

3. AVALIAÇÃO DOS EFEITOS CUMULATIVOS E SINÉRGICOS DOS IMPACTOS AMBIENTAIS NA BACIA DO RIO RIBEIRA PELOS PROJETOS DE USINAS HIDRELÉTRICAS TIJUCO ALTO, ITAÓCA, FUNIL E BATATAL.

3.1. INTRODUÇÃO

Os estudos para aproveitamento múltiplo do rio Ribeira de Iguape foram desenvolvidos ao longo de mais de quatro décadas. Vários estudos de partição de queda foram realizados até que a “Avaliação Ambiental Comparativa das Alternativas de Partição de Queda” realizada pela CESP, no início dos anos 90 (considerando aspectos ambientais, de potência de geração e controle de cheias) concluiu que a alternativa mais favorável de partição de queda contemplava a construção de quatro usinas hidrelétricas, localizadas na Figura 3.1/01 e cujas características são descritas abaixo.

QUADRO 3.1/01 – CARACTERÍSTICAS DOS APROVEITAMENTOS HIDRELÉTRICOS PREVISTOS

Aproveitamento	N.A. Montante (m)	Potência Instalada (MW)	Área do Reservatório (km ²)
Tijuco Alto	303	144	51,8
Itaóca	150	30	3,5
Funil	135	150	34,2
Batatal	67	75	22,9

Fonte: CESP, 1993, “Aproveitamento Múltiplo do Rio Ribeira de Iguape – Avaliação Ambiental Comparativa das Alternativas de Partição da Queda”, Relatório Final, SP.

A concessão para o UHE Tijuco Alto pertence à Companhia Brasileira de Alumínio – CBA. As concessões para os aproveitamentos Itaóca, Funil e Batatal já pertenceram à Companhia Energética de São Paulo – CESP, estando sem empreendedores interessados, no presente. Estudos realizados pelo Departamento de Águas e Energia Elétrica (DAEE) da Secretaria Estadual de Recursos Hídricos, Saneamento e Obras de São Paulo em 1998 recomendaram a construção da usina de Tijuco Alto bem como as de Itaóca, Funil e Batatal. Além da geração de energia, a construção dos reservatórios, sobretudo o de Tijuco Alto, teria como finalidade a contenção de águas responsáveis pelas inundações da região.

Para implantar a UHE Tijuco Alto, a CBA, responsável legal pela concessão, elaborou este Estudo de Impacto Ambiental baseando-se no Termo de Referência apresentado pelo IBAMA, em julho de 2004, o qual teve por finalidade fornecer subsídios técnicos capazes de nortear o desenvolvimento de estudos de diagnóstico da qualidade ambiental atual da área de implantação do empreendimento e de sua área de inserção, na bacia hidrográfica do rio Ribeira de Iguape. A partir do diagnóstico realizado, os estudos possibilitaram a avaliação integrada dos impactos ambientais relacionados especificamente com a implantação da UHE Tijuco Alto e dos impactos cumulativos e sinérgicos, resultantes de uma eventual implantação dos demais projetos inventariados e propostos na área de inserção.

Assim, o Estudo de Impacto Ambiental / Relatório de Impacto Ambiental elaborado para obtenção da Licença Prévia da UHE Tijuco Alto, atendendo ao Termo de Referência emitido pelo IBAMA, apresenta a Avaliação dos Efeitos Cumulativos e Sinérgicos dos Impactos Ambientais dos Empreendimentos Tijuco Alto, Itaóca, Funil e Batatal, como um de seus itens.

3.2. OBJETIVO

O objetivo geral deste capítulo é apresentar a avaliação dos efeitos cumulativos e sinérgicos decorrentes da implantação dos empreendimentos hidrelétricos Tijuco Alto, Itaóca, Funil e Batatal, previstos para o rio Ribeira de Iguape no seu alto e médio curso.

FIGURA 3.1/01 – LOCALIZAÇÃO DOS EIXOS DAS BARRAGENS PREVISTAS PARA O RIO RIBEIRA

Como objetivos específicos desta análise serão avaliados os impactos individuais de cada uma das hidrelétricas previstas, bem como os impactos decorrentes da implementação do conjunto das quatro hidrelétricas, empregando modelo quantitativo e levando em consideração os efeitos de sinergia.

3.3. JUSTIFICATIVA

O Termo de Referência para o Estudo de Impacto Ambiental da UHE Tijuco Alto emitido pelo IBAMA, solicita que seja realizada uma avaliação dos efeitos cumulativos e sinérgicos da implantação dos quatro aproveitamentos no rio Ribeira de Iguape.

A exigência do órgão ambiental justifica-se pela necessidade de se avaliar não só os impactos gerados por um único empreendimento, mas também de examinar como se comportam esses impactos quando se considera o conjunto de hidrelétricas previstas para o rio Ribeira de Iguape no que diz respeito aos seus efeitos cumulativos e sinérgicos. As informações geradas por este estudo proporcionam aos diversos grupos de interesse uma visão dos impactos gerados pela implantação de um único empreendimento e pela implantação do conjunto de empreendimentos.

Para a avaliação dos efeitos de sinergia decorrentes da implantação dos barramentos inventariados ao longo da bacia hidrográfica, serão então estudados os impactos ambientais sobre os recursos hídricos, ecossistemas aquáticos e terrestres e aspectos sociais e econômicos.

3.4. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A Avaliação de Efeitos Cumulativos de Impactos Ambientais tem como uma de suas definições mais correntes: “o impacto ambiental resultante do adicional de impacto de determinada ação quando adicionada a outros impactos passados, presentes e/ou previsíveis no futuro, independentemente do causador do impacto” (Council on Environmental Quality, 1978). Os impactos cumulativos podem resultar de pequenas ações individuais que se tornam significativas quando tomadas coletivamente sobre um determinado período de tempo, e sua avaliação tem sido incluída na legislação ambiental e termos de referência de estudos de impacto ambiental de muitos países.

Para a condução da avaliação de efeitos cumulativos devem ser considerados oito princípios básicos:

- ✓ Os efeitos cumulativos são causados pela agregação de ações passadas, presentes e previsíveis no futuro.
- ✓ Os efeitos cumulativos são os efeitos totais, diretos e indiretos, sobre um dado recurso natural, ecossistema ou comunidade humana.
- ✓ A análise dos efeitos cumulativos deve se dar em termos do recurso natural específico, ecossistema ou comunidade sendo afetada.
- ✓ A lista dos impactos ambientais deve focar sobre aqueles verdadeiramente significativos.
- ✓ Os impactos cumulativos raramente estão alinhados com fronteiras políticas ou administrativas.
- ✓ Os efeitos cumulativos podem resultar da acumulação de impactos similares ou da interação sinérgica de diferentes efeitos.

- ✓ Efeitos cumulativos podem durar por muitos anos além da duração da ação que causou o efeito.
- ✓ Cada recurso, ecossistema e comunidade afetada devem ser analisados em termos da sua capacidade para acomodar efeitos adicionais, baseada nos seus próprios parâmetros de tempo e espaço.

Uma forma pragmática de delinear os impactos ambientais cumulativos potenciais de um dado projeto ou conjunto de projetos envolve quatro passos básicos:

- ✓ Identificação e descrição de todos os aspectos relevantes da avaliação.
- ✓ Identificação do uso da terra e dos outros projetos previstos.
- ✓ Identificação dos sistemas ou componentes ambientais relevantes que podem ser afetados.
- ✓ Identificação de outras interações que podem ser importantes.

3.4.1. Conceitos Utilizados

3.4.1.1. Avaliação dos Impactos

Uma das premissas básicas deste estudo é que os impactos podem ser mensurados. A essa medida, atribuída aos impactos, chamar-se-á Magnitude. De fato, alguns componentes dos impactos são passíveis de medição, como por exemplo, a área inundada, área a ser desmatada entre outros. No entanto, a magnitude do impacto em si, na maioria dos casos, se não sempre, carece de interpretação e avaliação de um especialista. Considere por exemplo, a inundação de 100 ha em uma área desértica. Esse impacto, muito provavelmente, teria uma magnitude menor que a inundação de um único hectare em uma área central de uma metrópole. Isso reforça a importância do papel desempenhado pelo especialista na avaliação dos impactos. A partir de informações objetivas, quantitativas ou qualitativas, conhecimento da realidade e experiência pessoal, entre outros, caberá ao especialista formular uma medida subjetiva da magnitude do impacto. Esse tipo de avaliação é bastante comum em diversas áreas da ciência. Para o presente estudo adotou-se um sistema de atribuição de escores baseando-se em uma escala pré-definida, com valores entre zero e dez, e intervalos de classe correspondendo às magnitudes dos impactos. Essa escala, devido ao caráter subjetivo da avaliação, não é necessariamente linear, no sentido de que um valor 4 seria duas vezes superior a um valor 2, mas deve apresentar a propriedade de ser uma medida ordinal. Essa propriedade permite que os impactos ou os empreendimentos possam ser ordenados de acordo com as magnitudes de seus impactos. Embora de caráter subjetivo, o sistema de avaliação por escore permite a quantificação dos impactos e o estabelecimento de diversos níveis de agregação, desde a magnitude total dos impactos até o seu nível mais desagregado de um impacto específico.

3.4.1.2. Componentes-Síntese

Como auxiliar para uma análise de impactos, uma vez que tenham sido estabelecidas suas magnitudes, os impactos podem ser agregados em diversos níveis. Particularmente, impactos semelhantes que dizem respeito a um mesmo objeto de estudo podem ter as suas magnitudes agregadas. A essa agregação de impactos de uma mesma “família” definiu-se como componente-síntese. Num sistema de avaliação por escore, o valor da magnitude de um componente-síntese expressa a magnitude do conjunto dos impactos de uma mesma “família”. Dessa forma, um conjunto de impactos específicos relacionados com a água (quantidade, qualidade, usos etc.) foram agregados em um componente-síntese para

recursos hídricos. Para essa agregação foi utilizado um sistema de pesos, ou fatores de ponderação que reflete a importância relativa de cada um desses impactos específicos no componente-síntese.

3.4.1.3. Efeito Cumulativo

Quando se trata de avaliar os impactos de diversos empreendimentos, previstos para serem implementados em uma mesma região, surge a necessidade de se distinguir, na magnitude total dos impactos, qual a parcela que se deve a cada um dos empreendimentos e qual a parcela que se deve a um efeito conjunto de dois ou mais empreendimentos.

Define-se como efeito cumulativo de um impacto aquele cujo fato gerador deve-se a implementação de um único empreendimento entre os diversos previstos para a região em estudo. Num contexto quantitativo isso equivale ao valor da magnitude do impacto avaliada num cenário onde, cada um por sua vez, apenas um dos empreendimentos é implementado. Do ponto de vista operacional o especialista deverá atribuir um escore considerando como fato gerador, e suas implicações, apenas aqueles devidos ao empreendimento em estudo. Esse tipo de avaliação seria, então, repetido para cada um dos empreendimentos que se pretenda estudar.

3.4.1.4. Efeito Sinérgico

Quando mais que um empreendimento é implementado pode ocorrer que, o impacto de um empreendimento associado ao mesmo impacto de um outro empreendimento, produza um efeito total diferente daquele que seria obtido pela adição dos impactos individuais. Essa diferença poderá ocorrer em função de eventuais sinergias. O efeito sinérgico de um impacto é definido como a diferença entre o valor da magnitude do impacto num cenário, onde dois ou mais empreendimentos são implementados, e o valor da magnitude do impacto num cenário onde cada um por sua vez, apenas um dos empreendimentos seria implementado. No contexto quantitativo adotado para esta avaliação, o efeito sinérgico corresponde à diferença entre o efeito cumulativo total dos impactos decorrentes da implantação de cada empreendimento considerado de forma individual (Cenário I) e o efeito cumulativo total dos impactos quando considerada a implantação dos empreendimentos em cascata (Cenário II).

3.4.2. Procedimentos Metodológicos para a Realização da Avaliação de Impactos

No contexto da avaliação dos impactos cumulativos e sinérgicos referentes aos empreendimentos hidrelétricos inventariados e/ou propostos para o trecho do rio Ribeira de Iguape até a cidade de Registro (excluída a bacia do rio Juquiá), foi considerado um diagnóstico em âmbito macro-regional – Área de Abrangência Regional (AAR), escala 1:500.000. A Figura 3.4.2/01 apresenta a Área de Abrangência Regional considerada neste estudo (para o EIA existem outras Áreas de Influência) e na qual foram analisados os componentes-síntese específicos que permitiram a avaliação comparativa dos efeitos negativos dos aproveitamentos considerados. A AAR foi delimitada considerando-se a bacia hidrográfica do rio Ribeira de Iguape e de seus afluentes, da nascente até a cidade de Registro.

FIGURA 3.4.2/01 – ÁREA DE ABRANGÊNCIA REGIONAL - AAR

Para a realização dos estudos de impactos cumulativos e sinérgicos, foram utilizadas três cartas topográficas na escala 1:500.000 do IBGE, conforme consta no volume de Anexos II (Memoriais Técnicos), como material de apoio. Imagens de satélite também foram utilizadas, valendo-se dos seguintes produtos em papel e meio digital:

- Imagem de satélite Landsat 7 Sensor ETM, em escala 1:500.000, Composição Colorida Falsa Cor – RGB/543. Mosaico de imagens a partir das imagens WRS 221/77, data de passagem 11/10/2002; 220/77, de 02/09/2002; 221/78, de 17/03/2002 e 220/78 de 02/09/2002.

A partir de imagens de satélite foram produzidos mapas básicos de uso dos solos dos reservatórios Itaóca, Funil e Batatal para avaliação dos níveis de conservação da vegetação nas áreas afetadas pelos lagos destes empreendimentos. Esses mapas foram checados durante a campanha de campo.

Foram utilizados recortes para os empreendimentos inventariados de Itaóca, Funil e Batatal, todos na escala 1:50.000, Composição Colorida Falsa Cor RGB/543, com cena e data de passagem 220/77 de 02/09/2002.

Quanto aos trabalhos de campo, realizou-se campanha para avaliação de impactos nas áreas dos quatro empreendimentos projetados para a bacia do rio Ribeira de Iguape: Tijuco Alto, Funil, Itaóca e Batatal. Essa partição de queda corresponde à alternativa II do Inventário realizado pela CESP em 1993. A campanha de campo foi realizada entre 28 e 31 de março de 2005 e consistiu em percorrer-se por terra os trechos próximos ao rio desde o eixo de Tijuco Alto até o eixo de Batatal. Após essa vistoria foi realizado um sobrevôo nas áreas dos reservatórios dos quatro empreendimentos projetados, percorrendo-se o trecho entre o remanso de Tijuco Alto e o eixo de Batatal.

Para o percurso terrestre seguiu-se pela margem direita do rio Ribeira, a partir do remanso do reservatório Itaóca até o remanso do reservatório Funil. O braço do rio Pardo foi vistoriado pela sua margem esquerda. A margem esquerda do rio foi percorrida a partir de Itaóca, passando pelo local do eixo e seguindo em direção ao município de Iporanga. A partir daí seguiu-se novamente pela margem direita do rio Ribeira até o eixo de Batatal. No retorno vistoriou-se o rio Pardo pela sua margem direita.

Observou-se o padrão de ocupação populacional, núcleos e formas de produção. Verificaram-se também, os aspectos relativos à qualidade da água, identificação de fontes poluidoras, processos de erosão e assoreamento e as condições de uso e ocupação dos solos das bacias.

Como base de dados para a avaliação dos impactos cumulativos e sinérgicos foram considerados os diagnósticos ambientais a nível macro-regional e utilizadas as informações contidas nos estudos disponíveis de inventário/viabilidade, complementados com fontes secundárias e primárias, quando necessário.

As variáveis ambientais estabelecidas para a avaliação dos impactos como componentes-síntese, bem como os fatores ambientais selecionados para cada componente foram definidos por especialistas de cada área, sendo submetidas ao critério de ocorrência comum nos diversos empreendimentos. Sua seleção como indicador levou em consideração a magnitude e o grau de importância de seu impacto na região específica em estudo e têm sua seleção justificada no item 3.4.4.

O Modelo Quantitativo adotado para comparar os impactos relativos a cada um dos empreendimentos, bem como para avaliar o conjunto dos impactos e o grau de sinergia tem sua descrição apresentada no item 3.4.3.

Os atributos físicos referentes aos aspectos geológicos, geomorfológicos, pedológicos, de recursos hídricos e climáticos se constituíram na base para a compreensão das dinâmicas biológicas e socioeconômicas que ocorrem na região.

3.4.3. Modelo Quantitativo Adotado

Apresenta-se a seguir uma formulação matemática de um modelo para avaliação de impactos considerando os efeitos cumulativos e os efeitos sinérgicos.

Seja $u = 1, 2, 3, \dots, u$ os empreendimentos projetados no trecho do rio em análise;

Seja $t = 1, 2, 3, \dots, t$ os indicadores de impacto específicos;

Seja $j = 1, 2, 3, \dots, j$ os cenários considerados;

Seja $i = 1, 2, 3, \dots, i$ componentes-síntese de impactos;

Define-se,

E_{iu}^j : t -ésimo indicador específico do componente-síntese i do empreendimento u no cenário j ;

F_{iu} : fator de ponderação do t -ésimo indicador específico do componente-síntese i do empreendimento u , comum em todos os cenários j ;

$C_{iu}^j = \sum_{t=1}^t E_{iu}^j \cdot F_{iu}$, como o i -ésimo componente-síntese do empreendimento u no cenário j ;

$P_u^j = \frac{1}{i} \sum_{i=1}^i C_{iu}^j = \frac{1}{i} \sum_{i=1}^i \sum_{t=1}^t E_{iu}^j \cdot F_{iu}$: indicador de impacto total do empreendimento u no cenário j ;

Seja $G^j = \sum_{u=1}^u P_u^j = \frac{1}{i} \sum_{u=1}^u \sum_{i=1}^i C_{iu}^j = \frac{1}{i} \sum_{u=1}^u \sum_{i=1}^i \sum_{t=1}^t E_{iu}^j \cdot F_{iu}$ o indicador de impacto global para os u empreendimentos considerados no cenário j . Esse indicador mede o efeito global dos impactos dos u empreendimentos do cenário j .

Define-se um cenário ($j = j_1$) onde apenas um empreendimento, dos u empreendimentos do cenário j é implementado por vez.

Então, pode-se definir $G_c^{j_1} = \sum_{u=1}^u P_u^{j_1} = \frac{1}{i} \sum_{u=1}^u \sum_{i=1}^i C_{iu}^{j_1} = \frac{1}{i} \sum_{u=1}^u \sum_{i=1}^i \sum_{t=1}^t E_{iu}^{j_1} \cdot F_{iu}$ como o efeito cumulativo dos u empreendimentos do cenário j . Se do efeito total G^j subtrair-se o efeito cumulativo $G_c^{j_1}$ temos o efeito sinérgico G_s^j , dado por

$$G_s^j = G^j - G_c^{j_1}$$

$$G_s^j = \sum_{u=1}^u P_u^j - \sum_{u=1}^u P_u^{j_1} = \sum_{u=1}^u (P_u^j - P_u^{j_1})$$

$$G_s^j = \frac{1}{i} \sum_{u=1}^u \sum_{i=1}^i C_{iu}^j - \frac{1}{i} \sum_{u=1}^u \sum_{i=1}^i C_{iu}^{j_1} = \frac{1}{i} \sum_{u=1}^u \sum_{i=1}^i (C_{iu}^j - C_{iu}^{j_1}) \quad (1)$$

$$G_s^j = \frac{1}{i} \sum_{u=1}^u \sum_{i=1}^i \sum_{t=1}^t E_{iit}^j \cdot F_{iit} - \frac{1}{i} \sum_{u=1}^u \sum_{i=1}^i \sum_{t=1}^t E_{iit}^{j_1} \cdot F_{iit}$$

$$G_s^j = \frac{1}{i} \sum_{u=1}^u \sum_{i=1}^i \sum_{t=1}^t (E_{iit}^j - E_{iit}^{j_1}) F_{iit} \quad (2)$$

Em (1), cada parcela $(C_{iu}^j - C_{iu}^{j_1})$ do somatório i mostra o efeito sinérgico da construção dos u empreendimentos do cenário j sobre o componente-síntese i .

Em (2), cada parcela $(E_{iit}^j - E_{iit}^{j_1})$ do somatório t mostra o efeito sinérgico da construção dos u empreendimentos do cenário j sobre o impacto específico E_{ii} .

Caberá ao especialista uma análise subjetiva para a definição dos indicadores de Impacto Específicos E_{ii} e seus fatores de ponderação F_{ii} . Uma vez estabelecidos os Indicadores Específicos e seus Fatores de Ponderação o especialista deverá atribuir valores para os impactos específicos segundo uma escala de avaliação como segue:

QUADRO 3.4.3/01 - VALORES ATRIBUÍDOS AOS IMPACTOS ESPECÍFICOS.

ESCALA	SIGNIFICADO
0 a 1,0	Impacto ausente ou muito baixo
1,1 a 3,0	Baixo impacto
3,1 a 6,0	Médio impacto
6,1 a 9,0	Alto impacto
9,1 a 10	Impacto muito alto ou inviável

Fonte: CNEC, 2005.

Essa escala de avaliação é construída para atribuição de valores (score) entre 0 (zero) e 10 pontos para os Impactos Específicos E . Essa escala pode ser usada para avaliação dos impactos totais do empreendimento u , P_u .

No caso da avaliação dos impactos globais (acumulados e sinérgicos) (G^j, G_c^j, G_s^j) a escala deverá ser ajustada multiplicando-se seus valores pelo número de empreendimentos u do cenário j .

3.4.4. Modelo para a Bacia do Rio Ribeira de Iguape

O modelo a ser utilizado é uma adaptação do modelo geral onde são considerados 4 empreendimentos, 2 cenários, 4 componentes-síntese e 4 indicadores de impactos específicos para cada componente-síntese. O modelo é apresentado de forma simplificada a favor da compreensão, seguindo, no entanto, todos os princípios do modelo geral.

Este estudo de impactos cumulativos e sinérgicos visa a obtenção de uma ordenação dos

empreendimentos (Tijuco Alto, Itaóca, Funil e Batatal) de acordo com a magnitude dos impactos ambientais previstos para a situação com a implementação dos projetos.

O resultado mínimo, que deverá constituir a base para análises e conclusões, consiste na obtenção de um indicador de impacto global G , com expressão numérica, que represente o impacto global dos quatro empreendimentos. Ainda, este indicador deverá ser passível de decomposição em diversos níveis:

Se G é o indicador de impacto de nível 1 então:

P_T - Indicador de impacto total para Tijuco Alto

P_I - Indicador de impacto total para Itaóca

P_F - Indicador de impacto total para Funil

P_B - Indicador de impacto total para Batatal

serão indicadores de nível 2, cada um para um dos quatro empreendimentos.

Cada um dos quatro indicadores de nível 2, deverão ser passíveis de desagregação em seus componentes-síntese que serão, então, os indicadores de nível 3 como segue, onde o subscrito "u" refere-se ao empreendimento, podendo assumir os valores = T (referente a Tijuco Alto), I (referente a Itaóca), F (referente a Funil) e, B (referente a Batatal):

Ca_u – componente-síntese para o Uso e Qualidade das Águas

Cp_u – componente-síntese para Ecossistemas Aquáticos

Ce_u – componente-síntese para Ecossistemas Terrestres

Cm_u – componente-síntese para Modos de Vida

Por sua vez, cada componente-síntese é passível de desagregação em seus indicadores de impacto específicos (E), que serão os indicadores de nível 4. O número de indicadores específicos (E) pode ser variável para cada componente-síntese, dependendo de avaliação do especialista. Neste estudo foram utilizados 4 indicadores específicos (E) para cada componente-síntese.

A magnitude do impacto será representada pelo valor assumido por (E) que respeitará o que segue:

- ✓ (E) assumirá valores dentro do intervalo de 0 (zero) até 10;
- ✓ Quanto maior o valor de (E) maior a magnitude do Impacto.

Na avaliação da magnitude do impacto específico (E) será utilizada a seguinte escala para atribuição do escore:

QUADRO 3.4.4/01 - VALORES ATRIBUÍDOS AOS IMPACTOS ESPECÍFICOS

ESCALA	SIGNIFICADO
0 a 1,0	Impacto ausente ou muito baixo
1,1 a 3,0	Baixo impacto
3,1 a 6,0	Médio impacto
6,1 a 9,0	Alto impacto
9,1 a 10	Impacto muito alto ou inviável

Fonte: CNEC, 2005.

Essa mesma escala será utilizada para a interpretação dos valores dos impactos totais de um empreendimento em particular (P_T, P_I, P_F, P_B) e, também para interpretação dos valores dos componentes-síntese ($C_{a_u}, C_{p_u}, C_{e_u}, C_{m_u}$).

O valor dos Componentes-Síntese será obtido pela média ponderada dos seus indicadores de impacto específicos (E). Os fatores de ponderação serão definidos pelos especialistas e deverão refletir a importância relativa de cada indicador de impacto específico (E) no valor do componente-síntese. Os fatores de ponderação, para cada indicador de impacto específico, serão os mesmos para os quatro empreendimentos.

O efeito total é dado por: $G = P_T + P_I + P_F + P_B$, cuja magnitude deverá ser interpretada pela seguinte escala:

QUADRO 3.4.4/02 – VALORES ATRIBUÍDOS AO CONJUNTO DE IMPACTOS

ESCALA	SIGNIFICADO
0 a 4,0	Impacto ausente ou muito baixo
4,1 a 12,0	Baixo impacto
12,1 a 24,0	Médio impacto
24,1 a 36,0	Alto impacto
36,1 a 40,0	Impacto muito alto ou inviável

Fonte: CNEC, 2005.

3.4.4.1. Componentes-Síntese Selecionados para a Avaliação

Neste item estão descritas as características dos componentes-síntese empregados na avaliação dos efeitos cumulativos e sinérgicos da implantação dos quatro empreendimentos hidrelétricos na bacia do rio Ribeira de Iguape, bem como a justificativa para sua adoção. Apresenta-se uma descrição dos componentes-síntese a partir da especificação dos indicadores de impacto específicos para os quais elaboraram-se indicadores de magnitude. A avaliação dos impactos será feita a partir das magnitudes dos indicadores de impacto específico.

a) Uso e Qualidade das Águas

Para o componente-síntese C_{a_u} – Uso e Qualidade das Águas foram definidos impactos específicos e seus fatores de ponderação, em virtude das justificativas apresentadas a seguir.

Com a transformação de um rio em reservatório ocorrem várias alterações na qualidade da água e na composição da biota. Como causas dessas mudanças citam-se: a redução da velocidade da água, o predomínio dos processos de sedimentação e a inundação de áreas cobertas pela vegetação. A submersão do solo e da vegetação promove a morte das plantas remanescentes. Como consequência da decomposição das matérias orgânicas (do solo e da fitomassa) submersas ocorre a liberação de nutrientes, cuja presença pode provocar

temporariamente a evolução do grau de fertilidade das águas dos reservatórios recém formados. A eutrofização (enriquecimento do corpo hídrico por elementos minerais, especialmente, fósforo e nitrogênio) tem como conseqüência os aumentos das taxas de produção primária, favorecendo, portanto, o crescimento de macrófitas aquáticas. Nos estratos profundos dos reservatórios a decomposição pode gerar um ambiente anaeróbico; essa condição possibilita a dissolução de íons metálicos dos sedimentos.

Pelo exposto, foram selecionados os seguintes impactos específicos e fatores de ponderação para avaliar os efeitos sinérgicos e cumulativos da construção dos reservatórios no rio Ribeira de Iguape:

E₁ – Alteração da Qualidade da Água

O termo “qualidade da água” descreve, basicamente, as características físicas, químicas e biológicas, considerando a adequação do recurso hídrico para um determinado uso. As alterações da qualidade da água em reservatórios dependem de inúmeros processos, os quais estão relacionados com as características geomorfológicas dos sistemas, com os mecanismos de circulação e estratificação (térmica e/ou química), com as relações entre as profundidades das zonas eufótica (região iluminada), afótica (região escura) e máxima, com o tempo de residência da água (TR) e com as interações sedimento-água, que são também reguladas pelo grau de oxigênio da coluna d’água e pelo potencial de oxi-redução do sedimento. Com o represamento da água ocorrem inúmeras alterações nesse contexto, dentre os constituintes mais importantes do impacto citam-se:

a1) Balanço de Oxigênio: oxigênio dissolvido (OD), demanda bioquímica de oxigênio (DBO) e demanda química de oxigênio (DQO)

As concentrações de OD constituem-se num valioso agente de diagnóstico dos ambientes aquáticos, por serem indicadores sensíveis de vários fenômenos biológicos e químicos da água. O OD é uma variável freqüentemente utilizada na caracterização ambiental; as baixas concentrações deste elemento são normalmente induzidas por situações de poluição ou de degradação intensa. O aumento da demanda bioquímica de oxigênio (DBO) em um corpo d’água é, provavelmente, provocado por despejos de origem predominantemente orgânica; desse modo, devido às oxidações inerentes aos processos degradantes, a presença de um alto teor de matéria orgânica pode induzir completa extinção do oxigênio da água, provocando o desaparecimento de peixes e de outros organismos. Por definição, a DQO (demanda química de oxigênio) é uma medida da quantidade de oxigênio necessária para oxidar toda a matéria orgânica (e o eventual material inorgânico reduzido) presente em uma amostra de água.

Durante a formação de reservatórios artificiais, as alterações na qualidade da água devido à submersão da vegetação constituem-se num dos principais impactos sobre o meio biótico. Mesmo com a retirada da vegetação arbórea-arbustiva, ocorrerá ainda, a submersão de solos e da vegetação remanescente das áreas de inundação que deverão consumir oxigênio devido aos processos de estabilização bioquímica, gerando demandas de oxigênio (DBO). No caso da extinção do oxigênio dissolvido, os processos degradantes também ocorrerão, porém regidos por vias anaeróbicas que, normalmente, geram outros produtos intermediários, tais como: H₂S, CH₄, mercaptanos e ácidos orgânicos voláteis.

a2) Eutrofização (incremento nas concentrações de nitrogênio e de fósforo)

A adução de fertilizantes originários de atividades agrícolas e agropecuárias para os cursos d’água, somado com a descarga de efluentes residenciais e industriais, leva esses ambientes a uma condição de eutrofização, ou seja, induz o sistema hídrico a uma condição de desequilíbrio, caracterizado pela grande disponibilidade de nutrientes (nitrogênio e

fósforo); podendo contribuir com crescimento acelerado e descontrolado da comunidade de plantas aquáticas.

Entre as conseqüências indesejáveis da eutrofização citam-se: i) anoxia que causa a morte de peixes e invertebrados e liberação de gases tóxicos (e.g. H_2S , CH_4); ii) florescimento de algas; iii) crescimento excessivo de macrófitas aquáticas interferindo na navegação, aeração e evaporação; iv) produção de substâncias tóxicas por organismos do fitoplâncton (e.g. cianofíceas e diatomáceas); v) deterioração do potencial recreativo do lago devido à diminuição da transparência da água; vi) as interferências nos usos que envolvem o abastecimento (e.g. dessedentação, abastecimento doméstico); vii) aumento da restrição ao acesso à pesca e as atividades recreativas devido ao aumento de áreas litorâneas colonizadas por macrófitas aquáticas; viii) diminuição do número de espécies e da diversidade de plantas e animais; ix) diminuição na produção de peixes devido a anoxia; x) entupimento das estruturas (grades) de tomadas d'água das turbinas das usinas hidrelétricas, devido à alta produção de biomassa de plantas aquáticas; xi) aumento do potencial de proliferação de vetores de interesse médico-sanitário associado ao crescimento das macrófitas aquáticas; xii) intensificação das demandas bentônicas de oxigênio devido a sedimentação da biomassa de algas; que por sua vez, pode consumir grande parte do OD do hipolímnio, principalmente nos períodos de estratificação.

a3) Colimetria (total e fecal)

As bactérias coliformes são típicas dos intestinos de animais de sangue quente; assim por estarem sempre presentes nas fezes destes animais e de serem de simples determinação, são freqüentemente adotadas como referência para indicar e medir a grandeza da poluição de origem doméstica, revelando assim as características sanitárias da água. O grupo de coliformes totais constitui-se em um grande grupo de bactérias que tem sido isolado de amostras de águas e solos poluídos e não poluídos, bem como de fezes de seres humanos e outros animais de sangue quente. As bactérias do grupo coliforme são uns dos principais indicadores de contaminações fecais, originadas do trato intestinal humano e outros animais. A determinação da concentração dos coliformes assume importância como parâmetro indicador da possibilidade da existência de microorganismos patogênicos, responsáveis pela transmissão de doenças de veiculação hídrica, tais como febre tifóide, febre paratífóide, disenteria bacilar e cólera.

a4) pH

A maioria dos ambientes aquáticos sem interferência antrópica apresenta pH na faixa de 5,0 a 9,0. A importância desta variável reside no fato de que todos os processos biológicos que ocorrem no meio aquático, assim como o caráter tóxico e a solubilidade de alguns compostos são controlados pelo pH. O pH das águas é utilizado como ferramenta em algumas determinações químicas e de interesse ambiental como, por exemplo, a alcalinidade e o CO_2 ; pode ser também um indicativo de mudanças no estado fisiológico de um ambiente. Nas formações de reservatórios, a principal causa da acidificação das águas está associada com a degradação dos detritos remanescentes da bacia de acumulação. Nesse contexto, tanto os processos aeróbios quanto os anaeróbios geram como produto final o CO_2 , que por hidratação, forma o ácido carbônico (H_2CO_3). A acidificação, por sua vez, será mais ou menos intensa em função da alcalinidade (i.e. capacidade neutralizar ácidos pelas presenças de ânions como: OH^- , HCO_3^- ; CO_3^{2-}) da água que, por sua vez, tende a tamponar (ou seja, manter os valores de pH variando dentro de uma faixa restrita) o ambiente.

a5) Compostos tóxicos

Com o florescimento de algas, em conseqüências da eutrofização, pode ocorrer a produção

de substâncias tóxicas. Algumas espécies de algas, em especial as cianobactérias, podem produzir toxinas altamente potentes (hepato e/ou neurotoxinas) e podem também produzir metabólitos que causam gosto e odor, alterando as características organolépticas das águas. Em geral, as algas de água doce identificadas como tóxicas, pertencem ao grupo das algas azuis. O gênero mais freqüentemente citado é *Microcystis*, particularmente as espécies *M. flos-aquae* e *M. aeruginosa*. Outras algas mencionadas como freqüentes, responsáveis por fenômenos de intoxicação com água doce são: *Anabaena* (principalmente *A. flos-aquae*), *Aphanizomenon*, *Coelosphaerium*, *Gloeotrichia*, *Nodularia* e *Nostoc*.

Fator de Ponderação - devido à grande quantidade de alterações no regime hídrico e de variáveis envolvidas (oxigênio dissolvido, DBO, DQO, concentrações de nitrogênio e fósforo, colimetria, pH e compostos tóxicos) foi atribuído, em avaliação da importância relativa, 30% como fator de ponderação ao impacto específico Alteração da Qualidade da Água.

E₂ – Contaminação por Metais Pesados

Os metais pesados ocorrem nas águas nas formas: coloidais, particuladas e dissolvidas, podendo ser encontrados nas formas de hidróxidos, óxidos, silicatos, ou sulfatos e adsorvidos em argila, sílica ou matéria orgânica. As formas solúveis geralmente são íons ou quelatos de compostos organometálicos. A solubilidade dos metais é predominantemente controlada pelo pH das águas, o tipo e a concentração dos ligantes no qual o metal pode estar adsorvido e a da condição de oxi-redução do sistema. A química da água controla as taxas de adsorção e dessorção dos metais entre o sedimento e a coluna d'água. A adsorção remove o metal da coluna d'água e o deposita nos sedimentos. A dessorção devolve o metal para a coluna d'água na qual a recirculação e a bioassimilação podem acontecer. Os metais pesados possuem ação poluente nos ecossistemas e são geralmente muito tóxicos; têm origem geoquímica (*i.e.* composição química da litosfera) ou antrópica (*e.g.* emissões industriais, agrícolas, efluentes domésticos). Entre os principais metais usualmente encontrados citam-se: mercúrio, cádmio, chumbo, zinco, cromo, níquel, selênio, cobre, a platina e o arsênio. Dentre os elementos de análise constituintes do impacto citam-se:

b1) Biodisponibilidade

Para que um elemento possa entrar numa cadeia trófica, ele tem que estar numa forma acessível (*e.g.* o mercúrio só é assimilado pelos níveis tróficos superiores às bactérias na forma orgânica - metil-mercúrio) ao menos para os organismos de um nível trófico (*e.g.* produtores primários, microrganismos).

b2) Bioacumulação

Aumento da concentração de elementos e substâncias tóxicas nos organismos ao longo dos níveis tróficos de uma cadeia alimentar, podendo chegar a teores letais nas espécies do topo da cadeia alimentar. Ocorre preferencialmente com substâncias lipossolúveis, de difícil excreção pelos organismos. Uma vez ingeridas estas substâncias acumulam-se nos tecidos ricos em gordura, tendendo a aumentar a sua concentração ao longo da vida do organismo. Estes incrementos de concentração na cadeia alimentar podem constituir uma ameaça direta para os organismos, assim como para os predadores, inclusive o homem. A bioacumulação é mais freqüente e pronunciada nas cadeias tróficas dos ambientes aquáticos. Sua importância depende da taxa de metabolismo, ou de eliminação dos produtos, considerada em cada organismo aquático.

b3) Contaminação Humana

Em geral, apresenta uma dependência com a biodisponibilidade e com a bioacumulação nos ecossistemas aquáticos para que possa efetivamente atingir a população humana. No

entanto, há casos em que os elementos tóxicos são diretamente assimilados pelos humanos; independente da ocorrência da bioacumulação (e.g. assimilação de Pb em função de emissões gasosas de antidetonante (chumbo-tetraetila) adicionado à gasolina).

Fator de Ponderação - diante do passivo ambiental (biodisponibilidade, bioacumulação) da região em questão e da possibilidade de indução de doenças devido à contaminação humana por metais pesados, o fator de ponderação de 30% foi selecionado para este impacto.

E₃ – Crescimento Excessivo de Macrófitas Aquáticas

As regiões litorâneas dos ecossistemas lênticos (ambientes com baixas velocidades de corrente, por exemplo: lagos e reservatórios) constituem-se nas interfaces (ecótonos) entre os ambientes aquáticos e terrestres. Nestes ambientes, as características morfológicas favorecem, normalmente, a ocorrência de extensas regiões litorâneas e conseqüentemente, o desenvolvimento das comunidades de macrófitas aquáticas. As macrófitas são componentes importantes nos ambientes aquáticos, pois proporcionam locais para reprodução (e.g. local de nidificação de aves e desova de peixes; CASATTI *et al.*, 2003), alimentação (de pequenos mamíferos, peixes e aves; POTT & POTT, 2000) e proteção da fauna aquática. Também auxiliam na proteção e estabilização das margens, porém em certas condições, podem se tornar um grande problema.

Fatores como interferência antrópicas (e.g. lançamentos de efluentes ou drenagem de áreas agrícolas) e modificações hidrológicas (e.g. represamento de água) podem induzir o aparecimento de condições adequadas para a proliferação indesejada das macrófitas aquáticas. A intensa proliferação de macrófitas aquáticas produz elevada quantidade de matéria orgânica, que quando se decompõe libera nutrientes para o ambiente e conseqüentemente, aumentando a velocidade do processo de fertilização das águas. Particularmente, em reservatórios, outros efeitos decorrentes da presença excessiva de macrófitas podem ser relacionados, dentre os mais relevantes assinalam-se: i) o aumento da demanda bioquímica de oxigênio (DBO), em conseqüência da morte e decomposição das plantas; ii) a redução das taxas de trocas gasosas entre o ambiente aquático e a atmosfera; iii) a interferência na produção primária fitoplanctônica e nos demais níveis tróficos; iv) a formação de ambiente favorável para o crescimento de insetos e moluscos com implicação médico-sanitária; v) o incremento da evapotranspiração; vi) a interferência na operação dos sistemas geradores de energia das usinas hidrelétricas pela necessidade de remoção periódica de biomassa vegetal acumulada nas grades de proteção das tomadas d'água; vii) a redução do potencial de usos múltiplos, devido às interferências em atividades tais como: navegação, pesca, natação, esportes náuticos e outras atividades de lazer; viii) a retenção de elementos minerais, tais como o nitrogênio e o fósforo.

Fator de Ponderação - o fator de ponderação de 20% foi selecionado para este impacto, devido às várias interferências que o crescimento excessivo de macrófitas pode induzir (potencial de navegação, perdas de área de lazer e recurso de vetores de importância médico-sanitária).

E₄ – Aumento do Grau de Erosão

A erosão se constitui no desgaste ou arraste da superfície do solo pela intensificação das atividades antrópicas e também pela ação das ondas sobre as margens do(s) reservatório(s).

A tendência de ocorrer erosão a jusante do reservatório está associada à retenção natural de sedimentos promovida pela alteração do regime hídrico do corpo d'água, de ambiente lótico para lêntico. Este processo envolve duas parcelas do material sólido transportado:

- ✓ Material sólido em suspensão, cuja retenção é parcial e se deve ao processo de sedimentação favorecido pelas baixas velocidades de escoamento que ocorrem no corpo do reservatório, e;
- ✓ A parcela decorrente do material sólido de arraste de fundo que é praticamente toda retida pela barreira imposta pelo aproveitamento. Estima-se que esta parcela representa de 10% a 20% do transporte sólido em suspensão.

A água liberada pelo reservatório, com baixas concentrações de material sólido em suspensão, terá potencialmente maior tendência de provocar erosão de margens e leito da calha do sistema hídrico e desestabilização de bancos de areia, recuperando ao longo de seu percurso as concentrações naturais de carga sólida.

A parcela do sedimento em suspensão retida no reservatório é diretamente proporcional ao seu tempo de residência o que permite estabelecer um parâmetro comparativo de análise entre os aproveitamentos participantes da cascata.

Fator de Ponderação – A esse impacto específico atribuiu-se o fator de ponderação de 20%, devido às interferências que o aumento de erosão pode induzir no leito e margens de rio e desestabilização de bancos de areia a jusante.

QUADRO 3.4.4/03 – PONDERAÇÃO PARA OS IMPACTOS ESPECÍFICOS DO COMPONENTE-SÍNTESE USO E QUALIDADE DAS ÁGUAS

IMPACTO ESPECÍFICO (<i>E</i>)	FATOR DE PONDERAÇÃO (<i>F</i>)
<i>E</i> ₁ - Alteração da Qualidade da Água	0,30
<i>E</i> ₂ - Contaminação por Metais Pesados	0,30
<i>E</i> ₃ - Crescimento Excessivo de Macrófitas Aquáticas	0,20
<i>E</i> ₄ - Aumento do Grau de Erosão	0,20

Fonte: CNEC, 2005

b) Ecossistemas Aquáticos

Para o componente-síntese C_{p_u} – Ecossistemas Aquáticos também foram definidos impactos específicos e seus fatores de ponderação. Este componente-síntese é especificado a partir de quatro indicadores de impacto, relativos à ictiofauna:

- ✓ Alteração da Composição Ictiofaunística
- ✓ Alteração da Dinâmica Populacional
- ✓ Quebra do Fluxo Gênico
- ✓ Perda de Riqueza Específica

Tais indicadores contemplam as diferentes temáticas de abordagem relativas aos ecossistemas aquáticos, principalmente no que se refere às questões relativas a ictiofauna, pois abordam tanto aspectos relativos à biodiversidade (composição ictiofaunística e riqueza específica), assim como aqueles relativos a hábitos, tanto alimentares como reprodutivos, quando se analisa as questões relativas à dinâmica populacional e fluxo gênico.

Esses indicadores de impacto podem se descritos genericamente como segue:

E₁ – Alteração da Composição Ictiofaunística

A alteração da composição ictiofaunística será avaliada pelo potencial de “perda de ambientes diferenciados (corredeiras, pequenas cachoeiras, poços, remansos etc.)”.

A construção de uma barragem em um rio, *per si*, já significa uma severa alteração do fluxo da água, passando de um regime lótico para um regime lêntico. Esta modificação de regime acarreta uma 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 impacto crítico associado representado pelo aumento do potencial de introdução de espécies exóticas, tais como as onipresentes carpas e tilápias, espécies que acabam contribuindo ainda mais na alteração das comunidades aquáticas nativas.

Essas alterações serão tão mais significativas quanto for a perda de ambientes diferenciados, isto é, lagos que eliminem trechos que apresentam uma sucessão de locais com corredeiras e ambientes com fluxo de água mais lento, apresentarão maior alteração na composição da ictiofauna, que aqueles que eliminem apenas trechos de rios com águas lentas ou águas rápidas.

E₂. Alteração da Dinâmica Populacional

A alteração da dinâmica populacional será avaliada a partir da “diversidade de hábitos alimentares e reprodutivos na composição da fauna aquática”

Uma 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 outrora existentes, 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, nos regimes 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.

Portanto, rios ou trechos de rios que apresentem grande diversidade na composição de sua fauna, com a presença de espécies reofílicas ou de hábitos alimentares diferenciados, serão mais prejudicados em sua dinâmica populacional com a formação de lagos do que aqueles com uma fauna menos diversificada.

E₃. Quebra do Fluxo Gênico

A quebra do fluxo gênico será avaliada a partir da “presença de espécies com migrações reprodutivas”.

A construção de barragens, além de causar a alteração na composição e dinâmica das populações, 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, se torna intransponível para inúmeras espécies. Tais aspectos podem causar impactos negativos sobre as espécies, 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.

É importante salientar que a possibilidade de implantação de estruturas de transposição de peixes tende a reduzir os impactos referentes ao isolamento de espécies, sem, entretanto, eliminar este impacto.

E₄ - Perda de Riqueza Específica

A perda de riqueza específica será avaliada a partir do “porte e diversidade de tributários nas áreas ocupadas pelos reservatórios”.

A eliminação dos ambientes lóticos com a conseqüente ampliação de áreas lânticas, provoca alterações na riqueza e abundância da ictiofauna. Dessa forma, como as espécies reofílicas tendem a reduzir sua abundância e diversidade, com a formação de diversos reservatórios é esperado que haja uma significativa diminuição da riqueza específica quando se trata da bacia do rio Ribeira, uma vez que o diagnóstico ora realizado e os outros estudos avaliados concluíram que diversas espécies encontradas na região apresentam hábitos reofílicos, particularmente nos tributários.

Assim, a formação de reservatórios em trechos de rios em que é pouco significativa a presença de tributários que possam garantir as migrações de peixes, sejam reprodutivas ou apenas alimentares, são, potencialmente, mais prejudiciais para a perda de riqueza específica.

Fatores de Ponderação - A pontuação dada aos fatores de ponderação relativos ao componente-síntese Ecossistemas Aquáticos foi avaliada entre os consultores da área. Nas discussões efetuadas não houve uma identificação de importância mais qualificada para qualquer dos impactos listados, entendendo-se apenas que as questões referentes à quebra de fluxo gênico e a perda de riqueza específica teriam uma importância relativa um pouco menor, visto que na bacia em questão as migrações de longo curso não são tão significativas, e é possível, com a implantação de dispositivos de transposição adequados e a presença de tributários de maior porte, reduzir este impacto, assim como a possível perda de riqueza específica. Desta forma dividiu-se os impactos específicos analisados em dois grupos e para cada um se definiu fatores de ponderação iguais.

QUADRO 3.4.4/04 – PONDERAÇÃO PARA OS IMPACTOS ESPECÍFICOS DO COMPONENTE-SÍNTESE ECOSSISTEMAS AQUÁTICOS

IMPACTO ESPECÍFICO (<i>E</i>)	FATOR DE PONDERAÇÃO (<i>F</i>)
<i>E</i> ₁ - Alteração da Composição Ictiofaunística	0,30
<i>E</i> ₂ - Alteração da Dinâmica Populacional	0,30
<i>E</i> ₃ - Quebra do Fluxo Gênico	0,20
<i>E</i> ₄ - Perda de Riqueza Específica	0,20

c) Ecossistemas Terrestres

Para a definição dos impactos específicos do componente-síntese *C_{e_u}* – Ecossistemas Terrestres e de seus fatores de ponderação, também foi realizada uma avaliação entre os

consultores que atuaram nesta área.

Este Componente-Síntese é especificado a partir de quatro indicadores de impacto:

- ✓ Alteração da Dinâmica Populacional
- ✓ Redução da Cobertura Florestal
- ✓ Extinção Local de Espécies
- ✓ Colonização por Espécies Invasoras

Assim como nos aspectos relativos aos ecossistemas aquáticos, o conjunto de indicadores escolhidos para a análise dos ecossistemas terrestres também aborda as principais modificações que esses ecossistemas podem sofrer. A supressão de ambientes mais conservados reduz a diversidade da flora, provocam a perda de locais com maior diversidade de fauna com alterações na sua dinâmica populacional. Tais alterações podem levar a extinção local de espécies e oferecer oportunidades para a colonização de espécies oportunistas.

Esses indicadores de impacto podem se descritos genericamente como segue:

E₁ - Alteração da Dinâmica Populacional

A alteração da dinâmica populacional será avaliada pelo “grau de fragmentação dos remanescentes florestais (perda de conectividade)”.

Os diferentes processos de composição florística e faunística (número de espécies e indivíduos) são fortemente alterados quando ocorre uma redução na conectividade entre os remanescentes. Portanto, a formação de reservatórios em ambientes com alto grau de conectividade entre os remanescentes florestais mais preservados, tende a influenciar em maior escala a dinâmica populacional da fauna terrestre e da flora.

E₂ - Redução da Cobertura Florestal

A redução da cobertura florestal será avaliada pela “supressão de área florestada, em estágios mais avançados de conservação (florestas primárias e estágios médios e avançados de sucessão vegetal)”.

Considerando-se que o grau de cobertura florestal é indicador do grau de similaridade com a condição original do ambiente, presume-se que sua modificação causará uma redução nas condições de suporte para o desenvolvimento das comunidades bióticas, tanto para flora como para fauna.

Assim a supressão de ambientes mais preservados tende a provocar maiores impactos sobre os ecossistemas terrestres.

E₃ - Extinção Local de Espécies

A extinção local de espécies será avaliada pela “presença de espécies de baixa plasticidade ambiental”.

Uma significativa parcela da fauna regional é composta por espécies de pequena plasticidade ambiental, seja por relações sincológicas estreitas, pela restrição a determinados tipos de ambientes ou micro-habitats particulares. Essas espécies serão as mais afetadas sendo prováveis, inclusive, alguns casos de extinções locais.

No caso da flora pode-se inferir que algumas espécies específicas da Floresta Ombrófia Densa, necessitam de altas taxas de sombreamento e pluviosidade para sua perpetuação, portanto, uma maior presença destas espécies nos ambientes afetados pela formação dos reservatórios, também pode provocar sua extinção local.

E₄ - Colonização por Espécies Invasoras

A colonização por espécies invasoras será avaliada pela “altitude e proximidade com domínios vegetais diferentes”.

Espécies planálticas de flora ou de fauna, portanto com maior representatividade em habitats abertos do interior ou em maiores altitudes, são os principais elementos invasores acompanhando o gradiente de substituição de ambiente florestal por aberto.

Dessa forma, quanto maior a distância de outros domínios fitoecológicos, menor a tendência de invasão por espécies de diferentes habitats.

Fatores de Ponderação - Para a ponderação dos impactos desse componente-síntese verificou-se uma certa hierarquização. Neste caso considerou-se que a alteração da dinâmica populacional, tanto de flora quanto de fauna, condicionada pelo aumento da fragmentação dos remanescentes vegetais e perda de conectividade entre esses remanescentes, pode ser considerada como um fator de maior importância para a manutenção da biodiversidade local.

Já a possibilidade de colonização dos ambientes por espécies invasoras foi considerada como um impacto com menor grau de importância, visto que esta colonização já vem ocorrendo ao longo da vale do rio Ribeira, devido a presença de grande número de atividades antrópicas aí ocorrentes.

Com relação aos dois outros impactos, redução da cobertura florestal e possibilidade de extinção local de espécies, o primeiro foi considerado como de importância um pouco superior, também devido ao atual quadro de alteração da vegetação presente na bacia onde, um acréscimo de perda de ambientes vegetados torna-se mais crítico na medida em que esses remanescentes são os que podem, ainda, guardar parte da biodiversidade presente na bacia.

QUADRO 3.4.4/05 – PONDERAÇÃO PARA OS IMPACTOS ESPECÍFICOS DO COMPONENTE-SÍNTESE ECOSISTEMAS TERRESTRES

IMPACTO ESPECÍFICO (<i>E</i>)	FATOR DE PONDERAÇÃO (<i>F</i>)
<i>E</i> ₁ - Alteração da Dinâmica Populacional	0,35
<i>E</i> ₂ - Redução da Cobertura Florestal	0,30
<i>E</i> ₃ - Extinção Local de Espécies	0,25
<i>E</i> ₄ - Colonização por Espécies Invasoras	0,10

d) Modos de Vida

Para o componente-síntese *Cm_l* – Modos de Vida foram definidos os seguintes impactos específicos:

- ✓ Interferências sobre Populações Tradicionais: (Quilombolas)

- ✓ Interferências sobre Núcleos Urbanos
- ✓ Interferências sobre Núcleos Rurais
- ✓ Interferências sobre Infra-estrutura Produtiva

Esses indicadores de impacto podem ser descritos genericamente como segue:

E₁ - Interferências sobre Populações Tradicionais (Quilombolas):

Quando se trata dos efeitos da construção de barragens nessa população específica, dois elementos são as questões centrais: territorialidade e identidade cultural.

É no Vale do Ribeira que se concentra o maior número de áreas de quilombolas tituladas ou em processo de encaminhamento, no Estado de São Paulo.

O termo, “Remanescente de Quilombos” foi instituído pela Associação Brasileira de Antropologia e designa hoje “a situação presente dos segmentos negros em diferentes regiões e contextos, e é utilizado para designar um legado, uma herança cultural e material que lhe confere uma referência presencial no sentimento de ser e pertencer a um lugar e a um grupo específico”.

A ocupação territorial do Vale do Ribeira tem em sua história a presença de homens e mulheres negros com identidade cultural, que fundaram e organizaram os quilombos da região produzindo um desenho específico onde a comunidade passou a se identificar enquanto tal. O território constituído passou então a ser a possibilidade de continuidade do grupo.

A organização dessas comunidades em territórios próprios, com seus sistemas produtivos, e suas manifestações culturais ligados intrinsecamente à titulação de suas terras, fazem com que qualquer interferência decorrente de construção de barragens se transforme em elementos perturbadores. Caso essa interferência seja mais direta, envolvendo perda de território, poderá ter um impacto negativo de maior relevância, pois, implica que os integrantes da comunidade deixarão de pertencer a um lugar e a um grupo específico, dificultando a sua reprodução social.

E₂ - Interferências sobre Núcleos Urbanos

Esse impacto será avaliado considerando comprometimentos da base territorial urbana através da perda de área e dos serviços de infra-estrutura social.

Os centros urbanos, mesmo os de pequeno porte, desempenham funções de apoio às comunidades locais através da oferta de serviços de infra-estrutura social, na maioria das vezes, o básico de seu pequeno comércio, serviços e até de lazer.

A formação de uma cidade traz consigo uma história e, na maioria das vezes, ela está refletida na paisagem urbana através de monumentos e nas características arquitetônicas de seus casarios.

Quando cidades são afetadas em decorrência da construção de hidrelétricas, cria-se uma problemática em razão da perda de território urbano cuja recomposição é bastante demorada, provocando o comprometimento dos serviços ofertados à população local e à perda da identidade histórica das cidades.

E₃ - Interferências sobre Núcleos Rurais

Esse impacto será avaliado considerando a população rural a ser relocada e suas interferências nos vínculos de sociabilidade.

As características da formação e ocupação histórica do Vale do Ribeira estão associadas aos núcleos ou bairros rurais e aos laços sociais de parentesco e vizinhança, estando ainda muito presentes.

A população rural da região apresenta uma certa homogeneidade em função das suas condições de fragilidade social. Vivem mais em pequenos aglomerados autodenominados como “bairros” ou “vilas”, e caracterizam-se pelo apoio mútuo e por uma rede de relações sociais e de parentesco bastante fortes.

Trata-se de população estabelecida e estabilizada no local devido à sua própria origem que é da região ou por morar na mesma por longos anos. Vivem geralmente em pequenas propriedades praticando agricultura basicamente de subsistência e criação de gado em pequena escala.

No entanto esse modo de viver, mesmo em condições sociais frágeis permite a sua reprodução social e a manutenção dos laços de relacionamento e vizinhança.

A construção de usinas hidrelétricas nessas condições atingirá de maneira irreversível essa população, visto que, além de ter que deixar compulsoriamente as suas terras haverá uma quebra significativa nas relações sociais construídas ao longo do tempo, podendo potencializar o grau de fragilidade social dessa população.

E₄ - Interferências sobre Infra-estrutura Produtiva

Com a formação de reservatório para uma usina hidrelétrica, terras são requeridas para a área de inundação, para as obras de engenharia e para a faixa de proteção (APP) criada pelo reservatório. Com a utilização dessas terras pelo empreendimento atividades produtivas são interrompidas ou comprometidas.

No caso de áreas rurais, os principais impactos estão associados à perda de áreas de agricultura e de pecuária, perda de benfeitorias ligadas à produção existente nos estabelecimentos rurais, e perda ou comprometimento de infra-estrutura, particularmente estradas.

Dentro do componente-síntese Modos de Vida, o impacto devido a Interferências sobre a Infra-estrutura Produtiva será avaliado com ênfase nos aspectos econômicos, visto que os aspectos sociais já são avaliados nos outros indicadores de impacto deste componente-síntese. A avaliação estará concentrada nas principais infra-estruturas produtivas associadas ao meio rural.

Para a avaliação serão considerados os padrões de ocupação agropecuária que representarão uma aproximação sobre os tipos de benfeitorias associadas. Estabelecidos os padrões de ocupação, serão considerados os tamanhos dos reservatórios como medida da escala em que esses padrões de ocupação se reproduzem.

Outra dimensão a ser considerada na avaliação refere-se ao comprometimento do sistema de transporte. Tratando-se de um impacto mitigável por aporte de recursos financeiros, a sua magnitude deve manter relação direta com os custos de reposição da infra-estrutura comprometida, considerando-se também o diferencial que novas estruturas possam implicar em benefícios locais e regionais.

Fatores de Ponderação

Para a obtenção do valor de magnitude dos impactos do componente-síntese Modos de Vida foram estabelecidos fatores de ponderação para os indicadores de impacto específicos. Esses fatores de ponderação indicam a importância relativa de cada indicador de impacto na composição do componente-síntese. Considerou-se que os indicadores de impacto que contêm uma componente social deveriam ter a sua importância relativa reforçada. Dessa forma, foram reservados 90 pontos percentuais para os indicadores Interferências sobre Populações Tradicionais, Interferências sobre Núcleos Urbanos e Interferências sobre Núcleos Rurais. Coube ao indicador Interferência sobre Infra-estrutura Produtiva os 10 pontos percentuais restantes. Essa menor importância relativa justifica-se por ser esse um impacto facilmente mitigável com aporte de recursos financeiros e por não envolver explicitamente uma componente social. Entre os indicadores com forte componente social considerou-se que Interferências sobre Populações Tradicionais – Quilombolas deveria ter um peso maior que os demais. Essa maior ponderação (45%) justifica-se pela dificuldade, se não a impossibilidade, de se mitigar um impacto de alagamento de terras de bairros quilombolas: a identidade do grupo está fortemente ligada ao local onde vivem. Em segundo lugar, em importância relativa, considerou-se as interferências sobre núcleos urbanos pelo que representa em termos de organização social, expresso na cultura e nas próprias estruturas físicas, particularmente, de equipamentos sociais e pontos de referência histórica ou geográfica. Coube a esse indicador o fator de ponderação correspondente a 25 pontos percentuais. O impacto Interferência sobre Núcleos Rurais foi considerado de menor importância relativa que Núcleos Urbanos em função das maiores possibilidades de mitigação dos impactos sobre estruturas físicas menos elaboradas e, mais facilmente reproduzíveis com aporte de recursos financeiros. A esse impacto foi atribuído o fator de ponderação de 20%.

QUADRO 3.4.4/06 – PONDERAÇÃO DOS IMPACTOS ESPECÍFICOS DO COMPONENTE-SÍNTESE MODOS DE VIDA

IMPACTO ESPECÍFICO (<i>E</i>)	FATOR DE PONDERAÇÃO (<i>F</i>)
E_1 - Interferências sobre Populações Tradicionais: (Quilombolas)	0,45
E_2 - Interferências sobre Núcleos Urbanos	0,25
E_3 - Interferências sobre Núcleos Rurais	0,20
E_4 - Interferências sobre Infra-estrutura Produtiva	0,10

3.4.4.2. Cenários Avaliados

Para todos os componentes-síntese, na avaliação da magnitude dos Indicadores de Impactos Específicos foram considerados dois cenários:

- ✓ Cenário 1 – o impacto é analisado sob a hipótese de que somente o empreendimento u , em questão será implantado. Então, os valores atribuídos aos indicadores de impacto específicos (E) definidos como (E^1), são decorrentes apenas dos impactos gerados por esse empreendimento na condição de que os demais empreendimentos não venham a ser construídos. O exercício será repetido para todos os quatro empreendimentos.
- ✓ Cenário 2 – o impacto é analisado sob a hipótese da construção dos quatro empreendimentos. Então, os valores assumidos por (E) definidos como (E^2), poderão incluir uma componente adicional, devido a um efeito de sinergia resultante da construção dos quatro empreendimentos em cascata sobre o impacto avaliado. Esse

efeito sinérgico pode ser expresso numericamente pela diferença entre os valores de (E^2) e (E^1) .

3.5. CARACTERÍSTICAS DA ÁREA DE ABRANGÊNCIA REGIONAL

Como explanado na metodologia adotada para esta avaliação de impactos cumulativos de quatro empreendimentos hidrelétricos, foram considerados os seguintes componentes-síntese: usos e qualidade da água (alteração da qualidade da água, contaminação por metais pesados, crescimento de macrófitas aquáticas e aumento do grau de erosão), ecossistemas aquáticos (alteração da composição ictiofaunística, alteração da dinâmica populacional, quebra do fluxo gênico e perda de riqueza específica), ecossistemas terrestres (alteração da dinâmica populacional, redução da cobertura florestal, extinção local de espécies e colonização por espécies invasoras) e modos de vida da população (interferências sobre populações tradicionais - quilombolas, interferências sobre núcleos urbanos, interferências sobre núcleos rurais e interferências sobre infra-estrutura produtiva).

Nesta caracterização geral da área de abrangência regional serão enfocados, prioritariamente, os principais fatores ambientais afetados pelos impactos selecionados para compor os quatro componentes-síntese apresentados anteriormente.

3.5.1. Características do Meio Físico

3.5.1.1. Clima

O clima da região é afetado durante todo o ano por duas massas de ar: a Tropical Atlântica originária do anticiclone migratório no continente e que influi na distribuição de chuvas, e a Polar Atlântica originária do extremo sul do continente e que provoca as mudanças de temperatura no inverno.

As precipitações médias anuais oscilam entre 1.300 e 3.000mm, com o período mais chuvoso compreendido entre os meses de dezembro e fevereiro (meses mais quentes) e o período mais seco entre julho e agosto (meses mais frios). A evapotranspiração potencial, por sua vez, varia de 819 a 1.035 mm. Toda a região estudada apresenta excedentes hídricos da ordem de 2.021 mm a 121 mm, e déficit hídrico nulo ou de apenas 1 mm. Na maior parte da bacia o clima é super-úmido ou úmido, sendo classificado como sub-úmido apenas na localidade de Itapirapuã, recentemente emancipada do município de Ribeira. As características pluviométricas da AAR foram levantadas através de 20 postos pluviométricos que encontram-se localizados na Figura 3.5.1/01.

3.5.1.2. Recursos Hídricos

A bacia do rio Ribeira de Iguape tem sua conformação espacial alongada, com orientação predominante sudoeste – nordeste desenvolvendo-se paralelamente à costa Atlântica, condicionada aos principais elementos morfo-estruturais do arcabouço geológico do sudeste brasileiro. Para estudos de modelagem matemática desse EIA de Tijuco Alto, foram definidas na AAR 13 sub-bacias hidrográficas, como pode ser visualizado através da Figura 3.5.1/02.

FIGURA 3.5.1/01 – LOCALIZAÇÃO DOS POSTOS FLUVIOMÉTRICOS E PLUVIOMÉTRICOS

FIGURA 3.5.1/02 – SUB-BACIAS HIDROGRÁFICAS A JUSANTE DA UHE TIJUCO ALTO

A bacia drena 24.980 km², com 40% de sua extensão no território paranaense e 60% no paulista. Seus formadores iniciais são os rios Açungui e Ribeirinha, cujas nascentes localizam-se nas proximidades de Ponta Grossa (PR), que se juntam para formá-lo com o nome de Ribeira pouco a montante do município de Cerro Azul, já na região metropolitana de Curitiba. O Ribeira percorre 120 km em território paranaense e 260 km em território paulista, estabelecendo a divisa entre os dois Estados por 90 km. O rio passa a denominar-se Ribeira de Iguape a partir da confluência com seu principal tributário, o rio Juquiá já em território paulista. Destacam-se como seus afluentes os rios Pardo, Tatupeva, São Sebastião e Grande pela margem direita, e, à margem esquerda, os rios Catas Altas, Tijuco, do Palmital, Iporanga e dos Pilões.

A orientação predominante do Ribeira apresenta duas compartimentações distintas convergindo de formas opostas na região de Registro: o segmento do Juquiá, com nascentes em terras paulistas, próximo a região metropolitana de São Paulo que drena para sudoeste e o segmento do Ribeira, com suas nascentes na vertente leste da Serra de Paranapiacaba, em terras paranaenses, próximo da região metropolitana de Curitiba que drena para nordeste. Ambas as “sub-bacias” desenvolvem-se em terrenos cristalinos, topograficamente movimentados de planalto e densa rede de drenagem.

Em seu curso inferior, já a jusante da cidade de Registro, após receber a contribuição do Rio Juquiá, seu principal afluente da margem esquerda, o rio Ribeira de Iguape se apresenta como um rio típico de planície desenvolvendo um percurso meândrico, recortando terrenos alagadiços de baixada e dirigindo-se para o Oceano Atlântico com rumo geral para sudeste até a cidade de Iguape.

Assim, a bacia do rio Ribeira de Iguape apresenta-se com três segmentos distintos quanto ao aspecto hidroenergético: o Juquiá, com significativa declividade e com vários empreendimentos hidrelétricos já implantados, o Ribeira (a montante de Registro), também com significativa declividade, porém, sem empreendimentos hidrelétricos instalados e o trecho inferior, com declividade praticamente nula.

A título de ilustração, a bacia do rio Juquiá conta com empreendimentos hidrelétricos já instalados (UHE Alecrim - 72 MW, UHE Barra - 3,6 MW, UHE França - 24 MW, UHE Fumaça -35,2 MW, UHE Serraria -24 MW) e características de uso e ocupação do solo influenciadas por dinâmica econômica determinada pela proximidade com a região metropolitana de São Paulo. Assim, essa bacia define um outro compartimento ambiental que não tem base fatídica de comparação com o trecho do alto e médio Ribeira de Iguape.

Para manter a consistência na análise dos impactos cumulativos e avaliação comparativa entre os diversos empreendimentos previstos nos estudos de inventário/projetos, referentes a Funil, Batatal, Itaóca e Tijuco Alto, nesta avaliação dos efeitos cumulativos e sinérgicos será considerado o rio Ribeira de Iguape desde suas cabeceiras até a cidade de Registro, excluída a bacia contribuinte do rio Juquiá.

Quanto a fisiografia, padrão de drenagem e regime hidrológico, o rio Ribeira de Iguape apresenta três trechos distintos:

- ✓ O alto curso, com cerca de 170 km de extensão, situado entre as nascentes (cota 1.100 m) e a foz do ribeirão do Rocha (cota 175 m).
- ✓ O médio curso, com aproximadamente 215 km, que se estende desde a foz do ribeirão do Rocha (cota 175 m) até a barra do rio Etá (cota 15 m).
- ✓ O baixo curso, situado na planície aluvionar, que se estende da barra do Etá até a foz do Ribeira, no oceano Atlântico.

Em termos de regime hídrico o Ribeira de Iguape apresenta-se como de tipo tropical, com as cheias coincidindo com os períodos de maior precipitação, mas podendo ocorrer em quase todos os meses apresentando sazonalidades regionais pouco marcantes. A correlação entre os fatores climáticos e fluviométricos indicam uma bacia com balanço hídrico muito positivo. A Figura 3.5.1/03 apresenta as características fluviométricas da AAR e localização dos postos fluviométricos na região.

A qualidade das águas do rio Ribeira, segundo os indicadores da CETESB e do Instituto Ambiental Paranaense – IAP, apresentados em estudo de inventário da CESP 1993, é definida como boa (em termos de IQA), principalmente como resultado de sua elevada capacidade de auto-depuração e baixa densidade demográfica na maior parte de seu curso.

Apesar da relativa integridade das águas do Ribeira de Iguape, as amostragens periódicas indicam, por vezes, contaminações elevadas com matéria orgânica decorrente de despejos urbanos domésticos (coliformes fecais e totais, fosfato total e fósforo total), e por acumulação de metais pesados (chumbo, zinco, cobre e cromo, principalmente) resultantes do processamento industrial de mineração em alguns locais de seu alto curso.

Para os estudos desse EIA de Tijuco Alto e para as avaliações dos impactos cumulativos e sinérgicos desse estudo foram considerados dados sobre qualidade de água coletada em onze pontos de amostragem (cinco no rio Ribeira e seis em seus afluentes, ver figura 3.5.1/04).

3.5.1.3. Aspectos Geológicos e Geomorfológicos

Na AAR, as formações predominantes originaram-se do período Pré-Cambriano, mais precisamente dos grupos Complexo Gnáissico-migmatítico e Açungui. No primeiro grupo, predominam migmatitos heterogêneos, granitos, quartzitos e mármore dolomíticos e no segundo são mais freqüentes os metassedimentos do tipo filitos, ardósias, calcários epimetamórficos, quartzitos e mármore dolomíticos. Além dessas formações principais, também ocorrem granitos eopaleozóicos, rochas cataclásticas do período Cambriano-ordoviciano, rochas ultrabásicas e alcalinas da formação Serra Geral (período Jurássico-cretáceo) e sedimentos eoceno-zóicos da formação Pariquera-Açu.

A região do Vale do Ribeira é considerada uma importante província metalogenética, no contexto geofísico das regiões Sul/Sudeste do Brasil. As ocorrências principais são de minerais metálicos, como chumbo e zinco, além de prata, cobre e ouro, este último aparecendo também em aluviões. Registram-se ainda os minerais não-metálicos, de largo uso industrial, como calcário, granito, caulim, fosfato dolomítico, talco, feldspato, barita, vermiculita, fluorita, mica, mármore, areia, cascalho, argila e saibro. A Figura 3.5.1/05 apresenta o potencial mineral regional.

Do ponto de vista geomorfológico, os arranjos estruturais de relevo e os processos erosivos conformam uma paisagem heterogênea e de grande beleza cênica. A compartimentação dessa paisagem é dividida, usualmente, em planalto, escarpa do planalto, serra costeira e planície.

O primeiro compartimento corresponde ao topo da Serra do Mar, limitado pelos bordos de escarpas (em altitudes entre 800 e 1.400 m). As variações são abruptas e ocorrem processos erosivos diferenciados. A conformação do planalto, em conseqüência, apresenta-se ondulada a fortemente ondulada. Em altitudes variando de 600 a 1.400m seguem-se as áreas de escarpas da vertente litorânea do planalto, que dominam praticamente toda a região, à exceção apenas dos sulcos escavados pelos rios que cortam perpendicularmente o vale em direção ao litoral.

FIGURA 3.5.1/03 – CARACTERÍSTICAS FLUVIOMÉTRICAS

FIGURA 3.5.1/04 – LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS DE AMOSTRAGEM DE QUALIDADE DA ÁGUA

FIGURA 3.5.1/05 – POTENCIAL MINERAL

A serra costeira é constituída de morros e espigões ligados à escarpa do planalto, com altitudes variando de 600 a menos de 80 metros. A planície litorânea é constituída de embasamento sedimentar Quaternário, onde se encontram cordões e terraços com restingas e outras formações que dominam desde o município de Iguape até as cercanias da baía de Paranaguá, em território do Estado do Paraná.

3.5.1.4. Solos, Aptidão Agrícola e Uso das Terras

No trecho paranaense da bacia hidrográfica do rio Ribeira de Iguape há predominância de relevos montanhosos e forte ondulados ocorrendo solos com características pouco desenvolvidas, classificados como Cambissolos e Litólicos. Verifica-se que a maior parte dos solos das referidas classes apresenta caráter álico ou distrófico e, portanto, baixa fertilidade natural, textura argilosa ou média, pedras na superfície ou ao longo do perfil e, originalmente, cobertura com vegetação do tipo floresta ombrófila densa ou mista. Entretanto, quando derivados de calcários os solos são eutróficos, com boa fertilidade natural e, cobertos por uma vegetação natural mais exuberante. A Figura 3.5.1/06 mostra a classificação dos solos da AAR, enquanto o Quadro 3.5.1/01 apresenta a aptidão agrícola das áreas a serem alagadas, caso as hidrelétricas sejam construídas.

QUADRO 3.5.1/01 – APTIDÃO AGRÍCOLA DAS TERRAS A SEREM ALAGADAS

ELEMENTOS DE ANÁLISE	TIJUCO ALTO	ITAÓCA	FUNIL	BATATAL	TOTAL
Potência (MW)					
. Instalada	144	30	150	75	399
. Firme	69	17	80	47	213
Área do Reservatório (ha) NA Max N	5.180	350	3.419	2.287	11.236
. Terras inundadas (ha)	4.320	230	2.921	1.532	9.003
. Leito do rio (ha)	860	120	498	755	2.233
Aptidão Agrícola das Terras					
Grupo 2 – Agricultura (ha)	233	41	937	492	1.703
Grupo 3 – Agricultura (ha)	-	6	147	76	229
Grupo 4 – Pastagens (ha)	1.249	135	1.354	711	3.449
Grupo 6 – Preservação (ha)	2.838	48	483	253	3.622

Fonte: CESP, 1993, "Aproveitamento Múltiplo do Rio Ribeira de Iguape – Avaliação Ambiental Comparativa das Alternativas de Partição da Queda", Relatório Final, SP.

Sob o ponto de vista da aptidão agrícola, a maior parte desses solos são constituídos de terras sem aptidão para uso agrícola e indicadas somente para preservação da flora e da fauna. Os demais tipos de solos correspondem a terras não apropriadas para lavouras, mas com aptidão regular ou restrita para pastagens plantadas e silvicultura, respectivamente. Entretanto, uma considerável extensão das terras da região, teve a vegetação natural de florestas substituída por pastagens que suportaram uma pecuária extensiva, com baixa lotação por unidade de área, baixos rendimentos e grandes dificuldades de manejo e controle sanitário do rebanho. A utilização de fogo para renovação anual das pastagens foi uma constante durante um longo tempo e levou a um empobrecimento ainda maior dos solos, ocasionando o abandono de muitas áreas de pastagem e o início de um processo de regeneração, com o surgimento de "capoeiras". A Figura 3.5.1/07 apresenta o uso e ocupação das terras da AAR.

As áreas de relevo menos movimentado (ondulado ou suave ondulado), que geralmente ocorrem próximas às margens de alguns rios da bacia, estão constituídas por solos das classes Podzólico Vermelho Amarelo e Latossolo Vermelho Amarelo, ambos profundos, distróficos ou álicos, bem drenados, com os primeiros apresentando maior suscetibilidade à erosão que os latossolos, que apresentam textura argilosa em todo o perfil.

FIGURA 3.5.1/06 – CLASSIFICAÇÃO DOS SOLOS

FIGURA 3.5.1/07 – USO E OCUPAÇÃO DAS TERRAS DA AAR

Quanto à aptidão agrícola, esses solos apresentam aptidão regular a restrita para lavouras, mas com possibilidades de cultivos de ciclos curto e longo. Em toda a região, são bastante utilizados com culturas comerciais de citrus, maracujá e cana de açúcar (para produção de rapadura), bem como com culturas de subsistência, como feijão, arroz, milho e mandioca. Tendo em vista a não ocorrência de geadas no fundo dos vales, na região de Cerro Azul encontra-se em pleno desenvolvimento a olericultura irrigada, com produção destinada ao abastecimento da Grande Curitiba. Essa atividade desenvolve-se nas áreas de relevo mais suave dos vales, mas sua expansão dá-se com a utilização das terras mais inclinadas e com alta suscetibilidade a erosão hídrica.

A porção paulista da bacia abrange os cursos médios e inferior do rio Ribeira de Iguape, com o primeiro correspondendo, aproximadamente, ao trecho do rio compreendido entre as sedes municipais de Ribeira e Eldorado. A parte superior desse curso médio apresenta características de relevo, solos e aptidão agrícola muito semelhantes àquelas do trecho paranaense da bacia. Ocorre predominância de relevos montanhosos e fortemente ondulados, com vales profundos onde se originaram solos pouco desenvolvidos das classes Cambissolo e Litólico característicos de terras com menor aptidão agrícola. A intensidade de uso dessas terras, todavia, é bem inferior à verificada no Paraná, encontrando-se apenas pastagens e pequenas lavouras de subsistência.

No trecho inferior do curso médio, o relevo torna-se menos montanhoso e o vale começa a ter fundo chato, embora ainda bastante estreito. Nas partes altas da paisagem predominam formas de relevo com forte ondulação e ondulado, e há um maior percentual de solos das classes Latossolo (Amarelo e Vermelho Amarelo) e Podzólico (Vermelho Amarelo e Vermelho Escuro), mas os Cambissolos ainda são dominantes. De uma maneira geral, os solos apresentam fertilidade natural média a baixa. A aptidão agrícola é variável, mas na área ainda predominam terras sem aptidão para o uso agrícola, embora seja bem maior o percentual de terras com potencial para uso agrícola de regular a bom. A utilização das terras é baixa, com a maior parte da área coberta por vegetação de floresta natural ou “capoeira”.

Nos vales planos e estreitos, desenvolvidos a partir de sedimentos aluviais, ocorrem Cambissolos, nos diques marginais dos rios, solos gleizados das classes Glei Húmico e Glei Pouco Húmico, nas partes mal drenadas situadas atrás dos diques e Solos Aluviais, sem desenvolvimento de estrutura de solo, situados junto ao sopé das encostas. Em áreas planas, correspondentes a antigos terraços do rio, ocorrem solos da unidade Podzólico Vermelho Amarelo, profundos, bem drenados e distróficos. A maior parte desses solos tem aptidão para o estabelecimento de lavouras, quase exclusivamente cultivos de subsistência.

3.5.2. Características do Meio Biótico

3.5.2.1. Flora e Vegetação

O Vale do rio Ribeira de Iguape pertence integralmente ao bioma da Mata Atlântica integrada por fisionomias vegetais, especificadas no Mapa de Vegetação do Brasil (IBGE, 1988). Na AAR ocorrem os seguintes tipos de vegetação:

a) Floresta Ombrófila Densa

Esta formação ocorre praticamente em toda a bacia, em geral abaixo das cotas 500/600, metros. A composição florística da Floresta Ombrófila Densa é bastante variável em função da altitude, substrato e posição topográfica. Matas de topo de morro estão, de um modo geral, condicionadas pela presença de solos rasos, com alto teor de matéria orgânica, e podem apresentar dossel contínuo, de porte baixo e alta densidade. As matas de fundo de vale estão assentadas sobre solos mais profundos, são de maior porte e possuem grande

riqueza florística. Diferentemente das matas de topo, não apresentam espécies dominantes.

As matas de encosta apresentam variações estruturais muito grandes, pois são dependentes da cota, da declividade e das influências das massas de ar vindas do oceano, constituindo uma transição entre as matas de topo e de fundo de vale. Em declives, onde o dossel permite a penetração de luz difusa, há grande riqueza de epífitas e de espécies de sub-bosque. Entre as matas de encosta pode-se, também, observar variações decorrentes do efeito de sombra e de chuva, determinando o caráter decíduo.

Na AAR ocorrem basicamente formações submontanas e montanas remanescentes da Floresta Ombrófila Densa, normalmente alteradas em relação à sua composição florística original, e associadas a áreas de regeneração natural, em manchas com áreas muito reduzidas. Na parte da bacia situada a montante da cidade de Ribeira, esse tipo de floresta é encontrada, de modo mais freqüente, em manchas de área reduzida, geralmente localizadas em grotões e em vertentes com declividade elevada.

b) Floresta Ombrófila Mista

Esta formação ocorre em condições peculiares, geralmente em altitudes não inferiores a 400 metros. A espécie característica é representada pelo chamado Pinheiro-do-Paraná (*Araucaria angustifolia*), que dominava as porções superiores da bacia do Ribeira. Os remanescentes mais significativos estão hoje, em geral localizados em áreas com condições topográficas mais adversas à ocupação econômica. Na AAR, o Pinheiro-do-Paraná ocorre de forma esporádica, mas ainda assim participa de forma marcante na fitofisionomia vegetal, especialmente devido ao seu porte. Os principais remanescentes de pinheiros encontram-se na paisagem localizada nas regiões mais altas, próximas ao planalto de Curitiba e ao longo da bacia do rio Açungui.

c) “Capoeiras”

Nesta tipologia, foram agrupadas as fisionomias que representam diversos estágios de sucessão, desde as “capoeirinhas” até “capoeiras” que já apresentam elementos arbóreos. O padrão de sucessão normalmente observado apresenta no estágio inicial gramíneas heliófilas. Em solos ácidos e degradados, geralmente em decorrência de queimadas sucessivas, é comum a presença de samambaias, que se mantêm dominando por muito tempo.

Após a fase das gramíneas há o favorecimento da germinação de espécies heliófilas de maior porte. Nessa etapa, inicia-se um processo adiantado de sucessão e a instalação de espécies de porte arbustivo reduz a insolação no solo, propiciando uma maior diversificação. À medida que a sucessão evolui, o ambiente vai sendo alterado com a deposição de serrapilheira, a qual, somada à umidade retida no solo pelas raízes, propicia a formação de um substrato mais adequado a uma vegetação de maior porte.

As formações abertas e as “capoeiras” em diferentes estágios sucessionais constituem o padrão de cobertura vegetal predominante na AAR, concorrendo com as áreas de pastagem e agricultura. Localizam-se geralmente associadas à manchas remanescentes de formações florestais.

d) Vegetação Ciliar

Uma vez que a ocupação da região de estudo historicamente deu-se ao longo dos rios, a vegetação ciliar, que inicialmente recobria as margens do rio Ribeira e de seus principais afluentes, foi gradativamente substituída por culturas e pastagens. Observa-se, em particular nas áreas de várzea e nos terraços aluvionares, que a cobertura ciliar foi quase que totalmente eliminada.

Em alguns locais, como nas margens de ilhas e dos próprios rios, uma gramínea invasora, uvá (*Gynerum sagittatum*), domina formando grandes moitas. A presença dessa gramínea dá-se estritamente nas margens, formando uma fisionomia muito peculiar.

e) Silvicultura

Os plantios comerciais de essências exóticas e nativas têm se expandido na AAR e podem ser encontrados, principalmente, nas porções superiores da bacia em território paranaense, dispersos em grandes manchas contínuas. As pequenas manchas isoladas não se destinam à exploração comercial.

f) Culturas e Pastagens

Consistem nas terras de lavoura com arroz, milho, banana, hortaliças, pomares etc., muitas vezes itinerantes, e de pastagens cobertas por espécies invasoras e gramíneas plantadas, utilizados basicamente para a criação extensiva de gado bovino.

3.5.2.2. Fauna Terrestre e Ictiofauna

De acordo com levantamentos diversos, a fauna do Vale do Ribeira é composta por cerca de 80 espécies de peixes, 90 de anfíbios, 110 de répteis, 330 de aves e 110 de mamíferos, apresentando, ainda, diversas espécies cavernícolas.

As espécies de peixes não se distribuem de maneira uniforme na bacia do rio Ribeira. As diferenciações ambientais existentes ao longo do curso principal e dos afluentes influem diretamente sobre a distribuição espacial das espécies, determinando a formação de distintas comunidades ictiofaunísticas em diferentes segmentos fluviais. Os desníveis acentuados, como quedas de água, também interferem na distribuição da ictiofauna, isolando comunidades ou permitindo somente a passagem de espécies de maior porte e mobilidade. O baixo curso do rio Ribeira, devido às suas características, deve sustentar uma maior biomassa de peixes.

Da mesma forma, as espécies da fauna terrestre não se distribuem uniformemente na bacia, posto que o estado dos *habitats* varia de formações florestais bem conservadas no médio trecho da bacia, até ambientes bastante degradados na sua parte superior. Entretanto, uma elevada diversidade faunística é sustentada nas florestas e “capoeiras” que permitem sua distribuição mais verticalizada.

3.5.2.3. Unidades de Conservação

Na Área de Abrangência Regional considerada para a avaliação dos efeitos cumulativos e sinérgicos da implantação das quatro hidrelétricas, encontram-se cinco Unidades de Conservação, três no estado de São Paulo e duas no estado do Paraná, como pode ser acompanhado na Figura 3.5.2/01. O Quadro 3.5.2/01 apresenta as áreas de Unidades de Conservação diretamente afetadas pelo alagamento das terras por reservatórios.

QUADRO 3.5.2/01 – UNIDADES DE CONSERVAÇÃO NA AAR AFETADAS PELOS RESERVATÓRIOS

ELEMENTOS DE ANÁLISE	TIJUCO ALTO	ITAÓCA	FUNIL	BATATAL	TOTAL
Potência (MW)					
. Instalada	144	30	150	75	399
Área do Reservatório (ha)	5.180	350	3.419	2.287	11.236
Unidades de Conservação					
. P. E. Lauráceas – 9.700 ha	-	-	19	-	19
. APA Serra do Mar - 449.466 ha	-	-	1.040	1.380	2.420

Fonte: CESP, 1993, “Aproveitamento Múltiplo do Rio Ribeira de Iguape – Avaliação Ambiental Comparativa das Alternativas de Partição da Queda”, Relatório Final, SP.

FIGURA 3.5.2/01 – LOCALIZAÇÃO DAS UNIDADES DE CONSERVAÇÃO NOS ESTADOS DE SÃO PAULO E PARANÁ, DENTRO DA AAR – ÁREA DE ABRANGENCIA REGIONAL

3.5.3. Características do Meio Antrópico

3.5.3.1. Dinâmica Populacional

São vinte e cinco os municípios que se encontram total ou parcialmente localizados na Área de Abrangência Regional, como pode se observar na Figura 3.5.3/01. Esses municípios destacam-se, no contexto das regiões Sul-Sudeste, pela reduzida dinâmica populacional coerente com o quadro de estagnação econômica existente. A heterogeneidade existente entre os municípios componentes não é significativa o suficiente para justificar algum destaque no quadro geral existente. As cidades são de pequeno a médio porte, e a ocupação do território dos municípios pela população é esparsa.

A distribuição espacial da população apresenta-se rarefeita em qualquer corte histórico que se observe. Outro aspecto importante a ser assinalado são as características predominantemente rurais, aparecendo taxas de urbanização mais elevadas apenas nos municípios localizados nos eixos viários mais importantes. A densidade demográfica dos municípios em análise, no ano 2.000, encontra-se no Quadro 3.5.3/01 e na Figura 3.5.3/02. As maiores taxas de urbanização ocorrem como tendência predominante, apenas nas porções inferiores da bacia, fora da AAR, decrescendo em direção às porções mais elevadas onde se observam, em alguns casos, reduções significativas que confirmam a condição rural da região estudada.

QUADRO 3.5.3/01 – DENSIDADE DEMOGRÁFICA CONFORME MUNICÍPIOS EM 2000

MUNICÍPIO	DENSIDADE DEMOGRÁFICA HAB/KM ² 2000
Adrianópolis (PR)	5,3
Apiáí (SP)	28,6
Almirante Tamandaré	330,60
Barra do Chapéu (SP)	11,9
Barra do Turvo (SP)	8,0
Bocaiúva do Sul (PR)	11,1
Cerro Azul (PR)	12,1
Castro	25,0
Colombo	1.152,4
Campina Grande do Sul/PR	64,8
Campo Largo (PR)	73,9
Campo Magro (PR)	75,8
Doutor Ulysses (PR)	7,7
Eldorado (SP)	8,4
Iporanga (SP)	3,9
Itaóca (SP)	15,8
Itapirapuã Paulista	8,8
Itaperuçu	63,8
Ponta Grossa	132,2
Quatro Barras	89,5
Registro (SP)	74,5
Ribeira (SP)	10,4
Rio Branco do Sul (PR)	35,7
Sete Barras (SP)	13,0
Tunas do Paraná (PR)	5,3

Fonte: Atlas do Desenvolvimento Humano/2004 - Pnud

3.5.3.2. Atividades Econômicas / Renda e Ocupação / Finanças Públicas

Por uma combinação de múltiplos fatores sociais e econômicos, os municípios da AAR apresentam um panorama típico de atraso e subdesenvolvimento, com uma parcela significativa de sua população excluída do circuito formal da economia apenas sobrevivendo.

FIGURA 3.5.3/01 – LIMITE ADMINISTRATIVO DOS MUNICÍPIOS EM AAR

FIGURA 3.5.3/02 – DENSIDADE DEMOGRAFICA DOS MUNICIPIOS HAB/KM2 (2000)

Na porção superior do Vale do Ribeira, apenas os municípios de Apiaí (SP) e Cerro Azul (PR) apresentam alguma distinção em relação aos demais, em função da existência de uma agricultura mais capitalizada (tomate para processamento industrial, no caso de Apiaí e olericultura irrigada e frutas cítricas, no caso de Cerro Azul).

Em termos de atividades industriais nessa porção territorial, apenas Apiaí apresenta alguma significação econômica. Nesse município está localizada uma planta industrial de calcário para fabricação de cimento (Camargo Corrêa Industrial).

Os municípios assentados às margens do eixo da BR116 (Rodovia Régis Bittencourt) estão incorporados à economia moderna através de uma agricultura mais capitalizada e com alguns nichos de atividade industrial tradicional, mas de porte significativo como no Distrito Industrial de Cajati. No entanto, essas atividades estão atreladas a fluxos econômicos externos à região, com repercussões restritas em relação à economia local/regional.

O Vale do Ribeira na área analisada tem baixa significação econômica, apesar de possuir algumas ilhas com certa vitalidade, contando com uma rede urbano-espacial muito rarefeita, segmentos urbanos de baixo dinamismo e população com padrão de renda pessoal muito reduzido.

No setor terciário, cabe notar alguma crescente vitalidade nos casos de Iguape, em atividades ligadas aos fluxos turísticos, e Jacupiranga, que tem apresentado um comportamento recente com tendência positiva, permanecendo a estagnação nos demais municípios, inclusive nos centros mais consolidados como Apiaí e Registro.

a) Renda e Ocupação

Como já foi mencionado, o perfil de ocupação econômica do Vale do Ribeira é marcadamente primário e absorve, em termos regionais, quase a metade dos contingentes economicamente ativos. Mesmo nos municípios em que o setor primário não é majoritário, sua importância relativa permanece. Na maioria dos municípios, com efeito, a alocação de pessoal no setor primário atinge índices bastante elevados, observando-se também uma elevada incidência de pessoas atuando em atividades ligadas à administração pública no âmbito do setor terciário. Estudos realizados apontam que apenas pouco menos da quinta parte da população percebe rendimento superior a dois salários mínimos.

b) Finanças Públicas Municipais

Como é previsível, o reduzido dinamismo econômico que caracteriza o Vale do Ribeira reflete-se na situação das contas públicas dos municípios que o compõem. Como já visto, são municípios de porte médio (alguns) a pequeno (a maioria), com a maior parte da população residindo em zonas rurais, ocupada em atividades de baixo significado econômico e usufruindo condições gerais de vida muito precárias.

Nos municípios, de um modo geral, os orçamentos de receita são predominantemente receitas de transferência, estaduais e federais, e pela baixa participação de receitas próprias.

Mesmo no caso das receitas de transferência, o baixo dinamismo econômico regional se expressa pela reduzida participação das estaduais em relação às federais, posto que essas últimas independem da geração tributária de base local.

Examinando-se a estrutura dos dispêndios, verifica-se a fragilidade das contas municipais e os baixos volumes disponíveis para investimento em obras e serviços. Não tanto pelo volume dos custeios com o funcionamento das máquinas administrativas, mas sim pelo baixo volume real dos recursos disponíveis.

São, portanto, municípios com baixa geração de receita própria, reduzida circulação de bens econômicos e escassa produção de valor agregado, esboçando uma situação de dependência e de falta de autonomia em relação às economias centrais.

3.5.3.3. Estrutura Urbana Regional

A estruturação urbana do Vale do Ribeira, tanto na porção paulista quanto paranaense da AAR, mantém suas características de rarefação, com ligações locais débeis e núcleos urbanos de porte reduzido, comparativamente ao restante dos territórios estaduais de São Paulo e Paraná.

O Vale do Ribeira como um todo é polarizado funcionalmente pelos centros metropolitanos de Curitiba, em menor grau, e de São Paulo, em escala mais expressiva, inclusive porque em termos macro-regionais, o primeiro subordina-se ao segundo. No lado paranaense, a polarização exercida por Curitiba é direta, sem que ocorra qualquer mediação. Curitiba ainda exerce influência perceptível em alguns municípios paulistas, mas tal papel vem sendo reduzido gradativamente com o estabelecimento de melhores condições de ligação dos municípios paulistas à BR-116 e ao Planalto Atlântico.

No plano da AAR, em nível diferenciado de importância e com alguma superposição de influências, apresentam-se os municípios de Registro (médio e baixo curso da bacia) e Apiaí (alto curso), sendo este último menos expressivo que Registro. Afora os municípios ligados administrativamente a Curitiba (Cerro Azul e Adrianópolis), os demais estão claramente subordinados a Registro, que exerce a função de centro regional. Apiaí, centro de segundo nível, tem sua ligação com São Paulo mediada por Sorocaba e Itapetininga, centros extra-regionais, e compete com Registro quanto à influência sobre Ribeira e Iporanga.

A Figura 3.5.3/03 oferece uma visualização da rede viária regional principal e suas ligações funcionais. O quadro abaixo apresenta a infra-estrutura afetada pela construção de cada um dos reservatórios.

QUADRO 3.5.3/02 – INFRA-ESTRUTURA AFETADA PELOS RESERVATÓRIOS

ELEMENTOS DE ANÁLISE	TIJUCO ALTO	ITAÓCA	FUNIL	BATATAL	TOTAL
Potência (MW)					
. Instalada	144	30	150	75	399
Área do Reservatório (ha)	5.180	350	3.419	2.287	11.236
. Terras inundadas (ha)	4.320	230	2.921	1.532	9.003
Infra-Estrutura Viária					
. Estradas Estaduais (km)	5	-	5,8	44,8	55,6
. Estradas Municipais (km)	89,5	9,6	47,3	-	146,4
. Pontes (unid.)	10	1	4	4	19
. Balsas (unid.)	1	-	1	-	2

Fonte: CESP, 1993, "Aproveitamento Múltiplo do Rio Ribeira de Iguape – Avaliação Ambiental Comparativa das Alternativas de Partição da Queda", Relatório Final, SP.

3.5.3.4. Saúde e Saneamento

O baixo dinamismo socioeconômico e a extrema rarefação demográfica são alguns dos fatores que dificultam a provisão de serviços de saúde e saneamento no Vale do Ribeira, tornando-a complexa e onerosa, fato que ocorre também com outros serviços e equipamentos de consumo coletivo.

Os serviços de abastecimento de água e saneamento são administrados pelas empresas estatais dos dois Estados, SABESP e SANEPAR, que empregam tecnologias modernas. No entanto, podem ser constatadas dificuldades de investimento na região, o que transparece do atendimento precário que se verifica em todos os municípios estudados, seja quanto a abastecimento de água, seja no caso dos sistemas de esgotamento sanitário.

FIGURA 3.5.3/03 – RODOVIAS E FERROVIAS

Com relação ao abastecimento de água, ainda que alguns estudos considerem o nível de atendimento satisfatório, notadamente na área paulista, os indicadores estão situados abaixo da média estadual, com a população residindo nas zonas rurais sem acesso a esse serviço.

Os indicadores de qualidade de vida na região refletem um quadro de saúde pública bastante deficiente. Essa coleção de fatores adversos pode ser aquilatada em seus efeitos sobre os indicadores de mortalidade e de esperança de vida ao nascer, registrados na maioria dos municípios da bacia. A Figura 3.5.3/04 apresenta a taxa de mortalidade infantil nos municípios da AAR.

Considerando-se o conjunto da área de estudo, verificam-se em alguns municípios taxas de mortalidade marcadamente elevadas em relação aos indicadores paulistas e paranaenses, que praticamente se equivalem. Os municípios da bacia que acompanham as médias estaduais são os paulistas, mais dinâmicos e bem-aparelhados situados no eixo da rodovia principal (BR-116), e os paranaenses, de um modo geral. Os demais municípios paulistas apresentam indicadores de mortalidade que podem ser considerados anormalmente elevados, como Itaóca, Barra do Chapéu e Itapirapuã Paulista, com taxa de mortalidade bastante superior à taxa para o Brasil.

A expectativa de vida ao nascer nesses municípios também é inferior às médias estaduais de São Paulo e Paraná para a maioria dos municípios analisados.

QUADRO 3.5.3/03 – MORTALIDADE INFANTIL ATÉ UM ANO DE IDADE, POR MIL NASCIDOS VIVOS E ESPERANÇA DE VIDA AO NASCER (1991 E 2000)

Município	Mortalidade até um ano de idade, 1991	Mortalidade até um ano de idade, 2000	Esperança de vida ao nascer, 1991	Esperança de vida ao nascer, 2000
Almirante Tamandaré	45,27	28,0	63,66	66,10
Tunas do Paraná (PR)	31,98	16,46	67,43	71,09
Sete Barras (SP)	23,96	16,66	69,60	70,80
Campina Grande do Sul (PR)	31,66	17,16	67,53	70,73
Cerro Azul (PR)	41,51	18,32	64,65	70,17
Castro	44,97	27,78	63,73	66,18
Colombo	43,62	20,29	64,09	69,25
Adrianópolis (PR)	41,51	18,94	64,65	69,87
Eldorado (SP)	38,51	19,12	64,69	69,57
Itaperuçu	45,27	28,25	63,66	66,01
Registro (SP)	32,02	19,12	66,71	69,57
Campo Largo (PR)	32,52	20,31	67,26	69,24
Campo Magro (PR)	39,46	24,47	65,21	67,47
Bocaiúva do Sul (PR)	37,21	24,50	65,85	67,46
Iporanga (SP)	42,20	26,70	63,63	66,28
Rio Branco do Sul (PR)	45,27	28,25	63,66	66,01
Apiáí (SP)	46,13	28,96	62,57	65,41
Ribeira (SP)	49,20	28,96	61,77	65,41
Barra do Turvo (SP)	42,20	29,51	63,63	65,20
Doutor Ulysses (PR)	55,14	35,13	61,28	63,64
Barra do Chapéu (SP)	56,13	42,35	60,08	61,00
Itaóca (SP)	56,13	42,35	60,08	61,00
Itapirapuã Paulista (SP)	64,12	42,35	58,30	61,00
Quatro Barras	45,27	23,53	63,66	67,85
Ponta Grossa	44,97	16,86	63,73	70,89
Brasil	44,68	30,57	64,73	68,61
São Paulo	27,31	17,48	68,82	71,20
Paraná	38,69	20,30	65,71	69,83

Fonte: Atlas do Desenvolvimento Humano/2004

FIGURA 3.5.3/04 – TAXA DE MORTALIDADE INFANTIL DOS MUNICÍPIOS - 2000

3.5.3.5. Índice de Desenvolvimento Humano

O Quadro 3.5.3/04 apresenta o Índice de Desenvolvimento Humano para os municípios da Área de Abrangência Regional em 1.991 e 2.000. Apesar de todos os municípios terem apresentado melhorias no seu IDH, apenas os municípios de Cerro Azul, Itaóca e Tunas do Paraná melhoraram sua posição relativa no estado. O IDH de todos os municípios da AAR é inferior à média estadual. Os IDHs dos municípios da AAR são apresentados na Figura 3.5.3/05, agrupados em três faixas.

QUADRO 3.5.3/04 – IDH DOS MUNICÍPIOS DA AAR

MUNICÍPIO	IDH Municipal, 1991	IDH Municipal, 2000
Adrianópolis (PR)	0,613	0,683
Apiáí (SP)	0,664	0,716
Almirante Tamandaré/pr	0,667	0,728
Barra do Chapéu (SP)	0,590	0,646
Barra do Turvo (SP)	0,595	0,663
Bocaiúva do Sul (PR)	0,639	0,719
Cerro Azul (PR)	0,568	0,684
Campina Grande do Sul/PR	0,696	0,761
Campo Largo(PR)	0,711	0,774
Campo Magro (PR)	0,682	0,740
Castro	0,675	0,736
Colombo	0,691	0,764
Doutor Ulysses (PR)	0,546	0,627
Eldorado (SP)	0,683	0,733
Iporanga (SP)	0,632	0,693
Itaóca (SP)	0,577	0,650
Itapirapuã Paulista	0,574	0,645
Itaperuçu	0,606	0,675
Ponta Grossa	0,723	0,804
Quatro Barras	0,703	0,774
Registro (SP)	0,733	0,777
Ribeira (SP)	0,623	0,678
Rio Branco do Sul (PR)	0,627	0,702
Sete Barras (SP)	0,703	0,731
Tunas do Paraná (PR)	0,582	0,686
São Paulo	0,778	0,820
Paraná	0,711	0,787
Brasil	0,696	0,766

Fonte: Atlas do Desenvolvimento Humano/2004- Pnud

3.5.3.6. Comunidades Tradicionais

Em atendimento ao Termo de Referência emitido pelo IBAMA para o EIA da UHE Tijuco Alto, foi realizado um levantamento para identificar e caracterizar as comunidades tradicionais na Área de Abrangência Regional. Foram localizados bairros quilombolas na bacia do rio Ribeira de Iguape, espacializados na Figura 3.5.3/06 com os pontos (latitude e longitude) fornecidos pelo ITESP. Para o desenvolvimento dos estudos, o IBAMA foi oficiado pelo CNEC quanto à negativa das comunidades quilombolas em receber pesquisadores. Uma pesquisa primária foi realizada e o texto referente às comunidades quilombolas pautado em experiências e vivências técnicas e em estudos de instituições que lidam com a temática, encontra-se no Anexo 1 deste capítulo do EIA.

FIGURA 3.5.3/05 – INDICE DE DESENVOLVIMENTO HUMANO DOS MUNICIPIOS – 2000

FIGURA 3.5.3/06 – LOCALIZAÇÃO DAS COMUNIDADES QUILOMBOLAS

3.6. AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS

Apresenta-se a seguir uma avaliação dos impactos previstos para a implantação de cada um dos empreendimentos e para o conjunto dos quatro empreendimentos, por componente-síntese. São apresentados os escores atribuídos e as justificativas associadas para os dois cenários especificados no item 3.4.4 – Modelo para a bacia do rio Ribeira de Iguape, Procedimentos Metodológicos.

3.6.1. Uso e Qualidade da Água

3.6.1.1. Alteração da Qualidade da Água

Devido à profundidade elevada e ao alto tempo de residência, o reservatório de Tijuco Alto terá, tanto no cenário 1 quanto no 2, um alto impacto. O reservatório de Itaóca apresentaria médio impacto devido ao baixo tempo de residência, quando considerado tanto o cenário 1 quanto o cenário 2 de implantação do conjunto de reservatórios. O baixo impacto é justificado pela implantação do reservatório de Tijuco Alto, o qual se constituiria num ambiente onde os processos de sedimentação contribuiriam para a melhoria da qualidade de suas águas. O reservatório de Funil deverá apresentar médio impacto no caso de sua formação isolada (cenário 1), em virtude dos seus elevados tempos de residência e profundidade. No Cenário 2, conjunto de reservatórios, apresentaria também médio impacto, em função dos reservatórios de montante diminuir as concentrações de elementos nutrientes. O reservatório de Batatal também apresentaria médio impacto no caso de sua construção isolada (cenário 1), devido às pressões antrópicas nas suas cercanias. Considerando o cenário 2, o reservatório de Batatal apresentaria baixo impacto, pois ele seria o último de um conjunto de reservatórios que tenderiam a reter os materiais advindos das atividades antrópicas.

3.6.1.2. Contaminação por Metais Pesados

Tendo em vista a elevada disponibilidade de metais (Pb, Cu, Zn, Fe, Mn, Ni, Cr, Cd, As e Ba) na bacia do rio Ribeira, supõe-se que em todos os reservatórios existiriam condições de acesso de elementos para alguns dos organismos dos diferentes níveis tróficos. Em adição a essa oferta natural, as áreas envolvidas com as bacias de acumulação possuem vários sítios atualmente contaminados com metais devido à atividade pretérita de mineração. Desse modo, em relação a esta variável, prevê-se para o reservatório de Tijuco Alto um médio impacto (nos cenários 1 e 2) pois, este ambiente possuiria, predominantemente condições hidrodinâmicas favoráveis a retenção desses elementos nas camadas mais profundas e onde o acesso de organismos seria restrito. Tendo em vista a probabilidade de ocorrência de várias misturas das águas durante o ano (sistema polimítico), o reservatório de Itaóca apresentaria alto impacto, pois o regime hidráulico favoreceria a disponibilidade dos metais dos sedimentos. No caso do cenário 2 a presença do reservatório de montante atenuaria as importações de metais desse ambiente, reduzindo, dessa forma tal impacto. Por ser profundo, o reservatório de Funil apresentaria condições hidrodinâmicas favoráveis para a retenção de metais nas camadas profundas, gerando condições de médio impacto com relação à disponibilidade de metais (cenário 1). Considerando o conjunto dos reservatórios (Cenário 2), este ambiente teria baixo impacto devido à retenção de metais pelos reservatórios de montante. Os mesmos motivos citados para o reservatório de Funil se aplicam ao reservatório de Batatal que apresentaria os mesmos impactos nos dois cenários.

3.6.1.3. Crescimento Excessivo de Macrófitas Aquáticas

Embora na região os estudos tenham registrado que as plantas aquáticas apresentam rara frequência e pouca riqueza, na fase de enchimento dos reservatórios formam-se sistemas que subsidiam elevadas produtividades, devido à liberação de nutrientes pelos processos de

lixiviação dos solos e de decomposição dos detritos remanescentes. Nesse cenário de incremento do estado trófico, as proliferações de macrófitas aquáticas constituem-se numa resposta ambiental esperada e decorrente da implantação do reservatório. Nesse contexto, os riscos de diminuição do potencial de navegação estão associados aos reservatórios de pouca área e rasos (Itaóca e Batatal); atribuindo-se para o cenário 1 desses reservatórios altos impactos. Quando considerado o conjunto dos reservatórios, o impacto seria médio para Itaóca e baixo para Batatal, devido à presença de reservatórios de montante que tenderiam a reter os nutrientes.

Em geral, os reservatórios de Tijuco Alto e Funil possuiriam condições hidráulicas (estratificação térmica predominante) e morfológicas (profundos) que não favoreceriam o crescimento desses organismos; sendo atribuído nos cenários 1 e 2 baixo impacto. No caso do reservatório de Funil, no cenário 2 ocorreria, ainda, a sedimentação de nutrientes nos reservatórios de Tijuco Alto e Itaóca que contribuiriam para a redução do grau de fertilidade da água. Esse processo de sedimentação reduziria assim os impactos advindos do crescimento das macrófitas aquáticas para todos os reservatórios a jusante de Tijuco Alto, tão logo se verificasse a regularização da qualidade da água do reservatório, após o período de enchimento do mesmo.

3.6.1.4. Aumento do Grau de Erosão

O fluxo natural do rio estabelece uma dinâmica de erosão e sedimentação resultante de fenômenos naturais e de atividades antrópicas. Uma série de fatores são intervenientes e passíveis de alteração em consequência de impactos, tais como a implantação de reservatórios no curso do rio.

No Quadro 3.6.1/01 são identificadas, para cada aproveitamento previsto para o rio Ribeira de Iguape no seu alto e médio curso, a cota do nível d'água máximo normal de operação, o volume alocado, o tipo de operação, a vazão média mensal afluyente, a distância do aproveitamento até a foz do rio no mar e o percentual de retenção de sedimentos utilizando-se a curva de eficiência de retenção estabelecida por Brune.

QUADRO 3.6.1/01 - ESTIMATIVA DO PERCENTUAL DE RETENÇÃO DE SEDIMENTOS

Aproveitamento	Cota N.A. Máx. (m)	Volume (m ³ * 10 ⁶)	Operação	Vazão Média (m ³ /s)	Distância a Foz (km)	Retenção de Sedimento (%)
Tijuco Alto (1)	290,000	2.043,7	Controle de Cheias	100,9	335	97
Itaóca (2)	150,000	46,0	Fio d'água	114	298	48
Funil (3)	135,000	857,0	Fio d'água	190	258	90
Batatal (3)	67,000	318,0	Fio d'água	219	197	75

Ref: (1) Estudos de inventário de Tijuco alto - Ribeira

(2) Estudos de Inventário – Usinas Itaóca-Funil-Batatal

(3) Avaliação ambiental comparativa das alternativas de partição de queda

Os impactos decorrentes desta dinâmica são analisados sob os seguintes cenários:

- ✓ Implantação isolada de cada empreendimento. Nessa situação a UHE de Tijuco Alto em função da magnitude de retenção de sedimentos, deverá provocar os maiores impactos relativos à erosão de leito e margens de rio e desestabilização de bancos de areia a jusante. Na seqüência há os aproveitamentos de Funil, Batatal e Itaóca.
- ✓ Implantação integrada da cascata de aproveitamentos. Nessa condição, os problemas erosivos potencializados a jusante são atenuados em virtude da nova configuração do sistema hídrico, onde parte ou a totalidade da calha de escoamento é ocupada pelos estirões de massa líquida dos reservatórios. A queda de velocidade do fluxo de vazões após adentrar a região de remanso, contribui para anular a ação dos efeitos erosivos da água, prevalecendo nessas condições, os processos de sedimentação e assoreamento

do reservatório. Neste caso cada aproveitamento deve ser objeto de uma avaliação particular:

- Aproveitamento de Tijuco Alto. O processo erosivo limita-se ao trecho de rio compreendido entre o reservatório de Tijuco Alto e o remanso de Itaóca.
- Aproveitamento de Itaóca. O processo erosivo a jusante é anulado pelo estirão do remanso do reservatório de Funil que atinge o pé da barragem de Itaóca.
- Aproveitamento de Funil. O processo erosivo limita-se ao trecho de rio compreendido entre o reservatório de Funil e o remanso de Batatal.
- Aproveitamento de Batatal. A presença da cascata de aproveitamentos condiciona um maior grau de retenção de sólidos e em consequência é esperada uma maior taxa de erosão a jusante, comparando-se a implantação isolada deste aproveitamento.

Com respeito aos impactos provocados na região estuarina, junto ao Município de Iguape, ressaltam-se os seguintes:

- ✓ Para a implantação isolada do reservatório de Tijuco Alto não são previstos impactos, tendo em vista a distância em que se encontra este aproveitamento em relação a foz do rio Ribeira de Iguape, cerca de 335 km. Estima-se que neste percurso a água já terá recuperado grande parte das concentrações naturais de sedimentos, perdida pela retenção promovida pelo reservatório.
- ✓ No caso da implantação da cascata dos quatro aproveitamentos (Tijuco Alto, Itaóca, Funil e Batatal), as condições de erosão a jusante são mais críticas em função da maior retenção de sedimento e, de sua maior proximidade com a foz do rio Ribeira de Iguape, com o último aproveitamento, o de Batatal, distando 197 km.

No Quadro 3.6.1/02 - encontram-se os escores atribuídos na avaliação do componente-síntese uso e qualidade das águas.

QUADRO 3.6.1/02 - ESCORES ATRIBUÍDOS NA AVALIAÇÃO DO COMPONENTE-SÍNTESE USO E QUALIDADE DAS ÁGUAS

INDICADORES DE IMPACTO ESPECÍFICOS	TIJUCO ALTO		ITAÓCA		FUNIL		BATATAL	
	CENÁRIO 1	CENÁRIO 2	CENÁRIO 1	CENÁRIO 2	CENÁRIO 1	CENÁRIO 2	CENÁRIO 1	CENÁRIO 2
- Alteração da Qualidade da Água	8	8	4	3	6	4	5	2
- Contaminação por Metais Pesados	5	5	8	5	6	3	6	3
- Crescimento Excessivo de Macrófitas Aquáticas	3	3	8	5	3	2	7	3
- Aumento do Grau de Erosão	3	2	1	0	3	3	2	3

Obs.: Cenário 1 – Implantação de uma única UHE
Cenário 2 – Implantação de todas as hidrelétricas

Escala utilizada para quantificar os impactos

ESCALA	SIGNIFICADO
0 a 1,0	Impacto ausente ou muito baixo
1,1 a 3,0	baixo impacto
3,1 a 6,0	Médio impacto
6,1 a 9,0	Alto impacto
9,1 a 10	Impacto muito alto ou inviável

3.6.2. Ecossistemas Aquáticos

3.6.2.1. Alteração da Composição Ictiofaunística

Conforme apresentado na descrição deste indicador, as análises foram realizadas baseando-se na perda de ambientes diferenciados, tais como corredeiras, poços, remansos etc.

Dessa forma, analisando-se os empreendimentos de Tijuco Alto, Funil e Batatal, de forma individual, atribuiu-se a cada um deles um escore “6”, considerados, portanto de médio impacto em seu limite superior, pois os futuros reservatórios afetariam áreas com presença de uma certa diversidade de ambientes do rio Ribeira de Iguape, principalmente com a presença de corredeiras e águas rasas intercaladas por pequenos trechos com a presença de águas mais calmas e mais profundas.

No caso da UHE Itaóca, quando analisada sob a ótica do cenário 1 (empreendimentos individuais), o impacto relativo a alteração da composição ictiofaunística foi considerado baixo (escore 3) em função do pequeno porte de seu reservatório e da pouca expressão de ambientes mais diversificados.

Ao analisarmos esses empreendimentos sob a ótica do cenário 2 (todos os empreendimentos serão construídos) há uma alteração na pontuação destes empreendimentos devido a sinergia deste impacto.

O único empreendimento que manteve sua pontuação original foi o de Tijuco Alto, pois se considerou que independentemente da construção de empreendimentos a jusante, o Rio Ribeira se mantém em suas condições originais a montante do reservatório de Tijuco. Já para os outros empreendimentos há um acréscimo significativo na perda de ambientes lóticos, pois a montante de cada empreendimento sempre haverá pelo menos um novo lago.

Essa ampliação da modificação de ambientes lóticos para lênticos pode levar a significativas alterações na composição ictiofaunística da bacia, levando a impactos de maiores magnitudes. Desta forma, para cada um dos outros três empreendimentos (Itaóca, Funil e Batatal) os escores foram ampliados na busca de uma qualificação melhor da sinergia destes impactos.

3.6.2.2. Alteração da Dinâmica Populacional da Ictiofauna

Este impacto foi considerado alto para Tijuco Alto e Funil, e médio para Itaóca e Batatal, com valor menor para Itaóca devido ao seu pequeno reservatório.

Conforme abordado na caracterização deste impacto, a alteração da dinâmica populacional pela formação de reservatórios tende a ser maior em trechos de rios com maior diversidade em sua composição ictiofaunística. Assim os reservatórios de Tijuco Alto e Funil, devido ao seu tamanho e grande diversidade de ambientes, tendem a apresentar peixes com diferentes táticas alimentares e reprodutivas.

Neste caso é importante salientar que o reservatório de Funil atinge uma área relativamente extensa do rio Pardo, que é um dos principais afluentes do rio Ribeira na área estudada. Este afluente, por sua vez, apresenta trechos com bons níveis de conservação das margens e acessos difíceis, o que tende a lhe conferir um maior grau de preservação.

No caso de Batatal o impacto foi considerado de média magnitude, porém no limite superior desta classe, em função da possibilidade de ocorrência de espécies de hábitos marinho-estuarinos que seriam prejudicados com a formação do reservatório.

Na análise com todos os empreendimentos sendo construídos, naturalmente há um acréscimo deste impacto sobre a bacia, porém este impacto apresenta menor sinergia no reservatório mais a montante, pois áreas de leito natural ainda se manteriam presentes nos trechos mais superiores da bacia.

3.6.2.3. Quebra do Fluxo Gênico

A quebra do fluxo gênico não foi considerada como um impacto importante para nenhum dos empreendimentos avaliados, pois a grande parte dos deslocamentos de peixes, tanto em nível reprodutivo como alimentar nestas áreas é de curta distância. Nos reservatórios mais a jusante (Funil e Batatal) este impacto é um pouco maior devido à possibilidade de ocorrência de migração de algumas espécies vindas da planície litorânea.

Com a construção de todos os empreendimentos este impacto se potencializa para todos os reservatórios, pois, mesmo com a construção de dispositivos de transposição adequados, o isolamento de diferentes populações é quase certo.

3.6.2.4. Perda de Riqueza Específica

Considerando-se os empreendimentos de forma isolada este impacto não apresenta grande significância, pois sempre se mantém trechos de rios a montante dos reservatórios com as mesmas condições de antes da formação dos lagos, porém, no caso de todos os empreendimentos serem construídos, a perda de riqueza específica se potencializa para aqueles que não possuem tributários que possam garantir as migrações. Este é o caso dos lagos de Batatal e Itaóca, já que para o Tijuco Alto, ainda se mantém o trecho mais a montante do rio Ribeira, e para Funil é mantido o rio Pardo, a montante do remanso do reservatório.

No Quadro 3.6.2/01 – encontram-se os escores atribuídos na avaliação do componente-síntese ecossistemas aquáticos.

QUADRO 3.6.2/01 - ESCORES ATRIBUÍDOS NA AVALIAÇÃO DO COMPONENTE-SÍNTESE ECOSISTEMAS AQUÁTICOS

INDICADORES DE IMPACTO ESPECÍFICOS	TIJUCO ALTO		ITAÓCA		FUNIL		BATATAL	
	CENÁRIO 1	CENÁRIO 2	CENÁRIO 1	CENÁRIO 2	CENÁRIO 1	CENÁRIO 2	CENÁRIO 1	CENÁRIO 2
- Alteração da Composição Ictiofaunística	6	6	3	5	6	8	6	8
- Alteração da Dinâmica Populacional	7	7	4	5	7	8	6	7
- Quebra do Fluxo Gênico	2	4	2	4	3	5	3	5
- Perda de Riqueza Específica	3	3	3	7	3	3	3	7

Obs.: Cenário 1 – Implantação de uma única UHE
Cenário 2 – Implantação de todas as hidrelétricas

Escala utilizada para quantificar os impactos

ESCALA	SIGNIFICADO
0 a 1,0	Impacto ausente ou muito baixo
1,1 a 3,0	baixo impacto
3,1 a 6,0	Médio impacto
6,1 a 9,0	Alto impacto
9,1 a 10	Impacto muito alto ou inviável

3.6.3. Ecossistemas Terrestres

3.6.3.1. Alteração da Dinâmica Populacional

Analisando-se os níveis de conservação da bacia do rio Ribeira nos trechos afetados pelos empreendimentos avaliados, verifica-se que as atividades antrópicas já provocaram alterações sensíveis, principalmente nas porções mais baixas do vale, isto é nas proximidades das margens do rio Ribeira. Plantios agrícolas de bananas e outras espécies de ciclo curto, a implantação de pastagens em áreas de encostas íngremes e os desmatamentos ocasionaram níveis considerados de fragmentação na vegetação de mata atlântica que recobria este vale.

A implantação dos reservatórios será um fator adicional neste processo de fragmentação, principalmente sobre os poucos remanescentes de vegetação ciliar das margens do Ribeira. Entretanto os impactos dos quatro reservatórios analisados individualmente podem ser considerados de média magnitude, em função do quadro de conservação que a bacia se encontra.

Atribuiu-se um valor pouco maior para o impacto do reservatório de Batatal, pois se verificou que o nível da água deste reservatório vai comprometer a continuidade de alguns remanescentes vegetais mais significativos.

Na análise do conjunto dos empreendimentos verificou-se que as principais sinergias dos impactos ocorrem nos dois reservatórios mais a jusante da bacia, por representarem perdas de ambientes de mata atlântica um pouco mais conservados além de afetar a bacia do rio Pardo, no caso da UHE Funil.

No caso do reservatório de Itaóca, mesmo com a implantação dos demais reservatórios não se identificou uma ampliação dos efeitos e para Tijuco Alto, a recuperação da vegetação nas áreas de encostas, verificada ao longo dos últimos anos, garante uma continuidade desses ambientes nas áreas limítrofes ao futuro reservatório.

3.6.3.2. Redução da Cobertura Florestal

A análise deste componente foi realizada com o apoio da interpretação do uso e ocupação do solo nas áreas a serem afetadas pelos reservatórios. Como resultado deste mapeamento foram estabelecidos percentuais de ocupação por vegetação arbórea em estágios médios e avançados em cada reservatório, conforme se observa no quadro a seguir.

QUADRO 3.6.3/01 – ÁREAS DOS RESERVATÓRIOS

APROVEITAMENTO	POTÊNCIA INSTALADA (MW)	ÁREA DO RESERVATÓRIO (KM2)
Tijuco Alto	144	51,8
Itaoca	30	3,5
Funil	150	34,2
Batatal	75	22,9

No quadro a seguir estabelece-se o uso de ocupação do solo, conforme o empreendimento projetado.

QUADRO 3.6.3/02 - USO DO SOLO NAS ÁREAS A SEREM ALAGADAS PELOS RESERVATÓRIOS DA BACIA DO RIBEIRA

Usos	Tijuco Alto (%)	Funil (%)	Batatal (%)	Itaóca (%)
Pasto/Agricultura	35,67	33,33	20,33	31,00
Estágio Médio + Avançado de recuperação	12,33	32,34	44,67	40,67
. Estágio Avançado	1,83	6,67	6,00	---
. Estágio Médio	10,50	25,67	38,67	40,67
Estágio Inicial de Recuperação	50,67	34,33	33,33	28,33
Área Urbana	0,73	---	1,67	---
Reflorestamento	0,60	---	----	---

Fonte: CNEC 2005. Estimativas percentuais realizadas sobre imagens de satélite com as cotas de alagamento.

Os escores dos impactos foram estabelecidos associando-se o percentual de área ocupada por vegetação de porte arbóreo em cada reservatório e a sua área. Os escores variaram de 5, para Tijuco Alto, até 8 para o empreendimento Batatal.

Na análise dos empreendimentos em conjunto, a pontuação de cada um deles foi ampliada, pois a perda maior de ambientes conservados na bacia obviamente potencializa este impacto.

3.6.3.3. Extinção Local de Espécies

A possível extinção local de espécies de flora ou de fauna está ligada à capacidade de adaptação das espécies presentes, ou seja, a sua plasticidade. Os levantamentos realizados e as pesquisas bibliográficas indicaram que nos trechos situados mais a montante, provavelmente devido a maiores pressões antrópicas suportadas por estas áreas, há uma predominância de espécies de maior plasticidade. Assim, nos empreendimentos de Tijuco Alto e Itaóca este impacto foi considerado baixo.

Já nas áreas afetadas pelos empreendimentos de jusante (Funil e Batatal) predominam ambientes com características ombrófilas, isto é, onde o sombreamento é importante para a regeneração de diversas plantas. Nessas áreas a possibilidade de extinção local de espécies é maior e os impactos foram analisados como de média a grande importância.

Avaliando-se os quatro empreendimentos construídos na bacia, a sinergia não parece ocorrer nos trechos de montante pela associação de espécies de floresta ombrófila e estacional já presentes. Nos trechos mais baixos do vale a sinergia pode ocorrer, pois há um aumento de áreas que serão alteradas com a formação dos reservatórios.

3.6.3.4. Colonização por Espécies Invasoras

Este impacto foi considerado como de baixa magnitude para todos os empreendimentos construídos individualmente e sem sinergia para a construção conjunta, pois, apesar de ser possível uma maior colonização por espécies invasoras de outros domínios vegetais nas regiões afetadas pelos empreendimentos analisados, a antropização presente no vale do Ribeira já proporciona essas condições, pois muitos ambientes das florestas ombrófilas hoje são ocupados por áreas abertas, onde predominam as culturas agrícolas e as pastagens.

No caso da área de Tijuco Alto já há uma clara interação entre espécies desses dois domínios vegetais.

No Quadro 3.6.3/03 - encontram-se os escores atribuídos na avaliação do componente-síntese ecossistemas terrestres.

QUADRO 3.6.3/03 - ESCORES ATRIBUÍDOS NA AVALIAÇÃO DO COMPONENTE-SÍNTESE ECOSISTEMAS TERRESTRES

INDICADORES DE IMPACTO ESPECÍFICOS	TIJUCO ALTO		ITAÓCA		FUNIL		BATATAL	
	CENÁRIO 1	CENÁRIO 2	CENÁRIO 1	CENÁRIO 2	CENÁRIO 1	CENÁRIO 2	CENÁRIO 1	CENÁRIO 2
Alteração da Dinâmica Populacional	5	5	5	5	5	7	6	7
Redução da Cobertura Florestal	5	6	6	6	7	8	8	9
Extinção Local de Espécies	3	3	2	2	6	7	7	8
Colonização por Espécies Invasoras	2	2	2	2	2	2	2	2

Obs.: Cenário 1 – Implantação de uma única UHE
 Cenário 2 – Implantação de todas as hidrelétricas

Escala utilizada para quantificar os impactos

ESCALA	SIGNIFICADO
0 a 1,0	Impacto ausente ou muito baixo
1,1 a 3,0	baixo impacto
3,1 a 6,0	Médio impacto
6,1 a 9,0	Alto impacto
9,1 a 10	Impacto muito alto ou inviável

3.6.4. Modos de Vida

3.6.4.1. Interferências sobre Populações Tradicionais (Quilombolas)

Este impacto foi considerado alto para Funil, muito alto para Batatal e muito baixo nos casos de Tijuco Alto e Itaóca. A diferença na avaliação entre Funil e Batatal diz respeito ao número de áreas que deverá ter perda direta de território.

A implantação dos reservatórios de Funil e Batatal trará impactos diretos e irreversíveis à comunidade quilombola dos bairros de Sapatu, Boa Esperança, André Lopes, Nhungara, Castelhanos, Galvão e Ivaporunduva e bairros de Praia Grande e Porto Velho. A implantação desses reservatórios significa interferência direta com perda de área nos territórios quilombolas mencionados, dificultando a possibilidade de continuidade e reprodução do grupo, pois é ali que se identifica enquanto tal. Essa interferência poderá implicar numa possível relocação das comunidades, o que poderá causar danos graves visto que o grupo deixará de pertencer a um lugar e a uma comunidade específica.

Para os casos de Tijuco Alto e Itaóca identificam-se impactos indiretos nessas comunidades, de natureza mais psicológica, resultando num certo temor e insegurança com relação à nova situação.

Na análise dos empreendimentos em conjunto, a pontuação para Tijuco Alto e Itaóca permaneceu a mesma tendo em vista que a expectativa negativa não se altera. Mas para Funil e Batatal a pontuação foi ampliada, pois a perda maior de territórios de quilombolas na região potencializa esse impacto.

3.6.4.2. Interferências sobre Núcleos Urbanos

Esse impacto foi considerado alto para os casos de Tijuco Alto e Batatal e ausente para Itaóca e Funil.

A implantação dos reservatórios de Tijuco Alto e Batatal trará impactos diretos e irreversíveis para as sedes municipais de Cerro Azul/PR e Iporanga/SP, respectivamente. Haverá perda de território na área urbana de Cerro Azul, mais especificamente em direção aos bairros situados na margem esquerda do rio Ponta Grossa, onde se verifica expansão da cidade. Em Iporanga a interferência se dará em áreas periféricas da cidade. Essa perda de território implica em relocação de população e de serviços de infra-estrutura sociais existentes e um novo desenho urbano.

Cabe ressaltar também que se tratam de cidades antigas com uma história na sua ocupação. Tal condição faz com que qualquer intervenção implique numa perda cultural, em prédios históricos, em identidade histórica. No caso de Iporanga, tombado pelo CONDEPHAAT, as intervenções diretas do empreendimento se potencializam, daí resultando em uma pontuação pouco maior do que para Tijuco Alto.

Na análise dos empreendimentos em conjunto, a pontuação não se altera, pois as interferências como perda de território, relocação compulsória de população e perda da identidade cultural não se potencializa.

3.6.4.3. Interferências sobre os Núcleos Rurais

Esse impacto foi considerado alto para Tijuco Alto, Funil e Batatal e médio para Itaóca.

Segundo avaliação da CESP (1993) a implantação do reservatório de Tijuco Alto implicará no deslocamento compulsório de cerca de 590 famílias rurais, o de Batatal em aproximadamente 400 famílias e o de Funil em torno de 360 famílias, avaliados como de

alto impacto. O reservatório de Itaóca, considerado aqui como de médio impacto interferirá em cerca de 140 famílias.

Esse impacto é irreversível e permanente, tendo em vista que implicará no deslocamento compulsório de significativo montante de famílias podendo romper com os vínculos estabelecidos na região. A grande maioria das famílias nasceu na região ou chegaram há muitos anos permitindo, assim, construir e estabelecer uma rede de fortes e estreitos laços de parentescos e relações sociais levando a uma grande solidariedade entre elas. Seu modo de vida nesse espaço específico permite, mesmo com dificuldades, a sua reprodução social. Assim, um deslocamento compulsório dessas famílias significa quebrar e interromper com essas relações sociais o que poderá implicar em grandes transtornos para elas.

Esse impacto é mais significativo no que diz respeito ao reservatório de Tijuco Alto, com 8,0 de pontuação, quando vistos os reservatórios separadamente. Os reservatórios de Funil e Batatal estão equiparados, visto que o número de famílias afetadas está entre 360 a 400. O reservatório de menor impacto nesse quesito é o de Itaóca cujas famílias atingidas são em torno de 140.

Quando analisados em conjunto, a pontuação foi ampliada para todos eles, pois o volume de famílias rurais atingidas tende a potencializar.

3.6.4.4. Interferências sobre Infra-estrutura Produtiva

Esse impacto foi considerado médio para todos os reservatórios com pequenas variações na pontuação.

O padrão de ocupação, com explorações agropecuárias na área afetada pelos empreendimentos são, do ponto de vista econômico, bastante semelhantes. Na área do reservatório de Tijuco Alto predomina a agricultura de subsistência e em alguns trechos existem cultivos com orientação comercial, particularmente com produtos hortícolas. Na área de Itaóca o quadro é semelhante, porém, gradativamente em função de uma ligeira suavização do relevo passam a ser observadas, além da agricultura de subsistência, algumas fazendas mais estruturadas na exploração de gado bovino, sendo, no entanto de pouca expressão econômica. Na continuidade, na área do reservatório projetado para Funil as áreas de pastagens são mais expressivas, ocorrendo também cultivos de subsistência que se verificam mais acentuadamente no bairro João Surrá, nas margens do rio Turvo. A área de Batatal é caracterizada por um relevo relativamente menos acidentado favorecendo a ocupação com fazendas de exploração pecuária mais estruturadas, e, também com cultivos comerciais de banana observado em diversos pontos da área próxima ao rio Ribeira.

Em que pesem as características próprias das diversas áreas em avaliação essas diferenças não implicam na ocorrência de benfeitorias associadas à produção que exijam diferenciação do ponto de vista econômico. Dentro desse quadro a avaliação do impacto da perda ou comprometimento de infra-estruturas produtivas é melhor quantificado respeitando uma relação direta, embora não proporcional, com a área requerida pelos empreendimentos, e como indicador dessa área as dimensões dos reservatórios associados.

Dentro desse contexto, outra característica que poderá diferenciar os empreendimentos está associada ao comprometimento do sistema viário. Dados do inventário da CESP (1993) permitem ordenar os empreendimentos de acordo com o comprometimento do sistema viário: na área de Tijuco Alto cerca de 95 km de estradas seriam comprometidos, na área de Funil cerca de 53 km, na área de Batatal cerca de 45 km, enquanto que na área de Itaóca cerca de 10 km. Embora os dados permitam essa ordenação, há que se considerar que no

advento da implantação de algum desses empreendimentos os impactos sobre sistema viário são, via de regra, mitigados por programa específico de reorganização do sistema viário com resultados que, em geral, conduzem a um novo sistema mais eficiente do que aquele comprometido pelo empreendimento.

Tendo em vista esses condicionantes optou-se por atribuir os escores relativos à magnitude do impacto Interferência sobre as Infra-estruturas Produtivas como uma relação direta das áreas dos reservatórios, visto que, as diferenças qualitativas na infra-estrutura produtiva associada aos diversos empreendimentos não justificam diferenciação do ponto de vista econômico. Dessa forma, o que não é de causar estranheza, os maiores reservatórios serão também os que causaram os maiores impactos sobre a infra-estrutura produtiva. É claro que isso só é válido nesse caso específico, onde não se observam diferenças qualitativas significativas, sob enfoque econômico, na infra-estrutura produtiva existente nas áreas requeridas pelos quatro empreendimentos projetados. Em todos os casos, os impactos foram classificados como médios, sendo, ordenados pelo escore atribuído segundo a ordem de grandeza dos reservatórios associados aos empreendimentos. No Cenário 1, que considera a implementação de apenas um empreendimento, cada um à sua vez, para Tijuco Alto, o maior dos reservatórios, atribuiu-se o escore 5. Para Funil e Batatal, reservatórios de dimensão intermediária foram atribuídos, respectivamente, os escores 4,5 e 4, e para Itaóca, o menor dos reservatórios, atribuiu-se o escore 3,5. Considerando-se o Cenário 2, onde todos os empreendimentos projetados seriam implementados, pode-se prever um efeito sinérgico negativo, causado por diversas intervenções que teriam que ser realizadas na área. Esse efeito sendo analisado sob o enfoque econômico, e diante das possibilidades tecnológicas dos modernos projetos de engenharia, é considerado pouco expressivo. Para registrar esse efeito, na avaliação do cenário 2, adicionou-se 0,5 ponto aos escores anteriormente definidos no Cenário 1.

No Quadro 3.6.4/01 - encontram-se os escores atribuídos na avaliação do componente-síntese modos de vida.

QUADRO 3.6.4/01 - ESCORES ATRIBUÍDOS NA AVALIAÇÃO DO COMPONENTE-SÍNTESE MODOS DE VIDA

INDICADORES DE IMPACTO ESPECÍFICOS	TIJUCO ALTO		ITAÓCA		FUNIL		BATATAL	
	CENÁRIO 1	CENÁRIO 2	CENÁRIO 1	CENÁRIO 2	CENÁRIO 1	CENÁRIO 2	CENÁRIO 1	CENÁRIO 2
Interferências sobre Populações Tradicionais: (Quilombolas)	0,5	0,5	0,5	0,5	9	9,5	9,5	10
Interferências sobre Núcleos Urbanos	8,0	8,0	0	0	0	0	8,5	8,5
Interferências sobre Núcleos Rurais	8,0	8,5	6	6,5	7,0	7,5	7,0	7,5
Interferências sobre Infra-estrutura Produtiva	5,0	5,5	3,5	4,0	4,5	5	4	4,5

Obs.: Cenário 1 – Implantação de uma única UHE
 Cenário 2 – Implantação de todas as hidrelétricas

Escala utilizada para quantificar os impactos

ESCALA	SIGNIFICADO
0 a 1,0	Impacto ausente ou muito baixo
1,1 a 3,0	baixo impacto
3,1 a 6,0	Médio impacto
6,1 a 9,0	Alto impacto
9,1 a 10	Impacto muito alto ou inviável

3.6.5. Resultados Obtidos

Com a avaliação da magnitude dos indicadores de impacto específicos, realizada por cada grupo de especialistas para os cenários 1 e 2, foi possível se calcular os escores atribuídos para cada um dos quatro componentes-síntese, a partir da efetivação da aplicação dos fatores de ponderação para cada impacto específico. Os Quadros 3.6.5/01 a 3.6.5/04 apresentados a seguir demonstram os cálculos efetuados para cada um dos componentes-síntese, sendo possível observar além da magnitude dos valores atribuídos a cada impacto específico, o efeito da aplicação da ponderação correspondente a cada impacto bem como o efeito de sinergia quando considerada a implantação dos quatro empreendimentos.

Para o componente-síntese Uso e Qualidade das Águas o efeito sinérgico da implantação do conjunto de reservatórios é positivo. Isto é, a implantação do conjunto dos reservatórios age no sentido de melhorar a qualidade das águas da bacia do Ribeira de Iguape. Apenas para esse componente o efeito de sinergia é positivo. Os impactos associados aos demais componentes-síntese são negativos, verificando-se um aumento dos impactos devidos a cada hidrelétrica quando se considera a implantação do conjunto de hidrelétricas.

Os Quadros 3.6.5/05 e 3.6.5/06 apresentam a somatória dos efeitos cumulativos e sinérgicos resultantes da implantação das hidrelétricas de Tijuco Alto, Itaóca, Funil e Batatal para os Cenários 1 e 2.

Para o Cenário 1, considerando-se as magnitudes atribuídas pela metodologia adotada para esta avaliação e apresentadas no Quadro 3.4.4/02, pode-se afirmar que os impactos a serem gerados são de médio porte para as hidrelétricas Itaóca, Tijuco Alto e Funil, pois situam-se na faixa situada entre 12,1 e 24,0 e Alto para a hidrelétrica Batatal que supera ligeiramente o limite do escore para médio impacto. A principal componente desse impacto de Batatal é Modos de Vida e, dentro desse componente-síntese, os maiores impactos identificados foram Interferências sobre Populações Tradicionais – Quilombolas e Núcleos Urbanos. A hidrelétrica de Funil é avaliada em posição intermediária quando comparada com Batatal e Tijuco Alto. Em Funil seriam, também, afetados Bairros Quilombolas. Tijuco Alto é a Usina que menor nível de impacto causaria quando comparado com essas outras duas usinas de porte semelhante.

Entres as quatro usinas, não é surpresa que a UHE Itaóca se apresente como de menor impacto, pois trata-se na verdade de uma PCH e sua implantação corresponderia a apenas 7,5% da capacidade instalada total prevista, no caso da construção das quatro hidrelétricas.

O efeito de sinergia devido à implantação do conjunto das quatro hidrelétricas não é muito significativo, aumentando o valor dos impactos em menos que quatro por cento.

QUADRO 3.6.5/01 – IMPACTOS CUMULATIVOS E SINÉRGICOS DO COMPONENTE-SÍNTESE USO E QUALIDADE DAS ÁGUAS – CENÁRIOS 1 E 2

COMPONENTE-SÍNTESE USO E QUALIDADE DAS ÁGUAS

Impactos/Componentes-Síntese	TIJUCO		ITAÓCA		FUNIL		BATATAL		FATOR
	Cenários 1	2	1	2	1	2	1	2	
Alteração da Qualidade da Água	8	8	4	3	6	4	5	2	0,3
Contaminação por Metais Pesados	5	5	8	5	6	3	6	3	0,3
Crescimento Excessivo de Macrófitas Aquáticas	3	3	8	5	3	2	7	3	0,2
Aumento do Grau de Erosão	3	2	1	0	3	3	2	3	0,2
Componente-Síntese Ponderada pelo Fator	TIJUCO		ITAÓCA		FUNIL		BATATAL		
Cenários	1	2	1	2	1	2	1	2	
Alteração da Qualidade da Água	2,4	2,4	1,2	0,9	1,8	1,2	1,5	0,6	
Contaminação por Metais Pesados	1,5	1,5	2,4	1,5	1,8	0,9	1,8	0,9	
Crescimento Excessivo de Macrófitas Aquáticas	0,6	0,6	1,6	1,0	0,6	0,4	1,4	0,6	
Aumento do Grau de Erosão	0,6	0,4	0,2	0,0	0,6	0,6	0,4	0,6	
IMPACTO TOTAL	5,1	4,9	5,4	3,4	4,8	3,1	5,1	2,7	
Efeitos de Sinergia	TIJUCO		ITAÓCA		FUNIL		BATATAL		TOTAL
Alteração da Qualidade da Água		0,0		-0,3		-0,6		-0,9	-1,8
Contaminação por Metais Pesados		0,0		-0,9		-0,9		-0,9	-2,7
Crescimento Excessivo de Macrófitas Aquáticas		0,0		-0,6		-0,2		-0,8	-1,6
Aumento do Grau de Erosão		-0,2		-0,2		0,0		0,2	-0,2
Sinergia Total		-0,2		-2,0		-1,7		-2,4	-6,3

QUADRO 3.6.5/02 – IMPACTOS CUMULATIVOS E SINÉRGICOS DO COMPONENTE-SÍNTESE ECOSISTEMAS AQUÁTICOS – CENÁRIOS 1 E 2

COMPONENTE SÍNTESE ECOSISTEMAS AQUÁTICOS

Impactos/Componentes-Síntese	TIJUCO		ITAÓCA		FUNIL		BATATAL		FATOR
	1	2	1	2	1	2	1	2	
Alteração da Composição Ictiofaunística	6	6	3	5	6	8	6	8	0,3
Alteração da Dinâmica Populacional	7	7	4	5	7	8	6	7	0,3
Quebra do Fluxo Gênico	2	4	2	4	3	5	3	5	0,2
Perda de Riqueza Específica	3	3	3	7	3	3	3	7	0,2
Componente-Síntese ponderada pelo Fator	TIJUCO		ITAÓCA		FUNIL		BATATAL		FATOR
Cenários	1	2	1	2	1	2	1	2	
Alteração da Composição Ictiofaunística	1,8	1,8	0,9	1,5	1,8	2,4	1,8	2,4	
Alteração da Dinâmica Populacional	2,1	2,1	1,2	1,5	2,1	2,4	1,8	2,1	
Quebra do Fluxo Gênico	0,4	0,8	0,4	0,8	0,6	1,0	0,6	1,0	
Perda de Riqueza Específica	0,6	0,6	0,6	1,4	0,6	0,6	0,6	1,4	
IMPACTO TOTAL	4,9	5,3	3,1	5,2	5,1	6,4	4,8	6,9	
Efeitos de Sinergia	TIJUCO		ITAÓCA		FUNIL		BATATAL		TOTAL
Alteração da Composição Ictiofaunística		0,0		0,6		0,6		0,6	1,8
Alteração da Dinâmica Populacional		0,0		0,3		0,3		0,3	0,9
Quebra do Fluxo Gênico		0,4		0,4		0,4		0,4	1,6
Perda de Riqueza Específica		0,0		0,8		0,0		0,8	1,6
Sinergia Total		0,4		2,1		1,3		2,1	5,9

QUADRO 3.6.5/03 – IMPACTOS CUMULATIVOS E SINÉRGICOS DO COMPONENTE-SÍNTESE ECOSISTEMAS TERRESTRES – CENÁRIOS 1 E 2

COMPONENTE-SÍNTESE ECOSISTEMAS TERRESTRES

Impactos/Componentes-Síntese	TIJUCO		ITAÓCA		FUNIL		BATATAL		FATOR	
	Cenários	1	2	1	2	1	2	1		2
Alteração da Dinâmica Populacional		5	5	5	5	7	6	7	0,35	
Redução da Cobertura Vegetal		5	6	6	6	7	8	8	0,30	
Extinção Local de Espécies		3	3	2	2	6	7	7	0,25	
Colonização por Espécies Invasoras		2	2	2	2	2	2	2	0,10	
Componente-Síntese Ponderada pelo Fator	TIJUCO		ITAÓCA		FUNIL		BATATAL		FATOR	
Cenários	1	2	1	2	1	2	1	2		
Alteração da Dinâmica Populacional		1,8	1,8	1,8	1,8	2,5	2,1	2,5		
Redução da Cobertura Vegetal		1,5	1,8	1,8	1,8	2,1	2,4	2,7		
Extinção Local de Espécies		0,8	0,8	0,5	0,5	1,5	1,8	2,0		
Colonização por Espécies Invasoras		0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2		
IMPACTO TOTAL		4,2	4,5	4,3	4,3	5,6	6,8	6,5	7,4	
Efeitos de Sinergia	TIJUCO		ITAÓCA		FUNIL		BATATAL		TOTAL	
Alteração da Dinâmica Populacional			0,0		0,0		0,7		0,4	1,1
Redução da Cobertura Vegetal			0,3		0,0		0,3		0,3	0,9
Extinção Local de Espécies			0,0		0,0		0,3		0,3	0,5
Colonização por Espécies Invasoras			0,0		0,0		0,0		0,0	0,0
Sinergia Total			0,3		0,0		1,3		0,9	2,5

QUADRO 3.6.5/04 – IMPACTOS CUMULATIVOS E SINÉRGICOS DO COMPONENTE-SÍNTESE MODOS DE VIDA – CENÁRIOS 1 E 2

COMPONENTE-SÍNTESE MODOS DE VIDA

Impactos/Componentes-Síntese	TIJUCO		ITAÓCA		FUNIL		BATATAL		FATOR	
	Cenários	1	2	1	2	1	2	1		2
Populações Tradicionais (Quilombolas)		0,5	0,5	0,5	0,5	9	9,5	9,5	10	0,45
Núcleos Urbanos		8	8	0	0	0	0	8,5	8,5	0,25
Núcleos Rurais		8	8,5	6	6,5	7	7,5	7	7,5	0,20
Infra-Estrutura Produtiva		5	5,5	3,5	4	4,5	5	4	4,5	0,10
Componente-Síntese Ponderada pelo Fator	TIJUCO		ITAÓCA		FUNIL		BATATAL		FATOR	
Cenários	1	2	1	2	1	2	1	2		
Populações Tradicionais (Quilombolas)		0,2	0,2	0,2	0,2	4,1	4,3	4,3	4,5	
Núcleos Urbanos		2,0	2,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,1	2,1	
Núcleos Rurais		1,6	1,7	1,2	1,3	1,4	1,5	1,4	1,5	
Infra-Estrutura Produtiva		0,5	0,6	0,4	0,4	0,5	0,5	0,4	0,5	
IMPACTO TOTAL		4,3	4,5	1,8	1,9	5,9	6,3	8,2	8,6	
Efeitos de Sinergia	TIJUCO		ITAÓCA		FUNIL		BATATAL		TOTAL	
Cenários	1	2	1	2	1	2	1	2		
Populações Tradicionais (Quilombolas)		0,0		0,0		0,2		0,2	0,5	
Núcleos Urbanos		0,0		0,0		0,0		0,0	0,0	
Núcleos Rurais		0,1		0,1		0,1		0,1	0,4	
Infra-Estrutura Produtiva		0,1		0,1		0,1		0,1	0,2	
Sinergia Total		0,2		0,2		0,4		0,4	1,1	

QUADRO 3.6.5/05 – EFEITOS CUMULATIVOS RESULTANTES DA IMPLANTAÇÃO DAS QUATRO HIDRELÉTRICAS – CENÁRIO 1

EFEITOS CUMULATIVOS - CENÁRIO 1

	Tijuco Alto	Itaóca	Funil	Batatal		Implantação Conjunta das 4 Hidrelétricas
Capacidade Instalada (MW)	144	30	150	75		399,0
Participação na Capacidade Instalada Total (%)	36,1	7,5	37,6	18,8		100,0
Componente-Síntese						
Uso e Qualidade das Águas	5,1	5,4	4,8	5,1		20,4
Ecosistemas Aquáticos	4,9	3,1	5,1	4,8		17,9
Ecosistemas Terrestres	4,2	4,3	5,6	6,5		20,6
Modos de Vida	4,3	1,8	5,9	8,2		20,2
Impacto Cumulativo Total	18,5	14,6	21,4	24,6		79,1
Participação no Impacto Total (%)	23,4	18,5	27,1	31,1		100,0

Obs.: Cenário 1 não leva em consideração os efeitos sinérgicos resultantes da implantação conjunta dos quatro empreendimentos.

VALORES ATRIBUÍDOS AO CONJUNTO DE IMPACTOS POR EMPREENDIMENTO

ESCALA	SIGNIFICADO
0 a 4,0	Impacto ausente ou muito baixo
4,1 a 12,0	Baixo impacto
12,1 a 24,0	Médio impacto
24,1 a 36,0	Alto impacto
36,1 a 40,0	Impacto muito alto ou inviável

Fonte: CNEC, 2005.

QUADRO 3.6.5/06 – EFEITOS CUMULATIVOS E SINÉRGICOS RESULTANTES DA IMPLANTAÇÃO DAS QUATRO HIDRELÉTRICAS – CENÁRIO 2

EFEITOS CUMULATIVOS E SINÉRGICOS - Cenário 2

	Tijuco Alto	Itaóca	Funil	Batatal		Implantação Conjunta das 4 Hidrelétricas
Capacidade Instalada (MW)	144	30	150	75		399,0
Participação na Capacidade Instalada Total (%)	36,1	7,5	37,6	18,8		100,0
Componente-Síntese						
Uso e Qualidade das Águas	4,9	3,4	3,1	2,7		14,1
Ecosistemas Aquáticos	5,3	5,2	6,4	6,9		23,8
Ecosistemas Terrestres	4,5	4,3	6,8	7,4		23,0
Modos de Vida	4,5	1,9	6,3	8,5		21,2
Impacto Cumulativo e Sinérgico Total	19,2	14,8	22,6	25,5		82,1
Participação no Impacto Total (%)	23,4	18,0	27,5	31,1		100,0
Incremento do impacto devido à sinergia						3,8%

Obs.: Cenário 2 leva em consideração os efeitos sinérgicos resultantes da implantação conjunta dos quatro empreendimentos.

VALORES ATRIBUÍDOS AO CONJUNTO DE IMPACTOS POR EMPREENDIMENTO

ESCALA	SIGNIFICADO
0 a 4,0	Impacto ausente ou muito baixo
4,1 a 12,0	Baixo impacto
12,1 a 24,0	Médio impacto
24,1 a 36,0	Alto impacto
36,1 a 40,0	Impacto muito alto ou inviável

Fonte: CNEC, 2005.

3.7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Inicialmente serão tecidos comentários relativos ao Cenário 1 e considerada a implantação de apenas uma hidrelétrica na Área de Abrangência Regional. Os resultados obtidos na avaliação dos efeitos cumulativos e sinérgicos dos impactos ambientais dos empreendimentos Tijuco Alto, Itaóca, Funil e Batatal indicaram o empreendimento de Itaóca como aquele que acarretará o menor impacto ambiental total caso implantado, refletindo sua menor área a ser alagada. Entretanto, é importante apontar sua reduzida capacidade instalada em relação aos demais empreendimentos, enquanto o escore total de seus impactos continua situando-se na faixa de médio impacto, da mesma forma que os demais empreendimentos de porte significativamente maior como Tijuco Alto e Funil. Outro ponto negativo a se ressaltar em relação a esse empreendimento, diz respeito ao risco de contaminação com metal pesado tendo em vista disponibilidade de metais na bacia do rio Ribeira e a probabilidade de mistura das águas em decorrência do regime hidráulico e da baixa profundidade do reservatório que favoreceria a disponibilidade dos metais dos sedimentos. Os reservatórios de Tijuco Alto e Funil possuiriam condições de retenção desses sedimentos em virtude de sua profundidade.

O reservatório de Batatal é o que maiores impactos causaria entre os quatro empreendimentos projetados. As interferências sobre o núcleo urbano de Iporanga e diversos bairros quilombolas são os principais impactos que contribuem para essa avaliação. Além disso, entre os empreendimentos inventariados apenas Batatal e Funil atingem áreas em Unidades de Conservação, principalmente a APA Serra do Mar.

Avaliado como de médio impacto, o reservatório de Funil apresenta, também, sérias restrições. O estudo das comunidades quilombolas indicou a presença das comunidades de Porto Velho e Praia Grande na área a ser alagada por esse reservatório. Com base no Artigo 216 da Constituição Federal que especifica no seu Parágrafo V que *“ficam tombados todos os documentos e os sítios detentores de reminiscências históricas dos antigos quilombos”*, a implantação desse reservatório fica bastante comprometida.

Pela análise efetuada, o empreendimento mais favorável para implantação, em situação comparativa, é o de Tijuco Alto, considerando-se a implantação de apenas um aproveitamento hidrelétrico. A construção do reservatório teria ainda uma função de retenção de cheias importante, em comparação com o de Itaóca que não teria essa finalidade.

Como já foi possível observar na apresentação dos resultados obtidos, e analisando-se os impactos em termos da capacidade dos componentes-síntese de acomodar efeitos adicionais baseado nos seus próprios parâmetros, o efeito cumulativo potencial da implantação dos quatro empreendimentos pôde ser estimado permitindo uma ordenação dos empreendimentos em termos do impacto causado por cada um deles. Essa ordenação pressupõe somente os aspectos negativos dos impactos ambientais conforme metodologia adotada. Avaliando-se os impactos negativos comparativamente à capacidade de geração de energia dos empreendimentos aponta-se implantação do aproveitamento de Tijuco Alto como aquele com a melhor relação capacidade instalada x impacto ambiental, que, reflete como aproximação, do ponto de vista ambiental, o melhor indicador benefício/custo entre os empreendimentos inventariados.