



Universidade Federal de Campina Grande

Centro de Engenharia Elétrica e Informática

Curso de Graduação em Engenharia Elétrica

RODOLFO FRANÇA LIRA

**ANÁLISE DO INVENTÁRIO HIDRELÉTRICO DA BACIA
HIDROGRÁFICA DO RIO XINGU COM FOCO NA
IMPLANTAÇÃO DE NOVOS APROVEITAMENTOS**

Campina Grande, Paraíba
Abril de 2014

RODOLFO FRANÇA LIRA

ANÁLISE DO INVENTÁRIO HIDRELÉTRICO DA BACIA
HIDROGRÁFICA DO RIO XINGU COM FOCO NA
IMPLANTAÇÃO DE NOVOS APROVEITAMENTOS

*Trabalho de Conclusão de Curso submetido à
Unidade Acadêmica de Engenharia Elétrica da
Universidade Federal de Campina Grande
como parte dos requisitos necessários para a
obtenção do grau de Bacharel em Ciências no
Domínio da Engenharia Elétrica.*

Área de Concentração: Processamento de Energia

Orientador:

Leimar de Oliveira, M. Sc.

Campina Grande, Paraíba
Abril de 2014

RODOLFO FRANÇA LIRA

ANÁLISE DO INVENTÁRIO HIDRELÉTRICO DA BACIA
HIDROGRÁFICA DO RIO XINGU COM FOCO NA
IMPLANTAÇÃO DE NOVOS APROVEITAMENTOS

Trabalho de Conclusão de Curso submetido à Unidade Acadêmica de Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Campina Grande como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Bacharel em Ciências no Domínio da Engenharia Elétrica.

Área de Concentração: Processamento de Energia

Aprovado em / /

Roberto Silva de Siqueira, M.Sc.
Universidade Federal de Campina Grande
Avaliador

Professor Leimar de Oliveira, M. Sc.
Universidade Federal de Campina Grande
Orientador, UFCG

Dedico este trabalho a meu amado Pai, um homem sábio, forte e amoroso que estará sempre presente em minha vida (*in memoriam*).

AGRADECIMENTOS

Agradeço em primeiro lugar à minha amada Mãe, Maria de Lourdes, uma mulher guerreira que contra todas as adversidades obteve êxito em propiciar a seus filhos uma vida repleta de amor, saúde e uma boa educação, seu principal legado, e por estar sempre presente e me dando forças ao longo dessa caminhada.

Agradeço a toda a minha família, que com amor me apoiam. Em especial ao meu querido Tio, Titim, um exemplo de integridade que sempre via em mim sucesso além das minhas próprias expectativas.

Agradeço a minha importantíssima e amada namorada, Renata, uma extensão de mim, incansavelmente ao meu lado compartilhando as aflições, me encorajando e tornando mais doces os meus dias, dividindo comigo a responsabilidade das decisões nessa jornada.

Aos amigos conquistados ao longo dessa trajetória que dividiram todos os momentos de aflição e de alegrias, sempre presentes quando possível, sendo parcela importante nessa conquista.

Finalmente agradeço a todos os que fazem o curso de Engenharia Elétrica na UFCG. Aos professores, técnicos administrativos, em especial ao professor Leimar de Oliveira pela orientação sempre cordial e atenciosa. Mais do que especial, agradeço aos secretários, colegas de profissão, Adail e Tchay, que tornam a nossa vida mais fácil e doce no tratar dos problemas.

*“Eu sou é eu mesmo. Diverjo de todo o mundo...
Eu quase que nada não sei. Mas desconfio de muita coisa.”*

Guimarães Rosa.

RESUMO

O crescimento da qualidade de vida de uma população está diretamente relacionado ao crescimento econômico, que tem como fundação a disponibilidade de energia e, principalmente, a segurança no seu fornecimento, sendo necessário um planejamento energético de médio e longo prazo para garantir a saúde desse sistema, sendo o Plano Decenal de Expansão de Energia o principal instrumento desse planejamento e motivação para o início dos estudos sobre o Aproveitamento Hidrelétrico de Bacias Hidrográficas. O Inventário Hidrelétrico da Bacia do Rio Xingu iniciado no final do decênio de 1970 teve forte repercussão internacional por localizar-se em área de floresta intensa, lar de diversas tribos indígenas, e principalmente por não considerar as questões socioambientais na época, tendo de ser atualizado incluindo-as, originando o contestado projeto do Aproveitamento Hidrelétrico de Belo Monte. O presente trabalho tem o objetivo de apresentar as rigorosas etapas seguidas para implantação de um aproveitamento hidrelétrico, as mudanças propostas na atualização do inventário quando inseridas as questões socioambientais e verificar a possibilidade técnica de implantação de novos aproveitamentos na Bacia do Xingu.

Palavras-chave: Aproveitamento hidrelétrico, inventário hidrelétrico, Rio Xingu, Belo Monte, socioambiental.

ABSTRACT

The quality of life growth of a population is directly related to economic growth, which has as its foundation the availability of energy, and especially the security of their supply, an energy planning in the medium and long term are needed to ensure that the health system being the Ten-Year Plan for Energy Expansion main instrument of this planning and motivation for early studies on Hydropower Watershed. The Hydroelectric Inventory of the Xingu River Basin started at the end of the decade 1970 had strong international impact by locating in the area of intensive forest, home to several indigenous tribes, and especially not to consider social and environmental issues at the time, having to be updated including them, giving the challenged design Belo Monte Hydroelectric. This work aims to present the rigorous steps taken to implement a hydroelectric project, the proposed changes update the inventory when inserted into the environmental issues and verify the technical possibility of deploying new exploitations in the Xingu Basin.

Keywords: Hydroelectric, hydroelectric inventory, Xingu River, Belo Monte, environmental.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1. Fluxograma da Etapa de Planejamento dos Estudos [1].	18
Figura 2. Fluxograma da Etapa de Estudos Preliminares [2].	19
Figura 3. Fluxograma da Etapa de Estudos Finais [2].	20
Figura 4. Fluxograma da AAI da Alternativa Seleccionada [2].	21
Figura 5. Diagrama esquemático das etapas de implantação de uma usina hidrelétrica [2].	22
Figura 6. Índia Tuíra empunhando um facão ao lado do rosto do diretor da Eletronorte em 1989 [3].	25
Figura 7. Localização do Rio Xingu [5].	30
Figura 8. Perfil de declive do Rio Xingu [4].	30
Figura 9. Precipitação média mensal da Bacia Hidrográfica do Rio Xingu.	31
Figura 10. Esquematização da divisão de queda da alternativa A.	36
Figura 11. Esquematização da divisão de queda da alternativa B.	36
Figura 12. Perfil de queda da alternativa [4].	37
Figura 13. Perfil de queda da alternativa B.	37
Figura 14. Nível de criticidade dos AHE com relação a área inundada [4].	40
Figura 15. Níveis de criticidade dos aproveitamentos em relação à área inundada e geração de energia [4].	41
Figura 16. Níveis de criticidade dos reservatórios em relação à extensão de áreas com cobertura vegetal natural inundada [4].	42
Figura 17. Níveis de criticidade dos reservatórios em relação ao percentual da área com cobertura vegetal natural inundada [4].	43
Figura 18. Fotografia e cartografia do Eixo São Félix, em destaque o provável local de barramento, ombreira nas laterais e um ponto de fuga [4].	45
Figura 19. Perfil de queda das alternativas 1, 2 e 3 da revisão do Inventário do Rio Xingu [4].	48
Figura 20. Nível de criticidade dos AHE com relação a área inundada.	49
Figura 21. Níveis de criticidade dos aproveitamentos em relação à Área inundada e geração de energia.	50
Figura 22. Perfil de divisão de queda com o comparativo entre a alternativa de divisão de queda 1 dos atuais estudos e do estudo antigo de inventário [4].	51
Figura 23. Comparativo entre as áreas inundadas dos AHE sugeridos pela atualização do inventário e seu respectivo AHE no inventário anterior.	52
Figura 24. Comparativo entre as áreas inundadas dos AHE sugeridos pela atualização do inventário e seu respectivo AHE no inventário anterior.	53
Figura 25. Comparativo entre os índices de custo de implantação por potência firme dos AHE sugeridos pela atualização do inventário e seu respectivo AHE no inventário anterior.	54
Figura 26. Divisão territorial da Bacia Hidrográfica do Rio Xingu [4].	55

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Procedimentos institucionais e legais para a elaboração do Estudo de Inventario [2].....	23
Tabela 2. Divisão da Área da Bacia Hidrográfica do Rio Xingu [4].	28
Tabela 3. Contribuição média do potencial hídrico de algumas grandes bacias brasileiras [4].	32
Tabela 4. Características dos AHE da alternativa A [4].	35
Tabela 5. Características dos AHE da alternativa B [4].	35
Tabela 6. Quadro resumo das alternativas A e B [4].	36
Tabela 7. Características do complexo formado pelos AHE de Babaquara e Kararaô [4].	38
Tabela 8. Características do complexo formado apenas pelo AHE de Babaquara [4].	38
Tabela 9. População indígena passível de efeitos diretos [4].	39
Tabela 10. População indígena passível de efeitos indiretos [4].	39
Tabela 11. Terras Indígenas afetadas pelos reservatórios e respectivas áreas a serem inundadas [4].	43
Tabela 12. Unidades de Conservação afetadas pelos reservatórios e respectivas áreas a serem inundadas [4].	44
Tabela 13. Quadro resumo das características dos eixos estudados na atualização do Inventário do Rio Xingu.	47
Tabela 14. Características dos aproveitamentos das alternativas de divisão de queda 1, 2 e 3 [4].	49
Tabela 15. Percentuais de queda entre as áreas inundadas dos AHE sugeridos pela atualização do inventário e seu respectivo AHE no inventário anterior.	52
Tabela 16. Percentuais de queda entre as áreas inundadas dos AHE sugeridos pela atualização do inventário e seu respectivo AHE no inventário anterior.	53
Tabela 17. Percentuais de queda entre os índices de custo de implantação por potência firme dos AHE sugeridos pela atualização do inventário e seu respectivo AHE no inventário anterior.	54

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

- AAI - Avaliação Ambiental Integrada
- AHE - Aproveitamento Hidrelétrico
- AIA - Estudo de Impacto Ambiental
- ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica
- BDO - Demanda Biológica de Oxigênio
- CEPEL - Centro de Pesquisas de Energia Elétrica
- CNPE - Conselho Nacional de Política Energética
- DNAEE - Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica
- ELETROBRAS - Centrais Elétricas Brasileiras S.A
- ELETRONORTE – Centrais Elétricas do Norte do Brasil S.A
- EPE - Empresa de Pesquisa Energética
- FADESP – Fundação de Amparo e Desenvolvimento da Pesquisa
- GCPS - Grupo Coordenador de Planejamento do Sistema Elétrico
- IBAMA - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais
Renováveis
- LI - Licença de Instalação
- LO - Licença de Operação
- LP - Licença Prévia
- MME - Ministério de Minas e Energia
- PDE - Plano Decenal de Expansão
- PDE - Plano Decenal de Expansão de Energia
- PNE - Plano Nacional de Energia
- PNRH - Plano Nacional de Recursos Hídricos
- RIMA - Relatório de Impacto Ambiental
- TCU - Tribunal de Contas da União

SUMÁRIO

1	Introdução.....	13
1.1	Objetivos.....	15
1.2	Motivação	15
2	Etapas da realização de um Inventário Hidrelétrico de uma Bacia Hidrográfica	16
3	Linha do tempo do AHE de Belo Monte	24
4	Características gerais da Bacia do Rio Xingu.....	28
5	Alternativas de divisão da queda da Bacia do Rio Xingu.....	34
5.1	Alternativas A e B.....	34
5.2	Alternativas 1, 2 e 3	44
6	Viabilidade de novos aproveitamentos hidrelétrico no Rio Xingu	51
7	Conclusão	57
8	Bibliografia.....	59

1 INTRODUÇÃO

A disponibilidade de energia e, principalmente, a segurança no seu fornecimento são alguns dos principais responsáveis por alavancar e manter um crescimento econômico de longo prazo em uma sociedade, sendo esses uns dos pontos primordiais da infraestrutura básica. O crescimento da qualidade de vida de uma população está diretamente relacionado ao crescimento econômico e, quando sustentado, é um processo cíclico que carece de um cuidadoso planejamento energético de médio e longo prazo para garantir a saúde desse sistema, tendo o Plano Decenal de Expansão de Energia (PDE) o principal instrumento desse planejamento e motivação para o início dos estudos sobre o Aproveitamento Hidrelétrico da Bacia do Rio Xingu, que previa a entrada em operação comercial em 1999.

O segundo capítulo, que segue, apresenta uma breve descrição das etapas da realização de um estudo de Inventário Hidrelétrico de uma bacia hidrográfica, previstas no Manual do Inventário Hidrelétrico de Bacias Hidrográficas, elaborado por um grupo formado pelo Ministério de Minas e Energia (MME), Centro de Pesquisas de Energia Elétrica (CEPEL), Centrais Elétricas Brasileiras S.A (Eletrobrás) e Empresa de Pesquisa Energética (EPE), tendo a sua última atualização no ano de 2007, dando subsídio para um melhor entendimento dos capítulos que seguem.

No terceiro capítulo, a linha do tempo da elaboração do Inventário Hidrelétrico da Bacia do Rio Xingu é apresentada, possibilitando com isso perceber a evolução do projeto ao longo do tempo, evolução essa ocorrida a medida que a sociedade se manifestava cobrando uma nova forma de abordar esse tipo de empreendimento, com foco nas questões socioambientais. Iniciado no final da década de setenta, o inventário averiguou 47 locais possíveis de barramentos para geração de energia elétrica, sendo reduzidos a duas alternativas de divisão da queda que melhor atendiam aos critérios das diretrizes consideradas naquela época, ressaltando que a questão socioambiental não era um desses critérios, implicando em alternativas formadas por grandes reservatórios que alagariam enormes áreas de floresta ocupadas por populações indígenas e ribeirinhas. No final da década de oitenta iniciaram-se as manifestações sociais contrárias à implantação dessas alternativas, culminando em uma revisão total do Inventário

Hidrelétrico da Bacia do Rio Xingu, adicionando os impactos socioambientais aos critérios das diretrizes, resultando no Aproveitamento Hidrelétrico (AHE) de Belo Monte.

O Capítulo quatro complementa as informações apresentadas no histórico, pois descreve as principais características da Bacia Hidrográfica do Rio Xingu, permitindo uma maior contextualização dos principais problemas associados à implantação de Aproveitamentos Hidrelétricos (AHE) nessa região, composta por grandes áreas de floresta pertencentes a muitas tribos indígenas e com um território formado por grandes áreas de unidades de conservação. Esses fatores potencializaram as discussões sobre os impactos causados pelo alagamento dessas terras.

No quinto Capítulo é feito um estudo da divisão de queda do Rio Xingu através das alternativas propostas pelo inventário da década de 80, formado pelas alternativas de queda A e B. Posteriormente são apresentadas as alternativas de divisão da queda 1, 2 e 3, propostas pela atualização do inventário após a inserção dos fatores socioambientais nos estudos, o que possibilitará um melhor entendimento dos critérios adotados que culminaram no AHE de Belo Monte.

O AHE de Belo Monte consiste em uma unidade hidrogeradora a fio d'água que utiliza o potencial natural do curso do rio através de novas tecnologias empregadas nas turbinas do tipo Francis, não sendo necessária a construção de um grande reservatório e reduzindo em 68% a área alagada prevista no projeto inicial, o que representa uma enorme vitória dos ambientalistas contrários a esse empreendimento. Entretanto, devido à sazonalidade do regime hidrológico da região, a geração de energia terá períodos abaixo da sua capacidade instalada, o que gerou uma nova polêmica sobre a viabilidade desse projeto que vem se arrastando durante décadas.

O Capítulo seis conclui este trabalho ao verificar a viabilidade técnica da implantação de novos AHE na Bacia do Rio Xingu, contextualizado com a necessidade de expansão da geração de eletricidade motivada pela curva sempre crescente de demanda de energia. Os fortes indícios que levam a uma possível crise energética motivada pela redução nos índices pluviométricos nos últimos anos, também são consideradas como mudança no panorama que podem viabilizar novos aproveitamentos na Bacia do Xingu.

1.1 OBJETIVOS

O objetivo principal deste Projeto de Engenharia Elétrica é fazer uma análise da Atualização do Inventário Hidrelétrico da Bacia do Rio Xingu, realizada por um convênio entre a ELETROBRAS e as construtoras ANDRADE GUTIERREZ, CAMARGO CORREIA e NOBERTO ODEBRECHT firmado através de um Acordo de Cooperação Técnica em agosto de 2005, fazendo um comparativo entre o Inventário Hidrelétrico da Bacia do Rio Xingu realizado no decênio de 1980 e sua atualização que resultou no projeto do AHE de Belo monte, após sofrer diversas modificações para atender a requisitos socioeconômicos e ambientais. Serão investigadas as possibilidades da implantação de novos aproveitamentos futuros do potencial hidrelétrico na Bacia do Rio Xingu, previstos em ambos os estudos.

1.2 MOTIVAÇÃO

A geração de energia e a segurança do seu fornecimento é uma questão estratégica do estado, uma vez que repercute no crescimento do país e consequentemente no desenvolvimento de toda sua população. A questão energética no Brasil vem sendo observada sob vários pontos de vista: ambiental, social, econômico, entre outros, muitas das vezes sem a devida intersecção com as questões técnicas, tornando-se assim meias verdades e gerando grandes repercussões, observadas nas ultimas décadas quando da implantação de hidrelétricas, em especial o AHE de Belo Monte.

Tratar das questões técnicas envolvidas durante todo o processo de implantação de um aproveitamento hidrelétrico, e apresentar as principais mudanças dos Estudos de Inventário da Bacia Hidrográfica do Rio Xingu, quando atualizado sob a ótica socioambiental, ajudarão a enriquecer o debate e esclarecer diversos questionamentos cada vez mais comuns sobre esse tipo de geração.

2 ETAPAS DA REALIZAÇÃO DE UM INVENTÁRIO

HIDRELÉTRICO DE UMA BACIA HIDROGRÁFICA

Para a construção de uma usina hidrelétrica é necessária a realização de muitos estudos preliminares com o objetivo de verificar o aproveitamento do potencial hidrelétrico. O conjunto de vários desses estudos constitui o Inventário Hidrelétrico da Bacia Hidrográfica, que é a etapa em que se determina o potencial hidrelétrico de uma bacia hidrográfica e se estabelece a melhor divisão de queda, mediante a identificação do conjunto de aproveitamentos hidrelétricos que propiciem um máximo de energia ao menor custo, aliado a mínimo impacto ambiental. São avaliados aspectos do uso da água, cartográficos, hidrometeorológicos, geológicos, geotécnicos, ambientais, entre outros. Até meados do decênio de 1980 a abordagem dos inventários tinha foco nas questões técnicas necessárias para concepção dos aproveitamentos, sem se preocupar com as questões socioambientais tão repercutidas nos dias de hoje.

No Brasil a confecção do Inventário Hidrelétrico é regida pelo conjunto de critérios, procedimentos e instruções do Manual de Inventário Hidrelétrico de Bacias Hidrográficas, aplicado a bacias com aproveitamentos de porte superior a 30 MW. Foi elaborado por um grupo formado pelo Ministério de Minas e Energia (MME), Centro de Pesquisas de Energia Elétrica (CEPEL), Centrais Elétricas Brasileiras S.A (Eletrobrás) e Empresa de Pesquisa Energética (EPE), tendo a sua última atualização no ano de 2007, com o intuito de incluir fortes mudanças ocorridas no Setor Elétrico Brasileiro, em especial as legislações ambientais, destacando-se a inclusão da Avaliação Ambiental Integrada (AAI) dentro do conceito do desenvolvimento sustentável e a consideração dos usos múltiplos da água conforme Plano Nacional de Recursos Hídricos (PNRH).

A elaboração de um Inventário Hidrelétrico parte da necessidade de garantir de forma segura a continuidade no serviço de fornecimento de energia elétrica, que tem curva crescente de consumo ao longo do tempo, sendo então necessária a realização de um planejamento de longo prazo, até 30 anos, para garantir esse fornecimento. O planejamento da expansão do sistema de energia nacional consolida os seus estudos através de dois planos distintos, o Plano Decenal de Expansão (PDE) e o Plano

Nacional de Energia (PNE), esse último sendo estratégico para a elaboração do PDE, tendo os Estudos de Inventário um papel fundamental no processo de planejamento.

Destacam-se cinco etapas como sendo as mais importantes no ciclo de implantação de uma usina hidrelétrica, são elas:

- Estimativa do potencial hidrelétrico: é a etapa inicial dos estudos de implantação de um aproveitamento hidrelétrico, na qual são realizadas análises preliminares das características da bacia hidrográfica, com base em informações já existentes, sem a necessidade de estudos de campo. Tais análises proporcionam a possibilidade de avaliar a vocação da bacia para geração de energia elétrica, estimando quantitativamente o potencial e os custos;
- Estudos de inventário: nesta etapa são concebidas e analisadas várias alternativas de divisão da queda d'água ao longo do curso do rio. Com base em dados secundários complementados por informações coletadas em campo, é selecionada a alternativa que apresenta o melhor equilíbrio entre os custos de implantação, benefícios energéticos e impactos socioambientais. As alternativas de divisão de queda normalmente são formada por vários aproveitamentos hidrelétricos que são submetidos, individualmente, a estudos de Avaliação Ambiental Integrada (AAI), que é um importante instrumento no processo de licenciamento. Os aproveitamentos selecionados são incluídos no conjunto de aproveitamentos inventariados do país, compondo o Plano de Expansão. São quatro as etapas dos estudos de Inventário Hidrelétrico:

- Planejamento do estudo: é a etapa inicial em que são planejados e organizados os estudos, que tem como produto final um relatório gerencial contendo o programa de trabalho a executar, discriminando a estimativa de duração e os custos. As etapas do planejamento do estudo estão descritas no fluxograma da Figura 1;

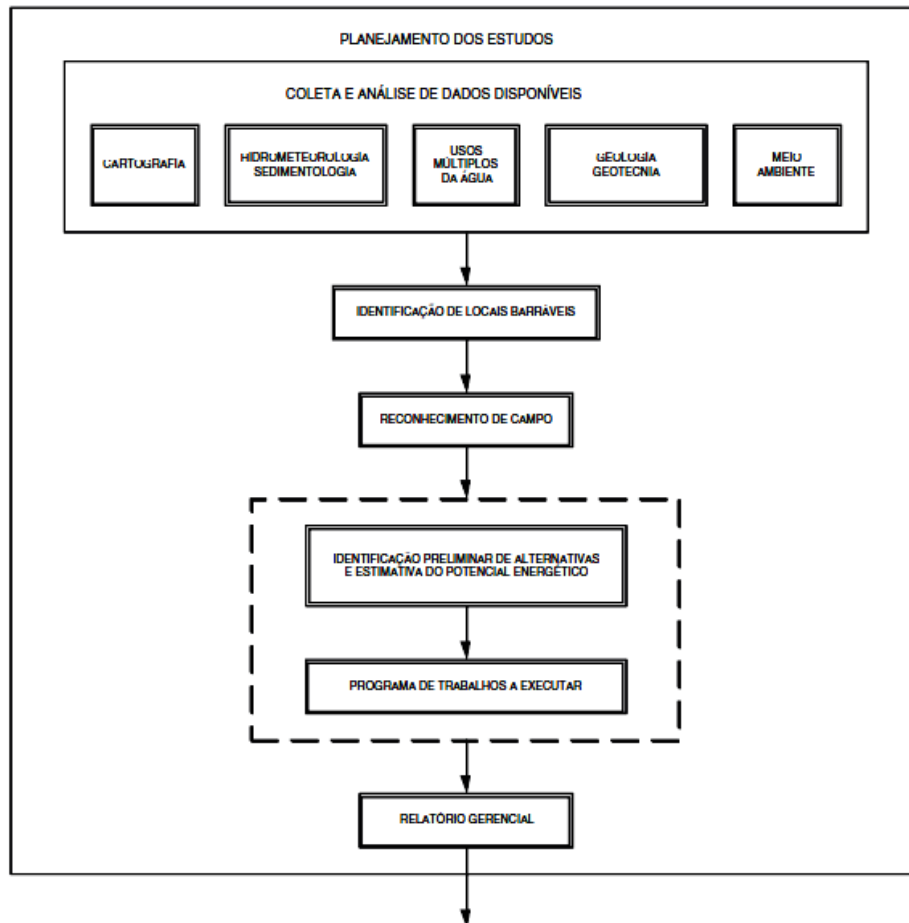


Figura 1. Fluxograma da Etapa de Planejamento dos Estudos [1].

- Estudos preliminares: esta etapa visa selecionar as alternativas mais atraentes sob o ponto de vista socioambiental, energético e econômico para que sejam avaliadas com mais detalhe na etapa seguinte. Assim, é nesta etapa em que são propostas as alternativas de divisão de queda, avaliando os potenciais, os impactos socioambientais negativos e os custos. As etapas do estudo preliminar estão discriminadas no fluxograma da Figura 2;

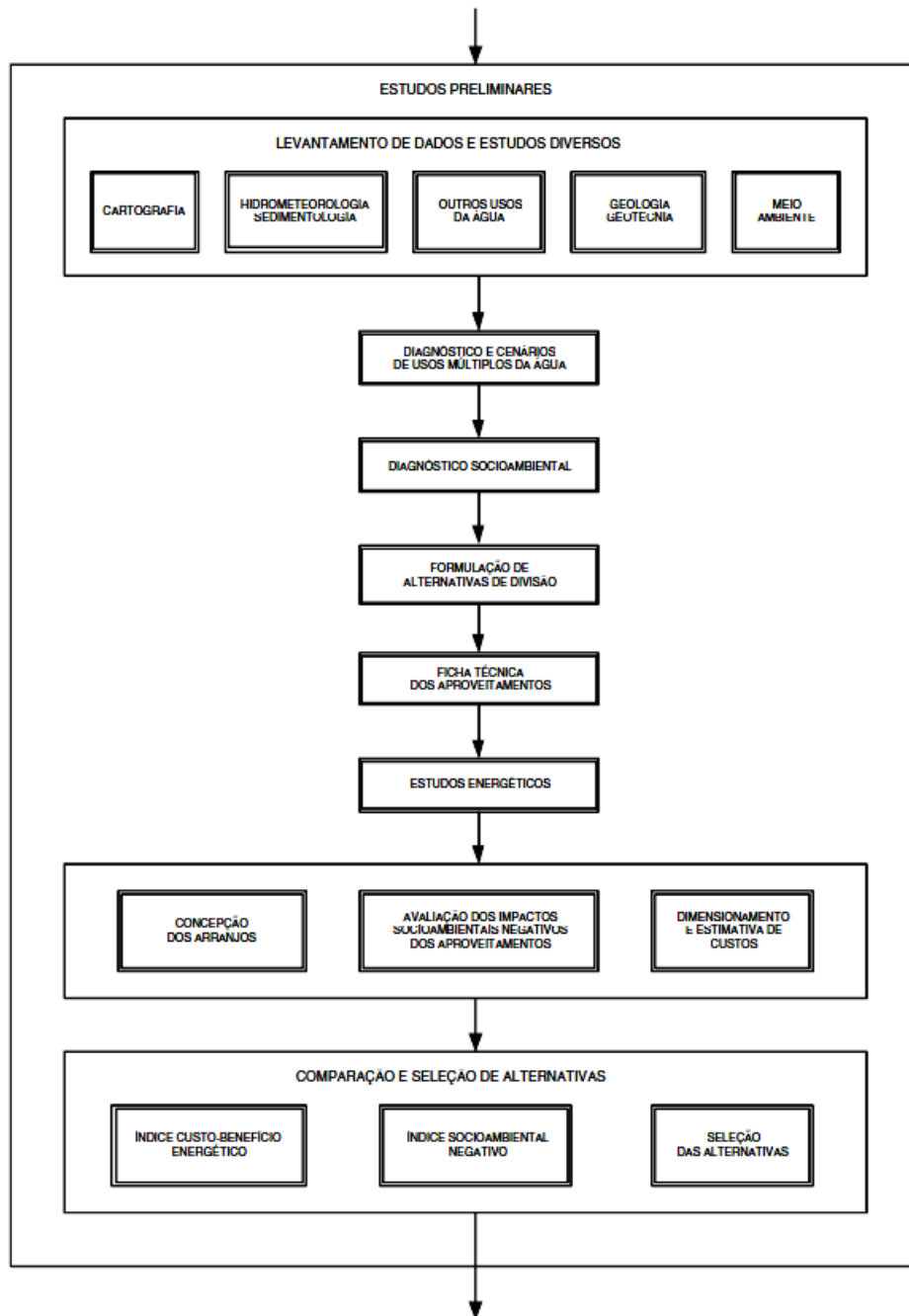


Figura 2. Fluxograma da Etapa de Estudos Preliminares [2].

- Estudos finais: nesta etapa os estudos são aprofundados, incorporando-se os impactos socioambientais positivos às análises da etapa anterior, obtidos através da realização de levantamentos complementares de campo. As etapas dos estudos finais estão discriminadas no fluxograma da Figura 3;

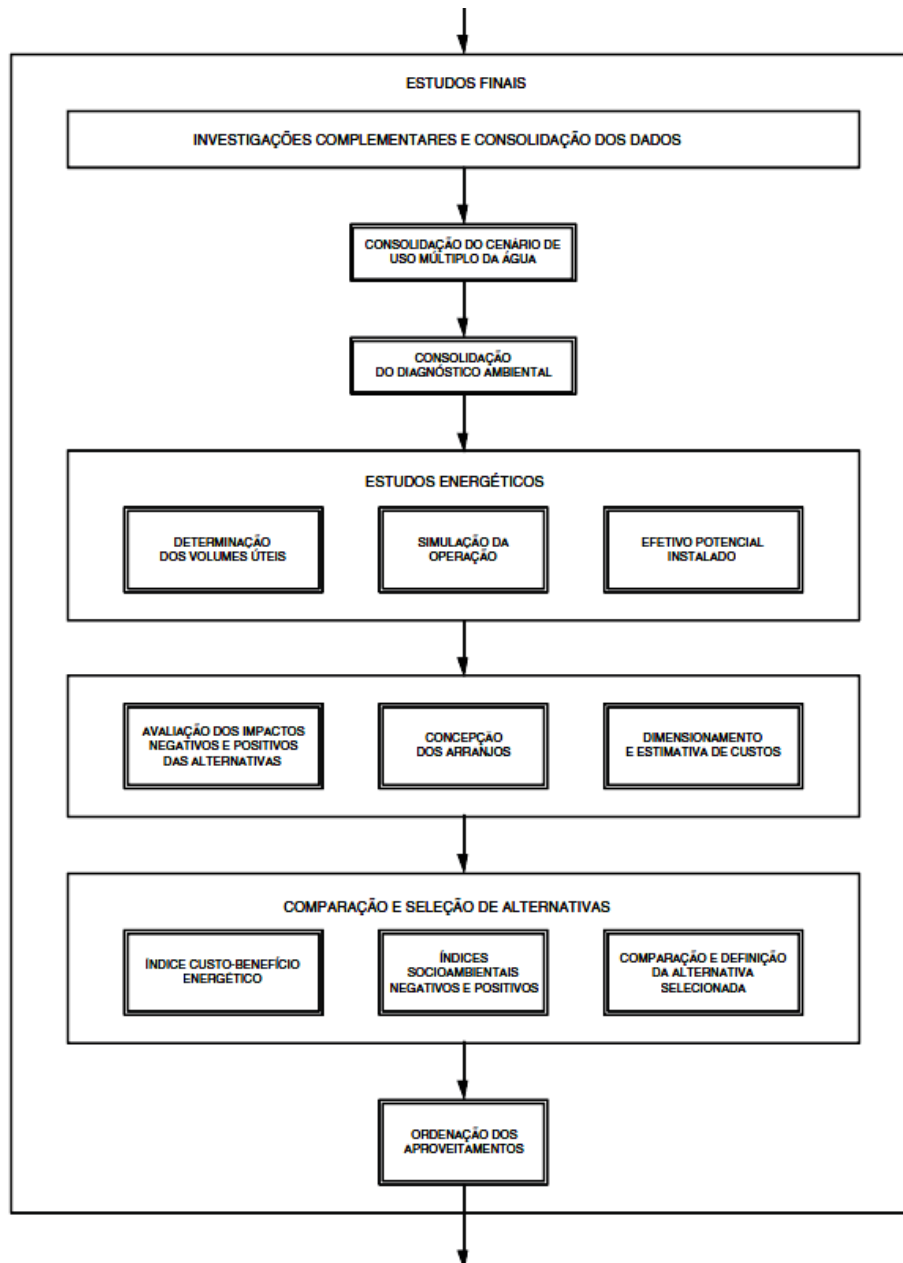


Figura 3. Fluxograma da Etapa de Estudos Finais [2].

- Avaliação Ambiental Integrada da Alternativa Seleccionada: o objetivo principal desta etapa é consolidar e complementar os estudos socioambientais da alternativa seleccionada nos Estudos Finais. São estabelecidas diretrizes socioambientais para a continuidade dos estudos de concepção dos projetos, bem como para subsidiar o processo de licenciamento ambiental dos futuros empreendimentos. Os passos desta etapa estão discriminados no fluxograma da Figura 4;

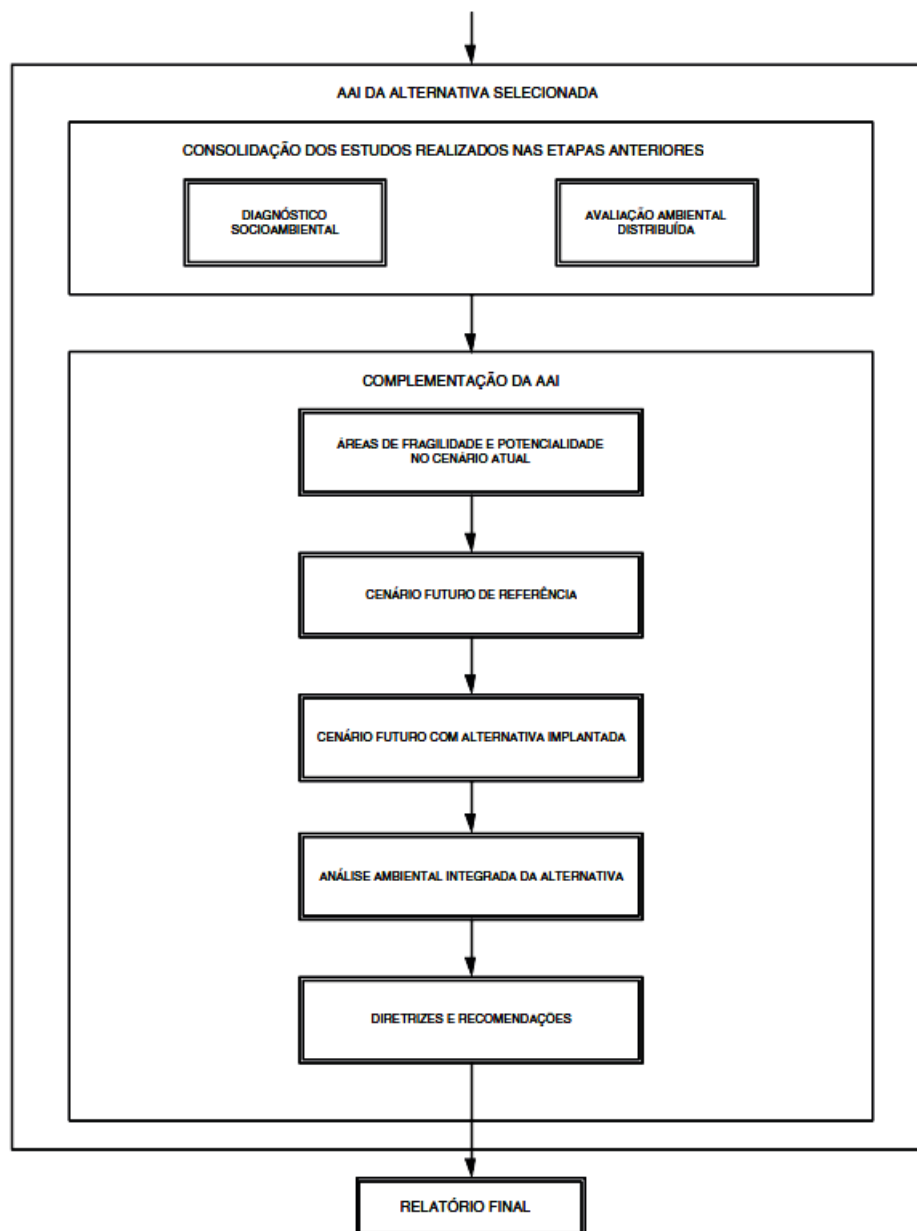


Figura 4. Fluxograma da AAI da Alternativa Seleccionada [2].

- Estudo de viabilidade: nesta etapa os estudos são mais detalhados, verificando a análise de viabilidade técnica, energética, econômica e socioambiental, de forma a resultar em um aproveitamento ótimo, permitindo abertura do leilão de energia. O Projeto Básico serve de base para a elaboração do Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e do Relatório de Impacto do Ambiental (RIMA), devendo ser realizado para cada aproveitamento que compõe a alternativa de queda, e são importantes para obtenção da Licença Prévia (LP) junto aos órgãos ambientais. Os estudos contemplam investigações de campo no local e compreendem o

dimensionamento do aproveitamento, do reservatório e da sua área de influência e das obras de infraestrutura, incorporando análises dos usos múltiplos da água e das interferências socioambientais;

- Projeto Básico: é a etapa seguinte à realização da licitação, em que são definidas as características técnicas do projeto, como especificações técnicas das obras civis, equipamentos eletromecânicos e dos programas socioambientais. Para detalhar as recomendações do EIA é elaborado o Projeto Básico Ambiental, permitindo a emissão da Licença de Instalação (LI), o que permitiu iniciar a construção do empreendimento;
- Projeto Executivo: é a última etapa do ciclo de implantação do aproveitamento hidrelétrico, e são elaborados os desenhos que detalham as obras civis, e os equipamentos eletromecânicos, extremamente necessários para a execução da obra e montagem dos equipamentos. Os programas socioambientais são implantados durante esta etapa, possibilitando a solicitação da Licença de Operação (LO), importante para iniciar o enchimento do lago e iniciar a operação da usina. Esses processos devem ser constantemente monitorados e corrigidos se necessário.

É apresentado por intermédio da Figura 5 um diagrama esquemático das etapas de implantação de uma usina hidrelétrica.

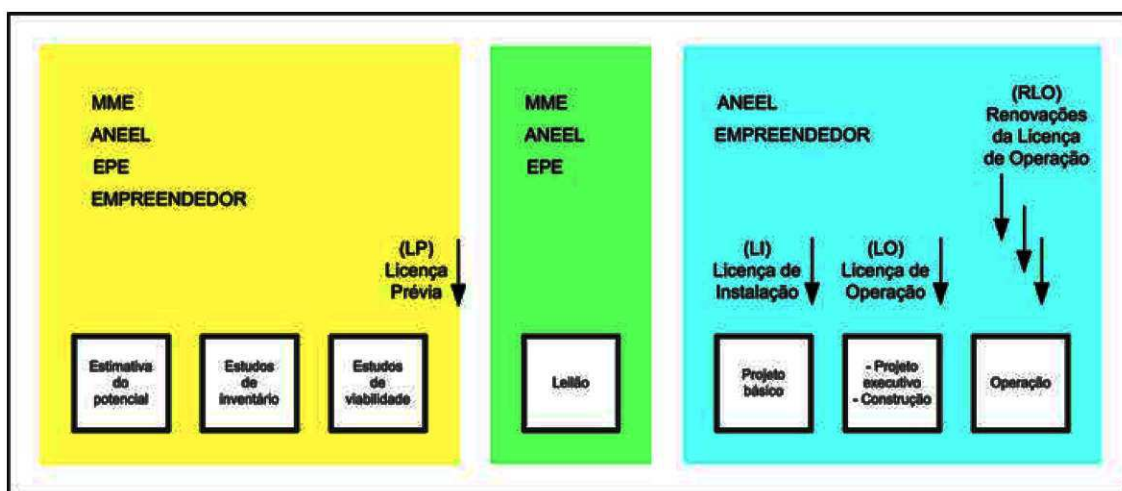


Figura 5. Diagrama esquemático das etapas de implantação de uma usina hidrelétrica [2].

Os procedimentos institucionais e legais para a elaboração do Estudo de Inventário podem ser consultados através da Tabela 1.

Tabela 1. Procedimentos institucionais e legais para a elaboração do Estudo de Inventário [2].

	Atividades	Responsável	Ato Normativo	Obrigatório
1	Requerer registro dos Estudos de Inventário Hidroelétrico junto a ANEEL	Interessado	Res. ANEEL 393/98 arts. 6º e 9º	Sim
2	Registrar Estudos de Inventário	ANEEL	Res. ANEEL 393/98 art. 6º	Sim
3	Informar ao MME o início dos Estudos	Interessado		Sim
4	Informar aos demais Ministérios o início dos Estudos de Inventário da Bacia	MME		Sim
4	Registrar ART junto ao CREA	Resp. Técnico	Res. CONFEA 425/98	Sim
5	Comunicar eventual desistência a ANEEL	Interessado	Res. ANEEL 393/98 art. 11º	Sim
6	Autorizar realização de levantamento de campo	ANEEL/FUNAI/ INPRA/Marinha do Brasil/Secretarias Estaduais e outros		Sim
9	Comunicar início dos estudos aos Comitês de Bacias, ANA ou órgãos gestores estaduais de Recursos Hídricos (conforme o caso) e ambientais	Interessado	Lei 9.433/97 e Res. ANEEL 393/98 art. 13º	Sim
10	Realização dos estudos seguindo o Manual de Inventário e utilização do sistema SINV para os estudos energéticos, socioambientais e para seleção das alternativas	Interessado		Sim
10.1	Planejamento			
	Estabelecer procedimento para acompanhamento dos estudos pela EPE	MME / EPE	Lei 10.847/2004 art. 4º	Recomendável
10.2	Estudos Preliminares			
	Apresentar relatório de andamento ao MME/EPE e a ANEEL	Interessado	Lei 10.847/2004 art. 4º e Res. ANEEL 393/98 art. 10º	Sim
	Reunião de caráter técnico, convocada pelo MME, para apresentação dos resultados desta etapa	MME		Sim
10.3	Estudos Finais			
	Encaminhar ao órgão de recursos hídricos (ANA ou estadual) as séries de usos consuntivos e de vazões de cada local de aproveitamento.	Interessado		Recomendável
	Encaminhar as séries de vazão dos locais de aproveitamento da alternativa selecionada em formato descrito no Anexo G.	ANEEL/EPE		Sim
	Seminário público, convocado pelo MME, para apresentação dos resultados da divisão de queda selecionada e os estudos da AAI, suas diretrizes e recomendações	MME		Sim
11	Entregar estudos à ANEEL	Interessado		Sim
12	Dar o aceite aos estudos	ANEEL	Res. ANEEL 393/98 art. 14º	Sim
14	Aprovar estudos	ANEEL	Res. ANEEL 393/98 art. 14º	Sim

Portanto, torna-se notório que todo o processo de estudo de inventário hidrelétrico, desenvolvimento de projetos, licenciamentos, construção, operação, fiscalização, entre outros, possui critérios e etapas rigorosas e bem definidas, e são de responsabilidade de inúmeras agências com competência consolidada ao longo dos muitos anos as quais possuem domínio completo dos processos, como ANEEL, Eletrobras, EPE, IBAMA, etc.

3 LINHA DO TEMPO DO AHE DE BELO MONTE

Os primeiros estudos de Aproveitamento Hidrelétrico da Bacia do Rio Xingu tiveram início em 1975 pela ELETRONORTE, sendo finalizado em janeiro de 1980, quando foi emitido o Relatório Final dos Estudos de Inventário Hidrelétrico da Bacia Hidrográfica do Rio Xingu, comumente denominado de Estudo Xingu, sendo aprovado apenas em março de 1998 pelo então Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica (DNAEE).

É importante enfatizar que todo o estudo inicial foi desenvolvido levando em consideração apenas os aspectos do potencial de geração e custo do empreendimento, não havendo nenhuma preocupação com as questões socioambientais. Basicamente buscavam a obtenção de grandes blocos de energia concentrada em poucos aproveitamentos, exportando essa energia gerada para outras regiões do país. Todos esses fatores reunidos levaram a elaboração de projetos de obras de grande porte.

No Estudo Xingu foi inicialmente identificado um total de quarenta e sete prováveis locais de barramento, posteriormente reduzidos a quatorze, por serem mais atraentes do ponto de vista apenas do seu potencial de geração de energia. Com os possíveis pontos de barramento foram desenvolvidas várias alternativas da divisão da queda ao longo da Bacia do Rio Xingu, sendo selecionadas as oito mais atrativas quando considerados os critérios e diretrizes da época. Após uma análise mais detalhada das alternativas foram definidas duas delas como sendo as melhores alternativas de divisão da queda, alternativas A e B, ambas formadas por reservatórios de grandes dimensões.

Posteriormente as duas alternativas foram investigadas com mais detalhes na fase final dos estudos, sempre se destacando com elevado potencial o aproveitamento na região da Volta Grande do Xingu, um sítio com elevado desnível que apresenta um trecho do rio com grande volume de água em trânsito.

Dois dos aproveitamentos propostos pelo Estudo Xingu, contidos em ambas as alternativas consideradas, merecem destaque, são eles: o Aproveitamento Hidrelétrico (AHE) de Babaquara e o AHE de Cararaô. Até setembro de 1986 a ELETRONORTE deu prioridade aos Estudos de Viabilidade do AHE de Babaquara em relação ao AHE de Cararaô, pois Babaquara possuía o reservatório regularizador de vazão. Antes de ser

concluído o Estudo de Viabilidade do AHE de Babaquara, foi determinado que os trabalhos fossem concentrados na finalização do Estudo de Viabilidade do AHE de Cararaô, uma vez que de acordo com o Plano Decenal de Expansão (PDE), do Grupo Coordenador de Planejamento do Sistema Elétrico (GCPS), esse aproveitamento estava previsto para entrar em operação até o ano de 1999, sendo concluído pela ELETRONORTE e enviado ao DNAEE em 1990, solicitando a sua aprovação e outorga de concessão.

Em 1993 o DNAEE, em conjunto com a ELETROBRÁS, avaliou e julgou necessária uma revisão dos estudos até então realizados sobre o aproveitamento hidrelétrico da Bacia do Rio Xingu, pois buscavam uma viabilização política e socioambiental. Esse desfecho deu-se principalmente por causa das fortes mobilizações sociais estabelecidas no final do decênio de 1980, acentuado devido às experiências da implantação do AHE de Tucuruí. Os movimentos buscavam a preservação da diversidade biológica e evitar alagamento de áreas indígenas. O fato mais emblemático das manifestações foi o episódio em que a índia kayapó Tuíra empunhou um facão de lâmina afiada ao lado do rosto do então Diretor da Eletronorte, José Antônio Muniz Lopes, enquanto este discursava sobre a implantação do empreendimento no I Encontro dos Povos Indígenas do Xingu em 1989, gerando uma repercussão internacional do projeto já muito contestado. O registro fotográfico do episódio pode ser observado na Figura 6.



Figura 6. Índia Tuíra empunhando um facão ao lado do rosto do diretor da Eletronorte em 1989 [3].

Em 1994 um grupo composto pela ELETRONORTE, ELETROBRÁS e DNAEE foi formado com o objetivo de reavaliar o potencial energético da configuração estabelecida nos estudos iniciais, em específico para a Volta Grande do Xingú no Sítio Belo Monte. Desse trabalho foi gerado o documento “AHE Belo Monte – Relatório do Grupo de Trabalho”, propondo ações para viabilização política e social do projeto como a redução da área alagada de 1.225 km² para 400 km², deslocando para montante do barramento o vertedouro criando dois canais de adução. Uma grande vitória para todos, pois apesar da redução em mais de 67 % da área alagada as características energéticas foram mantidas, estabelecendo como cota máxima igual a máxima verificada naturalmente no rio. Com as alternativas propostas pelo grupo de trabalho, foi possível a solicitação à ANEEL da autorização para realização dos Estudos de Viabilidade do AHE de Belo Monte em dezembro de 1998, culminando na criação do Acordo de Cooperação Técnica firmado entre a ELETRONORTE e ELETROBRÁS em dezembro de 2000 para realização da Segunda Etapa dos Estudos de Viabilidade do AHE Belo Monte.

Os estudos de impactos ambientais foram paralisados em 2001 devido a um embargo judicial obtido pelo Ministério Público Federal do Estado do Pará questionando vários aspectos como: competência exclusiva do IBAMA para elaboração EIA/RIMA até então realizado pela FADESP e falta da aprovação do Congresso Nacional para realização da obra, necessária por envolver terras indígenas.

O Relatório Final dos Estudos de Viabilidade da AHE Belo Monte foi enviado à ANEEL em fevereiro de 2002, não incluindo o capítulo referente aos Estudos Ambientais, paralisados pelo Embargo Judicial. Apenas em julho de 2005 o Congresso Nacional autorizou o Poder Executivo a implantar o AHE Belo Monte, dando origem a um Acordo de Cooperação Técnica firmado entre a Eletrobrás e as construtoras Andrade Gutierrez, Camargo Correa e Noberto Odebrecht para conclusão dos Estudos de Viabilidade Técnica, Econômica e Socioambiental do AHE Belo Monte, incluindo toda a revisão do inventário do trecho principal do Rio Xingu.

Em 2006, a Eletrobrás solicita ao IBAMA abertura do processo de licenciamento ambiental prévio, dando início ao Estudo de Impacto Ambiental, sendo realizada a primeira vistoria técnica do IBAMA. Em 2007 o IBAMA realiza vistoria técnica e reuniões públicas nos municípios de Altamira e Vitória do Xingu para discutir o Termo de Referência para o EIA, sendo expedido logo em seguida. Já em julho de 2008 o Conselho Nacional de Política Energética (CNPE) define que o único potencial

hidrelétrico a ser explorado no Rio Xingu será o AHE Belo Monte, sendo aprovada pela ANEEL a Atualização do Inventário com apenas o AHE Belo Monte na Bacia do Rio Xingu.

Em 2009, após novas vistorias técnicas do IBAMA na área do projeto, a ELETROBRÁS entrega a versão preliminar do EIA/RIMA e solicita a Licença Prévia, sendo publicada posteriormente pelo Ministério de Minas e Energia (MME) portaria com as diretrizes para o leilão de energia, que foram submetidos à audiência pública. A Licença Prévia é alcançada apenas em fevereiro de 2010, quando são aprovados os estudos de viabilidade e publicado o montante de garantia física. Já em março do mesmo ano o Tribunal de Contas da União (TCU) aprova a previsão de custos para a construção do AHE Belo Monte, o que tornou possível a definição da data do leilão pelo MME para o dia 20 de abril de 2010, vencido pelo consórcio Norte Energia. O contrato de concessão foi assinado no dia 26 de agosto do mesmo ano.

Em janeiro de 2011 é concedida a Licença de Instalação (LI) para as instalações iniciais, sendo concedida a LI para o AHE de Belo Monte apenas em junho, dando início as obras civis no dia 23 do mesmo mês.

Constata-se que o Inventário Hidrelétrico da Bacia do Rio Xingu atravessou décadas sendo debatido por diversos ramos da sociedade civil, tornando-se altamente contestado pelos ambientalistas ao ponto de incentivar o início das discussões responsáveis por mudanças drásticas na forma como os estudos de inventários são realizados, colocando as questões socioambientais no foco dos estudos. Após muitas mudanças propostas pela atualização do inventário, com o intuito de viabilização política e social, surge o projeto do AHE de Belo Monte como melhor alternativa, respeitando todas as etapas do rigoroso processo de licenciamento necessário para sua implantação, tendo ainda que passar pela análise do TCU, Ministério Público e Congresso Federal.

4 CARACTERÍSTICAS GERAIS DA BACIA DO RIO

XINGU

Um enorme complicador da região da bacia do rio Xingu é a concentração de conflitos em torno da questão do uso e posse da terra. Conflitos esses gerados a partir da luta pela reforma agrária e pela regularização fundiária; pelo uso dos recursos hídricos; pelo uso livre do coco-babaçu; pela proteção de áreas indígenas e de outras comunidades tradicionais, entre outros fatores. São lutas históricas que remontam às origens coloniais da economia e da sociedade brasileira, baseadas em três características principais: i) a grande propriedade; ii) as monoculturas de exportação; e iii) a escravidão, destacando o surgimento das grandes propriedades, a partir de 1850, com a Lei de Terras, e com os ciclos econômicos do açúcar e do café.

A bacia do Rio Xingu está entre as maiores bacias hidrográficas do planeta, compreendida por uma área de 509.000 km², cerca de 9% do território nacional, cruzando dois importantes biomas do Brasil: o Cerrado e a Floresta Amazônica. Nessa região muitas são as áreas indígenas e de preservação. Na Tabela 2 é apresentado como é dividida a área total da Bacia Hidrográfica do Rio Xingu, observa-se que 56,6 % da área são compostas por unidade de conservação e terras indígenas, reafirmando a política conservacionista para a bacia.

Tabela 2. Divisão da Área da Bacia Hidrográfica do Rio Xingu [4].

	Área (km ²)	Área (%)
Total	509.000,00	100
Unidades de Conservação	89.847,50	17,6
Terras Indígenas	199.165,00	39,0

Partindo do critério para a conformação da bacia para efeitos da análise socioeconômica de que todo município que tem parte de seu território, por menor que seja, na bacia hidrográfica é integrante da mesma, a Bacia Hidrográfica do rio Xingu contabiliza 50 municípios, sendo 35 do Estado do Mato Grosso e 15 do Estado do Pará. Do total de municípios que integram a bacia, apenas 15 possuem a totalidade de seus territórios nela incluídos.

Dentre os 50 municípios da bacia, somente Sorriso e Sinop, no Mato Grosso, e Altamira e São Félix do Xingu, no Pará, têm população acima de 50.000 habitantes, exercendo alguma polarização considerável sobre as cidades em seu entorno. Dentre os demais municípios, 28 têm população entre 10 e 50 mil habitantes e os 17 municípios restantes abaixo de 10 mil. Conseqüentemente, a rede urbana na bacia é extremamente frágil, contando com um pequeno número de núcleos urbanos cuja posição merece certo destaque. Ressalta-se ainda que se deve levar em consideração também as condições de acessibilidade e as grandes distâncias a serem percorridas entre um núcleo urbano e outro; o que torna ainda mais difícil os fluxos entre eles.

A Bacia do Rio Xingu abriga 28 Terras Indígenas (TIs), num total de 199.165,00 km², ou seja, cerca de 39% da área total da bacia. As informações censitárias disponíveis hoje sobre a Bacia do Rio Xingu registram a ocupação de 36 etnias, que somam uma população de 18.504 indivíduos, distribuídas em 28 terras indígenas (situadas total ou parcialmente na bacia). A lista de povos pode ser alterada devido ao aparecimento de novas etnias. Há até o momento três registros de índios isolados dentro da bacia hidrográfica do Xingu. Vale ressaltar que 90% destas Terras Indígenas já estão homologadas ou registradas, ou seja, o processo formal de seu reconhecimento jurídico/administrativo já foi encerrado.

A pesca é muito importante para quem mora nos imóveis rurais que ficam às margens do rio Xingu e tanto pode ser uma atividade para complementar a agricultura, como pode ser a principal atividade econômica de várias pessoas, o rio também é muito importante para o transporte, inclusive da população indígena.

O Rio Xingu possui, aproximadamente, uma extensão total de 1.815 km, percorrendo os estados do Mato Grosso e Pará. A região do Alto Xingu tem início em sua nascente ao norte da região do Planalto Central no Mato Grosso aos 600 m de altitude. Na região do médio Xingu o rio cruza a fronteira com o Estado do Pará, caudaloso com muitas corredeiras apresenta declividade média de 0,15 m/km, passa pelo município de São Felix do Xingu e atravessa diversos territórios indígenas, como dos povos Kayapó, Araweté e Ipuxina. Já na região do Baixo Xingu o seu curso é mais largo e recebe seu principal afluente, o Rio Irirí, passando por diversas localidades, entre elas o município de Altamira em que a jusante encontra-se a Volta Grande do Xingu, região com maior inclinação ao longo do seu curso, cerca de 0,53 m/km, abrindo-se em um imenso lago e misturando suas águas com as do Rio Amazonas antes

de desaguar no Oceano Atlântico. A localização do Rio Xingu segue em destaque no mapa da Figura 7.

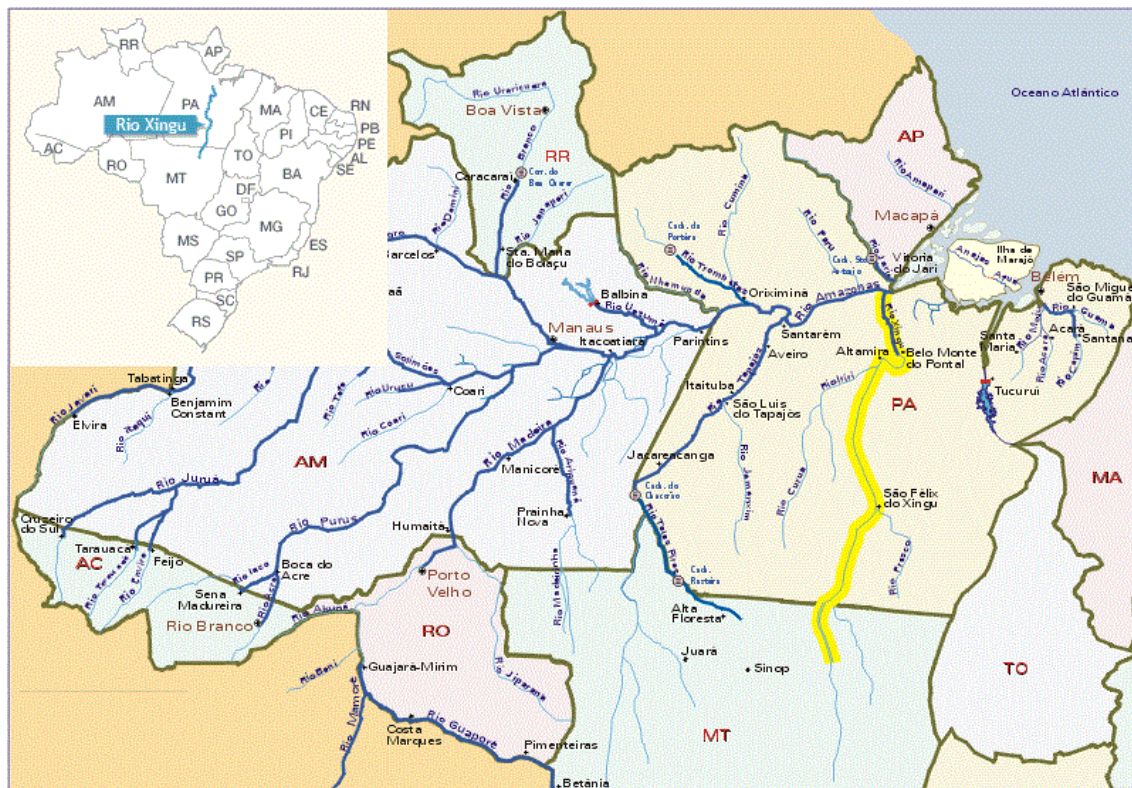


Figura 7. Localização do Rio Xingu [5].

O trecho do rio estudado pelos inventários realizados são os primeiros 1200 km a partir da sua foz, e compreendem o baixo e médio Xingu. O perfil de queda do Rio Xingu está ilustrado na Figura 8. Observa-se um grande desnível entre os quilômetros 200 e 280, onde está localizada a Volta Grande do Xingu.

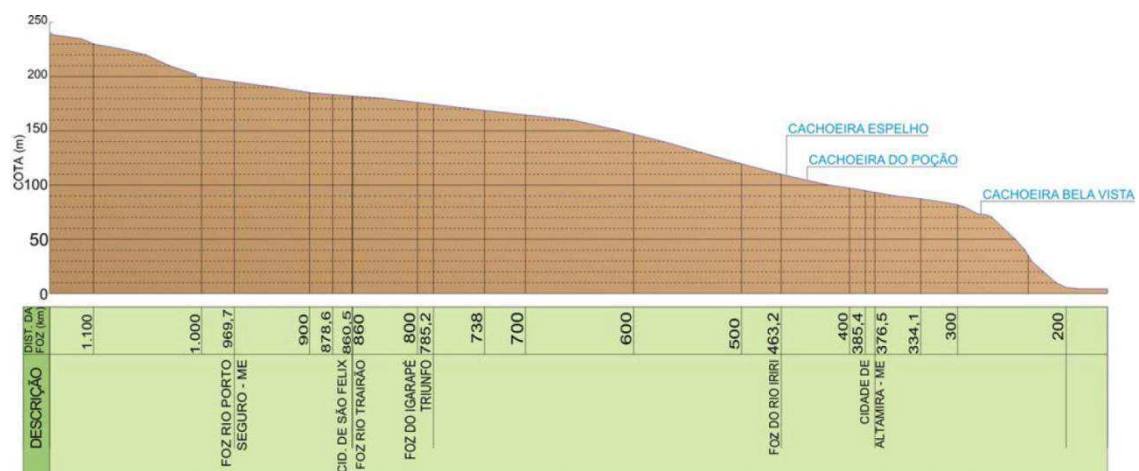


Figura 8. Perfil de declive do Rio Xingu [4].

Com precipitação média anual da ordem de 1.800 mm, a Bacia do Xingu possui duas regiões com características pluviométricas distintas, com ocorrência defasada de períodos secos e chuvosos. A maior parte da bacia se enquadra no regime de chuvas tropicais, máxima pluviosidade no verão e mínima no inverno. Na região do Baixo Xingu é caracterizado o deslocamento da Convergência Intertropical, com máxima pluviosidade no outono e mínima na primavera. No gráfico da Figura 9, confeccionado a partir dos dados pluviométricos de oito estações meteorológicas, são apresentadas precipitações médias no Alto e Baixo Xingu ao longo do ano.

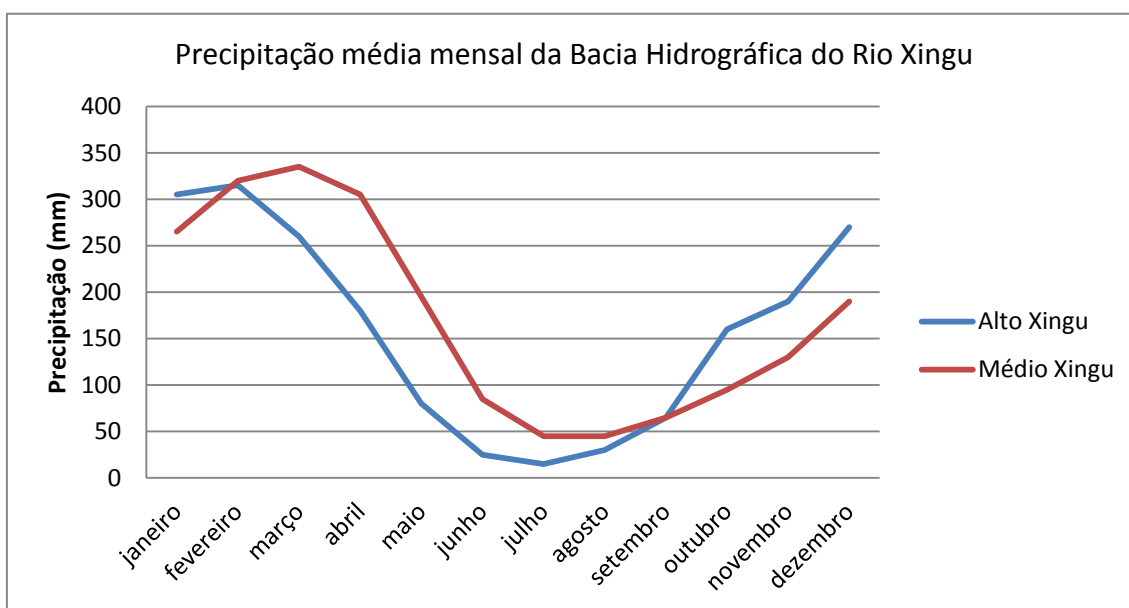


Figura 9. Precipitação média mensal da Bacia Hidrográfica do Rio Xingu.

Pode-se concluir que bacia do rio Xingu apresenta uma sazonalidade bem definida. O período chuvoso, das cabeceiras do rio até a parte média alta da bacia, compreende os meses de dezembro a março; já na faixa média da bacia até o baixo curso, o período chuvoso vai de fevereiro a maio.

Nota-se claramente que, entre as cabeceiras e o baixo curso, o período chuvoso sofre um atraso de cerca de um a dois meses. Este fato favorece a ocorrência de grandes deflúvios nos trechos do médio e baixo cursos. As descargas que ocorrem nesses trechos, no período de fevereiro a abril, são provenientes do escoamento superficial das chuvas que atingem o segmento médio inferior da bacia e do escoamento dos deflúvios originários das precipitações de um a dois meses antes, nas partes média superior e alta da bacia.

Em uma análise do potencial hídrico, o Rio Xingu apresenta uma contribuição média relativamente alta em comparação com outras grandes bacias brasileiras, como apresentado na Tabela 3.

Tabela 3. Contribuição média do potencial hídrico de algumas grandes bacias brasileiras [4].

	Contribuição média (l/s/km²)
Rio Xingu (Altamira)	16,0
Tocantins (Tucuruí)	13,0
Araguaia (Xambioá)	10,8
Paraná (Jupia)	12,4
São Francisco (Juazeiro)	5,6

No que se refere ao uso da terra, que ocupa cerca de 51.779,5 km² ou 10,2% do território da bacia hidrográfica, tem-se as seguintes categorias, definidas por meio de dados sócio econômicos, observações pontuais de campo e análise do padrão de imagem:

Predomínio de Culturas Cíclicas: Uso intensivo para culturas anuais (grãos), principalmente soja. Ocupa o Planalto dos Parecis, a sul da área, no entorno do Parque Nacional do Xingu, onde os solos são propícios à mecanização.

Extrativismo Vegetal (madeira) e Pecuária: Mosaico com predomínio de áreas destinadas a pastagem e exploração de madeira. Seu padrão de ocorrência é observado principalmente no alto Xingu, nas proximidades do município de Marcelândia (MT), no setor oeste e, a leste, na região de São José do Xingu (MT).

Usos Diversos de Caráter Agropecuário: Compreende mosaico de usos diversificados, tanto de agricultura quanto de pecuária, geralmente associado ao cerrado, prevalecendo a sul da bacia hidrográfica.

Predomínio da Pecuária: Mosaico com predomínio de áreas destinadas a pastagem e, subordinadamente, atividades de exploração de madeira. Caracteriza o leste da bacia hidrográfica, sendo mais expressivo na região paraense abrangida por São Félix do Xingu, Bannach e Tucumã do Norte, assim como na região de influência da Transamazônica, ao norte da bacia hidrográfica.

Predomínio da Pecuária sobre Extrativismo (madeira) e Garimpo: Mosaico com predomínio de áreas destinadas a pastagem e, subordinadamente, exploração de madeira e presença de garimpo (ativo/inativo). Observado de forma pontual nas proximidades do rio Fresco, afluente da margem direita do rio Xingu, no município de São Félix do Xingu.

Desflorestamento em Terra Indígena: áreas desflorestadas localizadas em Terras Indígenas. Essas áreas foram definidas através do cruzamento das áreas desflorestadas identificadas no interior de Terras Indígenas. A ausência de informações não permite estabelecer os possíveis usos.

Os Estados de Mato Grosso e do Pará apresentaram, no período de 1996 a 2007 taxas crescentes de desflorestamentos, com queda progressiva em ambos os Estados até 2007, com uma média superior à 6.000 km² por ano.

Notadamente a Bacia Hidrográfica do Rio Xingú apresenta muitos desafios específicos que são característicos da sua ocupação histórica e vegetação abundante, o que requer cuidados especiais para evitar um agravamento da instabilidade característica da região.

5 ALTERNATIVAS DE DIVISÃO DA QUEDA DA BACIA DO RIO XINGU

Conforme foi discutido anteriormente, o primeiro estudo que verificou a viabilidade do aproveitamento hidrelétrico da Bacia do Xingu data do final do decênio de 1970, onde foram definidas duas alternativas de divisão de queda, alternativas A e B, seguindo as premissas que norteavam os estudos de viabilidade daquela época, não estando incluídas as questões socioambientais. Devido as fortes repercussões motivadas por movimentos sociais, o inventário foi revisado, originando três novas alternativas, alternativas 1, 2 e 3, dessa vez foram incluídas restrições socioambientais extremamente rígidas, detalhadas a seguir.

5.1 ALTERNATIVAS A E B

Os principais objetivos do Estudo do Inventário Hidrelétrico da Bacia do Rio Xingu publicado em janeiro de 1980 eram:

- Avaliar a potencialidade hidrelétrica da Bacia do Rio Xingu para promover a expansão do parque de geração hidrelétrica nacional, previsto no planejamento do setor elétrico;
- Selecionar alternativas de divisão da queda visando a utilização dos recursos hídricos disponíveis;
- Determinar as características dos aproveitamentos e seus custos, adotando estimativas conservadoras;
- Verificar os aproveitamentos que mereciam ser estudados em curto prazo em nível de viabilidade técnica, econômica e financeira do ponto de vista apenas do fornecimento de energia e custos de implantação.

Observa-se então que os fatores que influenciavam as decisões da época não abordavam as questões socioambientais, tão importantes e sempre presentes nos dias de

hoje. Basicamente seguiam o antigo modelo de gerar grandes blocos de energia e transportá-los até os centros consumidores. Como não existiam centros de consumo nas proximidades, foram desconsiderados todos os aproveitamentos com potência instalada inferior a 200 MW, pois sua implantação para exportação a grandes distâncias eram inviáveis economicamente.

A alternativa A era composta pelos aproveitamentos de Kararaô, Babaquara, Iriri, Ipixuna, Kokraimoro e Jarina e a alternativa B pelos aproveitamentos de Kararaô, Babaquara, Carajari, Iriri, Carajás, Kayapo e Gorotire. Os aproveitamentos de Iriri e Carajari tiveram seus eixos projetados no Ria Iriri, principal afluente do Rio Xingu.

Em ambas as alternativas, o AHE de Babaquara apresentava característica de reservatório para controle de vazão, permitindo o acúmulo de água para ser utilizado nos períodos de menor vazão do rio. A regularização da vazão feita pelo AHE de Babaquara proporcionaria o aumento da potência firme do AHE de Kararaô, aproveitamento este, com maior capacidade de geração em ambas as alternativas. As características físicas e ambientais seguem apresentadas na Tabela 4 e Tabela 5. Os custos foram calculados a preços de janeiro de 1979 e não levam em consideração os critérios atualmente vigentes de composição, análise e quantificação dos impactos socioambientais associados.

Tabela 4. Características dos AHE da alternativa A [4].

UHE	A.D. (km ²)	CONCEPÇÃO				BENEFÍCIOS ENERGÉTICOS			VOLUMES 10 ³ (m ³)				CUSTO TOTAL C/JDC US\$ 10 ⁶	Área reserv. (km ²)	
		N.A.máx normal (m)	N.A. mínimo (m)	N.A. normal jus. (m)	Cota da Crista (m)	Potência Instalada (MW)	Energia Firme (MWmed)	ICB (US\$/MWh)	Escavação		Aterro comp.	Enrocam.			Concreto
									comum	Rocha					
Iriri	116.000	206	194,7	172	210	910	380	43	1.591	2.925	8.576	308,6	1.327	1.283,7	4.060
Jarina	178.000	281	273	257	285	559	240	69	563,5	1.257	3.520	947,5	1.126	1.320,1	1.900
Kokraimoro	198.000	257	243,3	208	261	1.940	820	29	2.037	2.903	7.966	234,2	2.593	2.040,1	1.770
Ipixuna	276.000	208	200,2	165	212	2.312	1.050	28	1.060	3.483	7.835	235,8	3.172	2.347,5	3.270
Babaquara	446.000	165	162,4	95	169	6.274	3.050	21	26.464	6.869	177.578	4.075	9.552	4.932,6	6.140
Kararaô	477.000	95	94	6	99	8.380	3.960	14	108.420	41.032	29.815	22.362	6.774	4.372,5	1.160

Tabela 5. Características dos AHE da alternativa B [4].

UHE	A.D. (km ²)	CONCEPÇÃO				BENEFÍCIOS ENERGÉTICOS			VOLUMES 10 ³ (m ³)				CUSTO TOTAL C/JDC US\$ 10 ⁶	Área reserv. (km ²)	
		N.A.máx normal (m)	N.A. mínimo (m)	N.A. normal jus. (m)	Cota da Crista (m)	Potência Instalada (MW)	Energia Firme (MWmed)	ICB (US\$/MWh)	Escavação		Aterro comp.	Enrocam.			Concreto
									comum	rocha					
Iriri	116.000	206	194,7	172	210	910	380	43	1.591	2.925	8.576	308,6	1.327	1.283,7	4.060
Carajari	132.000	172	168,3	153	176	669	285	59	2.480	1.760	81.749	753,4	1.257	1.325,1	1.380
Gorotire	187.000	281	268,5	239	285	1.542	640	46	2.332	1.617	18.116	1.049	2.207	2.343,2	3.180
Kayapo	210.000	239	229,2	184	243	2.514	1.160	32	17.965	5.018	54.246	1.712	3.607	2.903,5	2.370
Carajás	289.000	184	180,5	153	188	1.702	805	33	1.645	4.312	13.777	473,6	2.347	2.093,7	2.060
Babaquara	446.000	153	149,9	95	157	5.271	2.560	20	29.377	8.021	104.034	2.574	8.401	4.089,3	3.940
Kararaô	477.000	95	94	6	99	8.009	3970	13	102.607	38.686	29.891	22.522	6.607	4.238,8	1.160

O resumo dos valores totais da potência instalada, potência firme e custo das alternativas A e B encontram-se na Tabela 6.

Tabela 6. Quadro resumo das alternativas A e B [4].

	Alternativa A	Alternativa B
Potência instalada (MW)	20.375	20.617
Potência firme (MW)	9.500	9.800
Custo (Bilhões de US\$)	16,3	18,8
Área inundada (km²)	18.300	17.840

Em ambas as alternativas observam-se aproveitamentos com grandes reservatórios que alagam áreas de proporções ainda maiores, sendo as duas alternativas muito similares e com mudanças na posição dos eixos. Os valores de potência instalada de alguns aproveitamentos podem ser comparados aos maiores aproveitamentos existentes no mundo.

As Figura 10 e Figura 11 apresentam a esquematização da posição de cada aproveitamento das alternativas A e B respectivamente.

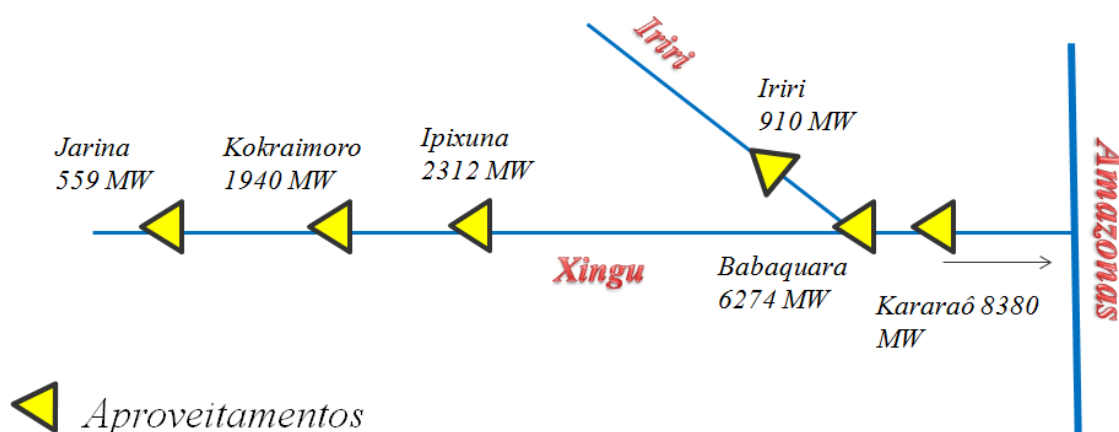


Figura 10. Esquematização da divisão de queda da alternativa A.

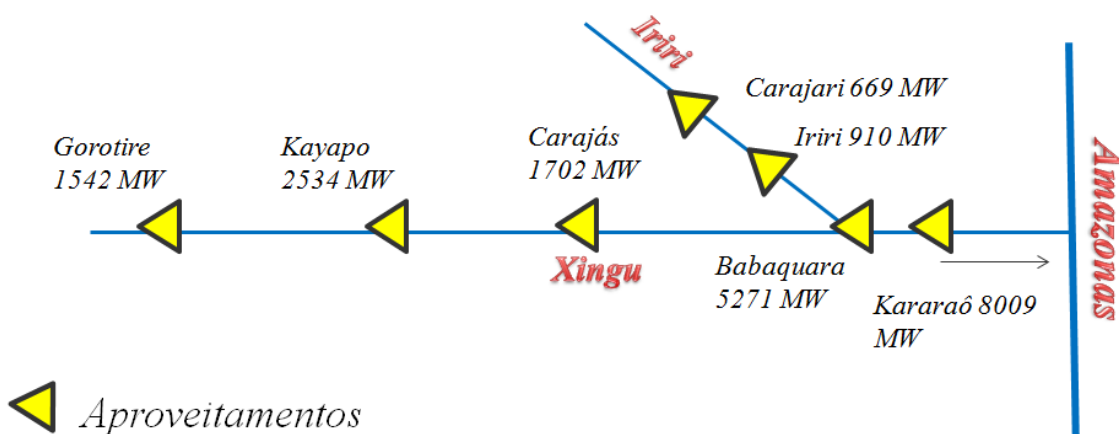


Figura 11. Esquematização da divisão de queda da alternativa B.

A divisão da queda nas alternativas A e B basicamente é formada por um conjunto de aproveitamentos em cascata e estão ilustrados nas Figura 12 e Figura 13.

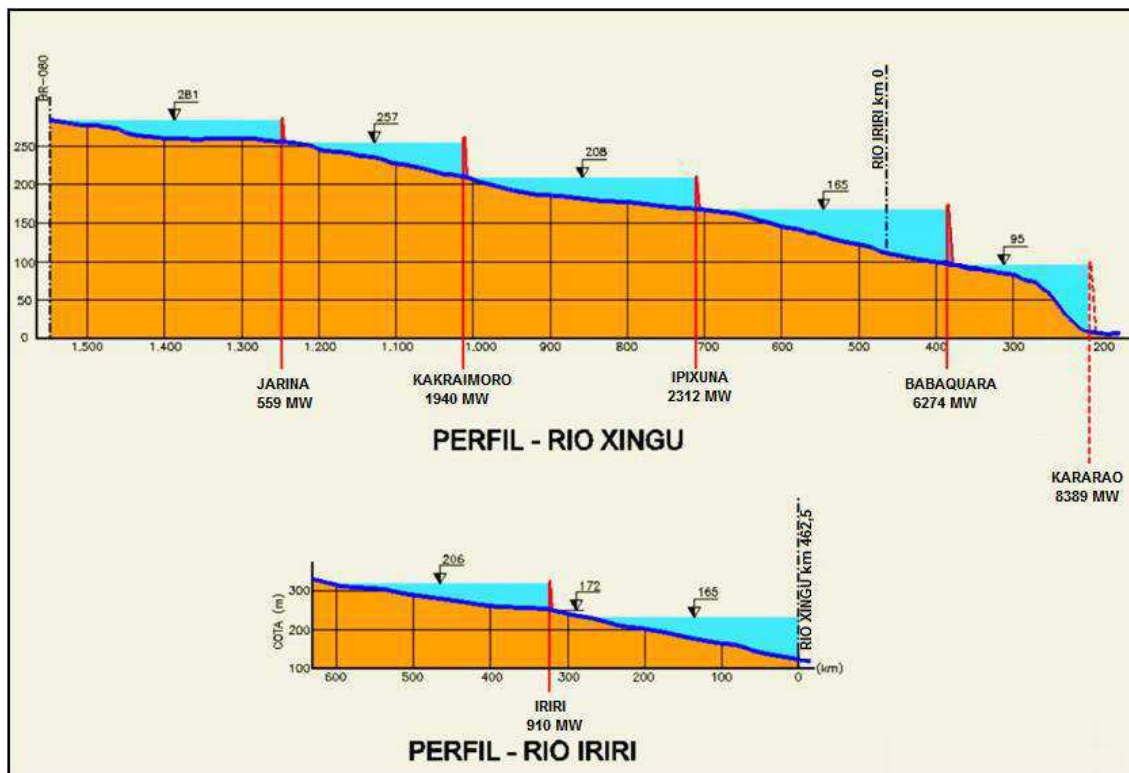


Figura 12. Perfil de queda da alternativa [4].

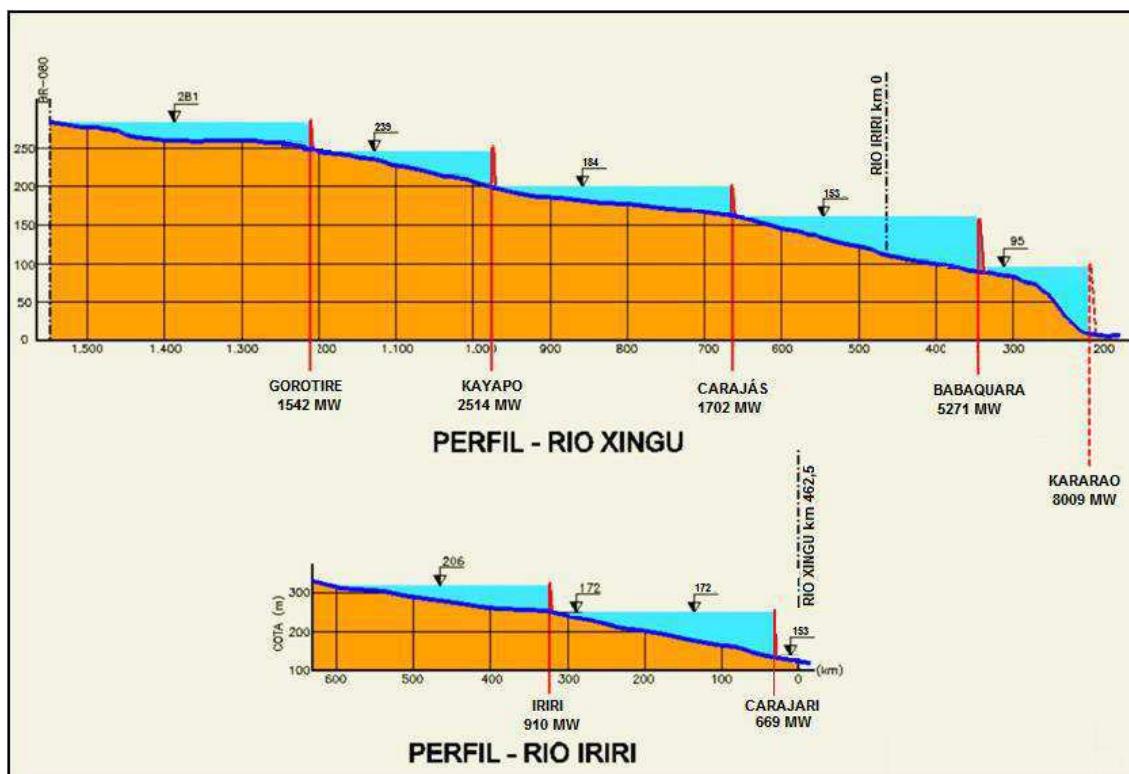


Figura 13. Perfil de queda da alternativa B.

Devido a grande vocação energética verificada na região da Volta Grande do Xingu e elevados valores de áreas alagadas, foram realizadas simulações de duas situações específicas envolvendo essa região. A primeira delas considera o complexo formado pelos AHE de Babaquara e Kararaô e a outra considera isoladamente o AHE de Babaquara, devido sua importante característica de reservatório de regularização de vazão. As características das duas simulações encontram-se nas Tabela 7 e Tabela 8, respectivamente.

Tabela 7. Características do complexo formado pelos AHE de Babaquara e Kararaô [4].

UHE	A.D. (km ²)	CONCEPÇÃO				BENEFÍCIOS ENERGÉTICOS			VOLUMES 10 ³ (m ³)					CUSTO TOTAL C/JDC US\$ 10 ⁶	RES. A. Inund. (km ²)
		N.A.máx normal (m)	N.A. mínimo (m)	N.A. normal jus. (m)	Cota da Crista (m)	Potência Instalada (MW)	Energia Firme (MMmed)	ICB (US\$/MWh)	Escavação		Aterro comp.	Enrocam.	Concreto		
Alternativa A															
Babaquara	446.000	165	141,7	95	169	6.274	2620	24	26.464	6.869	177.578	4.075	9.552	4.932,6	6.140
Kararaô	477.000	95	94	6	99	8.381	4.060	14	108.420	41.032	29.815	22.362	6.774	4.372,5	1.160
Alternativa B															
Babaquara	446.000	153	133,7	95	157	4.792	1.850	27	29.377	8.021	104.034	2.574	8.328	4.009,1	3.940
Kararaô	477.000	95	94	6	99	6.965	3420	15	102.607	38.686	19.318	32.515	6.518	4.045,3	1.160

Tabela 8. Características do complexo formado apenas pelo AHE de Babaquara [4].

ALTERNATIVA	A.D. (km ²)	CONCEPÇÃO				BENEFÍCIOS ENERGÉTICOS			VOLUMES 10 ³ (m ³)					CUSTO TOTAL C/JDC US\$ 10 ⁶	RES. A. Inund. (km ²)
		N.A.máx normal (m)	N.A. mínimo (m)	N.A. normal jus. (m)	Cota da Crista (m)	Potência Instalada (MW)	Energia Firme (MMmed)	ICB (US\$/MWh)	Escavação		Aterro comp.	Enrocam.	Concreto		
A	446.000	165	140,6	87	169	6.274	2.876	22	26.464	6.869	177.578	4.075	9.552	4.932,6	6.140
B	446.000	153	131	87	157	4.792	2.062	25	29.377	8.021	104.034	2.574	8.328	4.009,1	3.940

Em todas as alternativas são evidentes os grandes valores de áreas alagadas e volumes associados, o que provocou desconforto por parte de ambientalistas e da população indígena, ganhando repercussão internacional, ao ponto de pressionar a ELETROBRÁS a realizar uma revisão de todo o projeto. O passo inicial dessa revisão foi uma análise detalhada das alternativas previstas nos estudos iniciais, apresentadas até agora, mas sob a ótica das novas diretrizes socioambientais que norteiam a investigação de aproveitamentos nos dias de hoje.

Para orientar os estudos, foram considerados dois recortes espaciais distintos, denominados perímetros: Perímetro Regional, delimitado por critérios geopolíticos, envolvendo a área norte da bacia, neste perímetro a análise da ocupação foi realizada com base nas unidades administrativas municipais e em sua importância relativa no

contexto do Estado do Pará; Perímetro Físico, envolvendo as zonas urbanas e rurais sujeitas às inundações, assim como as áreas de reservas indígenas sob a influência direta dos reservatórios. Os dados foram levantados por meio de pesquisa estruturada, com aplicação de questionários em domicílio e estabelecimentos. Os principais resultados obtidos foram:

- Verificou-se baixos índices de densidade demográfica, assim como carência em aspectos relacionados com a renda, educação, saúde, entre outros;
- Atividade econômica predominantemente primária;
- Contingente urbano concentrado em poucos núcleos, com destaque a cidade de Altamira, que evoluiu rapidamente de núcleo inexpressivo para centro de porte médio. A velocidade nessa transformação não permitiu o aumento da infraestrutura existente, não atendendo de forma adequada a demanda da população crescente;
- Os investimentos realizados através da construção da rodovia Transamazônica e projetos de colonização agrícola responsável pelo crescimento populacional não foram capazes de criar atividades geradoras de empregos;
- Áreas indígenas estariam sujeitas a repercussões diretas das inundações, conforme apresentado na Tabela 9 e Tabela 10.

Tabela 9. População indígena passível de efeitos diretos [4].

Grupos	População Indígena
Reserva Indígena de Kararaô (Kaiapós)	30
Reserva indígena dos Araras (Araras)	80
Aldeia Koatinema (Assurinis)	55
Aldeia Ipixuna (Arawetês)	120
Aldeia de Kokraimoro (Kaiapós)	120

Mesmo com grandes áreas sendo alagadas, observa-se que em valores absolutos a população indígena afetada diretamente é de pequena proporção, se comparada a população brasileira beneficiada de diversas formas com a implantação dos aproveitamentos, mas que possuem suas reservas garantidas por lei federal e que só podem ser impactadas com autorização do congresso nacional.

Tabela 10. População indígena passível de efeitos indiretos [4].

Aldeias	População Indígena
Bacajá	70
Gorotire	520
Baú	50
Menkranotire	280

Uma série de critérios foram adotados para analisar os níveis de criticidade de cada empreendimento, são eles:

i. Área a ser alagada

A elevação do nível da água necessária para a geração causa o alagamento de áreas que variam de acordo com a topografia da região. Em regiões com planície esse fator é mais crítico, pois agrava o problema da qualidade da água e assoreamento das margens, sendo assim, quanto maior a área alagada, maior a probabilidade e magnitude de problemas socioambientais.

É apresentado por intermédio do gráfico da Figura 14 a criticidade de cada aproveitamento para as alternativas A e B, considerando como de baixa criticidade os reservatórios com área de até 500 km², de média criticidade com área de até 1.000 km², de alta criticidade com área de até 2.000 km², muito alta criticidade com área de até 3.000 km² e crítico quando a área alagada é superior a 3.000 km².

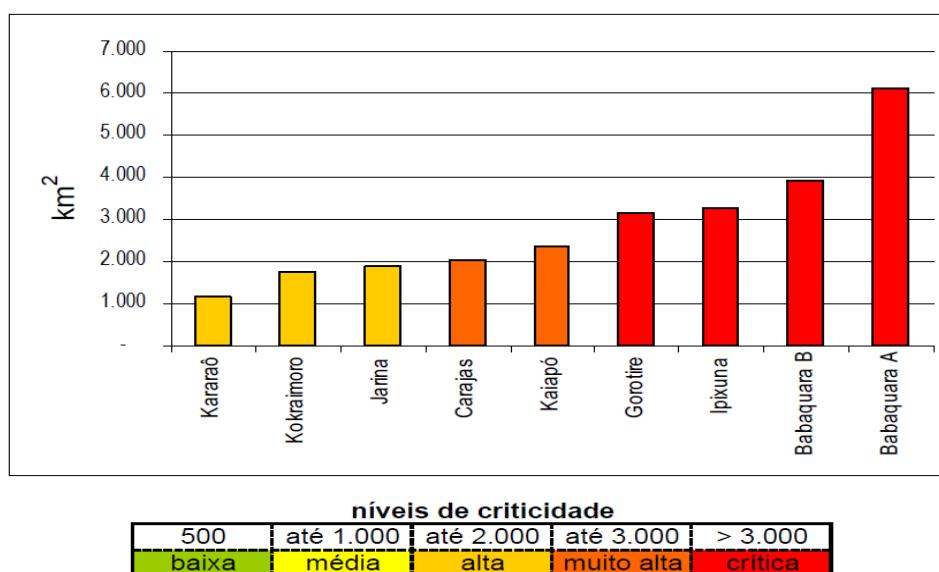


Figura 14. Nível de criticidade dos AHE com relação a área inundada [4].

Todos os aproveitamentos apresentam elevados índices de criticidade, o que resultaria em impactos socioambientais de difícil manejo e mitigação. Babaquara apresenta a maior área alagada, devido a sua característica de barramento regularizador.

ii. Área alagada em relação à potência instalada ($\text{km}^2 \times \text{MW}$)

Esse é um índice muito importante que relaciona a perda de território alagado com o ganho energético, o que dá a ideia da eficiência desse aproveitamento. Os níveis de criticidade foram definidos utilizando dois aproveitamentos brasileiros que se encontram em extremos com relação a esse índice: Balbina, com 2.500 km^2 e 250 MW de potência instalada e Itaipú, com 1.350 km^2 e 12.600 MW, uma amplitude que vai de 10 km^2/MW (Balbina) a 0,1 km^2/MW (Itaipú). A classe de criticidade para os aproveitamentos das alternativas A e B então apresentados na Figura 15.

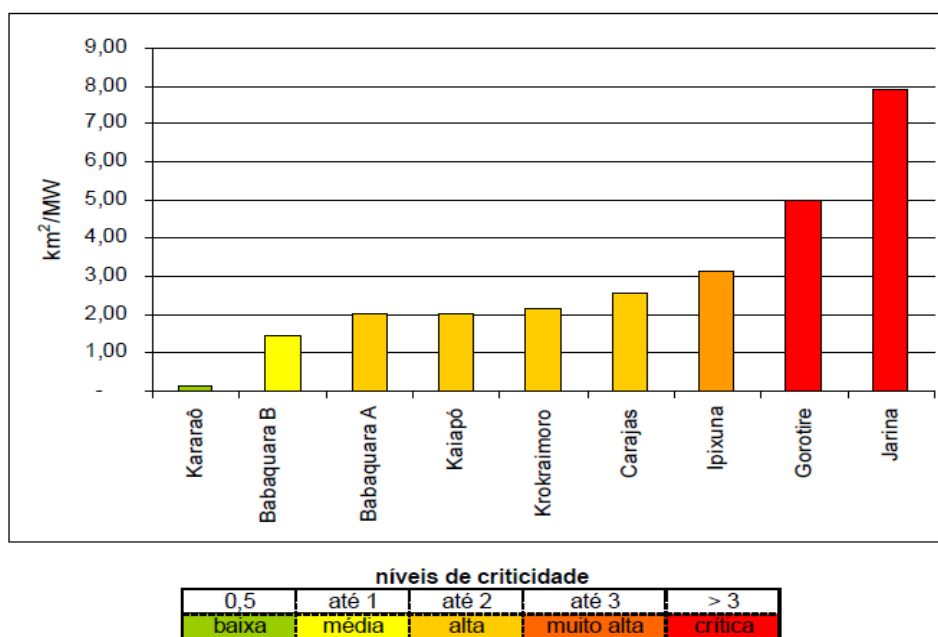


Figura 15. Níveis de criticidade dos aproveitamentos em relação à área inundada e geração de energia [4].

O AHE de Kararaô apresenta baixa relação de perda de terrenos para geração de energia, com 0,12 km^2/MW , enquanto Babaquara B apresenta média criticidade, os demais aproveitamentos possuem criticidade superior ou igual a alta.

iii. Cobertura Vegetal

É um dos principais indicadores do estado de conservação de uma dada área. Não é possível afirmar ao certo que áreas com maior cobertura vegetal apresentam

maior potencial de diversidade biológica, mas será considerado que quanto maior a área de vegetação afetada, maior será o impacto médio. Poderia ser considerado de baixa criticidade apenas reservatórios que inundassem extensões de florestas fragmentadas, o que não ocorre em nenhuma das situações analisadas. A Figura 16 apresenta os índices de criticidade por AHE com relação à cobertura vegetal.

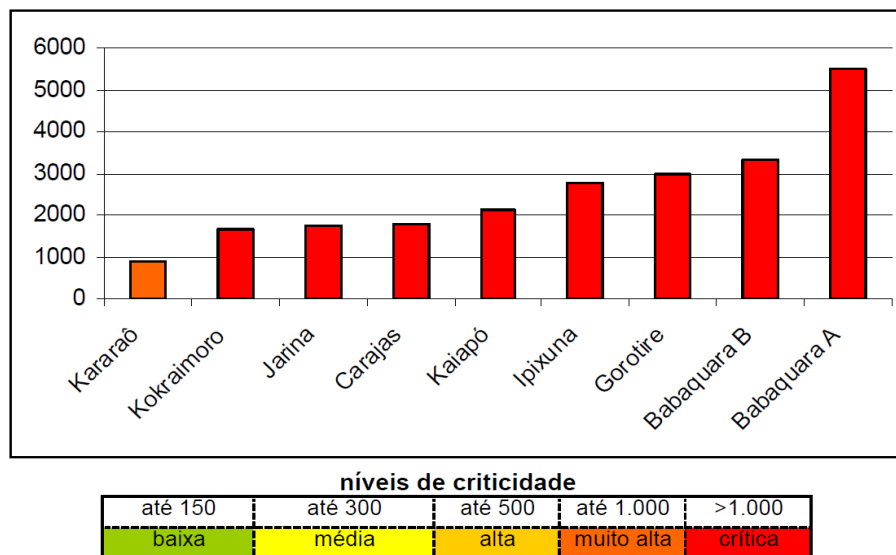


Figura 16. Níveis de criticidade dos reservatórios em relação à extensão de áreas com cobertura vegetal natural inundada [4].

Como era de se esperar, por (devido) a região ser formada de longas áreas de floresta tropical, todos os empreendimentos possuem criticidade muito alta ou crítica. Um segundo fator é que o alagamento de muita vegetação pode agravar os problemas de qualidade da água, principalmente na fase inicial da formação do lago quando a Demanda Biológica de Oxigênio (DBO) devido à decomposição é elevada.

Foi determinado um novo índice de criticidade relativo à porcentagem de vegetação em relação à área alagada. Os índices de criticidade para cada AHE assim como seus valores de referência são apresentados no gráfico da Figura 17, onde todos os aproveitamentos são de extrema criticidade.

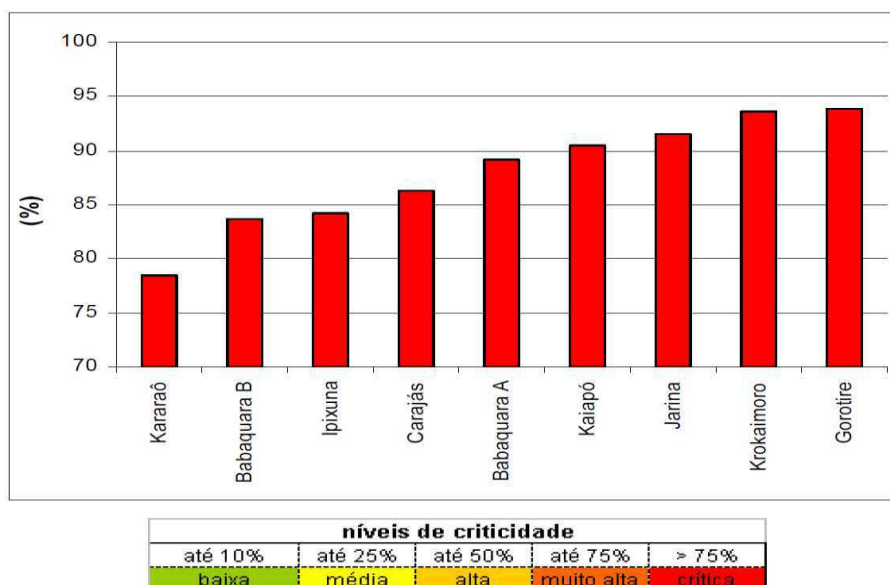


Figura 17. Níveis de criticidade dos reservatórios em relação ao percentual da área com cobertura vegetal natural inundada [4].

iv. Terras Indígenas e aldeias

O critério adotado nesse aspecto é se o empreendimento alaga ou não a Terra Indígena, não havendo distinção quanto a área. Em todos os aproveitamentos, de ambas as alternativas, existiria áreas indígenas alagadas. Ver Tabela 11.

Terras Indígenas constitui área legalmente protegida que reúne as condições necessárias para a reprodução física e cultural das populações indígenas que nela habitam. São consideradas terras tradicionalmente ocupadas pelos índios as áreas por eles habitadas em caráter permanente, as áreas utilizadas para suas atividades produtivas, as imprescindíveis à preservação dos recursos ambientais necessários a seu bem-estar e as necessárias a sua reprodução física e cultural, segundo seus usos, costumes e tradições (Constituição Federal/88, Art.231, parágrafo 1).

Tabela 11. Terras Indígenas afetadas pelos reservatórios e respectivas áreas a serem inundadas [4].

UHE	Terra Indígena (Km²)												
	Trincheira Bacajã	Paquiçamba	Arara da Volta Grande do Xingu	Apyterewa	Araweté Igarapé Ipixuna	Cacheira Seca	Arara	Kararaó	Koatinemo	Kayapó	Badjonkore	Menkragnoti	Capoto Jarina
Kararaó	119,13	23,98	125,31										
Babaquara A				26,49	597,37	598,19	393,59	799,59	478,98				
Babaquara B					180,79	362,42	281,69	626,1	230,92				
Carajás				187,83	182,2								
Ipixuna				123,38						244,76			
Kaiapó										1044,9		469,25	
Kokraimoro										664,26	69,95	936,16	
Gorotire										89,19	253,46	921,58	505,8
Jarina											64,8	245,29	426,62

v. Unidades de Conservação, Corredores Ecológicos e Áreas Prioritárias para Conservação

Unidades de Conservação, Corredores Ecológicos e Áreas Prioritárias para Conservação possuem a função de manutenção dos ecossistemas e da diversidade biológica. Embora não protegidas por lei, as Áreas Prioritárias também foram consideradas. No caso dos Corredores Ecológicos, todos os empreendimentos podem ser considerados impactantes. As áreas de Unidade de Conservação por aproveitamento encontram-se na Tabela 12.

Tabela 12. Unidades de Conservação afetadas pelos reservatórios e respectivas áreas a serem inundadas [4].

UHE	Unidade de Conservação		
	EE Terra do Meio	PN Serra do Pardo	APA Triunfo do Xingu
Kararaô			
Babaquara A	334,96	15,96	
Babaquara B	161,07		
Carajás	102,64	234,95	410,02
Ipixuna		337,09	2070,03
Kaiapó			805,52
Kokraimoro			
Grotire			
Jarina			

No geral, observa-se elevados índices de impactos socioambientais em todos os aproveitamentos. Não sendo admissível, sob a luz dos critérios atuais, que seja concebido tal empreendimento, visto isso, foram realizados novos estudos e atualizado o inventário existente do final decênio de 1980.

5.2 ALTERNATIVAS 1, 2 E 3

Devido aos enormes problemas socioambientais evidenciados nas alternativas de aproveitamento da queda do inventário realizado no final do decênio de 1970, foram realizados novos estudos que incluiu visitas de campo e sobrevoo sobre a Bacia do Xingu. Visando a busca de soluções para aproveitamentos no curso principal do Rio Xingu que fossem compatíveis com os critérios e restrições ambientais vigentes, foram definidos novos eixos a serem estudados, o que permitiu a consideração de três alternativas de divisão de queda.

Uma das etapas é o reconhecimento de campo e a identificação dos locais barráveis. Durante as inspeções são verificadas a existência de ombreiras, afloramento rochoso, materiais de construção, quedas naturais, entre outros. Ombreiras são regiões elevadas nas margens dos rios, o que facilitaria a construção de um barramento, como exemplo, observa-se a Figura 18, uma fotografia do Eixo São Félix e sua cartografia, em destaque: um possível local de barramento, ombreiras em ambos os lados do rio e uma depressão que representaria em um ponto de fuga do barramento.

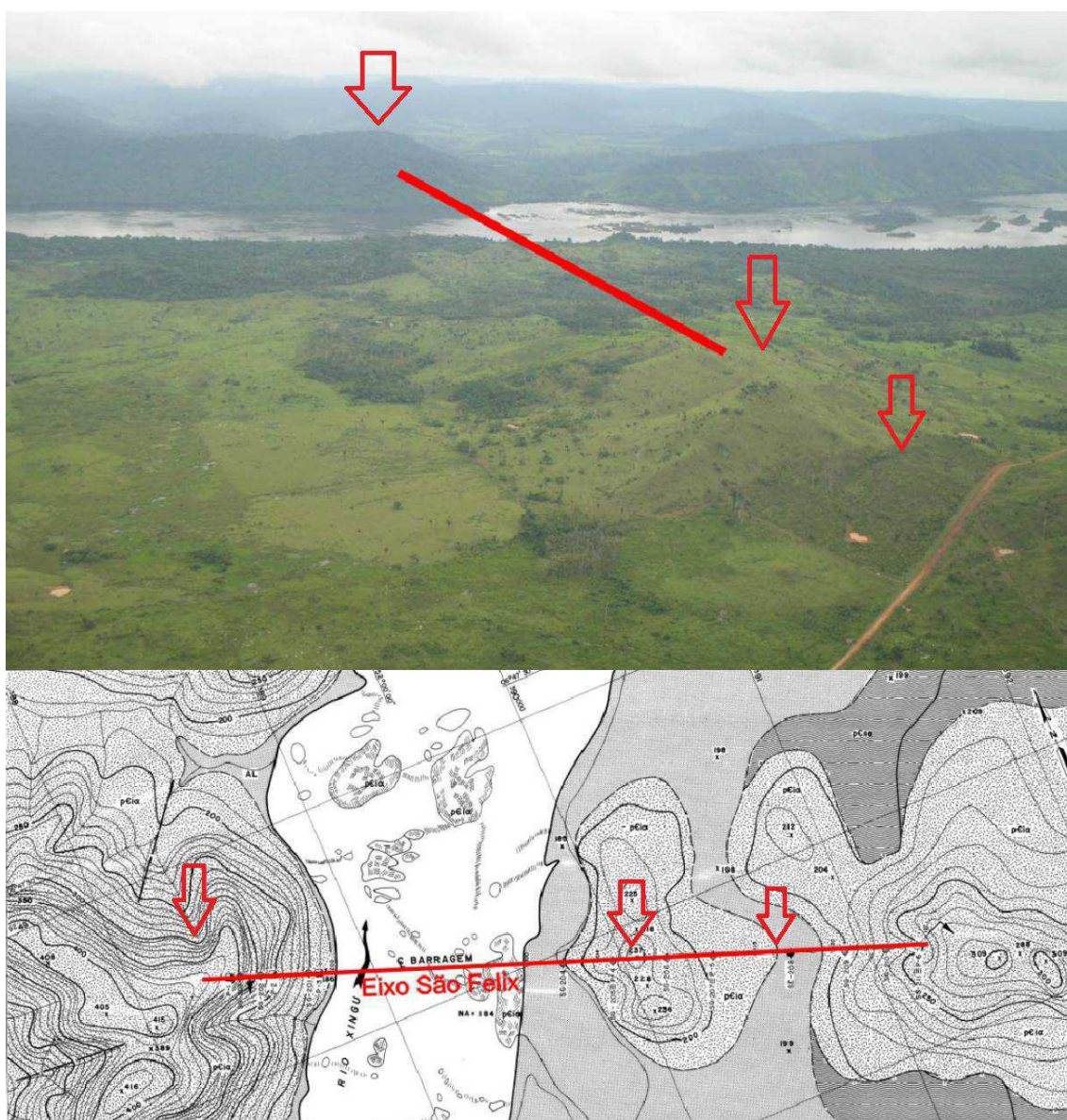


Figura 18. Fotografia e cartografia do Eixo São Félix, em destaque o provável local de barramento, ombreira nas laterais e um ponto de fuga [4].

Ao todo foram localizados três eixos, São Félix, Pombal e Altamira, nessa ordem de montante à jusante, ressaltando que o Eixo Belo Monte na Volta Grande do

Xingu já se encontrava em fase de estudo avançado para o AHE de Belo Monte. São Félix localiza-se a montante da cidade de São Félix do Xingu; Pombal, com cinco locais passíveis de barramento, localizado a jusante da Cidade de São Félix do Xingu; Altamira nas proximidades a montante da cidade de Altamira; Belo Monte a jusante da cidade de Altamira, na Volta Grande do Xingu.

- Eixo São Felix: denominado de Kayapó no inventário antigo, distante 25 km a montante da Cidade de São Felix do Xingu. Apresenta ombreiras significativas em ambas as margens, com largura em torno de 800 m, considerada pequena, o que possibilitaria uma represa de queda aproximada de 25 m. Os aproveitamentos a montante do inventário antigo, Kokraimoro, Gorotire e Jarina, foram desconsiderados por estarem completamente em território indígena.;
- Eixo Pombal: todos os cinco eixos verificados foram descartados pelos motivos que seguem apresentados:
 - Pombal 1 – A diferença de cota com relação a cidade de São Félix do Xingu é de 7 m, inviabilizando o aproveitamento;
 - Pombal 2 – A diferença de cota com relação a cidade de São Félix do Xingu é de 9 m, inviabilizando o aproveitamento;
 - Pombal 3 – Denominado de Ipixuna no inventário anterior, não está inserido em terras indígenas nem de preservação, mas esse eixo foi desconsiderado por apresentar uma ilha a montante com nível significativo, o que implicaria em dificuldades no extravasamento de cheias;
 - Pombal 4 – Desconsiderado por encontrar-se nas áreas preservadas do Parque Nacional Serra do Pardo;
 - Pombal 5 – Melhor eixo do ponto de vista energético para geração de energia, melhores ombreiras frente os demais eixos e passível de barragem com 22 m, mas foi descartado por encontrar-se completamente inserido nas áreas protegidas;

Assim foi verificada a existência de um novo local passível de barramento, mas sem as características ideais, localizado 5 km a montante do eixo Pombal 4 e denominado de Eixo Pombal

- Eixo Altamira – Conhecido no inventário antigo como Babaquara, este eixo apresenta boas condições de barramento. O eixo mais a montante do inventário antigo, denominado de Carajás, encontra-se em Terras Indígenas e Áreas de Preservação, sendo desconsiderados;
- Eixo Belo Monte – Conhecido no inventário anterior como Kararaô, foi submetido aos Estudos de Viabilidade concluídos em 2002 para implantação do AHE de Belo Monte.

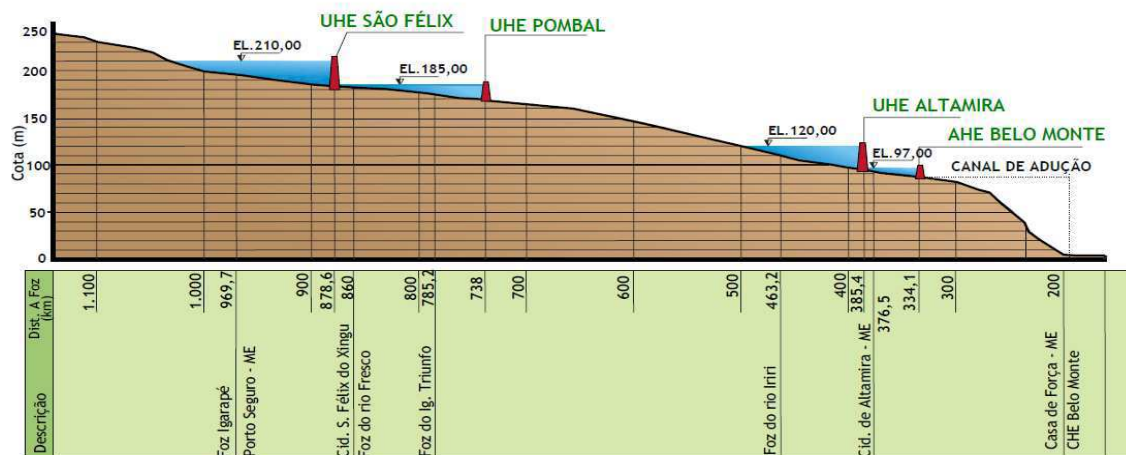
Os eixos Karajari e Irirí existentes no inventário anterior na calha do Rio Irirí foram desconsiderados por estarem completamente inseridos em Terras Indígenas ou de Unidades de Conservação. Um quadro resumo das características dos eixos segue apresentado na Tabela 13.

Tabela 13. Quadro resumo das características dos eixos estudados na atualização do Inventário do Rio Xingu.

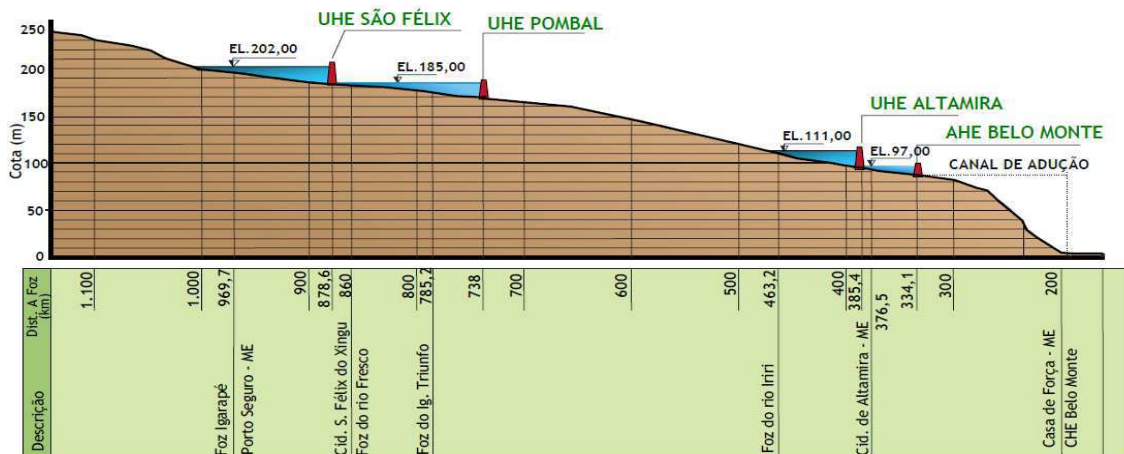
	Ombreira	N.A (m)	Materiais Próximos	Largura (m)	Limitações
São Félix	Esquerda e direita	198	Rocha, terra e areia	800	
Pombal 1	Esquerda	7 (S.F.X)	Rocha, terra e areia	1.300	Cota insuficiente
Pombal 2	Esquerda e direita	9 (S.F.X)	Rocha, terra e areia	2.000 (2 canais)	Cota insuficiente Ilha a montante
Pombal 3	Esquerda	12 (S.F.X)	Granito, terra e Areia	1.600	Ilha a montante
Pombal 4	Esquerda	16 (S.F.X)	Granito e Areia	2.400 (2 canais)	T.I Apyterewa (margem direita) Parque Nacional Serra do Pardona (margem esquerda)
Pombal 5	Esquerda e direita	17 (S.F.X)	Granito, terra e areia	1.650	T.I Apyterewa (margem direita) Parque Nacional Serra do Pardona (margem esquerda)
Altamira	Esquerda e direita	120	Granito, terra e areia	2.850 (2 Canais)	T.I Araras, Kararaô e Koatinemo

Com os quatro eixos bem definidos foram elaboradas três alternativas de divisão de queda: alternativa 1, considerando a inundação das Terras Indígenas e Unidades de Conservação pelo remanso final dos reservatórios; alternativa 2, com níveis mais baixo de forma a caracterizar uma condição intermediária para a ocorrência de mínima inundação em Terras Indígenas e de Unidades de Conservação; alternativa 3, composta pelos aproveitamentos que não inundam Terras Indígenas nem de Unidades de Conservação. O perfil de queda das três alternativas pode ser observado na Figura 19.

Alternativa 1



Alternativa 2



Alternativa 3

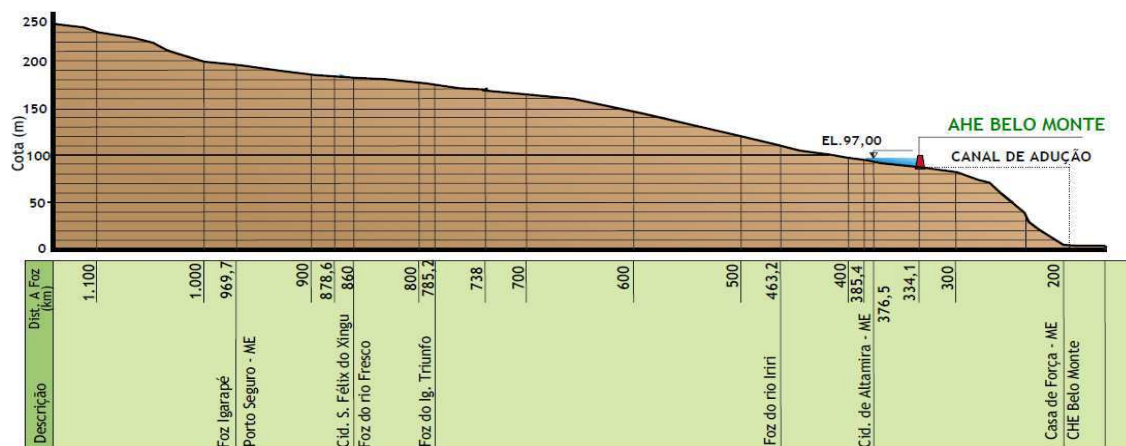


Figura 19. Perfil de queda das alternativas 1, 2 e 3 da revisão do Inventário do Rio Xingu [4].

As características de simulação das alternativas 1, 2 e 3 seguem apresentadas através da Tabela 14.

Tabela 14. Características dos aproveitamentos das alternativas de divisão de queda 1, 2 e 3 [4].

UHE	A.D (km ²)	Concepção			Benefício Energético			Custo Total C/JDC US\$ bilhões
		N.A.máx nominal (m)	N.A. mínimo (m)	N.A. normal jus. (m)	Potência Instalada (MW)	Energia Firme (Mwmed)	ICB (Us\$/MWh)	
São Félix 1	1338	210	201,7	185	1384	584,2	42,5	1522,2
São Félix 2	890	202	196,3	185	900	389,6	52,2	1239,6
Pombal 1	806	185	179,3	168	1189	498,4	49,4	1575,7
Pombal 2	806	185	179,3	168	1160	483,4	49,4	1575,7
Altamira 1	860	120	112,3	97	2541	1063,7	35,5	2478,1
Altamira 2	473	111	106,3	97	1458	601,7	35,5	1882,1
Belo Monte 1	440	97	97	4,6	11181	4798	19,5	6573,1
Belo Monte 2	440	97	97	4,6	11181	4798	19,5	6573,1
Belo Monte 3	440	97	97	4,6	11181	4798	19,5	6573,1

Uma série de critérios foram adotados para analisar os níveis de criticidade de cada empreendimento no inventário anterior, através da mesma ótica pode-se observar os níveis de criticidade relativos a área alagada através do gráfico da Figura 20 e os índices de criticidade relativos a área alagada em relação a potência instalada através do gráfico da Figura 21.

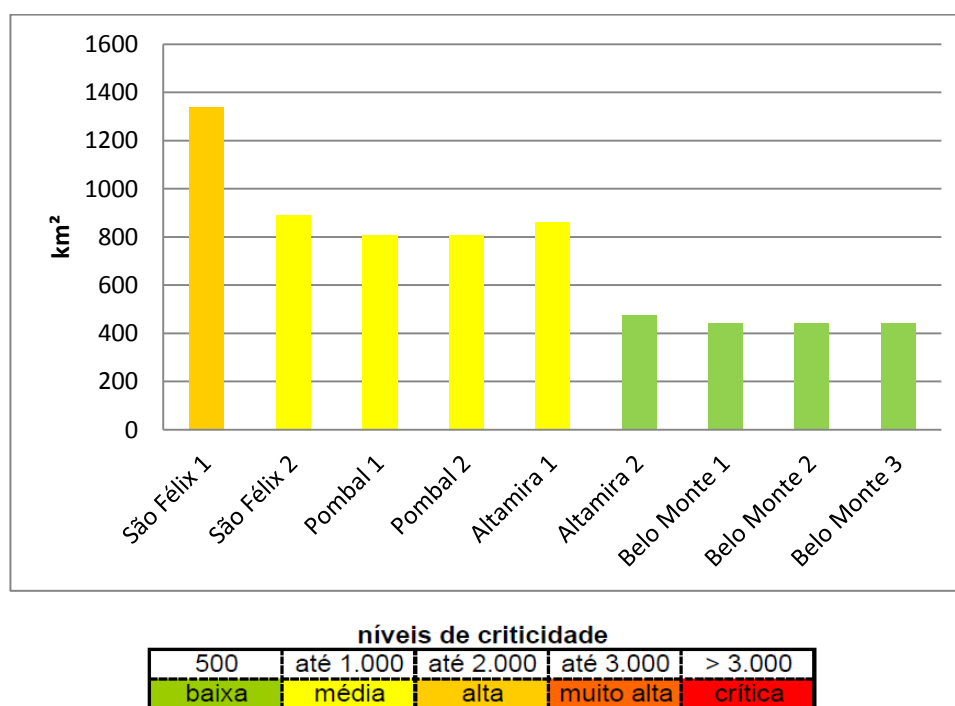


Figura 20. Nível de criticidade dos AHE com relação a área inundada.

A maioria dos aproveitamentos apresentam índices de criticidade de área alagada entre baixa e média criticidade.

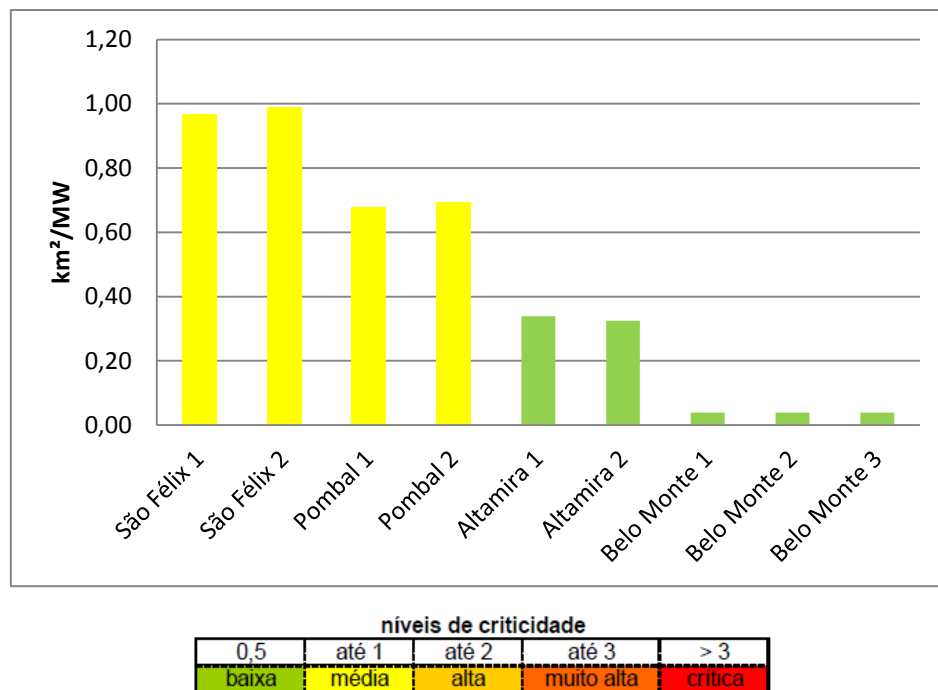


Figura 21. Níveis de criticidade dos aproveitamentos em relação à Área inundada e geração de energia.

Todos os aproveitamentos apresentam índices de criticidade de área alagada em relação à potência instalada entre baixa e média criticidade.

A alternativa de queda de número 3, contendo apenas o AHE de Belo Monte, foi o único aprovado para continuidade dos estudos que resultariam no projeto atual da Usina Hidrelétrica de Belo Monte, atualmente em fase de construção. O principal fator considerado para essa escolha foi inviabilizar os aproveitamentos que alagassem qualquer extensão de Área Indígena ou Área de Preservação. Atender a essa determinação significaria diminuir ainda mais a altura das demais represas, resultando em represas com altura inferior a 8 m, acarretando em dificuldades com relação ao dimensionamento do vertedouro e a impossibilidade do uso de turbinas do tipo Bulbo, que para essa altura de queda deveriam possuir diâmetro externo de rotores bem acima dos usualmente adotados.

As alternativas de divisão de queda propostas pela atualização do inventário contemplam as limitações socioambientais e demonstram o compromisso em reduzir os impactos gerados pela implantação desse tipo de aproveitamento, principalmente quando considerada a alternativa de número três, que reduz drasticamente as áreas alagadas, mantendo as mesmas características de geração e tendo o cuidado de não alagar extensão nenhuma de Terras Indígenas.

6 VIABILIDADE DE NOVOS APROVEITAMENTOS HIDRELÉTRICO NO RIO XINGU

As novas três alternativas de divisão de queda propostas pela atualização do inventário não são semelhantes em magnitude aos empreendimentos propostos pelo primeiro inventário. A altura média dos aproveitamentos a montante de Altamira no estudo anterior era de 46 m e área alagada total de 13.080 km², já na atualização, o aproveitamento mais elevado possuiaria altura de 21,6 m e área total inundada de 3.004 km², mais uma vez comprovando a diferença no foco entre os dois estudos, podendo ser evidenciado através do comparativo da Figura 22.

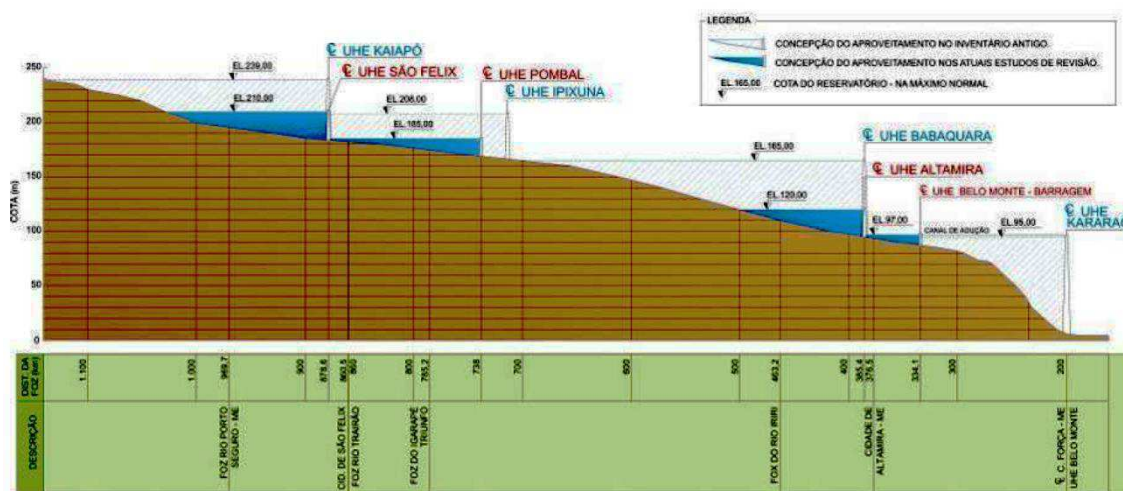


Figura 22. Perfil de divisão de queda com o comparativo entre a alternativa de divisão de queda 1 dos atuais estudos e do estudo antigo de inventário [4].

Através de um olhar mais criterioso, é possível perceber que as alternativas de divisão da queda propostas pela atualização do inventário apresentam mudanças bastante relevantes e benéficas, apresentando enormes avanços como:

- Redução das Áreas Alagadas: comparando dois a dois os AHE do inventário anterior e o seu correspondente na atualização, foram gerados os gráficos apresentados na Figura 23 e calculados os percentuais de redução contidos na Tabela 15, observa-se reduções drásticas das áreas inundadas, com valores que chegam a 92% no AHE de Altamira, antigo AHE de Babaquara;

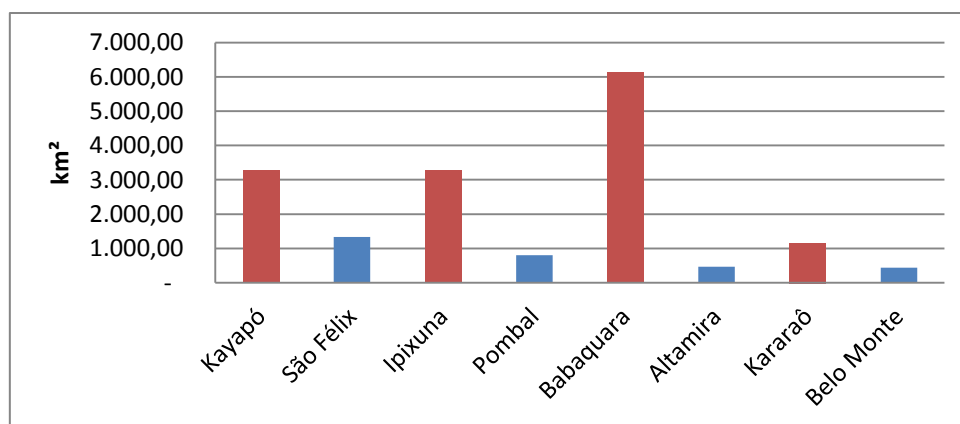


Figura 23. Comparativo entre as áreas inundadas dos AHE sugeridos pela atualização do inventário e seu respectivo AHE no inventário anterior.

Tabela 15. Percentuais de queda entre as áreas inundadas dos AHE sugeridos pela atualização do inventário e seu respectivo AHE no inventário anterior.

AHE	Área(km²)	Redução (%)
Kayapó	3.270,00	0,59
São Félix	1338	
Ipixuna	3.270,00	0,75
Pombal	806	
Babaquara	6140,00	0,92
Altamira	473	
Kararaô	1.160,00	0,62
Belo Monte	440	

- Redução do índice entre áreas alagadas e potência firme: comparando dois a dois os AHE do inventário anterior e o seu correspondente na atualização, foram gerados os gráficos apresentados na Figura 24 e calculados os percentuais de redução contidos na Tabela 16, observa-se reduções desse índice para todos os aproveitamentos, o que torna os novos aproveitamentos mais eficientes do ponto de vista das áreas alagadas;

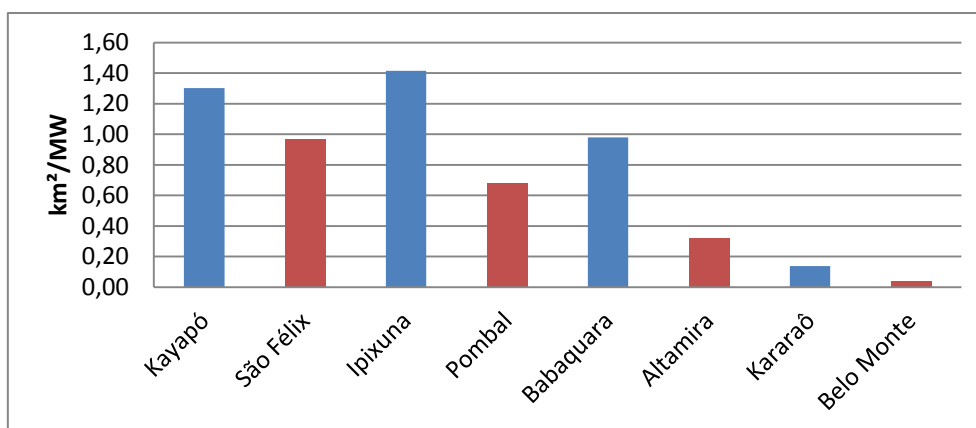


Figura 24. Comparativo entre as áreas inundadas dos AHE sugeridos pela atualização do inventário e seu respectivo AHE no inventário anterior.

Tabela 16. Percentuais de queda entre as áreas inundadas dos AHE sugeridos pela atualização do inventário e seu respectivo AHE no inventário anterior.

AHE	km²/MW	Redução (%)
Kayapó	2,17	0,49
São Félix	1,10	
Ipixuna	2,20	0,40
Pombal	1,33	
Babaquara	2,06	0,37
Altamira	1,29	
Kararaô	0,14	0,72
Belo Monte	0,04	

- Redução do índice de custo por potência firme: comparando dois a dois os AHE do inventário anterior e o seu correspondente na atualização, através dos gráficos apresentados na Figura 25 e dos percentuais de redução contidos na Tabela 17, observa-se reduções desse índice para todos os aproveitamentos, no caso do AHE de Belo Monte sendo 72% menor que o seu correspondente do inventário anterior o AHE de Kararaô. Essa redução é mais um ponto positivo, pois significa que a implantação dos aproveitamentos terá um custo menor por MW firme, mesmo levando em consideração o seu porte reduzido.

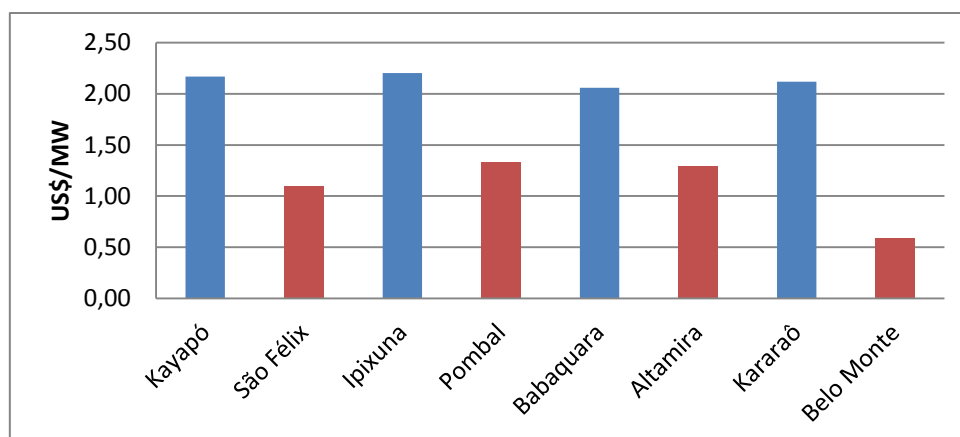


Figura 25. Comparativo entre os índices de custo de implantação por potência firme dos AHE sugeridos pela atualização do inventário e seu respectivo AHE no inventário anterior.

Tabela 17. Percentuais de queda entre os índices de custo de implantação por potência firme dos AHE sugeridos pela atualização do inventário e seu respectivo AHE no inventário anterior.

AHE	km ² /MW	Redução (%)
Kayapó	1,30	0,26
São Félix	0,97	
Ipixuna	1,41	0,52
Pombal	0,68	
Babaquara	0,98	0,67
Altamira	0,32	
Kararaô	0,14	0,72
Belo Monte	0,04	

Ficou evidente, tanto no inventário do Rio Xingú realizado no decênio de 1970 quanto em sua atualização, o enorme potencial hidrelétrico da Bacia Hidrográfica do Xingu, com estudos bastante detalhados e que amadureceram ao longo dos últimos 30 anos, gerando alternativas mais eficientes e conscientes do ponto de vista socioambiental. Através da Figura 26, é possível constatar que ao longo de quase que a extensão total do Rio Xingu e seu afluente o Rio Irirí, existem inúmeras Áreas de Preservação e Áreas Indígenas, o que inviabilizou todos os aproveitamentos, com exceção do AHE de Belo Monte.

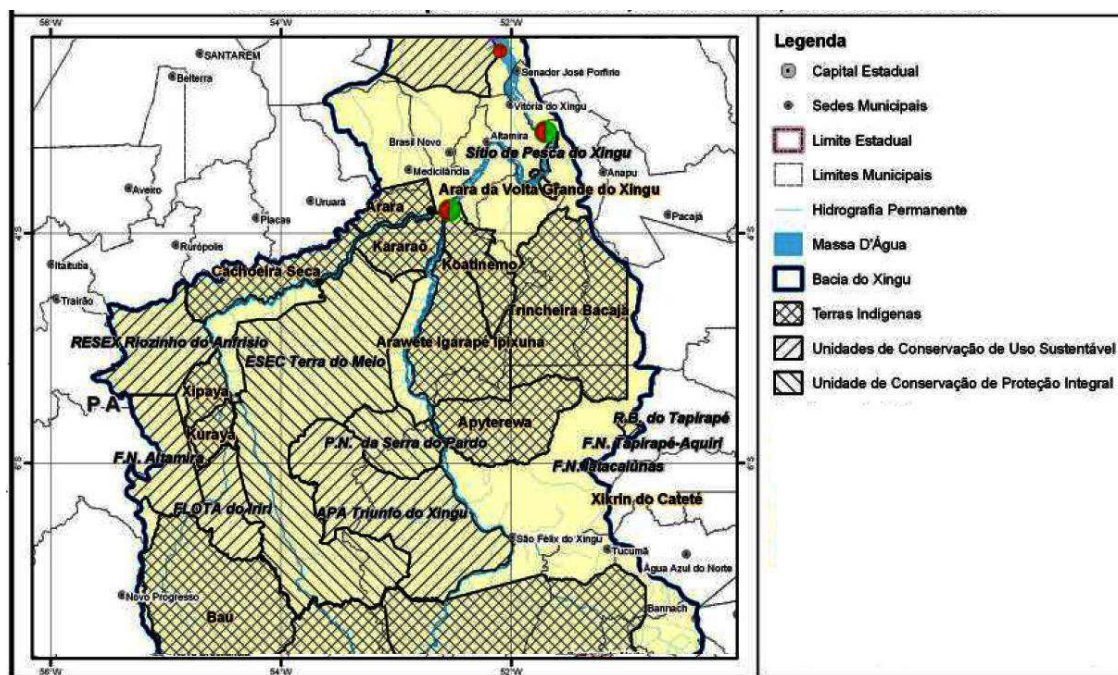


Figura 26. Divisão territorial da Bacia Hidrográfica do Rio Xingu [4].

Considerando a geração de energia como uma questão estratégica, que a segurança no seu fornecimento traz inúmeros benefícios para toda a população, e que a viabilidade técnica da implantação dos aproveitamentos propostos na revisão do inventário foi garantida, pode-se considerar esses argumentos fortes para futuras revisões da decisão de não implantar novos aproveitamentos, seguindo a mesma linha já utilizada na atualização do inventário de encontrar condições de contorno que melhor atendam as necessidades do país, das populações locais e das questões socioambientais.

A particularidade da Bacia do Rio Xingu possuir uma curva de precipitações com grande defasagem em relação às Bacias Hidrográficas do Sudeste e do Nordeste do país, onde estão localizadas boa parte das usinas hidrelétricas, torna cada vez mais atrativo o seu aproveitamento, garantindo ao Sistema Interligado Nacional a segurança necessária de fornecimento, oferecida hoje por muitas termelétricas que perderam sua característica de reserva, já que seguem em operação nos últimos dois anos devido a redução dos índices de precipitação.

Devido ao acionamento das termelétricas nos últimos dois anos, o custo da energia saltou de R\$ 140,00, valor médio, para valores próximos a R\$ 800,00, resultando em aumentos de custos que podem chegar a 34 bilhões de Reais se as chuvas continuarem escassas, sendo anunciados pacotes de 9 bilhões de Reais relativos a 2013, 12 bilhões de reais acrescidos de um déficit esperado de 5,6 bilhões de Reais em 2014, para equacionar esse aumento dos custos provocados pela ativação da usinas

termelétricas. Essas compensações serão arcadas em parte pelo tesouro nacional e parte pelos consumidores, como anunciado em Março deste ano pelos Ministérios da Fazenda e Minas e Energia. Tais medidas provocaram o rebaixamento do Brasil pela agência de risco Standard & Poor's em 25 de março de 2014, interrompendo um período de dez anos sem rebaixamentos, o que significa que o Brasil é menos seguro do ponto de vista econômico para investimentos.

7 CONCLUSÃO

A implantação de um AHE no Brasil segue muitas etapas descritas no Manual de Inventário Hidrelétrico de Bacias, através de um conjunto rigoroso de critérios, procedimentos e instruções, avaliando questões técnicas de várias ordens, econômicas e socioambientais por intermédio de muitos estudos que são realizados e fiscalizados por vários órgãos como IBAMA, EPE, ELETROBRAS, CEPEL, ANA, entre outros, todos com vasta experiência adquirida da implantação de muitos aproveitamentos hidrelétricos que compõem a maior parte da matriz energética brasileira.

Foi constatado que a atualização do Inventário Hidrelétrico da Bacia Hidrográfica do Rio Xingu apresentou alternativas de divisão de queda seguindo o rigor de todas as etapas propostas pelo Manual de Inventário Hidrelétrico de Bacias, fazendo a intersecção devida entre as questões socioambientais, econômicas e técnicas, comprovada pela redução do número de aproveitamentos, redução expressiva das áreas alagadas, redução dos custos envolvidos e aumento da eficiência.

A implantação de aproveitamentos na Bacia do Rio Xingu pode proporcionar um alívio no sistema geração no período de seca das bacias hidrográficas das regiões Nordeste e Sudeste, onde se encontram boa parte da matriz hidrelétrica brasileira, possibilitado pela característica da bacia do Rio Xingu possuir uma curva de precipitação complementar às curvas das bacias hidrográficas das regiões Nordeste e Sudeste, hoje com geração complementada pelas unidades de geração termelétricas, que possui um custo mais elevado e poluem o meio ambiente.

A demanda de energia elétrica do país aumenta permanentemente, mesmo em períodos de recessão da economia. Apesar dos enormes desafios logísticos e de engenharia, o país não deve abdicar da prerrogativa de explorar os recursos hídricos para geração de energia, desde que isto seja feito de forma racional, respeitando-se os direitos das comunidades envolvidas, como proposto pelo Manual de Inventário Hidrelétrico de Bacias e verificado no EIA do AHE de Belo Monte, feito de forma bastante detalhada e preocupada com os impactos gerados pelo empreendimento. Cabe aos órgãos fiscalizadores, à população e todas as organizações continuarem atuando,

não no intuito de engessar a construção de empreendimento desse tipo, mas sim de fiscalizar o cumprimento dos planos propostos no EIA.

8 BIBLIOGRAFIA

- [1] Ministério de Minas e Energia - MME; Empresa de Pesquisa Energética - EPE, “Manual de Inventário Hidrelétrico de Bacias Hidrográficas,” Brasília, 2007.
- [2] Ministério de Minas e Energia - MME; Empresa de Pesquisa Energética - EPE, “Manual de Inventário Hidroelétrico de Bacias Hidrográficas,” 2007.
- [3] [Online]. Available: <http://rainnert.blogspot.com.br/2011/11/usina-belo-monte-favor-ou-contra.html>. [Acesso em 12 Dezembro 2013].
- [4] M. d. M. e. E. - MME, ELETROBRAS, A. GUTIERREZ, C. CORREIA e N. ODEBRECHT, “Atualização do Inventário Hidrelétrica da Bacia do Rio Xingu,” 2007.
- [5] Ministério de Minas e Energia - MME; ELETROBRAS; ANDRADE GUTIERREZ; CAMARGO CORREIA; NOBERTO ODEBRECHT, “AAI - Avaliação Ambiental Integrada Aproveitamentos Hidrelétricos da Bacia Hidrográfica do Rio Xingu,” São Paulo, 2009.
- [6] Ministério de Minas e Energia - MME; Empresa de Pesquisa Energética - EPE, “Plano Decenal de Expansão de Energia Elétrica 2006-2015,” 2005.
- [7] Ministério de Minas e Energia - MME; Empresa de Pesquisa Energética - EPE, “Atlas de Energia Elétrica do Brasil,” Brasília, 2008.
- [8] Ministério de Minas e Energia - MME; Empresa de Pesquisa Energética - EPE, “Anuário Estístico de Energia Elétrica 2013,” Brasília, 2013.
- [9] Ministério de Minas e Energia - MME; ELETROBRAS; ANDRADE GUTIERREZ; CAMARGO CORREIA; NOBERTO ODEBRECHT, “RIMA - Relatório de Impacto Ambiental, Aproveitamento Hidrelétrico de Belo Monte,” 2009.
- [10] Operador Nacional do Sistema, “ONS,” 12 Dezembro 2013. [Online]. Available: <http://www.ons.org.br/home/>.
- [11] Editora Abril, “Exame.com,” [Online]. Available: <http://exame.abril.com.br/economia/noticias/governo-anuncia-pacote-de-medidas-para-cobrir-custo-das-termeletricas-2>. [Acesso em 24 Março 2014].
- [12] Folha de São Paulo, “Folha de S. Paulo,” [Online]. Available: <http://arte.folha.uol.com.br/especiais/2013/12/16/belo-monte/>. [Acesso em 08 Janeiro 2014].