

## UHE BELO MONTE

## 2. INTRODUÇÃO

### 2.1. OBJETIVO DOS ESTUDOS

Este relatório tem por finalidade apresentar o Projeto Básico da UHE Belo Monte. Os estudos foram desenvolvidos conforme as exigências da ELETROBRAS e da ANEEL, contidas nas “Diretrizes para Elaboração do Projeto Básico de Usinas Hidrelétricas, de outubro de 1995”.

Os trabalhos foram desenvolvidos de forma a definir, com a devida precisão, o detalhamento das obras civis e dos equipamentos eletromecânicos e de telecomunicações. Estes detalhamentos, consolidados no presente relatório, permitirão o planejamento e implantação da UHE Belo Monte dentro dos critérios de segurança das estruturas e dos equipamentos eletromecânicos, atendendo também à obrigatoriedade legal da legislação em vigor.

Consta deste relatório um resumo dos estudos e projetos sócio-ambientais. O aprofundamento destes estudos será apresentado no Projeto Básico Ambiental - PBA.

### 2.2. LOCALIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO

A UHE Belo Monte será construída no rio Xingu, nos Municípios de Altamira e Vitória do Xingu, no Estado do Pará.

O arranjo geral da UHE Belo Monte, conforme consolidado no Projeto Básico, se caracteriza por apresentar sítios de obras distintos e distantes entre si, desde as obras do barramento propriamente dito do rio Xingu, no sítio denominado Pimental, até o sítio Belo Monte, onde será construída a Casa de Força Principal do empreendimento. A distância entre estes dois sítios, em linha reta, é de aproximadamente 40 km. Entre estes dois sítios será construído do sistema de adução à Casa de Força Principal, constituído pelo Canal de Derivação e pelo Reservatório Intermediário (formado por diques e canais de transposição).

O sítio Belo Monte fica na margem esquerda do Xingu, e está localizada a 52 km da cidade de Altamira pela rodovia Transamazônica e cerca de 10 km a jusante da intersecção do rio Xingu com esta rodovia, no local denominado Belo Monte. Neste sítio será construída a Casa de Força Principal, Tomada de Água e o Canal de Fuga, com fechamento do Reservatório Intermediário por barragens, em particular a Barragem de Santo Antonio. As coordenadas geográficas do local são 03° 07' de latitude Sul e 51° 46' de longitude Oeste.

O sítio Pimental está localizado nas coordenadas geográficas 03° 26' de latitude Sul e 51° 56' de longitude Oeste, Neste sítio localizam-se a casa de força complementar, o vertedouro e barragens de terra e enrocamento que completam o fechamento do rio Xingu.

Quanto à ocupação de territórios municipais, o sítio Belo Monte situa-se inteiramente dentro dos limites do Município de Vitória do Xingu, enquanto que o sítio Pimental ocupa áreas em Vitória do Xingu e também em Altamira, com seu eixo de barramento posicionado na calha do rio Xingu, que é o elemento geográfico de divisão municipal. Cerca de 43% do reservatório (190 km<sup>2</sup>) atingirão o Município de Vitória do Xingu e os

## UHE BELO MONTE

57% restantes (250 km<sup>2</sup>) o Município de Altamira. Cabe mencionar, ainda, que dos 630 km de perímetro externo do reservatório, apenas 6 km pertencem ao município de Brasil Novo. Os outros 624 km dividem-se entre os municípios de Altamira e Vitória do Xingu, correspondendo cerca de 260 km ao primeiro e 364 km ao segundo.

### 2.3. ESTUDOS ANTERIORES

#### 2.3.1 Estudos de Inventário Hidrelétrico da Bacia Hidrográfica do rio Xingu

A Usina Hidrelétrica Belo Monte (antigo Kararaô) tem sua origem nos Estudos de Inventário da Bacia Hidrográfica do Rio Xingu, concluídos em dezembro de 1979, cujas alternativas de divisão da queda natural contemplavam a exploração de um grande bloco de energia, concentrado nos dois aproveitamentos de jusante da cascata, um situado pouco a montante da cidade de Altamira e outro na Volta Grande do Xingu, constituindo o denominado Complexo Hidrelétrico de Altamira.

Na seleção dos sítios nos quais se distribuem as estruturas da Usina Hidrelétrica Belo Monte, os aspectos geológico-geotécnicos tiveram grande importância na comparação entre as configurações para aproveitamento do potencial hidrelétrico do trecho da Volta Grande.

Cabe ressaltar que, à época, os critérios socioambientais não representavam o peso que têm atualmente como parte das premissas básicas para Estudos de Inventário de aproveitamentos hidrelétricos, e não caracterizavam, portanto um condicionante importante para a seleção de alternativas.

As alternativas selecionadas foram investigadas nos estudos preliminares com o foco direcionado basicamente para as motorizações e os custos envolvidos, sustentado por considerações técnicas, socioeconômicas e físico-territoriais específicas a cada alternativa, despontando sempre como determinante a Volta Grande do Xingu, um sítio com acentuada vocação para geração hidroenergética devido ao desnível ali concentrado associado aos grandes volumes de água em trânsito naquele trecho.

Os primeiros estudos de Arranjo Geral do Complexo localizaram o sítio do Aproveitamento Hidrelétrico Altamira (antigo Babaquara), 10 km a montante da cidade de Altamira, o sítio da barragem de desvio Koatinema, 25 km a jusante de Altamira, e o sítio da usina de Belo Monte, próximo à localidade de Belo Monte, conforme ilustrado na Figura 2.1.

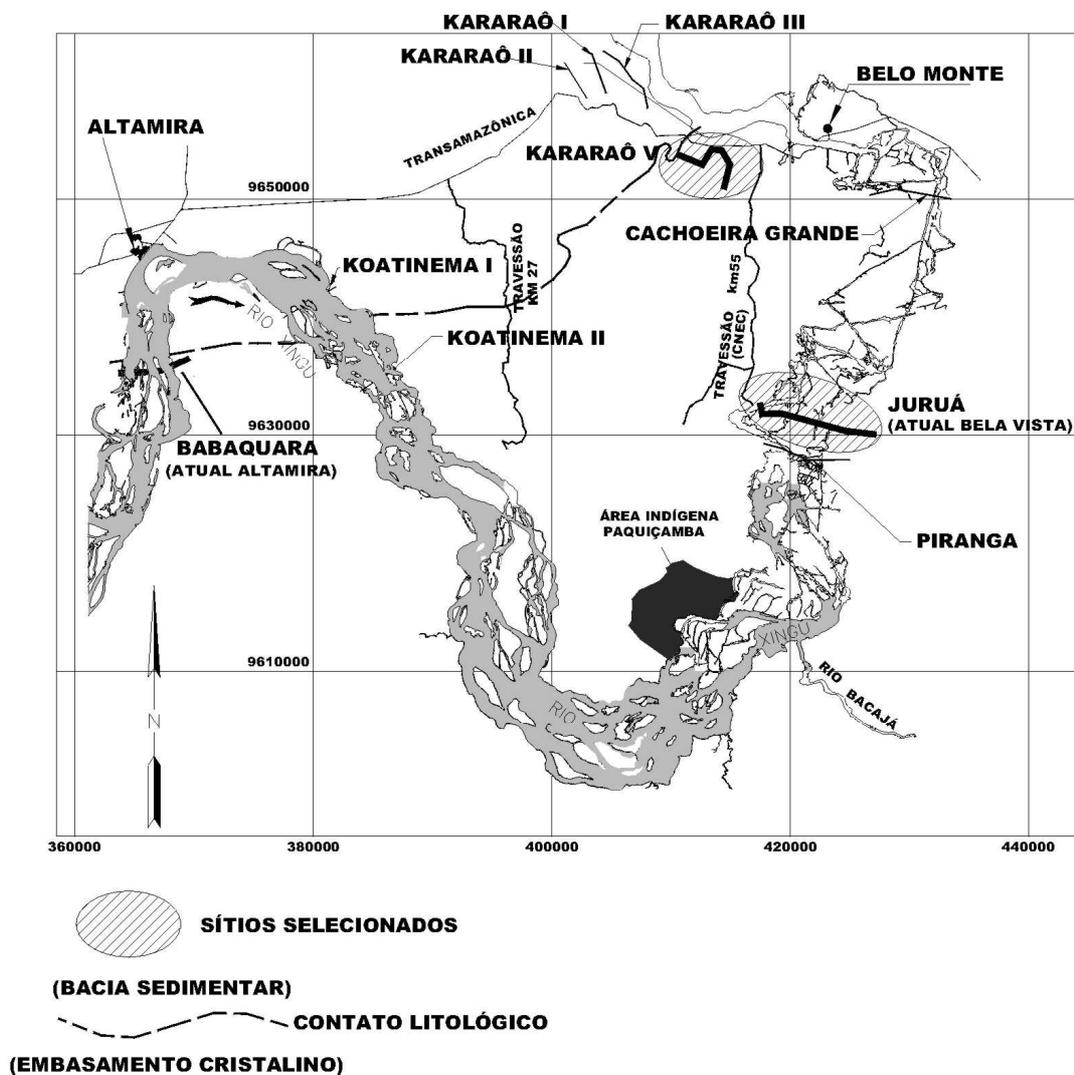
Numa primeira fase, três arranjos gerais foram desenvolvidos para a usina de Belo Monte, nos eixos denominados Kararaô I, II e III, de modo a abranger uma área que, após investigada, pudesse fornecer subsídios para o conhecimento de todo o sítio.

A configuração composta pela Barragem de Koatinema (I e II) e geração no local Kararaô (I, II ou III) apresentava as obras principalmente nos domínios da Bacia Sedimentar do Amazonas, onde ocorrem unicamente rochas sedimentares paleozóicas com baixa resistência ao cisalhamento e alta deformabilidade, portanto não aconselháveis para fundação de estruturas de concreto de grande porte – Figura 2.1.

# NORTE ENERGIA - NESA

UHE BELO MONTE

Figura 2.1 - Sítios Estudados no Inventário Hidrelétrico para o Aproveitamento Hidrelétrico Kararaô (atual Belo Monte)



Os estudos prosseguiram, então, com o objetivo de identificar um local mais adequado, do ponto de vista geológico-geotécnico, à implantação da usina de Belo Monte. Esta meta foi atingida, localizando-se a usina ainda nas proximidades, a sudeste das posições anteriormente aventadas, agora sobre rochas do embasamento cristalino, com excelentes características geomecânicas e grande potencial para obtenção de material para agregado e enrocamento. Este local foi denominado Kararaô V.

Assim como para os eixos Kararaô I, II e III, a implantação das estruturas de geração em Kararaô V requeria o estabelecimento de uma barragem com órgão extravasor posicionado no leito do rio Xingu, de modo a propiciar o alteamento do nível d' água e a conseqüente derivação das águas para a geração. Para tanto, levando em conta as

## UHE BELO MONTE

características topográficas do relevo e o domínio das rochas cristalinas, identificou-se um novo local para o posicionamento da barragem e do órgão extravasor, situado a jusante de Koatinema II e denominado Juruá (no local conhecido como sítio Bela Vista).

Com a configuração Kararaô V / Juruá (Atual Bela Vista), passou-se a contar também com a contribuição da bacia do rio Bacajá, resultando portanto num pequeno acréscimo na energia a ser gerada.

Foi criada ainda outra alternativa constituída de dois aproveitamentos dispostos em cascata – Cachoeira Grande e Piranga – situados na calha do rio Xingu, sobre rochas de embasamento cristalino, utilizando, cada um, parte da queda disponível na Volta Grande.

Para os aproveitamentos de Kararaô (III e V) e Piranga, foram consideradas de início, alternativamente, três cotas para o N.A. máximo normal: 95,0 m, 108,0 m e 120,0 m. Destas, apenas a cota 95,0 m, por não implicar no alagamento da cidade de Altamira, teve continuidade nos estudos.

Os resultados na fase de Estudos Preliminares de Inventário mostraram que a alternativa representada por Kararaô V / Juruá (sítio Bela Vista) obteve custos-índice inferiores às demais.

Ao cabo dos estudos, optou-se pela definição do Aproveitamento Kararaô V / Juruá (sítio Bela Vista), posteriormente denominado UHE Belo Monte, com N.A máximo normal na cota 95,0 m e deplecionamento de 1,0 m, como o primeiro aproveitamento de jusante nos Estudos de Inventário Hidrelétrico da Bacia Hidrográfica do Rio Xingu.

### 2.3.2 Estudos de Viabilidade dos Aproveitamentos Hidrelétricos de Altamira (antigo Babaquara) e Belo Monte (antigo Kararaô) – Primeira Etapa

A primeira etapa dos Estudos de Viabilidade da UHE Belo Monte (antigo Kararaô) foi desenvolvida no âmbito dos Estudos de Viabilidade do Complexo Hidrelétrico de Altamira (antigo Babaquara).

Os Estudos de Viabilidade do Complexo Hidrelétrico de Altamira tiveram início em 1980. Os serviços de campo incluíram a abertura de grande quantidade de picadas e clareiras para levantamentos topobatimétricos, hidrométricos e as investigações geológico-geotécnicas, além da construção de uma estrada de acesso ao Sítio Bela Vista, partindo do sítio da usina de Belo Monte, numa extensão de aproximadamente 30 km. Nesta fase, o apoio aéreo foi de fundamental importância para a viabilização dos trabalhos, criando, deste modo, condições mínimas de penetração nos locais de interesse dos estudos.

As inspeções e os trabalhos exploratórios de campo, realizados durante a etapa de estudos preliminares, permitiram obter os dados confirmatórios dos sítios das obras e da concepção proposta nos Estudos de Inventário, bem como o reconhecimento geral dos aspectos topográficos e geológico-geotécnicos das áreas das obras e do futuro reservatório.

Até julho de 1981, as atividades desenvolvidas tiveram por escopo os Termos de Referência constantes do Contrato DT-IHX-001/75, de 01.10.75 e, posteriormente, o Termo Aditivo DT-DE-IHX-001-C/81, de 10.07.81, tendo este redefinido a

## UHE BELO MONTE

programação dos Estudos de Viabilidade, abrangendo o aproveitamentos hidrelétricos de Altamira e UHE Belo Monte.

As “Instruções para Estudos de Viabilidade de Aproveitamentos Hidrelétricos”, março 1983, editadas pela ELETROBRÁS, constituíram-se em um novo instrumento orientador dos trabalhos, quando então se procurou ajustar ao seu escopo a programação das atividades subsequentes, com as adaptações que se fizeram necessárias, em função das características peculiares dos aproveitamentos.

Em 1983 foi construído o escritório de Altamira, no qual se instalou um laboratório de solos para realização dos ensaios necessários à caracterização dos materiais de fundação e de construção. Tiveram prosseguimento, então, as sondagens e os levantamentos topobatimétricos e hidrométricos.

Na etapa de estudos de alternativas, começaram a ser considerados os aspectos relacionados à inserção regional do empreendimento, de forma a criar condições preferenciais na canalização de benefícios para o processo de desenvolvimento regional polarizado por Altamira, a partir das oportunidades resultantes da implantação do aproveitamento.

Também nesta etapa, os estudos ambientais compreenderam o diagnóstico do meio ambiente na situação anterior ao empreendimento; o prognóstico das condições emergentes com a construção da barragem e formação do reservatório; a proposição de medidas neutralizantes ou atenuantes dos efeitos negativos; e a proposição de medidas relativas ao uso múltiplo da água, que poderão proporcionar um efeito multiplicador dos benefícios inicialmente projetados.

Os estudos ambientais, sócio-econômicos e referentes a usos múltiplos da água foram desenvolvidos a partir da coleta de dados no campo, visando ao estabelecimento de parâmetros para subsidiar, do ponto de vista ambiental, a escolha da alternativa mais favorável, levando em conta impactos e interferências estimados, advindos da implantação do aproveitamento.

Até 1986, atribuiu-se prioridade aos estudos do Aproveitamento Hidrelétrico Altamira em relação à UHE Belo Monte, pelo fato de o primeiro aproveitamento possuir o reservatório regularizador das vazões do Complexo.

Entretanto, a partir de setembro de 1986, com os estudos do Aproveitamento Hidrelétrico Altamira em pleno desenvolvimento, os trabalhos de campo e de escritório foram orientados com vistas a imprimir maior velocidade ao projeto da UHE Belo Monte. Isto porque, estudos desenvolvidos no âmbito da ELETROBRÁS, considerando a interligação dos sistemas Norte/Nordeste e Sul/ Sudeste de geração, indicavam a entrada em operação comercial desta usina no ano de 1999 como a melhor opção para o Sistema Brasileiro Interligado, antes portanto da data prevista para início da operação do Aproveitamento Hidrelétrico Altamira.

Ainda nesse ano, e por meio de adequada conjunção de esforços, foi possível incrementar a etapa de Estudos de Alternativas da Viabilidade de Belo Monte, desenvolvendo-se trabalhos relacionados com as características hidrológicas, energéticas e hidromecânicas do projeto, além do arranjo geral do desvio do rio, no Sítio Bela Vista, e do posicionamento das barragens e estruturas da Tomada d' Água e Casa de Força, no Sítio Belo Monte.

## UHE BELO MONTE

Na etapa de Estudos Finais de Viabilidade, com base nas informações obtidas no campo, foi estabelecida a concepção definitiva do arranjo das obras nos Sítios Bela Vista e Belo Monte e procedeu-se ao seu detalhamento, considerando os aspectos hidráulicos, geotécnicos, estruturais e eletromecânicos.

Merece ser citada como evento de grande importância para o planejamento dos estudos na época, a decisão da ELETROBRÁS de considerar que, ao final do ano de 2000, as novas usinas entrariam em operação já inseridas no Sistema Interligado. Com isto e após os estudos de simulação energética correspondentes, a potência a instalar para Belo Monte foi estabelecida em 11.000 MW, capaz de gerar em primeira adição 4.675 MW médios anuais, a um custo extremamente competitivo de MWh, mesmo considerado o custo do Sistema de Transmissão Associado.

Os Estudos de Viabilidade foram encerrados ao final de 1988, com exceção dos estudos ambientais, que se estenderam até o primeiro trimestre de 1989.

Em linhas gerais, a concepção adotada na 1ª Etapa dos Estudos de Viabilidade se caracterizava pelo arranjo dividido em sítios. O barramento do rio era feito no sítio denominado Bela Vista, onde se situava também o Órgão Extravasor. Já a usina propriamente dita - Tomada d'Água e Casa de Força - situava-se 22 km ao norte, no sítio denominado Belo Monte. A adução até a área da usina se dava por um sistema de canais criado pelo reservatório na margem esquerda do rio.

O arranjo permitia aproveitar a alta declividade do rio e as corredeiras existentes entre Bela Vista e o local de implantação da Casa de Força, com um barramento principal de altura aproximadamente igual a 42% da queda total.

O barramento em Bela Vista possibilitava a elevação do nível d'água até a cota 96,0 m, criando um lago de 1.225 km<sup>2</sup> que inundava boa parcela da área indígena Paquçamba, além de grande parte do vale do rio Bacajá, bastante largo em seu trecho final.

Em Bela Vista o rio Xingu caracteriza-se por apresentar uma seção de escoamento composta de duas calhas bastante distintas. Nos períodos de vazões baixas o rio escoava pela calha esquerda, com trechos estreitos e de grande profundidade, denominada Canal Principal. Nos meses de águas altas, o rio escoava também pela calha direita, constituída por um leito pedregoso largo e de cotas mais elevadas, na qual distinguem-se os canais Central e Direito.

A Barragem de Bela Vista era composta de três trechos: Canal Principal; Canal Central, onde se encontra o Descarregador de Fundo, e Canal Direito. Estava prevista, ainda, na área de Bela Vista, uma série de 11 diques para fechamento do reservatório. Todas as estruturas tinham crista na cota 99,0 m, com exceção do Dique Fusível, órgão extravasor de emprego excepcional, com crista fixada na cota 98,0 m.

O desvio do rio no Sítio Bela Vista foi previsto na seguinte sequência: ensecamento parcial do Canal Central, fechamento do Canal Direito, fechamento do Canal Central e fechamento do Canal Principal por meio de uma ensecadeira na qual o desnível hidráulico seria controlado através de um Órgão Auxiliar de Desvio. O Descarregador de Fundo passa a ser, então, a única passagem para o fluxo d'água até a conclusão das obras.

O arranjo das estruturas no Sítio Belo Monte, todas com crista na cota 99,0 m, compreendia, além do barramento formado pela Tomada d'Água e barragens laterais,

## UHE BELO MONTE

as barragens de Santo Antônio e do Aturiá, fechando vales situados, respectivamente, à esquerda e à direita desse conjunto.

A Casa de Força localizava-se ao pé da Tomada d'Água e dela partia o Canal de Fuga, que restituía as vazões turbinadas ao rio Xingu. Pelo fato de a Usina se situar fora do leito do rio, a única providência prevista para ensecamento das obras no Sítio Belo Monte, além da ensecadeira no final do Canal de Fuga, consistia em uma pequena ensecadeira a montante da Tomada d'Água, para prevenir eventual transbordamento resultante do barramento do igarapé Santo Antônio.

Completavam o conjunto de estruturas do aproveitamento 20 diques de terra dispostos entre os sítios Belo Monte e Bela Vista, cuja função era conter o reservatório na margem esquerda, formando um sistema de canais de adução até a Tomada d'Água.

Para os anos iniciais de operação previa-se a UHE Belo Monte trabalhando com uma depleção de até 6 m e operação sazonal, nos meses de estiagem, na cota 97,00, passando a operar a fio d'água após a entrada em funcionamento do AHE Altamira.

Em 11 de outubro de 1989, o Relatório Final da 1ª Etapa dos Estudos de Viabilidade foi encaminhado ao DNAEE para análise e aprovação.

### 2.3.3 Estudos de Viabilidade da UHE Belo Monte – Segunda Etapa

Cerca de três anos e meio após a conclusão dos Estudos de Viabilidade da 1ª Etapa, junho de 1993, técnicos do DNAEE e da ELETROBRAS, firmaram entendimento quanto à necessidade de proceder a uma revisão dos estudos até então elaborados, com vistas à sua viabilização sócio-política. Foi recomendado que deveria ser dada ênfase à reavaliação dos estudos energéticos e à atualização dos estudos hidrológicos, ambientais e de custo. As atividades visariam, além de viabilizar sócio-politicamente o empreendimento, subsidiar as decisões relativas à retomada do projeto da UHE Belo Monte no contexto e no horizonte do plano 2015 da ELETROBRAS.

Em 25 de novembro de 1994, a Portaria nº 769 do DNAEE criou um grupo de trabalho, composto por técnicos da ELETROBRAS, da ELETROBRAS e do próprio DNAEE, que tinha como objetivo:

- reavaliar energeticamente a configuração estabelecida nos estudos de 1ª Etapa, com fins de confirmar a atratividade do empreendimento;
- atualizar os estudos ambientais, hidrológicos e de orçamento;
- analisar e propor ações para viabilização sócio-política do empreendimento.

Dentro dessa fase, surgiu a proposta de se alterar o sítio de barramento, trazendo-o para montante. A fim de que o escoamento pudesse ser aduzido à Tomada d'Água, haveria a necessidade de se abrirem canais de derivação na margem esquerda do Xingu. Essa proposta trazia como principais vantagens:

- minimizar os impactos ambientais de qualidade da água no rio Bacajá;
- eliminar a interferência do reservatório com a área indígena Paquiçamba;
- diminuir a área de inundação do reservatório da UHE Belo Monte, minimizando os custos com relocações.

## UHE BELO MONTE

A proposta do novo sítio de barramento foi encaminhada à ELETROBRÁS que, em outubro de 1999, solicitou ao Ministério de Minas e Energia autorização para dar prosseguimento aos estudos que validariam a alternativa proposta, incluindo neles, os estudos de mercado e do sistema de transmissão associado. No mesmo mês, a autorização foi concedida.

Em junho de 2000, um estudo elaborado por técnicos da ELETRONORTE, da ELETROBRÁS e do CEPEL é consolidado no relatório “Avaliação da UHE Belo Monte – junho/2000” que concluiu pela alta atratividade do empreendimento e recomendou a continuidade dos Estudos de Viabilidade Técnica, Econômica e Ambiental da “Alternativa Canais”, com vistas ao atendimento do cronograma de entrada em operação da primeira unidade em 31 de março de 2008.

Considerando, entre outros aspectos, a recomendação contida no relatório mencionado, em dezembro de 2000 é firmado, entre a ELETROBRÁS e a ELETRONORTE, um Acordo de Cooperação Técnica que canaliza recursos, viabilizando, desta forma, o desenvolvimento da 2ª Etapa dos Estudos de Viabilidade da UHE Belo Monte.

Os estudos foram iniciados de forma imediata tendo por base o contido nas “Instruções para Estudos de Viabilidade de Aproveitamentos Hidrelétricos – ELETROBRÁS/DNAEE, abril/1997”. A condução dos trabalhos ficou a cargo de técnicos da ELETRONORTE, com a supervisão da ELETROBRÁS.

Considerando que a grande alteração da concepção do aproveitamento referiu-se ao deslocamento do barramento principal para trecho mais a montante do rio, sem interferências significativas com a geração da usina, é importante notar que, como uma das premissas básicas da atual fase dos estudos, estava a de que as alterações de projeto no sítio Belo Monte, onde estão situadas a Tomada d’Água e a Casa de Força, deveriam ser mínimas. Assim, os esforços foram concentrados nos sítios do barramento principal e do órgão extravasor complementar e nos projetos dos canais de adução e dos novos diques que surgiram na 2ª etapa.

Ainda no ano de 2000, tiveram início os levantamentos de campo – topográficos, hidrométricos, geológico-geotécnicos e ambientais – após as atividades prévias de coleta de dados existentes e estudos preliminares. Os primeiros meses de 2001 foram dedicados à fase de estudos básicos e estudos de alternativas, tendo sido dada continuidade aos levantamentos de campo. Ao final do primeiro semestre de 2001, definiu-se pela alternativa de eixo/arranjo que seria detalhada na fase de estudos finais. Esta última se desenvolveu ao longo do terceiro trimestre de 2001, ao final do qual, se definiram o orçamento e demais parâmetros necessários à avaliação da Viabilidade Técnica e Econômica do empreendimento.

Em linhas gerais, esses estudos propõem o deslocamento do barramento da calha principal do rio Xingu, na Volta Grande, 70 km para montante do eixo estabelecido nos Estudos de Viabilidade da 1ª Etapa, desenvolvidos pela ELETRONORTE. Além disso, introduz uma Casa de Força Complementar neste novo local, propõe a implantação de um Vertedouro Complementar e a construção de Canais de Derivação, visando a redução da área do reservatório de 1.225 km<sup>2</sup> para 440 km<sup>2</sup>, para a cota correspondente ao nível de água máximo normal.

## UHE BELO MONTE

Em setembro de 2001, os estudos de impacto ambiental foram paralisados em decorrência de embargo judicial obtido pelo Ministério Público Federal do Estado do Pará.

Em fevereiro de 2002, a ELETROBRAS/ELETRONORTE encaminharam à ANEEL o “Relatório Final dos Estudos de Viabilidade da UHE Belo Monte”, não incluindo o capítulo referente aos Estudos Ambientais em decorrência do Embargo Judicial.

Em julho de 2005, o Congresso Nacional promulgou o Decreto Legislativo nº 788/2005 que autorizou o Poder Executivo a implantar a UHE Belo Monte após estudos de viabilidade técnica, econômica, ambiental e outros que se julgassem necessários a serem desenvolvidos pela ELETROBRAS.

### 2.3.4 Atualização do Inventário Hidrelétrico da Bacia do Rio Xingu

Em agosto de 2005, a ELETROBRAS e as Construtoras ANDRADE GUTIERREZ, CAMARGO CORREA e NORBERTO ODEBRECHT assinaram um Acordo de Cooperação Técnica visando à conclusão dos Estudos de Viabilidade Técnica, Econômica e Socioambiental da UHE Belo Monte, incluindo a revisão do inventário do trecho principal do rio Xingu. A execução desses trabalhos esteve a cargo das empresas Engevix Engenharia S.A., Themag Engenharia e Gerenciamento Ltda, Intertechne Consultores Associados S.A. e Leme Engenharia Ltda, cabendo a cada uma delas serviços específicos. A gestão dos trabalhos esteve a cargo da CNEC Engenharia S.A. e a supervisão a cargo das três Construtoras e da ELETROBRAS / ELETRONORTE.

Em 09 de agosto de 2005, a ELETROBRAS requereu à ANEEL o registro ativo para esta revisão do inventário, registro este deferido conforme Despacho nº 1380 de 29 de setembro de 2005, publicado no D.O.U. de 30 de setembro de 2005, efetivando como ativo o registro para a realização da revisão dos estudos de inventário hidrelétrico do rio Xingu, localizado na sub-bacia 18, bacia hidrográfica do rio Amazonas, nos Estados de Mato Grosso e Pará. Este estudo foi entregue à ANEEL em outubro de 2007.

Em 25 de julho de 2008, a ANEEL emitiu o despacho Nº 2.756 aprovando a “Atualização do Inventário Hidrelétrico da Bacia do Rio Xingu”, apresentada pelas empresas ELETROBRAS – Centrais Elétricas Brasileiras S.A., Construções e Comércio Camargo Corrêa S.A., Construtora Andrade Gutierrez S.A. e Construtora Norberto Odebrecht, no trecho compreendido entre a cota 97 m sua foz, identificado como UHE Belo Monte, considerando a Resolução CNPE nº 06/2008 de 6 de julho de 2008, que determina que o potencial hidroenergético a ser explorado no rio Xingu será somente aquele situado entre a sede urbana do Município de Altamira e sua foz.

As condições restritivas atualmente vigentes na bacia hidrográfica do rio Xingu, levadas em conta no trabalho aprovado, associadas às premissas básicas adotadas, levaram à exclusão dos poucos eixos possíveis de serem estudados ao longo do rio Xingu, a montante da cidade de Altamira. Deste modo, o esquema de divisão de queda do rio ficou reduzido unicamente à UHE Belo Monte. A motorização da Usina Hidrelétrica de Belo Monte foi definida considerando sua interligação ao Sistema Interligado Nacional – SIN e estabelecida com base unicamente nas suas próprias características hidroenergéticas.

## UHE BELO MONTE

### 2.3.5 Estudos de Impacto Ambiental

Em 27 de fevereiro de 2009 a ELETROBRAS protocolou junto ao IBAMA o Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e o Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) referentes à UHE de Belo Monte, elaborados pela Leme Engenharia. Estes documentos foram desenvolvidos à luz do “Termo de Referência para Elaboração do Estudo de Impacto Ambiental e o Respectivo Relatório de Impacto Ambiental – EIA/RIMA – Aproveitamento Hidrelétrico Belo Monte (PA) – Processo No 02001.001848/2006-75”, emitido pelo Ibama em dezembro de 2007.

Para fins da caracterização do empreendimento, base para o processo de avaliação de impactos ambientais, foi considerada a configuração de engenharia da UHE Belo Monte apresentada nos Estudos de Viabilidade concluídos pela ELETROBRAS/ELETRONORTE em fevereiro de 2002.

A partir da definição das áreas de influência, foi elaborado o diagnóstico ambiental para os Meios Físico, Biótico e Socioeconômico e Cultural e, subsequentemente, sua análise integrada. Com base nesses resultados diagnósticos e na caracterização do empreendimento supracitada foram identificados, caracterizados e avaliados os impactos ambientais a serem gerados pela UHE Belo Monte na Área Diretamente Afetada (ADA), na Área de Influência Direta (AID), na Área de Influência Indireta (AII) e na Área de Abrangência Regional (AAR).

Os resultados desse processo de avaliação de impactos ambientais levaram a equipe responsável pelo EIA a concluir que, a despeito de um conjunto de ações ambientais consubstanciadas em 14 (quatorze) Planos, 52 (cinquenta e dois) Programas e 62 (sessenta e dois) Projetos, as seguintes alterações em relação à concepção de engenharia apresentada nos Estudos de Viabilidade deveriam ser implementadas para se alcançar a viabilidade ambiental do empreendimento:

- A mudança, para a sede municipal de Vitória do Xingu, da vila residencial prevista originalmente para ser implantada junto ao Sítio Construtivo Belo Monte;
- A não construção de uma vila residencial isolada na cidade de Altamira, recomendando-se que as 500 (quinhentas) residências previstas nos Estudos de Viabilidade para essa vila sejam integradas ao tecido urbano em diferentes locais;
- A implantação, em alguns dos diques previstos para a conformação do Reservatório dos Canais, de dispositivos que garantam a liberação de uma vazão residual a jusante para os igarapés barrados por essas estruturas, de forma a manter as condições mínimas necessárias dos ecossistemas e os usos da água aí identificados;
- A não implantação de uma escada de peixes junto ao barramento principal no Sítio Construtivo Pimental, substituindo-a por outro tipo de mecanismo mais eficaz, recomendando-se, em caráter preliminar, a construção de um canal de deriva nesse sítio;
- A implantação de um mecanismo para transposição do barramento principal no rio Xingu por embarcações típicas de uso na região; e
- A liberação de um hidrograma ecológico de consenso entre as demandas ambientais e aquelas de geração de energia pela UHE Belo Monte para o denominado Trecho de Vazão Reduzida. Este hidrograma contempla vazão mínima mensal de 700 m<sup>3</sup>/s na estiagem e, na cheia, vazão mínima mensal de

## UHE BELO MONTE

4.000 m<sup>3</sup>/s, sendo que, no ano que não passar uma vazão mensal de 8.000 m<sup>3</sup>/s, no outro ano será obrigatória a redução de geração para a liberação de uma vazão mínima mensal de 8.000 m<sup>3</sup>/s.

### 2.3.6 Relatório Complementar aos Estudos de Viabilidade da UHE Belo Monte

Em março de 2009, a ELETROBRAS e as Construtoras Andrade Gutierrez, Camargo Corrêa e Norberto Odebrecht, protocolaram junto à ANEEL o Relatório Complementar aos Estudos de Viabilidade da UHE Belo Monte. Este documento teve por objetivo apresentar as revisões e adequações nos Estudos de Viabilidade de 2002 decorrentes dos estudos de Atualização do Inventário Hidrelétrico da Bacia Hidrográfica do Rio Xingu de outubro de 2007 e dos Estudos de Impacto Ambiental (EIA) e Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) de fevereiro de 2009.

Em 5 de fevereiro de 2010, a ANEEL emitiu o Despacho Nº 285 aprovando os Estudos de Viabilidade da Usina Hidrelétrica de Belo Monte com as seguintes características básicas:

Potência Instalada (MW)	Coordenadas Geográficas do Eixo	N.A.máximo normal de montante (m)	N.A.normal de jusante (m)	Área do Reservatório (km <sup>2</sup> )
11.233,1	03°26'13" S 51°56'49" W	97,0	5,8	516

### 2.3.7 Estudos de Otimização do Empreendimento

Em setembro de 2009 a Empresa de Pesquisa Energética – EPE apresentou um estudo de otimização do projeto da UHE Belo Monte, com o propósito de reduzir os quantitativos e, conseqüentemente, o custo de investimento do empreendimento. Este estudo foi elaborado com base nos documentos dos Estudos de Viabilidade e procurou preservar todas as variáveis que consubstanciam o processo de licenciamento ambiental, visando à obtenção da licença prévia, a ser emitida pelo IBAMA.

Basicamente, as otimizações realizadas foram as seguintes:

- Redução do número de turbinas/geradores na Casa de Força Principal, de 20 para 18 unidades geradoras;
- Redução do número de turbinas/geradores na Casa de Força Complementar, que passaram de 9 para 6 unidades geradoras;
- Redução de 1 vão no Vertedouro Principal;
- Redução das áreas das seções dos canais de Adução;
- Redução da largura das cristas dos Diques, das Barragens do sítio Pimental e das ensecadeiras.

Em função destas reduções foram feitas as devidas adequações nos arranjos dos sítios Pimental e Belo Monte.

## UHE BELO MONTE

### 2.3.8 Leilão nº 006/2009 da ANNEL

Em 20 de abril de 2010 a ANEEL efetuou o Leilão nº 006/2009, no qual foi colocada em licitação a concessão para exploração da Usina Hidrelétrica Belo Monte, tendo por referência os Estudos de Viabilidade do empreendimento e as otimizações propostas pela EPE. Este leilão teve como vencedor o **Consórcio Norte Energia**, atualmente **Norte Energia S. A.**

### 2.4. CARACTERÍSTICAS PRINCIPAIS DO PROJETO BÁSICO DO APROVEITAMENTO

O arranjo geral da UHE Belo Monte detalhado no presente Projeto Básico é caracterizado por dois sítios distintos, além de dois conjuntos de obras que não se concentram em sítios específicos: os Canais de Derivação e de Transposição e os Diques que permitem a formação do reservatório situado na margem esquerda da Volta Grande do Xingu.

Os sítios denominam-se Belo Monte e Pimental. No Sítio Belo Monte, estão localizadas a Tomada d'Água e a Casa de Força Principal, além das barragens de fechamento de vales locais.

O barramento principal do rio está situado no Sítio Pimental, 40 km a jusante da cidade de Altamira. Nele estão localizados o Vertedouro, a Tomada d'Água e a Casa de Força Complementar, concebida para gerar energia a partir das vazões restituídas para o estirão de jusante do rio, com fins de manter condições mínimas que atendam aos aspectos ambientais.

O reservatório da UHE Belo Monte se caracteriza por possuir dois setores interligados por um canal, denominado Canal de Derivação: um setor, a montante do Canal de Derivação, que se constitui basicamente da calha natural do rio Xingu, e outro, a jusante, formado pela construção de diques, que se denomina Reservatório Intermediário.

A adução à Tomada de Água Principal no Sítio Belo Monte, desde a calha natural do Rio Xingu, é feita através do Canal de Derivação e de Canais de Transposição, sendo estes últimos escavados ao longo do Reservatório Intermediário .

Os Diques têm a finalidade de permitir a criação do Reservatório Intermediário, fechando vales de drenagens naturais e pontos de fuga de água localizados em selas topográficas.

A idéia central que norteou a concepção do aproveitamento foi tirar partido dos 90,0 m de desnível natural existente ao longo de 150 km da Volta Grande do Xingu, entre a cidade de Altamira e a localidade de Belo Monte, onde o rio já passa a sofrer as influências do Amazonas e da maré.

#### 2.4.1 Sítio Pimental

As obras do Sítio Pimental estão localizadas no rio Xingu, a cerca de 40 km a jusante da cidade de Altamira. Neste local está situado o barramento principal do aproveitamento, onde se encontram o vertedouro e a Casa de Força complementar, ambos dispostos sobre a calha principal do rio Xingu. A barragem de Pimental está coroada na El. 100,00 e é formada por diversos tramos de barragem de terra e/ou enrocamento.

## UHE BELO MONTE

A Casa de Força Complementar é equipada com 6 unidades tipo Bulbo com potência unitária de 38,85 MW, totalizando uma potência instalada de 233,1 MW. Na lateral esquerda da Casa de Força fica a Área de Montagem. A Subestação está localizada a jusante do barramento e à esquerda do canal de fuga.

O Vertedouro está localizado à direita da Casa de Força Complementar, e está dimensionado para descarregar a cheia de 62.000 m<sup>3</sup>/s com o reservatório na El. 97,50 (nível máximo maximorum). A estrutura é provida de 20 vãos com 20,00 m de largura e crista na El. 75,20. Diferentemente do arranjo concebido nos Estudos de Viabilidade, todo o vertimento do aproveitamento está concentrado neste Vertedouro em Pimental.

À esquerda da Casa de Força complementar está prevista uma barragem de terra que se estende por 4,7 km.

O barramento à direita do Vertedouro é constituído por dois tramos com características distintas. O primeiro tramo, entre o Vertedouro e a Ilha da Serra, apresenta seção de enrocamento com núcleo argiloso junto à estrutura e no trecho restante, seção de terra homogênea. O segundo tramo, na calha principal do canal direito, é constituído por uma barragem de enrocamento com núcleo de solo, com o fechamento nas ombreiras em seção de terra homogênea.

O Sistema de Transposição de Peixes está localizado à esquerda da casa de força compreendendo um canal de derivação que busca simular as condições naturais de escoamento no rio.

Para a transposição de pequenas embarcações o Sítio Pimental será provido com um sistema próprio para transposição deste tipo de embarcação.

### 2.4.2 Canal de Derivação e Reservatório Intermediário

Para o escoamento da vazão máxima turbinada (13.950 m<sup>3</sup>/s) desde a calha do Rio Xingu até a Tomada de Água Principal em Belo Monte, é prevista uma série de obras de escavação a serem realizadas, de forma não contínua, ao longo dos 60 km de adução existentes entre os Sítios Pimental e Belo Monte. As perdas de carga neste circuito foram recalculadas e são apresentadas no Item 4.6.3 deste relatório.

Os primeiros 20 km da adução correspondem ao trecho onde estão concentrados os maiores volumes de escavação. Foi denominado de Canal de Derivação e segue basicamente a diretriz do igarapé Galhoso, sendo que o trecho inicial, com 16,5 km de extensão, tem seu fundo revestido com concreto compactado com rolo e as paredes com enrocamento. O restante deste canal apresenta revestimento do piso com enrocamento.

Para possibilitar a condução das vazões turbinadas ao longo do Reservatório Intermediário sem perdas de carga excessivas está prevista a escavação de cinco Canais de Transposição distribuídos ao longo do Reservatório Intermediário nos pontos de transposição de divisores de água existentes, ao longo da adução, entre vales de igarapés.

Na sua maioria, os Canais de Transposição compreendem escavações em solo, com taludes laterais abaixo ao dos níveis de operação do Reservatório Intermediário. Os diversos canais apresentam o fundo revestido com enrocamento e em alguns deles a proteção se estende para os taludes laterais.

## UHE BELO MONTE

O Reservatório Intermediário é conformado por 28 diques que fecham selas ou talveques de igarapés e pelos mencionados canais de transposição escavados em divisores de água.

### 2.4.3 Sítio Belo Monte

O arranjo das estruturas localizadas no Sítio Belo Monte envolve basicamente três barramentos, todos com coroamento na El. 100,0.

O barramento central engloba a Tomada de Água Principal, do tipo gravidade, constituído de 18 blocos de 33 m de largura, dos quais partem os condutos forçados em igual número, expostos e paralelos entre si, sendo um para cada unidade geradora. Os 18 blocos são dispostos em dois grupos, sendo que dez blocos se agrupam na esquerda hidráulica e os oito restantes à direita. Esses dois grupos são separados por dois blocos de gravidade, fechando o barramento.

A Casa de Força Principal, situada cerca de 100 m a jusante da Tomada de Água Principal, é do tipo abrigada, com comprimento total de 698 m mais um prolongamento de 152,7 m à esquerda, correspondente à Área de Montagem. Esta estrutura abriga 18 unidades do tipo "Francis" de eixo vertical, acopladas a um gerador de corrente alternada, trifásico. A potência unitária de cada unidade geradora é de 611,11 MW, totalizando uma potência instalada de 11.0000 MW.

As unidades geradoras são dispostas em dois grupos, um na esquerda hidráulica com dez unidades e outro na direita hidráulica com oito unidades, separados por um septo rochoso que se estende ao longo do canal de fuga, dividindo-o em dois canais

A restituição das águas turbinadas ao rio Xingu é feita por um Canal de Fuga escavado em solo e rocha, com cerca de 2.200 m de comprimento e largura variável entre 645 m e 911 m.

A Subestação de Manobra que interliga a usina ao sistema de transmissão é do tipo blindada, isolada a gás SF<sub>6</sub>, na tensão de 500 kV, e está localizada a montante dos transformadores elevadores, no deck principal da casa de força de força.

O fechamento do vale central é completado por duas barragens: Barragem Lateral Esquerda e Barragem Lateral Direita, ligadas à Tomada de Água por muros de transição denominados Muro de Transição Esquerdo e Muro de Transição Direito.

Complementam o conjunto de obras do Sítio Belo Monte a Barragem de Santo Antônio, que barra o igarapé de mesmo nome.

A Barragem de Santo Antônio apresenta a crista coroada na El. 100,00 com a cota mais baixa da fundação situando-se aproximadamente na El. 10,00 o que resulta numa estrutura com altura da ordem de 90 m.

## 2.5. PRINCIPAIS CONDICIONANTES DO PROJETO BÁSICO

Os principais condicionantes técnicos considerados na elaboração do Projeto Básico estão definidos nos seguintes documentos:

- Edital de Leilão nº 06/2009 da ANEEL
- Declaração de Reserva de Disponibilidade Hídrica – Resolução n.º 740 da ANA
- Portaria nº 02 (Fevereiro de 2010) do Ministério de Minas e Energia

## UHE BELO MONTE

- Estudos para a Licitação da Expansão da Geração – Cálculo da Garantia Física da UHE Belo Monte – EPE, Janeiro de 2010
- Licença Prévia n.º 342/2010 do IBAMA

### 2.5.1 Condicionantes do Edital de Leilão nº 06/2009 da ANEEL

#### Aspectos técnicos do aproveitamento hidroenergético e às condições essenciais de segurança do empreendimento

Os Projetos Básico e Executivo da Usina Hidrelétrica Belo Monte deverão obedecer aos elementos estruturantes dos Estudos de Inventário, da Revisão do Inventário e dos Estudos de Viabilidade, relacionados aos aspectos técnicos do aproveitamento hidroenergético e às condições essenciais de segurança do empreendimento, indicados na Tabela 2.5.1. Essas características devem ser respeitadas e eventuais alterações dependerão de prévia anuência da ANEEL.

**Tabela 2.5.1- Aspectos Técnicos e Condições Essenciais de Segurança do Empreendimento**

NA Máx. Maximorum (m)	97,50
NA Máx. Normal (m)	97,00
NA Mín. Normal (m)	96,00 (*)
Capacidade Instalada	
Casa de Força Principal (MW)	11.000
Casa de Força Complementar (MW)	233,1
Vertedouro para Descarga de Projeto TR = 10.000 anos (m <sup>3</sup> /s)	62.000

(\*) Nível no Reservatório Intermediário, a ser ajustado em função dos Estudos Energéticos e das condições expostas no DRDH da ANA (Resolução 740)

#### Datas limite para entrada em operação comercial das unidades geradoras da Casa de Força Principal e da Casa de Força Complementar

As datas limite para entrada em operação comercial das unidades geradoras estão discriminadas nas Tabelas 2.5.2 e 2.5.3, a seguir.

**Tabela 2.5.2 - Datas Limite para Entrada em Operação Comercial das Unidades Geradoras da Casa de Força Principal**

ATIVIDADE	DATA	ATIVIDADE	DATA
1ª Máquina	03/2016	10ª Máquina	09/2017
2ª Máquina	05/2016	11ª Máquina	11/2017
3ª Máquina	07/2016	12ª Máquina	01/2018
4ª Máquina	09/2016	13ª Máquina	03/2018
5ª Máquina	11/2016	14ª Máquina	05/2018
6ª Máquina	01/2017	15ª Máquina	07/2018
7ª Máquina	03/2017	16ª Máquina	09/2018
8ª Máquina	05/2017	17ª Máquina	11/2018
9ª Máquina	07/2017	18ª Máquina	01/2019

**Tabela 2.5.3 - Datas Limite para Entrada em Operação Comercial das Unidades Geradoras da Casa de Força Complementar**

ATIVIDADE	DATA	ATIVIDADE	DATA
1ª Máquina	02/2015	4ª Máquina	08/2015
2ª Máquina	04/2015	5ª Máquina	10/2015
3ª Máquina	06/2015	6ª Máquina	12/2015

### Garantias Físicas

De acordo com as definições da Portaria no 02 do MME, de 12/02/2010, as Garantias Físicas para o UHE Belo Monte estão estabelecidas conforme indicadas nas Tabelas 2.5.4 a 2.5.6:

**Tabela 2.5.4 - Garantias Físicas da UHE Belo Monte**

CASA DE FORÇA	GARANTIA FÍSICA (MWmed)
Principal	4.418,9
Complementar	152,1

**Tabela 2.5.5 - Garantia Física por Máquina da Casa de Força Principal**

UNIDADE GERADORA	GARANTIA FÍSICA (MWmed)
1ª	593,3
2ª	1.186,6
3ª	1.779,9
4ª	2.373,1
5ª	2.966,4
6ª	3.559,7
7ª	4.153,0
8ª	4.418,9
9ª a 18ª	4.418,9

**Tabela 2.5.6 - Garantia Física por Máquina da Casa de Força Complementar**

UNIDADE GERADORA	GARANTIA FÍSICA (MWmed)
1ª	36,1
2ª	72,3
3ª	108,4
4ª	144,5
5ª e 6ª	152,1

### Instalações de Transmissão de Interesse Restrito ao Empreendimento

O Projeto das Instalações de Transmissão de Interesse Restrito ao Empreendimento (ligação usina à SE Coletora Xingu) deverá ser apresentado separadamente do Projeto Básico da Usina Hidrelétrica.

### 2.5.2 Condicionantes da Declaração de Reserva de Disponibilidade Hídrica Resolução ANA nº 740, de 06 de outubro de 2009

A Declaração de Reserva de Disponibilidade Hídrica - DRDH, Resolução ANA nº 740, define as condições gerais de vazões mínimas a transitar pelo reservatório dos canais (Reservatório Intermediário) e as vazões médias mensais a serem mantidas no trecho de vazão reduzida – TVR. Estas condições impactam os estudos energéticos do Aproveitamento, assim como a regra operacional do reservatório. São estabelecidas as seguintes diretrizes:

- Vazão mínima a ser mantida no reservatório dos canais: de 300 m<sup>3</sup>/s

## UHE BELO MONTE

- Vazões médias mensais a serem mantidas no TVR (conforme Tabela 2.5.7), alternando-se os hidrogramas A e B em anos consecutivos. As vazões no TVR deverão ainda atender às seguintes premissas:
  - Caso em dado mês, a vazão afluyente seja inferior à prescrita para os hidrogramas A e B, deve ser mantida no TVR vazão igual à afluyente.
  - A vazão instantânea no mês de outubro no TVR não poderá ser inferior a 700 m<sup>3</sup>/s, exceto se a vazão afluyente o seja.
  - Nos meses de ascensão do hidrograma, a vazão instantânea no TVR não deverá ser inferior à vazão média prescrita para o mês anterior, exceto caso a vazão afluyente o seja.
  - Nos meses de recessão do hidrograma, a vazão instantânea no TVR não deverá ser inferior à vazão média prescrita para o mês seguinte, exceto caso a vazão afluyente o seja.

**Tabela 2.5.7 - Vazões médias mensais a serem mantidas no TVR, em m<sup>3</sup>/s**

HIDROGRAMA	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
A	1100	1600	2500	4000	1800	1200	1000	900	750	700	800	900
B	1100	1600	4000	8000	4000	2000	1200	900	750	700	800	900

- O NA mínimo do reservatório poderá ser reduzido para atender simultaneamente as condições expressas, quando a vazão afluyente for inferior à vazão prescrita para o TVR somada a 300 m<sup>3</sup>/s.
- O início do enchimento do reservatório deverá ocorrer entre os meses de janeiro e junho, mantendo-se neste período, no TVR, as vazões mínimas do Hidrograma B.

### 2.5.3 Condicionantes da Licença Prévia IBAMA nº 342/2010, de 01 de Fevereiro de 2010

A Licença Prévia IBAMA nº 342/2010, reúne um conjunto de condicionantes dos quais se citam aqueles que influenciam diretamente o Projeto de Engenharia.

#### Hidrograma do TVR

Os Hidrogramas definidos na Resolução 740 da ANA deverão ser testados após a conclusão da instalação da plena capacidade de geração da Casa de Força Principal. Os testes deverão ocorrer durante seis anos associados a um robusto plano de monitoramento, com a identificação dos impactos resultantes. Entre o início da operação e a geração com plena capacidade deverá ser mantido no TVR, minimamente o Hidrograma B.

#### Navegabilidade

Será necessário adotar soluções de engenharia que permitam a continuidade da navegação durante todo tempo de construção e de operação da Usina, no trecho do rio Xingu submetido à vazão reduzida e no rio Bacajá. Será necessário detalhar o mecanismo de transposição de embarcações no barramento do sitio Pimental.

---

## UHE BELO MONTE

### Materiais naturais de construção

Prever o uso de materiais provenientes das escavações obrigatórias, nas construções de barramento previstas, bem como nas demais obras associadas ou decorrentes do empreendimento como rodovias, aterros e residências, sendo vedada a abertura de novas jazidas, salvo autorização do IBAMA.