
Anexo 2

Seleção de Alternativas e Índices de Referência – Revisão dos Estudos de Inventário do rio Ji-Paraná

REV	DATA	PARA	DESCRIÇÃO	Feito	Visto	Aprov	Feito	Visto	Aprov	
				THEMAG			ETS/SEIVA			

--



REAVALIAÇÃO DOS ESTUDOS DE INVENTÁRIO HIDRELÉTRICO DO RIO JI-PARANÁ

**ESTUDOS FINAIS
VOLUME 1
TEXTO**



ELAB.	VER.
DATA	APROV.
JUN/06	M.B.L.S.



ELAB.	VER.
DATA	APROV.

6568-02-GL-100-RT-00093-R0A

052.01-RT-12-00-06/06

EEGH-JPR-100-0008-RE-R0

4. ALTERNATIVAS DE DIVISÃO DE QUEDA

4.1. Considerações Iniciais

Na fase de Estudos Preliminares, foram selecionadas para serem detalhadas nos Estudos Finais as seguintes alternativas:

- Alternativa 4: JP-04 na cota 75,0m e JP-07 na cota 90,0m;
- Alternativa 6: JP-04 na cota 90,0m;
- Alternativa 7: JP-04 na cota 78,0m.

Os nivelamentos geométricos realizados para esta fase de Estudos Finais, que constam do Apêndice A – Estudos Cartográficos e Topográficos, além de um maior histórico dos dados hidrométricos de postos instalados/reactivados no início dos Estudos Preliminares indicaram a necessidade de correção da ordem de 2,0m na cota dos níveis d'água dos aproveitamentos.

Com estes 2,0m de acréscimo, as alternativas passaram a ser:

- Alternativa 4A: JP-04 na cota 77,0m e JP-07 na cota 92,0m;
- Alternativa 6A: JP-04 na cota 92,0m;
- Alternativa 7A: JP-04 na cota 80,0m.

Além dessas alternativas, como o JP-04 será detalhado nas cotas de NA 77,0m, 80,0m e 92,0m, decidiu-se também detalhar o aproveitamento JP-04 com reservatório na cota 84,0m. Esse aproveitamento foi estudado na Alternativa 2 dos Estudos Preliminares, quando apresentou ICB competitivo. Acabou sendo descartado em função do aproveitamento de montante, também integrante da alternativa, ter obtido alto IA. Essa nova alternativa, descartando o aproveitamento de montante, passou a ser denominada Alternativa 2A.

Após início dos Estudos Finais, os limites da Reserva Biológica do Jaru foram ampliados pelo Decreto Presidencial de 02 de maio de 2006, passando a condicionar ainda mais os níveis dos reservatórios em estudo. A análise do comportamento da linha d'água na vizinhança dos limites da REBIO (foz do igarapé Buenos Ayres) indicou a cota 87,0m como nível d'água máximo para os reservatórios. Mesmo assim, essa cota só se manteria durante o período das cheias. Para evitar o alagamento da REBIO fora dessa época, a operação desses reservatórios ficaria condicionada a uma curva-guia, o que importaria perdas adicionais de energia aos aproveitamentos.

Essa nova limitação modificou as condições de implantação do aproveitamento JP-07. A queda bruta máxima, que era de 15m nos estudos preliminares, foi reduzida para 10m no período de cheia, atingindo aproximadamente 4,5m no período de estiagem, devido à implantação da curva-guia já citada.

Para atendimento a esta nova condição, seria necessário empregar turbinas tipo Bulbo com casa de força que, para ter garantida a sua estabilidade à flutuação, exigiria um volume de concreto da ordem de 225.000m³. Além disso, as características das máquinas exigiriam, para garantia da submersão, escavações em rocha da ordem de 195.000m³.

As estimativas preliminares dos custos dessas obras civis e dos equipamentos da usina, indicam cerca de US\$ 270 milhões para a casa de força. Apenas esse valor resultaria em custo de geração superior ao CUR de US\$ 50,00/MWh.

Portanto, o aproveitamento JP-07, que nos estudos preliminares já se mostrou pouco competitivo (ICB=53,12), com essa nova configuração tornou-se inviável, e seu arranjo não foi desenvolvido.

Com a exclusão do JP-07, a alternativa 4A fica restrita apenas ao aproveitamento JP-04 na cota 77m, passando a ser denominada de alternativa 4A'.

4.2. Descrição das Alternativas

➤ Alternativa 2A

A Alternativa 2A é representada pelo aproveitamento Tabajara (JP-04), com reservatório na cota 84,0m e estruturas de barramento na cota 88,0m. Com essa cota o reservatório tem uma pequena interferência com os limites da Terra Indígena Tenharim Marmelos, cuja divisa tem seu ponto mais baixo em torno da cota 82,0m. É alagada a parte do terreno entre as cotas 82,0m e 84,0m que fica situada no Estado de Rondônia, aquém do divisor de águas da margem direita da bacia do rio Ji-Paraná.

➤ Alternativa 4A'

A Alternativa 4A' é representada pelo aproveitamento de Tabajara (JP-04), com reservatório na cota 77,0m e estruturas de barramento na cota 81,0m.

Esta alternativa corresponde à Alternativa 4A expurgada do Aproveitamento JP-07 na cota 87,0m e seu reservatório não tem interferência com a terra indígena nem com a reserva biológica.

➤ Alternativa 6A

A Alternativa 6A é composta pelo aproveitamento de Tabajara (JP-04), com reservatório na cota 87,0m e estruturas de barramento na cota 91,0m.

Nesta alternativa, o aproveitamento Tabajara inunda área da Terra Indígena Tenharim Marmelos demarcada no Estado de Rondônia, abaixo do divisor de águas, o qual tem seu ponto mais baixo, sela, em torno da cota 86,0m.

Para contenção do reservatório é necessária a construção de um dique dentro da área demarcada da terra indígena, na sela existente no divisor de águas, cuja altura máxima acima do terreno natural é de aproximadamente 5,0m.

➤ Alternativa 7A

A Alternativa 7A é composta pelo aproveitamento de Tabajara (JP-04), com reservatório na cota 80,0m e estruturas de barramento na cota 84,0m.

O reservatório desta alternativa foi posicionado no nível máximo, de forma a não interferir com a Terra Indígena Tenharim Marmelos, cujo limite encontra-se em torno da cota 82,0m. Por conseqüência, também não interfere com Reserva Biológica do Jarú, cujo limite norte, situado na confluência com o igarapé Buenos Aires, encontra-se na cota 87,0m.

5. ESTUDOS ENERGÉTICOS

Este capítulo apresenta as premissas e os resultados dos estudos energético-econômicos do inventário do rio Ji-Paraná, desenvolvidos na etapa dos Estudos Finais.

Nesta fase a avaliação energética tem como objetivo determinar os Índices Custo/Benefício – ICBs das alternativas de divisão de queda, para subsidiar a seleção da melhor alternativa.

Para isto, inicialmente foi feito o dimensionamento dos volumes úteis e das potências instaladas de todos os aproveitamentos inventariados. Foram ainda determinados os benefícios energéticos que, juntamente com os orçamentos, permitiram calcular os ICBs de cada aproveitamento.

Como nenhum aproveitamento apresentava um índice superior ao CUR, passou-se à determinação dos ICBs homogeneizados das alternativas, os quais serviram como subsídio à seleção da melhor alternativa de divisão de queda.

Cabe observar ainda que os estudos energéticos ora desenvolvidos seguiram, basicamente, as premissas preconizadas pelo Manual de Inventário Hidrelétrico de Bacias Hidrográficas, da Eletrobrás, de 1997.

5.1. Premissas e Dados Básicos

5.1.1. Alternativas de Divisão de Queda

As quatro alternativas de divisão de queda que foram avaliadas na fase dos Estudos Finais estão apresentadas na **Tabela 5.1**.

Tabela 5.1 - Alternativas de Divisão de Queda

Alternativa	Aproveitamento	NAmáximo (m)
2A	JP-04	84
4A'	JP-04	77
6A	JP-04	87
7A	JP-04	80

5.1.2. Sistema de Referência

O sistema de referência é caracterizado pelo conjunto de aproveitamentos hidrelétricos existentes no Sistema Interligado Nacional – SIN, os aproveitamentos com concessão outorgada, mas que ainda estão em processo de implantação, os que estavam previstos para participarem do primeiro leilão de energia nova e para leilões de médio prazo, além dos AHEs Jirau, Santo Antônio e Belo Monte. Na **Tabela 5.2**, são apresentados todos os aproveitamentos hidrelétricos pertencentes ao sistema de referência adotado no presente estudo.

Tabela 5.2 - Aproveitamentos Hidrelétricos do Sistema de Referência

ERNESTINA	CAPIVARA	CAPIM BRANCO 1	COUTO MAG.
PASSO REAL	TAQUARUÇU	CORUMBÁ I	SÃO SALVADOR
JACUÍ	B. COQUEIROS	ITUMBIARA	SERRA QUEBRADA
ITAUBA	ITAGUAÇU	CACH DOURADA	PEIXE ANGICAL
D. FRANCISCA	SALTO	SÃO SIMÃO	TORIXORÉU
PONTE PEDRA	S. RIO VERDINHO	CAPIM BRANCO 2	ESTREITO TOC.
PAI QUERE	BILLINGS	PARAIBUNA	COMP PAF-MOX
BARRA GRANDE	HENRY BORDEN	SANTA BRANCA	XINGÓ
SÃO ROQUE	ESPORA	JAGUARI	B. ESPERANÇA
GARIBALDI	BARRA BONITA	FUNIL	PEDRA CAVALO
CAMPOS NOVOS	A.S. LIMA	SANTA CECÍLIA	BURITI QUEIMADO
MACHADINHO	IBITINGA	FONTES-LAJES	MIRADOR
ITÁ	PROMISSÃO	NILO PEÇANHA	IPUEIRAS
PASSO FUNDO	N. AVANHANDAVA	FONTES-BC	LAJEADO
MONJOLINHO	ILHA SOLTEIRA	PEREIRA PASSOS	TUPIRATINS
MONTE CLARO	JUPIÁ	PICADA	SERRA DA MESA
14 DE JULHO	SÃO DOMINGOS	SOBRAGI	TUCURUI 1/2
Q. QUEIXO	P. PRIMAVERA	SIMPLÍCIO	CANA BRAVA
FOZ CHAPECÓ	MANSO	ILHA POMBOS	MARABÁ
ITAPIRANGA	ITIQUIRA I	ITAOCARA	BELO MONTE
CASTRO ALVES	ITIQUIRA II	BARRA BRAÚNA	B. MONTE COMP.
SEGREDO	CAMARGOS	ROSAL	GUAPORÉ
GB MUNHOZ	ITUTINGA	BAÚ I	CURUA-UNA
STA CLARA PR	FUNIL-GRANDE	CANDONGA	BAIXO IGUAÇU
FUNDÃO	FURNAS	GUILMAN-AMOR	BARRA POMBA
S. SANTIAGO	M. DE MORAES	SÁ CARVALHO	CAMBUCI
SALTO OSÓRIO	ESTREITO	ÁGUA LIMPA	DARDANELOS
CACHOEIRINHA	JAGUARÁ	SALTO GRANDE	FOZ R. CLARO
SÃO JOÃO	IGARAPAVA	P. ESTRELA	PASSO S. JOÃO
SALTO CHOPIM	VOLTA GRANDE	BAGUARI	RETIRO BAIXO
SALTO CAXIAS	P. COLÔMBIA	AIMORÉS	SÃO JOSÉ
GP SOUZA	CACONDE	MASCARENHAS	RIACHO SECO
SALTO PILÃO	E. DA CUNHA	TRÁIRA II	MARANHÃO
A.A. LAYDNER	A. S. OLIVEIRA	STA CLARA MG	PARANHOS
PIRAJU	MARIMBONDO	IRAPÉ	TORICOEJO
CHAVANTES	ÁGUA VERMELHA	MURTA	V GDE CHOPIM
L.N. GARCEZ	PAULISTAS	ITAPEBI	JIRAU
CANOAS II	SERRA FACÃO	TRÊS MARIAS	STO ANTÔNIO
CANOAS I	EMBORCAÇÃO	QUEIMADO	RONDON 2
TELEM. BORBA	CORUMBÁ III	SOBRADINHO	SAMUEL
MAUÁ	NOVA PONTE	PEDRA BRANCA	
CEBOLÃO	CORUMBÁ IV	ITAPARICA	
JATAIZINHO	MIRANDA	PORTEIRAS 2	

5.1.3. Custo de Operação e Manutenção (CO&M)

Nos cálculos para determinação dos ICBs, foram considerados, além dos custos de investimento, os custos de operação e manutenção – CO&M dos aproveitamentos inventariados. Tais custos foram determinados aplicando-se as seguintes fórmulas:

- $CO\&M = 157,57 (\text{Potência})^{0,6064}$, para Potência $\leq 146,7$ MW
- $CO\&M = 14,50 (\text{Potência})^{0,1281}$, para Potência $> 146,7$ MW

Cabe ressaltar que, utilizando-se das fórmulas apresentadas, obtém-se os custos em US\$/kW/ano, já referidos a dezembro de 2005 (data de referência dos orçamentos).

5.1.4. Fator de Capacidade

O fator de capacidade adotado no presente estudo foi de 0,55, seguindo, portanto, o recomendado pelo Manual de Inventário da Eletrobrás.

5.1.5. Curvas Características dos Aproveitamentos

As curvas volume x cota, cota x área e vazão x nível de jusante dos aproveitamentos hidrelétricos inventariados estão apresentadas no apêndice A – Estudos Cartográficos e Topográficos. De modo a considerá-las no modelo de simulação energética adotado neste capítulo, ajustaram-se às mesmas, polinômios de até quarto grau, através do método dos mínimos quadrados.

5.1.6. Séries de Vazões Médias Mensais

Para a obtenção dos benefícios energéticos dos aproveitamentos inventariados foram adotadas nas simulações energéticas as séries de vazões naturais médias mensais, as quais são apresentadas no capítulo 2.

5.1.7. Evaporação nos Reservatórios

Foram considerados nos estudos energéticos os efeitos da evaporação sobre os reservatórios. Os valores adotados para as evaporações líquidas mensais estão apresentadas na **Tabela 5.3**. Cabe observar que foi utilizada a mesma série de evaporações nos diferentes eixos estudados.

Tabela 5.3 - Evaporação Líquida (mm)

Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
24,0	22,0	5,0	10,0	10,0	-3,0	4,0	12,0	4,0	13,0	24,0	21,0

5.1.8. Curva-Guia dos Reservatórios

Para que não fosse causada interferência na Reserva Biológica do Jarú (REBIO), a equipe de hidrologia desenvolveu curvas-guias para o nível d'água do reservatório. Tais curvas limitam o nível d'água a um valor máximo, para cada mês do ano. A Tabela 2.8.1 apresenta as curvas-guias para o aproveitamento para os Níveis d'Água Máximos de 84,0 m e 87,0 m. Vale

observar que para os Níveis d'Água Máximos de 77,0 m e 80,0 m (alternativas 4A' e 7A, respectivamente) não há necessidade de curva-guia.

Tabela 5.4 - Curvas-Guia dos Reservatórios

Mês	NAmáx = 84,0 m	NAmáx = 87,0 m
Jan	84,00	86,82
Fev	84,00	87,00
Mar	84,00	87,00
Abr	84,00	87,00
Mai	84,00	85,33
Jun	83,23	83,23
Jul	82,18	82,18
Ago	81,65	81,65
Set	81,52	81,52
Out	81,77	81,77
Nov	82,46	82,46
Dez	84,00	84,50

5.1.9. Período Crítico

As Energias Firmes apresentadas nesta análise energético-econômica foram calculadas dentro do período crítico do sistema de referência, fixado entre junho/49 e novembro/56.

5.1.10. Modelo de Simulação

Os benefícios energéticos propiciados pelos aproveitamentos hidrelétricos constantes das diversas alternativas de divisão de queda foram determinados com a utilização do MSUI 3.0 - Modelo de Simulação a Usinas Individualizadas, da ELETROBRÁS.

No entanto, para os aproveitamentos que necessitavam respeitar curvas-guias para os níveis do reservatório, foi elaborado um outro modelo computacional com o objetivo de determinar as energias destes aproveitamentos com as restrições impostas por tais curvas.

5.1.11. Determinação da Potência Instalada

Para a determinação da potência instalada dos aproveitamentos inventariados, foi adotado o critério do Manual de Inventário, o qual preconiza que, inicialmente, deve-se determinar a potência de referência através da seguinte expressão:

$$P_{ri} = \frac{E_f}{F_k}$$

onde,

P_{ri} : potência de referência do aproveitamento, em MW;
 E_f : energia firme local do aproveitamento, em MW médios;
 F_k : fator de capacidade;

Posteriormente, obtém-se a potência instalada através do emprego da seguinte expressão:

$$P_i = P_{ri} \left(\frac{H_{l \max}}{H_{lm}} \right)^\alpha$$

onde,

P_i : potência instalada do aproveitamento, em MW;
 $H_{l \max}$: queda líquida máxima do aproveitamento, em m;
 H_{lm} : queda líquida média do aproveitamento, em m;
 α : expoente que depende do tipo de turbina (1,2 – Kaplan e 1,5 – Francis).

5.1.12. Parâmetros Econômicos

- Data de referência: dezembro/2005;
- Taxa de câmbio: US\$ 1,00 = R\$ 2,2855;
- Vida útil: 50 anos;
- Taxa de desconto: 12% a.a.;
- Custo Unitário de Referência (CUR): foi tomado como base o valor do Custo Marginal de Dimensionamento do Plano Decenal de Expansão 2003-2012, do último período (2023-2027), considerado igual a 46 US\$/MWh (referenciado a junho de 2002). A atualização deste custo pelo IGP-DI/dólar recomendada no Manual de Inventário Hidrelétrico de Bacias Hidrográficas, da Eletrobrás, de 1997, apresenta grandes distorções no período. Assim o CUR foi atualizado para a data de referência do presente estudo através da variação do Consumer Price Index – CPI (inflação Norte-Americana), o que resultou em 50 US\$/MWh, valor mais próximo das fontes de longo prazo que se vislumbram atualmente.

5.2. Avaliação Energético-Econômica

Inicialmente foram determinados para cada aproveitamento em análise os níveis d'água mínimo dos seus respectivos reservatórios. Estes níveis são definidos como aquele para o qual há o maior benefício energético (maximização da energia firme). No entanto, para os aproveitamentos que tinham que respeitar os níveis d'água definidos pelas curvas-guias apresentadas no item 5.1.8, caso o nível d'água mínimo definido seguindo este critério fosse superior ao menor nível d'água definido pelas curvas-guias, no caso 81,52 m, o nível d'água mínimo foi definido como sendo igual a este último valor.

Definidos os níveis d'água mínimos, passou-se para a fase de avaliação da potência instalada, a qual foi definida seguindo a metodologia descrita no item 5.1.11.

Finalmente foram determinadas as energias firmes dos aproveitamentos. Para aqueles que não necessitavam respeitar curva-guia do reservatório a energia firme foi obtida diretamente dos resultados da simulação da operação do respectivo aproveitamento utilizando o MSUI. Para os aproveitamentos que necessitavam atender à curva-guia do reservatório, foi utilizado o modelo computacional mencionado no item 5.1.10 para a obtenção de sua energia firme.

Em seguida, passou-se para a obtenção dos Índices Custo-Benefício (ICBs) de cada aproveitamento, com base nos seus respectivos orçamentos, custos de operação e manutenção e energias firmes incrementais.

Os NAs mínimos, as potências instaladas e as energias firmes incrementais de cada aproveitamento integrante de cada uma das alternativas de divisão de queda em análise são apresentados nas **Tabelas 5.5 a 5.8** Constam nestas tabelas, também, os orçamentos, os custos de operação e manutenção e os ICBs dos aproveitamentos.

Tabela 5.5 - Alternativa 2A – Avaliação Energético-Econômica

Local	NAmáx (m)	NAmín (m)	Potência Instalada (MW)	Energia Firme Incremental (MWmédios)	Orçamento com JDC (US\$x10 ⁶)	CO&M anual (US\$x10 ⁶)	ICB (US\$/MWh)
JP-04	84	81,5	440	235,3	765,916	3,52	46,45

Tabela 5.6 - Alternativa 4A' - Avaliação Energético-Econômica

Local	NAmáx (m)	NAmín (m)	Potência Instalada (MW)	Energia Firme Incremental (MWmédios)	Orçamento com JDC (US\$x10 ⁶)	CO&M anual (US\$x10 ⁶)	ICB (US\$/MWh)
JP-04	77	77	320	174,87	590,876	2,67	48,19

Tabela 5.7 - Alternativa 6A - Avaliação Energético-Econômica

Local	NAmáx (m)	NAmín (m)	Potência Instalada (MW)	Energia Firme Incremental (MWmédios)	Orçamento com JDC (US\$x10 ⁶)	CO&M anual (US\$x10 ⁶)	ICB (US\$/MWh)
JP-04	87	81,5	491	250,05	830,619	3,87	47,43

Tabela 5.8 - Alternativa 7A - Avaliação Energético-Econômica

Local	NAmáx (m)	NAmín (m)	Potência Instalada (MW)	Energia Firme Incremental (MWmédios)	Orçamento com JDC (US\$x10 ⁶)	CO&M anual (US\$x10 ⁶)	ICB (US\$/MWh)
JP-04	80	80	350	192,29	611,824	2,88	45,45

Como nenhum aproveitamento mostrou-se economicamente inviável, passou-se para a avaliação dos ICBs das alternativas como um todo.

5.3. Índice Custo-Benefício das Alternativas de Divisão de Queda

Com o intuito de se determinar qual a atratividade energético-econômica das alternativas, foram determinados os seus ICBs.

Para tanto, as alternativas foram homogêneas, tomando aquela que apresentava um maior benefício energético (alternativa 6A) como referência. A diferença de energia firme entre a alternativa de referência e as demais alternativas, denominada energia complementar, foi valorada pelo CUR adotado no estudo.

A tabela 5.9 mostra os Índices Custo-Benefício de cada alternativa.

Tabela 5.9 - Índice Custo-Benefício

ALTERNATIVAS	2A	4A'	6A	7A
Energia Firme Incremental (MWmédio)	235,30	174,87	250,05	192,29
Energia Firme de Referência (MWmédio)	250,05	250,05	250,05	250,05
Energia Complementar (MWmédio)	14,75	75,18	0,00	57,76
Custo Investimento+O&M (US\$ milhões)	795,15	613,02	862,79	635,77
Custo da Energia Complementar (US\$ milhões)	53,65	273,46	0,00	210,09
Custo Total Equivalente (US\$ milhões)	848,80	886,48	862,79	845,87
ICB (US\$/MWh)	46,66	48,73	47,43	46,50
ICB/CUR	0,9332	0,9747	0,9486	0,9300

Estes índices serão utilizados no capítulo 10 deste relatório para, em conjunto com os índices de impacto ambiental – IAC, selecionar a melhor alternativa de divisão de queda.

6. AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS DAS ALTERNATIVAS

Na etapa dos Estudos Preliminares a avaliação ambiental dos Componentes-Síntese frente aos futuros aproveitamentos foi efetuada por meio do uso dos parâmetros constantes no Manual de Inventário da ELETROBRÁS, aos quais foram acrescentados outros que se fizeram necessários em função de peculiaridades da bacia hidrográfica e dos recortes de cada componente.

A cada parâmetro associou-se um conjunto de características representativas dos mesmos, as quais foram interpretadas quanto à importância e a sensibilidade frente às alterações previstas para cada aproveitamento, independentemente da alternativa de divisão de quedas em que este se encontrava inserido.

Com os estudos complementares efetuados para consolidar o Diagnóstico Ambiental, a equipe técnica voltou a se reunir para discutir o processo de avaliação ambiental dos aproveitamentos da etapa dos Estudos Finais.

Nesta reavaliação chegou-se a conclusão da necessidade de se incluir e excluir determinados elementos de análise para avaliação de alguns Componentes-Síntese. O conhecimento mais detalhado da região onde estão inseridas as alternativas propostas também permitiu reavaliar os graus de julgamento de cada Componente-Síntese, resultando em uma análise mais criteriosa do potencial de impacto dos barramentos. Quando os estudos não permitiram aprofundar o conhecimento das questões em análise foi mantida a avaliação efetuada nos Estudos Preliminares.

Conforme determina o Manual de Inventário da ELETROBRÁS, para os Estudos Finais também foi considerado o efeito sinérgico da implantação de dois aproveitamentos em uma mesma alternativa de divisão de queda, como no caso da alternativa 04A, composta pelos barramentos JP04-77 e JP07-87. Ressalte-se, ainda, a criação da Alternativa 04A', composta pelo aproveitamento JP04-77 sem considerar a inserção do aproveitamento JP07-87, expurgado em função do elevado custo de implantação associado ao baixo desempenho energético.

Os graus de julgamento dos elementos de análise utilizados nas avaliações seguiram as mesmas escalas determinadas nos Estudos Preliminares, atendendo aos intervalos Baixo (0,00 a 0,40), Intermediário (0,41 a 0,70), Alto (0,71 a 0,90) e Crítico (0,91 a 1,00). Quando o empreendimento não interfere em determinada Subárea, as avaliações foram preenchidas com grau 0 (zero).

O detalhamento dos parâmetros de classificação e graus de julgamento utilizados para a avaliação ambiental dos Componentes-Síntese Populações Indígenas, Ecossistemas Terrestres, Base Econômica, Ecossistemas Aquáticos, Modos de Vida e Organização e Dinâmica Territorial, assim como as tabelas individuais contendo a avaliação de impacto de cada empreendimento são apresentados no Apêndice D – Estudos Ambientais – Avaliação Ambiental- Volume I – Texto – Tomo IV/V.

A seguir apresenta-se um extrato das avaliações ambientais de cada Componente-Síntese analisado.

6.1.1. Populações Indígenas

Os estudos complementares sobre o Componente-Síntese Populações Indígenas concentraram-se na interferência dos barramentos sobre o território da Terra Indígena

Tenharim-Marmelos e sobre áreas utilizadas pela comunidade indígena Tenharim do Igarapé Preto e por possíveis índios isolados Kagwahiva.

Entre os critérios para se determinar o grau de julgamento de cada elemento de análise considerou-se a proximidade da área de inundação de cada barramento em relação ao território da T.I. Tenharim-Marmelos, a inundação ou não de parte do território da T.I. Tenharim-Marmelos, a necessidade de implantação de diques de contenção dentro dos limites da T.I. Tenharim-Marmelos e a inundação de áreas consideradas de interesse indígena.

Levantamentos topográficos efetuados indicaram que uma pequena parte do território da T.I. Tenharim-Marmelos está inserido na bacia hidrográfica do rio Ji-Paraná e, portanto, sujeito à interferência dos barramentos propostos. Esta interferência foi avaliada com base em informações cartográficas na escala 1:25.000, conforme apresentado no conjunto de Mapas da Interferência das Alternativas sobre a T.I. Tenharim-Marmelos (desenhos 052.01-DES-81-00-05/06 a 052.01-DES-84-00-05/06 e 052.01-DES-133-00-07/06 a 052.01-DES-136-00-07/06), Apêndice D – Estudos Ambientais - Volume II – Ilustrações – Tomo III/IV.

Por outro lado, apesar de ser uma situação indefinida, haja vista a não oficialidade das informações, também foi reavaliada a interferência dos barramentos sobre as áreas de interesse indígena, principalmente aquelas utilizadas pelos índios Tenharim do Igarapé Preto e pelos índios isolados Kagwahiva.

Os resultados da avaliação apontam que a Alternativa 06A é a que provoca maiores interferências sobre Terras Indígenas, em especial pelo fato do reservatório desta alternativa (JP04-87) inundar cerca de 682 ha da T.I. Tenharim-Marmelos e necessitar da construção de diques dentro dos limites da mesma. Além disso, esta alternativa provoca inundação da região do “cotovelo” do rio Ji-Paraná, considerada de relevante interesse dos índios Tenharim da T.I. Igarapé Preto.

A Alternativa 02A também provoca impacto direto sobre a T.I. Tenharim-Marmelos, inundando cerca de 76 ha da mesma, o que levou esta alternativa a ser a segunda mais crítica para este Componente-Síntese.

A Alternativa 04A não implica em inundação ou concentração de mão-de-obra no interior de terras indígenas demarcadas, sendo que as áreas de alagamento situam-se, respectivamente, cerca de 4,30 Km (JP04-77) e 3,10 Km (JP07-87) de distância dos limites da T.I. Tenharim-Marmelos (área de alagamento mais próxima da T.I.). Esta situação reduz o nível de impacto sobre as populações indígenas, que fica restrito às interferências sobre as áreas de interesse de índios isolados Kagwahiva e dos Tenharim (Marmelos e do Igarapé Preto)

As Alternativas 04A' e 07A são as que provocam menor interferência sobre o Componente-Síntese Populações Indígenas, uma vez que as áreas de alagamento dos reservatórios JP04-77 e JP04-80 inundam somente áreas onde há indicação da presença de índios isolados Kagwahiva.

6.1.2. Ecossistemas Terrestres

Para a nova análise deste Componente-Síntese foi incluído o elemento de avaliação “Interferência em Áreas Prioritárias para Conservação”, que permitiu avaliar a interferência dos aproveitamentos sobre as áreas “AM- 53 – Calha do Rio Madeira” e “AM- 105 – Interstício entre a T.I. Tenharim do Igarapé Preto e a T.I. Tenharim-Marmelos” definidas pelo Ministério de Meio Ambiente como prioritárias para conservação e localizadas na área de interesse desse estudo.

A nova análise também considerou a “Interferência em Unidades de Conservação”, priorizando-se a interferência das alternativas sobre a Reserva Extrativista Rio Preto-Jacundá, a Reserva Biológica do Jarú e a Floresta Estadual de Rendimento Sustentado Rio Machado. O elemento de avaliação “Perda de Vegetal Marginal” foi descartado na nova análise por estar sendo incluído na avaliação dos Ecossistemas Aquáticos.

A variação dos graus de julgamento dos elementos de análise dos Ecossistemas Terrestres variou diretamente com a quantidade de área inundada em cada Subárea atingida pelos empreendimentos propostos.

Outro fator determinante foi o comprometimento de fisionomias exclusivas, como as áreas de Floresta Aluvial, Savana Parque e de Tensão Ecológica (contato savana/floresta) localizadas nas Subáreas I, II e III.

As interferências em Unidades de Conservação e Áreas Prioritárias para Conservação receberam julgamentos variáveis de acordo com o grau de comprometimento observado. Na avaliação considerou-se, além da interferência direta sobre estas áreas, a interferência sobre as zonas de amortecimento das Unidades de Conservação, considerado como uma faixa com 10 km de largura que envolve as unidades.

Considerando-se todos os elementos de avaliação, a alternativa que se demonstrou mais impactante para os Ecossistemas Terrestres foi a Alternativa 06A, em função da maior área de alagamento. Sobre as Unidades de Conservação esta alternativa irá interferir nas zonas de amortecimento da RESEX Rio Preto-Jacundá (Subárea I), da FERS Rio Machado (Subárea III) e da REBIO do Jarú (Subárea I). O futuro reservatório do aproveitamento JP04-87 também irá seccionar as Áreas Prioritárias para Conservação “AM-53” e “AM-105”, gerando manchas isoladas que podem perder a potencialidade de conservação em função do efeito de bordadura e de estrangulamento do fluxo genético.

As Alternativas 02A e 04A interferem de modo semelhante sobre os Ecossistemas Terrestres, com pequenas variações em função das áreas de alagamento dos reservatórios. Da mesma forma que a Alternativa 06A, estas alternativas interferem nas zonas de amortecimento das Unidades de Conservação citadas acima, assim como nas Áreas Prioritárias para Conservação. Sobre estas áreas, ressalte-se que a Alternativa 04A não irá seccionar a APC “AM-105”.

Finalmente, as Alternativas 04A' e 07A são as que irão provocar menor impacto sobre o sistema ambiental terrestre em função dos menores reservatórios a serem formados. Pelo seu posicionamento na bacia hidrográfica, estas alternativas não irão interferir na zona de amortecimento da REBIO do Jarú. Por outro lado, ambas irão atingir as zonas de amortecimento da RESEX Rio Preto-Jacundá e da FERS Rio Machado. Em relação às Áreas Prioritárias para Conservação os impactos se darão basicamente sobre a área “AM-53”.

A interferência de cada alternativa de divisão de queda sobre o Componente-Síntese Ecossistemas Terrestres é apresentada cartograficamente nos Mapas dos Ecossistemas Terrestres (desenhos 052.01-DES-121-00-07/06 a 052.01-DES-124-00-07/06) apresentados no Apêndice D – Estudos Ambientais - Volume II – Ilustrações – Tomo III/IV.

Complementarmente são apresentados os seguintes mapas que auxiliaram na análise:

- Mapas da Interferência das Alternativas sobre as Unidades de Conservação (desenhos 052.01-DES-85-00-05/06 a 052.01-DES-88-00-05/06 e suas variações “A e B”);

- Mapas da Interferência das Alternativas sobre as Áreas Prioritárias para Conservação (desenhos 052.01-DES-90-00-05/06 a 052.01-DES-93-00-05/06);
- Mapa de Uso do Solo (052.01-DES-73-00-05/06 a 052.01-DES-76-00-05/06); e
- Mapa de Vegetação (052.01-DES-77-00-05/06 a 052.01-DES-80-00-05/06).

6.1.3. Base Econômica

O Componente-Síntese Base Econômica será o que irá sofrer menor grau de impacto em relação aos demais Componentes quando considerada a inserção dos aproveitamentos propostos.

As interferências das alternativas de divisão de queda selecionadas para os Estudos Finais sobre o Componente-Síntese Base Econômica se darão exclusivamente sobre a Subárea II, definida como sendo um “Espaço de Predomínio das Atividades Extrativistas” e que tem como maiores centros urbanos as sedes dos municípios de Machadinho d’Oeste e Vale do Anari.

As variações de impacto entre os aproveitamentos se darão em função das extensões de alagamento dos reservatórios, variando entre os graus de julgamento Intermediário e Alto. Mesmo assim, os graus de impacto das alternativas se assemelham uma vez que todas elas interferem diretamente sobre o povoado de Tabajara desarticulando toda a economia de subsistência da região possibilitando, com isso, a intensificação das situações de tensão já existentes.

Os impactos serão intensos sobre o povoado de Tabajara porque, além de abrigar população amazônica nativa, a localidade vive um processo de expansão com a chegada de migrantes em busca de terras. Esta população, que já começa a desenvolver pequena agricultura familiar, possui uma história de migração muito acentuada, já tendo passado por outras áreas do estado e no momento investindo todos seus recursos financeiros, que são escassos, e de trabalho na “formação das áreas de produção” das novas terras.

Além disso, do ponto de vista das populações nativas que habitam Tabajara e também espaços ribeirinhos que se estendem até a confluência do rio Ji-Paraná com o Igarapé Grande, o impacto será grande, pois esses grupos sociais tiram seu sustento do rio, da pesca e do “roçado do banhado”, tradicionalmente conhecido como agricultura das várzeas.

Apesar disso, em função do baixo padrão de adensamento populacional existente no local avaliou-se como possível a criação de alternativas menos complexas que auxiliem na recomposição das condições de sustento das famílias atingidas.

Cartograficamente, as interferências dos aproveitamentos sobre as Subáreas do Componente-Síntese Base Econômica são apresentadas nos Mapas da Base Econômica (desenhos 052.01-DES-113-00-07/06 a 052.01-DES-116-00-07/06), apresentados no Apêndice D – Estudos Ambientais - Volume II – Ilustrações – Tomo III/IV.

6.1.4. Ecossistemas Aquáticos

As maiores interferências das alternativas de divisão de queda sobre os Ecossistemas Aquáticos se darão através da perda de ambientes aquáticos, da alteração do regime hídrico do rio Ji-Paraná no trecho de interesse (regime lótico para lântico), da supressão da vegetação aluvial (principalmente nos ambientes mais preservados localizados nas Subáreas I, II e IV) e da alteração na qualidade da água.

Foram consideradas, ainda, as interferências indiretas da implantação dos barramentos, destacando-se as alterações decorrentes da possível alteração do regime hidrológico do rio Ji-Paraná no trecho a jusante dos mesmos.

De modo geral, o grau de interferência dos empreendimentos sobre as Subáreas dos Ecossistemas Aquáticos variou de acordo com as áreas a serem inundadas pela formação dos reservatórios.

Pode-se dizer que as Subáreas I, II e IV são as mais sensíveis a alterações, já que correspondem aos ambientes mais preservados e ecologicamente estratégicos, como lagoas marginais, cachoeiras, corredeiras e ilhas fluviais.

Considerando-se o elemento de análise “Perda de Ambientes Aquáticos” todas as alternativas de divisão de queda apresentadas irão suprimir 95,45% das cachoeiras (21 cachoeiras) existentes no “trecho Ia” de geomorfologia fluvial, situado entre a cachoeira do Quatá e a cachoeira Dois de Novembro, totalizando cerca de 29 Km de rio.

Esta interferência se dará em função do posicionamento dos aproveitamentos JP04 nas diversas cotas de alagamento das alternativas propostas. Além das cachoeiras, este trecho apresenta diversas ilhas aluviais e corredeiras que constituem habitats e nichos específicos para a flora e fauna aquática, e sua supressão acarretará em impacto direto sobre diversas espécies da ictiofauna, em especial as “R” estrategistas.

As Alternativas 02A, 04A e 06A também serão responsáveis pela supressão de parte das lagoas marginais situadas ao longo do igarapé Defumador (“trecho III” da geomorfologia fluvial), aumentando o impacto sobre o elemento de análise “Perda de Ambientes Aquáticos”.

Em relação à alteração do regime hídrico do rio Ji-Paraná de lótico para lântico, o impacto das alternativas de divisão de queda variou com a extensão de rio afetada. Neste caso, as Alternativas 06A, 02A e 04A serão as mais impactantes em função da extensão dos reservatórios, com 147,6 Km, 147,4 Km e 153 Km, respectivamente. Por sua vez, as Alternativas 04A' e 07A provocarão menor impacto por afetarem apenas 29,64 Km e 63,03 Km de rio, respectivamente.

No caso da interferência das alternativas sobre a vegetação aluvial (Floresta Tropical Densa Aluvial), os impactos serão relativamente baixos. Mesmo sendo considerada uma fitofisionomia de exclusividade fisionômica na bacia hidrográfica do rio Ji-Paraná, as interferências máximas das alternativas sobre a vegetação aluvial se darão na ordem de 33% na Subárea II (Alternativas 06A, 02A e 04A), restando remanescentes significativos desta fitofisionomia na bacia. Por sua vez, os impactos das Alternativas 04A' e 07A praticamente não serão percebidos para este elemento de análise, com interferências na ordem de 0,05% e 5,00% da Subárea II, respectivamente.

Sobre o elemento de análise “Alteração na qualidade da água pelos futuros reservatórios” todas as alternativas consideradas nos Estudos Finais receberam grau crítico na avaliação de impacto para a interferência sobre a Subárea II, variando de intensidade em função do tamanho dos reservatórios. A análise considerou as alterações de qualidade da água decorrentes da decomposição da vegetação a ser inundada.

Este elemento de análise também foi avaliado para a Subárea I dos Ecossistemas Aquáticos que, por estar situada à jusante dos barramentos, receberá a água com menor qualidade dos reservatórios. O critério utilizado para esta análise considerou a relação entre o tamanho dos reservatórios e a quantidade de vegetação a ser submersa, considerando graus de julgamento mais altos para os maiores reservatórios (JP04-84 e JP04-87). Para a Alternativa 04A

considerou-se o efeito sinérgico dos barramentos, ou seja, o aproveitamento JP04-77 recebendo água de qualidade baixa do aproveitamento JP07-87, para posteriormente enviar esta água para a Subárea I.

Em termos de comprometimento de rotas migratórias, os graus de impacto entre as alternativas variaram de alto a crítico, uma vez que todas as alternativas comprometem a migração de peixes na Subárea II, devido ao impedimento de deslocamento provocado pela implantação das barragens.

A interferência de cada alternativa de divisão de queda sobre o Componente-Síntese Ecossistemas Aquático é apresentada cartograficamente nos Mapas dos Ecossistemas Aquáticos (desenhos 052.01-DES-117-00-07/06 a 052.01-DES-120-00-07/06), apresentados no Apêndice D – Estudos Ambientais - Volume II – Ilustrações – Tomo III/IV.

Também auxiliaram na análise dos aproveitamentos os Mapas de Geomorfologia Fluvial (desenhos 052.01-DES-69-00-05/06 a 052.01-DES-72-00-05/06 e suas variações “A e B”).

6.1.5. Modos de Vida

As alternativas de divisão de queda propostas para os Estudos Finais possuem interferências diferenciadas sobre as Subáreas do Componente-Síntese Modos de Vida. Enquanto que os aproveitamentos que provocam menor área de alagamento se limitam a interferir sobre as Subáreas I e V, os maiores barramentos atingem as Subáreas I, II, IV, V e VII.

De maneira geral, todas as alternativas propostas interferem diretamente sobre o povoado de Tabajara e as populações ribeirinhas, variando o grau de interferência de acordo com o tamanho dos reservatórios a serem formados.

O povoado de Tabajara experimentará os impactos previstos com a movimentação das obras dos aproveitamentos situados no eixo de barramento JP04 (independente da cota de inundação). Nesses termos, pode-se sugerir que nesta localidade deverão ser impostas pressões significativas decorrentes da chegada de população atraída pelas obras, pressões que a localidade não terá como responder.

As interferências sobre a população ribeirinha que vive às margens do rio Ji-Paraná também serão sentidas em função da formação dos reservatórios, com o grau de impacto variando de intensidade de acordo com o tamanho dos reservatórios. Esta população se movimenta em função das condições de alagamento do território, e por isso é mais vulnerável às alterações decorrentes de intervenções diretas sobre o regime natural do rio.

Em determinados locais esses vínculos com o rio se expressam de forma menos intensa dada à presença recente de outras formas de ocupação que não tem o rio como elemento organizador da vida social, representada pela população migrante assentada mais recentemente em áreas que chegam até o rio, mas que estabelecem com ele relações eventuais, principalmente no âmbito da pesca de lazer. Estas áreas constituem a Subárea V dos Modos de Vida, que será impactada por todas as alternativas propostas, variando o grau de impacto em função do tamanho dos reservatórios.

As alternativas que provocam maior área de alagamento (Alternativas 02A, 04A e 06A) também irão impactar as Subáreas II, IV e VII do Componente-Síntese Modos de Vida. Neste caso, o maior impacto se dará sobre a Subárea IV (Ocupação Rural em área de assentamentos ou colonização consolidada), que corresponde às áreas de projetos consolidados de assentamentos ou de colonização. Nestas áreas, predomina a presença da população migrante, chegada na região nas décadas de 70 e 80. É importante destacar que alguns

desses assentamentos chegam até as margens do rio Ji-Paraná, como por exemplo, o Assentamento Santa Maria, em Machadinho d'Oeste. Ressalte-se que para a população residente nos assentamentos o rio, embora importante, não é o elemento central do processo de ocupação do território.

De modo geral, destaca-se que na porção do território onde serão inseridos os aproveitamentos não se observa adensamento populacional significativo ocorrendo a disponibilidade de áreas para novos assentamentos. Assim, as questões decorrentes da necessidade de remanejamento populacional poderão ser equacionadas de forma mais eficiente.

Cartograficamente, as interferências das alternativas de divisão de queda sobre o Componente-Síntese Modos de Vida são apresentadas nos Mapas dos Modos de Vida (desenhos 052.01-DES-125-00-07/06 a 052.01-DES-128-00-07/06), apresentados no Apêndice D – Estudos Ambientais - Volume II – Ilustrações – Tomo III/IV.

6.1.6. Organização e Dinâmica Territorial

A avaliação da interferência das alternativas de divisão de queda sobre o Componente-Síntese Organização e Dinâmica Territorial concentrou-se sobre a Subárea II (Área de dinâmica territorial incipiente), por se tratar da única Subárea a sofrer interferência dos aproveitamentos propostos para os Estudos Finais.

A Subárea II é caracterizada pela precariedade na disponibilidade de infra-estrutura de serviços essenciais e pela estreita dependência das populações que ali vivem da malha viária disponível.

É importante destacar que quando se avalia a interferência de um dado aproveitamento sobre a Organização e Dinâmica Territorial de um dado espaço, está em foco o padrão da rede urbana disponível e do elenco de serviços que se espera dispor. Desse modo, no caso da área de estudo pode-se garantir, *a priori*, que a implantação de qualquer empreendimento hidrelétrico tenderá a provocar impactos muito intensos e abrangentes, independente de sua configuração técnica.

Basicamente, os graus de julgamento dos elementos de avaliação variaram de acordo com a área de inundação dos reservatórios, sendo relevante o fato dos empreendimentos atingirem ou não a localidade Tabajara, o que influencia a quantidade de população a ser remanejada.

De acordo com os levantamentos de campo todos os aproveitamentos situados no eixo JP04 serão responsáveis pela supressão total ou parcial da vila de Tabajara, gerando a necessidade de remanejamento da população ali residente. Esta necessidade fez com que os elementos de avaliação “Número de núcleos atingidos total ou parcialmente” e “População a ser remanejada” recebessem grau de julgamento crítico para estes aproveitamentos. Assim, somente o aproveitamento JP07-87 da Alternativa 04A recebeu grau de impacto baixo para estes elementos de avaliação, já que não atinge o referido povoado.

Os demais elementos de avaliação receberam graus de avaliação entre intermediário e alto para todos os aproveitamentos, com pequenas diferenciações em função do tamanho dos reservatórios e sua posição no trecho da bacia.

Ressalte-se que a região onde serão inseridos os aproveitamentos possui baixa densidade demográfica e caracteriza-se pelo predomínio de atividades econômicas primárias, sendo muito provável que não disponha de mão-de-obra adequada para a construção de empreendimentos da envergadura de uma usina hidrelétrica. Com isso, estima-se a ocorrência de um significativo

fluxo migratório diferente dos que até então ocorreram na região e que tinham como motivação o acesso à posse da terra, o que deverá provocar confrontos culturais acentuados, além de provocar a pressão sobre áreas de conservação ali situadas.

Além disso, as principais cidades que compõem a rede urbana local (Machadinho d'Oeste e Vale do Anari) possuem áreas urbanas com dinâmica estritamente voltada para as atividades rurais desenvolvidas no seu entorno e também não possuem condições de acomodar os fluxos migratórios previstos para ocorrerem durante a construção dos empreendimentos, ocasionando pressões sobre os serviços essenciais oferecidos nestes municípios.

As representações cartográficas das interferências de cada alternativa de divisão de queda sobre este Componente-Síntese são apresentadas nos Mapas de Organização e Dinâmica Territorial (desenhos 052.01-DES-129-00-07/06 a 052.01-DES-132-00-07/06), apresentados no Apêndice D – Estudos Ambientais -Volume II – Ilustrações – Tomo III/IV.

7. CONCEPÇÃO DOS ARRANJOS FINAIS DOS APROVEITAMENTOS

Para a fase de Estudos Finais, os arranjos concebidos nos Estudos Preliminares foram adequados aos novos níveis dos reservatórios.

Também foram revistos os diques auxiliares dos reservatórios.

Tabela 7.1 – Comprimento e altura média dos diques auxiliares

Aproveitamento	Comprimento e Altura Máxima dos Diques Auxiliares de Contenção (m)					
	Margem Direita	Hmx	Margem Esquerda	Hmx	Total	Hmx
JP-04 cota 84m	1.650	5	0	0	1.650	5
JP-04 cota 87m	12.940	6	1.130	6	14.070	6

Os dimensionamentos e as estimativas de quantidades e de custos foram feitos de acordo com os procedimentos previstos pelo Manual de Inventário, para essa fase de Estudos Finais.

A caracterização de cada um dos arranjos considerados está descrita a seguir.

7.1. Eixo JP-04 – AHE Tabajara 77

O aproveitamento hidrelétrico tem o reservatório com nível d'água máximo normal na cota 77,0m, sem deplecionamento.

O AHE Tabajara 77 terá 320,0 MW de potência instalada, em 3 unidades geradoras do tipo Kaplan com caixa semi-espiral em concreto e geradores de eixo vertical. As unidades geradoras serão abrigadas em uma casa de força incorporada à barragem e posicionada, em sua maior porção, na margem direita do rio. O canal de fuga previsto será escavado em solo e rocha sem revestimento.

O circuito de adução/geração será composto de tomada d'água conjugada à casa de força. A aproximação à tomada d'água se dará através de canal escavado em solo e rocha sem revestimento.

O vertedouro de ogiva alta em concreto convencional, dimensionado para uma vazão máxima de 9.450 m³/s, com período de recorrência de 10.000 anos, terá suas estruturas implantadas no leito do rio.

O desvio do rio será feito em duas etapas, sendo a vazão de dimensionamento, com período de recorrência igual a 50 anos, de 6.200 m³/s. Na primeira etapa do desvio será implantada uma ensecadeira estrangulando parcialmente o rio, que permitirá a construção das estruturas de concreto no leito e na margem direita do rio. Para a segunda etapa do desvio, o rio será conduzido a estruturas especiais posicionadas no vertedouro.

O barramento principal será em solo compactado, com exceção dos trechos junto às estruturas de concreto que serão em enrocamento com núcleo de argila. A altura máxima da barragem é de 29,0m e o seu comprimento de crista de 2.770m.

A cota de coroamento da barragem será 81,0m e, das estruturas de concreto, 80,0m.

O desenho **6568-02-AG-520-DE-00102** apresenta o Arranjo Geral para o Aproveitamento objeto desta descrição.

7.2. Eixo JP-04 – AHE Tabajara 80

O aproveitamento hidrelétrico tem reservatório com nível d'água máximo normal na cota 80,0m, sem deplecionamento.

O AHE Tabajara 80 terá 350,0 MW de potência instalada, em 3 unidades geradoras do tipo Kaplan com caixa semi-espiral em concreto e geradores de eixo vertical. As unidades geradoras serão abrigadas em uma casa de força incorporada à barragem e posicionada, em sua maior porção, na margem direita do rio. O tipo de fuga previsto será um canal escavado em solo e rocha sem revestimento.

O circuito de adução/geração será composto de tomada d'água conjugada à casa de força. A aproximação à tomada d'água se dará através de canal escavado em solo e rocha sem revestimento.

O vertedouro de ogiva alta em concreto convencional, dimensionado para uma vazão máxima de 9.450 m³/s, com período de recorrência de 10.000 anos, terá suas estruturas implantadas no leito do rio.

O desvio do rio será feito em duas etapas, sendo a vazão de dimensionamento, com período de recorrência igual a 50 anos, de 6.200 m³/s. Na primeira etapa do desvio será implantada uma ensecadeira estrangulando parcialmente o rio, que permitirá a construção das estruturas de concreto no leito e na margem direita do rio. Para a segunda etapa do desvio, o rio será conduzido a estruturas especiais posicionadas no vertedouro.

O barramento principal será em solo compactado, com exceção dos trechos junto às estruturas de concreto que serão em enrocamento com núcleo de argila. A altura máxima da barragem é de 31,0m e o seu comprimento de crista de 3.000m.

A cota de coroamento da barragem será 84,0m e, das estruturas de concreto, 83,0 m.

O **6568-02-AG-520-DE-00103** apresenta o Arranjo Geral para o Aproveitamento objeto desta descrição.

7.3. Eixo JP-04 – AHE Tabajara 84

O aproveitamento hidrelétrico tem reservatório com nível d'água máximo normal na cota 84,0m, sem deplecionamento.

O AHE Tabajara 84 terá 440,0 MW de potência instalada, em 3 unidades geradoras do tipo Kaplan com caixa semi-espiral em concreto e geradores de eixo vertical. As unidades geradoras serão abrigadas em uma casa de força incorporada à barragem e posicionada, em sua maior porção, na margem direita do rio. O tipo de fuga previsto será um canal escavado em solo e rocha sem revestimento.

O circuito de adução/geração será composto de tomada d'água conjugada à casa de força. A aproximação à tomada d'água se dará através de canal escavado em solo e rocha sem revestimento.

O vertedouro de ogiva alta em concreto convencional, dimensionado para uma vazão máxima de 9.450 m³/s, com período de recorrência de 10.000 anos, terá suas estruturas implantadas no leito do rio.

O desvio do rio será feito em duas etapas, sendo a vazão de dimensionamento, com período de recorrência igual a 50 anos, de 6.200 m³/s. Na primeira etapa do desvio será implantada uma ensecadeira estrangulando parcialmente o rio, que permitirá a construção das estruturas de concreto no leito e na margem direita do rio. Para a segunda etapa do desvio, o rio será conduzido a estruturas especiais posicionadas no vertedouro.

O barramento principal será em solo compactado, com exceção dos trechos junto às estruturas de concreto que serão em enrocamento com núcleo de argila. A altura máxima da barragem é de 35,0m e o seu comprimento de crista de 3.340m. Os diques auxiliares de contenção, que perfazem um total de 1.650m de comprimento, ficam na faixa da borda livre de proteção contra ondas e apresentam, em um único ponto altura máxima de 5m acima da fundação. Esses diques não foram apresentados em desenho.

A cota de coroamento da barragem será 88,0m e, das estruturas de concreto, 87,0m.

O desenho **6568-02-AG-520-DE-00104** apresenta o Arranjo Geral para o Aproveitamento objeto desta descrição.

7.4. Eixo JP-04 – AHE Tabajara 87

O aproveitamento hidrelétrico tem reservatório com nível d'água máximo normal na cota 87,0m, com depleção máxima igual a 6,5m.

O AHE Tabajara 87 terá 491,0 MW de potência instalada, em 3 unidades geradoras do tipo Kaplan com caixa semi-espiral em concreto e geradores de eixo vertical. As unidades geradoras serão abrigadas em uma casa de força incorporada à barragem e posicionada, em sua maior porção, na margem direita do rio. O tipo de fuga previsto será um canal escavado em solo e rocha sem revestimento.

O circuito de adução/geração será composto de tomada d'água conjugada à casa de força. A aproximação à tomada d'água se dará através de canal escavado em solo e rocha sem revestimento.

O vertedouro de ogiva alta em concreto convencional, dimensionado para uma vazão máxima de 9.450 m³/s, com período de recorrência de 10.000 anos, terá suas estruturas implantadas no leito do rio.

O desvio do rio será feito em duas etapas, sendo a vazão de dimensionamento, com período de recorrência igual a 50 anos, de 6.200 m³/s. Na primeira etapa do desvio será implantada uma ensecadeira estrangulando parcialmente o rio, que permitirá a construção das estruturas de concreto no leito e na margem direita do rio. Para a segunda etapa do desvio, o rio será conduzido a estruturas especiais posicionadas no vertedouro.

O barramento principal será em solo compactado, com exceção dos trechos junto às estruturas de concreto que serão em enrocamento com núcleo de argila. A altura máxima da barragem é de 38,0m e o seu comprimento de crista de 4.880m. Os diques auxiliares de contenção, que

perfazem um total de 14.070m de comprimento, apresentam altura máxima igual a 6,0m e estão apresentados nos desenhos **6568-02-AG-520-DE-00106**, **6568-02-AG-520-DE-00107** E **6568-02-AG-520-DE-00108**.

A cota de coroamento da barragem será 91,0m e, das estruturas de concreto, 90,0m.

O desenho **6568-02-AG-520-DE-00105** apresenta o Arranjo Geral para o Aproveitamento objeto desta descrição.

8. ESTIMATIVA DE CUSTO DOS APROVEITAMENTOS

Em termos de custos ambientais, as maiores alterações nos orçamentos efetuados nos Estudos Finais são decorrentes dos ajustes efetuados na cota dos reservatórios, com conseqüente alteração de suas áreas de alagamento. Neste caso, as rubricas do orçamento que consideraram a área de alagamento como fator preponderante para determinação do custo ambiental, sofreram alterações, como é o caso das rubricas “Limpeza do Reservatório”, “Unidades de Conservação e Áreas de Preservação Permanente”, “Conservação da Flora”, “Conservação da Fauna” e “Salvamento do Patrimônio Cultural”.

Para a formulação dos preços unitários das principais obras civis foi utilizado o sistema SISO RH 5.2 e sua base de dados, com preços de insumos básicos referenciados a set/03 (última informação disponível) e atualizados para a data de referência dos Estudos.

Para os equipamentos eletromecânicos, os preços de aquisição foram obtidos a partir da experiência observada a partir de orçamentos já realizados para instalações e projetos de empreendimentos similares e de consultas informais a fabricantes e fornecedores especializados.

Para as rubricas determinadas por valores globais ou taxas, foram utilizadas as sugestões contidas no Manual de Inventário, bem como dados e informações obtidas de obras similares, ou consideradas em estudos de mesma natureza.

Os preços unitários finais foram ajustados a partir de bancos de dados com datas de referência diversas, e com base na experiência em projetos recentes sob administração da ELETRONORTE e de FURNAS.

A atualização dos preços das obras civis e equipamentos eletromecânicos, com exceção de preços de turbinas e de geradores, foi através da taxa de variação do IGP-DI da FGV entre as datas de referência consideradas.

Para as turbinas e geradores, atualização dos preços foi feita, por este procedimento, para apenas 75% do valor total, e os 25% remanescentes foi considerado com mesmo valor em dólar, encontrado na data de origem.

8.1. Custos Indiretos e Juros Durante a Construção

Para a composição dos Custos Indiretos (conta .17), serão admitidas as seguintes alíquotas:

- Construção do Canteiro e Acampamento: 7% do total das contas .11 a .16;
- Engenharia: 6% do total das contas .11 a .16;
- Projetos ambientais: 6% do total da conta .10;
- Administração do Proprietário: 3% do total das contas .10 a .16;
- Eventuais: 15% sobre os itens que compõem a conta .17.

Para a conta .18: Juros Durante a Construção (JDC) serão considerados os procedimentos propostos pelo Manual de Inventário, calculados em função da potência instalada de cada aproveitamento, para uma taxa de juros de 12% ao ano.

Tabela 8.1 – Estimativa dos juros durante a construção

POTÊNCIA INSTALADA (MW)	CONSTRUÇÃO (ANOS)	DESEMBOLSO NO ANO							% juros
		1	2	3	4	5	6	7	
até 100	3	30	40	30					18,99
de 100 a 250	4	20	30	35	15				26,92
de 250 a 700	5	10	20	26	30	14			31,28
de 700 a 1.000	6	5	15	20	21	25	14		36,37
acima de 1000	7	3	7	15	20	20	21	14	40,30

9. ORÇAMENTO PADRÃO ELETROBRÁS

As planilhas que contem o OPE – Orçamento Padrão Eletrobrás para cada alternativa, estão apresentadas no Anexo I deste relatório.

10. COMPARAÇÃO E SELEÇÃO DAS ALTERNATIVAS

10.1. Índice Custo/Benefício Energético

Com o intuito de se determinar qual a atratividade energético-econômica das alternativas de divisão de queda, foram determinados para as alternativas avaliadas nos Estudos Finais os seus respectivos ICBs.

Para tanto, as alternativas foram homogeneizadas, tomando aquela que apresentava um maior benefício energético (Alternativa 6A) como referência. A diferença de energia firme entre a alternativa de referência e as demais alternativas, denominada energia complementar, foi valorada pelo CUR adotado no estudo.

A **Tabela 10.1** mostra os Índices Custo-Benefício de cada alternativa.

Tabela 10.1 - Índice Custo/Benefício das Alternativas de Divisão de Queda

ALTERNATIVAS	2A	4A'	6A	7A
Energia Firme Incremental (MWmédio)	235,30	174,87	250,05	192,29
Energia Firme de Referência (MWmédio)	250,05	250,05	250,05	250,05
Energia Complementar (MWmédio)	14,75	75,18	0,00	57,76
Custo Investimento+O&M (US\$ milhões)	795,15	613,02	862,79	635,77
Custo da Energia Complementar (US\$ milhões)	53,65	273,46	0,00	210,09
CustoTotal Equivalente (US\$ milhões)	848,80	886,48	862,79	845,87
ICB (US\$/MWh)	46,66	48,73	47,43	46,50
ICB/CUR	0,9332	0,9747	0,9486	0,9300

10.2. Índices Ambientais

Neste item são apresentados os procedimentos adotados para o cálculo dos índices ambientais das alternativas de divisão de queda selecionadas para os Estudos Finais, visando hierarquizar as mesmas em função do atendimento ao objetivo de minimização dos impactos ambientais e subsidiar a sua comparação e a seleção da melhor alternativa.

A metodologia empregada para determinação dos Índices Ambientais foi semelhante àquela aplicada na etapa dos Estudos Preliminares, diferenciando-se apenas por considerar o efeito sinérgico dos barramentos de uma mesma alternativa sobre o sistema ambiental.

Ressalte-se que a presente análise considerou as adequações de caráter técnico efetuadas nos aproveitamentos e o aprofundamento das informações de caráter ambiental, apresentadas na Consolidação do Diagnóstico Ambiental, o que permitiu uma maior precisão na análise.

Seguindo a metodologia empregada nos Estudos Preliminares, o cálculo do índice ambiental das alternativas desenvolveu-se em duas etapas: composição do índice de impacto da

alternativa sobre cada Componente-Síntese e composição do índice de impacto das alternativas sobre o sistema ambiental, conforme segue.

10.2.1. Composição dos Índices de Impacto das Alternativas sobre cada Componente Síntese (IAC)

De acordo com as orientações contidas no Manual de Inventário (ELETROBRAS, 1997), o índice de impacto ambiental das alternativas de divisão de quedas sobre cada componente síntese avaliada representa o impacto do conjunto de aproveitamentos sobre determinado componente.

Na análise ambiental foram considerados os Componentes-Síntese Populações Indígenas (PI), Ecossistemas Terrestres (ET), Base Econômica (BE), Ecossistemas Aquáticos (EA), Modos de Vida (MV) e Organização e Dinâmica Territorial (OT).

O Índice de Impacto de cada alternativa sobre cada componente síntese foi obtido pela fórmula:

$$IAC = \sum I_{max_{Sai}} \times P_{Sai}$$

Onde:

- IAC = Índice Ambiental por Componente-Síntese;
- I_{maxSAI} = índice máximo de impacto da alternativa sobre determinada Subárea do componente analisado;
- $PSai$ = peso da Subárea (fator de ponderação relativo a cada Subárea).

Os cálculos para cada alternativa analisada são apresentados no Apêndice D – Estudos Ambientais (Avaliação Ambiental – Volume I – Textos – Tomo IV/V).

A **Tabela 10.2** apresenta um resumo dos IACs das alternativas avaliadas para cada componente síntese.

Tabela 10.2 - IAC das Alternativas Avaliadas para cada Componente-Síntese

Alternativas	Componentes Sínteses					
	PI	ET	BE	EA	MV	OT
02A	0,71	0,13	0,06	0,20	0,29	0,11
04A'	0,24	0,06	0,05	0,11	0,14	0,11
06A	0,76	0,17	0,06	0,22	0,34	0,12
07A	0,31	0,08	0,06	0,13	0,16	0,11

Nota: PI = Populações Indígenas; BE = Base Econômica; MV = Modos de Vida; ET = Ecossistemas Terrestres; OT = Organização e Dinâmica Territorial; EA = Ecossistemas Aquáticos.

10.2.2. Composição dos Índices de Impacto das Alternativas sobre o Sistema Ambiental - (IA)

O cálculo do índice de impacto das alternativas sobre o sistema ambiental teve por objetivo expressar o impacto total de cada alternativa proposta sobre a área de estudo (bacia do rio Ji-Paraná), considerando os impactos causados por cada alternativa sobre todos os Componentes-Síntese avaliados.

A metodologia empregada para obtenção dos Índices Ambientais (IA) das alternativas selecionadas para os Estudos Finais foi semelhante àquela apresentada nos Estudos Preliminares, ou seja, multiplicando-se a soma ponderada dos Índices de Impacto da alternativa sobre cada Componente-Síntese (IAC), calculados anteriormente, conforme a seguinte fórmula:

$$IA = \sum IAC_i \times P_{ci}$$

Onde:

- IA = Índice Ambiental da Alternativa;
- IAC_i = Índice Ambiental por Componente-Síntese;
- P_{ci} = peso de cada Componente-Síntese no sistema ambiental (fator de ponderação relativo a cada Componente-Síntese).

Os resultados dessa análise são apresentados na **Tabela 10.3**.

Tabela 10.3 - Índices Ambientais (IA) das Alternativas avaliadas sobre o sistema ambiental

Componente-Síntese	Peso do Componente	Alternativas			
		2A	4A'	6A	7A
Populações Indígenas	0,24	0,0243	0,0574	0,0264	0,0153
Eossistemas Terrestres	0,28	0,0364	0,0168	0,0483	0,0211
Base Econômica	0,22	0,0045	0,0120	0,0047	0,0043
Eossistemas Aquáticos	0,12	0,0131	0,0132	0,0140	0,0123
Modos de Vida	0,10	0,0290	0,0140	0,0340	0,0160
Organização e Dinâmica Territorial	0,04	0,1693	0,0043	0,1822	0,0753
Índice Ambiental	1,00	0,2851	0,1177	0,3161	0,1442

10.3. Seleção das Alternativas

A análise econômico-energética das alternativas avaliadas nesta fase dos estudos de inventário mostrou que os Índices Custo-Benefício (ICBs) destas alternativas estavam entre

US\$ 46,50/MWh e US\$ 48,73/MWh. A Alternativa 7A, a mais atraente sob esse aspecto, apresenta ICB correspondente a 93,00% do Custo Unitário de Referência (CUR), enquanto a Alternativa 4A', a menos atraente, tem ICB 97,47% do CUR.

Os resultados apresentados na **Tabela 10.3** apontam que as Alternativas 4A' (JP04-77 m) e 7A (JP04-80) são as que apresentam menos impactos sobre o sistema ambiental da bacia do rio Ji-Paraná, com IA=0,1177 e IA=0,1442, respectivamente. Contribui para este índice a menor área de alagamento dessas alternativas e o fato de ambas não interferirem diretamente com Unidades de Conservação e Terras Indígenas. Na verdade a diferenciação entre elas se dá em função da área de alagamento ligeiramente superior da Alternativa 7A em relação à Alternativa 4A'.

A Alternativa 02A apresenta Índice de Impacto ligeiramente superior às Alternativas anteriores, resultando em IA = 0,2851. Neste caso, o fator determinante para esta diferenciação foi a interferência direta sobre a T.I. Tenharim-Marmelos. Há que se considerar, ainda, os impactos sobre os Modos de Vida e a Organização e Dinâmica Territorial, principalmente em função da desestruturação do povoado de Tabajara (município de Machadinho d'Oeste).

Finalmente, a Alternativa 06A é a que apresenta maior Índice de Impacto Ambiental (IA = 0,3161). Vários fatores contribuem para este índice, em especial a maior área de alagamento em relação às demais alternativas, a construção de dique e a inundação de parte do território da T.I. Tenharim-Marmelos, a construção de dique no limite da RESEX Rio Preto-Jacundá e a interferência direta sobre o povoado de Tabajara.

Para análise conjunta dos fatores econômico-energéticos e ambientais foram determinados os Índices de Preferência (IPs) de cada alternativa. Cabe observar que foi admitida a mesma importância para ambos os Índices Custo-Benefício (ICBs) e Índices Ambientais (IAs), ou seja, o peso do Índice Custo-Benefício (Pcb) e o peso do Índice Ambiental (Pa) foram iguais a 0,5. A **Tabela 10.4** apresenta os Índices de Preferência.

Tabela 10.4 - Índices de Preferência - Pcb = 0,5 e Pa = 0,5

Alternativas	ICB	IA	IP
2A	0,9332	0,2851	0,609
4A'	0,9747	0,1177	0,546
6A	0,9486	0,3161	0,632
7A	0,9300	0,1442	0,537

Como pode ser observado na **Tabela 10.4**, a Alternativa 7A é aquela que se mostra mais atraente, após a composição dos aspectos energético-econômico e ambiental.

Foram realizadas análises de sensibilidade com diferentes atribuições de pesos para cada índice. A **Tabela 10.5** apresenta os Índices de Preferência resultantes, quando atribuídos os pesos de 0,6 para os Índices Custo-Benefício e 0,4 para os Índices Ambientais, e a **Tabela 10.6** os resultados quando atribuídos os pesos de 0,4 para os Índices Custo-Benefício e 0,6 para os Índices Ambientais.

Tabela 10.5 - Índices de Preferência - $P_{cb} = 0,6$ e $P_a = 0,4$

Alternativas	ICB	IA	IP
2A	0,9332	0,2851	0,674
4A'	0,9747	0,1177	0,632
6A	0,9486	0,3161	0,696
7A	0,9300	0,1442	0,616

Tabela 10.6 - Índices de Preferência - $P_{cb} = 0,4$ e $P_a = 0,6$

Alternativas	ICB	IA	IP
2A	0,9332	0,2851	0,544
4A'	0,9747	0,1177	0,461
6A	0,9486	0,3161	0,569
7A	0,9300	0,1442	0,459

Como pode ser visto nas **Tabelas 10.5 e 10.6**, a alternativa selecionada, mesmo alterando os pesos dos índices, mantém-se a mesma, ou seja, a Alternativa 7A.

11. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

A alternativa selecionada nos Estudos de Revisão do Inventário do Rio Ji-Paraná (Alternativa 7A) contempla apenas o aproveitamento Tabajara, com NAmáximo de 80,0m, potência instalada de 350 MW e 192,3 MW médios de energia firme.

Uma conclusão importante a ser tirada da análise realizada é que, contrastando com os estudos anteriores, elaborados na década de oitenta, os fatores ambientais foram decisivos na escolha da alternativa mais atraente, principalmente aqueles que caracterizam interferências sobre Unidades de Conservação, em especial sobre a Reserva Biológica do Jarú, e interferências sobre as Terras Indígenas Tenharim Marmelos e Igarapé Lourdes.

Observa-se que, devido às restrições de ordem ambiental, a perda energética verificada na bacia do rio Ji-Paraná ao se escolher a Alternativa 7A é de 597 MW médios, se compararmos esta alternativa com a de maior conteúdo energético e com o custo de geração mais atrativo (Alternativa 2), avaliada nos Estudos Preliminares. Portanto, apenas 24% do potencial hidrelétrico do trecho inventariado está sendo aproveitado.