da posição do lençol freático. Segundo as informações fornecidas pela Mineração do Rocha, a cota mais baixa onde foi identificada a presença de minério é de 180 m (sondagem no filão nº 12, denominada Kapa I), entretanto, a quantidade de minério e a economicidade de sua lavra ainda não foram avaliadas (GEOMINA, 1991).

Na cota 300 m, o reservatório deixará submersas todas as benfeitorias da Mina do Rocha, incluindo planta de beneficiamento, oficinas, unidades residenciais e comerciais, estrada de acesso e condutores de alta tensão.

Com relação às galerias, ficariam submersas as partes inferiores dos filões do Basseti e do Egara, além de praticamente todos os filões do Matão. De acordo com os estudos realizados em 1991, e conforme verificado nas avaliações de reservas, estas partes já foram, praticamente, todas lavradas, sendo mínima a perda de minério por inundação.

A atividade de lavra continuou na Mina do Rocha até 1995, quando foi interrompida. Portanto, grande parte das reservas cubadas pela Geomina em 1991 foram explotadas e, considerando-se que não foram agregadas novas descobertas, a quantidade de minério de Pb existente hoje no local é pequena e inviável economicamente, resultando em perdas mínimas de reservas do metal.

14.2.2.4. Depósito de fluorita de Volta Grande - Mineração Nossa Senhora do Carmo

O depósito de fluorita da mina de Volta Grande situa-se na margem esquerda do rio Ribeira, 19 km a NW de Cerro Azul. Os direitos minerários ainda pertencem à MINEROPAR, embora em 2002 tenha sido solicitada transferência do direito de lavra junto ao DNPM. O depósito foi lavrado pela Mineração Nossa Senhora do Carmo (Grupo Sartor-SC) e atualmente encontra-se inativo.

Segundo cálculos da Geomina (1991), para um teor de corte de 25% de CaF_2, as reservas iniciais para os corpos 1 e 2 eram de 375.000 t, com teor médio de 49% de CaF_2 (reserva medida) e 60.000 t, com teor médio de 45% de CaF_2 (reserva inferida). Em 1984 foi descoberto o corpo 3, com a pesquisa em superfície indicando uma reserva inferida de 243.800 t de minério. Com a explotação pela Mineração Nossa Senhora do Carmo, as reservas atuais são inferiores àquelas avaliadas pela Geomina.

De acordo com avaliação da Geomina cerca de 77% da área do polígono do DNPM (processo 820214/80) será inundada pelo futuro reservatório. A lavra subterrânea dos corpos 1 e 2 ficará inviabilizada pelo nível do lago, que atingirá a boca do poço principal e cobrirá todas as chaminés de ventilação. As benfeitorias existentes ficarão à beira d'água, na margem do reservatório. O corpo 3 ficará isolado, porém não inundado.

A estrada de acesso à mina é a mesma que faz a ligação entre Cerro Azul, Varzeão e outros povoados da parte central do Vale do Ribeira no Paraná. Essa estrada será toda alagada desde a ponte no rio Ribeira até as proximidades da foz do Vargem Grande, cerca de 2 km a montante da mina de Volta Grande, estando prevista como medida de mitigação a reazrticulação do sistema viário no local.

De acordo com planta da GEOMINA (1991), a barragem de terra para contenção de rejeitos de fluorita, situada nas imediações do ribeirão Pinheirinho, não será afetada pela elevação do NA decorrente do enchimento do reservatório até a cota 300 m. A barragem de rejeito tem sua base na cota 374 m e crista na cota 400 m, localizando-se a aproximadamente 800 m do remanso do reservatório no rio Mato Preto e 650 m do remanso no rio Pinheirinho. Portanto, a partir dessas distâncias e do desnível mínimo de 74 m, não haverá qualquer problema relacionado à segurança e estabilidade da barragem, bem como interferência na qualidade da água do reservatório.

14.2.2.5. Depósito de fluorita de Mato Preto - Mineração Nossa Senhora do Carmo (Mineração Del Rey)

O complexo alcalino de Mato Preto, da Mineração Del Rey, subsidiária da Du Pont do Brasil, tem como requerente atual a Mineração Nossa Senhora do Carmo.

O depósito de Mato Preto foi adquirido em 1982 pela Du Pont do Brasil, que cubou importantes reservas de fluorita e montou uma indústria de lavra e beneficiamento do minério. A produção iniciada em 1988 era voltada para fluorita metalúrgica. Após paralisação da usina por problemas derivados da granulometria muito fina do minério superficial, as atividades foram retomadas no final de 1990, com reestruturação da usina, que passou a produzir minério graus ácido e metalúrgico (GEOMINA, 1991).

As informações disponíveis relatam uma reserva de 2,8 milhões de toneladas de minério, com teor médio de 60% de fluorita (CaF_2), sendo cerca de 2,2 milhões de t consideradas como reservas lavráveis (Mining Journal, nº 319 de Nov/1987).

O mapa de situação da mineração e a seção do corpo mineralizado, conforme relatado pela Geomina (1991), mostram que todo o minério, bem como todas as benfeitorias estão acima da cota 400 m. Portanto, a UHE Tijuco Alto não afetará esse empreendimento, exceção feita às vias de acesso e escoamento da produção, onde cerca de 25 km de estrada de terra ficarão submersos pelo enchimento do reservatório.

14.2.2.6. Depósito de Terras Raras (TR) e fosfato da Barra do Itapirapuã

- Lado paranaense – MINEROPAR

Esse lado do depósito da Barra do Itapirapuã corresponde à menor parte do complexo alcalino. No Paraná, os direitos minerários pertenceram à MINEROPAR (Minerais do Paraná S/A) através dos processos DNPM nº 820466/1979, 820327/1982 e 821054/1986, que não foram encontrados no Cadastro Mineiro, em consulta de JAN/2005.

O depósito aflora acima da cota 400 m, na margem direita do rio Ribeira, em local de difícil acesso e contém reservas de TR e potencialmente de fosfato. Sondagens encontraram

minério até cerca de 70 m em profundidade. Portanto, a ocorrência conhecida do minério está acima da cota 330 m. As avaliações das reservas de minério primário e secundário, feitas pela MINEROPAR, Mitsubishi Metal Corp. e Mineração Canopus Ltda, conforme o nível de dados disponíveis, estão no Quadro 14.2.2/04 (GEOMINA, 1991). As três avaliações consideram os resultados como estimados ou prováveis, sendo tomados então, como recursos inferidos. Os depósitos de TR predominantes são, em ordem decrescente, La-Ce, Nd, Pr, Y e Sa.

Somente a MINEROPAR considerou a presença de fosfato na área, estimando uma reserva potencial de 1.000.000 t (10% P_2O_5) no alvo I e de 1.100.000, com mesmo teor, no alvo II (GEOMINA, 1991).

QUADRO 14.2.2/04 –RESERVAS DE TERRAS RARAS DO DEPÓSITO DA BARRA DO ITAPIRAPUÃ - PR

Avaliação	Minério primário			Minério secundário			Classificação
	t	teor médio (%)	óxido contido (t)	t	teor médio (%)	óxido contido (t)	
MINEROPAR	2.202.060	1,75	38.646	3.113.000	1,62	49.808	reserva estimada
Canopus	2.202.060	1,75	38.646	-	-	-	reserva provável
Mitsubishi	2.078.000	1,20	24.936	-	-	-	informações insuficientes

Fonte: GEOMINA (1991)

As avaliações realizadas pela Mitsubishi e Mineração Canopus para o desenvolvimento da lavra nesse depósito concluíram pela inviabilidade econômica do empreendimento.

Com relação à interferência do reservatório sobre o depósito, pode-se afirmar com base no conhecimento atual do corpo de minério (acima da cota 330 m), que este não será afetado pelo enchimento do lago da barragem. Entretanto, o acesso que desce pela margem do ribeirão Passo Fundo até quase à sua foz, atualmente transposto a base de caminhada e tração animal, será atingido. Não existem outras benfeitorias relacionadas ao depósito nesse local, onde até o antigo acampamento da MINEROPAR foi desmontado.

- Lado paulista –Serrana de Mineração Ltda

O lado paulista do depósito da Barra do Itapirapuã tem como requerente a Serrana de Mineração Ltda, sob alvará de pesquisa nº 807697/1975. Está na margem esquerda do rio Ribeira e apresenta características composicionais e mineralógicas semelhantes ao minério do lado paranaense.

Investigações por sondagens e abertura de poços e trincheiras por aquela empresa permitiram cubar uma reserva mínima economicamente lavrável a céu aberto, conforme especificado no Quadro 14.2.2/05. Contudo, segundo a mesma, o corpo de minério não foi totalmente avaliado, continuando em profundidade e lateralmente por extensão não determinada (Geomina, 1991).

QUADRO 14.2.2/05 – RESERVAS DE TERRAS RARAS DO DEPÓSITO DA BARRA DO ITAPIRAPUÃ - SP

Reserva	t de minério	teor médio (%)	Conteúdo de OTR (t)
Medida	959.981	4,89	46.934
Indicada	1.043.361	4,89	51.020
Inferida	14.433.000	4,89	705.773

Fonte: GEOMINA (1991)

O depósito da Barra do Itapirapuã (SP) aflora quase integralmente acima da cota 300 m. As sondagens, iniciadas em cotas sempre acima de 446 m, não ultrapassaram a cota 387 m

em nenhum dos furos. Embora o corpo de carbonatito continue em profundidade, a ausência de sondagens não permite saber se a mineralização economicamente lavrável se estende até a cota 300 m (GEOMINA, 1991).

Da mesma forma não haverá benfeitorias atingidas pelo reservatório da UHE Tijuco Alto, incluindo o acesso ao depósito, que é feito pela antiga mina Maringá, do lado norte, com traçado sempre em cotas acima de 400 m.

Os impactos negativos do empreendimento sobre os recursos minerais aqui caracterizados são permanentes e irreversíveis, de ocorrência certa e imediata, desde a fase de implantação, de forma direta e localizada abaixo da cota de inundação (300 m). Porém, os impactos avaliados serão de importância e magnitude baixa, em virtude da maior parte das reservas lavráveis estar acima da cota 300 m.

14.2.3. Interferências sobre Feições Cársticas e Patrimônio Espeleológico

Os impactos referentes à espeleologia/carsticidade são divididos em dois grupos:

- ✓ um relacionado à presença das feições cársticas na AID da UHE Tijuco Alto e as implicações técnicas na relocação do sistema viário, na locação das estruturas das obras principais e da infra-estrutura de apoio, bem como a questão da conservação do patrimônio espeleológico com o afluxo de trabalhadores e turistas; e

- ✓ os efeitos do enchimento do reservatório sobre a perda do patrimônio espeleológico, as alterações na percolação regional, na velocidade de carstificação das rochas carbonáticas e a poluição do aqüífero dos maciços calcários carstificados, assim como a própria estanqueidade do reservatório.

14.2.3.1. Presença de Feições Cársticas na AID

A ocorrência de feições cársticas em rochas carbonáticas solúveis na AID do empreendimento pode ter as seguintes implicações:

- ✓ a sua presença pode provocar problemas de caráter técnico em escavações, fundações, fuga d`água, entre outros, requerendo cuidados especiais com relação à locação do eixo da barragem, casa de força, canteiros, infra-estrutura em geral, escavações de túneis, vertedouro, leito do rio e tomada d`água. Podem ocorrer abatimentos das ensecadeiras, bota-foras e da própria barragem. Os cuidados envolvem a detecção dessas feições, o tratamento adequado ou mudança de localização de determinada estrutura;

- ✓ a relocação de estradas, como parte do programa de recomposição da infra-estrutura viária, deve ter como condicionantes ao projeto de engenharia, a localização das feições cársticas já mapeadas;

- ✓ a visitação e exploração dessas feições por trabalhadores e técnicos da própria obra, além de moradores locais e turistas, facilitado pela nova infra-estrutura a ser implantada, pode provocar danos ambientais ao patrimônio espeleológico local.

Cabe salientar que as sondagens e galerias já efetuadas para a definição das estruturas civis não detectaram a presença de feições cársticas ao longo do eixo escolhido. Os efeitos do enchimento do reservatório sobre o maciço carbonático carstificado serão analisados no item seguinte.

14.2.3.2. Efeitos do Enchimento do Reservatório Sobre o Maciço Carstificado

O cadastro e mapeamento das feições cársticas presentes na Área de Influência Direta (AID) da UHE Tijuco Alto forneceram elementos importantes para a caracterização dos

sistemas cársticos no Alto Vale do Ribeira em domínio de rochas metacarbonáticas solúveis.

A maioria das feições cársticas se desenvolveu até uma cota que hoje está acima de 550 m de altitude, portanto, bem acima do nível de base atual. Esse posicionamento pode ser compreendido através do modelo de evolução geológica delineado para a área, cuja característica marcante é o intenso soerguimento tectônico, que provocou o entalhamento acentuado e rápido do rio Ribeira e seus afluentes. O rearranjo das drenagens e a adequação aos novos gradientes hidráulicos impostos à área também ocasionaram a reorganização do carste, até então relativamente bem desenvolvido. O rebaixamento do nível de base teve como principal conseqüência o aprofundamento do nível de carstificação regional, porém com menor intensidade do que o entalhe fluvial das drenagens. A dimensão dos blocos e matacões transportados pelos cursos d`água refletem a taxa de energia e de erosão fluvial ainda hoje atuantes.

Em contrapartida, o avanço do processo de carstificação é dificultado por fatores como: o aporte de água predominantemente pluvial ao aqüífero, com exceção daquelas áreas irrigadas pela Serra do Carumbé; as inúmeras intercalações de metassedimentos clásticos de dimensões variadas; a presença de diques de diabásio e gabro; e o grau de pureza dos metacarbonatos, visto que há faixas subverticais totalmente carstificadas interpostas a metacalcários maciços, muito pouco solubilizados (IPT, 1997).

Esses fatores atuaram de forma a deixar o nível de saturação do maciço em cotas relativamente elevadas, como atestam as ressurgências em posições superiores a 420 m, o caráter predominantemente fluvial das drenagens abaixo da cota 500 m e a pequena penetração e baixo fluxo das ressurgências situadas junto aos níveis de base locais (290 a 330 m).

A zona insaturada tem sua base em cotas de 500 a 550 m nas áreas planálticas, abaixo da qual o fundo das grutas e abismos se reduz a estreitos condutos. Os condutos estão atualmente em fase de ampliação e constituem o intervalo onde o processo de carstificação encontra-se mais ativo. Esse intervalo se estende até o lençol freático (seguramente entre as cotas 290 e 420 m), abaixo do qual se situa a zona saturada do maciço.

Na zona saturada, o processo de carstificação está bem menos evoluído, ou em fase inicial, conforme indicam as feições encontradas nas galerias de investigação e nas sondagens rotativas executadas ao longo do eixo da barragem projetada, assim como nas galerias de acesso da Mina do Rocha. Nesses locais, os condutos cársticos estão instalados ao longo de planos de fraturas e/ou planos de foliação, com aberturas da ordem de 2-3 cm, freqüentemente preenchidos por argilas remanescentes do processo de dissolução ou cimentadas por calcita. Raramente são observados planos com aberturas maiores, no máximo de 10 cm, ou com paredes recobertas por cristais de calcita recristalizada.

Dessa forma, o zoneamento hidrogeológico estabelecido para o maciço pode ser considerado representativo dos maciços carstificados da AID e permite a avaliação dos principais pontos relacionados ao enchimento do reservatório, tais como: (i) perda e alterações no patrimônio espeleológico existente; (ii) implicações no desenvolvimento do processo de carstificação; (iii) possibilidade de poluição do aqüífero; e (iv) estanqueidade do reservatório em domínio de rochas metacarbonáticas.

- Perda e Alterações no Patrimônio Espeleológico Existente

Na AID do empreendimento foram identificadas 450 dolinas, 52 cavidades naturais subterrâneas, 59 feições secundárias, 4 sumidouros e 8 ressurgências, sendo que a área de alagamento do reservatório (até a cota 300 m) irá afetar as seguintes feições cársticas-pseudocársticas (Figura 14.2.3/01):

- ✓ Cavidades Naturais Subterrâneas: Gruta do Rocha e Gruta da Mina do Rocha; e

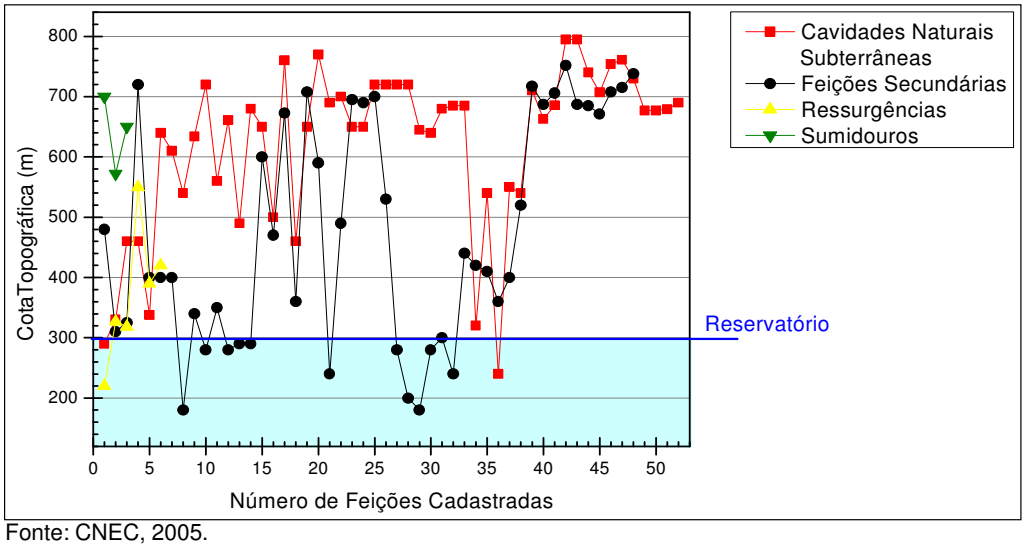
- ✓ Feições Secundárias: buracos da Figueira, da Porteira Preta, Quente e Frio; paredões das Dolinas e da Serra da Balança, Pedra do Morcego e tocas da Ilha Rasa e do Mamed II.

O gráfico da Figura 14.2.3/01 mostra que a maior parte (89%) das feições cadastradas, cavernas e feições secundárias, (não considerando as dolinas e uvalas, pois todas são feições superficiais localizadas sempre acima de 400-500 m) está acima da cota 300 m, sendo que destas, 78% situam-se acima da cota 400 m. Chama-se atenção para o fato de que uma ressurgência (Bebedouro do Olho D`Água) e três feições secundárias (Toca da Pedra Solta I e II e Caverna da Pedra Grande), situadas abaixo da cota 300 m (Figura 14.2.3/01), estão a jusante do eixo da barragem no rio Ribeira e, portanto, não serão afetadas pelo enchimento do reservatório da UHE Tijuco Alto. Considerando somente as cavernas, 96% delas estão acima da cota 300 m e considerando as feições secundárias, 85% encontram-se em situação idêntica.

As nove feições secundárias atingidas pelo enchimento do reservatório representam 15% desse grupo, sendo constituídas por buracos, tocas e paredões/pedra com pouco significado em termos de patrimônio espeleológico, haja visto seu limitado desenvolvimento linear de 2 a 12 m em calcários, filitos ou quartzitos, além da quase ausência de espeleotemas, exceção feita ao Buraco da Porteira Preta e à Toca do Mamed II. Em termos de cavidades naturais subterrâneas, o reservatório inundará duas grutas no vale do rio do Rocha (vide Fichas na seqüência), que correspondem a 3,8% do universo dessas feições cadastradas e mapeadas na AID.

A Gruta do Rocha é uma cavidade inteiramente formada em rocha calcária, situada junto ao nível de base do rio do Rocha, com desenvolvimento linear de 125 m (cerca de 1 m de desnível), a qual não apresenta espeleotemas e contém uma morfologia de condutos forçados, acompanhando a foliação N30E/55NW, de pequenas dimensões (1,60 m de altura x 1,20 m de largura), sem conexão com outras feições cársticas. Em visita à gruta, realizada durante a fase de campo de setembro de 2004, verificou-se que a mesma sofreu um recente desabamento, localizado aproximadamente no primeiro terço da cavidade, impossibilitando o acesso à área restante da mesma.

FIGURA 14.2.3/01 – POSICIONAMENTO DA COTA DE ENTRADA DAS FEIÇÕES CÁRSTICAS E PSEUDOCÁRSTICAS MAPEADAS NA AID DA UHE TIJUCO ALTO EM RELAÇÃO À COTA DE ALAGAMENTO DO RESERVATÓRIO.



Fonte: CNEC, 2005.

A Gruta da Mina do Rocha, com desenvolvimento de 36,43 m e desnível de 9,45 m, apresenta um único acesso, não natural, através da galeria principal da Mina do Rocha (mineração de chumbo). É uma gruta bastante ornamentada, de significativa beleza cênica, revelando espeleotemas de flor de calcita, couve-flor, estalactites, estalagmites, travertinos, entre outros. A cavidade é formada em uma litologia que intercala rochas calcárias com filíticas e apresenta um único grande salão. A gruta já está muito degradada, apresentando pichações, espeleotemas quebrados e muita fuligem decorrente das detonações e de outras operações da antiga mina.

Em relação ao levantamento bioespeleológico, a Gruta do Rocha detém a maior diversidade da AID com 40 espécies, destacando-se das demais cavernas por apresentar uma fauna aquática de grupos comumente registrados no ambiente subterrâneo. Esta diversidade contempla três espécies restritas ao ambiente cavernícola, de interesse biológico, mas também encontradas em outras cavernas da região do Vale do Ribeira. Já a Gruta da Mina do Rocha apresenta uma baixa diversidade, apenas 13 táxons registrados, e nenhuma espécie exclusiva do ambiente subterrâneo foi registrada.

Deve-se destacar que as interferências sobre as populações dessas duas cavidades, no caso da implantação da UHE Tijuco Alto, não ocasionarão a extinção das espécies, uma vez que elas estão presentes em outras cavidades da região.

A Linha de Transmissão não deverá afetar nenhuma feição secundária e nem feições principais (grutas ou cavernas).

ENTRA 2 FICHAS + 2 CROQUIS DAS GRUTAS INUNDADAS (GRUTA DO ROCHA E GRUTA DA MINA DO ROCHA) – 4 PÁGINAS – VER ARQUIVOS PDFs.

ENTRA 2 FICHAS + 2 CROQUIS DAS GRUTAS INUNDADAS (GRUTA DO ROCHA E GRUTA DA MINA DO ROCHA) – 4 PÁGINAS – VER ARQUIVOS PDFs.

ENTRA 2 FICHAS + 2 CROQUIS DAS GRUTAS INUNDADAS (GRUTA DO ROCHA E GRUTA DA MINA DO ROCHA) – 4 PÁGINAS – VER ARQUIVOS PDFs.

ENTRA 2 FICHAS + 2 CROQUIS DAS GRUTAS INUNDADAS (GRUTA DO ROCHA E GRUTA DA MINA DO ROCHA) – 4 PÁGINAS – VER ARQUIVOS PDFs.

A análise mais atenta das duas cavidades potencialmente atingidas pela implantação da UHE Tijuco Alto, indica que a Gruta da Mina do Rocha já se encontra irreversivelmente impactada, devido à abertura de sua única entrada através de detonações da mineração que existia na região, além de pichações, destruição parcial de espeleotemas e impregnação das paredes por fuligem. Por outro lado, a Gruta do Rocha, com o desabamento verificado recentemente, tem dois terços de seu espaço interno bloqueado.

Desta forma, o patrimônio espeleológico será pouco afetado pelo represamento do rio Ribeira através da construção da barragem da UHE Tijuco Alto, nem mesmo pelos efeitos da elevação do nível d'água subterrâneo decorrentes deste enchimento, conforme aponta simulação efetuada pelo IPT (1997).

A simulação dos fluxos subterrâneos para avaliação dos efeitos do enchimento do reservatório sobre o lençol freático utilizou o modelo numérico tridimensional modular *Modflow*, que se baseia na definição do modelo hidrogeológico para a área em análise e utiliza o método de interações sucessivas. O aqüífero foi considerado livre, com direção de fluxo essencialmente horizontal e base impermeável na cota 150 m. Foram simulados dois perfis bidimensionais ao longo da linha de fluxo definida pelo nível d`água estabilizado em cada ombreira da barragem. Os perfis assim definidos foram compartimentados em uma malha retangular com linhas de 10 m de largura e colunas com 50 m de largura, perfazendo 17 colunas na ombreira direita (OD) e 9 na ombreira esquerda (OE), correspondendo, respectivamente, a 800 e 350 m de distância da margem do rio. As condições de contorno estabelecidas foram carga constante no rio e fluxo nulo no divisor da águas (IPT, 97).

O modelo foi calibrado através da utilização, como referência, das medidas dos níveis d`água (NA), atuais na época, no rio e nos divisores, considerados em regime permanente (situação de equilíbrio). A taxa de recarga do aqüífero variou de 0,002 m/dia próximo ao rio a 0,006 m/dia no divisor, o que equivale a uma precipitação pluviométrica da ordem de 1.400 mm/ano (IPT, 1997). Os valores de condutividade hidráulica (10^{-2} a 10^{-5} cm/s) foram ajustados ao longo dos perfis de forma a atingir os gradientes reais observados nas ombreiras (0,33 OD e 0,44 OE).

Os parâmetros definidos na calibração foram utilizados nas simulações, que consideraram o reservatório na cota 290 m, com enchimento instantâneo, controlado através de cargas constantes nas células sob sua influência. Foram efetuadas simulações em regime permanente (para verificar elevações máximas do NA, na situação final de equilíbrio) e em regime transitório (para definição do período de tempo em que as elevações representam influências significativas).

O Quadro 14.2.3/01 apresenta as elevações em função da cota do NA atual ao longo da OD, com elevação máxima no divisor de águas da ordem de 29 m e redução do gradiente hidráulico de 0,33 para 0,28. Após 5 anos de represamento, as elevações do NA atingirão 68% do total, sendo o equilíbrio atingido após cerca de 15 anos (IPT, 1997).

QUADRO 14.2.3/01 – SIMULAÇÃO DA ELEVAÇÃO DO NÍVEL D'ÁGUA NA OMBREIRA DIREITA (OD)

Distância do rio (m)	0	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600	650	700	750	800
Cota inicial (1)	167	168	169	176	199	237	273	298	318	341	367	387	402	414	422	428	430
Cota final (2)	290	290	290	290	290	308	329	347	363	382	403	421	434	445	452	457	459
Elevações	123	122	121	114	91	71	56	49	45	41	36	34	32	31	30	29	29

Fonte: IPT, 1997
(1) nível d'água estabilizado obtido a partir das sondagens rotativas executadas ao longo do eixo da barragem
(2) nível d'água estabilizado após o enchimento do reservatório.

O Quadro 14.2.3/02 mostra uma elevação máxima no divisor da OE de aproximadamente 19 m na condição de equilíbrio, atingida após cerca de 10 anos do enchimento. Após 5 anos,

as elevações atingem 86% do total, enquanto o gradiente hidráulico diminuirá para 0,33 (IPT, 1997).

QUADRO 14.2.3/02 – SIMULAÇÃO DA ELEVAÇÃO DO NÍVEL D`ÁGUA NA OMBREIRA ESQUERDA (OE)

Distância do rio (m)	0	50	100	150	200	250	300	350
Cota inicial (1)	167	176	185	218	262	292	310	320
Cota final (2)	290	290	290	290	290	315	330	339
Elevações	123	114	105	72	28	23	20	19

Fonte: IPT, 1997
(1) nível d`água estabilizado obtido a partir das sondagens rotativas executadas ao longo do eixo da barragem
(2) nível d`água estabilizado após 10 anos do enchimento do reservatório.

Os resultados das simulações de elevação são apenas indicativos do comportamento do aqüífero, na medida em que necessariamente são admitidas simplificações físicas e matemáticas. Nas áreas com poucas informações hidrogeológicas, as estimativas dos efeitos do enchimento do reservatório sobre o lençol freático foram efetuadas através de valores adotados para parâmetros hidrodinâmicos do aqüífero, como transmissividade (T=0,01 m^2/s) e coeficiente de armazenamento (S=0,04) (IPT, 1997).

Utilizando os valores de T e S acima e gradiente hidráulico de 0,05 – que produzem uma superestimativa dos efeitos de elevação devido às condições hidrogeológicas e geometria presentes no reservatório – o IPT calculou para a área da Mina do Rocha uma elevação do nível de descarga da base do aqüífero da ordem de 50 m (passando de 240 para 290 m), a uma distância de 1.000 m da margem do reservatório. Após 10 anos do enchimento da barragem, o NA subterrânea se elevaria para a cota 326,5 m, cerca de 36 m acima do nível d`água do lago.

No médio rio do Rocha, braço remansado do lago, para um gradiente médio estimado de 0,1, a elevação do freático atingirá a cota 310 m a 100 m da margem do reservatório elevando-se até a cota 400 m a 1.000 m da mesma (IPT, 1997).

Considerando as restrições e simplificações do método e os valores superestimados dos efeitos do enchimento do reservatório decorrentes destas restrições, o NA subterrâneo se elevaria, no máximo, para a cota 430 m aproximadamente, portanto, abaixo da cota de ocorrência da maioria das feições cársticas cadastradas e mapeadas (IPT, 1997). Contudo, ressalta-se que a Gruta de Bonsucesso (cota 337 m), em função das características locais, poderá vir a ser afetada.

Nas demais áreas do reservatório, em função dos elevados gradientes hidráulicos, as estimativas só podem ser realizadas até cerca de 40 m de sua margem, o que corresponde a cerca de 90% da elevação do nível de descarga da base do aqüífero (IPT, 1997).

- Implicações no Desenvolvimento do Processo de Carstificação

Atualmente a zona de variação do nível freático – zona de transição entre a zona vadosa e a saturada – representa o intervalo onde o processo de carstificação é mais ativo, ocasionando a ampliação dos condutos por dissolução ou erosão.

O enchimento do reservatório provoca, de imediato, uma elevação do nível de base regional, alterando e redistribuindo os gradientes hidráulicos no interior do maciço, além da elevação do NA subterrâneo, de forma a criar novas condições de contorno para o desenvolvimento do carste (IPT, 1997).

A conseqüente redução dos gradientes hidráulicos na zona saturada implica na redução da velocidade de circulação d`água no interior do maciço e da capacidade de dissolução do

mesmo pelas águas percolantes. Dessa forma, diminui a velocidade de desenvolvimento da carstificação, embora o processo não seja interrompido. Na maior parte do reservatório prevalecerá esse cenário, considerando-se as estimativas de que o topo da zona saturada está entre 290 e 420 m.

No caso específico da Gruta da Mina do Rocha, onde o NA está abaixo da cota 240 m, a elevação do nível d`água provocará uma ressaturação do maciço e também levará à diminuição na velocidade de carstificação abaixo do novo nível de saturação estabelecido.

Nos sistemas cársticos instalados no médio rio do Rocha, a elevação do nível de base será pequena, menor que 10-20 m, com alterações insignificantes nos gradientes hidráulicos (< 10%). O afogamento da ressurgência da Gruta do Rocha provocaria alterações locais, eventualmente reativando ressurgências próximas abandonadas ou aumentando vazões naquelas a montante. Essas alterações, porém, não deverão se propagar de maneira significativa para o restante do sistema cárstico local (IPT, 1997).

O enchimento do reservatório promoverá a saturação parcial da zona de oscilação do nível freático e de zonas insaturadas, sendo que os gradientes hidráulicos resultantes ainda permaneceriam relativamente altos (0,28 a 0,33), como analisado nas ombreiras da barragem. Essa saturação ocorrerá, principalmente, nas proximidades das faces das encostas, entre a superfície do terreno e o lençol freático, e com diferentes intensidades acima desse nível nas regiões planálticas, levando, de maneira geral, a uma diminuição da velocidade de carstificação.

Nas proximidades do novo nível de base haverá o desenvolvimento de fluxos horizontais, tornando-se a principal zona de percolação do maciço com o estabelecimento de novas rotas de saída do sistema cárstico. Nessa zona haverá um incremento na velocidade de carstificação, no entanto, em níveis inferiores àqueles atualmente verificados nas ressurgências dos sistemas instalados no médio rio do Rocha, onde os processos de carstificação continuariam nas mesmas taxas atuais (IPT, 1997).

- Possibilidade de Poluição do Aqüífero dos Maciços Carstificados

À medida que se eleva o nível do reservatório, a respectiva mudança do nível de base gera novos gradientes hidráulicos que repercutem na alteração do nível do lençol freático. Num primeiro momento, ocorre uma inversão local (em uma estreita faixa do maciço) dos gradientes hidráulicos, ocasionando o fluxo de água para dentro do maciço. No momento seguinte, o afluxo de água do maciço reequilibra os gradientes e o fluxo final será sempre do maciço para o reservatório. A obstrução do fluxo subterrâneo provocada pelo reservatório induzirá as elevações na superfície freática, de forma a manter os gradientes e os fluxos no sentido do nível de base.

Para os valores de T e S admitidos nas simulações, o tempo de equilíbrio para o restabelecimento do fluxo no sentido do nível de base é relativamente rápido. Nas regiões mais carstificadas e de maiores permeabilidades (zona vadosa de oscilação do lençol freático) na face das encostas, para cada metro de elevação da cota do reservatório, a uma distância de 50 m das margens e decorridas 24 h, a elevação do freático é estimada em cerca de 0,80 m para uma elevação final de cerca de 0,99 m, 10 anos após o enchimento do reservatório (IPT, 1997). Nestas zonas, 30 dias após o enchimento, a elevação do lençol freático já terá atingido 97% da elevação total estimada (IPT, 1997).

A saturação nas áreas mais carstificadas do maciço será rápida devido à elevação do lençol freático (contribuição mais significativa), restringido a atuação das águas provenientes do reservatório e, por conseqüência, minimizando a penetração de poluentes no interior do maciço (IPT, 1997).

Nas áreas menos carstificadas ou zona saturada, o tempo de resposta e de estabilização do fluxo subterrâneo será sensivelmente maior, devendo-se esperar maior contribuição das águas do reservatório. Como essas zonas situam-se nas partes mais interiores do maciço, haverá menor probabilidade de serem atingidas pelas águas do reservatório (IPT, 1997).

Em longo prazo, com a normalização do fluxo no sentido do nível de base, não ocorrerá a penetração de poluentes no aqüífero.

- Estanqueidade do reservatório

Em função das altas declividades de suas encostas, o vale do rio Ribeira é extremamente encaixado na área de formação do futuro reservatório da UHE Tijuco Alto, sendo assim o lago da barragem ficará restrito aos vales das principais drenagens, relativamente distante dos divisores de água da bacia de contribuição.

No rio do Rocha, onde o lago tem maior penetração, o remanso permanecerá cerca de 100 m abaixo do contato entre os metacalcários e os metassedimentos que ocorrem a sul do Lineamento Ribeira e cerca de 350 m das nascentes do rio Carumbé (acima da cota 650 m).

A estruturação das rochas mostra que toda a circulação subterrânea da água ficará restrita à área da bacia de contribuição do rio Ribeira, a montante do eixo do barramento, com as mesmas direções e sentidos de fluxo atuais, não havendo, portanto, possibilidade de fuga da água em qualquer região do reservatório.

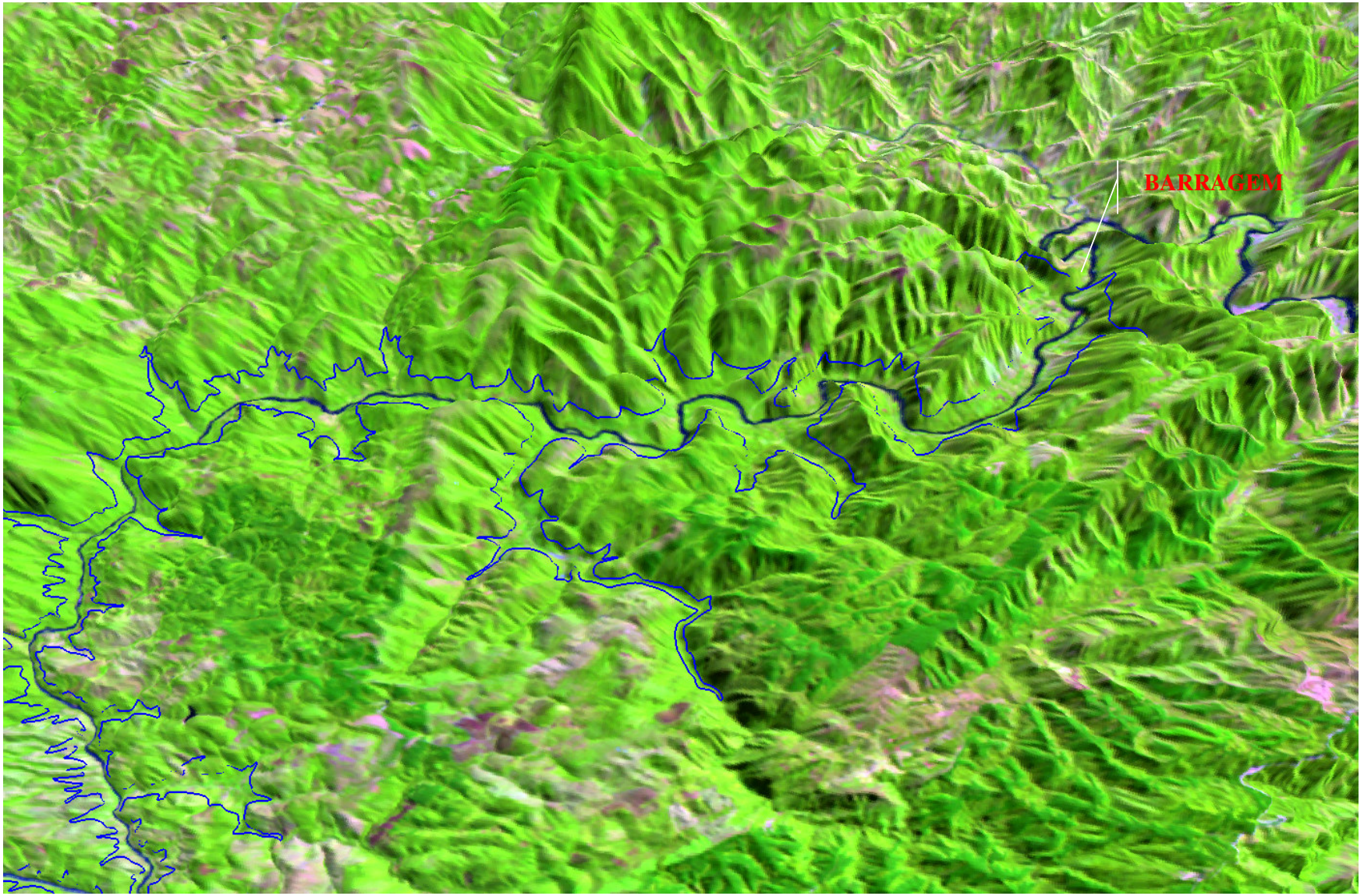
O eixo da barragem e ombreiras deverão receber intenso tratamento de injeções de cimento para impermeabilização das fundações e melhoria da qualidade mecânica do maciço, minimizando, dessa forma, as fugas d'água na região onde serão criados os maiores gradientes hidráulicos após o enchimento do reservatório.

Próximo ao eixo, merece atenção especial o vale do córrego Água do Quebradão e o afluente da margem direita que deságua pouco a montante da ilha Rasa (Figura 14.2.3/02), onde o lago ficará numa posição ortogonal a orientação da foliação, criando condições propícias para o fluxo d'água para jusante.

A cota do lençol freático na região das ombreiras – que se eleva ao se afastar do eixo da barragem, indicando a saturação do maciço em níveis elevados (topo da vertente da OD em 420-430 m e da OE em 310-315 m) – sofrerá uma elevação conforme apontam as simulações efetuadas pelo IPT, mas não deverá haver inversões de fluxo nas mesmas (IPT, 1997).

Nesses locais, a formação do reservatório fará com que os gradientes hidráulicos diminuam nas vertentes voltadas para o rio Ribeira e aumentem naquelas com face para jusante, devido à elevação do lençol freático. Tal fato estimulará o aumento nas vazões de nascentes e olhos d'água existentes e, eventualmente, contribuirá para o surgimento de novas nascentes, que serão objeto de cadastramento e monitoramento durante as etapas de implantação e operação do empreendimento.

FIGURA 14.2.3/02 – MODELO DIGITAL DE TERRENO (SRTM) COM VISUALIZAÇÃO EM 3D SOBRE IMAGEM LANDSAT 7 DA ÁREA DE ALAGAMENTO DA UHE TIJUCO ALTO.



Quanto à ressurgência do Bebedouro do Olho D'Água, situada a jusante do eixo, as evidências indicam que a mesma é alimentada por um fluxo originado possivelmente nas vertentes da Serra do Carumbé, de forma que a implantação do reservatório não o influenciará (IPT, 1997). Essa ressurgência também será objeto de monitoramento para controle dos efeitos do reservatório sobre as ressurgências a jusante da barragem.

14.2.4. Instabilidade e Potencial Erosivo de Taludes e Encostas Marginais

Os processos morfogenéticos atuam em equilíbrio, esculpindo as formas do relevo. A ação antrópica rompe esse equilíbrio, ao introduzir novas variáveis no processo. Em geral, a intensificação dos processos erosivos corresponde à aceleração dos processos deposicionais, ou vice-versa.

Assim, com a construção da barragem e o enchimento do reservatório, o relevo e as características topográficas da área diretamente afetada sofrerão modificações, assim como os processos geomorfológicos atuantes.

As barragens rompem a seqüência natural dos rios em três áreas distintas, a saber:

a) A montante do eixo da barragem, onde o nível de base local é levantado, alterando a forma do canal e a capacidade de transporte de sólidos, ocasionando assoreamento no leito do rio principal e afluentes. Os impactos não se limitam à área próxima do reservatório e à faixa de inundação, estendendo-se gradualmente para montante, ao longo dos perfis dos rios. Podem gerar o aumento no aporte de sedimentos para o reservatório, modificando, muitas vezes, o seu tempo útil e alterando a biota fluvial.

b) No reservatório, com a mudança da situação lótica (água corrente) para lêntica (água parada), a atuação dos ventos e ondas nas margens torna-se mais importante do que o impacto da energia cinética das correntes para o fundo. Desenvolvem-se, então, as margens de abrasão, cujos declives favorecem a atuação dos processos gravitacionais, o recuo das margens e a formação de praias. Os produtos da abrasão, juntamente com os sedimentos trazidos pelos tributários, podem originar feições deposicionais na faixa litoral lacustre, tais como os depósitos dos desmoronamentos, as praias e os leques lacustres.

c) A jusante da barragem, onde o regime do rio sofre significativas modificações, devido ao controle artificial das descargas líquidas. As modificações a jusante acarretam efeitos nos processos fluviais, como o entalhe do leito, a erosão das margens e a deposição a jusante, podendo atingir longas distâncias. No entanto, o tempo para que este impacto possa ser percebido no reequilíbrio da morfologia do canal, não pode ser observado num prazo inferior a cinco anos, ou mais. Neste setor, o perfil do rio principal e de seus afluentes têm sua forma modificada pelo entalhe dos leitos, ocasionado pelo abaixamento de seus níveis de base, podendo causar o aparecimento de novos terraços.

Tais conseqüências, no entanto, dependem das características da área afetada, tais como solo e geologia, por exemplo. O diagnóstico efetuado permite concluir que a AID do empreendimento apresenta grande complexidade ambiental, porém já muito alterada devido às ações antrópicas, que introduziram modificações, principalmente, na cobertura vegetal natural, substituindo-a, predominantemente, por pastagens. O relevo desta área, muito acidentado, apresenta potencialidade alta ao desenvolvimento de processos erosivos e de instabilidade morfodinâmica, em virtude dessas ações que rompem o equilíbrio natural atuante. Em encostas de maior declividade, com predominância de pastagens, observam-se deslizamentos e terracetes de pisoteio de gado, indutores de processos erosivos.

Assim, a partir destas constatações e com base no diagnóstico efetuado, pode-se chegar às seguintes conclusões:

- ✓ desmatamentos em vertentes com alta declividade podem desencadear instabilidade das encostas e gerar processos erosivos e deslizamentos;

- ✓ cortes na base de vertentes com declividade alta, acima de 40%, podem levar a deslizamentos, já anteriormente induzidos pelo pisoteio do gado.

Na fase de implantação do empreendimento, as modificações das formas das vertentes, resultantes da alteração de declives, a desagregação mecânica dos solos e taludes, bem como a retirada da cobertura vegetal, deverão intensificar os processos de remoção de material, e conseqüentemente, o assoreamento dos vales, juntamente com a alteração da dinâmica fluvial. Nesta fase, os impactos são de natureza negativa, de duração temporária, localizados e reversíveis, porém podem ser considerados de pequena importância tendo em vista a sua localização restrita e a possibilidade de aplicação de medidas mitigadoras para sua prevenção e correção.

Na fase de enchimento do reservatório, espera-se os seguintes impactos ao meio físico:

- ✓ durante os trabalhos de limpeza e desocupação da área a ser submersa, eventos locais de processos erosivos e deslizamentos poderão ocorrer; são impactos negativos, porém podem ser considerados de pequena importância tendo em vista que sua ocorrência é localizada. Medidas mitigadoras preventivas são possíveis de serem aplicadas, as quais consistem no monitoramento dos locais onde poderão ocorrer esses impactos;

- ✓ durante o enchimento do reservatório, o impacto mais significativo e negativo corresponde à alteração da paisagem e das formas de relevo. Será criada uma nova paisagem e o processo morfogenético sofrerá alterações devido às mudanças introduzidas no padrão de drenagem, no escoamento a jusante da barragem, nas características dos corpos d'água, na deposição de materiais. Este impacto é negativo, permanente, localizado na área do reservatório e irreversível. Não há medida mitigadora possível de ser aplicada. Outra perda relacionada ao aspecto paisagístico relaciona-se às corredeiras presentes no rio Ribeira que serão encobertas pelo lago; o rio Ribeira apresenta diversas corredeiras, sendo 16 mais significativas, concentradas a montante da foz do rio Ponta Grossa, já no município de Cerro Azul.

- ✓ com a conclusão do enchimento do reservatório, durante a operação da usina, poderá ocorrer erosão das margens descobertas devido à oscilação do nível da água e de ondas. Há, também, a possibilidade de ocorrer instabilidade nas encostas de maior declividade. É um impacto provável, de natureza negativa, localizado, irreversível, porém mitigável.

Para mitigar e prevenir os impactos mencionados são recomendadas as seguintes medidas:

Os desmatamentos, durante a fase de implantação, deverão se restringir à área mínima necessária para a alocação da infra-estrutura da obra (implantação de canteiros, vila, etc) visando evitar a intensificação dos processos erosivos.

- Após a conclusão das obras de infra-estrutura, as áreas deverão ser revegetadas e deverão ser empreendidas medidas que evitem a erosão do material depositado.

- Após a conclusão das obras da barragem, as áreas degradadas pela construção do canteiro de obras deverão ser recompostas com o reafeiçoamento do terreno, revegetação e manutenção permanente.

- Adoção de técnicas de engenharia para a contenção de encostas e prevenção de processos erosivos.

- As margens do reservatório deverão ser revegetadas de forma a minimizar os impactos das ondas.

- Deverão ser tomadas medidas para evitar o escoamento superficial das águas nos locais desmatados, de forma difusa e agressiva. A condução da drenagem superficial com a implantação de estruturas como bueiros e galerias de água é necessária.

14.2.5. Perdas de Terras Agricultáveis

Particularmente sobre os solos, verifica-se impactos decorrentes da implantação do empreendimento em várias fases de implantação das obras, mais especificamente desde a implantação da infra-estrutura de apoio, passando pelas obras principais, até o final do enchimento do reservatório. Todos, entretanto, diferentes entre si, invariavelmente, envolvendo a perda total ou parcial dos mesmos, com e sem possibilidade de compensação.

Pode-se separar os impactos sobre os solos em dois grupos distintos: um primeiro que se dá na fase de implantação da infra-estrutura e das obras principais, quando ocorre a destruição, a retirada, o revolvimento e a impermeabilização superficial dos solos. Em sua maioria localizados, ou seja, restritos ao sítio das obras (estradas de acesso, canteiros, alojamentos, vilas residenciais, locais de explotação de materiais de empréstimos e de jazidas, bota-foras, etc.). Todos invariavelmente de baixa importância, podendo-se dizer até mesmo insignificantes, principalmente considerando-se suas diminutas dimensões frente ao empreendimento como um todo. Há ainda que se considerar que não se trata de impactos exclusivos de obras desta natureza, visto que são comuns em qualquer outro tipo de construções. São em sua totalidade impactos passíveis de medidas preventivas e/ou compensatórias.

Um segundo grupo de impactos é verificado a partir da fase de enchimento do reservatório e em conseqüência dele. São os impactos mais importantes sobre os solos, visto que têm magnitude considerável e não é possível estabelecer medidas preventivas ou corretivas, provocando alterações no cotidiano da população ribeirinha. Tais impactos se traduzem em perda definitiva de solos ou alterações nas características dos mesmos, tanto diretamente pela inundação do reservatório, quanto indiretamente pela elevação do lençol freático, causando a formação de áreas úmidas e alagadas. O Quadro 14.2.5/01 a seguir discrimina o afetamento de terras pelo reservatório conforme aptidão agrícola das terras.

QUADRO 14.2.5/01 – ÁREAS OCUPADAS PELAS CLASSES DE APTIDÃO AGRÍCOLA AFETADAS PELA FORMAÇÃO DO RESERVATÓRIO

Classes de Aptidão	Área a ser inundada (ha)	Porcentagem %
1A	85,48	1,65
1(A)	53,32	1,03
1(AB)	-----	-----
2b	-----	----
3(b)	2.234,88	43,14
4P	1.828,49	35,31
5s	201,69	3,89
5(s)	699,76	13,51
6	76,38	1,47
TOTAL	5.180,00	100

Os impactos citados são avaliados a seguir.

14.2.5.1. Revolvimento e Retirada da Camada Superficial dos Solos

Este impacto ocorre por ocasião da implantação da infra-estrutura de apoio, particularmente em conseqüência das ações de terraplenagem para construção dos acessos e do canteiro da obra. A referida atividade tem por característica, a remoção de grande parte da porção superficial dos solos que, por sua vez, juntamente com outros materiais, é usada para corrigir os desníveis dos terrenos, preenchendo depressões e pequenos vales ou sulcos (terraplanagem). Como prática complementar, a superfície do terreno é compactada e quase sempre recoberta com outro tipo de material, com o intuito de se elaborar um piso regular e de boa resistência, o que inviabiliza os solos como substrato para o desenvolvimento da vegetação.

14.2.5.2. Perda de Solos por Impermeabilização Superficial (Edificações e Acessos)

Este impacto ocorre também por ocasião da implantação da infra-estrutura de apoio, particularmente em conseqüência das ações de construção dos canteiros, alojamentos e vila residencial e ampliação e melhoria da infra-estrutura. As referidas atividades têm por característica a impermeabilização da parte superficial dos solos com utilização de vários tipos de material de construção, para erguer as necessárias edificações e acessos. Como no caso anterior, a superfície do terreno é também compactada, e muitas vezes recoberta com outro tipo de material, com o intuito de se elaborar um piso regular e de boa resistência, o que também impermeabiliza os solos superficialmente e os inviabiliza como substrato para o desenvolvimento da vegetação.

14.2.5.3. Destruição dos Solos por sua Retirada junto a Material de Empréstimo e por Recobrimento com Outros Materiais

Este impacto se verifica também por ocasião da fase de implantação das obras, nos locais onde se retira material para construção dos acessos, canteiros e várias outras atividades (áreas de empréstimo) e nos locais escolhidos para depósito de rejeitos (bota-foras). Nestes casos, os impactos sobre os solos ocorrem de duas maneiras: no caso de áreas de empréstimo, o solo é carregado juntamente com o material de interesse (cascalhos, areias, matacões, concreções, rochas e outros); no caso de bota-foras, o solo é simplesmente soterrado por grandes quantidades de entulhos.

Os impactos supracitados são negativos, já que há alteração de um elemento ambiental causando desequilíbrio e, invariavelmente, as áreas de sua incidência ficam comprometidas para o desenvolvimento de espécies vegetais. São caracterizados também como diretos, pois as ações do empreendimento se dão diretamente sobre os solos; permanentes, pois não são passíveis de retorno à condição original; localizados, pois se dão exclusivamente nos locais das intervenções; reversíveis, pois embora muito trabalhosamente, há possibilidade de reversão pelo menos parcial de algumas situações; e de ocorrência certa e imediata, visto que são verificados a partir do início da intervenção. São ainda considerados de baixa importância pelas razões já expostas anteriormente, cuja magnitude não pode ser mensurada.

Como principal medida preventiva a ser tomada, recomenda-se a estocagem do solo superficial das áreas a sofrerem intervenção direta, visando a sua utilização futura, quando da desmobilização dos canteiros e acessos e, se houver, desmonte das estruturas. O trabalho de recuperação desses solos impactados é difícil e dispendioso, tendo em vista torná-los o mais próximo possível de suas condições naturais. Isto implica em retirar o material de superfície (construções, asfalto, cimento, cascalhos, etc.) e recompor a camada superficial do solo com uso de material estocado, procedendo-se às devidas correções

físicas e químicas, de forma que ele possa tornar-se novamente substrato para o desenvolvimento da vegetação. Há ainda que se retirar todos os entulhos de construção e dar-lhes uma destinação satisfatória.

14.2.5.4. Perdas de Solos por Inundação

No segundo grupo, este impacto se configura como o mais importante sobre os solos, a ser verificado na região do empreendimento. É inevitável, pois se trata da área que deverá ficar submersa com o enchimento do reservatório.

A superfície que será inundada pelas águas do futuro reservatório (51,8 km^2) é constituída, em sua maioria (52%) por terras com aptidão restrita para lavouras, estando grande parte delas localizadas em terraços e planícies de inundação ao longo do rio Ribeira. Constituem-se, principalmente, em argissolos.

Serão ainda inundados em grande quantidade, solos da unidade PVAe1, que são terras da classe 4P de aptidão agrícola, ou seja, terras boas para pastagens plantadas. Trata-se de Argissolos e Chernossolos, de boa fertilidade natural, mas que apresentam limitação ao uso pelo relevo declivoso de sua ocorrência.

Tal impacto é caracterizado como negativo, pois causa a perda de um importante componente ambiental; é direto, visto que as ações do empreendimento se dão diretamente sobre os solos; permanente; localizado, pois ocorre exclusivamente no local da intervenção; irreversível, pois os solos não podem ser recuperados; de temporalidade imediata, visto que são verificados a partir do momento da intervenção, e de ocorrência certa. É ainda considerado de alta importância e magnitude, pelas dimensões da superfície afetada.

Não existem medidas mitigadoras para esse impacto.

14.2.6. Alteração da Qualidade das Águas com a Formação do Reservatório

14.2.6.1. Efeitos do Afogamento da Vegetação na Qualidade das Águas

Dentre os impactos causados na qualidade da água pela implantação de reservatórios, os mais importantes estão relacionados com o afogamento da vegetação na área de inundação e posterior degradação dessa fitomassa. O fenômeno envolve uma série de processos físicos, químicos e biológicos, sendo que alguns deles são ainda pouco conhecidos. O estudo de problema tão complexo deve ser fundamentado principalmente na experiência de outros aproveitamentos já implantados, a exemplo dos reservatórios de Tucuruí, Samuel e Balbina.

A presença em excesso de biomassa vegetal no meio aquático leva à liberação de grandes quantidades de compostos orgânicos e de nutrientes, particularmente fósforo e nitrogênio, ao se decompor. Essas modificações causam, entre outros, alteração na cor e aumento na condutividade da água do reservatório.

Outrossim, a oxidação química e biológica dos compostos orgânicos acarreta o consumo de parcela significativa do oxigênio dissolvido disponível na água, gerando até condições de anaerobiose (ausência de oxigênio dissolvido) em grande parte do reservatório, particularmente nas águas mais profundas.

Essas condições de anoxia favorecem a produção e a acumulação de substâncias no estado reduzido, acarretando geralmente algumas conseqüências:

- ✓ geração de substâncias tóxicas, tais como ácido sulfídrico (H_2S) e amônia (NH_3);

- ✓ acréscimo na acidez da água, devido ao rebaixamento de pH, pela acumulação de ácidos orgânicos, ácidos inorgânicos e gás carbônico;
- ✓ aumento na agressividade da água, principalmente devido ao acúmulo de ácido sulfídrico, formação de ácido sulfúrico e queda de pH;
- ✓ geração de gases que podem aumentar os riscos de explosão, tal como o metano (CH_4);
- ✓ produção de substâncias odoríferas, tais como gás sulfídrico;
- ✓ aumento dos teores de metais pesados dissolvidos na água, caso o pH do meio se torne ácido.

Por outro lado, o enriquecimento da água em nutrientes, especialmente, o fósforo e nitrogênio, pode levar ao processo de eutrofização do reservatório, acarretando como conseqüências principais os seguintes fenômenos:

- ✓ a diminuição da diversidade de espécies presentes;
- ✓ florescimento de certos tipos de algas; e
- ✓ proliferação de macrófitas aquáticas.

Além da densidade e do tipo de cobertura vegetal, outros fatores, tais como o tempo de residência da água no reservatório, profundidade média, a intensidade e duração da estratificação vertical, a morfologia do reservatório, as características das águas dos formadores, bem como o regime de operação do reservatório pode ter papel importante no condicionamento da qualidade da água do futuro lago.

- O efeito da submersão da vegetação sobre o grau de acidez do reservatório da UHE Tijuco Alto.

Devido ao predomínio da mineralização (*i.e.* conversão de compostos orgânicos em inorgânicos) sobre a imobilização (manutenção de elementos na forma orgânica; *e.g.* biomassa de microrganismos, compostos húmicos), em longo prazo, os processos aeróbios de decomposição geram produtos tais como: CO_2, H_2O e sais minerais. No caso dos processos anaeróbios e fermentações vários produtos orgânicos são também produzidos (*e.g.* ácidos orgânicos, CH_4). Nos ambientes aquáticos, o dióxido de carbono produzido na decomposição (aeróbia ou anaeróbia) associa-se com as moléculas de água e forma o ácido carbônico (Equação 1); as dissociações do ácido carbônico formam bicarbonatos (Equação 2) e carbonatos (Equação 3) e geram H^+ que, por sua vez, acidifica o meio.

(1) $CO_2 + H_2O \Rightarrow H_2CO_3$

(2) $H_2CO_3 + H_2O \Rightarrow H^+ + HCO_3^-$

(3) $HCO_3^- + H_2O \Rightarrow H^+ + CO_3^{2-}$

Desse modo, na submersão da vegetação durante a formação do reservatório, o grau de acidez do meio depende primariamente da quantidade de recursos que serão decompostos e da velocidade que este evento ocorrerá; tais eventos são, em última análise, proporcionais à produção de CO_2. Experimentos que trataram da descrição cinética da decomposição da vegetação submersa, utilizando recursos (folhas, galhos, cascas, serapilheira e água do rio

Ribeira) provenientes da área diretamente afetada da UHE Tijuco Alto (Bitar *et al*., 2002; Cunha-Santino & Bianchini Jr., 2002) mostraram que, independente do processo ser aeróbio ou anaeróbio, no início, os valores de pH tenderam ao decréscimo em virtude do predomínio da formação de CO_2 (Eq. 1) e conseqüentes dissociações do ácido carbônico (Eq. 2 e 3). Outros eventos (reações) que contribuem para a acidez do meio, dentre os quais citam-se: a lixiviação e dissociação de ácidos orgânicos, a nitrificação, a oxidação de H_2S, a hidrólise de cátions e as aduções das águas das chuvas (Wetzel, 1983; Mihelcic, 1999).

Em seguida, devido à elevada alcalinidade da água do Ribeira, a formação de compostos húmicos e outros processos que consomem H^+ (*e.g*. amonificação do nitrato em meio anaeróbio, hidrólises do carbonato e bicarbonato), os meios tenderam à alcalinidade e de se manter tamponados (Figura 14.2.5/01).

Ressalta-se que nos experimentos desenvolvidos para o reservatório da UHE Tijuco Alto, as proporções de detrito e água adotadas foram:

- ✓ Galhos, em condição aeróbia, 12 vezes superiores ao estimado, caso não se adotasse qualquer tipo de desmatamento;

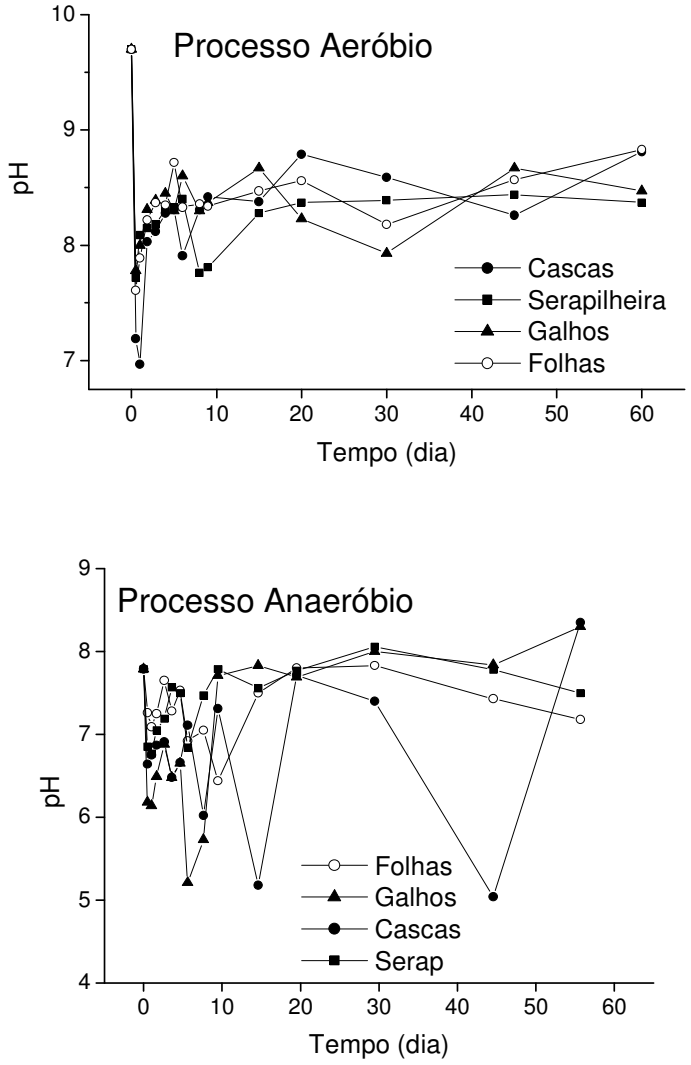
- ✓ Folhas, cascas e serapilheira, em condição aeróbia, 30 vezes superiores; e,

- ✓ Folhas, galhos, cascas e serapilheira, em condição anaeróbia, 75 vezes superiores ao estimado, caso não se adotasse qualquer tipo de desmatamento (*i.e*. na condição mais desfavorável possível).

Com base nestes experimentos e, considerando as ações de desmatamento previstas para a área do reservatório, supõe-se que devido às características das águas do rio Ribeira (alcalina e tamponada) e aos baixos teores de fitomassa remanescente, o reservatório não deverá se constituir num ambiente ácido; essa característica deverá ser mantida desde o início de sua formação. Caso ocorram rebaixamentos dos valores de pH estes deverão ser pontuais, efêmeros e de pouca intensidade. Ao serem mantidos os atuais valores de pH (≈meio neutro-alcalino) e concentrações de oxigênio dissolvido, tais eventos favorecerão a precipitação e a imobilização química de nutrientes (*e.g*. P) e de cátions metálicos (*e.g*. Pb, Cu, Zn, Fe), atenuando o potencial de eutrofização e de contaminação do reservatório.

Está previsto para o reservatório de Tijuco Alto um desmatamento da ordem de 60% e em alguns locais como o vale do rio do Rocha em 90%, como forma de garantir a qualidade das águas.

FIGURA 14.2.5/01 - VARIAÇÕES TEMPORAIS DOS VALORES DE PH DURANTE A DECOMPOSIÇÃO AERÓBIA (CUNHA-SANTINO, BIANCHINI JR., 2002) E ANAERÓBIA DE CASCAS, GALHOS, SERAPILHEIRA E FOLHAS (BITAR *ET AL*., 2002).



Os impactos sobre as condições de anaerobiose dos recursos hídricos são impactos de natureza negativa, de duração temporária, reversíveis, de ocorrência certa e importância alta, porém mitigáveis através de programas específicos.

A implementação de ações preventivas de desmatamento e limpeza da área de inundação considerou uma estimativa baseada na aplicação de técnicas de modelagem matemática, tendo por base as características hidrometeorológicas, os ensaios de biodegradação da vegetação realizados em laboratório, além de informações disponíveis em trabalhos sobre outros reservatórios já implantados.

A partir dessa simulação, avaliou-se a taxa real de desmatamento necessária para manter a qualidade da água em condições mínimas para a preservação do meio biótico, bem como

garantir o suprimento de água aos diversos usos. As análises consideraram o comportamento da variação temporal e espacial da concentração de oxigênio dissolvido, da demanda bioquímica de oxigênio e dos teores de fósforo e nitrogênio previstos para as fases de enchimento e recuperação do reservatório.

De acordo com estas análises estimou-se a necessidade de desmatamento e limpeza do reservatório de Tijuco Alto de cerca de 60% da fitomassa residente, possibilitando, nas condições mais críticas durante o enchimento, a liberação de água para jusante com concentrações de oxigênio dissolvido não inferiores a 5 mg/l, portanto compatíveis com o enquadramento do curso d'água em classe 2.

14.2.6.2. Criação de Novos Ambientes com Potencial para Proliferação de Macrófitas

Com a formação do reservatório haverá uma atenuação significativa da velocidade da corrente e um enriquecimento em nutrientes na massa de água. Desse modo, aumenta-se a possibilidade de ocorrer uma propagação das macrófitas aquáticas, favorecido pelas condições climáticas da região e pela formação de áreas inundadas com baixa circulação da água.

Salienta-se que, conforme observado, o atual regime turbulento do escoamento do rio Ribeira e dos cursos tributários não favorecem a proliferação de macrófitas.

Com a formação do reservatório, estando condicionadas à baixa circulação do escoamento, temperatura da água e presença de nutrientes, as macrófitas deverão ser observadas principalmente no corpo dos braços tributários do reservatório, onde os tempos de residência são mais elevados, dentre estes, destacam-se os braços dos rios do Rocha, Sete Quedas e Mato Preto.

Nestas situações, o processo de eutrofização dos braços deverá ser controlado na origem, com a implementação de ações que evitem a afluência de fontes poluidoras que detenham concentrações de nutrientes (nitrogênio e fósforo) superiores à capacidade de assimilação do corpo d'água.

Estas ações encontram-se, geralmente, fora da área exclusiva de controle do empreendedor, devendo ser exercidas e fiscalizadas por órgãos oficiais, num esforço combinado, reunindo entidades ambientais, prefeituras e comitês de bacias.

Este impacto ocorre na fase de implantação e operação do reservatório, é de natureza negativa, temporário, localizado e reversível, de ocorrência provável.

14.2.6.3. Alteração nas Condições das Águas para Abastecimento a Jusante do Barramento

A jusante do Aproveitamento Hidrelétrico Tijuco Alto, apenas o município de Ribeira, no Estado de São Paulo, com uma população estimada de 3.216 habitantes deverá sofrer alguma influência do empreendimento, no que diz respeito ao sistema de abastecimento de água, uma vez que as unidades de captação e recalque estão baseadas junto à margem esquerda do rio Ribeira, próximo à sede municipal. O sistema de abastecimento de água do município é operado pela SABESP, a qual garante o abastecimento de 456 domicílios ligados à rede.

As piores condições de qualidade da água a jusante deverão ser observadas por ocasião da fase do enchimento do reservatório.

No entanto, com a implementação das ações preventivas de desmatamento e limpeza do

reservatório, estes efeitos serão minimizados, garantindo-se uma qualidade de água para jusante com condições adequadas para a preservação do meio biótico, bem como seu uso para o abastecimento. Estimativas realizadas através do emprego de modelagem matemática (conforme item 12.1 deste EIA), apontam, nas condições mais críticas, uma concentração de oxigênio dissolvido não inferior a 5 mg/l, compatível portanto com o enquadramento de cursos d'água em classe 2.

Além deste fato, destaca-se também o processo de oxigenação natural das águas promovida na bacia de dissipação e no próprio curso do rio Ribeira que apresenta um regime de vazões turbulento, fator que favorece também a oxigenação e a assimilação dos compostos oriundos da matéria orgânica presentes na água.

Ao longo da fase de operação, a água do reservatório deverá recuperar sua condição natural.

Ressalta-se, também, que o arranjo das estruturas hidráulicas, com a cota da tomada d'água de derivação para a casa das máquinas posicionada na cota 272 m deverá permitir a captação das águas superficiais de boa qualidade.

Em termos quantitativos, as demandas necessárias de água para abastecimento do município de Ribeira são muito inferiores às vazões mínimas naturais oferecidas pelos cursos d'água afluentes, situados logo a montante da captação, respectivamente os rios Catas Altas e o ribeirão Tijuco. Somada a estas contribuições existe ainda o deflúvio decorrente da vazão sanitária mínima de 15,5 m^3/s a ser liberada pelo reservatório de Tijuco Alto, correspondente a 50% da vazão mínima $Q_{7,10}$.

14.2.6.4. Ocorrência de Estratificação Térmica no Reservatório

O estabelecimento da estratificação térmica ocorre, normalmente, em reservatórios de grande profundidade, sendo favorecido também pelos baixos tempos de residência.

A estratificação resulta na formação de camadas de massas de água com temperaturas e densidades diferentes, podendo ser representado por dois reatores bioquímicos na vertical.

Nas camadas profundas do reservatório, a do hipolímnio, a água é de pior qualidade, podendo atingir a anaerobiose nas condições mais críticas, com o conseqüente desprendimento de metano e gás sulfídrico.

No epilímnio, as concentrações de oxigênio dissolvido são relativamente superiores, preponderando as reações do tipo aeróbica e água de boa qualidade. Os resultados da simulação apontam que a termoclina será estabilizada próxima à cota 260 m, o que equivale a uma espessura de lâmina d'água de aproximadamente 30 m correspondente à camada do epilímnio.

Devido à ocorrência destes processos, a captação de água derivada para a casa de máquinas foi estabelecida, próximo à superfície, na região do epilímnio.

Mesmas condições de qualidade são esperadas para as águas veiculadas pelos vertedores que tem sua crista estabelecida na cota 286,0 m, portanto apenas 4,0 m abaixo da cota referente ao nível d'água máximo normal.

14.2.6.5. Alterações da Morfologia nas Calhas de Drenagem

A mudança da morfologia dos cursos d'água deverá ser verificada nas áreas das linhas de remanso e nos trechos da calha de escoamento, situadas a jusante do reservatório.

O curso do rio Ribeira e dos tributários afluentes junto à interface das linhas de remanso serão afetados pelo processo de assoreamento. A perda de velocidade de escoamento nestes pontos favorecerá, inicialmente, a precipitação dos sedimentos mais grosseiros e, gradativamente, à medida que se dirige para jusante, a sedimentação das parcelas sólidas mais finas, condicionando a formação de cordões e bancos de areia nestes locais. Durante a ocorrência das cheias, parte destes sedimentos são parcialmente transportados para o interior do reservatório.

No trecho de rio a jusante, as condições hídricas deverão favorecer a ocorrência de processos erosivos de leito e margens do curso d'água, tendo em vista as reduzidas concentrações de material sólido em suspensão presentes nas águas turbinadas ou liberadas pelo vertedouro.

Em função das dimensões do reservatório de Tijuco Alto, cerca de 97% dos sedimentos em suspensão serão retidos pelo reservatório, já no transporte sólido de arraste de fundo a retenção deverá ser de 100%.

A água veiculada a jusante terá a tendência natural de readquirir as concentrações naturais dos sólidos em suspensão, com a instalação de processos erosivos das margens e do leito do curso d'água e desestabilização dos bancos de areia.

14.2.6.6. Efeitos sobre o Controle do Chumbo no rio Ribeira a Jusante do Reservatório

Os metais pesados, dentre eles o chumbo, ainda estão presentes nos sedimentos de alguns trechos de rios, decorrentes do passivo ambiental das empresas mineradoras que outrora atuavam na região. Entretanto, conforme os estudos de qualidade da água realizados, não se verifica a presença de chumbo nas águas do rio Ribeira atualmente, ao longo dos anos verificou-se uma queda nos níveis deste metal pesado.

Na área abrangida pelo futuro reservatório da UHE Tijuco Alto existe a ocorrência de diversas jazidas minerais, com ênfase para a presença de galena, calcita e magnetita. O principal minério explorado durante décadas foi o chumbo, realizado principalmente pela Mineração do Rocha, às margens do rio do Rocha, situada na área de acumulação do futuro reservatório. Esta mina encontra-se atualmente desativada, tendo sido adquirida pela CBA em 1996. Ressalta-se que os processos industriais desta mineração limitavam-se à extração do minério em mina subterrânea.

Todavia, os indícios da presença do metal pesado chumbo nos sedimentos de fundo do rio do Rocha, são ainda observados. Esta ocorrência deve-se ao manejo inadequado dos rejeitos da mineração, lançados em um pátio lindeiro ao rio do Rocha e sem os devidos cuidados de armazenagem, o que propiciou a contaminação deste curso d'água por metais pesados. Mais recentemente, o estoque deste rejeito foi removido e transportado para um aterro construído especialmente para este fim.

Verifica-se, no entanto, que atualmente a presença deste metal está restrita ao sedimento de fundo do rio na forma de compostos insolúveis. De acordo com os resultados das análises laboratoriais de qualidade da água de alguns pontos de amostragens, realizados no curso dos rios do Rocha e Ribeira, as concentrações do metal pesado chumbo na forma solúvel encontram-se dentro dos padrões exigidos pelas legislações ambientais. Este fato é explicado pelo pH alcalino da água que favorece a precipitação dos compostos contendo metais pesados.

A construção da UHE Tijuco Alto irá se tornar uma barreira para a dispersão do chumbo a jusante do eixo da barragem, contribuindo para a contínua melhoria da qualidade das águas

do rio Ribeira. Desta forma, este impacto é classificado como sendo de natureza positiva, permanente, localizado, irreversível, imediato e certo.

14.2.6.7. Efeitos Sobre as Cheias no rio Ribeira a Jusante do Reservatório

As análises efetuadas sobre o controle de cheias assinalam expressivo benefício em conseqüência da implantação da UHE Tijuco Alto, com abatimentos das ondas de cheias observadas até a localidade de Sete Barras.

Nos estudos foi considerada a maior cheia registrada na bacia do rio Ribeira, ocorrida em 27 de janeiro de 1997, com valores de vazões máximas diárias registradas na estação de Capela da Ribeira da ordem de 2.726 m^3/s, o que corresponde a uma cheia com período de retorno de 100 anos.

No Quadro 14.2.6/01 são apresentados os benefícios auferidos pelos abatimentos das ondas de cheias em diversos municípios situados a jusante de Tijuco Alto e lateralmente ao curso do rio Ribeira. Como referência foram considerados os locais das réguas limnimétricas, operadas pelo DAEE e pelo CNEC, situadas nos respectivos municípios considerados.

QUADRO 14.2.6/01 - ABATIMENTOS DAS ONDAS DE CHEIAS – EVENTO DE JANEIRO DE 1997

Local	Condições médias (m)	Cheia de Janeiro de 1997 (m)		Altura da lâmina d'água em relação às condições médias (m)	
		Sem Tijuco Alto	Com Tijuco Alto	Sem Tijuco Alto	Com Tijuco Alto
Tijuco Alto	167,7	182,8	174,6	15,1	6,9
Ribeira	156,7	165,2	161,1	8,5	4,4
Itaóca	0,9	7,2	4,1	6,3	3,2
Iporanga	1,1	8,0	5,4	6,9	4,3
Eldorado	1,9	13,1	8,9	11,2	7,0
Sete Barras	1,1	9,2	7,0	8,1	5,9

No Quadro 14.2.6/01 os níveis d'água máximos da cheia ocorrida em janeiro de 1997 são comparados com os valores médios observados nas respectivas estações fluviométricas. Verifica-se que os benefícios decorrentes do aproveitamento de Tijuco Alto na medida em que se dirige para jusante, observando-se que são mais eficientes quanto mais próximo ao eixo da barragem.

Aspecto a ser ressaltado quanto ao controle de cheias refere-se à localização das precipitações, pois os maiores benefícios promovidos pelo aproveitamento ocorrem quando as chuvas ocorrem na parcela da bacia situada a montante do eixo de Tijuco Alto. Em condições meteorológicas inversas, quando o núcleo chuvoso se posiciona nas porções médias e baixas da bacia, os efeitos de amortecimento das ondas de cheias serão atenuados ou mesmo anulados, já que a principal parcela das vazões contribuintes deverá provir das porções a jusante do eixo, portanto fora da influencia do controle operacional de Tijuco Alto.

Visando o aprimoramento da operação do reservatório, no que se refere à otimização do controle de cheias bem como a geração hidroenergética, recomenda-se a implementação das seguintes atividades:

- ✓ Implantação de um sistema de previsão de vazões para a UHE Tijuco Alto, baseado em uma rede de monitoramento telemétrico de estações pluviométricas, o que permitiria antecipar os hidrogramas de cheias afluentes ao reservatório.

Neste processo seriam utilizados recursos informatizados de análise, através da aplicação de técnicas de simulação hidrológica determinística de transformação chuva–deflúvio que gerariam os aportes de vazões à barragem. As informações decorrentes deste sistema forneceriam subsídios importantes para as equipes técnicas responsáveis pela operação da usina, minimizando os vertimentos e propiciando um melhor aproveitamento do volume destinado à alocação de cheias.

- ✓ Realizar estudos e ensaios de avaliação da capacidade de vazão da calha de escoamento do rio Ribeira a jusante do eixo de Tijuco Alto, visando com isto estabelecer os limites máximos de vazões a serem liberadas pelo aproveitamento, sem que isto cause inundações a propriedades e sistemas de utilidade pública.

Este impacto é caracterizado como sendo de natureza positiva, permanente, localizado, irreversível, imediato e certo.

14.2.7. Alterações no Microclima

A atmosfera e seus atributos e controles climáticos têm uma interação com os corpos líquidos, sejam de água doce ou oceanos. A principal interação entre a atmosfera e o reservatório é o processo de evaporação.

As alterações climáticas decorrentes da formação do reservatório da UHE Tijuco Alto serão sentidas no microclima, ficando restritas à área do entorno do reservatório, onde seus efeitos serão de baixa magnitude, tendo em vista a conformação alongada e encaixada do reservatório.

Os principais impactos estarão relacionados ao aumento da umidade relativa do ar, aumento da nebulosidade e da intensidade dos ventos, bem como maior regularidade da temperatura média do ar.

Para o monitoramento destes parâmetros climáticos é prevista a instalação de uma estação climatológica no local do barramento, que permitirá aferir as mudanças climáticas previstas.

A estação deverá ser implantada antes da formação do reservatório, tendo em vista a criação de uma série histórica de dados com extensão suficiente para retratar as condições locais de rio natural. Como subsídios para as análises deverão ser utilizados também os dados disponíveis da estação meteorológica de Cerro Azul, que dispõem de uma série observada desde o ano de 1972.

14.3. IMPACTOS NO MEIO BIÓTICO

14.3.1. Interferências sobre a Vegetação

14.3.1.1. Aumento da Pressão Antrópica sobre a Vegetação

A área de influência direta da UHE Tijuco Alto, principalmente as áreas que não são de propriedade da CBA, caracteriza-se por apresentar uma pressão antrópica difusa sobre os remanescentes vegetais. Esta pressão se manifesta pela utilização do fogo e também pelo desmatamento de áreas florestadas para a implantação de culturas agrícolas e reflorestamentos, além da introdução de espécies de gramíneas exóticas para a formação de áreas de pastagens.

A construção da barragem pode se tornar um fator de risco para as comunidades vegetais, ao aumentar a circulação de pessoas e veículos, em uma área onde a propagação de fogo nos períodos secos é evidente.

Com a formação do reservatório também é possível que ocorra a ampliação de desmatamentos e, conseqüentemente, alterações das comunidades vegetais do entorno do lago, provocadas pela necessidade dos proprietários rurais que tiveram áreas parcialmente afetadas pelo enchimento e perderam setores produtivos da propriedade em utilizar novas áreas para formação de pastagens, ou mesmo pequenos plantios de agricultura de subsistência. A obrigatoriedade da aquisição da área de preservação permanente criada pelo reservatório bem como a elaboração e implementação do Plano de Uso e Conservação do Entorno do Reservatório são elementos atenuantes do processo referenciado.

Essas alterações refletem-se na estrutura e na dinâmica das comunidades vegetais, na redução de diversidade e de capacidade de dispersão de propágulos.

No entanto, o aumento da pressão antrópica sobre os remanescentes vegetais não é possível de ser mensurado, podendo ocorrer sob duas formas: localizada e inevitável, no caso do canteiro de obras, local da barragem e na área do reservatório; generalizada e difusa, quando no entorno do reservatório e do local das obras.

Além destas características, considerou-se que este impacto é reversível, de duração temporária e de média importância, pois a pressão tende a retornar a níveis próximos dos atuais após o enchimento do reservatório.

A classificação de reversível provém das propostas de implantação, por parte do empreendedor, do plano de gerenciamento da obra e de programa de comunicação social, destacando a importância da conservação ambiental para uma melhoria da qualidade de vida local.

14.3.1.2. Supressão da Vegetação pela Implantação da Infra-Estrutura de Apoio

A supressão da vegetação se inicia, em menor escala, durante realização de estudos e checagens de campo, na fase de pré-operação. Nesta fase ocorrem normalmente aberturas de caminhos e derrubada de vegetação para a marcação de pontos de referência. Os estudos de engenharia necessitam da abertura de picadas para instalação de sondagens mecânicas, nivelamentos geométricos, implicando, por vezes, em abertura de poços e trincheiras.

Na fase de implantação do empreendimento, a retirada de vegetação se processa pela abertura de vias de acesso, limpeza das áreas destinadas ao canteiro de obras e por intervenções em áreas de empréstimo e de bota-fora.

Segundo dados de projeto a supressão de formações florestais em diversos estágios sucessionais, necessárias à implantação da infra-estrutura de apoio e Linha de Transmissão, será da ordem de 37,66 ha ou 0,3766 km^2 (conforme item 12.2.1, item sobre Vegetação, deste EIA) incluindo os locais da barragem, central de concreto, depósito de brita, central de britagem, alojamentos, pátios, oficinas e galpões.

Embora as intervenções em locais de empréstimo, canteiros e nas “ombreiras” da barragem sejam de caráter irreversível, localizadas e impactem áreas relativamente pouco extensas, considerou-se este impacto de média importância, pois tal supressão contribui para o processo de redução de hábitats e de fragmentação dos ambientes naturais, principalmente quando associadas a aberturas ou melhorias de caminhos e acessos à área das obras.

A implantação de um programa efetivo de desmatamento pode minimizar as intervenções sobre as formações florestais, delimitando, com precisão as áreas que serão desmatadas, enquanto o programa de recuperação de áreas degradadas tem características corretivas.

14.3.1.3. Supressão da Vegetação pelo Enchimento do Reservatório

A elevação do nível de água para a formação do reservatório causará um impacto permanente, irreversível e de alta importância sobre a vegetação da área a ser alagada. A formação do lago de 5.180 ha (51,8 km^2), considerando-se a cota 300 m, implicará no alagamento de áreas ocupadas por diversas tipologias de uso.

Este alagamento provocará a supressão de 3.684,26 ha (36,84 km^2) de formações florestais em diversos estágios sucessionais, correspondente a 71% da área a ser alagada. Deste total 913,9 ha (9,13 km^2)correspondem a estágios iniciais de sucessão vegetal, 2.691,45 ha (26,91 km^2) são matas em estágio médio de sucessão vegetal e apenas 78,83 ha ou 0,78 km^2 (1,52%) da área alagada apresentam mata em estágio avançado de regeneração.

As áreas antropizadas, nas quais se incluem terrenos com agricultura, áreas de pastagens e parte da área urbana de Cerro Azul (Bairro de Quarteirão dos Órfãos) praticamente completam as fisionomias afetadas pela elevação do nível de água.

O enchimento do reservatório implicará, portanto, no alagamento de uma ampla área, parte da qual contém formações vegetais que se encontram em diferentes processos de sucessão vegetal, localizadas principalmente em áreas que foram adquiridas pelo empreendedor durante os processos anteriores de licenciamento ambiental deste empreendimento. Este fato contribui para o gradual processo de redução da biodiversidade e da variabilidade genética, tornando este impacto de grande importância.

Para promover a mitigação e também a compensação deste impacto, são propostos programas de recomposição da faixa de proteção ciliar, criação de áreas de recuperação de vegetação e de uma unidade de conservação que devem ser implantados pelo empreendedor, compreendidos em um programa mais amplo (Plano de Uso e Ocupação das Águas e do Entorno do Reservatório da UHE Tijuco Alto) e configuram-se como medidas de média a alta eficiência.

14.3.2. Criação de Novos Ambientes Marginais

Após a formação do reservatório, em função da modificação do sistema aquático e do aumento do nível da água, as formações vegetais alocadas nas margens do futuro reservatório, sofrerão alterações a médio prazo, principalmente no que diz respeito à sua composição florística.

Nas futuras margens pode ocorrer a morte de algumas espécies que não suportam a elevação do nível freático, provocando o aparecimento dos chamados “paliteiros”, sendo lenta e gradativa a sua substituição por outras espécies mais adaptadas às novas condições de umidade. Embora não haja a formação de um novo solo aluvial, a influência da umidade é suficiente para causar modificação da composição das florestas marginais, como se observa claramente em outras barragens já construídas.

Conforme abordado nos Estudos Ambientais do AHE Peixe (THEMAG, 2000), “o tipo de vegetação que se estabelecerá e o tempo necessário para que estas novas comunidades se instalem dependerão das condições locais, como o tipo de solo, a presença de remanescentes próximos, a intensidade de pressão antrópica sobre estas áreas. Além disso, as variações de nível d’água na faixa de depleção do reservatório promoverão, alternadamente, exposição e submersão do solo, dificultando o estabelecimento de processos sucessionais. Localmente, onde a faixa marginal for mais extensa e propícia para a fixação de espécies aquáticas, subaquáticas e paludícolas, processos sucessionais poderão se instalar, a partir de propágulos da flora de montante”.

As alterações dos níveis de água nas margens podem ocorrer também a jusante do eixo da barragem, considerando-se os períodos de vertimentos na época das cheias. A rápida elevação dos níveis de água nestas margens poderá comprometer os processos sucessionais em andamento, fazendo com que a vegetação das margens esteja sempre retornando a estágios iniciais de regeneração natural.

Analisando-se a grande extensão da nova margem do futuro lago, o impacto da alteração dos ambientes marginais pode ser considerado como de natureza negativa, disperso, ocorrendo a médio prazo após a formação do lago, de grande magnitude, porém de média importância. O planejamento do desmatamento em áreas localizadas e a implantação do programa de recomposição da faixa marginal de proteção do futuro lago, com a utilização de espécies adaptadas às oscilações do nível de água, podem mitigar este impacto.

A modificação dos ambientes marginais inviabiliza os processos reprodutivos de espécies da fauna local de áreas abertas e florestais, as quais possuem parte do seu ciclo de vida nos corpos de água permanentes e temporários, durante a reprodução. Este impacto intensifica um processo que já vem ocorrendo em vários dos remanescentes florestais da região de estudo, onde tem ocorrido degradação por atividades agropecuárias, corte de madeira e queimadas. Por este motivo, muitas espécies, embora se encontrem distribuídas durante seu ciclo vital nos ambientes próximos, inclusive aqueles não atingidos diretamente pelo alagamento, podem ser afetadas pelo desaparecimento dos sítios aquáticos que utilizam para desova e desenvolvimento dos girinos.

Deve-se notar que embora algumas espécies conseguirão se reproduzir e desenvolver as fases larvais no lago a ser formado, muitas outras, adaptadas a ambientes de poças temporárias e corpos d'água corrente, não conseguirão. Este impacto intensifica um processo que já vem ocorrendo em vários dos remanescentes florestais da região, onde tem ocorrido degradação por desmatamentos para atividades agrícolas. O efeito de fragmentação e redução do hábitat, por outro lado, vai afetar negativamente várias das espécies associadas ao ambiente florestal.

A flutuação das vazões do rio Ribeira e tributários, considerando-se o período de enchimento do reservatório e a demanda de água para a operacionalização do empreendimento, propiciarão o afogamento de aves terrícolas, com restrita capacidade de vôo, e ninhegos que eventualmente fiquem ilhados. Tais flutuações podem, ainda, surtir efeitos maléficos a espécies ripárias, as quais terão ninhos e poleiros inundados em ciclos irregulares.

O aparecimento de poças temporárias as quais ocasionarão o aprisionamento de representantes da ictiofauna e/ou anurofauna local é certo. Consistindo em presas fáceis para aves oportunistas, destacadamente as ictiófagas (*Ardeidae, Alcedinidae*) e/ou necrófagas como o urubu-de-cabeça-preta (*Coragyps atratus*) e o urubu-de-cabeça-vermelha (*Cathartes aura*), havendo, tal como verificado para algumas Usinas Hidrelétricas do rio Iguaçu, no Paraná, uma elevada concentração dessas aves, em especial no trecho logo a jusante da barragem (trecho barragem-casa de força).

14.3.3. Aumento da Pesca e Caça Predatória

A caça, captura e comércio da fauna está entre as principais atividades humanas que reduzem as populações naturais (Redford, 1997), ao retirar mamíferos e aves cruciais para manutenção dos ecossistemas naturais (e.g. espécies polinizadoras e dispersoras de sementes), ou mesmo presas potenciais, afetando assim predadores, carniceiros e outros animais que delas dependem (Thiollay, 1984).

Na região de estudo, uma ampla variedade de espécies é comumente caçada ou mantida

em cativeiro, tendo sido observados, inclusive, jiraus (estrados construídos em árvores onde os caçadores esperam os animais) instalados no interior da Área Diretamente Afetada do empreendimento bem como apetrechos visando a captura de espécimes vivos de interesse para a manutenção em cativeiro, algumas delas de valor comercial. Um incremento nas atividades de caça e captura de animais silvestres é esperada com a mobilização de mão de obra e maior acessibilidade às áreas naturalmente protegidas.

Dentre os animais mais atingidos destacam-se aves canoras, como, por exemplo, sabiás (e.g. *Turdus rufiventris, T. albicollis*), coleirinhos (*Sporophila caerulescens*), trinca-ferros (*Saltator similis*); aves de plumagem exuberante (e.g. papagaios, arapongas *Procnias nudicollis*); aves de interesse cinegético, como, jacuaçus (*Penélope obscura*), jacutingas (*Pipile jacutinga*), nambus (*Crypturellus obsoletus, C. tataupa*) e, aves que causem danos às criações, tais como os gaviões (e.g. gavião-pega-pinto *Rupornis magnirostris*) e corujas (e.g. coruja-listrada *Pseudoscops clamator*).

No caso de mamíferos, a perda de ambientes na fase de construção e enchimento do reservatório provocam seu deslocamento do hábitat natural, tornando-se alvos mais fáceis para a caça. Ainda neste sentido, um número maior de pessoas circulando na região do empreendimento pode aumentar ainda mais esta atividade.

Poderá ocorrer, também, a pesca predatória devido ao aumento populacional na região, durante construção da barragem. Na fase de operação da usina esta atividade poderá estar associada ao deslocamento de pescadores profissionais que buscam novos ambientes para a exploração (principalmente na fase de pós-enchimento do reservatório).

Este impacto, de natureza negativa, será causado de forma indireta pelo empreendimento, disperso ao longo de toda a AID, de ocorrência imediata e certa, de caráter reversível, se adotadas medidas de monitoramento e ações voltadas à educação ambiental, além de medidas de fiscalização.

Estas medidas de caráter preventivo e corretivo deverão ser efetivadas pelo empreendedor, em conjunto com órgãos ambientais. Estima-se, entretanto, que tais medidas são de baixa/média eficiência.

14.3.4. Interferência nas Comunidades da Fauna Terrestre pela Redução de Hábitats

A supressão de remanescentes de vegetação natural para a construção do empreendimento implica na abertura de clareiras onde espécies heliófilas tendem a se fixar e colonizar a área impedindo a regeneração natural da floresta e alterando a estrutura da vegetação. Nestas áreas vegetadas, principalmente em setores com melhores níveis de regeneração, ocorrem ambientes que servem de abrigo para muitas espécies de mamíferos, desde os morcegos, roedores e marsupiais até espécies de felinos e primatas, entre outros. Cerca de 40% das espécies da comunidade de mamíferos têm alguma relação específica na obtenção de alimentos da vegetação (frutos, folhas e/ou néctar).

A maior ameaça à diversidade biológica é a perda de hábitat (PRIMACK & RODRIGUES, 2001). Em usinas hidrelétricas a redução da cobertura vegetal e, conseqüentemente de hábitats mais diversificados, ocorre através do alagamento de fragmentos florestais situados abaixo da cota de inundação a montante da barragem, na fase de enchimento do reservatório. Espécies de mamíferos de médio e grande porte requerem para sua sobrevivência, áreas de vida mais extensas, ou seja, necessitam de espaço em seu hábitat natural para realizar as atividades básicas para a sua sobrevivência (alimentação e repouso) e da espécie (reprodução e dispersão da prole). As espécies arborícolas e escansoriais (primatas, vários roedores e marsupiais, entre outros) dependem, fundamentalmente, de fragmentos florestais para existirem e as semiaquáticas ou ribeirinhas (lontra, capivara,

paca, cuíca-d'água, entre outras) dependem da mata ciliar como abrigo e para deslocamentos.

Fragmentação de hábitat é o processo pelo qual uma grande e contínua área de hábitat é dividida por estradas, ferrovias, canais, linhas de energia, cercas, tubulações de óleo, aceiros, ou outras barreiras ao fluxo de espécies, podendo ou não ser reduzida em sua área (PRIMACK & RODRIGUES, 2001). A construção de usinas hidrelétricas é usualmente acompanhada e seguida da construção de novas estradas e pontes, isto porque há necessidade de mudar o curso de estradas em seus trechos localizados na área diretamente afetada pela formação do lago. Os fragmentos diferem do hábitat natural de dois modos importantes: 1) os fragmentos têm maior extensão de borda por área de hábitat; 2) o centro de cada fragmento está mais próximo dessa borda.

As principais conseqüências destas alterações ambientais em cascata para as comunidades da fauna terrestre são a alteração do microhábitat da floresta e a redução dos fragmentos a tal ponto que inviabilize a existência de certas espécies. As alterações de microhábitat englobam alterações do microclima, da espessura de serapilheira, da luminosidade, entre outras tantas variáveis ambientais relevantes na ocupação do hábitat pelas espécies de pequenos mamíferos.

A redução dos fragmentos diz respeito à redução da área de floresta de tal forma que deixa de ter capacidade de suporte para uma população mínima viável (PMV), ou seja, passa a ser inferior à área dinâmica mínima (ADM). As conseqüências disso são falta de abrigo, escassez de alimento e endogamia. Se a migração de indivíduos entre subpopulações diferentes, em fragmentos isolados mais relativamente próximos ocorrer, tem-se as chamadas metapopulações. Isto foi estudado para o marsupial *Micoureus demerarae* na Floresta Atlântica do Rio de Janeiro (PIRES & FERNANDES, 1999), mostrando que as população nos fragmentos são pequenas (menos que 20 indivíduos), e apenas os machos migram entre fragmentos, tornando estas populações mais vulneráveis à extinção.

No caso de aves, a área de estudo insere-se em uma matriz ecológica cuja cobertura vegetacional caracteriza-se por mosaicos de matas em diferentes estágios sucessionais e, ainda, por hábitats antropomórficos (e.g. pastos, pomares, pequenas monoculturas, dentre outros). Tal característica fitofisionômica reflete diretamente no panorama ornitológico atualmente observado para a área de estudo, ou seja, a ocorrência de aves resilientes como aquelas com grande restrição aos hábitats da ADA.

Nesse sentido, especial menção deve ser feita às espécies de hábitos estenóicos, mais suscetíveis às alterações e supressões dos hábitats afetados pelo empreendimento e, portanto, factíveis à extinção local. Assim, a supressão vegetacional ocasionará uma perda, seja em diversidade ou riqueza, na comunidade avifaunística silvícola local com subseqüente colonização por aquelas que habitam ambientes abertos.

A ocupação por aves típicas de ambientes aquáticos lacustres (pouco representadas na ADA) é esperada com a formação do reservatório.

O aumento considerável do tráfego de veículos de grande porte, eventuais explosões em decorrência de detonações planejadas, funcionamento de maquinários diversos, dentre outros, ocasionará poluição sonora na ADA do empreendimento, resultando na evasão de aves mais sensíveis a tais eventos (vide CÂNDIDO-Jr. et al., 2002), podendo ocorrer, mesmo que de modo temporário, mudanças na composição avifaunística local.

Tal impacto age, principalmente, na comunicação de aves com elevada territorialidade ou complexidade vocal, por meio da criação de barreira sonora às emanações sonoras, podendo ocasionar danos diversos às populações residentes, não apenas na bionomia

comportamental circadiana, mas, em médio prazo, nas próprias atividades reprodutivas de algumas espécies.

Estas interferências serão de natureza negativa, causadas diretamente pelo empreendimento; terão duração permanente, especialmente nas áreas recobertas de vegetação em estágios mais avançados de regeneração ou outros ambientes que se constituem hábitats da fauna silvestre. Têm ainda caráter irreversível, com ocorrência certa e imediata, não mensurável. Prevê-se a adoção das seguintes medidas preventivas, corretivas e compensatórias de média e alta eficiência: resgate da fauna silvestre, recomposição das áreas de mata ciliar e outras áreas naturais, recuperação de áreas degradadas e ainda a efetivação de ações de educação ambiental e comunicação social.

14.3.5. Risco de Extinção Local de Espécies da Fauna

Uma espécie é considerada localmente extinta quando não é mais encontrada na área que habitou anteriormente, mas ainda pode ser encontrada em algum outro lugar do ambiente selvagem (PRIMACK & RODRIGUES, 2001).

A questão vital é quanto tempo leva para que uma determinada espécie se torne extinta, a partir de uma redução dramática de sua área de ocorrência, ou após a degradação e/ou fragmentação de seu hábitat. Quando as populações são reduzidas até seu número crítico de indivíduos, elas tendem a se extinguir (PRIMACK & RODRIGUES, 2001).

Empreendimentos hidrelétricos causam a perda de ecossistemas terrestres que são hábitats da grande maioria das espécies da fauna local. Reduzem e fragmentam o ambiente natural das espécies, levando à redução e fragmentação também das populações, com possibilidades de extinção local.

Com a perda de hábitats provocada pela retirada da vegetação, as espécies adaptadas ao microclima especial do interior da mata (úmido e sombreado), possivelmente não irão persistir. Já as espécies de áreas abertas, com amplas áreas de distribuição e elevada plasticidade ecológica, provavelmente estarão a salvo de extinções locais.

Quanto menor a população se torna, mais vulnerável ela fica à variação demográfica, variação ambiental e fatores genéticos, que tendem a reduzir seu tamanho ainda mais. Esta tendência das populações pequenas ao declínio e rumo à extinção, em uma seqüência de eventos cíclicos, em cascata, foi descrita por GILPIN & SOULÉ (1986) como vórtice de extinção.

A inundação das áreas florestadas representa a redução de recursos, como espaço, abrigos e alimento. Em decorrência desse fato surge a tendência à sobreposição de áreas de vida e de territórios e a competição por recursos. Dessa forma, táxons com maior plasticidade ecológica, conseguem se sobrepujar e permanecer na área, ao passo que as espécies mais exigentes quanto à qualidade do ambiente são forçadas a partir em busca de outro território, ou tenderão à extinção. Os efeitos dessa migração forçada sobre a dinâmica populacional e sobre a utilização dos recursos (sobreposição de nicho e competição interespecífica) somente poderão ser calculados com um monitoramento a longo prazo, antes, durante, depois, dentro e fora das áreas sob intervenções.

A maioria dos lagartos, por exemplo, possui uma área de vida (“home range”) restrita, mantendo um território permanente. Estudos em uma comunidade de lagartos nas margens do Reservatório de Serra da Mesa, Goiás, revelaram que a sobreposição na utilização do espaço não aumentou, apesar da migração da fauna expulsa da área inundada. Muitas serpentes parecem apresentar hábitos nômades, como é o caso da dormideira *Sibynomorphus neuwiedii*, que se desloca por grandes distâncias em busca de alimento

(lesmas e caramujos terrestres). Já no caso de serpentes estenóicas, é sabido que suas chances de sobrevivência são inversamente proporcionais à distância em metros do local que habitava. Sendo assim, a migração imposta para tais espécies é um impacto negativo.

Os indivíduos que porventura consigam escapar para áreas mais altas, estarão sujeitos à inadaptabilidade aos hábitats remanescentes, pressão de caça, atropelamentos (maximizados pelo aumento temporário do contingente humano em torno do reservatório), desvantagens em interações competitivas com espécies mais adequadas às modificações e competição com animais domésticos.

Os efeitos da formação do reservatório serão negativos para os répteis fossórios, terrestes e principalmente os arborícolas (morte por afogamento). Os répteis semi-aquáticos e aquáticos poderão ser beneficiados no início, contudo, a mudança do ambiente aquático de regime lótico para lêntico, propiciará alterações faunísticas e florísticas e na composição das comunidades dulcícolas, que se traduzirá em um grande fator impactante para esses indivíduos (ODUM, 1988).

14.3.6. Aumento do Risco de Acidentes com Animais Peçonhentos

Pode haver um considerável aumento no número de indivíduos das serpentes peçonhentas Bothrops jararaca e Crotalus durissus, em áreas situadas aquém da cota 300 m. Desse modo, será preciso monitorar a situação durante o enchimento e orientar os moradores e trabalhadores locais, a fim de reduzir o risco de acidentes ofídicos. A disponibilidade de soros antibotrópico e anticrotálico deverá ser assegurada com antecedência.

14.3.7. Aumento do Risco de Atropelamento de Animais Silvestres

O atropelamento de animais silvestres consiste em impacto corriqueiro em rodovias e estradas, surtindo efeitos adversos às comunidades faunísticas locais. O aumento do tráfego na área do empreendimento certamente ocasionará um maior índice de animais atropelados, especialmente na fase de construção e de enchimento do reservatório, quando há perda de hábitats terrestres e deslocamento da mastofauna para fora de seu hábitat natural.

As aves consistem um dos grupos com maior índice de atropelamentos dentre os vertebrados terrestres, em especial as noctívagas (particularmente as corujas – famílias *Tytonidae* e *Strigidae* – e curiangos e mães-da-lua – *Nyctibiidae* e *Caprimulgidae)*, as quais são ofuscadas pelos faróis, mantendo-se imóveis, mesmo com a aproximação dos veículos (CÂNDIDO-Jr. et al., 2002). Adicionalmente, aves terrícolas que se deslocam preferencialmente caminhando e/ou com reduzida capacidade de vôo, tais como os nambus (e.g. *Crypturellus parvirostris, C. tataupa*), perdizes (*Rhynchotus rufescens*), alguns formicáridas (e.g. tovaca *Chamaeza meruloides*) e furnáridas (e.g. bentererê *Synallaxis spixi*), dentre outras, serão também impactadas.)

Além das aves, roedores e canídeos (principalmente cachorro-do-mato – *Cerdocyon thous*) e outros mamíferos podem sofrer maior número de atropelamentos na região de implantação da UHE Tijuco Alto.

14.3.8. Colonização por Espécies Invasoras de Flora e Fauna

A extensão geográfica de muitas espécies é limitada por barreiras climáticas e ambientais à sua dispersão. O homem rapidamente alterou este padrão de distribuição transportando espécies pelo mundo. Muitas introduções de espécies ocorreram pela colonização européia, horticultura e agricultura ou transporte acidental. (PRIMACK & RODRIGUES, 2001). Espécies exóticas que são adaptadas ao ambiente criado pelo homem ampliam facilmente

sua área de ocorrência (SOULÉ, 1990) devido à ausência de predadores naturais, pestes e parasitas no novo hábitat.

AURICCHIO & OLMOS (1999) mostraram que a lebre européia, *Lepus euroapeus*, desde a sua introdução no continente sulamericano, em 1888, e no Brasil (RS) em 1965, ampliou muito a sua distribuição tomando os estados da região sul do Brasil e, parcialmente, o Estado de São Paulo. Pode ser freqüentemente encontrada em plantações de *Pinus*, *Eucaliptus*, pastagens e áreas agrícolas.

O maior número de edificações e deposição de resíduos alimentares ocasionará a atração e fomento populacional de aves sinantrôpas, as quais poderão ser alvo de captura e/ou abate. Contudo, algumas espécies indesejáveis, principalmente por transmitir zoonoses (e.g. *Columba livia*), poderão passar a compor o panorama ornitológico local.

14.3.9. Alteração na Composição das Comunidades Íctias

A construção de uma barragem em um rio, por si, já significa uma drástica alteração do fluxo da água de um regime lótico para um regime lêntico. Isto acarreta uma significativa alteração das comunidades aquáticas – e não apenas ictiofaunísticas – com uma esperada depleção nas populações de espécies reofílicas e adaptadas à correnteza, com um relativo implemento nas comunidades adaptadas aos regimes lênticos. Este impacto contém um outro associado, que é o aumento do potencial de introdução de espécies exóticas, tais como as onipresentes carpas e tilápias, espécies tais que acabam contribuindo ainda mais na alteração das comunidades aquáticas nativas.

Uma drástica alteração no regime hidrológico local, freqüentemente causa profundas alterações nos nichos disponíveis às comunidades aquáticas. A queda na velocidade do fluxo aquático leva a uma maior decantação de partículas, o que normalmente causa a gradual alteração do substrato com um natural aumento na deposição de sedimento mais fino. Com isto, vários sítios reprodutivos e alimentares são eliminados, acarretando alterações na estruturação e na dinâmica das comunidades. Outrossim, os próprios aspectos relacionados às táticas alimentares são modificados ao nível de aumentar a freqüência da ocorrência local de algumas espécies, como as que realizam especulação de substrato por exemplo, em detrimento de outras, como as que realizavam caça ativa de macroinvertebrados bentônicos móveis.

Deve-se considerar ainda que a elevação do nível da água, bem como seu controle artificial, leva a uma maior previsibilidade ambiental que não existia, o que também acarreta alterações na estrutura das populações, no regime alimentar e reprodutivo, etc. Por outro lado, as espécies que realizam deslocamentos alimentares (como algumas espécies marinho-estuarinas) poderão sofrer uma diminuição de seus nichos tróficos através do impedimento físico de sua chegada aos sítios alimentares de montante.

A eliminação dos ambientes lóticos, com a conseqüente ampliação de áreas lênticas, provoca alterações na riqueza e abundância da ictiofauna. Desta forma, é provável que haja uma diminuição das espécies reofílicas. No entanto, observa-se que o diagnóstico ora realizado concluiu que a maioria das espécies reofílicas na região são encontradas particularmente nos tributários do rio Ribeira.

Este impacto será de natureza negativa, direta, de duração permanente, localizado na área do reservatório. Trata-se de um impacto irreversível, de ocorrência imediata e certa, de alta importância e não mensurável.

14.3.10. Quebra do Fluxo Gênico

A construção de barragens pode causar o isolamento de segmentos populacionais, uma vez que a nova conjuntura ambiental imposta pelo barramento, bem como por sua própria estrutura em si, torna-se intransponível para inúmeras espécies. Tais aspectos podem causar impactos negativos sobre elas, pois a interrupção do fluxo gênico levará à fragmentação local da espécie em sub-populações desconectadas. Eventualmente, tal fato poderá acarretar seu enfraquecimento genético regional.

O isolamento transforma populações em subpopulações que não realizam troca gênica entre si. Embora o fluxo gênico seja interrompido na fase de construção da usina, os efeitos deletérios para as subpopulações serão sentidos apenas a longo prazo com o enfraquecimento genético por endogamia e maior suscetibilidade a fatores determinísticos e estocásticos.

Dentre as espécies semiaquáticas com ocorrência na área de influência de Tijuco Alto, a mais afetada por esta quebra de fluxo gênico é a lontra, *Lutra longicaudis,* porque as populações são pequenas, sofrem outras pressões antrópicas, os indivíduos tem grandes áreas de vida e não se deslocam pelo ambiente terrestre antropizado, ou seja, a possibilidade de cruzarem áreas antropizadas para alcançar outros pontos da bacia é nula. Estas inferências são feitas com base no programa básico ambiental da Usina Hidrelétrica de Salto Caxias onde a população de lontras foi estudada antes e depois da formação do lago da usina e a estimativa populacional após a compartimentalização indicou que a área pode estar sendo utilizada por apenas 2 a 4 indivíduos (relatório técnico não publicado), os quais, em função das barreiras físicas, não podem se reproduzir com indivíduos do lago de Salto Osório a montante, ou do rio Iguaçu a jusante. Certamente o número de indivíduos está longe de ser a população mínima viável (PMV) para a sobrevivência da espécie na área, podendo levar à extinção da espécie se nenhum programa de manejo for desenvolvido.

A contenção da água pela barragem de Tijuco Alto ocasionará alterações nos parâmetros ambientais da água e das margens, trazendo alterações no meio biótico. Espécies tipicamente de ambientes lóticos, bem oxigenados e de corredeiras, são extintas e as que conseguem habitar ambientes lênticos serão beneficiadas. Isto foi bem documentado para as espécies de peixes da Usina Hidrelétrica de Segredo, no rio Iguaçu, PR. Como os peixes ocupam diversas posições nas teias tróficas, alterações qualitativas e quantitativas na ictiofauna certamente terão reflexos sobre os níveis tróficos superiores e inferiores, podendo ocasionar a extinção local de espécies e o aumento populacional de outras. A situação de desequilíbrio em que poucas espécies dominam o perfil das comunidades (baixa riqueza) apresentando grandes populações (baixa equitabilidade) caracteriza a perda de biodiversidade. Certas espécies de mamíferos que se alimentam de peixes como a lontra *Lutra longicaudis*, a cuíca-da-cauda-grossa *Lutreolina crassicaudata*, a cuíca d'água *Chironectes minimus* e os ratos d'água *Nectomys squamipes* e *Scapteromys tumidus* são espécies que podem ser afetadas.

No entanto, como o potencial destas espécies de se adaptarem às condições do ambiente lêntico são desconhecidas, não é possível fazer afirmações nem detalhamentos das conseqüências. Um estudo realizado com a lontra na Usina Hidrelétrica de Salto Caxias, como parte de seu programa básico ambiental, mostrou que a mudança de ambiente não permite que a água corrente do rio escave por sob as raízes das árvores na mata ciliar, dificultando a construção de tocas pelas lontras, as quais passaram a ocupar frestas entre rochas como tocas. Mas este tipo de substrato para a ocupação de tocas está disponível apenas em um número limitado de sítios à beira da água do reservatório, sendo, portanto, um recurso limitante para a população de lontras (QUADROS, J., com. pess.).

14.4. IMPACTOS NO MEIO SOCIOECONÔMICO

14.4.1. Interferências sobre a População Rural e Urbana

14.4.1.1. Expectativas da População Frente ao Empreendimento

As expectativas da população frente ao empreendimento são decorrentes de um conjunto de fatores, entre eles estão as ações iniciais referentes ao empreendimento, como os estudos técnicos e as primeiras notícias sobre o mesmo na região. Cabe ressaltar que tais expectativas ou apreensões, sejam elas negativas ou positivas, já estão presentes na área junto à população há mais de 10 anos, tendo em vista o primeiro processo de licenciamento do empreendimento. Estudos e discussões e, até mesmo, ações intervencionistas já foram realizadas na região pelo empreendedor visando a viabilização do projeto, o qual não se efetivou.

Esse quadro incerto da efetivação do empreendimento na região gera um sentimento difuso da população com relação ao mesmo, sendo de natureza positiva, quando ligada à perspectiva de oferta de novos empregos decorrentes das obras e melhoria da economia; e negativa quando relacionada ao descrédito quanto à efetivação do projeto e à mudança no modo de vida da população, especialmente, a rural, que de uma certa forma já teve sua rotina de vida modificada.

Essa diversidade de sentimentos e expectativas com relação ao empreendimento, sejam favoráveis ou não, é de natureza negativa e pode ser verificado junto aos diferentes segmentos sociais da AII e AID. Tal fato ocorre por veiculação de informações inadequadas junto à população, dificultando que a mesma tenha um entendimento claro sobre a nova situação, desencadeando diversas inseguranças.

Normalmente, isto é motivado diretamente pelo empreendimento, já na fase de pré-instalação. No caso específico da UHE Tijuco Alto já vem ocorrendo há muitos anos, tendo em vista o tempo que os estudo já vêm sendo realizados. Esse impacto ocorrerá nas Áreas de Influência Indireta e Direta do empreendimento, é de ocorrência certa e de alta importância, de natureza negativa, cuja medida mitigadora passa pela implementação de um programa de comunicação social eficiente.

14.4.1.2. Expectativa da População Quanto à Geração de Empregos.

Este impacto é motivado pela expectativa gerada pela implantação do empreendimento. Ocorre junto à população dos municípios integrantes das Áreas de Influência Indireta e Direta em função da possibilidade de contratação de mão de obra necessária à instalação e operação da UHE Tijuco Alto. A falta de emprego na região torna essa possibilidade um fator positivo, pelo menos temporariamente, para a grande maioria da população residente, que vê uma perspectiva de melhoria dos seus ganhos mensais.

Para implantação da UHE Tijuco Alto estimou-se que, em seu momento de pico, as obras civis irão mobilizar cerca de 1.400 trabalhadores diretos, de acordo com o perfil de qualificação apresentado no Quadro 14.4.1/01. Considerou-se a hipótese de que para 4 (quatro) empregos diretos tem-se 1 (hum) indireto, podendo aumentar, mesmo que de forma pouco significativa, o número de ofertas de vagas.

QUADRO 14.4.1/01 – PERFIL DE QUALIFICAÇÃO DOS TRABALHADORES DA OBRA

Nível	Especificação	Total	Casado	Solteiro
NA	Universitário, chefia, supervisor	28	21	7
NB	Técnico, feitor, auxiliar técnico	196	78	118
NC	Operário qualificado e servente	1.176	353	823
	Total	1400	452	948

A data prevista para início das contratações é fins de 2006 / início de 2007, sendo que as atividades deverão ser mais intensas (pico das obras) durante o ano de 2008. A partir do segundo semestre de 2009 as atividades serão residuais e se extinguirão, diminuindo gradativamente e significativamente o número de trabalhadores.

Considera-se, também, que a grande maioria dos trabalhadores deverá ser contratada na própria região da Área de Influência Direta e o restante será proveniente de regiões circunvizinhas.

Este impacto é decorrente diretamente do empreendimento, pois a expectativa é gerada pela possibilidade de contratação de mão de obra, aliada por incertezas como perfil de qualificação, número de contratações, temporalidade, entre outros. Ocorre, especialmente, nas fases de pré-instalação e instalação e é de natureza negativa, visto que as informações que veiculam na região sobre o assunto, muitas vezes, não são verdadeiras gerando um processo de desinformação e até mesmo de insegurança. Esse impacto é de ocorrência certa e imediata, surgindo desde a divulgação do empreendimento e durante a implantação do mesmo. No entanto, é de caráter temporário e reversível, a partir da implantação de medidas voltadas para a divulgação de informações precisas à população da AII e AID, consubstanciadas num Programa de Comunicação Social. Também deverão ser implantadas ações de treinamento voltadas à qualificação da mão de obra local.

14.4.1.3. Expectativa pela Desmobilização de Mão de Obra.

Para a implantação da UHE Tijuco Alto estima-se que as obras civis irão demandar a contratação de 1.400 trabalhadores diretos e as atividades complementares (como desmatamentos, relocação de viário, etc) necessitarão de 330 trabalhadores. Além disso, abrem-se oportunidades de trabalhos indiretos que, mesmo de pequena monta, refletem, ainda que temporariamente, na melhoria das condições de vida da população local.

No entanto, com o término das obras da UHE Tijuco Alto ocorrerá uma progressiva desmobilização de mão de obra contratada, paralelamente à cessação das demandas de serviços. Apesar de ser um impacto esperado e previsto, pelas próprias características da construção civil nesses empreendimentos, as expectativas pela desmobilização são negativas ao se considerar as poucas possibilidades de inserção da mão de obra na região, agravada pela baixa exigência de contratações para a fase de operação do empreendimento.

Este impacto tem incidência, em menor escala, na área de influência indireta e, principalmente, na área de influência direta, região preferencialmente considerada na contratação de trabalhadores. Ocorrerá na fase de implantação, cujas obras civis são mais intensas. É de natureza negativa, em virtude da insegurança gerada pela perda do emprego, decorrente diretamente do empreendimento. É de ocorrência certa e de alta importância, mas é temporário e reversível, desde que sejam implantadas medidas de caráter institucional, através dos estabelecimentos de convênios, parcerias ou outras formas de cooperação com o Sistema Nacional de Empregos – SINE, Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial – SENAI e Serviço Nacional de Aprendizagem Comercial – SENAC, voltadas à reabsorção de trabalhadores com o intuito de capacitar e encaminhá-

los para outras atividades ou empreendimentos dentro da região. O programa de comunicação social deverá ter, também, ações e atividades para divulgação de informações que permitam o esclarecimento deste público específico.

14.4.1.4. Atração de Migrantes.

A implantação da UHE Tijuco Alto cria expectativas quanto à dinamização da economia regional, tendo como conseqüência a atração de população para os municípios diretamente afetados, como Adrianópolis/PR, Ribeira/SP e Cerro Azul/PR, diante da possibilidade de novas oportunidades de trabalho.

Além dos empregos diretos gerados pelo empreendimento, durante as obras civis novas demandas por bens e serviços surgirão, criando indiretamente novas oportunidades de trabalho, o que significa uma oferta maior de vagas para trabalhadores.

Essa nova dinâmica é criada em função das dificuldades de emprego atuais na região e também pela carência de serviços e do comércio pouco expressivo hoje existente. Embora não seja possível mensurar o montante de pessoas em direção à região do empreendimento, deve-se considerar que poderão ocorrer alguns tipos de problemas de natureza social, especialmente, nos municípios que abrigarão as obras civis. Os municípios de Adrianópolis, Ribeira e Cerro Azul são de pequeno porte, cuja infra-estrutura de apoio existente (educação, saúde, segurança pública, etc.) oferece poucas condições de atender a um aumento de demanda. Ainda, nesse sentido, não existem ofertas de trabalho local com condições de absorver esta população migrante. Assim, deverão ser realizadas ações de caráter corretivo, que busquem a redução do afluxo de pessoas, através da divulgação de informações que orientem essa população, bem como a realização de parcerias para capacitação e colocação em outros locais. Essas ações deverão integrar o programa de comunicação social.

Este impacto ocorrerá, principalmente, nos municípios de Adrianópolis, Ribeira e Cerro Azul, onde as obras civis deverão estar localizadas e é decorrente da geração de empregos e da expectativa desencadeada a partir da mesma. É de caráter negativo, visto que as expectativas criadas são maiores do que as possibilidades de realização em razão do próprio porte do empreendimento, considerado médio, e também pela própria dinâmica econômica da região, que hoje é considerada pouco significativa.

Deve-se, também, considerar que o afluxo de pessoas em direção à região poderá desencadear pressões sobre a infra-estrutura local e interferências sobre as populações locais, gerando problemas sociais. É um impacto temporário, devendo ocorrer no período de implantação do empreendimento (2007 a 2011), mas que pode se estender, tendo em vista que parcela dessa população atraída poderá permanecer na região, mesmo com o final das obras. É reversível desde que sejam tomadas medidas de caráter preventivo e corretivo, voltadas para esse público específico, através da implantação de um programa de comunicação social. É de ocorrência certa, pois existe um fator concreto de atratividade para a região aliada à alta demanda por empregos na região.

14.4.1.5. Mobilização de Grupos Populacionais e ONGs.

A mobilização de grupos populacionais afetados pelo empreendimento tem um caráter positivo, na medida em que representa a prática da cidadania voltada para a defesa de um projeto social. Para o empreendedor, dependendo de sua lógica de atuação e também das alianças construídas e desfeitas ao longo do tempo, pode resultar numa possibilidade maior de poder negociar com representantes e lideranças legítimas dos segmentos afetados.

As experiências nesse setor vêm demonstrando ser muito mais racional compartilhar com

esses grupos o desenho e a execução dos programas de mitigação e compensação, tendo-os como parceiros ou mesmo abertos a um diálogo democrático e não como oposição.

Mesmo com ínfima participação em instituições (sindicatos, associações) por parte da população afetada, como revelaram os resultados do levantamento de campo, o processo de implantação do empreendimento na região pode alterar esta situação, pois a população poderá buscar uma maior vinculação e participação em instituições já existentes, ou que venham a surgir especialmente em decorrência da UHE Tijuco Alto. Na região de estudo foi identificada a presença de instituições como o Sindicato dos Trabalhadores Rurais de Adrianópolis, Cerro Azul e Doutor Ulysses; a Associação Sindical dos Trabalhadores da Agricultura Familiar; o Movimento dos Ameaçados por Barragem/MOAB; as Associações das Comunidades Quilombolas, bem como de ONGs, como o Instituto Sócio Ambiental/ISA, entre outros.

Este impacto é essencialmente positivo, podendo trazer resultados favoráveis aos grupos populacionais afetados e é decorrente diretamente do empreendimento. Localiza-se em regiões circunvizinhas, na AII e em especial na AID do empreendimento e de ocorrência certa, dada a problemática envolvida e ao próprio histórico do empreendimento. É de manifestação imediata, estendendo-se até a operação do futuro reservatório, ou seja, até a efetivação das negociações para equacionar as interferências do empreendimento. Pode ser de caráter reversível, dependendo da lógica de atuação do empreendedor e das alianças construídas ao longo do processo, através de trabalhos de articulação institucional e comunicação social. É de alta importância mas não é mensurável.

14.4.1.6. População Urbana Atingida pelo Empreendimento.

Os bairros Quarteirão dos Órfãos e Barra do rio Ponta Grossa, pertencentes ao perímetro urbano de Cerro Azul e localizados às margens do rio Ponta Grossa, serão afetados pela formação do futuro reservatório da UHE Tijuco Alto. Estima-se 113 famílias, 398 pessoas, as quais residem em 88 imóveis urbanos localizados abaixo da cota 300 m ou na Área de Preservação Permanente/APP, conforme discriminados no Quadro 14.4.1/02.

Trata-se de famílias que vivem em condições bastante precárias. A renda média mensal *per capita,* identificada através de pesquisa de campo, é de R$ 205,91 ou 0,79 salários mínimos mensais. As famílias residem em casas bastante simples, de madeira ou alvenaria, cujo tamanho médio é de 68 m^2, com cinco cômodos, em condições precárias de habitabilidade.

A maioria dos residentes é constituída de população adulta, com mais de 20 anos, já estabelecida no local há longa data. Predominam famílias cujos chefes nasceram em Cerro Azul (86,0%), sendo 60,0% na zona urbana e 40,0% na rural. Tal condição permitiu criar e reforçar laços afetivos e de relações sociais muito estreitas com a sociedade local.

QUADRO 14.4.1/02: ESTIMATIVA DA POPULAÇÃO URBANA ATINGIDA PELO RESERVATÓRIO UHE TIJUCO ALTO. MUNICÍPIO DE CERRO AZUL.

CONDIÇÃO	N. DE IMÓVEIS	N.DE FAMÍLIAS(*)	N. DE PESSOAS (**)
Cota 300 m	42	59	208
APP	46	54	190
Total	88	113	398

(*) 1,29 famílias por imóvel (**) 3,53 indivíduos por família

Este impacto dar-se-á na fase de implantação e operação do reservatório, sendo de natureza negativa, atingindo os moradores diretamente e de maneira permanente, num espaço localizado (Bairro Quarteirão dos Órfãos e Barra do rio Ponta Grossa). É de ocorrência certa, irreversível e de alta importância.

As medidas mitigadoras compreendem ações de compensação socioeconômica, abarcando

a indenização dos imóveis ou a relocação dessas famílias. Trata-se de ações compensatórias de responsabilidade do empreendedor.

14.4.1.7. População Rural Atingida pelo Empreendimento.

A população rural atingida pelo empreendimento é aquela residente ao longo do rio Ribeira de Iguape, nos municípios de Ribeira e Itapirapuã Paulista, em São Paulo, e Cerro Azul, Doutor Ulysses e Adrianópolis, no Paraná, cujos territórios serão parcialmente alagados pelo futuro reservatório. Estima-se em 303 atualmente os imóveis rurais presentes na área do reservatório, contendo 576 famílias e 2.050 pessoas. Adicionalmente , considerando-se a Linha de Transmissão , tem-se mais 3 imóveis a serem afetados, sem haver necessidade de deslocamento de famílias. Para o conjunto da área de obras, prevê-se a aquisição de 2 imóveis, afora aqueles já adquiridos pela CBA, perfazendo então um universo de 308 imóveis nos quais vivem 585 famílias e 2085 pessoas. Os níveis de impactos , segundo imóveis e famílias serão diferenciados, segundo o alcance do alagamento e também das obras.

Trata-se de população que vive em condições sociais muito insatisfatórias. A renda média *per capita* do chefe de família é de R$ 145,95 ou 0,56 salários mínimos mensais, segundo pesquisa de campo. O nível de escolaridade é baixo, sendo que a maioria da população possui apenas quatro anos de estudo e cerca de 25 % são analfabetos. Residem em casas simples, predominantemente de madeira (72 %), cujo tamanho é de 56 m^2, em média, com cinco cômodos. A maioria dos chefes de família já se encontra estabelecida na região e 80 % declararam ter nascido no próprio município. A metade alegou ser proprietária dos imóveis rurais onde residem (50%), outros 17% são parentes do proprietário, 9 % são meeiros ou arrendatários, 9 % empregados, 2 % posseiros e os restantes vivem de favor ou tomam conta do imóvel.

Este impacto ocorrerá na fase de implantação, estendendo-se à fase de operação da usina, sendo de natureza negativa, ocorrência direta e permanente, em seu modo de vida. É também localizado, irreversível, de ocorrência certa e de alta importância, visto que grande parte dos moradores deverá deixar seus imóveis.. As ações, no sentido de ressarcimento das perdas, são compensatórias (indenização e relocação, acompanhadas de medidas de incentivos) e são de responsabilidade do empreendedor.

14.4.1.8. Aumento na Demanda por Serviços de Saúde, Educação e Segurança Pública.

O aumento na demanda por serviços de saúde, educação e segurança pública dar-se-á em conseqüência do afluxo populacional gerado pelas instalações das obras civis da UHE Tijuco Alto nos municípios de Adrianópolis/PR, Ribeira/SP e Cerro Azul/PR. Esse acréscimo populacional não se dará de maneira uniforme ao longo dos anos, visto que acompanha o fluxo e o perfil da mão de obra direta e indiretamente envolvida com o empreendimento. De um modo geral esse acréscimo não é significativo, mas para alguns serviços como saúde identifica-se uma interferência maior.

A estrutura de serviços de saúde oferecidos à população aponta para ineficiência dos mesmos, onde pacientes recorrem a outros centros (Curitiba, Apiaí, Capão Bonito, Sorocaba) em busca de um melhor e adequado atendimento. O único hospital existente na AID, é o de Cerro Azul que conta com apenas 22 leitos. Os Centros de Saúde, com atendimento básico, estão presentes em todos os municípios, porém ressalta-se a existência de poucos médicos para atendimento. Apenas Ribeira possui três ambulâncias, nos demais, Cerro Azul e Adrianópolis, existe uma em cada um deles.

Com o incremento populacional, constituído pelos trabalhadores diretamente e

indiretamente envolvidos com o empreendimento, prevê-se que o atendimento de saúde poderá ficar mais comprometido, levando à necessidade de uma intervenção para melhoria e adequação do mesmo por parte do empreendedor, em parceria com órgãos competentes.

O atendimento de educação, nos municípios de Ribeira, Adrianópolis e Cerro Azul, é realizado exclusivamente pelo serviço público. Cada um deles possui duas unidades escolares sendo uma de cunho municipal que atende o ensino fundamental até a 4ª série do 1º grau e outra de caráter estadual que atende o ensino fundamental, a partir da 5ª série do 1º grau e o ensino médio.

Nesse setor a hipótese é que a pressão sobre o equipamento escolar é de pouca significância, tendo em vista que a maioria dos trabalhadores contratados deverão ser da região e municípios circunvizinhos ao local das obras, os quais virão sozinhos, deixando as famílias nos municípios de origem e os trabalhadores mais especializados e em cargos de chefia com filhos deverão buscar outros centros maiores como Curitiba, Colombo, entre outros. No entanto existe uma parcela de trabalhadores indiretos que virão para a região em busca de oportunidades, os quais poderão ou não vir acompanhados das famílias. Dessa forma é necessário implantar um programa de monitoramento e acompanhamento da capacidade instalada das escolas públicas versus aumento de procura por vagas e tipo de intervenção adequada.

A segurança pública na região é conduzida pelas Polícias Civil e Militar sendo que em cada um dos três municípios identifica-se a presença das duas polícias. Os recursos materiais são escassos, com poucos carros (dois veículos em Adrianópolis, dois em Cerro Azul e quatro em Ribeira). Os recursos humanos também são poucos quando comparados à abrangência da área policiada. As ocorrências não são significativas e as mais freqüentes são pequenos roubos, lesão corporal, embriaguez, a desordem pública.

Com o início das obras, e o afluxo de pessoas diferentes para a região, poderá ocorrer uma maior incidência de ocorrências, e de tipos de violência, especialmente, nos municípios próximos ao canteiro de obras (Cerro Azul, Adrianópolis e Ribeira), sendo necessário interferência do empreendedor em parceria com os órgãos competentes no sentido de melhorar a capacidade de atendimento.

Este impacto é decorrente do afluxo populacional em direção aos municípios de Adrianópolis, Ribeira e Cerro Azul em busca de trabalho, ocasionado pela instalação do empreendimento. É de natureza negativa, pois pode sobrecarregar o atendimento nos setores de saúde, educação e segurança pública, mas temporário enquanto durarem as obras civis da UHE Tijuco Alto. É reversível através de implantação de medidas preventivas e corretivas voltadas para a melhoria e adequação do atendimento, é de responsabilidade do empreendedor em parceria com órgãos relacionados à saúde, educação e segurança pública.

14.4.1.9. Possibilidade de Maior Incidência de Prostituição.

Esse impacto decorrerá do aumento populacional constituído basicamente de trabalhadores da obra e migrantes, principalmente, de indivíduos do sexo masculino, solteiros ou desacompanhados de suas famílias dirigindo-se para as cidades de Adrianópolis, Ribeira e Cerro Azul.

Esse impacto poderá ocorrer na etapa de instalação do empreendimento quando ocorre o maior contingente populacional, é temporário, diminuindo com o término das obras civis e é de ocorrência provável. É de alta importância, em função dos problemas sociais e de saúde decorrente dessa situação, no entanto, não é mensurável.

As medidas a serem tomadas para mitigar esse impacto são de natureza preventiva e educativa, mas de media eficiência. A responsabilidade de implantação das medidas é do empreendedor em parceria com secretarias estaduais e municipais de saúde.

14.4.1.10. Impactos Relacionados ao Processo de Aquisição de Terras Efetuadas pela CBA, no Período 1988/99

Tendo em vista que o empreendimento teve seu processo de licenciamento iniciado em fins da década de 1980, com os primeiros estudos de impacto ambiental, já nessa época, o empreendedor começou a adquirir as terras rurais necessárias à formação do reservatório, de forma expressiva em 1988. No período 1988-92 foi adquirida a maior parte das terras necessárias, sendo que em 1999 esse processo foi interrompido. Ao todo foram adquiridos pela CBA 377 imóveis, compreendendo 286 proprietários. A pesquisa efetuada no ano de 2005 revelou que a maioria dos proprietários que venderam seus imóveis à CBA continua residindo na região, com maior concentração nos municípios de Doutor Ulysses, Adrianópolis, Ribeira, Itapirapuã Paulista e Cerro Azul, sendo que 30% se deslocaram para os centros urbanos e 45% residem em bairros rurais.

Outro aspecto a se ressaltar é que o processo de negociação levado à época voltava-se exclusivamente aos proprietários dos imóveis, sendo que os mesmos deveriam se responsabilizar pelos meeiros, arrendatários e empregados que moravam ou trabalhavam em suas terras. Por conseguinte, este segmento que não foi objeto de preocupação nem do empreendedor e nem dos proprietários acabou por ter que deixar as propriedades sem qualquer perspectiva de trabalho ou local de moradia.

Por conseguinte, este segmento que não foi objeto de preocupação nem do empreendedor e nem dos proprietários acabou por ter que deixar as propriedades sem nenhum benefício social com o intuito de apoiar a recomposição do cotidiano dessas famílias.

14.4.1.11. Observações

O empreendimento de Tijuco Alto apresentou seu primeiro estudo ambiental no início da década de 1990 aos órgãos estaduais que emitiram parecer favorável à continuidade dos estudos para a implantação do empreendimento. Diversas manifestações por parte da sociedade civil, questionando os estudos realizados e a viabilidade do empreendimento, culminaram com a anulação dos pareceres favoráveis das respectivas Secretarias Estaduais, remetendo os estudos, até então realizados, ao órgão federal competente, o IBAMA, para avaliação.

Dentre os questionamentos efetuados à época, destaca-se a afirmação de que as Comunidades Quilombolas do Vale do Ribeira, localizadas a jusante do eixo projetado da barragem de Tijuco Alto, viriam a sofrer impactos com sua construção. Tal afirmação gerou uma série de polêmicas entre a sociedade, tornando-se uma questão política.

Os bairros Quilombolas do Vale do Ribeira localizam-se fora das áreas de influência da UHE Tijuco Alto, não vindo a sofrer quaisquer interferências diretas com a sua construção, podendo inclusive serem beneficiados com a sua construção no tocante ao controle de cheias (tendo em vista a cheia ocorrida em 1997). No entanto, como existem mais outros três barramentos inventariados a jusante de Tijuco Alto e, no dizer das comunidades quilombolas, “se fizerem um, farão os outros”, imputa-se ao empreendimento uma interferência indireta que não deve ocorrer.

Esclareça-se, por fim, que a UHE Tijuco Alto não causa quaisquer impactos no meio físico, biótico ou socioeconômico. O que persiste é, antes de mais nada, uma questão política decorrente dos ritos e normas tanto do setor elétrico como ambiental, que determinou

politicamente a motivação dos quilombolas, organizadas no Movimento Contra Barragens.

Neste plano, o que está na berlinda não é propriamente Tijuco Alto, mas o rito, diretrizes dos setores governamentais, energia e meio ambiente. Entretanto, Tijuco Alto é o mote em torno do qual se organiza a questão do movimento social. Não se pode, também, que um empreendimento e um empreendedor equacione, de per si, as soluções e nem sobre o mesmo pode recair uma pretensa culpabilidade. A contribuição técnica já é dada neste estudo por meio do capítulo que trata dos impactos cumulativos e sinérgicos.

14.4.2. Interferências Sobre a Economia dos Municípios

É da condição intrínseca de um projeto de hidrelétrica de médio a grande porte alterar o ambiente natural e socioeconômico de maneira imediata, exigindo dos executores um comprometimento com objetivos de minimização ou compensação das externalidades negativas do projeto. Adicionalmente, os agentes públicos precisam se orientar para maximizar externalidades positivas advindas do projeto, promovendo uma nova fase de melhoria da qualidade de vida das populações do Vale do Ribeira.

14.4.2.1. Dinamização das Economias Municipais

A instalação da usina deverá estimular a economia local, principalmente para o fornecimento de produtos e serviços aos trabalhadores do empreendimento. A contratação da mão-de-obra local representa uma boa oportunidade para a geração de empregos, além de indiretamente incentivar empregos em outros setores. Diretamente associado à construção da usina deverão ser criados 1.400 empregos temporários, para realização das obras civis, e 330 em outras atividades. A implantação dos programas ambientais também exigirá o concurso de mão-de-obra para a execução. A limpeza da área do reservatório com a supressão de vegetação e as construções necessárias para relocação da população atingida são também exemplos de casos de geração de empregos temporários.

Nos setores econômicos já estabelecidos poderão ocorrer dois tipos de alterações: incremento nas atividades e pressões para alterações qualitativas na oferta. O incremento nas atividades ocorreria devido aumento da demanda por produtos e serviços tradicionais da região. As alterações qualitativas da oferta ocorreriam devido ao surgimento de uma demanda por novos produtos ou serviços. Além disso, a reorganização da infra-estrutura, principalmente viária, para apoiar as obras e recompor o sistema viário afetado, poderá criar facilidades para o desenvolvimento de atividades antes limitadas. Isso poderá permitir o surgimento de atividades econômicas organizadas em áreas atualmente isoladas ou com acesso precário. Isso se aplica às atividades agropecuárias e, também, às atividades turísticas, esportivas e de lazer. Com um afluxo de pessoas à região, atraídas pelas oportunidades criadas pelo empreendimento ou diretamente ligadas às construções, deverão ocorrer alterações na demanda. Alimentos serão demandados em maior quantidade. Bens de consumo duráveis também poderão ser demandados em maiores quantidades e em novos padrões. Poderá ainda ocorrer uma pressão sobre a infra-estrutura de serviços em função do afluxo de pessoas à região.

As cidades de Ribeira e Adrianópolis, devido à proximidade do canteiro de obras, serão as principais beneficiárias de um aumento da demanda por produtos e prestação de serviços, principalmente derivadas da força de trabalho alocada na obra. Esse conjunto de interferências será sentido como um aquecimento geral da economia local.

A Dinamização das Economias Municipais representa um impacto positivo e de ocorrência certa. Esse impacto é localizado e deverá atuar de forma mais expressiva sobre os municípios sede das obras, principalmente durante a fase de implantação. É um impacto direto causado pelo advento da construção da usina. Os efeitos mais expressivos desse

impacto serão sentidos temporariamente, durante a fase de construção, embora alguns efeitos possam adquirir caráter permanente com a internalização de investimentos e aproveitamento das oportunidades criadas. O impacto é considerado de média importância, no entanto as oportunidades criadas poderão ser potencializadas com um planejamento das ações aproveitando-se sinergismos e efeitos complementares entre as ações do poder público municipal e do empreendedor.

14.4.2.2. Aumento das Receitas Municipais

A implantação de um empreendimento do porte da UHE Tijuco Alto deverá causar impactos significativos sobre as finanças dos municípios da área diretamente afetada. Esses impactos terão reflexos diferentes sobre os municípios de acordo com o envolvimento de cada município em cada fase da implantação do empreendimento. Esses impactos ocorrem em períodos diferentes: na a aquisição de terras, na fase de construção e na fase de operação. Apresenta-se a seguir os aspectos mais significativos do impacto:

a) Aumento das Receitas Tributárias

No processo de aquisição de terras deverá ocorrer um incremento nas receitas municipais pela arrecadação do imposto sobre Transmissão Inter-Vivos de Bens Imóveis ou de Direitos. Uma quantidade expressiva de terras mudarão de dono motivando a aplicação desse imposto, embora no momento não se possa quantificar o valor a ser implementado com o recolhimento desse imposto.

Na fase de construção os municípios de Ribeira e Adrianópolis, nos quais estarão concentradas as obras de engenharia, deverão se beneficiar do recolhimento do ISSQN, Imposto Sobre Serviços de Qualquer Natureza, em função das extensas obras que caracterizam esse tipo de empreendimento.

b) Compensação Financeira

Os municípios diretamente afetados pelo empreendimento, Itapirapuã Paulista, Ribeira, Adrianópolis, Doutor Ulysses e Cerro Azul deverão receber, durante a fase de operação da usina compensação financeira pela exploração de recursos hídricos para fins de geração de energia elétrica. A compensação financeira, ou *royalties,* é devida a todos os municípios que perderam parte de suas terras para construção da usina e formação do reservatório. O valor da compensação financeira é calculado como um percentual do valor da energia gerada pela usina. O valor total da compensação financeira é resultante da aplicação de uma alíquota de 6,75% sobre o valor da energia gerada. Desse percentual, 0,75% é repassado à ANA e o valor correspondente aos 6% restantes é dividido entre estados e municípios como segue: aos estados cabe 45% desse valor, e aos municípios cabe outros 45% do valor total. Os 10% restantes são rateados entre o Ministério das Minas e Energia (3%), Ministério do Meio Ambiente (3%) e o Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – FNDCT (4%). A parte devida aos municípios é distribuída proporcionalmente segundo área inundada em cada município.

Para se dispor da ordem de grandeza dos valores envolvidos estimou-se o valor dos *royalties.* De acordo com os aspectos técnicos de engenharia estima-se a produção de cerca de 658.051 MW/ano. Utilizando-se como referência para o preço da energia o valor de R$ 44,20 / MW obtém-se o valor de R$ 29.085.863,04 para a energia gerada em um ano. Os *Royalties* são estimados em R$ 1.745.151,78 por ano cabendo aos municípios 45% desse valor o que resulta em R$ 785.318,30 / ano. Esse valor representa a ordem de grandeza do valor anual dos *royalties* devido aos municípios que deverão ser distribuídos de acordo com a área inundada de cada município (Quadro 14.4.2/01).

QUADRO 14.4.2/01 - ESTIMATIVA DE VALOR DA COMPENSAÇÃO FINANCEIRA (*ROYALTIES*) AOS

MUNICÍPIOS DA ADA.

Município	Área (ha)	Proporção da Área Alagada (%)	Aos Municípios R$/ano
ADRIANOPOLIS	995,83	19%	151.265,67
CERRO AZUL	1.856,20	36%	280.436,10
DOUTOR ULYSSES	885,27	17%	134.471,71
ITAPIRAPUA PAULISTA	506,96	10%	77.006,76
RIBEIRA	935,74	18%	142.138,06
Total	**5.180,00**	**100%**	**785.318,30**

A importância dos *royalties* fica evidenciada quando os valores são comparados com as receitas dos municípios. Os valores estimados apresentam a mesma ordem de grandeza das receitas tributárias municipais sendo superiores nos municípios de Adrianópolis e Dr Ulysses e inferiores nos municípios de Cerro Azul, Itapirapuã Paulista e Ribeira (Quadro 14.4.2/02). Na média os royalties estimados correspondem a cerca de 66% do valor das receitas tributárias e 2,9% da receita orçamentária dos municípios

QUADRO 14.4.2/02 – COMPARAÇÃO ENTRE O VALOR DOS ROYALTIES ESTIMADOS E AS RECEITAS TRIBUTÁRIAS E ORÇAMENTÁRIAS DOS MUNICÍPIOS DA ADA.

Município	Receita tributária em R$ 1.000,00 (A)	Receita orcamentária em R$ 1.000,00 (B)	Royalties em R$ 1.000,00 (C)	Relação Percentual	
				C/A	C/B
ADRIANOPOLIS	104,55	5.355,55	151,27	145%	2,8%
CERRO AZUL (1)	501,46	10.700,00	280,44	56%	2,6%
DOUTOR ULYSSES (2)	80,13	3.876,97	134,47	168%	3,5%
ITAPIRAPUA PAULISTA	108,02	3.798,56	77,01	71%	2,0%
RIBEIRA	396,20	3.818,76	142,14	36%	3,7%
Total	**1.190,36**	**27.549,84**	**785,32**	**66%**	**2,9%**

Fonte: FIMBRA (2005) e Orçamento Geral da Prefeitura de Cerro Azul (2004)
(1) valor da receita orçamentária estimado.
(2) Os valores das receitas para Dr Ulysses são de 2002, para os demais municípios são de 2003

O impacto Aumento das Receitas Municipais é de natureza positiva e de ocorrência certa decorrendo diretamente da implementação do empreendimento. É um impacto localizado atuando apenas sobre os municípios diretamente afetados pelo empreendimento. Em função de seus reflexos sobre as finanças municipais é considerado de importância alta.

Os incrementos devido ao recolhimento de impostos municipais relativos às obras, ISSQN, e do imposto sobre Transmissão Inter-Vivos de Bens Imóveis ou de Direitos, relativo às aquisições de terras ocorrerão apenas na fase de pré-implantação e na fase de construção. O ISSQN deverá beneficiar apenas os municípios de Adrianópolis e Ribeira nos quais serão executadas as obras de engenharia. Os impostos relativos às aquisições de terras deverão beneficiar todos os municípios da AID. Esses incrementos, serão, portanto, de duração temporária. A compensação financeira (*royalties*) e incrementos nas transferências deverão ocorrer na fase de operação e são de caráter permanente durante a vida útil da usina. Tratando-se de matéria regulada por legislação específica não são apontadas medidas potencializadoras.

14.4.2.3. Produção Agropecuária Cessante

As terras necessárias para a formação do reservatório da UHE Tijuco Alto estão hoje parcialmente ocupadas por produtores rurais e suas famílias, constituindo as Unidades de Produção Agropecuárias (UPA). Estima-se que 303 imóveis rurais, constituindo 393 UPAs, tenham parte, ou a totalidade, de suas terras na área necessária para o empreendimento, seja para a implantação da usina e realização das obras, formação do reservatório, criação da área de proteção permanente (APP), as quais deverão ser adquiridas pela CBA. Em alguns casos serão adquiridas somente as terras atingidas, porém, em outros casos, quando a parte remanescente do imóvel não for economicamente viável, é provável que o imóvel seja adquirido totalmente. Para a avaliação do impacto econômico da produção agropecuária cessante obteve-se, primeiramente, uma estimativa das áreas e produções existentes nas unidades de produção agropecuárias atingidas (Quadro 14.4.2/03).

Estima-se que nas UPAs atingidas, cerca de 1.918 ha sejam ocupados por lavouras temporárias ou permanentes. Essa estimativa corresponde a uma área média de lavouras da ordem de 4,9 ha por UPA.

QUADRO 14.4.2/03 - ESTIMATIVA DE ÁREAS E PRODUÇÕES DAS LAVOURAS NAS UNIDADES DE PRODUÇÃO ATINGIDAS

CULTURA	ÁREA MÉDIA (ha)	FREQÜÊNCIA DE UPAs COM A CULTURA (%)	TOTAL DE UPAS COM A CULTURA	TOTAL DA ÁREA (ha)	RENDIMENTO (1) (kg/ha)	TOTAL DA PRODUÇÃO (t)
Laranja	3,35	37%	145	487	17.328	8.438,6
Milho	1,47	72%	285	418	2.742	1.147,3
Cana	1,46	25%	100	145	40.000	5.816,0
Banana	1,07	33%	128	137	10.000	1368,4
Mandioca	1,07	56%	219	234	13.830	3.237,9
Feijão	0,76	74%	290	219	733	160,8
Maracujá	0,61	12%	47	29	11.822	340,1
Hortaliças	0,54	27%	106	58	-	-
Café	0,42	10%	39	16	550	9,0
Arroz	0,40	31%	122	49	1.141	56,4
Outras frutíferas	0,19	9%	35	7	-	-
Outras Culturas	0,30	100%	393	118	-	-
Total	4,90	-	393	1.918	-	-

Fonte: CNEC 2005 e IBGE 2002

(1) Para cana, banana e café foram utilizados dados da pesquisa de campo (CNEC, 2005) para as demais culturas foram utilizadas médias dos rendimentos da cultura nos municípios atingidos segundo dados do IBGE 2002.

As lavouras mais freqüentes nas UPAs são o feijão o milho e a mandioca, característicos da produção familiar de subsistência, porém, quanto à área ocupada, as principais culturas são a laranja e o milho, seguidos da mandioca e do feijão. Apenas uma parte dessas áreas de lavoura serão efetivamente perdidas, pois se encontram localizadas em áreas mais elevadas, dentro das propriedades atingidas parcialmente. Como nem todas as propriedades serão integralmente adquiridas, também, as áreas de lavouras existentes nessas propriedades não serão totalmente perdidas. Em geral, as lavouras temporárias estão situadas nas áreas mais planas, nas proximidades do rio Ribeira, enquanto que as lavouras permanentes estão localizadas, principalmente, nas partes mais altas das propriedades. Diante da impossibilidade de se determinar com precisão as áreas de lavouras efetivamente atingidas, assume-se como medida desse impacto o valor máximo de 1.918 ha que corresponde à estimativa de todas as áreas de lavoura existentes nas UPAs atingidas. A assunção dessa hipótese, que resulta numa superestimativa do impacto, implica em se interpretar como produção cessante os valores indicados no Quadro 14.4.2/03.

Além da produção cessante, outra dimensão desse impacto é a perda de culturas perenes instaladas. Perde-se a possibilidades de produção anual e, também, os pomares de laranja e banana, os pés de café e de outras frutíferas. Perdem-se, também, as áreas de terra já preparadas e sistematizadas para as lavouras temporárias e permanentes. Todos esses quantitativos podem ser dimensionados com os dados do Quadro 14.4.2/01.

As perdas da pecuária podem ser estimadas em função das pastagens atingidas. No caso das pastagens não é razoável assumir a hipótese de perda total da área existente na propriedade. As observações de campo mostraram que grande parte das pastagens está localizada nas encostas e partes altas das propriedades. Alguns quantitativos podem ser apresentados: as pastagens estão presentes em cerca de 58% das UPAs e ocupam uma área média de 18,6 ha. Esses dados permitem estimar a existência de 4.240 ha de pastagens nas UPAs atingidas. Analisando-se a área total requerida pelo empreendimento e a área de lavouras já considerada, pode-se estimar que apenas cerca de 35% da área de pastagens seja comprometida. Isso corresponde a aproximadamente 1.500 ha de pastagens perdidas. Estima-se um rebanho total de aproximadamente 6.800 animais nas UPAs atingidas, com uma lotação aproximada 1,6 animais por ha. Esses dados permitem estimar que um rebanho de 2.400 animais terá que ser deslocado para outras áreas de pastagens. Esse rebanho atingido representa aproximadamente 4,5% do efetivo do rebanho da AID, segundo dados do IBGE de 2002.

Comparando-se as estimativas de áreas de lavoura comprometidas com o total de áreas de agricultura dos municípios envolvidos, tem-se uma dimensão da magnitude desse impacto: as estimativas indicam o comprometimento de aproximadamente 4,7 % do total das áreas ocupadas com lavouras, temporárias e permanentes, segundo dados do IBGE 2003 (SIDRA). Os dados de 2004 não puderam ser utilizados por não apresentarem, ainda, as áreas de culturas permanentes. Cabe ressaltar que os valores apresentados são indicativos da magnitude do impacto Produção Agropecuária Cessante e suas estimativas estão condicionadas à validade das hipóteses apresentadas neste texto.

As estimativas das produções renunciadas apresentadas referem-se ao quadro atual observado em pesquisa de campo, realizada no final do ano de 2004, no entanto o processo de aquisições de terras teve início em 1981, e ocorreu de forma intensiva, a partir do ano de 1988 até 1999. Durante esse período foram adquiridas 377 propriedades para o empreendimento. Dessa forma, impacto semelhante ao previsto para a próxima fase do empreendimento, com o advento da aquisição de novas áreas, já ocorreu no passado distribuindo-se ao longo do período 1981-99.

Esse impacto ocorre na área diretamente atingida pelo empreendimento na fase de pré-implantação e implantação, inicia-se quando as propriedades passam a ser adquiridas, totalmente ou parcialmente, para o empreendimento e culmina quando do enchimento do reservatório. O impacto é de natureza negativa decorrente diretamente das ações para a implantação da usina. A temporalidade desse efeito permite duas abordagens distintas: se, por um lado, a perda de terras e das lavouras associadas é permanente, a produção agropecuária pode ser reposta pela constituição de novas unidades de produção agropecuárias, seja por ação de proprietários que venderam suas terras ao empreendedor ou pela criação de novos lotes agropecuários resultantes de programa de reassentamento rural. No entanto, o impacto sobre as áreas atingidas pelo reservatório é irreversível e de ocorrência certa, imediatamente após o enchimento. Sob o enfoque econômico esse impacto, é considerado de importância média, uma vez que as ações para compensação, reassentamento rural e apoio a agricultura familiar, podem atingir alta eficiência.

14.4.2.4. Impacto do Término das Obras

Com o término das obras diversos efeitos negativos poderão ocorrer. Essa é uma fase

crítica do empreendimento. A desativação do canteiro de obras implicará na demissão de trabalhadores. Parte dos trabalhadores que foram contratados localmente tende a retornar à suas ocupações anteriores, particularmente, para a agricultura de subsistência. Outros trabalhadores podem encontrar colocação em outras obras estabelecendo, assim, uma nova trajetória profissional. Esse impacto tende a ser menor no caso das contratações locais absorver parte da mão-de-obra entre as famílias da área rural diretamente afetada e que serão alvo de relocação para novos lotes rurais. Dessa forma após a desativação do canteiro de obras esses trabalhadores poderiam retomar as atividades produtivas nos lotes rurais familiares. Embora possa minimizar o impacto essa condição não representa um critério específico para seleção de trabalhadores que deverá considerar diversos outros atributos da vaga e do candidato.

Com a demissão de trabalhadores, ou a transferência para outras obras, a massa de salários que circulava nos municípios tende a cair gerando dificuldades, principalmente para os agentes econômicos que mais se beneficiaram do aquecimento da economia ocorrido no período anterior. A arrecadação de impostos, principalmente o ISSQN, deverá sofrer uma queda bastante acentuada refletindo-se nas finanças municipais. A situação das finanças municipais só deverá se recuperar com o ingresso de recursos da compensação financeira, porém, esses recursos não são disponibilizados imediatamente estando dependentes do início da geração de energia.

Esse impacto é de natureza negativa, de ocorrência certa e causado diretamente pelo término das obras. É um impacto localizado uma vez que atinge somente os municípios que mais se envolveram com o empreendimento, seja fornecendo mão-de-obra ou por serem o local das construções. É um impacto reversível, dentro do horizonte de tempo suficiente para a reorganização da economia, considerado de alta importância e pode ser mitigado por ações institucionais de parcerias ou convênios, já citadas com o SINE, SENAI e SENAC e também pelo aproveitamento de novas oportunidades geradas pelo empreendimento. As ações de mitigação são consideradas de média eficiência no curto prazo tendo seus efeitos potencializados com a reorganização da economia dos municípios.

14.4.2.5. Especulação no Mercado de Terras

A especulação imobiliária com a perspectiva de implantação de uma UHE, que toma uma grande extensão de terras e modifica toda a dinâmica de ocupação do solo e construção de obras de infra-estruturas, desencadeia um processo de valorização das terras. Áreas serão inundadas, tomadas pelo canteiro de obras e outras instalações, utilizadas para recolocação de produtores rurais diretamente afetados e utilizadas para a implantação de reserva ambiental.

O processo que envolve a construção da UHE Tijuco Alto tem gerado efeitos desde a divulgação da obra e início das aquisições de terras no final da década de 80 e início dos anos 90. Atualmente, com características ainda de incerteza junto à população, devido ao longo tempo que se encontra ainda não efetivado, e, recentemente, com a retomada dos estudos ambientais, tende a ocasionar um movimento de especulação no mercado de terras na região. A própria realização das pesquisas iniciais e das posteriores que resultaram neste trabalho, deram origem a uma troca de informações com a população local que resultou na formação de expectativas sobre os impactos que o empreendimento poderá causar sobre a exploração agropecuária e, por conseguinte, sobre a vida dos produtores e proprietários de terras. A falta de informações precisas sobre a construção da usina, das áreas afetadas e do processo de aquisições de terras e medidas compensatórias é a base do processo especulativo que poderá ocasionar transferência de riquezas entre os agentes envolvidos. Informações privilegiadas, ou a presunção dessa condição, constituem terreno fértil sobre o qual desenvolve-se a especulação. O processo especulativo pode ser alimentado ainda por notícias sobre ampliação e melhoria da infra-estrutura na região. Além da transferência de

riquezas entre os proprietários, o aquecimento do mercado poderá conduzir, em um momento posterior, a uma elevação dos preços das terras.

O impacto deverá ocorrer de forma mais intensa na fase de pré-implantação, onde o grau de incerteza das informações é maior, prolongando-se nas fases de implantação e operação da usina, quando a identificação de usos alternativos para as terras próximas ao lago poderá movimentar o mercado de terras.

Trata-se de impacto de natureza negativa, sendo normalmente prejudicial, principalmente aos pequenos produtores e aos proprietários menos capitalizados, que inseguros quanto ao futuro, vendem suas propriedades por preço aviltado a outros agentes motivados pela possibilidade de ganhos futuros. Produtores rurais, não proprietários, podem ser desalojados, quando o imóvel onde residem e plantam, torna-se objeto de compra e venda. O impacto é indireto, pois não depende do início das físico das obras do empreendimento para ocorrer e é temporário, prolongando seus efeitos por médio/longo prazo. Espacialmente não é localizado, devendo ocorrer por toda a área de influência e seu entorno. O impacto é reversível, tendo seus efeitos anulados quando se atinge um novo equilíbrio no mercado de terras. É de ocorrência provável e considerado de média importância.

Esse tipo de impacto poderá ser mitigado por ações preventivas destinadas a aumentar o nível de segurança das informações disponíveis aos agentes envolvidos. A democratização do acesso às informações, permitindo que cada agente econômico possa avaliar o futuro em condições aproximadamente semelhantes, contribui para a mitigação do impacto. A retomada das negociações para aquisição de terras e benfeitorias deverá aumentar o grau de segurança sobre a efetiva realização do empreendimento, atuando no convencimento dos atores envolvidos que ainda não tinham segurança nas suas expectativas sobre o futuro. A antecipação das aquisições é recomendada para regularização do mercado. O impacto poderá ser mitigado por ações de comunicação social que atuem na base do processo especulativo, aumentando a segurança e o acesso democrático às informações. As medidas propostas são consideradas de baixa eficiência para eliminação das incertezas, devendo ocorrer, independente das medidas adotadas, algum processo especulativo. Cabe ao Empreendedor a promoção dessas ações de comunicação social.

14.4.3. Interferências do Reservatório sobre os Sistemas de Infra-Estrutura

Os principais impactos sobre os Sistemas de Infra-Estrutura são decorrentes do aumento populacional durante a etapa de construção e da formação do reservatório com a necessária desocupação da área para a formação do lago, com interferências sobre a infra-estrutura viária, redes de transmissão de energia elétrica e de telefonia além de serviços de saúde, educação, saneamento e abastecimento.

14.4.3.1. Impactos sobre as Infra-Estruturas Básica, de Energia e de Telefonia

Os impactos sobre o abastecimento de água ocorrem por: aumento da demanda durante a etapa de construção e alagamento de bairros rurais e de parte do trecho urbano de Cerro Azul (Quarteirão dos Órfãos), que irá comprometer a infra-estrutura instalada.

Outros impactos que podem ser previstos nos municípios estão relacionados ao aumento da demanda por serviços de coleta e tratamento de esgotos e resíduos sólidos, decorrentes do incremento da população no período de execução das obras. Tendo em vista que, atualmente, os municípios não apresentam serviços adequados de saneamento, será necessário realizar um monitoramento durante as obras, quanto à necessidade de serem efetuadas melhorias, no sentido de estender a rede coletora, implantar estação de tratamento de esgotos, melhorar o sistema de coleta de resíduos e implantar aterro sanitário

para a disposição de resíduos sólidos.

Quanto às redes de energia elétrica, será afetada toda a rede que serve a população rural e as vilas, situadas abaixo da cota 300 m, visto que as redes acompanham o traçado das estradas secundárias. Medição efetuada sobre ortofotocarta, executada com base em fotos aéreas de dezembro de 2004, indicou a interferência da inundação em 130 km de rede de energia elétrica que deverá ser relocada.

Também será afetada toda a rede de telefonia localizada abaixo da cota de 300 m. No entanto, não foi possível realizar medição pois a área rural não é normalmente atendida por este serviço, estando as linhas telefônicas disponíveis apenas para bairros rurais, onde os telefones públicos estão localizados

14.4.3.2. Impactos sobre o Sistema Viário e de Transportes

O sistema viário regional já apresenta condições precárias e deverá sofrer sensível impacto no período das obras, visto as necessidades de abastecimento destas. A maior parte das vias de acesso à região não apresenta condições de suportar o fluxo de veículos pesados que, necessariamente, terá que transitar por elas para o transporte de máquinas e equipamentos.

Os trajetos planejados compreendem a utilização da Rodovia BR-476, para materiais provenientes de Curitiba, e da SP-250, para materiais provenientes de São Paulo. O acesso ao local das obras será realizado pelas estradas existentes nas duas margens do rio Ribeira. O acesso pela margem esquerda, é realizado a partir da cidade de Ribeira, utilizando-se a SP-250 até a estrada vicinal que segue para Itapirapuã Paulista, segue-se então no sentido de Itapirapuã Paulista por aproximadamente 2 km, até a localidade de Catas Altas, prosseguindo por cerca de 10 km, marginalmente ao rio Ribeira, por estrada vicinal, em terra.

Durante a execução das obras, os materiais e equipamentos com fornecimento realizado a partir do lado paranaense utilizarão o acesso da margem direita, chegando até Adrianópolis através da BR-476. Já os materiais e equipamentos provenientes do lado paulista, seguirão preferencialmente a partir de Apiaí, pela SP-250, e tomarão o acesso que liga essa rodovia com Itapirapuã Paulista, sem atravessar a cidade de Ribeira; apenas os equipamentos principais, que em função do peso tem a sua passagem limitada nas pontes existentes nas rodovias vicinais da margem esquerda utilizarão o acesso da margem direita, atravessando a cidade de Ribeira. Recomenda-se que o tráfego equipamentos pelas ruas de Ribeira ou Adrianópolis, quando necessário, deverá obedecer a critérios estabelecidos de horário e trajeto para minimizar as interferências no núcleo urbano.

Quando do enchimento do reservatório, ocorrerá inundação de vias locais importantes assentadas abaixo da cota 300 m, destacando-se as que margeiam o rio Ribeira, envolvendo pontes, balsas e vias locais. Este impacto é negativo, direto e localizado, mitigável por programa de recomposição de infra-estrutura afetada.

A extensão das estradas a serem afetadas pelo reservatório perfaz um total de 108,1 km; a medição foi efetuada sobre ortofotocarta a partir do levantamento aerofotogramétrico de dezembro de 2004.

As interferências do empreendimento sobre o sistema viário regional, que compreendem estradas não pavimentadas, correspondem a:

- ✓ Estradas ao longo da margem esquerda do rio Ribeira:

- 24,8 km, a partir do eixo da barragem projetada até o ribeirão da Corda Grande (municípios de Ribeira e Itapirapuã Paulista);
- 12,5 km, a partir da rodovia PR-092 até o remanso do reservatório, foz do rio Bomba, (municípios de Doutor Ulysses e Cerro Azul); neste trecho será inundada uma ponte sobre o rio Turvo.
- Trechos de estradas secundárias ao longo de afluentes da margem esquerda do rio Ribeira:
- 9,3 km no município de Doutor Ulysses;
- 2 km no município Cerro Azul;
- 0,7 km no município Itapirapuã Paulista;
- 1,6 km no município Ribeira.
- Trecho de 2,8 km da rodovia PR-092 a ser inundada, nos municípios de Cerro Azul e Doutor Ulysses, incluindo a ponte sobre o rio Ribeira.
- Estradas ao longo da margem direita do rio Ribeira e afluentes:
  - 14 km no município de Cerro Azul, em pequenos afluentes;
  - 2,4 km ao longo da margem esquerda do rio Ponta Grossa.
- 38 km de estrada que liga a sede municipal de Cerro Azul à sede de Adrianópolis, sendo o primeiro trecho entre Cerro Azul e o bairro de Mato Preto (15,5 km), atingindo uma ponte sobre o rio Mato Preto; e o segundo entre o bairro do Rocha e o eixo da barragem (22,5 km), com uma ponte sobre o rio do Rocha.

Foram, também, identificadas interferências em três pontes e em uma travessia por balsa sobre o rio Ribeira, em Cerro Azul, no bairro de Lajeado Grande.

14.4.4. Interferências sobre Equipamentos Sócio-Culturais

Os impactos sobre a infra-estrutura social constituem-se principalmente na perda de equipamentos sociais na área rural (escolas, postos de saúde, igrejas, cemitérios) devido à formação do reservatório e aumento da demanda por serviços durante a implantação do empreendimento.

As unidades educacionais e de saúde deverão ser relocadas de acordo com o destino da população afetada e em comum acordo com as prefeituras municipais. Para o devido equacionamento desta situação deverá ser realizado na fase de elaboração do Plano Básico Ambiental um cadastro socioeconômico para se conhecer detalhadamente a realidade da infra-estrutura social existente e o destino das famílias. Quanto às igrejas, estas serão relocadas de acordo com as diretrizes e orientações da autoridade eclesiástica. Os cemitérios localizados na área de inundação do reservatório receberão tratamento especial, de acordo com as normas sanitárias, ambientais e religiosas, realizando-se o traslado dos corpos e a desinfecção do local.

Na Área Diretamente Afetada foram identificados três cemitérios particulares:

- ✓ Cemitério dos Blum, no município de Cerro Azul, com túmulos bastante danificados pela ação do tempo e por falta de manutenção. A maioria das covas são simples, feitas na terra e com cruz de madeira. Sua área é de aproximadamente 500 m^2 e dista 27 km da

sede de Cerro Azul.

- ✓ Cemitério Volta Grande (antigo cemitério dos Anjos), no município de Cerro Azul - bairro Volta Grande. Localiza-se a 16 km da sede municipal.

- ✓ Cemitério das Onças, no município de Adrianópolis, próximo ao ribeirão das Onças.

Levantamento preliminar apontou a existência, atualmente, na área diretamente afetada (incluindo a Área de Preservação Permanente) dos seguintes equipamentos, conforme discriminado no Quadro 14.4.4/01:

QUADRO 14.4.4/01 - EQUIPAMENTOS SOCIAIS LOCALIZADOS NA ÁREA DIRETAMENTE AFETADA – ADA

Localização		Equipamento	Coordenadas UTM
Município	**Bairro**		
Adrianópolis	Rocha	Escola Rural Mun. Geovanini[1]	689.236 mE X 7.265.597 mN
	Rocha	Igreja	688.461 mE X 7.266.791 mN
	Ilha Rasa	Igreja	698.146 mE X 7.270.718 mN
Cerro Azul	Mato Preto	Posto de Saúde[2]	683.002 mE X 7.260.185 mN
	Mato Preto	Posto Telefônico[3]	683.002 mE X 7.260.185 mN
	Mato Preto	Escola Rural Mun. de Mato Preto[1]	683.002 mE X 7.260.185 mN
	Mato Preto	Igreja Católica Na. Sra. do Carmo	678.641 mE X 7.258.272 mN
	Mato Preto	Igreja	681.306 mE X 7.259.719 mN
	Mato Preto	Igreja	683.002 mE X 7.260.185 mN
	Rocha / Vila Brito	Posto Telefônico[3]	689.320 mE X 7.265.512 mN
	Rocha / Vila Brito	Posto de Saúde[2]	689.320 mE X 7.265.512 mN
	Rocha / Vila Brito / rio Fundão	Igreja	688.444 mE X 7.265.972 mN
	Rocha / Vila Brito	Igreja	689.320 mE X 7.265.512 mN
	Balsa Velha	Escola Rural Mun. Ilha Rasa/Balsa Velha[1]	674.152 mE X 7.257.059 mN
	Lajeado Grande	Escola rural Mun. Lajeado Grande [1]	666.311 mE X 7.254.661 mN
	Lajeado Grande	Posto Telefônico[3]	666.311 mE X 7.254.661 mN
	Lajeado Grande	Posto de Saúde[2]	666.311 mE X 7.254.661 mN
	Lajeado Grande	Escola Rural[1]	669.144 mE X 7.255.966 mN
	Lajeado Grande	Igreja (APP)	667.273 mE X 7.254.990 mN
	Lajeado Grande	Igreja	666.311 mE X 7.254.661 mN
	Lajeado Grande	Igreja	666.088 mE X 7.254.636 mN
	Volta Grande/ Lajeado Grande	Cemitério	668.043 mE X 7.255.079 mN
	Lajeado Grande/Casa Branca	Balsa	MD: 666.653 mE X 7.254.550 mN ME: 666.667 mE X 7.254.642 mN
	Quarteirão dos Órfãos	Igreja	675.966 mE X 7.255.764 mN
Doutor Ulysses	Tigre	Escola Rural Mun. do Bairro do Tigre[1]	673.471 mE X 7.257.814 mN
	Tigre	Igreja	673.471 mE X 7.257.814 mN
	Sete Quedas	Escola Rural Mun. Sete Quedas II[1] (APP)	675.446 mE X 7.262.417 mN
	Sete Quedas	Igreja (APP)	675.446 mE X 7.262.417 mN
Itapirapuã Paulista		Residência datada de 1921	686.278 mE X 7.270.011 mN
	Criminosas	Igreja	685.403 mE X 7.270.011 mN
Ribeira	Ilha Rasa	Igreja	698.018 mE X 7.271.661 mN
	Ilha Rasa	Igreja	697.853 mE X 7.271.499 mN
	Ilha Rasa	Igreja	698.136 mE X 7.271.640 mN

Fonte: CNEC, 2005

Este impacto é de ocorrência certa, de natureza negativa, duração permanente. Localizado, irreversível e imediato.

14.4.5. Interferências Sobre a Saúde Pública

Com o conhecimento das condições do ambiente anteriores à implementação da obra, dos resultados obtidos da campanha a campo e das características técnicas, construtivas e

operacionais próprias de uma usina hidrelétrica foi possível prever as transformações ambientais que ocorrerão, causando impactos positivos e negativos nas condições de saúde da população.

Por situar-se numa região climática com temperaturas elevadas e por possuir características (límnicas e morfológicas) que possibilitam o desenvolvimento de macrófitas aquáticas, a formação do reservatório poderá subsidiar o crescimento de plantas aquáticas que, por sua vez, poderão se constituir como recursos de vetores de importância médico-sanitária.

Os impactos e riscos ambientais são prognosticados em cada uma das quatro fases do empreendimento. Serão descritos somente impactos com maiores chances de ocorrência.

- Fase de Planejamento

As visitas de técnicos e de pessoal de apoio à área de influência direta para realização dos levantamentos de campo geram o contato desses trabalhadores com a fauna de insetos antropofílicos transmissores de doença, aumento do risco de acidente com animais peçonhentos e estreitamento da relação homem/agentes patógenos (vírus, bactérias, vermes) presentes na área estudada.

- Fase de Construção

Na fase de construção o afluxo de trabalhadores e a instalação do canteiro de obras e da vila residencial, com a supressão da vegetação, possibilita a ocorrência de invasões das habitações humanas por insetos e animais silvestres de importância sanitária, aumentando o risco de transmissão de agentes patógenos ao homem e de acidentes com animais peçonhentos.

- Enchimento do reservatório

O alagamento de solos pela formação do reservatório pode levar à perda de hábitats de insetos e de animais silvestres causando riscos transmissão de agentes patógenos ao homem e de acidentes com animais peçonhentos.

- Fase de operação da usina

Com a estabilização do novo ecossistema constituído pelo lago, poderá ocorrer a adequação de criadouros propícios ao desenvolvimento de formas imaturas de mosquitos causadores de incômodo e transmissores de doenças. No entanto, ressalta-se que não há notificação desse tipo de situação em empreendimentos hidrelétricos na região sudeste/sul do País.

14.4.6. Impactos sobre o Patrimônio Arqueológico

A construção da UHE Tijuco Alto no alto vale do rio Ribeira, pretendida pela Companhia Brasileira de Alumínio (CBA), implicará na destruição do patrimônio arqueológico pré-histórico e histórico nele existente.

Os resultados obtidos nas prospecções arqueológicas efetuadas entre os meses de outubro e novembro de 2004 para o levantamento de dados primários, assim como os estudos laboratoriais, confirmam a ocupação desses trechos dos territórios paranaense e paulista por grupos tribais

Estes estudos forneceram um conjunto significativo de elementos que permitiram a caracterização preliminar dos bens arqueológicos inseridos nas áreas diretamente afetadas

e nas de influência indireta do empreendimento.

Os indícios arqueológicos foram encontrados em terraços fluviais (11), topo (11), platô (6), na encosta de elevações (2) e em terreno plano (1), distribuídos de forma esparsa ou concentrada, com dimensões e formas variáveis, demonstrando padrões culturais associados à exploração diferencial da paisagem. Deve-se ressaltar que os de maiores dimensões, comumente, localizavam-se no topo de elevações situados nos espaços de influência direta e se caracterizavam como sítio-habitação. Deles partiam pequenos grupos para a execução de atividades de subsistência, que poderiam corresponder aos diversos pontos com indícios registrados nas cercanias.

A falta de indícios arqueológicos em alguns trechos da área do reservatório não significa que eles não tenham sido ocupados com mais intensidade no passado. Alguns espaços não foram vistoriados por não permitirem acesso e, outros, pelas grandes distâncias que teriam que ser percorridas para serem alcançados. Como o objetivo do trabalho era o reconhecimento do potencial arqueológico da área, optou-se em deixá-los para estudos mais detalhados quando da implantação do projeto de salvamento.

As amostras recolhidas junto aos 33 indícios de ocupação constatados permitiram a sua filiação à tradição pré-ceramista Umbu (12), à tradição Itararé (19), e à tradição Neobrasileira (2); as últimas representando povos ceramistas.

Em dois locais ocorreram sobreposições de duas tradições culturais. Um está representado pela presença de fragmentos de recipientes cerâmicos da tradição Itararé em espaço anteriormente ocupado por grupo da tradição Umbu e, corresponde aos indícios L-12 e C-2, respectivamente. No outro, constatou-se a sobreposição de ocupação Neobrasileira, representada pelos indícios cerâmicos C-6, sobre evidências de grupo da tradição Itararé, correspondente aos indícios C-5.

A avaliação do posicionamento dos vestígios arqueológicos, tipos de material, área de ocorrência, densidade e profundidade da camada de ocupação, relacionados com a cobertura vegetal, uso do solo e com os setores que serão impactados pela obra, permitiu a avaliação do estado de conservação dos indícios e a previsão dos impactos sobre os recursos arqueológicos existentes.

Para a identificação dos impactos, de uma forma geral, podemos caracterizar a extensão dos possíveis danos ao patrimônio arqueológico, tomando por referência os processos tecnológicos envolvidos no empreendimento (CALDARELLI, 1996), conforme demonstrado no Quadro 14.4.6/01:

QUADRO 14.4.6/01 – IMPACTOS ARQUEOLÓGICOS

PROCESSO TECNOLÓGICO	IMPACTO ARQUEOLÓGICO
Terraplenagem no canteiro de obras e no eixo da barragem	Destruição de estruturas arqueológicas superficiais e sub-superficiais (Negativo)
Abertura de cortes e aterros para vias de acesso	Exposição e destruição de estruturas arqueológicas superficiais e sub-superficiais (Negativo)
Áreas de empréstimo de materiais naturais de construção	Destruição de fontes pretéritas de matéria-prima (Negativo)
Disposição de bota-fora	Exposição, soterramento e destruição de estruturas arqueológicas (Negativo)
Remoção da cobertura vegetal (desmatamento e destoca)	Destruição de estruturas arqueológicas superficiais e sub-superficiais (Negativo)
Relocação de infra-estrutura	Exposição, soterramento e destruição de estruturas arqueológicas (Negativo)
Enchimento do reservatório	Submersão de estruturas arqueológicas (Negativo)
Efeitos posteriores ao enchimento do reservatório em estruturas arqueológicas situadas nas suas margens	Exposição e sedimentação de estruturas arqueológicas (Negativo)
Utilização das áreas lindeiras ao reservatório para usos múltiplos	Exposição e destruição de estruturas arqueológicas superficiais e sub-superficiais (Negativo)
Implantação da linha de transmissão	Exposição, soterramento e destruição de estruturas arqueológicas superficiais e sub-superficiais (Negativo)

Pode-se, então, correlacionar os pontos com presença de vestígios arqueológicos e os locais mais suscetíveis de impacto. Dos indícios constatados, 46 estão situados na área diretamente afetada pelo empreendimento (Quadros 14.4.6/02 e 14.4.6/03). Os 22 indícios identificados na área de influência direta, não apresentam risco de destruição pelas obras, embora possam sofrer perturbações decorrentes de outras atividades antrópicas. Alguns deles foram considerados de fundamental importância para a contextualização e o entendimento dos padrões observados nos sítios impactados, como por exemplo, o Indício Cerâmico C-10, constituído por duas estruturas subterrâneas e, o C-1, situado em Abrigo-sob-rocha, ambos da tradição Itararé.

Outra caracterização importante refere-se à avaliação da significância dos recursos arqueológicos, em relação ao estado de conservação dos sítios, sua potencialidade de resgate científico e metodologia de salvamento a ser adotada. A seguir são explicados os índices de significância estabelecidos para os indícios. Desde o início dos trabalhos de campo, foram estabelecidos critérios para essa análise, numerando-se os indícios segundo três categorias (Quadro 14.4.6/02):

QUADRO 14.4.6/02 – SIGNIFICÂNCIA DOS RECURSOS ARQUEOLÓGICOS

Significância	Descrição
1	Sítios em estado de conservação ruim, com indícios ou camadas arqueológicas erodidas e/ou perturbadas, com número reduzido de elementos de interpretação. Tais sítios são considerados de baixo potencial informativo, permitindo que a avaliação inicial e a coleta amostral sejam suficientes para sua caracterização científica.
2	Sítios com regular ou médio estado de conservação, com indícios ou camadas arqueológicas com variável grau de perturbação ou erosão, apresentando elementos mais significativos, ou que necessitam de maior detalhamento para seu entendimento. São considerados, a princípio, de médio potencial informativo utilizando-se de abordagem de salvamento direcionada para a caracterização mais precisa dos limites de ocorrência dos indícios (dimensões e profundidade), intensificação de cortes-experimentais, amostragem por setores e coleta de matriz sedimentar para datação. Os sítios dessa categoria podem, com o prosseguimento das pesquisas, revelarem-se de maior importância, resultando na adoção dos procedimentos da categoria 3.
3	Sítios em bom estado de conservação ou com parte de sua área em local preservado, apresentando indícios, camadas e estruturas arqueológicas pouco erodidas ou perturbadas. São considerados de alto potencial informativo e a metodologia de salvamento aplicará, além dos procedimentos da categoria 2, a abertura de cortes estratigráficos para a evidenciação de estruturas arqueológicas, estudo com abordagens espaciais e temporais e, registro e resgate científico.

As constatações dos vestígios das antigas ocupações humanas na área, efetuadas em 2004, identificaram dez indícios pertencentes à categoria 1, onze à categoria 2 e, doze à categoria 3. Pelo número expressivo de indícios pertencentes às duas últimas categorias e o seu posicionamento em relação aos locais de risco, verifica-se o grande potencial de recursos culturais existentes e a necessidade urgente da aplicação de medidas mitigadoras cabíveis.

Em relação aos 24 locais constatados em 1991, durante a elaboração do primeiro EIA-RIMA, referências ao seu estado de conservação são mais precisas quanto aos sítios líticos registrados tanto na área diretamente afetada pelo empreendimento, como naquela de influência direta: "Em sua maioria estes sítios apresentam um estado de conservação não adequado a estudos aprofundados. Entre aqueles em melhor estado encontram-se os sítios Ri 1, que permitiu melhor coleta, e os sítios Ti 1 e Ti 2." (EIA-RIMA, 1991: 439). É citado, ainda o sítio Tv 1, localizado na ADA, que "... aparenta estar um pouco melhor conservado..." (EIA-RIMA, 1991:442).

Referentes aos sítios cerâmicos que, de acordo com o Relatório Técnico, são numerosos, avaliações quanto à sua conservação não foram efetuadas, mas, pelas suas descrições pode-se deduzir que, a grande maioria, encontra-se nas categorias 2 e 3. Destaca-se, nesse relatório, entretanto, a presença de sítios em gruta "...excepcionalmente bem preservados aqui, enquanto que no médio vale encontram-se já bastante alterados... A sondagem na Toca do Tigre, por exemplo, revelou um sítio cerâmico intacto, inclusive com sepultamento ..." (EIA-RIMA, 1991:444).

Dos trabalhos de salvamento realizados em 1994/95 pelo CEPA/UFPR, limitados aos espaços destinados à construção da casa de máquinas, edifícios auxiliares, vila residencial, vilas de operários, bota-fora, empréstimo e centrais de britagem de acordo com o projeto básico anterior, deve-se ressaltar que foram concluídos satisfatoriamente, estando a área liberada para a implantação dos equipamentos necessários, desde que seja respeitado o espaço remanescente ocupado pelo sítio PR BS 2: Morro dos Anjos.

Paralelamente aos trabalhos de salvamento arqueológico, jazidas paleontológicas que porventura forem constatadas na área deverão ser estudadas em conjunto com os paleontólogos (Quadros 14.4.6/03 e 14.4.6/04) . Para os estudos arqueológicos, este trabalho é de fundamental importância, uma vez que poderá comprovar a contemporaneidade da megafauna com o homem. Durante o desenvolvimento dos trabalhos de prospecção efetuados na área para a elaboração do presente relatório, cavernas situadas na ADA e na AID foram vistoriadas, sendo registrado somente um ponto (C-1) com ocorrência paleontológica, em abrigo-sob-rocha localizado na área de influência direta do empreendimento. Nas demais, não foram constatados vestígios arqueológicos nem paleontológicos.

QUADRO 14.4.6/03- INDÍCIOS LÍTICOS: RELAÇÃO, FILIAÇÃO, SIGNIFICÂNCIA E SITUAÇÃO

INDÍCIO	TRADIÇÃO	LOCALIZAÇÃO	MUNICÍPIO	SIGNIFICÂNCIA	CORTE
TA L 1	PC	ADA	RIBEIRA - SP	1	SUP
TA L 2	PC	ADA	RIBEIRA - SP	2	SUP
TA L 3	PC	ADA	RIBEIRA - SP	3	17-60 cm
TA L 4	PC	AID	DR. ULYSSES - PR	2	SUP
TA L 5	PC	AID	DR. ULYSSES - PR	3	SUP
TA L 6	PC	AID	DR. ULYSSES - PR	1	SUP
TA L 7	PC	AID	CERRO AZUL - PR	1	SUP
TA L 8	PC	ADA	CERRO AZUL - PR	1	SUP
TA L 9	PC	AID	CERRO AZUL - PR	1	SUP
TA L 10	PC	ADA	CERRO AZUL - PR	1	SUP
TA L 11	PC	ADA	DR. ULYSSES - PR	1	SUP
TA L 12	PC	ADA	RIBEIRA - SP	1	SUP

QUADRO 14.4.6/04 - INDÍCIOS CERÂMICOS: RELAÇÃO, FILIAÇÃO, SIGNIFICÂNCIA E SITUAÇÃO

INDÍCIO	TRADIÇÃO	LOCALIZAÇÃO	MUNICÍPIO	SIGNIFICÂNCIA	CORTE
TA C 1	ITA	AID	RIBEIRA - SP	3	0-60 cm
TA C 2	ITA	ADA	RIBEIRA - SP	2	SUP
TA C 3	ITA	ADA	ADRIANÓPOLIS - PR	3	0-20 cm
TA C 4	ITA	ADA	RIBEIRA - SP	3	8-17 cm
TA C 5	ITA	ADA	ADRIANÓPOLIS - PR	3	0-20 cm
TA C 6	NEO	ADA	ADRIANÓPOLIS - PR	3	0-20 cm
TA C 7	ITA	AID	CERRO AZUL - PR	2	SUP
TA C 8	ITA	AID	ITAPIRAPUÃ - SP	1	SUP
TA C 9	NEO	AID	ITAPIRAPUÃ - SP	1	0-5 cm
TA C 10	ITA	AID	DR. ULYSSES - PR	3	SUP
TA C 11	ITA	ADA	CERRO AZUL - PR	3	50-65 cm
TA C 12	ITA	ADA	CERRO AZUL - PR	3	0-13 cm
TA C 13	ITA	ADA	CERRO AZUL - PR	2	0-10 cm
TA C 14	ITA	ADA	CERRO AZUL - PR	2	SUP
TA C 15	ITA	ADA	CERRO AZUL - PR	2	SUP
TA C 16	ITA	AID	CERRO AZUL - PR	3	0-8 cm
TA C 17	ITA	AID	DR. ULYSSES - PR	2	SUP
TA C 18	ITA	AID	DR. ULYSSES - PR	2	SUP
TA C 19	ITA	ADA	CERRO AZUL - PR	2	0-15 cm
TA C 20	ITA	ADA	CERRO AZUL - PR	2	SUP
TA C 21	ITA	ADA	DR. ULYSSES - PR	3	0-15 cm

A seguir são feitas algumas recomendações, considerando-se os estudos efetuados:

Área Diretamente Afetada (ADA)

Considerando-se que das três abordagens efetuadas na área diretamente afetada pelo empreendimento (1991, 1994/95 e 2004), resultou a localização de 46 pontos com evidências de atividades humanas pretéritas, sendo que 11 já tiveram processo de resgate em 1994, atestando que o espaço foi densamente povoado por grupos tribais heterogêneos. No traçado da Linha de Transmissão encontram-se os sítios PRBS5 – Sítio Indígena Lodaçal e PRBSL 1- Indício Lítico, sendo que ambos já foram objeto de estudo e resgate em 1994/1995. A implantação da UHE Tijuco Alto acarretará danos irreversíveis a este patrimônio remanescente de indícios de sítios, recomenda-se que:

- ✓ o trecho seja atendido em caráter prioritário através da execução de um programa de salvamento arqueológico;
- ✓ este trabalho seja desenvolvido paralela e concomitantemente às obras de engenharia civil;
- ✓ seja efetuada vistoria prévia, por arqueólogos, nos traçados das estradas vicinais que forem relocadas.
- ✓ se constatadas jazidas paleontológicas na área, seja contratado um paleontólogo e, que o trabalho seja realizado conjuntamente com o arqueólogo, mediante a importância que representa para a arqueologia a localização de resíduos de atividades humanas junto à fauna extinta, atestando assim a sua contemporaneidade.
- ✓ seja implantado um subprograma visando à educação patrimonial da população, o qual poderá ser desenvolvido concomitantemente às atividades de campo.
- ✓ o programa seja dotado de recursos próprios e, todos os profissionais envolvidos sejam remunerados pelos serviços prestados.

- ✓ a empresa crie um espaço para depósito do material coletado durante o desenvolvimento do programa de salvamento arqueológico.

- ✓ os resultados obtidos pelo programa de salvamento arqueológico sejam publicados e distribuídos a museus, bibliotecas e outros pesquisadores tanto no Brasil como no exterior, assim como a escolas.

- ✓ a criação de um espaço cultural, o qual poderia enfocar não somente a história da região, como outras áreas de pesquisa, tornando-se um centro educativo junto à comunidade.

- ✓ o licenciamento junto ao Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN) para execução do programa de salvamento seja obtido pelo coordenador do programa ou, pela instituição que vier a desenvolvê-lo.

Área de Influência Direta (AID)

Nas áreas limítrofes ao reservatório computando-se todas as abordagens efetuadas desde 1991, foram localizados 22 pontos com vestígios de ocupação humana. Considerando-se que estes 22 pontos poderão ser alcançados seja pela relocação de estradas, linhas de energia, recomenda-se:

- ✓ sejam atendidas através da execução de planos de monitoramento, os quais deverão ser encaminhados à empresa pela equipe responsável pela execução dos trabalhos de salvamento.;

- ✓ seja efetuado o acompanhamento periódico, por arqueólogos, das margens do reservatório. A oscilação de seu nível, com a conseqüente erosão das margens poderá expor resíduos arqueológicos. Os sítios que porventura forem registrados deverão ser cadastrados e, o material arqueológico, resgatado. Para o desenvolvimento desta atividade deverá ser elaborado plano de trabalho pelo coordenador do programa de salvamento e, encaminhado à empresa empreendedora.

- ✓ se constatada a existência de sítios especiais pré-históricos ou históricos, seja encaminhada proposição à empresa, pelo grupo executante do trabalho, para o seu aproveitamento múltiplo educativo e turístico.

- ✓ se registrada a presença de jazidas paleontológicas, especialista seja contratado e, o trabalho seja executado concomitantemente com os de arqueologia.

- ✓ os resultados dos trabalhos efetuados nessas áreas sejam publicados e distribuídos a instituições afins, como museus, bibliotecas, escolas e outros pesquisadores.

- ✓ seja obtida licença para o desenvolvimento dessas atividades junto ao Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN), pelo coordenador do programa ou pela instituição que vier a executá-lo

14.4.7. Alteração de Locais de Interesse para o Patrimônio Histórico e Cultural

São apresentadas, a seguir, as principais interferências do reservatório sobre os locais de interesse histórico, cultural e turístico, compreendendo patrimônio edificado, locais de patrimônio histórico e cultural.

Cerro Azul

- ✓ Importante reminiscência da imigração estrangeira, o Cemitério dos Blum será afetado

pela formação do reservatório. Encontra-se desativado, mas ainda é visitado pelos descendentes dos sepultados.

- ✓ A Capela Nossa Senhora do Carmo, localizada em Mato Preto, representa edificação de valor cultural. Neste local são realizadas comemorações e festejos da comunidade e, principalmente, a festa em homenagem à Nossa Senhora do Carmo.

Adrianópolis

- ✓ Cemitério das Onças (próximo ao córrego das Onças), ainda visitado pelos descendentes dos ali sepultados, será afetado pela formação do reservatório.

- ✓ O edifício de madeira que abriga a *Assembléia de Deus em Curitiba,* localizado na zona rural de Adrianópolis, apresenta elementos típicos da arquitetura regional, como o alpendre e o porão. O bem será afetado pela formação do reservatório da UHE Tijuco Alto.

- ✓ Na área rural do município, encontram-se muitas residências de madeira, com elementos arquitetônicos e construtivos característicos das habitações no norte do Paraná e representam a riqueza cultural das zonas rurais da área em estudo. Dois destes imóveis serão afetados pela formação do reservatório da UHE Tijuco Alto.

- ✓ A Igreja São José do Operário, localizada no Bairro Rural do Rocha, é uma edificação que representa a importância da atividade minerária no município. Esta edificação situada na Vila do Rocha será afetada pela implantação da UHE Tijuco Alto

Ribeira

Os bens do Patrimônio Histórico e Cultural de Ribeira não serão afetados pela construção da UHE Tijuco Alto.

Itapirapuã

Os bens do Patrimônio Histórico e Cultural de Itapirapuã Paulista não serão afetados pela construção da UHE Tijuco Alto.

14.4.8. Patrimônio Turístico

Cerro Azul

O município de Cerro Azul conta com diversos atrativos naturais, representados por rios, cavernas e parques naturais. São eles:

- ✓ *Rio Ribeira* tem potencialidades para atividades de lazer e turismo, pois possui leves corredeiras que poderiam ser usadas para a prática do rafting, e que deverão ser submersas pela implantação da UHE Tijuco Alto.

- ✓ *Gruta do Bom Sucesso*, situada na localidade rural de Bom Sucesso, na cota 337 m. Dista, aproximadamente, 10 km do centro da cidade. Sem nenhuma infra-estrutura de apoio, no interior da gruta existem dois salões com espeleotemas e um pequeno lago sem grande apelo turístico. A gruta recebe visitas de muitos estudantes, o que vem acarretando a degradação dos espeleotemas. O acesso à Gruta poderá ser afetado pela construção da UHE Tijuco Alto.

Diversas casas na vila do Rocha e no bairro do Mato Preto, construídas sob forte influência européia, típicas na região sul do Brasil, também desaparecerão com o reservatório.

O patrimônio histórico, cultural, e arquitetônico da área é de grande valor, evidenciado principalmente no Município de Cerro Azul, em virtude de constituir testemunho da imigração estrangeira, da arquitetura do Segundo Império e da arquitetura vernacular local.

Além disto, ocorrem exemplares construídos no estilo eclético, representando, ainda, a época de maior crescimento e fastígio da região, em meados do século XIX.

A importância deste impacto irreversível e de ocorrência certa é média, em virtude de não serem atingidos exemplares únicos do patrimônio histórico e cultural local, pois existem outros exemplares semelhantes deste patrimônio nas zonas urbanas dos municípios afetados, não atingidas pelo reservatório. O impacto é irreversível e de ocorrência certa.

Como visto, alguns locais onde são realizadas manifestações culturais serão atingidos, o que implica na necessidade de abordar estas situações no programa de comunicação social, previsto para ser realizado, com a finalidade de colher as sugestões da população atingida, no sentido de ser compensada pelas perdas.

14.4.8.1. Formação de Locais de Interesse Turístico

A alteração que irá ocorrer na fase final da implantação da UHE Tijuco Alto, quando do enchimento do reservatório, tem aspectos positivos se considerarmos que o lago terá uma grande potencialidade paisagística, podendo atrair atividades de recreação e lazer, potencial este reforçado pela proximidade da área em estudo à Região Metropolitana de Curitiba.

O reservatório de Tijuco Alto, no rio Ribeira, pode ser aproveitado para atividades turísticas e de lazer, propiciando novas oportunidades de desenvolvimento do turismo em toda a área de influência do empreendimento. Isso poderá acrescentar valor à atratividade turística da área que, atualmente, não apresenta significativo desenvolvimento, podendo ser associado a outras atrações turísticas próximas da área, através de divulgação adequada.

Um plano de aproveitamento turístico do reservatório deverá ser associado a outras atrações turísticas e culturais da região e deverá ter divulgação adequada.

A importância do impacto é média, pois a área já apresenta atrações turísticas, só não tendo maior desenvolvimento no setor, devido à falta de infra-estrutura e divulgação.

Este impacto, diretamente relacionado à nova paisagem criada pelo reservatório é permanente e irreversível, perdurando ao longo de vida útil da usina.