

ESTUDOS PARA LICITAÇÃO DA EXPANSÃO DA GERAÇÃO

AHE BELO MONTE

AVALIAÇÃO TÉCNICA

*Apresentação Geral da Otimização
do Empreendimento*



Empresa de Pesquisa Energética

Ministério de
Minas e Energia





GOVERNO FEDERAL
MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA
MME/SPE

Ministério de Minas e Energia

Ministro

Edison Lobão

Secretário-Executivo

Márcio Pereira Zimmermann

Secretário de Planejamento e Desenvolvimento

Energético

Altino Ventura Filho

Diretor do Departamento de Planejamento

Energético

Pedro Alves de Melo



Empresa de Pesquisa Energética

Empresa pública, vinculada ao Ministério de Minas e Energia, instituída nos termos da Lei nº 10.847, de 15 de março de 2004, a EPE tem por finalidade prestar serviços na área de estudos e pesquisas destinadas a subsidiar o planejamento do setor energético, tais como energia elétrica, petróleo e gás natural e seus derivados, carvão mineral, fontes energéticas renováveis e eficiência energética, dentre outras.

Presidente

Maurício Tiomno Tolmasquim

Diretor de Estudos Econômico-Energéticos e Ambientais

Amílcar Guerreiro

Diretor de Estudos de Energia Elétrica

José Carlos de Miranda Farias

Diretor de Estudos de Petróleo, Gás e Biocombustível

Gelson Baptista Serva

Diretor de Gestão Corporativa

Ibanês César Cássel

Coordenação Geral

Maurício Tiomno Tolmasquim
José Carlos de Miranda Farias

Coordenação Executiva

José Carlos de Miranda Farias

Equipe Técnica

SEG
SGE
STE
SMA

URL: <http://www.epe.gov.br>

Sede

SAN – Quadra 1 – Bloco B – Sala 100-A
70041-903 - Brasília – DF

Escritório Central

Av. Rio Branco, 01 – 11º Andar
20090-003 - Rio de Janeiro – RJ

ESTUDOS PARA LICITAÇÃO DA EXPANSÃO DA GERAÇÃO

AHE BELO MONTE

AVALIAÇÃO TÉCNICA

*Apresentação Geral da Otimização
do Empreendimento*

Nº EPE-DEE-RE-046/2009-r0

Data: 21 de setembro de 2009

APRESENTAÇÃO

O presente documento apresenta o estudo realizado pela EPE, visando a otimização nas estruturas e no Arranjo Geral do projeto, com o propósito de reduzir os quantitativos e, conseqüentemente, o custo de investimento do empreendimento, incluindo os Estudos de Impacto Ambiental e avaliação dos custos socioambientais.

Este estudo de otimização foi elaborado pela EPE com base nos documentos dos Estudos de Viabilidade conduzidos pela empresa Centrais Elétricas do Norte do Brasil S.A. – ELETRONORTE, desenvolvidos sob a supervisão da empresa Centrais Elétricas Brasileiras S.A. – ELETROBRÁS, fornecidos pela Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL:

- Complexo Hidrelétrico Belo Monte - Estudos de Viabilidade - Relatório Final – Fevereiro de 2002:
 - Volume I – Texto (Tomos I e II) – consolida os principais assuntos correspondentes aos estudos desenvolvidos na fase de Viabilidade Técnica, Econômica e Ambiental.
 - Volume II – Desenhos (Tomos I e II) – Contém as principais ilustrações conclusivas dos estudos, complementando o volume de texto.
 - Apêndices – Abrangem o detalhamento das seguintes áreas de estudo:
 - . Apêndice 1 – Estudos Cartográficos
 - . Apêndice 2 – Estudos Hidrometeorológicos
 - . Apêndice 3 – Estudos Geológicos, Geotécnicos e de Materiais Naturais de Construção: Texto (Tomo I) e Ilustrações (Tomo II)
 - . Apêndice 4 – Estudos de Infra-Estrutura
 - . Apêndice 5 – Estudos Ambientais
 - . Apêndice 6 – Sistema e Subsistema de Transmissão
 - . Apêndice 7 – Estudos Mercadológicos
 - . Apêndice 8 – Plano de Inserção Regional – Potencialização de Oportunidades e Impactos Positivos
 - Anexos – Contém os estudos que subsidiaram o Plano de Inserção Regional:
 - . Anexo 1 – Cenários Sócio-Econômicos da Região Polarizada pelo Futuro Complexo Hidrelétrico Belo Monte;
 - . Anexo 2 – Plano de Desenvolvimento Sustentado de Belo Monte;
 - . Anexo 3 – Administradora da Inserção Regional de Belo Monte;
 - . Anexo 4 – Pesquisas de Opinião em Altamira e Vitória do Xingu.
- Aproveitamento Hidrelétrico Belo Monte – Estudos de Viabilidade – Relatório Complementar – março de 2009.

- Informações complementares recebidas em 10/06/09 (cartografia, geologia-geotecnia, hidrologia)

Cabe esclarecer que, no estudo de otimização, objeto deste documento, a EPE procurou preservar todas as variáveis dos Estudos de Viabilidade elaborados pelo Desenvolvedor, que consubstanciam o processo de licenciamento ambiental, visando à obtenção da licença prévia, a ser emitida pelo IBAMA.

A análise socioambiental baseou-se no Estudo de Impacto Ambiental do Aproveitamento Hidrelétrico Belo Monte, elaborado pelo Desenvolvedor e emitido em fevereiro/2009.

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	iii
1. INTRODUÇÃO	7
2. ESTUDOS SOCIOAMBIENTAIS	8
2.1 <i>O Estudo de Impacto Ambiental (EIA)</i>	10
2.1.1 Definição das Áreas de Influência	10
2.1.2 Avaliação dos Impactos Socioambientais	12
2.1.3 Programas Socioambientais	18
2.2 <i>Custos Socioambientais</i>	25
2.2.1 Análise comparativa dos Programas Socioambientais e os itens do Orçamento	25
2.2.2 Análise dos custos orçados com os custos estimados de degradação.....	26
2.3 <i>Considerações Finais</i>	27
3. ESTUDOS DA CONEXÃO.....	27
3.1 <i>Descrição da Conexão da Casa de Força Principal</i>	27
3.2 <i>Conexão da Casa de Força Complementar</i>	28
4. ESTUDOS DE OTIMIZAÇÃO - ARRANJO GERAL.....	29
4.1 <i>Arranjo Geral</i>	29
4.1.1 Premissas de Avaliação das Condicionantes do Arranjo Geral.....	29
4.1.2 Descrição do Arranjo Selecionado.....	30
4.2 <i>Canais de Adução</i>	33
4.2.1 Canais de Derivação	34
4.3 <i>Obras de Terra e Enrocamento</i>	36
4.3.1 Sítio Pimental	36
4.3.2 Diques.....	37
4.4 <i>Vertedouro</i>	37
4.4.1 Sítio Pimental	37
4.4.2 Sítio Bela Vista.....	38
4.5 <i>Tomada d'Água e Casa de Força</i>	38
4.5.1 Sítio Pimental	38
4.5.2 Sítio Belo Monte.....	39
5. ESTUDOS DE OTIMIZAÇÃO - EQUIPAMENTOS.....	40
5.1 <i>Turbinas e Geradores – Casa de Força Complementar</i>	41
5.1.1 Escolha do Tipo de Turbina.....	42
5.1.2 Especificação das Turbinas e Geradores.....	43
5.2 <i>Turbinas e Geradores – Casa de Força Principal</i>	45
5.2.1 Escolha do Tipo de Turbina.....	46
5.2.2 Especificação das Turbinas e Geradores.....	47
5.3 <i>Equipamentos Hidromecânicos</i>	48
5.3.1 Vertedouro – Sítio Pimental	48
5.3.2 Vertedouro – Sítio Bela Vista.....	50
5.3.3 Tomada d'Água/Casa de Força – Complementar	52
5.3.4 Tomada d'Água/Casa de Força – Principal	55
5.4 <i>Equipamentos de Levantamento de Carga</i>	61
5.4.1 Vertedouro – Sítio Pimental	61
5.4.2 Vertedouro – Sítio Bela Vista.....	62

5.4.3	Tomada d'Água – Complementar.....	63
5.4.4	Tomada d'Água – Principal.....	64
5.4.5	Tubo de Sucção – Casa de Força Complementar.....	64
5.4.6	Tubo de Sucção – Casa de Principal.....	65
5.4.7	Casa de Força Complementar.....	66
5.4.8	Casa de Força Principal.....	66
6.	ESTUDOS DE OTIMIZAÇÃO – AVALIAÇÃO DOS QUAUNTITATIVOS DAS OBRAS CIVIS.....	68
7.	ANEXOS.....	69
8.1	Arranjo Geral.....	70
8.2	Barramento do sítio Pimental – Planta e Vistas.....	71
8.3	Tomada d'Água/Casa de Força Complementar – Seção.....	72
8.4	Tomada d'Água/Casa de Força Complementar - Planta.....	73
8.5	Vertedouro Principal – Planta e Seção Transversal.....	74
8.6	Tomada d'Água e Casa de Força Principal – Arranjo Geral.....	75
8.7	Casa de Força Principal – Seção Transversal.....	76
8.8	Casa de Força Principal – Planta El. -2,00.....	77
8.9	Casa de Força Principal – Planta El. -24,00.....	78
8.10	Tomada d'Água Principal – Seção.....	79
8.11	Tomada d'Água Principal – Planta El. 65,00.....	80
8.12	Tomada d'Água Principal – Vista Superior.....	81
8.13	Planilha de Quantitativos – Otimização EPE.....	82

1. INTRODUÇÃO

O Complexo Belo Monte se caracteriza por englobar três sítios distintos de estruturas agrupadas, denominados Belo Monte, Bela Vista e Pimental, além dos diques e canais distribuídos ao longo do reservatório, projetados para delimitar o futuro reservatório e permitir a adução das vazões a serem turbinadas na Casa de Força Principal. As estruturas principais são agrupadas como segue:

- Sítio Pimental - Tomada d'Água/Casa de Força Complementar, Vertedouro Principal e Barragens de Terra e Enrocamento que completam o fechamento do vale do rio Xingu, cuja localização está a 39 km em linha reta, a Sudoeste da Casa de Força Principal;
- Sítio Bela Vista - Vertedouro Complementar e seus muros laterais, possuindo ainda barragens e diques de contenção do reservatório no local, sítio localizado a 22 km em linha reta ao sul do Sítio Belo Monte;
- Sítio Belo Monte - Tomada d'Água, Casa de Força Principal e Canal de Fuga, existindo também, barragens e diques de terra/enrocamento de fechamento de vales e selas adjacentes, sítio localizado na margem esquerda do Xingu, cerca de 10 km a jusante da interseção do rio Xingu com a rodovia Transamazônica, no local denominado Belo Monte.

Os estudos econômico-energéticos elaborados pelos Desenvolvedores indicaram as seguintes características gerais para o aproveitamento do AHE Belo Monte:

Casa de Força Complementar

N.A. máximo normal:	97,00 m
Potência Instalada:	233,1 MW
Tipo de Turbina:	Bulbo
Número de Unidades:	9
Potência Unitária:	25,9 MW
Queda Líquida Nominal:	11,5 m

Casa de Força Principal

N.A. máximo normal:	97,00 m
Potência Instalada:	11.000 MW
Tipo de Turbina:	Francis
Número de Unidades:	20
Potência Unitária:	550,0 MW
Queda Líquida Nominal:	87,5 m

Os Estudos de Viabilidade do AHE Belo Monte foram avaliados no âmbito da EPE, em consonância com o "Roteiro para Habilitação Técnica de Empreendimentos na EPE", em todas as suas disciplinas, em conformidade com o que preconiza a Portaria MME nº 21/2008.

A avaliação técnico-orçamentária dos estudos foi orientada pelas "Instruções para Estudos de Viabilidade de Aproveitamentos Hidrelétricos" elaboradas pela ELETROBRÁS/ANEEL em 1997.

2. ESTUDOS SOCIOAMBIENTAIS

Neste item são apresentados os resultados da análise do Estudo de Impacto Ambiental – EIA e o respectivo Relatório de Impacto Ambiental - RIMA do aproveitamento hidrelétrico de Belo Monte (AHE Belo Monte), e dos custos associados à implantação dos Programas Socioambientais propostos no EIA.

A análise buscou verificar, entre outros aspectos, os procedimentos e métodos adotados na identificação e avaliação dos impactos ambientais, a abrangência e eficiência dos programas ambientais propostos, bem como os custos socioambientais estimados.

A presente análise teve como referência os seguintes documentos:

- Estudo de Impacto Ambiental - Aproveitamento Hidrelétrico Belo Monte, Eletrobrás, Leme, Oderbrecht, Camargo Corrêa, Andrade Gutierrez, fevereiro de 2009;
- Relatório EPE-DEE-RE-017/2005-RO "Análise da situação do licenciamento ambiental das Usinas – Custos Socioambientais", ago/2005;

- Relatório EPE-DEE-RE-062/2005-RO “Custos socioambientais das UHE do rio Madeira e de Belo Monte”, dez/05;
- Estudos de Viabilidade do Complexo Hidrelétrico Belo Monte, Eletrobrás/Eletronorte, Relatório Final, fevereiro 2002.

A Tabela 1 apresenta os dados adicionais do AHE Belo Monte.

Tabela 1 – Aproveitamento Hidrelétrico Belo Monte

AHE BELO MONTE	
Potência instalada (MW)	11.233
Área Alagada (km²)	516
km²/MW	25,4
Área de drenagem (km²)	449.748

O aproveitamento hidrelétrico da bacia do rio Xingu vem sendo investigado desde a década de 70, apresentando um histórico que contempla diversas alternativas de partição de queda e de arranjo de engenharia. Em março de 1988 foi aprovado, pelo então DNAEE, o Relatório Final dos Estudos de Inventário (ou Estudos do Xingu).

Em fevereiro de 2002, a ELETROBRÁS/ELETRONORTE encaminharam à ANEEL o documento “Complexo Hidrelétrico Belo Monte – Estudos de Viabilidade – Relatório Final”, não incluindo o capítulo referente aos Estudos Ambientais em decorrência de embargo judicial.

Os estudos socioambientais do AHE Belo Monte foram iniciados em 2005, enquanto o IBAMA concluía a emissão do Termo de Referência (TR). O IBAMA foi informado que após a edição do TR para a elaboração do EIA/RIMA, os trabalhos de campo seriam complementados para atender integralmente às exigências adicionais do TR. Estes estudos foram desenvolvidos de acordo com a concepção do empreendimento prevista nos Estudos de Viabilidade concluídos em 2002.

Em agosto de 2007, foram realizadas as reuniões públicas em Altamira e Vitória do Xingu para definição do Termo de Referência, e em dezembro do mesmo ano, o IBAMA emitiu o TR para elaboração do EIA/RIMA do AHE Belo Monte.

Em abril de 2008, os estudos socioambientais foram paralisados, em razão de liminar impetrada pelo Ministério Público. Com a revogação da liminar, em maio de 2008, os trabalhos relativos à elaboração do EIA/RIMA foram retomados e finalizados em fevereiro de 2009.

2.1 O Estudo de Impacto Ambiental (EIA)

2.1.1 Definição das Áreas de Influência

As áreas de estudo do AHE Belo Monte foram definidas a partir da identificação dos espaços sujeitos às influências dos impactos potenciais associados ao empreendimento. Em função disto, a tarefa de delimitação dessas áreas demandou o conhecimento preliminar do tipo e da natureza do empreendimento projetado, de modo a permitir a identificação das ações que afetam significativamente os componentes ambientais físicos, bióticos, socioeconômicos e culturais durante sua implantação e operação.

Essas áreas foram delimitadas a partir dos dados disponíveis, incluindo a caracterização do empreendimento, elaborada com base nos Estudos de Viabilidade (ELETROBRÁS/ELETRONORTE, 2002), observando-se, ainda, as determinações feitas pelo IBAMA no Termo de Referência (TR), emitido em 2007 para orientar o desenvolvimento do EIA e do RIMA para o AHE Belo Monte.

Em conformidade com o disposto no TR, foram definidas as seguintes áreas de influência do empreendimento:

- Área de Influência Direta (AID) e Área Diretamente Afetada (ADA)

A AID engloba a Área Diretamente Afetada (ADA), que corresponde às áreas a serem ocupadas pelo empreendimento propriamente dito, envolvendo: os terrenos destinados à instalação da infraestrutura necessária à implantação e operação do empreendimento; as áreas destinadas ao reservatório, aqui compreendendo os seus dois compartimentos – reservatório do Xingu e reservatório dos canais; além do trecho do rio Xingu a ser submetido à redução de vazão quando da entrada em operação do empreendimento (TVR).

A ADA compreende também as áreas destinadas à preservação permanente em torno do futuro reservatório. Isto porque, em acordo com a conceituação geral adotada para a ADA

no EIA, a função territorial e ambiental original dessas áreas será alterada pela formação dos corpos lânticos a partir da implantação do AHE Belo Monte ou, como no caso do TVR, pela modificação significativa do regime natural de vazões do rio Xingu.

No que se refere à AID, vale ressaltar que a mesma não se limita à ADA, mas abrange áreas circunvizinhas que poderão ser atingidas pelos impactos potenciais diretos da implantação e operação do empreendimento, em vista da rede de relações físicas, bióticas, sociais, econômicas e culturais estabelecidas com a ADA. Dessa forma, e em acordo com o TR do IBAMA, a AID inclui a futura Área de Entorno do Reservatório, espaço geográfico para o qual deverá ser desenvolvido o Plano Ambiental de Conservação e Uso do Entorno do Reservatório Artificial (PACUERA), definido pela Resolução CONAMA nº 302/2002.

Por fim, observa-se que a AID para os temas socioeconômicos não se atém aos limites municipais, mas sim às localidades que possam ser diretamente impactadas pelo empreendimento em análise, até mesmo porque a delimitação territorial dos municípios, já está considerada na AII (Área de Influência Indireta), que abarca espacialmente a AID.

- Área de Influência Indireta (AII)

É considerada como a área que circunscreve a AID, sendo aquela que pode potencialmente ser atingida pelos impactos indiretos da implantação e operação do empreendimento.

- Área de Abrangência Regional (AAR)

Esta é a área objeto da caracterização macro-regional dos estudos, com objetivo de situar, no contexto espacial, os eventuais impactos cumulativos decorrentes de outros empreendimentos propostos para essa região.

Cumprir destacar que a despeito da elaboração dos Estudos de Atualização do Inventário Hidrelétrico da Bacia do Rio Xingu ter concluído por apenas um aproveitamento viável, sob a ótica integrada de engenharia e meio ambiente – o AHE Belo Monte -, manteve-se, por determinação do IBAMA no corpo do TR, que a AAR deveria ser constituída por toda a bacia hidrográfica do rio Xingu.

2.1.2 Avaliação dos Impactos Socioambientais

A identificação e avaliação dos impactos socioambientais basearam-se nas informações obtidas no diagnóstico ambiental e nas características do empreendimento. Inicialmente foi preparada uma listagem preliminar de impactos, de forma a orientar o detalhamento subsequente do processo. Esta listagem preliminar foi estabelecida pela equipe técnica de coordenadores e pela coordenação geral envolvidos na elaboração do EIA.

A partir dessa listagem preliminar, foram identificadas as relações de precedência entre os mesmos. Essas relações de precedência entre impactos significam, basicamente, identificar, frente a cada etapa, fase e processo do empreendimento, “qual impacto gera outro”. Esta identificação se faz relevante, baseada no conceito de que a forma mais eficaz de se atuar no sentido de prevenir ou mitigar um impacto é diretamente sobre o seu fato gerador, seja este um processo associado diretamente ao empreendimento em análise, ou um outro impacto que o antecede na relação de precedência.

No Quadro 2.1 apresenta-se a listagem dos impactos significativos identificados para o AHE Belo Monte, à luz dos procedimentos metodológicos adotados no processo de avaliação de impactos ambientais. São apontadas ainda, as ações ambientais propostas no EIA para fazer frente a tais impactos significativos, explicitando-se apenas aquelas relacionadas diretamente ao impacto em tela, ressaltando-se que há outras que poderão, através de sua implementação, beneficiar a prevenção, mitigação, monitoramento, compensação ou potencialização do mesmo.

Foi considerado Impacto Significativo aquele classificado como impacto primário que induz à geração de uma rede de precedência de impactos de alta ou média magnitudes, bem como, eventualmente, impactos de “n-ésima” ordem que são gerados por diferentes redes de precedência e, por conseguinte, poderão ter suas conseqüências positivas ou negativas.

Quadro 2.1 - Impactos Significativos e Ações Ambientais Propostas para o AHE Belo Monte

Etapa	Redes de Precedência Associadas	Impacto	Ações Propostas (Planos)
Planejamento	- Geração de expectativas na população local e regional	Geração de expectativas na população local e regional	- Plano de Relacionamento com a População
Construção	- Aumento do fluxo migratório	Aumento do fluxo migratório	- Plano de Articulação Institucional - Plano de Requalificação Urbana - Plano de Relacionamento com a População - Plano de Saúde Pública

Etapa	Redes de Precedência Associadas	Impacto	Ações Propostas (Planos)
Construção			- Plano de Atendimento à População Atingida
	- Aumento do fluxo migratório	Intensificação do uso e ocupação desordenado do solo, em especial no entorno das vilas residenciais	- Plano de Articulação Institucional - Plano de Requalificação Urbana
	- Aumento do fluxo migratório	Aumento de demanda por equipamentos e serviços sociais	- Plano de Articulação Institucional - Plano de Requalificação Urbana
	- Perda de equipamentos sociais		
	- Aumento do fluxo migratório	Aumento da disseminação de doenças endêmicas e possibilidade de introdução de novas endemias	- Plano de Articulação Institucional - Plano de Requalificação Urbana - Plano de Saúde Pública - Plano de Gerenciamento Integrado da Volta Grande do rio Xingu
	- Alteração da dinâmica do escoamento fluvial do Trecho de Vazão Reduzida		
	- Aumento do fluxo migratório	Sobrecarga na gestão da administração pública	- Plano de Articulação Institucional
	- Perda de equipamentos sociais		
	- Aumento do fluxo migratório	Alteração na relação oferta-demanda por insumos, mercadorias e serviços e dinamização da economia	- Plano de Relacionamento com a População - Plano de Atendimento à População Atingida
	- Alteração na relação oferta-demanda por insumos, mercadorias e serviços e dinamização da economia		
	- Melhoria na acessibilidade pela ampliação do sistema viário		
	- Aumento do fluxo migratório	Ampliação de renda	- Plano de Articulação Institucional - Plano de Atendimento à População Atingida
	- Alteração na relação oferta-demanda por insumos, mercadorias e serviços e dinamização da economia		
	- Ampliação da oferta de trabalho		
	- Aumento do fluxo migratório	Ampliação da oferta de trabalho	- Plano de Articulação Institucional - Plano de Atendimento à População Atingida
	- Alteração na relação oferta-demanda por insumos, mercadorias e serviços e dinamização da economia		
	- Ampliação da oferta de trabalho		
	- Transferência compulsória da população	Transferência compulsória da população	- Plano de Atendimento à População Atingida - Plano de Requalificação Urbana

Etapa	Redes de Precedência Associadas	Impacto	Ações Propostas (Planos)
Construção	- Transferência compulsória da população	Modificação/desestruturação das redes de relações sociais	- Plano de Atendimento à População Atingida
	- Transferência compulsória da população	Perda de referências sócio-espaciais e culturais	- Plano de Relacionamento com a População
	- Alteração na paisagem		
	- Inundação Permanente dos Abrigos da Gravura e Assurini		
	- Alteração da dinâmica do escoamento fluvial do Trecho de Vazão Reduzida		
	- Perda de imóveis e benfeitorias	Perda de imóveis e benfeitorias	- Plano de Atendimento à População Atingida
	- Perda de imóveis e benfeitorias	Perda de renda e fontes de sustento	- Plano de Atendimento à População Atingida
	- Alteração das características hidráulicas do rio Xingu		- Plano de Acompanhamento Geológico/Geotécnico e de Recursos Minerais
	- Alteração da dinâmica do escoamento fluvial do Trecho de Vazão Reduzida		- Plano de Gerenciamento Integrado da Volta Grande do rio Xingu
	- Perda de imóveis e benfeitorias	Seccionamento de imóveis rurais	- Plano de Atendimento à População Atingida
	- Perda de imóveis e benfeitorias	Perda de Atividades Produtivas	- Plano de Atendimento à População Atingida
	- Perda de equipamentos sociais	Perda de equipamentos sociais	- Plano de Atendimento à População Atingida
	- Melhoria na acessibilidade pela ampliação do sistema viário	Melhoria na acessibilidade pela ampliação do sistema viário	- Plano de Articulação Institucional - Plano de Atendimento à População Atingida - Plano Ambiental de Construção - Plano de Relacionamento com a População
	- Alteração na paisagem	Alteração na paisagem	- Plano Ambiental de Construção
	- Alteração da dinâmica do escoamento fluvial do Trecho de Vazão Reduzida		- Plano de Acompanhamento Geológico/Geotécnico e de Recursos Minerais
	- Intensificação da perda de cobertura vegetal	Intensificação da perda de cobertura vegetal	- Plano Ambiental de Construção - Plano de Acompanhamento Geológico/Geotécnico e de Recursos Minerais - Plano de Gestão de Recursos Hídricos - Plano de Conservação do Ecossistema Aquático
	- Intensificação da perda de cobertura vegetal	Redução de populações ou eliminação de espécies da ictiofauna intolerantes ao aumento da degradação dos habitats-chave ou recursos-chave	- Plano de Conservação do Ecossistema Aquático - Plano de Conservação dos Ecossistemas Terrestres - Plano de Gestão dos Recursos Hídricos

Etapa	Redes de Precedência Associadas	Impacto	Ações Propostas (Planos)
Construção	- Aumento da perda de habitats naturais	Aumento da perda de habitats naturais	- Plano Ambiental de Construção - Plano de Conservação dos Ecossistemas Terrestres - Plano Ambiental de Construção
	- Interferência pela dragagem e disposição de material dragado - Alteração das características hidráulicas do rio Xingu	Fragmentação de populações - metapopulações ou eliminação de espécies da ictiofauna intolerantes à perda de conectividade lateral ou longitudinal entre habitats-chave	- Plano de Conservação do Ecossistema Aquático
	- Segregação sócio-espacial da Vila Residencial de Altamira	Segregação sócio-espacial da Vila Residencial de Altamira	- Plano de Requalificação Urbana
	- Segregação sócio-espacial da Vila Residencial de Altamira - Alteração na hierarquia funcional de Vitória do Xingu	Alteração da dinâmica urbana	- Plano de Requalificação Urbana
	- Alteração na hierarquia funcional de Vitória do Xingu	Alteração na hierarquia funcional de Vitória do Xingu	- Plano de Requalificação Urbana
	- Perda de postos de trabalho e renda	Perda de postos de trabalho e renda	- Plano de Articulação Institucional - Plano de Relacionamento com a População
	- Perda de postos de trabalho e renda	Reversão do fluxo migratório	- Plano de Articulação Institucional - Plano de Relacionamento com a População
	- Interferência no sistema viário na região dos canais	Interferência no sistema viário na região dos canais	- Plano de Articulação Institucional - Plano de Atendimento à População Atingida - Plano Ambiental de Construção
	- Interrupção do escoamento de água nos igarapés do compartimento ambiental Reservatório dos Canais	Interrupção do escoamento de água nos igarapés do compartimento ambiental Reservatório dos Canais	- Plano de Conservação do Ecossistema Aquático - Plano de Gestão dos Recursos Hídricos
	- Interrupção do escoamento de água nos igarapés do compartimento ambiental Reservatório dos Canais	Perda de espécies pela conversão de habitats-chave para a ictiofauna	- Plano de Conservação do Ecossistema Aquático - Plano de Gestão de Recursos Hídricos
	- Interrupção da navegação entre Altamira e as comunidades a jusante do barramento no Sítio Pimental	Interrupção da navegação entre Altamira e as comunidades a jusante do barramento no Sítio Pimental	- Plano de Gerenciamento Integrado da Volta Grande do rio Xingu
	- Interrupção da navegação entre Altamira e as comunidades a jusante do barramento no Sítio Pimental	Comprometimento das relações econômicas e sociais	- Plano de Gerenciamento Integrado da Volta Grande do rio Xingu

Etapa	Redes de Precedência Associadas	Impacto	Ações Propostas (Planos)
Construção	<ul style="list-style-type: none"> - Perda de praias e áreas de lazer - Alteração da dinâmica do escoamento fluvial do Trecho de Vazão Reduzida 		<ul style="list-style-type: none"> - Plano de Relacionamento com a População - Plano de Atendimento à População Atingida - Plano de Gerenciamento Integrado da Volta Grande do rio Xingu
Enchimento	<ul style="list-style-type: none"> - Alteração das características hidráulicas do rio Xingu 	Alteração das características hidráulicas do rio Xingu	- Plano de Gestão de Recursos Hídricos
	<ul style="list-style-type: none"> - Alteração das características hidráulicas do rio Xingu 	Elevação do nível freático/cargas hidráulicas dos aquíferos de Altamira	- Plano de Gestão de Recursos Hídricos
	<ul style="list-style-type: none"> - Alteração das características hidráulicas do rio Xingu 	Redução da produção agropecuária	<ul style="list-style-type: none"> - Plano de Atendimento à População Atingida - Plano de Articulação Institucional
	<ul style="list-style-type: none"> - Alteração das características hidráulicas do rio Xingu 	Perda de jazidas de argila e possibilidade de alteração na extração de areia devido à formação do Reservatório do Xingu	<ul style="list-style-type: none"> - Plano de Acompanhamento Geológico/Geotécnico e de Recursos Minerais - Plano de Atendimento à População Atingida
	<ul style="list-style-type: none"> - Alteração das características hidráulicas do rio Xingu - Alteração da dinâmica do escoamento fluvial do Trecho de Vazão Reduzida 	Alteração de comunidades faunísticas	<ul style="list-style-type: none"> - Plano de Conservação dos Ecossistemas Terrestres - Plano de Conservação do Ecossistema Aquático - PACUERA
	<ul style="list-style-type: none"> - Alteração das características hidráulicas do rio Xingu 	Perda de espécies pela conversão de habitats-chave para a ictiofauna	<ul style="list-style-type: none"> - Plano de Conservação do Ecossistema Aquático - PACUERA
	<ul style="list-style-type: none"> - Alteração das características hidráulicas do rio Xingu - Alteração da dinâmica do escoamento fluvial do Trecho de Vazão Reduzida 	Alterações nos padrões de pesca devido às mudanças nas comunidades de peixes decorrentes de perturbações diretas ou indiretas nos habitats	<ul style="list-style-type: none"> - Plano de Conservação do Ecossistema Aquático - Plano de Atendimento à População Atingida - Plano de Gerenciamento Integrado da Volta Grande do rio Xingu
	<ul style="list-style-type: none"> - Alteração das características hidráulicas do rio Xingu 	Alterações na repartição dos benefícios da exploração pesqueira	<ul style="list-style-type: none"> - Plano de Conservação do Ecossistema Aquático - Plano de Atendimento à População Atingida
	<ul style="list-style-type: none"> - Alteração das características hidráulicas do rio Xingu - Alteração da dinâmica do escoamento fluvial do Trecho de Vazão Reduzida 	Alteração da qualidade de águas superficiais com propensão ao desenvolvimento de cianofíceas, macrófitas aquáticas e vetores de doença	<ul style="list-style-type: none"> - Plano Ambiental de Construção - Plano de Gestão de Recursos Hídricos - Plano de Conservação dos Ecossistemas Terrestres - Plano de Saúde Pública - PACUERA - Plano de Gerenciamento Integrado da Volta Grande do rio Xingu

Etapa	Redes de Precedência Associadas	Impacto	Ações Propostas (Planos)
Enchimento	- Alteração das características hidráulicas do rio Xingu	Alteração do aporte de nutrientes	- Plano de Gestão de Recursos Hídricos - Plano de Conservação dos Ecossistemas Terrestres - PACUERA
	- Alteração da dinâmica do escoamento fluvial do Trecho de Vazão Reduzida		- Plano de Gerenciamento Integrado da Volta Grande do rio Xingu
	- Alteração das características hidráulicas dos igarapés de Altamira	Alteração das características hidráulicas dos igarapés de Altamira	- Plano de Requalificação Urbana - Plano de Gestão dos Recursos Hídricos
	- Inundação Permanente dos Abrigos da Gravura e Assurini	Inundação Permanente dos Abrigos da Gravura e Assurini	Plano de Valorização do Patrimônio
	- Perda de praias e áreas de lazer	Perda de praias e áreas de lazer	- Plano de Articulação Institucional - Plano de Atendimento à População Atingida
	- Melhoria das condições de navegação a montante do barramento no Sítio Pimental e no Reservatório dos Canais	Melhoria das condições de navegação a montante do barramento no Sítio Pimental e no Reservatório dos Canais	- Plano de Articulação Institucional - Plano de Atendimento à População Atingida
Operação	- Alteração na infra-estrutura urbana de Altamira	Alteração na infra-estrutura urbana de Altamira	- Plano de Requalificação Urbana
	- Alteração da qualidade da água a jusante da Casa de Força Principal	Alteração da qualidade da água a jusante da Casa de Força Principal	- Plano de Gestão de Recursos Hídricos
	- Ampliação da arrecadação de tributos	Ampliação da arrecadação de tributos	- Plano de Articulação Institucional
	- Ampliação da capacidade do SIN e de sua confiabilidade nas regiões Norte-Nordeste e Sul-Sudeste	Ampliação da capacidade do SIN e de sua confiabilidade nas regiões Norte-Nordeste e Sul-Sudeste	- Plano de Relacionamento com a População
	- Aumento da confiabilidade do sistema de transmissão e distribuição de energia em Altamira	Aumento da confiabilidade do sistema de transmissão e distribuição de energia em Altamira	- Plano de Articulação Institucional
	- Alteração da dinâmica do escoamento fluvial do Trecho de Vazão Reduzida	Alteração da dinâmica do escoamento fluvial do Trecho de Vazão Reduzida	- Plano de Gestão de Recursos Hídricos - Plano de Gerenciamento Integrado da Volta Grande do rio Xingu
	- Alteração da dinâmica do escoamento fluvial do Trecho de Vazão Reduzida	Interrupção do transporte fluvial nos períodos de estiagem	- Plano de Gerenciamento Integrado da Volta Grande do rio Xingu
	- Alteração da dinâmica do escoamento fluvial do Trecho de Vazão Reduzida	Interrupção do escoamento da produção nos períodos de estiagem	- Plano de Gerenciamento Integrado da Volta Grande do rio Xingu
	- Alteração da dinâmica do escoamento fluvial do Trecho de Vazão Reduzida	Interrupção do acesso a equipamentos sociais (escolas, postos de saúde, igreja) nos períodos de estiagem	- Plano de Gerenciamento Integrado da Volta Grande do rio Xingu

Etapa	Redes de Precedência Associadas	Impacto	Ações Propostas (Planos)
Operação	- Alteração da dinâmica do escoamento fluvial do Trecho de Vazão Reduzida	Alteração nos padrões fenológicos e composição florística da vegetação aluvial	- Plano de Gerenciamento Integrado da Volta Grande do rio Xingu - Plano de Conservação do Ecossistema Aquático - Plano de Conservação dos Ecossistemas Terrestres
	- Alteração da dinâmica do escoamento fluvial do Trecho de Vazão Reduzida	Alteração de habitats reprodutivos e alimentares de quelônios aquáticos	- Plano de Gerenciamento Integrado da Volta Grande do rio Xingu - Plano de Conservação do Ecossistema Aquático - Plano de Conservação dos Ecossistemas Terrestres
	- Alteração da dinâmica do escoamento fluvial do Trecho de Vazão Reduzida	Redução de populações ou eliminação de espécies intolerantes às alterações hidrológicas que impossibilitem ou restrinjam o acesso aos recursos-chave	- Plano de Gerenciamento Integrado da Volta Grande do rio Xingu - Plano de Conservação do Ecossistema Aquático - Plano de Conservação dos Ecossistemas Terrestres
	- Alteração da dinâmica do escoamento fluvial do Trecho de Vazão Reduzida	Comprometimento do abastecimento de água por poços rasos	- Plano de Gerenciamento Integrado da Volta Grande do rio Xingu - Plano de Gestão dos Recursos Hídricos - Plano de Atendimento à População Atingida
	- Alteração da dinâmica do escoamento fluvial do Trecho de Vazão Reduzida	Perda de produtividade primária	- Plano de Gerenciamento Integrado da Volta Grande do rio Xingu - Plano de Gestão dos Recursos Hídricos
	- Alteração da dinâmica do escoamento fluvial do Trecho de Vazão Reduzida	Interrupção do acesso às ilhas e aos seus recursos naturais (castanhas, frutos, caça) nos períodos de estiagem	- Plano de Gerenciamento Integrado da Volta Grande do rio Xingu
	- Alteração da dinâmica do escoamento fluvial do Trecho de Vazão Reduzida	Impactos sobre os usos sustentáveis dos recursos pesqueiros	- Plano de Gerenciamento Integrado da Volta Grande do rio Xingu - Plano de Atendimento à População Atingida

Fonte: Estudos de Impacto Ambiental, AHE Belo Monte, Eletrobrás. 2009

2.1.3 Programas Socioambientais

As ações socioambientais propostas no EIA foram consolidadas a partir de Planos, Programas e Projetos, os quais serão detalhados após a obtenção da Licença Prévia, quando da elaboração do Plano Básico Ambiental - PBA, cabendo os custos associados à sua implantação ao empreendedor vencedor do Leilão.

Nessa estrutura, considera-se que um Plano contempla uma série de programas integrados, e estes, por sua vez, agregam um conjunto articulado de projetos. Assim, o estudo buscou consolidar as ações propostas em grandes Planos de atuação, voltados para contemplar programas e projetos que buscam atuar, na maioria das vezes em conjunto, em macro-eixos do empreendimento causadores de impactos ou sobre os atributos socioambientais que serão objeto de impactos mais significativos gerados pelo planejamento, implantação e operação do AHE Belo Monte.

No estudo foram propostos 14 Planos, 53 Programas e 58 Projetos relacionados a cada um dos Planos, conforme indicado no Quadro 2.2- .

Quadro 2.2- Estruturação das Ações Ambientais Propostas para o AHE Belo Monte

PLANO	PROGRAMA	PROJETO
Plano de Gestão Ambiental		
Instrumento de Consolidação dos procedimentos e controles necessários à atividade de implantação do AHE Belo Monte	-	-
Plano Ambiental de Construção		
Atua diretamente sobre processos do empreendimento geradores de impactos ambientais significativos diferenciados, com objetivo maior de prevenir e controlar impactos das execuções das obras	Programa de Capacitação de Mão-de-Obra	-
	Programa de Saúde e Segurança	-Projeto de Controle Médico, Saúde Ocupacional e Segurança do Trabalho;
	Programa de Recuperação de Áreas Degradadas;	- Projeto de Segurança e Alerta;
	Programa de Monitoramento dos Sistemas de Controle Ambiental Intrínseco	-
Plano de Acompanhamento Geológico/Geotécnico e de Recursos Minerais		
Atua diretamente sobre os atributos ambientais do Meio Físico que mais poderão ser impactados pelo empreendimento em suas diferentes etapas e fases;	Programa de Monitoramento de Sismicidade;	-
	Programa de Monitoramento da Estabilidade das Encostas Marginais e Processos Erosivos;	-

PLANO	PROGRAMA	PROJETO
	Programa de Controle da estanqueidade dos reservatórios	-
	Programa de Acompanhamento das Atividades Minerárias;	Projeto de Acompanhamento dos Direitos Minerários;
Plano de Gestão de Recursos Hídricos Atua diretamente sobre os atributos ambientais relacionados aos recursos hídricos, em termos das variáveis dinâmica fluvial, qualidade e quantidade das águas superficiais e subterrâneas, que mais deverão ser afetadas pelo AHE Belo Monte nos diferentes momentos de sua implementação.	Programa de Monitoramento Hidráulico, Hidrológico e Hidrossedimentológico	Projeto de Monitoramento Hidrossedimentológico Projeto de Monitoramento de Níveis e Vazões
	Programa de Monitoramento das Águas Subterrâneas	Projeto de Monitoramento da Dinâmica das Águas Subterrâneas Projeto de Monitoramento da Qualidade das Águas Subterrâneas
	Programa de Monitoramento dos Igarapés Interceptados pelos Diques	-
	Programa de Monitoramento Limnológico e de Qualidade da Água	Projeto de Monitoramento da Qualidade da Água Superficial Projeto de Monitoramento e Controle de Macrófitas Aquáticas
	Programa de Monitoramento do Microclima Local	-
		Projeto de Desmatamento
	Programa de Desmatamento e Limpeza das Áreas dos Reservatórios	Projeto de Delineamento da Capacidade do Mercado Madeireiro e Certificação de Madeira Projeto de Demolição e Desinfecção de Estruturas e Edificações
Plano de Conservação dos Ecossistemas Terrestres Atua diretamente sobre atributos ambientais de vegetação, flora e fauna terrestres, bem como de processos do empreendimento que os afetarão mais significativamente, como é o caso do processo de limpeza das áreas para formação dos reservatórios ou mesmo das operações de desmatamento para implantação da infra-estrutura de apoio à construção e das obras principais.	Programa de Conservação e Manejo da Flora	Projeto de Formação de Banco de Germoplasma Projeto de Resgate e Aproveitamento Científico da Flora
	Programa de Proteção e Recuperação da APP dos Reservatórios	-
	Programa de Conservação da Fauna Terrestre	Projeto Salvamento e Aproveitamento Científico da Fauna Projeto Monitoramento da Herpetofauna Projeto de Monitoramento da Avifauna Projeto de Monitoramento de Mamíferos Terrestres Projeto de Monitoramento de Quirópteros
	Programa de Compensação Ambiental	Projeto de Criação de Unidades de Conservação Projeto de Apoio às Ações de Implantação e Manejo de Unidade de Conservação já existente
		Projeto de Monitoramento das Florestas Aluviais
	Programa de Monitoramento da Flora	Projeto de Monitoramento das Formações Pioneiras
Plano de Conservação dos Ecossistemas Aquáticos Atua diretamente sobre atributos e variáveis ambientais específicas da		

PLANO	PROGRAMA	PROJETO
flora e da fauna aquáticas que mais deverão ser impactados	Programa de Conservação e Manejo de Hábitats Aquáticos	-
		Projeto de Aqüicultura de Peixes Ornamentais
	Programa de Conservação da Ictiofauna	Projeto de Monitoramento da Ictiofauna
		Projeto de Incentivo à Pesca Sustentável
		Projeto de Implantação e Monitoramento de Mecanismo para Transposição de Peixes
	Programa de Conservação da Fauna Aquática	Projeto Monitoramento e Controle de Invertebrados Aquáticos
		Projeto de Monitoramento e Manejo de Quelônios e Crocodilianos
		Projeto Monitoramento de Mamíferos Aquáticos e Semi-Aquáticos
		Projeto de Monitoramento da Avifauna Aquática e Semi-Aquática
Plano de Atendimento à População Atingida Atua diretamente voltado para os atributos sociais e público-alvo considerados como atingidos pelo AHE Belo Monte em seus imóveis, suas atividades econômicas e seu modo de vida	Programa de Negociação e Aquisição de Terras e Benfeitorias na Área Rural	Projeto de Regularização Fundiária Rural
		Projeto de Indenização e Aquisição de Terras e Benfeitorias
		Projeto de Reassentamento Rural
		Projeto de Reorganização de Áreas Remanescentes
		Projeto de Reparação
	Programa de Recomposição das Atividades Produtivas Rurais	Projeto de Apoio à Pequena Produção e Agricultura Familiar
		Projeto de Recomposição das Atividades Produtivas de Áreas Remanescentes
		Projeto de Reestruturação do Extrativismo Vegetal
	Programa de Recomposição da Infra-estrutura Rural	Projeto de Recomposição das Atividades Comerciais Rurais
		Projeto de Recomposição da Infra-estrutura Viária
		Projeto de Recomposição da Infra-estrutural Fluvial
		Projeto de Recomposição da Infra-Estrutura de Saneamento
		Projeto de Realocação de Cemitérios
	Programa de Negociação e Aquisição de Terras e Benfeitorias na Área Urbana	Projeto de Regularização Fundiária e Urbana
		Projeto de Indenização e Aquisição de Terras e Benfeitorias Urbanas
	Programa de Recomposição das Atividades Produtivas Urbanas	Projeto de Reassentamento Urbano
		Projeto de Reparação
		Projeto de Recomposição das Atividades Comerciais, de Serviços e Industriais Urbanas
		Projeto de Recomposição de Atividades Oleiras

PLANO	PROGRAMA	PROJETO
		Projeto de Atendimento Social
	Programa de Acompanhamento Social	Projeto de Acompanhamento e Monitoramento Social das Comunidades do Entorno da Obra e das Comunidades Anfitriãs
	Programa de Restituição/Recuperação da Atividade de Turismo e Lazer	Projeto de Recomposição das Praias e Locais de Lazer
		Projeto de Reestruturação das Atividades Produtivas de Turismo e Lazer
	Programa de Recomposição/Adequação dos Serviços e Equipamentos Sociais	Projeto de Recomposição/Adequação da Infra-estrutura e Serviços de Educação
		Projeto de Recomposição/Adequação dos Equipamentos e Serviços de Saúde
		Projeto de Recomposição dos Equipamentos Religiosos
Plano de Requalificação Urbana	Programa de Intervenção em Altamira	
Atua diretamente sobre os núcleos urbanos que deverão ser mais afetados pela implantação e operação do AHE Belo Monte, a saber, Altamira, Vitória do Xingu e a vila de Belo Monte	Programa de Intervenção em Vitória do Xingu	-
	Programa de Intervenção em Belo Monte e Belo Monte do Pontal	
Plano de Articulação Institucional	Programa de Articulação e Interação Institucional	-
Atua diretamente voltado para o fortalecimento da administração pública, da gestão dos serviços públicos e da articulação institucional junto aos municípios que mais serão afetados pela implementação do empreendimento	Programa de Fortalecimento da Administração Pública	-
	Programa de Apoio à Gestão dos Serviços Públicos	-
	Programa de Incentivo à Capacitação Profissional e ao Desenvolvimento de Atividades Produtivas	-
Plano de Relacionamento com a População	Programa de Orientação e Monitoramento da População Migrante	-
	Programa de Educação Ambiental	
Plano de Valorização do Patrimônio	Programa de Prospecção	
		-
Atua diretamente voltado para os diferentes atributos ambientais	Programa de Salvamento Arqueológico	

PLANO	PROGRAMA	PROJETO
relativos ao Patrimônio Cultural a serem afetados pelo empreendimento	Programa de Estudo, Preservação e Revitalização do Patrimônio Histórico e Cultural	
	Programa de Educação Patrimonial	
Plano de Saúde Pública		
Atua diretamente voltado o atributo ambiental "saúde da população", com seus rebatimentos em termos da infra-estrutura de serviços de saúde a ser afetada pelo empreendimento, tanto em termos de eventual afetação territorial, como de sobrecarga em função do fluxo migratório	Programa de Vigilância Epidemiológica, Prevenção e Controle de Doenças	
	Programa de Incentivo à Estruturação da Atenção Básica à Saúde	-
	Programa de Ação para o Controle da Malária (PACM)	
Plano de Gerenciamento Integrado da Volta Grande do rio Xingu		
Atua diretamente sobre o processo do empreendimento gerador de impactos nitidamente cumulativos e sinérgicos sobre o Trecho de Vazão Reduzida (TVR), bem como sobre as variáveis ambientais avaliadas como condicionadoras da manutenção da intrincada rede de interação ambiental e social observada nesse trecho do rio Xingu	Programa de Acompanhamento das Atividades Minerárias;	Projeto de Monitoramento da Atividade Garimpeira
	Programa de Monitoramento Hidráulico, Hidrológico e Hidrossedimentológico	Projeto de Monitoramento da Largura, Profundidade e Velocidade em Seções do TVR
	Programa de Monitoramento das Condições de Navegabilidade e Condições de vida	Projeto de Monitoramento do Dispositivo de Transposição de Embarcações
		Projeto de Monitoramento da Navegabilidade e das Condições de Escoamento da Produção
		Projeto de Monitoramento das Condições de Vida das Populações da Volta Grande
Plano Ambiental de Conservação e Uso do Entorno dos Reservatórios Artificiais (PACUERA)		
Atua na estruturação do entorno dos reservatórios do Xingu e dos Canais se implantado o empreendimento, em atendimento à Resolução CONAMA nº 302/2006.	Programa de Gerenciamento e Controle dos Usos Múltiplos dos Reservatórios e seu Entorno	-
	Programa de Proposição de Áreas de Preservação Permanente	

Fonte: Estudo de Impacto Ambiental – AHE Belo Monte, Eletrobrás, 2009

A análise dos programas propostos no EIA apontou que, de um modo geral, todos os Planos, Programas e Projetos estão contemplados no orçamento elaborado pela Eletrobrás.

Na estrutura adotada para a proposição dos planos e programas, observa-se que a área de ação de cada plano aponta para a natureza das questões que mais se destacam na organização do sistema socioambiental da área de influência do AHE Belo Monte, com o predomínio de planos voltados para questões associadas ao meio socioeconômico.

Nessa estrutura, observa-se que do conjunto de 14 planos socioambientais, 4 são referentes a ações de gestão socioambiental e institucional, 1 abrange as ações sobre o meio físico, 4 remetem às ações voltadas para os aspectos do meio biótico e 5 contemplam as ações diretas sobre o meio socioeconômico, conforme indicado na Tabela abaixo.

Tabela 2.1 – Área de ação dos Planos Socioambientais

Área de Ação	Plano
Gestão Ambiental e Institucional	Plano de Gestão Ambiental
	Plano Ambiental de Construção
	Plano de Articulação Institucional
	Plano de Gerenciamento Integrado da Volta Grande do rio Xingu
	Plano Ambiental de Conservação e Uso do entorno dos Reservatórios Artificiais
Meio Físico	Plano de Acompanhamento Geológico/Geotécnico e de Recursos Minerais
Meio Biótico	Plano de Gestão dos Recursos Hídricos
	Plano de Conservação dos Ecossistemas Terrestres
	Plano de Conservação dos Ecossistemas Aquáticos
Meio Socioeconômico	Plano de Atendimento à População Atingida
	Plano de Requalificação Urbana
	Plano de Relacionamento com a População
	Plano de Valorização do Patrimônio
	Plano de Saúde Pública

2.2 Custos Socioambientais

A análise das estimativas dos custos socioambientais do AHE Belo Monte teve como referência os critérios e as análises propostos no Relatório EPE-DEE-RE-017/2005-RO “Análise da situação do licenciamento ambiental das usinas – Custos Socioambientais”, que considera as ações socioambientais previstas nos Estudos de Impacto Ambiental (EIA/RIMA) e as demais ações para o desenvolvimento das etapas posteriores do licenciamento ambiental e gestão do aproveitamento, e os custos indicados no Orçamento.

Sendo assim, para a análise dos custos socioambientais do AHE Belo Monte, foram realizadas as seguintes avaliações:

- análise comparativa entre os valores estimados nos itens da conta 10 do orçamento elaborado pela Eletrobrás (ref. Dezembro/2008), com os programas socioambientais previstos nos Estudos de Impacto Ambiental – EIA, visando identificar se todos os Programas Socioambientais propostos no EIA foram, adequadamente, incluídos no Orçamento;
- comparação dos custos socioambientais indicados no orçamento revisado pela EPE para as usinas hidrelétricas do rio Madeira – UHE Jirau e UHE Santo Antônio - com os custos indicados no orçamento do AHE Belo Monte;
- análise dos custos orçados com os custos estimados de degradação, usando a relação percentual dos custos socioambientais em relação aos Custos de Equipamentos e Obras Cíveis (CEOC) do empreendimento.

2.2.1 Análise comparativa dos Programas Socioambientais e os itens do Orçamento

A análise comparativa dos custos indicados na conta 10 e as ações socioambientais previstas no EIA teve como objetivo avaliar se todas as ações previstas na implantação do AHE Belo Monte têm seus custos de implantação indicados no Orçamento. Para tanto, foram comparadas as estimativas de custos apresentadas no Orçamento e os procedimentos indicados para o desenvolvimento de cada plano, programa e projeto socioambiental previsto no EIA.

Essa análise apontou que, de um modo geral, todos os planos, programas e projetos previstos no EIA estão contemplados no orçamento elaborado pela Eletrobrás.

Cabe observar que esse Orçamento não é consolidado a partir da mesma estrutura dos programas socioambientais. Ele é um instrumento do orçamento tradicional do setor elétrico que foi ampliado e adaptado em 1994 para abranger os custos socioambientais. Por sua vez, os Programas Socioambientais integrantes do EIA não apresentam itens para estimativas de custos ou orçamentos previstos para o seu desenvolvimento. Dessa forma, na comparação das informações, é preciso realizar algumas adaptações na combinação das duas informações.

No que se refere à distribuição dos itens da conta 10 no Orçamento, as rubricas que apresentam maior percentual de custos (57%) são atribuídas às ações socioambientais, item do orçamento que agrega os custos de implantação de todos os programas socioambientais previstos no EIA.

Comparando-se esses valores com aqueles obtidos para o Complexo do rio Madeira, observa-se que o percentual indicado para as ações socioambientais do AHE Belo Monte situa-se próximo daqueles indicados para a UHE Jirau e UHE Santo Antônio, que foram, respectivamente, da ordem de 52% e 62% do total da conta 10.

Comparando-se os valores já incorridos na implantação de programas sociais de abrangência regional para a UHE Jirau, realizados a partir de convênios com o Governo do Estado de Rondônia e Prefeitura de Porto Velho, observa-se que os valores indicados no orçamento do AHE Belo Monte para os programas de compensação social e de apoio aos municípios são superiores.

2.2.2 Análise dos custos orçados com os custos estimados de degradação

Tendo em vista consolidar os resultados obtidos nas análises realizadas, foi calculada a participação dos custos socioambientais indicados na conta 10 do orçamento do AHE Belo Monte nos Custos de Equipamento e Obras Civis (CEOC).

Para esta análise, foram utilizados os resultados da pesquisa realizada por Furtado (1996), que indicam que os custos de degradação socioambiental de empreendimentos hidrelétricos situam-se numa faixa de variação entre 11 e 22% do Custo Direto Total (CDT) do investimento.

A participação dos custos socioambientais no CDT do UHE Belo Monte aponta que os custos socioambientais orçados pela Eletrobrás representam 20,8% do investimento, e, portanto, situam-se na faixa esperada para os custos de degradação de empreendimentos situados na Amazônia.

2.3 Considerações Finais

A análise do Estudo de Impacto Ambiental e do respectivo Relatório de Impacto Ambiental (EIA/RIMA) do aproveitamento hidrelétrico Belo Monte demonstrou que o estudo foi desenvolvido de acordo com os critérios definidos no Termo de Referência do IBAMA.

Embora o Estudo de Impacto Ambiental – EIA não apresente os custos associados aos Planos e Programas Socioambientais propostos, foi possível avaliar os custos socioambientais orçados para o AHE Belo Monte.

Além disso, a comparação dos custos orçados para o AHE Belo Monte com aqueles orçados e já incorridos para as usinas do Complexo Rio Madeira forneceu uma base de informações que permitiu realizar estimativas consistentes para a avaliação dos custos socioambientais do AHE Belo Monte.

3. ESTUDOS DA CONEXÃO

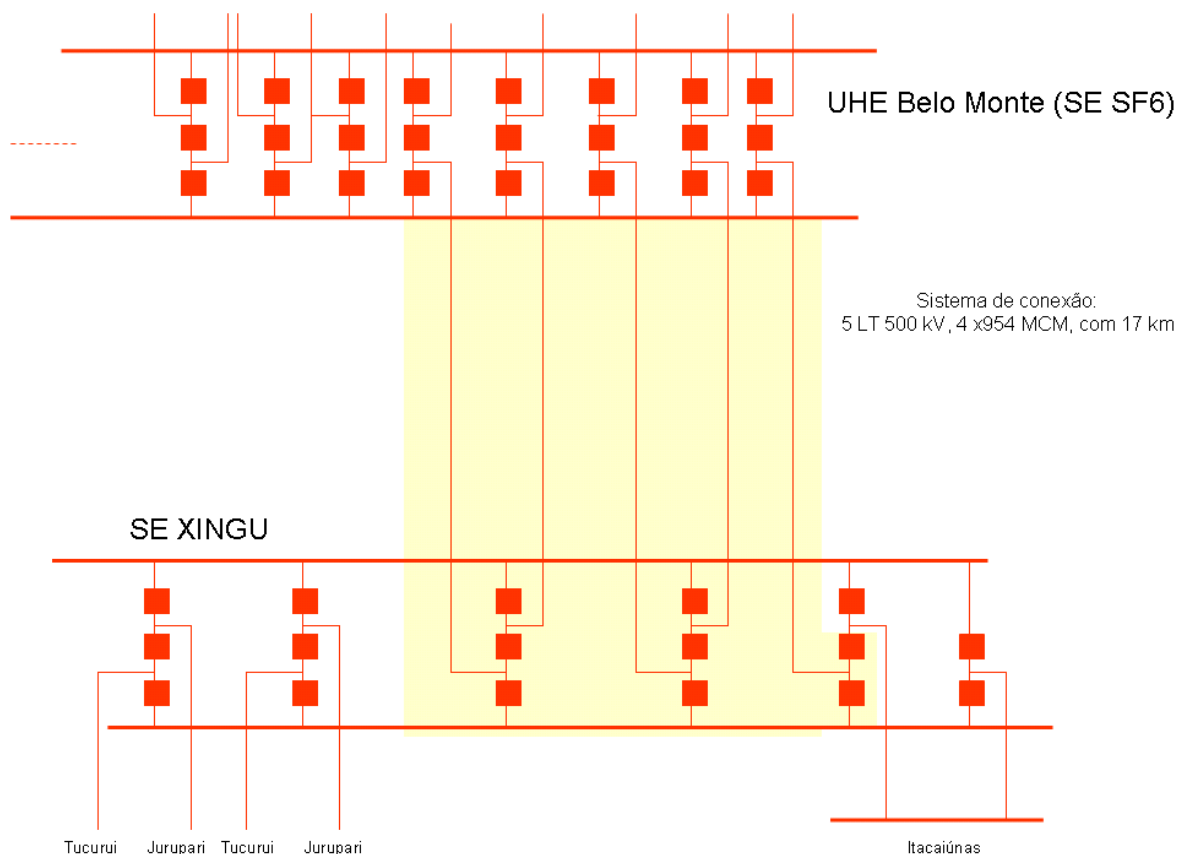
3.1 Descrição da Conexão da Casa de Força Principal

O AHE Belo Monte deverá se interligar ao SIN – Sistema Interligado Nacional na Subestação Seccionadora Xingu, localizada no estado do Pará, através de cinco linhas de transmissão em 500 kV, com extensão de aproximadamente 17 km. As principais características das instalações envolvidas nesse sistema de transmissão da conexão do AHE Belo Monte são descritas em seguida.

- SE Elevadora Belo Monte em 500 kV, pertencente à usina, a partir da qual partem as linhas de transmissão de sua conexão. Trata-se de uma subestação compacta, blindada e isolada a SF6, tendo em vista a necessidade de se implantar a subestação junto às máquinas.
- Cinco Linhas de Transmissão (LT) de 500 kV, operando em corrente alternada, conectando o AHE Belo Monte à Subestação - SE Seccionadora Xingu. Todas as linhas possuem a mesma configuração, ou seja, Circuito Simples (CS), com 4 condutores por fase de 954 MCM.
- Ponto de interligação com a Rede Básica: SE Seccionadora Xingu – 500 kV, arranjo Disjuntor e Meio (DJM), conforme mostrado na Figura 1.

A SE Seccionadora Xingu faz parte da interligação Tucuruí-Macapá-Manaus licitada em junho de 2008 e prevista para entrar em operação em outubro de 2011. A partir desta subestação partirão as interligações previstas com as regiões Sudeste/Centro Oeste e Nordeste.

Os componentes dessa conexão estão ilustrados no esquemático da Figura 1 a seguir.



3.2 Conexão da Casa de Força Complementar

A Casa de Força Complementar deverá se interligar ao SIN na SE Altamira com uma linha de transmissão em 230 kV, com extensão de aproximadamente 61 km.

As instalações envolvidas no sistema de conexão da Casa de Força Complementar são basicamente as seguintes:

- SE Elevadora da CF Complementar Belo Monte, pertencente à usina, subestação isolada em SF6 arranjo barramento simples multiseccionado, da qual parte a linha de 230 kV;

- Uma Linha de Transmissão de 230 kV, com aproximadamente 61 km de extensão, do tipo circuito simples, com 2 condutores tipo Drake (2x795 MCM) por fase;
- SE Altamira (Secionadora), instalação externa convencional, com arranjo Barra Dupla, onde deverá ser instalado o bay de entrada de linha 230 kV.

4. ESTUDOS DE OTIMIZAÇÃO - ARRANJO GERAL

Nos itens a seguir são apresentadas as otimizações efetuadas nas estruturas do Vertedouro, Tomada d'Água/Casa de Força Principal e Complementar e nos Canais de Adução.

Basicamente, as otimizações realizadas foram:

- 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 adequações nos arranjos dos sítios Pimental e Belo Monte.

4.1 Arranjo Geral

4.1.1 Premissas de Avaliação das Condicionantes do Arranjo Geral

- Cheia de Projeto

Para o dimensionamento do Vertedouro do AHE Belo Monte foram realizados, pelo Desenvolvedor, estudos de cheia com base em modelos estatísticos considerando cinco cenários de série de vazões extremas. Foi selecionado o cenário 5 que considera as vazões médias diárias máximas anuais do período de 1931 a 2000, sendo que o período de 1931 a 1968 foi obtido com base em correlação de vazões máximas diárias e vazões médias mensais de 1, 2, ou 3 meses consecutivos no período comum observado de 1968 a 2000.

Seguindo a recomendação do “Guia para Cálculo da Cheias da Eletrobrás” foi adotado, dentre as distribuições de dois parâmetros (Gumbel e Exponencial), a distribuição Exponencial que apresentou o valor mais conservador, fixando-se assim em 61.889 m³/s a vazão decamilar.

- Vazão Máxima Provável (VMP)

O estudo de PMP (Precipitação Máxima Provável) realizado para a definição da VMP foi desenvolvido considerando não só as informações hidrometeorológicas na bacia do Xingu, mas também as referentes às bacias vizinhas, como Tocantins e Araguaia. Os diversos parâmetros modeladores maximizantes foram definidos a partir do evento de 1980, considerado o evento mais crítico já ocorrido na região amazônica, tendo-se selecionado, dentre as diversas alternativas de PMP formuladas, aquela que conduziu ao maior valor de vazão. A vazão assim obtida foi de 72.278 m³/s.

4.1.2 Descrição do Arranjo Selecionado

4.1.2.1 *Sítio Pimental*

No Sítio Pimental localiza-se o barramento principal do leito do rio Xingu, constituído das estruturas de terra/enrocamento e as de concreto: Vertedouro Principal e Tomada d'Água/Casa de Força Complementar, que se desenvolvem entre as margens do rio Xingu, por mais de 6,7 km, com coroamento na El. 100 m.

O fechamento do vale do Xingu, que no local se caracteriza por possuir uma série de canais, é efetuado em 2 segmentos, separados pela Ilha da Serra, que possui elevações superiores a 100 m. O trecho entre a margem direita e a Ilha da Serra, com pouco mais de 700 m de extensão de crista, se constitui de uma barragem de seção homogênea em solo, nas ombreiras, e de enrocamento com núcleo argiloso, na faixa central do canal. O outro trecho, com cerca de 6,0 km de extensão, é composto pelas estruturas de concreto, posicionadas na faixa central da calha, e por barragens homogêneas em solo. Nos encontros, direito e esquerdo, com as estruturas de concreto, as barragens de terra possuem transições para estruturas de enrocamento com núcleo impermeável. Dois terços do barramento desenvolvem-se sobre ilhas relativamente planas com cota média 87,0 m, o que faz com que a altura média das barragens nestes trechos seja a ordem de 13,0 m.

A Barragem do Canal Direito fecha o canal mais profundo do rio, entre a margem direita e a Ilha da Serra, atingindo uma altura máxima de 36,0 m. Sua seção transversal típica, com 10,0 m de largura de crista, incorpora, parcialmente, as enseadeiras de montante e jusante da 2ª fase de desvio. No trecho da calha do rio a seção é mista solo/enrocamento, com transições para seção homogênea em solo, junto à ombreira direita e no encontro com a Ilha da Serra.

Após a Ilha da Serra, no sentido margem direita-margem esquerda, segue-se o segundo trecho do barramento principal que se inicia com a Barragem Ligação com a Ilha da Serra. Esta estrutura possui seção transversal típica de barragem homogênea em solo, semelhante à das ombreiras da Barragem do Canal Direito. Sua crista tem 10,0 m de largura e pouco mais de 480 m de extensão. O trecho da barragem que fica sobre a Ilha da Serra é provido de trincheiras de vedação ou exploratória, dependendo do local onde se assenta. A cerca de 420 m da Ilha da Serra, a seção em solo possui transição para uma seção mista, de enrocamento com núcleo impermeável. Desse modo, os 50,0 m mais próximos ao Vertedouro Principal têm seção transversal semelhante à do segmento central da Barragem do Canal Direito.

O encontro da Barragem Lateral da Ilha da Serra com a estrutura de concreto se faz “de topo”, contra um muro ala a montante e os próprios muros laterais do Vertedouro e bacia de dissipação, a jusante, que servem de contenção para a saída da barragem.

À esquerda do Vertedouro Principal, um muro divisor com 8,0 m de largura separa esta estrutura e sua Bacia de Dissipação, da Tomada d'Água/Casa de Força Complementar e respectivo Canal de Fuga. Neste muro, estão os acessos verticais principais – escadas e elevador – a todos os níveis de serviço e galerias das estruturas de concreto adjacentes. A montante, no prolongamento do muro divisor, foi previsto outro muro de concreto, com crista na cota 81,0 m, que tem função de reter sedimentos a montante da Tomada d'Água.

A Barragem de Terra Lateral Esquerda tem cerca de 5,0 km de extensão completa o fechamento do vale na ombreira esquerda. Sua seção típica é semelhante à da Barragem Lateral da Ilha da Serra, inclusive nos 50,0 m mais próximos à Área de Montagem da Casa de Força Complementar, quando sua seção torna-se mista – enrocamento com núcleo argiloso. Nos trechos sobre as ilhas e na ombreira esquerda, foram previstas trincheiras de inspeção/vedação, com profundidade entre 3,0 m a 4,0 m.

4.1.2.2 *Sítio Bela Vista*

No Sítio Bela Vista estão localizados o Vertedouro Complementar e estruturas adjacentes de terra/enrocamento de contenção do reservatório. A escolha do sítio foi devida, além das características locais de fundação para estruturas de concreto, à sua localização – região em que o reservatório muito se aproxima da calha natural do rio Xingu, facilitando a restituição das vazões vertidas.

O Vertedouro Complementar está localizado em uma sela natural, distante 150 m da margem esquerda do Xingu. Fechando a sela, à direita e à esquerda, existem duas barragens, denominadas Barragens de Ligação Direita e Esquerda. As estruturas estão coroadas na cota 99,0 m e têm desenvolvimento total, nesta cota, de 360 m, aproximadamente. São, também, pertencentes ao sítio os diques 23 e 24. O primeiro, com pouco mais de 800 m de comprimento de crista, barra o vale que é um prolongamento do reservatório e o segundo, com cerca de 180 m de extensão, fecha uma sela contígua àquela onde está posicionado o Vertedouro Complementar. Para acesso ao Vertedouro, foi projetado um canal de aproximação escavado em solo e rocha. Boa parte do material proveniente de sua escavação será utilizada para execução das barragens laterais e dos diques 23 e 24.

O encontro das Barragens de Ligação Direita e Esquerda com o Vertedouro Complementar se dá de topo, sendo as saias daquelas estruturas contidas por muros alas, a montante e a jusante. Os muros de montante recebem a denominação de Muros Alas Direito e Esquerdo e apresentam seu paramento externo – de contato com o escoamento de aproximação – vertical. Em planta, estão posicionados formando um ângulo de 17° com o eixo escoamento, para permitir uma aceleração gradual do mesmo. Os muros de jusante, denominados Muros Laterais Direito e Esquerdo, estão divididos em 4 trechos cada. O trecho mais a montante possui a mesma extensão da laje plana de jusante e está posicionado, em planta, perpendicularmente ao eixo das barragens. Os demais trechos apresentam uma deflexão de 20° em relação ao alinhamento do primeiro trecho, para permitir um alargamento gradual do escoamento efluente do Vertedouro.

4.1.2.3 *Sítio Belo Monte*

O arranjo das estruturas localizadas no Sítio Belo Monte envolve basicamente três barramentos, todos com crista na cota 99,0 m.

O barramento central engloba a Tomada d'Água Principal, do tipo gravidade, constituído de 18 blocos de 34,40 m de largura, com fundação variando entre as cotas 28,5 m (lado

esquerdo) a montante e 43,5 m (lado direito) a jusante, dos quais partem os condutos forçados em igual número, expostos e paralelos entre si, sendo um para cada unidade geradora. A Casa de Força Principal, situada cerca de 100,00 m a jusante da Tomada d'Água Principal, é do tipo abrigada, com comprimento total de 619,20 m mais um prolongamento de 148,00 m à esquerda, correspondente à Área de Montagem.

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

A restituição das águas turbinadas ao rio Xingu é feita por um Canal de Fuga escavado em solo e rocha, com 1.150 m de comprimento e largura variável entre 660 m e 400 m.

Complementam o conjunto de obras do Sítio Belo Monte barragens e diques que fecham os vales situados à direita e à esquerda daquele onde estão localizadas as estruturas de adução e geração. Em talvegues e selas do vale da direita, onde corre uma das vertentes formadoras do igarapé Aturiá, encontram-se os diques 6A, 6B e 6C. No vale da esquerda situa-se a Barragem de Santo Antônio, que barra o igarapé de mesmo nome.

4.2 Canais de Adução

Conforme concebido nos Estudos de Viabilidade do AHE Belo Monte a adução das vazões do reservatório da calha do Rio Xingu, no sítio Pimental (local do barramento), à Tomada d'Água Principal, no sítio Belo Monte, distantes entre si de 60 km, será efetuada através de uma série de canais a serem implantados, na encosta da margem esquerda, de forma não contínua, ao longo de 28 km, dimensionada para garantir o escoamento da vazão máxima turbinada (13.900 m³/s), com uma perda de carga total de 1,0 m.

Nos primeiros 20 km, a adução será feita através de dois canais, revestidos com concreto, com 12 km de extensão, cada, distantes entre si de cerca de 4 km. O Canal de Derivação Esquerdo, localizado no Igarapé Galhoso, e o Canal de Derivação Direito, no Igarapé di Maria, este mais próximo do barramento e distando dele cerca de 5 km. Esses dois canais se unem e formam o Canal de Junção, com 8 km de extensão, dos quais cinco são revestidos com concreto.

Os oito quilômetros restantes estão divididos em sete trechos localizados nos pontos de transposição de divisores de água existentes, ao longo da adução, entre vales de igarapés:

- CTPT1 – Canal de Transposição Paquiçamba - Ticaruca 1;
- CTPT2 – Canal de Transposição Paquiçamba - Ticaruca 2;
- CTPT3 – Canal de Transposição Paquiçamba - Ticaruca 3;
- CTTC – Canal de Transposição Ticaruca – Cajueiro;
- CTCC – Canal de Transposição Cajueiro – Cobal;
- CTCS – Canal de Transposição Cobal - Santo Antonio.

Há de se destacar que no primeiro trecho, correspondente aos Canais de Derivação (Esquerdo, Direito e de Junção), estão concentrados os maiores volumes de serviços ao longo da adução (98% da escavação em rocha e 80% da escavação em solo), e é o único que será parcialmente revestido com concreto.

4.2.1 Canais de Derivação

Os Canais de Derivação Esquerdo e Direito, conforme concebidos, possuem, nos quatro quilômetros iniciais, fundo na El. 85,00 m (eixo do canal) com 400 m de largura. Em seguida, a seção passa por um trecho de transição com 1.500 m de extensão, no canal esquerdo, e 1.000 m no direito, onde o canal aprofunda e reduz sua largura até seu fundo atingir a El. 77,00 m e uma largura de 160 m. Esta seção permanece constante até o final desses dois canais, quando se unem e formam o Trecho de Junção do Canal de Derivação. Neste trecho, o Canal de Derivação apresenta seção constante com fundo na El. 77,00 m e largura de 480 m, ao longo de todo o trecho revestido (~5 km). Nos três quilômetros finais, o canal não é revestido e apresenta 750 m de largura.

Ao longo de todo o canal, a alternativa selecionada nos Estudos de Viabilidade prevê taludes de escavação constantes e iguais a 2H:1V, entre o seu fundo e a El. 98,00 m, onde é prevista uma pista de acesso com 9,20 m de largura. Acima deste nível, o talude de escavação apresenta inclinações mais suaves, de 2,3H:1V, com 15 m de altura e banquetas de 3,0 m de largura e, acima disto, talude de 2,5H:1V com banquetas de 3 m de largura a cada 14 m de altura.

A otimização proposta consiste em adequar os taludes de escavação dos Canais de Derivação Esquerdos e Direito, em particular nos trechos de maior altura e com ocorrência de rocha (no canal esquerdo: trecho entre 8.000 m e 8.200 m no início do canal, ou seja, entre as estacas 80 a 82, e na estaca 60; e no canal direito entre as estacas 71 e 74, bem

como entre as 81 e 115), às características dos materiais identificados pelas sondagens executadas ao longo desses canais. Estas características compreendem capa pouco espessa de colúvio que recobre solos de alteração de migmatito, com boa resistência à penetração dinâmica (SPT superior a 10 golpes e crescente com a profundidade), e à posição do topo rochoso inferida nos perfis geofísicos realizados ao longo das seções topográficas levantadas no campo, a cada 250 m. Esta otimização reduz de forma significativa os volumes totais de escavação tanto em solo quanto em rocha. Cabe observar que para o cálculo desses volumes de escavação foram utilizadas as seções topográficas levantadas no campo.

A seção típica de escavação proposta é a apresentada na Figura 5.2.1 e considera um alargamento do fundo do canal de 10 m, para cada lado, previsto para compensar a modificação dos taludes de escavação na seção hidráulica, de forma a não aumentar a perda de carga admissível do circuito (1,0 m). Os taludes de escavação, na seção hidráulica, abaixo da El. 98,00 m, passaram para 0,25H:1V e 1H:1V. Acima dessa elevação, os taludes de escavação em rocha passaram para 0,10H:1V e os de escavação em solo passaram a ser 1,5H:1V nos primeiros 10 m de altura, e 2H:1V acima desta altura. Estão ainda previstas banquetas de 3 m a cada 10 m de altura.

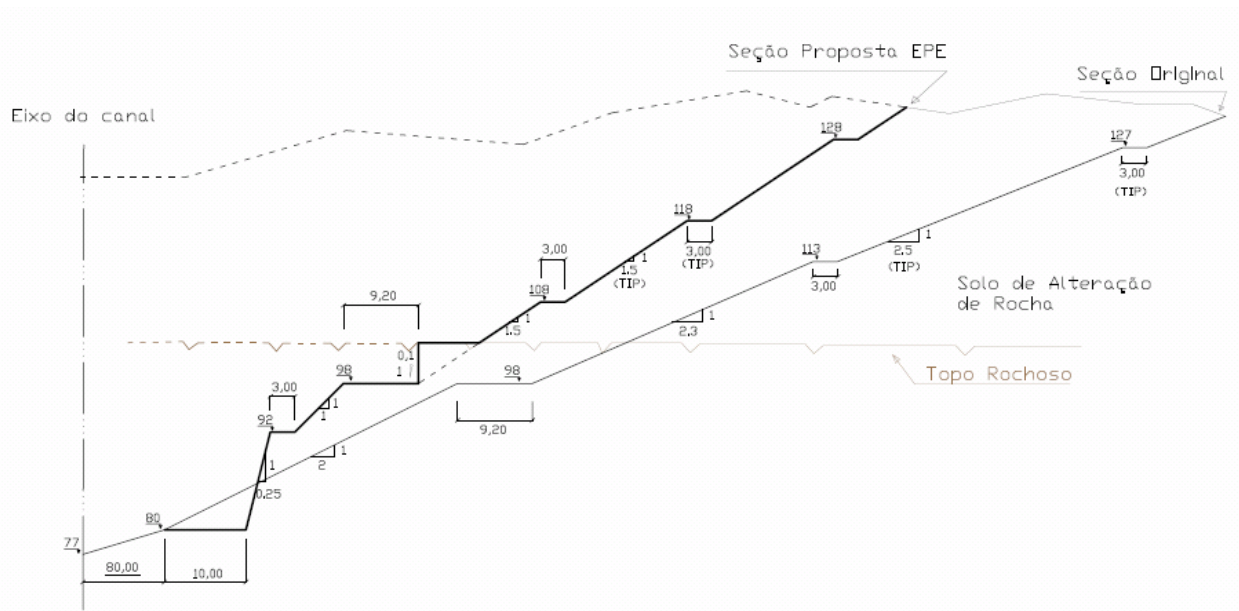


Figura 5.2.1 - Seções de Escavação – Original dos Estudos de Viabilidade e Proposta pela EPE

No caso do Canal de Junção, dadas as suas características geométricas (largura extensa – 480 m, e pouca altura), determinadas pelas condicionantes hidráulicas, modificações nos taludes de escavação previstos nos Estudos de Viabilidade não resultariam em redução

sensível nos volumes de escavação. Assim, a otimização proposta pela EPE compreende em manter os taludes de escavação previstos nos Estudos de Viabilidade (2H:1V) e ajustar o topo rochoso considerado naqueles estudos, aos resultados individuais dos perfis geofísicos. Faz parte ainda da otimização proposta pela EPE considerar na avaliação dos volumes de escavação a base cartográfica mais recente (1:10.000, de 2002, a partir de fotos 1:30.000), ao invés da base utilizada por ocasião dos Estudos de Viabilidade (1:25.000, de dez/1976 a out/1977, a partir de fotos 1:60.000).

4.3 Obras de Terra e Enrocamento

4.3.1 Sítio Pimental

As obras de terra e enrocamento previstas no Sítio Pimental compreendem a Barragem do Canal Direito (BCD), com seção de terra e enrocamento, a Barragem de Ligação com a Ilha da Serra (BLIS) e a Barragem de Terra Lateral Esquerda (BTLE) com seção homogênea em solo e as ensecadeiras de 1ª e 2ª fases de desvio do rio.

Todas as barragens e ensecadeiras (montante e jusante) de 2ª Fase do canal direito apresentam crista com 10 m de largura, enquanto que as ensecadeiras de 1ª Fase e de 2ª Fase do canal esquerdo, 7 m.

A solução proposta pela EPE consiste em reduzir e homogeneizar as larguras das cristas das barragens e ensecadeiras para 7 m, observando as larguras mínimas de execução dos aterros com diferentes materiais. Outra modificação considerada em relação ao projeto da Viabilidade envolve a adequação dos comprimentos das barragens às otimizações no Vertedouro e na Casa de Força.

No caso particular da ensecadeira de montante do Canal Direito, a solução proposta pela EPE considera ainda uma redução de 1,5 m na elevação da sua crista (originalmente na El. 94,5 m). Isto foi possível devido ao fato de ter sido considerado que o canal esquerdo estaria fechado no dimensionamento dessa ensecadeira e no entanto este canal se manterá aberto após o período de cheias do 5º ano de obra, conforme sequência construtiva.

4.3.2 Diques

Todos os diques foram concebidos com seção homogênea em solo compactado, com largura de crista de 10 m na elevação 99,00 m, dotados de sistema de drenagem interna (filtros vertical e horizontal) e proteção de montante com enrocamento.

Da mesma forma que nas barragens do sítio Pimental, a solução proposta consiste em reduzir a largura das cristas dos diques para 7 m.

Faz parte ainda da otimização proposta considerar na avaliação dos volumes de escavação a base cartográfica mais recente (1:10.000, de 2002, a partir de fotos 1:30.000), ao invés da base utilizada por ocasião dos Estudos de Viabilidade (1:25.000, de dez/1976 a out/1977, a partir de fotos 1:60.000).

4.4 Vertedouro

A barragem de Belo Monte foi dimensionada para a passagem da cheia decamilenar e verificada para a vazão máxima provável.

Tendo em vista que no sítio Pimental, o Vertedouro se apresenta afogado, o que reduz a sua capacidade de escoamento, foram projetados dois extravasores para esta obra. O principal, localizado no sítio de Pimental com capacidade total de 47.400 m³/s e, o segundo, no sítio denominado Bela Vista, onde não há afogamento, com capacidade de 14.600 m³/s totalizando a vazão decamilenar de aproximadamente 62.000 m³/s. A vazão deste último ficou limitada à capacidade de vazão dos canais de derivação que interligam a calha do rio, próximo ao sítio Pimental, e os sítios de Boa Vista e Belo Monte onde se situa a Casa de Força principal.

4.4.1 Sítio Pimental

Este Vertedouro foi projetado nos Estudos de Viabilidade com a cota da crista do perfil Creager na El. 80 m, com 17 vãos de 20 m por 18,15m de altura e 16 pilares de 5 m de espessura, perfazendo um total de 420 m de largura.

Para controle das cheias, foram previstas 17 (dezessete) comportas de segmento, tipo superfície com 20 x 18,15 m (l x h).

A verificação de seu dimensionamento hidráulico constatou que havia uma pequena folga, possibilitando se reduzir um vão dos 17 vãos do Vertedouro, sem alteração de sua capacidade de descarga.

4.4.2 Sítio Bela Vista

Este Vertedouro foi projetado nos Estudos de Viabilidade com 4 vãos de 20 m por 22,20 m de altura e 3 pilares de 5 m de espessura que permite a passagem de uma vazão máxima de 14.600 m³/s.

Para controle das cheias, foram previstas 4 (quatro), comportas de segmento tipo superfície com 20 x 22,20 m (l x h).

4.5 Tomada d'Água e Casa de Força

4.5.1 Sítio Pimental

A Casa de Força Complementar foi dimensionada visando à instalação de 6 unidades geradoras motorizadas com turbinas Bulbo, e a abrigar a Área de Montagem Complementar (Ilustrações BEM-001 a BEM-003). O acesso dos equipamentos para a Casa de Força Complementar é efetuado pela extremidade esquerda da Área de Montagem, no piso externo na elevação 96,55m, existindo mais um acesso de pessoas e equipamentos pelo mesmo piso no vão de acesso do transformador e outro acesso de pessoas ao piso das máquinas, que é feito pelo elevador no pilar de transição entre a Casa de Força Complementar e o Vertedouro.

As características básicas da Casa de Força Complementar são:

- Casa de força semi-abrigada;
- Extensão total da Casa de Força e Área de Montagem, 126,80 m;
- Extensão total da Casa de Força, 94,80 m;
- Largura dos blocos da Casa de Força, 15,80 m;
- Extensão da Área de Montagem em bloco único, 32,00 m;
- Altura máxima da estrutura, 39,45 m; e
- Elevação mínima de fundação, 60,55 m.

Junto à fundação da Casa de Força Complementar, na elevação 62,15 m a montante, e na elevação 63,40 m a jusante da estrutura correm longitudinalmente galerias onde estão implantados os sistemas de injeção e de drenagem.

Para o esvaziamento do tubo de sucção e da caixa espiral está previsto um poço de esvaziamento localizado na Área de Montagem Complementar, ao lado do poço de drenagem. Estes poços estão interligados entre si, podendo ser utilizados simultaneamente.

A montante é prevista comporta ensecadeira cujos elementos são estocados na Área de Montagem (montante) e é operada através de pórtico rolante. A comporta de emergência fica a jusante e tem acionamento hidráulico que é feito na sala da central óleo hidráulica no piso na elevação 90,00 m. Esta comporta tem também a função de comporta ensecadeira.

Na extremidade esquerda localiza-se a Área de Montagem Complementar composta por um único bloco com 32,00 m de comprimento e 54,00 m de largura com altura máxima de 33,00 m. Sua fundação está na cota 77,0 m e abaixo desta cota, na junção com a Casa de Força estão os poços de drenagem e esgotamento que tem fundação na El. 55,50 m.

- Pisos e Galerias

Os pisos da Área de Montagem interligam-se aos pisos da Casa de Força Complementar por jusante, onde estão as galerias mecânica e elétrica e o piso dos transformadores. O acesso aos pisos é feito pela Área de Montagem ou pelo pilar do bloco de transição do Vertedouro, onde existem elevadores e escadas. O acesso de equipamentos à Casa de Força complementar será feito pelo pórtico rolante através do piso na elevação 100,00 m e de poços de acesso às cotas 81,00 m e 64,70 m. No piso na elevação 86,00 m existem tampas metálicas removíveis que também permitem o acesso de equipamento aos pisos nas elevações 81,00 m e 64,70 m. Na Área de Montagem Complementar o pórtico rolante tem acesso direto ao nível 81,00 m, nível no qual está prevista a realização de todas as montagens.

4.5.2 Sítio Belo Monte

A Casa de Força Principal foi dimensionada visando à instalação de 18 unidades geradoras e a abrigar a Área de Montagem, a galeria da Subestação Elevadora/Manobra, blindada e isolada em SF6, e no prolongamento desta, o Edifício de Comando.

O acesso dos equipamentos da Casa de Força se dá pela extremidade esquerda da Área de Montagem, no piso externo, elevação 15,50 m, existindo mais dois acessos de pessoas pelo mesmo piso: um no Edifício de Comando, e outro no bloco da unidade 18.

As características básicas da Casa de Força Principal são:

- Casa de Força abrigada;
- Extensão total da Casa de Força e Área de Montagem, 767,20 m;
- Extensão total da Casa de Força, 619,20 m;
- Largura dos blocos da Casa de Força, 34,40 m;
- Extensão da Área de Montagem, 148,00 m;
- Altura máxima da estrutura, 76,70 m; e
- Elevação mínima de fundação, -32,00 m.

A subestação em SF6 está situada em uma galeria na elevação 26,50 m. As saídas de linha e os transformadores auxiliares estão localizados na laje da elevação 43,00 m, que serve de cobertura para a Subestação.

Junto à fundação, na elevação -29,50 m, a montante da estrutura, corre longitudinalmente uma galeria onde estão implantados os sistemas de injeção e de drenagem. Para o esvaziamento do tubo de sucção e da caixa espiral estão previstos dois poços de esvaziamento localizados de tal forma que a distância de uma unidade qualquer ao poço mais próximo seja de no máximo 150 m. Os poços estão interligados entre si, podendo ser utilizados simultaneamente.

A Casa de Força Principal tem comprimento de 619,20 m, composta de dezoito blocos de 34,40 m cada, com largura de 66,00 m e altura máxima de 76,70 m, e fundação na cota -32,00 m.

5. ESTUDOS DE OTIMIZAÇÃO - EQUIPAMENTOS

Neste item são apresentados os equipamentos que tiveram suas características e quantidades reavaliadas pela EPE. São ainda descritas as metodologias e parâmetros considerados.

5.1 Turbinas e Geradores – Casa de Força Complementar

A Tomada d'Água/Casa de Força Complementar se constitui de uma única estrutura e será motorizada com 6 grupos turbina-gerador do tipo Bulbo, de potência aparente unitária nominal de 40,9 MVA, totalizando 233,1 MW de potência instalada. O arranjo concebido nesta usina é típico para grupos geradores síncronos com potência ativa de 38,85 MW, do tipo encapsulado em Bulbo de eixo horizontal.

O paramento de montante da Tomada d'Água/Casa de Força tem inclinação 1(V):0,2(H) e é dotado de grades na entrada das unidades. A comporta de emergência está posicionada a jusante, na saída das turbinas, no tubo de sucção. Na Tomada d'Água existem ranhuras para um conjunto de comportas ensecadeiras para a manutenção das turbinas e inspeção das partes submersas.

Cada um dos 6 blocos da Casa de Força tem 15,80 m de largura, perfazendo um total de 94,80 m, no sentido longitudinal. Adjacente ao bloco nº 1 desta estrutura vem a Área de Montagem, composta por um único bloco com 32,00 m de largura.

Pelo fato da Casa de Força Complementar estar prevista para ser controlada de modo remoto, não foi previsto edifício de comando, tendo sido reservados 2 pisos, nas cotas 86,00 m e 91,00 m para abrigar os equipamentos locais de comando, supervisão e controle da usina.

- Arranjo dos Equipamentos Eletromecânicos

O arranjo dos equipamentos eletromecânicos foi baseado em usinas existentes que operam com unidades geradoras do tipo Bulbo. Para atendimento à movimentação de cargas e montagem dos equipamentos será utilizado um Pórtico Rolante e os acessos verticais existentes entre os blocos acessando, a partir da elevação 86,00, os pisos 81,00 e 64,70.

Ao longo da Casa de Força, estão previstas galerias para instalação de equipamentos com acessos pelas extremidades através de escada e elevador (pelo muro de transição e pela área de montagem). Existe, ainda, um poço de escada entre os blocos 1 e 2 ligando as galerias mecânicas inferior e superior.

A galeria mecânica inferior (cota 64,70 m) abriga os pedestais de concreto, onde se apóiam dois servomotores do distribuidor e reservatórios inferiores do sistema de óleo de regulação. Nesse piso também estão localizados os acessos inferiores à turbina e os nichos das válvulas de esgotamento das unidades. Dos blocos 1, 3, e 6 serão feitos os acessos à adução e ao

tubo de sucção. Ainda desse piso, pode-se acessar, através de porta estanque no bloco 06, as galerias de drenagem do Vertedouro e da Casa de Força.

Na elevação 81,00 m, denominada galeria mecânica superior, encontram-se os acessos superiores ao Bulbo (gerador e turbina) e estão localizados os equipamentos mecânicos diversos, como tanques e compressores do sistema de regulação, trocadores de calor, bombas, filtros auto-limpantes, reservatórios de ar comprimido de serviço, todos os sistemas auxiliares mecânicos e painéis elétricos locais.

A galeria elétrica inferior, na elevação 86,00 m, abriga os painéis elétricos em geral, as salas de comando local das unidades, duas salas de baterias e banheiros.

Na elevação 91,00 m, a galeria elétrica superior abriga, basicamente, os equipamentos de manobra (SF6) em baixa tensão. Dessa galeria pode-se acessar, a jusante, nos blocos 1, 3, 6, as salas das centrais oleodinâmicas das comportas de emergência.

Na ponte de jusante, área externa (elevação 96,55 m), localizam-se os transformadores elevadores das unidades, um transformador de reserva, o pórtico de jusante e a sala dos grupos diesel geradores de emergência. No pátio de manobras, junto ao portão principal da Área de Montagem, serão alocadas a caixa separadora de óleo e a fossa séptica.

A Área de Montagem, na elevação 81,00 m (extensão da galeria mecânica), abriga os motores das bombas de esgotamento e drenagem, a estação de tratamento de água, a elevatória de esgotos, as bombas de incêndio, as oficinas e o almoxarifado. A sala dos ventiladores localiza-se na elevação 91,00m.

5.1.1 Escolha do Tipo de Turbina

A Casa de Força Complementar deverá operar aproveitando as vazões a serem obrigatoriamente mantidas a jusante do barramento principal. A partir das recomendações com relação às vazões mínimas mensais apontadas pelos estudos ambientais e das simulações dos estudos energéticos, obteve-se como resultado uma potência total instalada de 233,1 MW, queda líquida de projeto de 11,4 mca e queda nominal ou de referência de 12,50 mca.

Neste estudo de otimização foram selecionadas, acompanhando a evolução dos estudos ambientais quanto à modulação mensal das descargas e partindo dos dados das simulações energéticas, turbinas hidráulicas de fluxo axial tubular, do tipo Bulbo com rotor Kaplan, dupla regulação, em número de 6 (seis), com potência máxima unitária de 39,6 MW

correspondendo a gerador com potência ativa de 38,85 MW, quando trabalhando sob queda líquida de 12,5 mca e uma vazão aproximada de 350 m³/s com abertura plena do distribuidor.

A rotação nominal é de 94,7 rpm, correspondente à rotação síncrona de um gerador com 76 pólos. A rotação específica, neste caso, de 923 (kW-m, rpm), corresponde a um coeficiente característico do estado da arte "K" de 2.950, valor este compatível com o atual estágio de desenvolvimento tecnológico das turbinas hidráulicas Bulbo.

A fim de garantir um ótimo comportamento operacional, sem desgaste além dos limites previsíveis e admissíveis devido à cavitação, foram adotados valores seguros de calagem, compatíveis com máquinas similares em operação.

Deverão ser realizados estudos em modelo reduzido das turbinas, ocasião em que deverá ser cuidadosamente analisado o problema de cavitação no bordo de entrada e saída das pás do rotor, quando trabalhando dentro das faixas de quedas líquidas operacionais desde 9,00 m até 14,3 m.

Para os mancais, adotou-se, preliminarmente, uma linha de eixo suportada por dois mancais de apoio (guias), sendo um imediatamente a jusante do rotor do gerador, conjugado com um mancal de encosto (escora) duplo e outro imediatamente a montante do rotor da turbina, com passagem de cargas ao concreto através do pré-distribuidor.

O sistema de regulação foi previsto com um circuito de óleo sob pressão acionando 02 servomotores apoiados sobre pedestais, para acionamento do distribuidor.

O diâmetro do rotor determinado para esta fase de estudos é de 6,45 m, com peso estimado em 704 KN, valores compatíveis com o desenvolvimento atual das técnicas de fabricação.

Será previsto um sistema de monitoramento da turbina, dotado de autodiagnóstico, com a finalidade de otimizar a manutenção, evitando paradas não programadas, e permitir o acompanhamento "on line" das unidades, remotamente, em tempo real.

5.1.2 Especificação das Turbinas e Geradores

- Turbinas Hidráulicas

As características principais das turbinas hidráulicas, do tipo Bulbo, são:

número de turbinas	6
tipo	Axial tubular-Bulbo
potência nominal (MW)	39,6
queda líquida de projeto (mca)	11,4
vazão sob queda projeto (m ³ /s)	320
vazão máxima (m ³ /s)	350
queda líquida máxima (mca)	14,30
queda líquida mínima (mca)	9,00
rotação síncrona (rpm)	94,7
velocidade específica (kW-m,rpm)	923
diâmetro de saída do rotor (m)	6,45
cota da linha de centro do rotor (m)	73,00
altura de sucção da turbina (mca)	-8,80
peso do rotor (kN)	704
peso de cada turbina (kN)	3520
peso total do fornecimento (kN)	21.120

- Geradores Síncronos

Os geradores são do tipo síncrono, de eixo horizontal , encapsulado em Bulbo, com resfriamento por meio de radiadores ar/água. As principais características são:

potência nominal (MVA)	40,9
tensão nominal (kV)	13,8
fator de potência nominal	0,95 (indutivo)
freqüência nominal (Hz)	60
fases	3
ligação do enrolamento do rotor	estrela
rotação síncrona (rpm)	94,7
velocidade de disparo (rpm)	255
sentido de rotação	horário
elevação de temperatura dos enrolamentos acima da máxima temperatura ambiente (graus C)	80
classe de isolamento das bobinas do estator e rotor	F
sistema de excitação	estático
efeito de inércia, GD2 (t.m ²)	1.680
peso do rotor (kN)	840
diâmetro do rotor (m)	4,45
diâmetro do estator (m)	6,90

5.2 Turbinas e Geradores – Casa de Força Principal

A Casa de Força Principal se constitui de uma estrutura motorizada com 18 grupos turbina-gerador de eixo vertical, com turbinas do tipo Francis com potência máxima no eixo de 623,58 MW acionando geradores com potência ativa unitária de 611,11 MW, totalizando 11.000 MW de potência instalada. O arranjo concebido nesta usina é típico para grupos geradores síncronos com potência aparente nominal de 679 MVA.

A Casa de Força, do tipo abrigada, tem sua cobertura na cota 44,70 m para possibilitar que duas Pontes Rolante, sirvam a estrutura geral da Casa de Força e à Área de Montagem. O caminho de rolamento está na cota 29,50 m.

Cada um dos 18 blocos da Casa de Força tem 34,40 m de largura, perfazendo um total de 619,20 m, no sentido longitudinal. Adjacente ao bloco nº 1 desta estrutura vem a Área de Montagem, com extensão de 148,00 m, que deverá ser suficiente para a montagem prevista com uma defasagem entre as unidades geradoras, por um intervalo de 45 a 50 dias.

- Arranjo dos Equipamentos Eletromecânicos

O arranjo dos equipamentos eletromecânicos foi baseado em usinas projetadas, construídas e em operação com unidades geradoras acionadas por turbinas do tipo Francis. Para atendimento à movimentação de cargas e montagem dos equipamentos principais serão utilizadas duas Pontes Rolantes de capacidade 900t/50t (2 ganchos de 450 t/50 t), e os acessos verticais existentes por meio de poços de acesso com tampas.

Na elevação -2,00 m fica a galeria mecânica principal onde se encontram os acessos por escadas e estão localizados os equipamentos mecânicos diversos, como tanques e compressores do sistema de regulação, trocadores de calor, bombas, filtros auto-limpantes, reservatórios de ar comprimido de serviço, todos os sistemas auxiliares mecânicos e painéis elétricos locais.

Na elevação 5,50 m, fica a galeria elétrica principal, onde se encontram os acessos por meio de escadas e estão localizados os equipamentos elétricos principais diversos, como barramentos blindados, transformadores, cubículos e os painéis elétricos em geral, bem como as salas de comando local das unidades, salas de baterias e banheiros.

Na ponte de jusante, área externa (elevação 15,50 m), localizam-se os transformadores principais e auxiliares, o pórtico de jusante e a sala dos grupos diesel geradores de emergência.

Na Elevação 26,50 m está a galeria da Subestação blindada em SF6 de 525 kV ao longo da

Casa de Força, constituída por equipamentos blindados e isolados a SF₆, tais como: disjuntores, chaves seccionadoras, chaves de aterramento, transformadores de corrente, barramentos de conexão aos equipamentos, e outros. A galeria tem dimensão para acomodar equipamentos procedentes de fabricantes diversos e variados esquemas de manobra, com espaços disponíveis para montagem e desmontagem dos equipamentos.

Por meio de acesso pela Área de Montagem, chega-se na cota -10,00 m (extensão da galeria mecânica), onde se abriga os motores das bombas de esgotamento e drenagem, a estação de tratamento de água, a elevatória de esgotos, as bombas de incêndio, as oficinas e o almoxarifado. A sala dos ventiladores localiza-se na elevação -2,00 m.

5.2.1 Escolha do Tipo de Turbina

Neste estudo de otimização foram selecionadas, acompanhando a evolução dos estudos quanto à modulação mensal das descargas e partindo dos dados das simulações energéticas, turbinas hidráulicas centrífugas de eixo vertical do tipo Francis, em número de 18 (dezoito), com potência máxima unitária de 623,58 MW correspondendo a gerador com potência ativa de 611,10 MW, quando trabalhando sob queda líquida de 88 mca e uma vazão aproximada de 775 m³/s, com abertura plena do distribuidor. A vazão de projeto, onde a turbina tem seu rendimento máximo, é de 740 m³/s e o distribuidor deve ter uma abertura em torno de 85% do seu valor máximo.

A rotação nominal é de 85,7 rpm, correspondente à rotação síncrona de um gerador com 84 pólos. A rotação específica, neste caso, de 251 (kW-m, rpm), corresponde a um coeficiente característico do estado da arte "K" de 2.350, valor este compatível com o atual estágio de desenvolvimento tecnológico das turbinas hidráulicas Francis de grande porte.

A fim de garantir um ótimo comportamento operacional, sem desgaste além dos limites previsíveis e admissíveis devido cavitação, foram adotados valores seguros de calagem, compatíveis com máquinas similares em operação.

Deverão ser realizados estudos em modelo reduzido das turbinas, ocasião em que deverá ser cuidadosamente analisado o problema de cavitação das pás do rotor, quando trabalhando dentro das faixas de quedas líquidas operacionais desde 82,00 m até 91,00 m.

Para os mancais, adotou-se uma linha de eixo suportada por três mancais de guias, sendo um imediatamente acima do rotor do gerador, apoiado em cruzeta, um segundo mancal conjugado com um mancal de escora, de preferência descarregando os esforços sobre a

tampa da turbina e o terceiro mancal guia imediatamente acima do rotor da turbina.

O sistema de regulação foi previsto por meio de um sistema amplificador de potência com um circuito de óleo sob pressão, com tanques de pressão de óleo, para acionamento de 02 servomotores apoiados sobre a parede circular do poço da turbina e para acionamento do distribuidor da turbina.

O diâmetro do rotor determinado nesta fase de estudos de otimização é de 8,90 m, com peso estimado em 2.850 kN, valores compatíveis com o desenvolvimento atual das técnicas de fabricação.

Será previsto um sistema de monitoramento da turbina, dotado de autodiagnóstico, com a finalidade de otimizar a manutenção, evitando paradas não programadas, e permitir o acompanhamento "on line" das unidades, remotamente em tempo real.

5.2.2 Especificação das Turbinas e Geradores

- Turbinas Hidráulicas

As características principais das turbinas hidráulicas, do tipo Francis, são:

número de turbinas	18
tipo	Francis
potência nominal (MW)	623,58
queda líquida de projeto (mca)	88,00
vazão sob queda projeto (m ³ /s)	740
vazão máxima (m ³ /s)	775
queda líquida máxima (mca)	92,00
queda líquida mínima (mca)	82,00
rotação síncrona (rpm)	85,7
velocidade específica (kW-m,rpm)	251
diâmetro de saída do rotor (m)	8,90
cota da linha de centro do rotor (m)	-3,00
altura de sucção da turbina (mca)	5,00
peso do rotor (kN)	2.850
peso total de uma turbina (kN)	23.100

- Geradores Síncronos

Os geradores são do tipo síncrono, de eixo vertical, com resfriamento por meio de radiadores ar/água. As principais características são:

potência nominal (MVA)	679
tensão nominal (kV)	13,8
fator de potência nominal	0,90 (indutivo)
freqüência nominal (Hz)	60
fases	3
ligação do enrolamento do rotor	estrela
rotação síncrona (rpm)	85,7
velocidade de disparo (rpm)	158
sentido de rotação	horário
elevação de temperatura dos enrolamentos acima da máxima temperatura ambiente (graus C)	80
classe de isolamento das bobinas do estator e rotor	F
sistema de excitação	estático
efeito de inércia, GD^2 (t.m ²)	317.500
peso do rotor (kN)	15.100
diâmetro do rotor (m)	17,40
diâmetro do estator (m)	19,00

5.3 Equipamentos Hidromecânicos

5.3.1 Vertedouro – Sítio Pimental

- Comportas Segmento

Para controle das vazões durante as cheias, estão previstas 16 (dezessete) comportas segmento de superfície. Cada comporta é constituída, basicamente, por um paramento suportado por vigas horizontais e verticais, braços e mancais autolubrificantes. O acionamento é feito por dois cilindros hidráulicos, de simples efeito, alimentados por uma central hidráulica. As centrais hidráulicas estão abrigadas em salas localizadas nos pilares divisórios (cota 100,00 m) dos vãos 1/2, 3/4, 5/6, 7/8, 9/10, 11/12, 13/14 e 15/16. Cada sala terá uma central que comandará as comportas adjacentes. As operações de fechamento serão realizadas pela ação do peso próprio das comportas, sob quaisquer condições de vazão.

Pelo fato do nível mínimo de jusante estar acima da cota da soleira da comporta, deverá ser avaliada, no projeto básico, a necessidade de estudos em modelo reduzido, específicos para esse equipamento, bem como uma vedação especial para os munhões da comporta, para o caso de uma cheia decamilenar.

As características principais das comportas são:

Tipo	segmento de superfície
Acionamento	hidráulico
Quantidade	16
Vão livre (m)	20
Altura livre (m)	18,15
Raio do paramento (m)	21,00
Nível máximo normal de montante (m)	97,00
Cota da soleira (m)	79,52
Cota da ponte de serviço (m)	100,00
Peso estimado de uma comporta (kN)	2.000
Peso estimado do mecanismo de acionamento (kN)	120
Peso estimado de um jogo de peças fixas (kN)	260

- Comportas Ensecadeiras de Montante

Para garantir o ensecamento à montante das comportas segmento, estão previstos dois jogos de comportas ensecadeiras, permitindo a manutenção simultânea de dois vãos. As comportas ensecadeiras deslizam em ranhuras verticais localizadas a montante das comportas do Vertedouro.

Cada comporta é composta de 7 painéis que trabalham apoiados um sobre o outro. Os painéis são constituídos de chapa de paramento a jusante, reforçada por vigas horizontais e verticais. O contato com as guias de deslizamento é feito por barras de bronze e a vedação localiza-se a jusante.

As comportas ensecadeiras operam somente em condições de equilíbrio de pressões e são manuseadas pelo pórtico rolante do Vertedouro, com auxílio de uma viga pescadora. A armazenagem dos painéis será feita nas próprias ranhuras por meio de dispositivos de calagem.

As características técnicas principais das comportas ensecadeiras de montante são:

Tipo	ensecadeira
Quantidade	2
Nº de painéis por comporta	7
Número de jogos de peças fixas	16
Vão livre (m)	20
Altura total (m)	18,70
Cota da soleira (m)	79,12
Cota da ponte de serviço (m)	100,00
Nível d'água máximo normal de montante (m)	97,00
Peso estimado de cada painel (kN)	350
Peso estimado de cada conjunto de peças fixas (kN)	147
Peso estimado da viga pescadora (kN)	55

- Comportas Ensecadeiras de Jusante

Para garantir o ensecamento à jusante das comportas do Vertedouro na região da soleira, estão previstos 02 (dois) jogos de comportas ensecadeiras, permitindo a manutenção de dois vãos simultaneamente.

Cada comporta é composta de 4 painéis, constituídos de chapa de paramento a montante, reforçada por vigas horizontais e verticais.

As comportas ensecadeiras operam somente em condições de equilíbrio de pressões e são manuseadas pelo pórtico rolante de jusante do Vertedouro, através de uma viga pescadora.

A armazenagem dos painéis é feita nas próprias ranhuras, por meio de dispositivos de calagem.

As características técnicas principais das comportas ensecadeiras de jusante são:

Tipo	ensecadeira
Quantidade	2
N ^o de painéis por comporta	4
Número de jogos de peças fixas	16
Vão livre (m)	20
Altura total (m)	11,60
Cota da soleira (m)	70,83
Cota da ponte de serviço (m)	96,55
Nível d'água máximo de jusante para projeto da comporta (m)	82,00
Peso estimado de cada painel (kN)	310
Peso estimado de cada conjunto de peças fixas (kN)	80
Peso estimado da viga pescadora (kN)	55

5.3.2 Vertedouro – Sítio Bela Vista

- Comportas Segmento

Serão instaladas 4 (quatro) comportas segmento no Vertedouro Complementar, para controle de vazão e níveis do reservatório. Cada comporta será constituída basicamente por uma chapa de paramento suportada por vigas horizontais e verticais, braços e mancais autolubrificantes. O acionamento será feito por dois cilindros hidráulicos de simples efeito, alimentados por uma central hidráulica. As centrais hidráulicas estão abrigadas em salas localizadas nos pilares divisórios, na cota 99,00 m. Cada sala terá uma central que comandará as comportas adjacentes. As operações de fechamento serão realizadas pela

ação do peso próprio das comportas, sob quaisquer condições de vazão.

As características principais das comportas segmento são:

Tipo	segmento de superfície
Acionamento	hidráulico
Quantidade	4
Vão livre (m)	20
Altura livre (m)	22,2
Raio (m)	19,50
Nível máximo normal de montante (m)	97,00
Cota da soleira (m)	75,44
Cota do piso de operação (m)	99,00
Peso estimado de uma comporta (kN)	2.550
Peso estimado do mecanismo de acionamento (kN)	120
Peso estimado de um jogo de peças fixas (kN)	290

- Comportas Ensecadeiras

Para permitir a realização dos serviços de manutenção das comportas segmento a seco, os vãos do Vertedouro serão fechados por meio de uma comporta ensecadeira colocada a montante, composta de 8 (oito) painéis, cada um com altura aproximada de 2,7 m.

A manobra dos painéis das comportas ensecadeiras nas peças fixas de montante dos vãos rebaixados será feita por um pórtico rolante colocado sobre a ponte do Vertedouro, na cota 99,0 m.

Todas as operações de colocação e retirada dos painéis das comportas serão feitas em condições de equilíbrio de pressões e com auxílio de uma viga pescadora.

As características principais da comportas ensecadeiras são:

Tipo	ensecadeira
Quantidade de comportas	1
Nº de painéis por comporta	8
Número de jogos de peças fixas	4
Vão livre (m)	20
Altura total (m)	21,40
Cota da soleira (m)	76,00
Cota do piso de operação	99,00
Nível d'água máximo normal de montante (m)	97,00
Peso estimado de cada painel (kN)	370
Peso estimado de cada conjunto de peças fixas (kN)	180
Peso estimado da viga pescadora (kN)	55

5.3.3 Tomada d'Água/Casa de Força – Complementar

- Grades de Proteção da Tomada d'Água

A entrada da Tomada d'Água será dotada de grades de proteção removíveis, montadas sobre guias fixadas à face inclinada da barragem. Em cada tomada serão instalados 2 conjuntos de grades, cada um protegendo uma passagem com 6,7 m de vão e altura de 21,0 m. Cada conjunto de grades será composto de 7 painéis, sendo 6 intercambiáveis e um superior, com altura de 3,0 m.

As grades protegerão a Tomada d'Água contra a entrada de detritos que possam danificar as turbinas. A remoção dos detritos acumulados nos painéis será feita por meio de máquinas limpa-grades. A colocação e retirada dos painéis das grades serão feitas por meio de um gancho auxiliar do pórtico rolante da Tomada d'Água/Casa de Força, com auxílio de viga pescadora. Essas operações serão sempre efetuadas com água parada.

As características principais das grades são:

Tipo	removível
Nº de Tomadas d'Água	6
Nº de vãos por Tomada d'Água	2
Nº de painéis por vão	7
Nº de painéis por Tomada d'Água	14
Nº total de painéis de grades	84
Nº total de jogos de peças fixas	12
Inclinação do paramento	0,2H:1V
Vão livre	6,7
Altura livre na vertical (m)	21,0
Cota do piso de operação (m)	100,00
Cota da soleira (m)	66,60
Espaçamento entre barras verticais (mm)	150
Peso estimado de cada painel (kN)	40
Peso total estimado dos painéis de grades para uma tomada (kN)	560
Peso de um conjunto de peças fixas para uma tomada (kN)	30
Peso estimado da viga pescadora (kN)	25

- Máquinas Limpa-Grades

Uma máquina limpa-grades será responsável pela remoção dos detritos acumulados na frente das grades de proteção da Tomada d'Água, como toras de madeira, aguapés e outros. Seu modo de operação pode ser automático, para um ciclo de limpeza completo dos painéis, ou sob comando direto do operador da máquina.

Os detritos recolhidos pela máquina limpa-grades serão depositados em uma vagoneta basculante, que os transportará e descarregará em local previsto para esse fim. As operações de limpeza dos painéis de grade serão realizadas por um rastelo que se movimentará sobre o paramento e sobre as grades, suspenso por um guincho instalado na parte superior da máquina.

A máquina limpa-grades será instalada sobre trilhos na elevação 100,0 m, sendo o trilho de jusante comum ao pórtico rolante da Tomada d'Água/Casa de Força. A alimentação elétrica é feita através de um sistema de barramento rígido, constituído por quatro barras de perfil de aço com cabeça de cobre, instalado ao longo da Tomada d'Água e comum também ao pórtico rolante da Tomada d'Água/Casa de Força.

As características técnicas principais das máquinas limpa-grades são:

Tipo	Ciclo automático
Quantidade	1
Capacidade volumétrica do rastelo (m ³)	1,0
Capacidade nominal do guincho pesca-toras (kN)	20
Distância entre as linhas de centro dos trilhos (m)	4,0
Capacidade volumétrica da vagoneta (m ³)	6,0
Curso do rastelo no plano do paramento (m)	33,4
Curso do guincho pesca-toras (m)	15,0
Extensão do caminho de rolamento (m)	120
Cota de instalação dos trilhos (m)	100,0
Peso estimado da máquina limpa-grades (kN)	260
Peso estimado do caminho de rolamento, somente trilho de montante (kN)	65

- Comporta Ensecadeira da Tomada d'Água

Para permitir o esvaziamento do circuito hidráulico para realização dos serviços de manutenção das unidades geradores a seco, cada entrada da Tomada d'Água será fechada por meio de uma comporta ensecadeira, composta de 4 painéis, sendo 3 intercambiáveis e um superior, este dotado de válvulas by-pass.

O enchimento do circuito hidráulico de geração, para equalização da pressão, será realizado através das válvulas “by pass” instaladas no elemento superior e acionadas pela ação do peso da viga pescadora. A armazenagem dos painéis da comporta ensecadeira será feita nas próprias ranhuras, através de dispositivos de calagem.

Os painéis da comporta serão movimentados pelo pórtico rolante da Tomada d'Água/Casa de Força, com auxílio de uma viga pescadora, sempre em condições de equilíbrio de pressões.

Está prevista a aquisição de uma comporta completa, para permitir o fechamento de uma unidade geradora de cada vez.

As características principais da comporta ensecadeira são:

Tipo	ensecadeira
Quantidade de comportas	1
Nº de painéis por comporta	4
Número de jogos de peças fixas	6
Vão livre (m)	9,8
Altura total a vedar (m)	13,0
Cota da soleira (m)	66,70
Cota do piso de operação (m)	100,00
Nível d'água máximo normal de montante (m)	97,00
Peso estimado de cada painel (kN)	230
Peso estimado de cada conjunto de peças fixas (kN)	170
Peso estimado da viga pescadora (kN)	45

- Comportas Vagão de Emergência do Tubo de Sucção

Cada uma das 6 unidades geradoras será protegida por uma comporta do tipo vagão, com vedação dupla a montante, para fechamento de emergência da Tomada d'Água, sob quaisquer condições de nível e vazão. As comportas serão constituídas por painéis sobrepostos e unidos entre si por ligações parafusadas, sendo os painéis constituídos por chapa de paramento a jusante, reforçada por vigas verticais e horizontais.

As comportas terão vedações nos dois sentidos. Logo após o fechamento completo da comporta em emergência, as vedações deverão impedir o fluxo de água na direção montante-jusante, e a comporta ficará submetida à pressão correspondente à diferença entre os níveis de água de montante (reservatório) e do canal de fuga. No caso de esvaziamento do circuito hidráulico para inspeção e/ou manutenção das unidades geradoras, as vedações deverão impedir que a água do canal de fuga penetre no circuito hidráulico, e a comporta ficará submetida à pressão correspondente ao nível máximo do canal de fuga.

Na cota 90,0 m serão construídas as salas para instalação das centrais hidráulicas de acionamento das comportas, uma para cada dois blocos. Cada comporta é manobrada por um cilindro hidráulico de simples efeito, comandado por uma central óleo-hidráulica.

Cada central óleo-hidráulica pode, por sua vez, comandar qualquer um dos cilindros hidráulicos de acionamento das comportas adjacentes a cada sala. O fechamento é feito somente sob a ação do peso da comporta, sob quaisquer condições de nível d'água e vazão. O enchimento do circuito hidráulico é feito por "cracking" da comporta. Os cilindros terão suas bases instaladas na cota 90,0 m e ficarão parcialmente expostos acima do piso de operação. Uma tampa estanque será instalada na cota 90,0 m.

A manutenção das comportas vagão de emergência será feita com auxílio do pórtico rolante de jusante.

As características principais das comportas vagão de emergência são:

Tipo	vagão, com vedações duplas a montante
Quantidade de comportas	6
Quantidade de jogos de peças fixas	6
Vão livre (m)	10,6
Altura livre (m)	10,6
Nível d'água máximo normal de montante - reservatório (m)	97,00
Nível d'água máximo operacional de jusante – canal de fuga (m)	86,80
Nível d'água mínimo operacional de jusante – canal de fuga (m)	81,80
Cota da soleira (m)	67,70
Cota do piso das centrais óleo-hidráulicas (m)	90,00
Cota do piso de apoio dos cilindros (m)	90,00
Cota do piso de operação (m)	96,55
Peso de uma comporta completa (kN)	800
Peso de um jogo de peças fixas (kN)	250

5.3.4 Tomada d'Água/Casa de Força – Principal

- Grades de Proteção da Tomada d'Água

A entrada da Tomada d'Água será dotada de grades de proteção removíveis montadas sobre guias fixadas à face inclinada da barragem. Em cada tomada serão instalados 3 conjuntos de grades, cada um protegendo uma passagem com 7,35 m de vão e altura de 30,00 m. Cada conjunto de grades será composto de 10 painéis, sendo 9 intercambiáveis e um superior, com altura aproximada de 3,0 m.

As grades protegerão a Tomada d'Água contra a entrada de detritos que possam danificar as turbinas. A remoção dos detritos acumulados nos painéis será feita por meio de máquinas limpa-grades. A colocação e retirada dos painéis das grades serão feitas por meio de um gancho auxiliar do pórtico rolante da Tomada d'Água, com auxílio de viga pescadora. Essas operações serão sempre efetuadas com água parada.

As características principais das grades são:

Tipo	removível
Nº de Tomadas d'Água	18
Nº de vãos por Tomada d'Água	3
Nº de painéis por vão	10
Nº de painéis por Tomada d'Água	30
Nº total de painéis de grades	540
Nº total de jogos de peças fixas	54
Inclinação do paramento	0,2H:1V
Vão livre	7,35
Altura livre na vertical (m)	30
Cota do piso de operação (m)	99,00
Cota da soleira (m)	55,50
Espaçamento entre barras verticais (mm)	150
Peso estimado de cada painel (kN)	45
Peso total estimado dos painéis de grades para uma tomada (kN)	1.340
Peso de um conjunto de peças fixas para uma tomada (kN)	70
Peso estimado da viga pescadora (kN)	35

- Máquinas Limpa-Grades

Duas máquinas limpa-grades serão responsáveis pela remoção dos detritos acumulados na frente das grades de proteção da Tomada d'Água, como toras de madeira, aguapés e outros detritos. Seu modo de operação pode ser automático, para um ciclo de limpeza completo dos painéis, ou sob comando direto do operador da máquina.

Os detritos recolhidos pelas máquinas limpa-grades serão depositados em uma vagoneta basculante, que os transportará e descarregará em local previsto para esse fim. As operações de limpeza dos painéis de grade serão realizadas por um rastelo que se movimentará sobre o paramento e sobre as grades, suspenso por um guincho instalado na parte superior da máquina.

As máquinas limpa-grades serão montadas sobre trilhos na elevação 99,0 m, sendo o trilho de montante comum ao pórtico rolante da Tomada d'Água. A alimentação elétrica será feita através de um sistema de barramento rígido, constituído por quatro barras de perfil de aço com cabeça de cobre, instalado ao longo da Tomada d'Água e comum também ao pórtico rolante da Tomada d'Água.

As características técnicas principais das máquinas limpa-grades são:

Tipo	Ciclo automático
Quantidade	2
Capacidade volumétrica do rastelo (m ³)	1,0
Capacidade nominal do guincho pesca-toras (kN)	20
Distância entre as linhas de centro dos trilhos (m)	4,6
Capacidade volumétrica da vagoneta (m ³)	6,0
Curso do rastelo no plano do paramento (m)	43,0
Curso do guincho pesca-toras (m)	16,0
Extensão do caminho de rolamento (m)	678
Cota de instalação dos trilhos (m)	99,0
Peso estimado da máquina limpa-grades (kN)	260
Peso estimado do caminho de rolamento, somente trilhos de jusante (kN)	280

- Comportas Ensecadeiras da Tomada d'Água

Para permitir o esvaziamento do circuito hidráulico para realização dos serviços de manutenção da comporta vagão de emergência, dos condutos ou das unidades geradores a seco, cada entrada da Tomada d'Água será fechada por meio de uma comporta ensecadeira, composta de 4 painéis intercambiáveis e um superior, este dotado de válvulas by-pass.

O enchimento da câmara entre a comporta de emergência e a comporta ensecadeira, para a equalização da pressão, é realizado através das válvulas "by pass" instaladas no elemento superior da comporta ensecadeira e acionadas pela ação do peso da viga pescadora. A armazenagem das comportas ensecadeiras será feita nas próprias ranhuras, por meio de dispositivos de calagem.

Os painéis das comportas serão movimentados pelo pórtico rolante da Tomada d'Água, com auxílio de uma viga pescadora, sempre em condições de equilíbrio de pressões.

Está prevista a aquisição de um total de 2 comportas completas, para permitir o fechamento simultâneo de 2 unidades geradoras.

As características principais das comportas ensecadeiras são:

Tipo	ensecadeira
Quantidade de comportas	2
Nº de painéis por comporta	5
Número de jogos de peças fixas	18
Vão livre (m)	12
Altura total a vedar(m)	19,2
Cota da soleira (m)	58,00
Cota do piso de operação (m)	99,00
Nível d'água máximo normal de montante (m)	96,00
Peso estimado de cada painel (kN)	340
Peso estimado de cada conjunto de peças fixas (kN)	170
Peso estimado da viga pescadora (kN)	45

- Comportas Vagão de Emergência da Tomada d'Água

Cada uma das 18 unidades geradoras será protegida por uma comporta do tipo vagão, com vedações a jusante, para fechamento de emergência da Tomada d'Água, sob quaisquer condições de nível e vazão. As comportas serão constituídas por painéis sobrepostos e unidos entre si por ligações parafusadas, sendo os painéis constituídos por chapa de paramento a jusante, reforçada por vigas verticais e horizontais. Estas descarregam os esforços sobre as vigas de cabeceira, onde se localizam as rodas que transmitem o esforço hidráulico da comporta para as peças fixas metálicas embutidas na estrutura de concreto.

Na cota 93,0 m serão construídas as salas para instalação das centrais hidráulicas de acionamento das comportas, uma para cada dois blocos, e quatro salas previstas para a instalação de equipamentos elétricos. Cada comporta será manobrada por um cilindro hidráulico de simples efeito, comandado por uma central óleo-hidráulica localizada numa sala entre as unidades. Cada central óleo-hidráulica pode, por sua vez, comandar qualquer um dos cilindros hidráulicos de acionamento das comportas adjacentes a cada sala. O fechamento é feito somente sob a ação do peso da comporta, sob quaisquer condições de nível d'água e vazão. O enchimento do conduto forçado é feito por "cracking" da comporta. Os cilindros terão suas bases instaladas na cota 93,0 m e ficarão parcialmente expostos fora do poço da comporta.

A manutenção das comportas vagão de emergência será feita com auxílio do pórtico rolante da Tomada d'Água.

As características principais das comportas vagão de emergência são:

Tipo	vagão, com vedações a jusante
Quantidade	18
Quantidade de jogos de peças fixas	18
Vão livre (m)	12,0
Altura livre (m)	17,0
Nível d'água máximo normal do reservatório (m)	96,00
Cota da soleira (m)	57,20
Cota do piso das centrais óleo-hidráulicas (m)	93,00
Cota do piso de apoio dos cilindros (m)	93,00
Cota do piso de operação (m)	99,00
Peso de uma comporta completa (kN)	2.160
Peso de um jogo de peças fixas (kN)	430

- Condutos Forçados

Os 18 condutos forçados que alimentam as turbinas hidráulicas têm, no seu trecho inicial, uma inclinação aproximada de 34° em relação à horizontal. No seu segundo trecho, após a curva superior, essa inclinação passa a ser de 45°. Na transição entre esses dois trechos, assim como na ligação com a respectiva caixa espiral, os condutos são curvos, com um raio de 34,5 m.

O diâmetro interno previsto para os condutos é de 11,5 m, que na curva final se reduz gradualmente até a junção com a caixa espiral, onde atinge o diâmetro de 10,2 m.

Os condutos forçados serão fabricados de chapas de aço calandradas e soldadas, e apresentam um comprimento total unitário aproximado de 112,0 m. A curva de transição entre o primeiro e o segundo trechos retos está apoiada sobre um bloco de concreto. A montante e a jusante desse bloco estão previstas a instalação de duas juntas de expansão, uma em cada trecho, permitindo a absorção de deslocamentos longitudinais, causados por expansão ou contração térmica, e de pequenas deflexões transversais, devidas aos esforços dinâmicos na curva citada.

Os condutos estão dimensionados para resistir à pressão interna máxima, incluindo a sobrepressão máxima estimada de 30%, considerando-se um tempo de fechamento, a ser confirmado no Projeto Básico, de 7 a 8 segundos.

As características técnicas principais dos condutos forçados são:

Tipo	exposto, autoportante
Quantidade	18
Diâmetro interno (m)	11,5/10,2
Comprimento total unitário aproximado (m)	112
Raio das curvas superior e inferior (m)	34,5
Ângulo aproximado de deflexão da curva superior	34°
Ângulo aproximado de deflexão da curva inferior	45°
Peso estimado de um conduto (kN)	3.300

- Comportas Ensecadeiras do Tubo de Sucção

Para garantir o ensecamento dos tubos de sucção está previsto o fornecimento de quatro comportas ensecadeiras, que permitirão a manutenção simultânea de duas unidades geradoras.

As comportas ensecadeiras deslizam em ranhuras verticais localizadas na saída dos tubos de sucção, que abrigam peças fixas metálicas embutidas no concreto, projetadas para receber os esforços das vigas cabeceiras da comporta e transmiti-los à estrutura de concreto.

Cada comporta ensecadeira é composta por 3 painéis, dois intercambiáveis e um superior dotado de válvulas by-pass, que trabalharão apoiados um sobre o outro. Os painéis são constituídos por uma chapa de paramento reforçada por vigas horizontais e verticais.

As comportas ensecadeiras são movimentadas somente em equilíbrio de pressões por meio do pórtilho rolante do tubo de sucção, com auxílio de uma viga pescadora. O enchimento dos tubos de sucção para a equalização de pressão é realizado através das válvulas "by pass" do painel superior, acionadas pela ação do peso próprio da viga pescadora. A armazenagem dos painéis das comportas ensecadeiras é feita nas próprias ranhuras, através de dispositivos de calagem.

As características técnicas principais das comportas ensecadeiras são:

Tipo	ensecadeira
Quantidade total de comportas	4
Nº de painéis por comporta	3
Número de jogos de peças fixas	36
Vão livre (m)	13,0
Altura total a vedar(m)	10,8
Cota da soleira (m)	-22,30
Cota do piso de operação (m)	15,50
Nível d'água máximo de jusante (m)	12,10
Peso estimado de cada painel (kN)	420
Peso estimado de cada conjunto de peças fixas (kN)	225
Peso estimado da viga pescadora (kN)	45

5.4 Equipamentos de Levantamento de Carga

5.4.1 Vertedouro – Sítio Pimental

- Pórtico Rolante de Montante do Vertedouro Principal

Para instalação, retirada e estocagem dos painéis da comporta ensecadeira de montante do Vertedouro, foi previsto um pórtico rolante operando em toda a extensão da estrutura, com capacidade nominal de 550 kN, ao qual se acopla uma viga pescadora para manuseio dos painéis.

Os trilhos de rolamento estão instalados na elevação 100,00 m. A alimentação elétrica do pórtico rolante é feita através de um sistema de barramento rígido constituído de quatro perfis de cobre.

As características principais do pórtico rolante são:

Quantidade	1
Capacidade nominal (kN)	550
Distância entre linhas de centro dos trilhos (m)	4,0
Altura de içamento em relação ao topo dos trilhos (m)	6,0
Curso vertical total do gancho (m)	24,0
Cota de instalação dos trilhos (m)	100,0
Extensão do caminho de rolamento (m)	430
Peso estimado (kN)	500
Peso estimado dos trilhos, peças fixas e barramentos elétricos (kN)	470

- Pórtico Rolante de Jusante do Vertedouro Principal

Para instalação, retirada e estocagem dos painéis da comporta ensecadeira de jusante do Vertedouro, foi previsto um pórtico rolante operando em toda a extensão da ponte de serviço de jusante do Vertedouro, com capacidade nominal de 550 kN, ao qual se acopla uma viga pescadora para manuseio dos painéis.

Os trilhos de rolamento estão instalados na ponte de serviço de jusante, na elevação 96,55 m. A alimentação elétrica do pórtico rolante é feita através de um sistema de barramento rígido constituído de quatro perfis de cobre.

As características principais do pórtico rolante são:

Quantidade	1
Capacidade nominal (kN)	550
Distância entre linhas de centro dos trilhos (m)	4,0
Altura de içamento em relação ao topo dos trilhos (m)	6,0
Curso vertical total do gancho (m)	30,0
Cota de instalação dos trilhos (m)	96,65
Extensão do caminho de rolamento (m)	430
Peso estimado (kN)	580
Peso estimado dos trilhos, peças fixas e barramentos elétricos (kN)	470

5.4.2 Vertedouro – Sítio Bela Vista

- Pórticos Rolantes

Para instalação, retirada e estocagem dos painéis da comporta ensecadeira, foi previsto um pórtico rolante operando em toda a extensão da estrutura, com capacidade nominal de 550 kN, ao qual se acopla uma viga pescadora para manuseio dos painéis.

Os trilhos de rolamento estão instalados na elevação 99,00 m. A alimentação elétrica do pórtico rolante é feita através de um sistema de barramento rígido constituído de quatro perfis de cobre.

As características principais do pórtico rolante são:

Quantidade	1
Capacidade nominal (kN)	550
Distância entre linhas de centro dos trilhos (m)	7,1
Altura de içamento em relação ao topo dos trilhos (m)	6,0
Curso vertical total do gancho (m)	24,0
Cota de instalação dos trilhos (m)	99,0
Extensão do caminho de rolamento (m)	125
Peso estimado (kN)	580
Peso estimado dos trilhos, peças fixas e barramentos elétricos (kN)	150

5.4.3 Tomada d'Água – Complementar

- Pórtico Rolante da Tomada d'Água/Casa de Força Complementar

Como a Casa de Força será do tipo semi-abrigada, foi previsto um pórtico rolante com capacidade nominal do gancho principal de 1.200 kN, para manuseio das grades, comporta ensecadeira da Tomada d'Água e unidades geradoras. Para instalação, retirada e estocagem dos painéis das grades e da comporta ensecadeira, será utilizado um guincho auxiliar com capacidade de 300 kN, ao qual serão acopladas as respectivas vigas pescadoras.

Os trilhos de rolamento do pórtico serão instalados na elevação 100,00 m. A alimentação elétrica do pórtico rolante será feita através de um sistema de barramento rígido constituído de quatro perfis de cobre.

As características principais do pórtico rolante são:

Quantidade	1
Capacidade nominal do gancho principal (kN)	1200
Capacidade nominal do gancho auxiliar (kN)	300
Distância entre linhas de centro dos trilhos do pórtico (m)	20,0
Altura de içamento em relação ao topo dos trilhos:	
- Gancho principal (m)	8,0
- Gancho auxiliar (m)	8,0
Curso vertical total dos ganchos:	
- Gancho principal (m)	35,0
- Gancho auxiliar (m)	0,0
Cota de instalação dos trilhos (m)	100,0
Extensão do caminho de rolamento (m)	120
Peso estimado (kN)	1.500
Peso estimado dos trilhos, peças fixas e barramentos elétricos (kN)	200

5.4.4 Tomada d'Água – Principal

- Pórtico Rolante da Tomada d'Água Principal

Foi previsto um pórtico rolante com capacidade nominal do gancho principal de 2.400 kN, para manuseio das grades, comportas ensecadeiras e comportas vagão de emergência da Tomada d'Água. Para instalação, retirada e estocagem dos painéis das grades será utilizado o guincho auxiliar com capacidade de 100 kN, ao qual se acopla a viga pescadora para manuseio dos painéis. Para permitir a montagem e a desmontagem da comporta vagão no poço, o gancho principal será capaz de içar uma comporta completamente montada. A altura máxima de içamento do gancho acima dos trilhos permitirá a remoção de um dos painéis componentes da comporta vagão de cada vez.

Os trilhos de rolamento do pórtico serão instalados na elevação 99,00 m. A alimentação elétrica do pórtico rolante é feita através de um sistema de barramento rígido constituído de quatro perfis de cobre.

As características principais do pórtico rolante são:

Quantidade	1
Capacidade nominal do gancho principal (kN)	2.400
Capacidade nominal do gancho auxiliar (kN)	100
Distância entre linhas de centro dos trilhos do pórtico (m)	9,0
Altura de içamento em relação ao topo dos trilhos:	
- Gancho principal (m)	8,0
- Gancho auxiliar (m)	8,0
Curso vertical total dos ganchos:	
- Gancho principal (m)	46,0
- Gancho auxiliar (m)	50,0
Cota de instalação dos trilhos (m)	99,0
Extensão do caminho de rolamento (m)	680
Peso estimado (kN)	1.900
Peso estimado dos trilhos, peças fixas e barramentos elétricos (kN)	120

5.4.5 Tubo de Sucção – Casa de Força Complementar

- Pórtico Rolante do Tubo de Sucção da Casa de Força Complementar

Para instalação, retirada e manutenção das comportas vagão de emergência, foi previsto um pórtico rolante operando em toda a extensão do Tubo de Sucção, com capacidade nominal de 2.200 kN. Para auxiliar a montagem e a desmontagem da comporta no poço, a capacidade do gancho permitirá içar uma comporta completamente montada. A altura

máxima de içamento do gancho acima dos trilhos permitirá a remoção de um dos painéis componentes da comporta de cada vez.

Os trilhos de rolamento estão instalados na elevação 96,55 m. A alimentação elétrica do pórtico rolante é feita através de um sistema de barramento rígido constituído de quatro perfis de cobre.

As características principais do pórtico rolante são:

Quantidade	1
Capacidade nominal (kN)	2.200
Distância entre linhas de centro dos trilhos (m)	4,0
Altura de içamento em relação ao topo dos trilhos (m)	6,0
Curso vertical total do gancho (m)	35,0
Cota de instalação dos trilhos (m)	96,55
Extensão do caminho de rolamento (m)	120
Peso estimado (kN)	1.800
Peso estimado dos trilhos, peças fixas e barramentos elétricos (kN)	200

5.4.6 Tubo de Sucção – Casa de Principal

- Pórtico Rolante do Tubo de Sucção da Casa de Força Principal

Para instalação, retirada e manutenção dos painéis das comportas ensecadeiras foi previsto um pórtico rolante operando em toda a extensão do Tubo de Sucção, com capacidade nominal de 500 kN, ao qual se acopla uma viga pescadora.

Os trilhos de rolamento estão instalados na elevação 15,50 m. A alimentação elétrica do pórtico rolante é feita através de um sistema de barramento rígido constituído de quatro perfis de cobre.

As características principais do pórtico rolante são:

Quantidade	1
Capacidade nominal (kN)	500
Distância entre linhas de centro dos trilhos (m)	4,0
Altura de içamento em relação ao topo dos trilhos (m)	7,0
Curso vertical total do gancho (m)	42,0
Cota de instalação dos trilhos (m)	15,50
Extensão do caminho de rolamento (m)	650
Peso estimado (kN)	500
Peso estimado dos trilhos, peças fixas e barramentos elétricos (kN)	710

5.4.7 Casa de Força Complementar

As operações de montagem, desmontagem e manutenção das unidades geradoras e acessórios serão efetuadas por meio do pórtico rolante da Tomada d'Água/Casa de Força, já que a estrutura da Casa de Força é semi-abrigada e não há necessidade de ponte rolante para esse fim específico.

5.4.8 Casa de Força Principal

- Pontes Rolantes Principais

Para atendimento da montagem e da manutenção dos equipamentos, a Casa de Força Principal será dotada de duas pontes rolantes, cada uma com dois guinchos principais de 4.500 kN e um guincho auxiliar de 500 kN.

As pontes são previstas com duas velocidades de translação, de maneira a possuir rapidez adequada para o traslado de cargas através dos guinchos auxiliares. Para o transporte do rotor do gerador as duas pontes trabalharão acopladas e sincronizadas, perfazendo uma capacidade de içamento de 9.000 kN. As vigas de apoio da pista de rolamento têm seu topo na cota 29,5 m.

No arranjo físico das pontes rolantes, os dois carros são montados em posições invertidas, de maneira que os guinchos auxiliares de 500 kN das duas pontes rolantes atinjam a maior área possível da Casa de Força.

A estrutura da ponte será constituída basicamente por duas vigas principais do tipo "walking girder" que, além de servirem de apoio para o caminho de rolamento dos carros dos guinchos, permitirão a instalação dos painéis de controle das pontes rolantes. Em suas extremidades, as vigas principais serão rigidamente interligadas por vigas de fechamento do quadro estrutural.

A energização das pontes rolantes é feita por meio de um sistema de barramentos rígidos, constituído por quatro barras construídas de perfis de aço com cabeça de cobre, instaladas ao longo da parede de jusante da Casa de Força. As pontes rolantes serão alimentadas em alta tensão, sendo a transformação para baixa tensão efetuada à entrada de seus respectivos circuitos elétricos.

O acesso de equipamentos aos diversos pisos e galerias se processa com auxílio das pontes rolantes da Casa de Força, através de aberturas localizadas nos blocos.

As características técnicas principais das pontes rolantes são:

Quantidade de pontes rolantes	2 (duas)
Quantidade de guinchos em cada ponte rolante:	
- Guincho principal	2 (dois)
- Guincho auxiliar	1 (um)
Capacidade nominal de levantamento:	
- Guincho principal (kN)	4.500
- Guincho auxiliar (kN)	500
- Duas pontes rolantes acopladas (kN)	18.000
Curso de levantamento:	
- Gancho principal (m)	35
- Gancho auxiliar (m)	55
Distância entre as linhas de centro dos trilhos (m)	28,5
Cota das vigas de apoios dos trilhos (m)	29,5
Extensão do caminho de rolamento (m)	812
Peso estimado de cada ponte rolante (kN)	4.800
Peso estimado dos trilhos, peças fixas e barramentos elétricos (kN)	1.300

- Pontes Rolantes da Galeria da Subestação em SF6

Na galeria da Subestação em SF6 está prevista a instalação de uma ponte rolante equipada com um único guincho de 100 kN, destinada à movimentação dos equipamentos da Subestação. Será constituída por um carro-guincho montado sobre duas vigas principais do tipo caixão. Em suas extremidades, as vigas principais serão unidas por vigas de cabeceira, onde se alojam as rodas de translação. A ponte rolante se desloca sobre trilhos instalados em vigas de concreto, na cota 38,0 m.

A alimentação elétrica da ponte rolante será feita através de um sistema de barramento rígido, constituído por quatro barras de perfis de aço com cabeça de cobre, instalados ao longo da galeria a jusante.

As características técnicas principais da ponte rolante são:

Quantidade	1 (uma)
Capacidade nominal de levantamento (kN)	100,0
Distância entre as linhas de centro dos trilhos (m)	13,0
Curso de levantamento (m)	11,0
Cota das vigas de apoios dos trilhos (m)	38,0
Extensão do caminho de rolamento (m)	650,0
Peso estimado da ponte rolante (kN)	180,0
Peso estimado dos trilhos, peças fixas e barramentos elétricos (kN)	670,0

6. ESTUDOS DE OTIMIZAÇÃO – AVALIAÇÃO DOS QUANTITATIVOS DAS OBRAS CIVIS

Foram levantados os quantitativos referentes aos materiais e serviços das obras civis contemplados na sugestão de otimização elaborada pela EPE, referente aos Estudos de Viabilidade do AHE Belo Monte, que foram apresentados pelo Desenvolvedor à Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL, considerando as otimizações procedidas no arranjo geral e nas estruturas que compõem o barramento, com destaque para os quantitativos dos canais de adução.

Os quantitativos obtidos pela EPE em seu estudo de otimização, referentes aos serviços principais das obras civis, comparados aos quantitativos propostos pelo Desenvolvedor, são apresentados no Quadro, a seguir:

Serviços principais	Un.	Desenvolvedor	EPE	Var. (%)
Escavação Comum	m ³	151.253.429	160.067.583	5,83
Escavação em Rocha	m ³	59.102.202	40.088.794	-32,17
Remoção de Ensecadeiras	m ³	4.709.600	3.175.000	-32,58
Limpeza e Tratamento de Fundação	m ²	5.587.951	5.137.769	-8,06
Concreto Estrutural sem Cimento	m ³	3.099.524	2.656.278	-14,30
Concreto Massa sem Cimento	m ³	1.178.188	1.061.184	-9,93
Cimento	t	852.252	753.722	-11,56
Armadura	t	180.394	143.197	-20,62
Aterro Compactado/Lançado	m ³	46.597.321	40.803.533	-12,43
Enrocamento	m ³	16.622.240	15.882.838	-4,45
Transições	m ³	853.427	496.816	-41,79
Filtros	m ³	822.263	1.619.591	96,97

Avaliação comparativa entre os quantitativos das obras civis principais

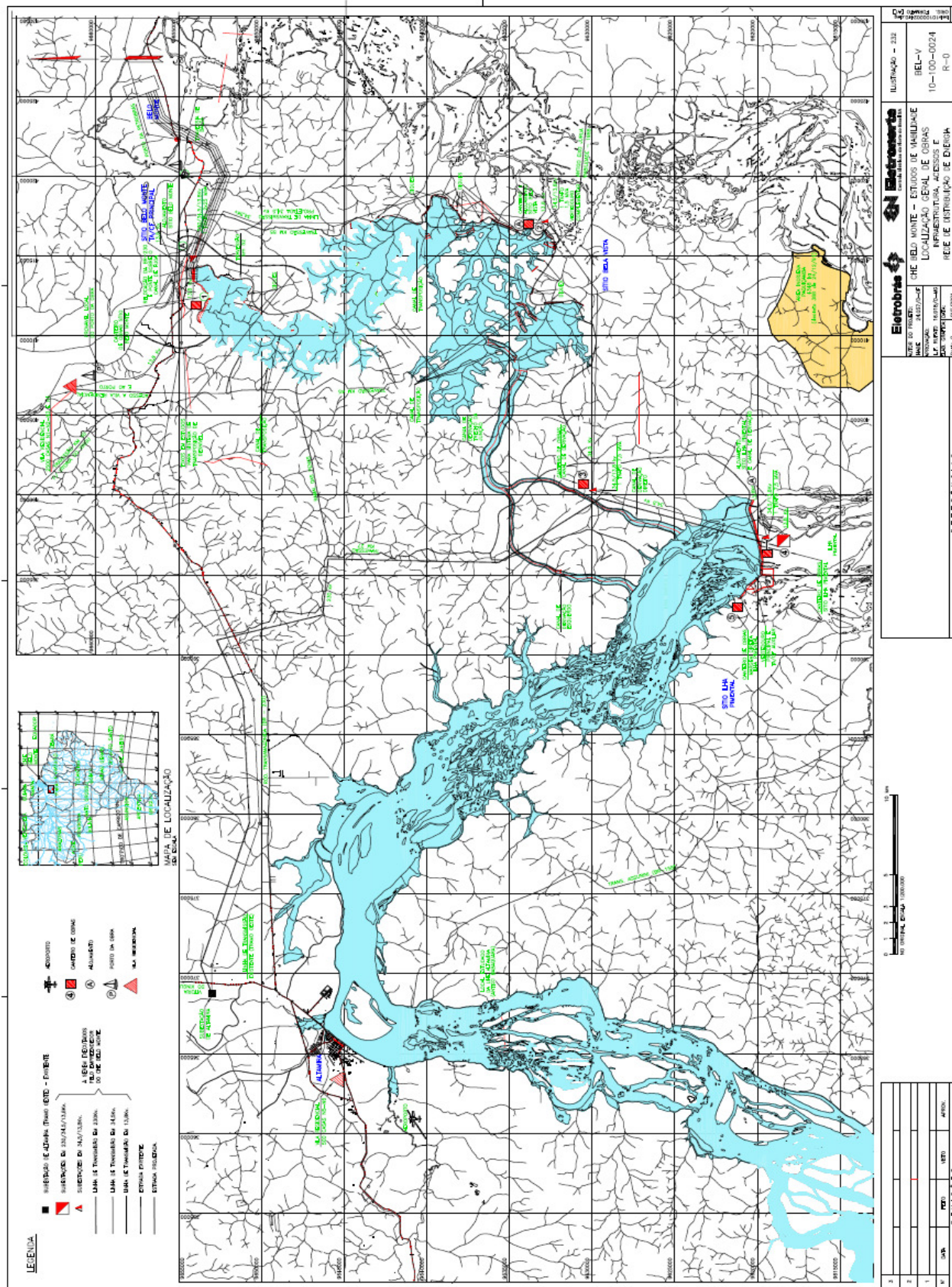
O volume a maior detectado na Conta Filtros do orçamento é decorrente da não consideração dos volumes de diversos Diques e Barragens, constantes do detalhamento dos estudos, porém, não computados no orçamento apresentado pelo Desenvolvedor.

As demais diferenças significativas foram originárias do presente estudo de otimização, feito pela EPE.

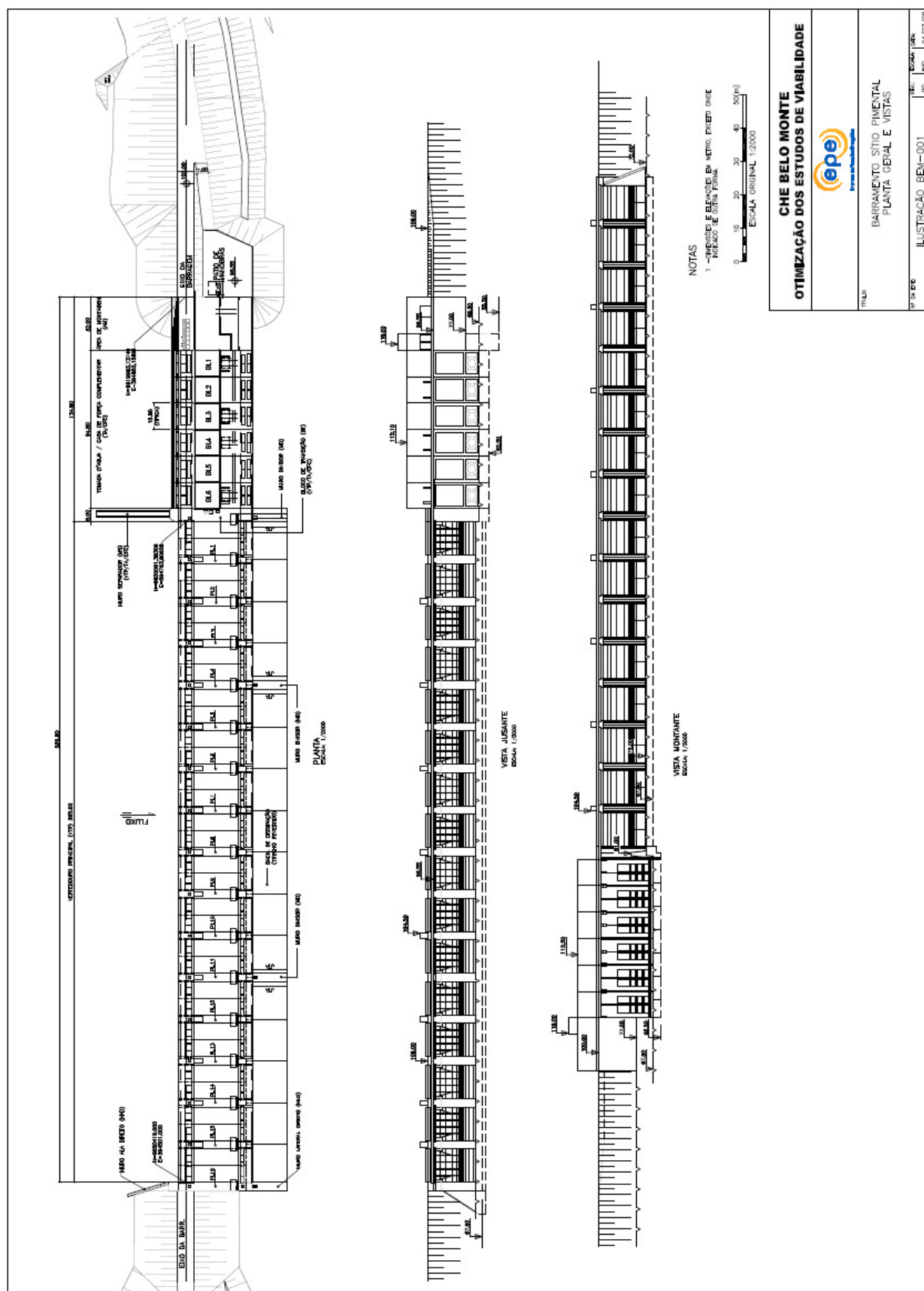
Como o AHE Belo Monte localiza-se na Amazônia Legal, bem como, é um dos empreendimentos constantes do Programa de Aceleração do Crescimento – PAC, a EPE considerou em seu orçamento os benefícios fiscais concedidos pelo Governo, possíveis de ser aplicados na implantação do empreendimento, pelo fato do mesmo se enquadrar nas condicionantes estabelecidas.

7. ANEXOS

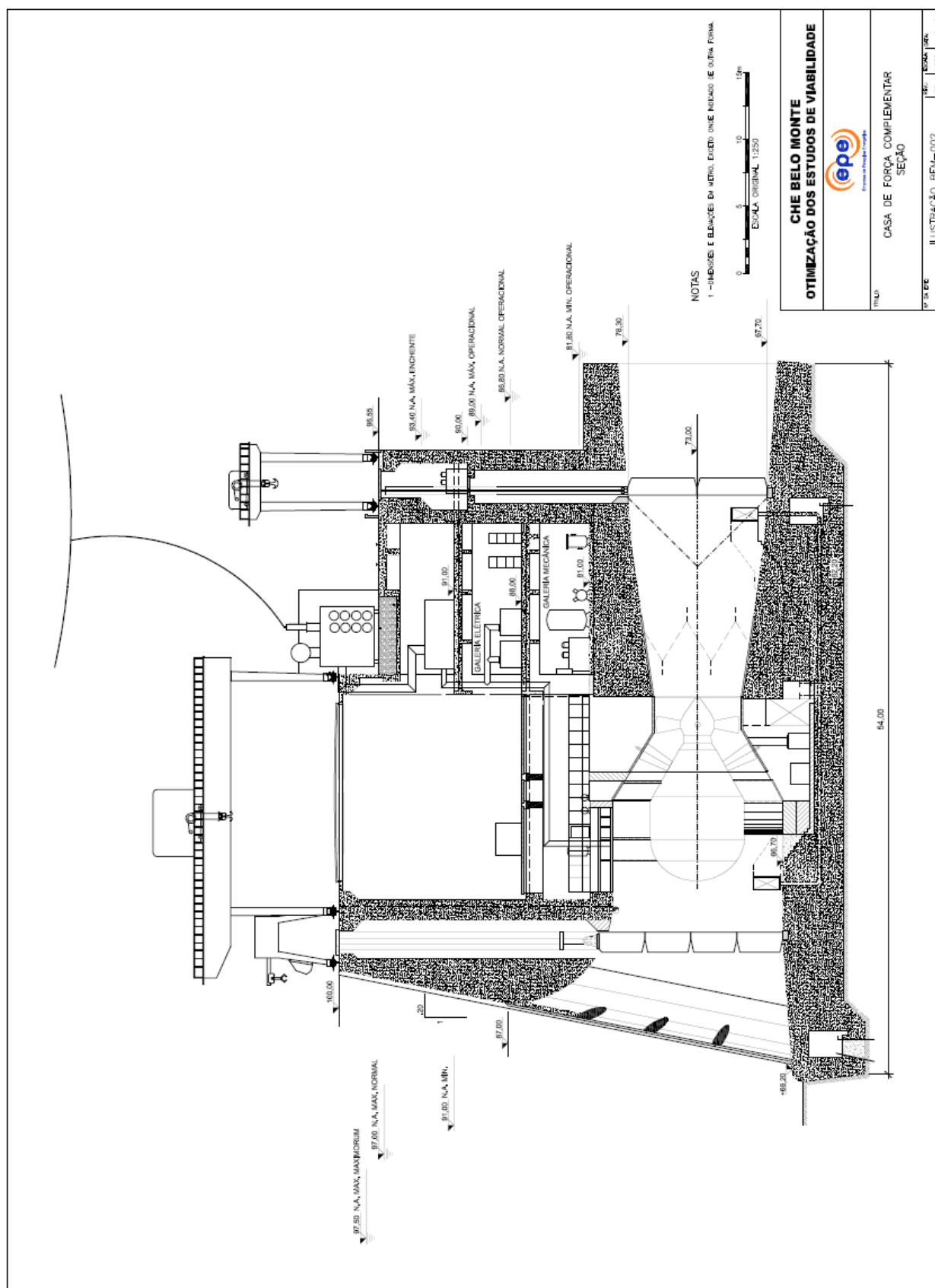
8.1 Arranjo Geral



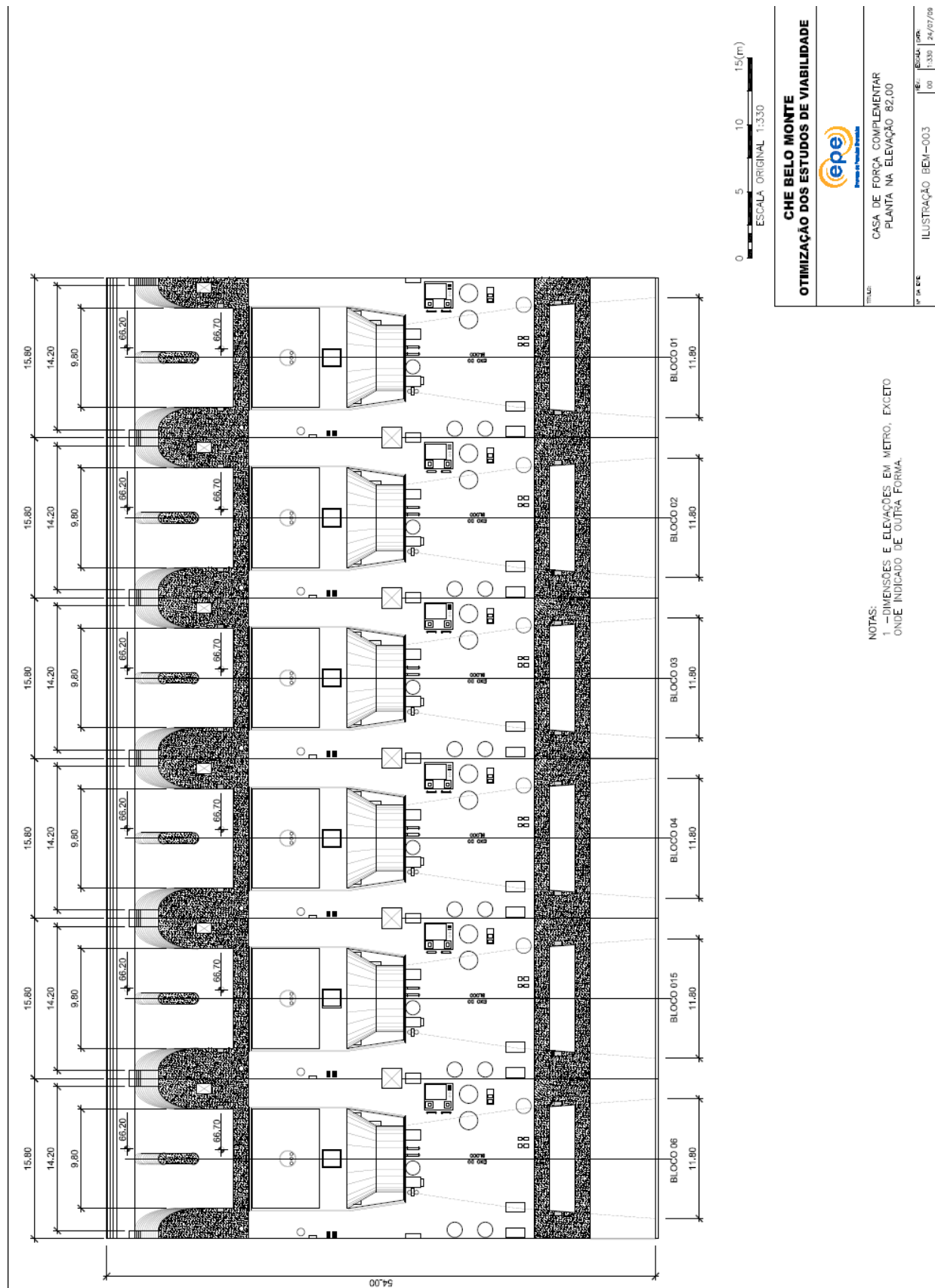
8.2 Barramento do sítio Pimental – Planta e Vistas



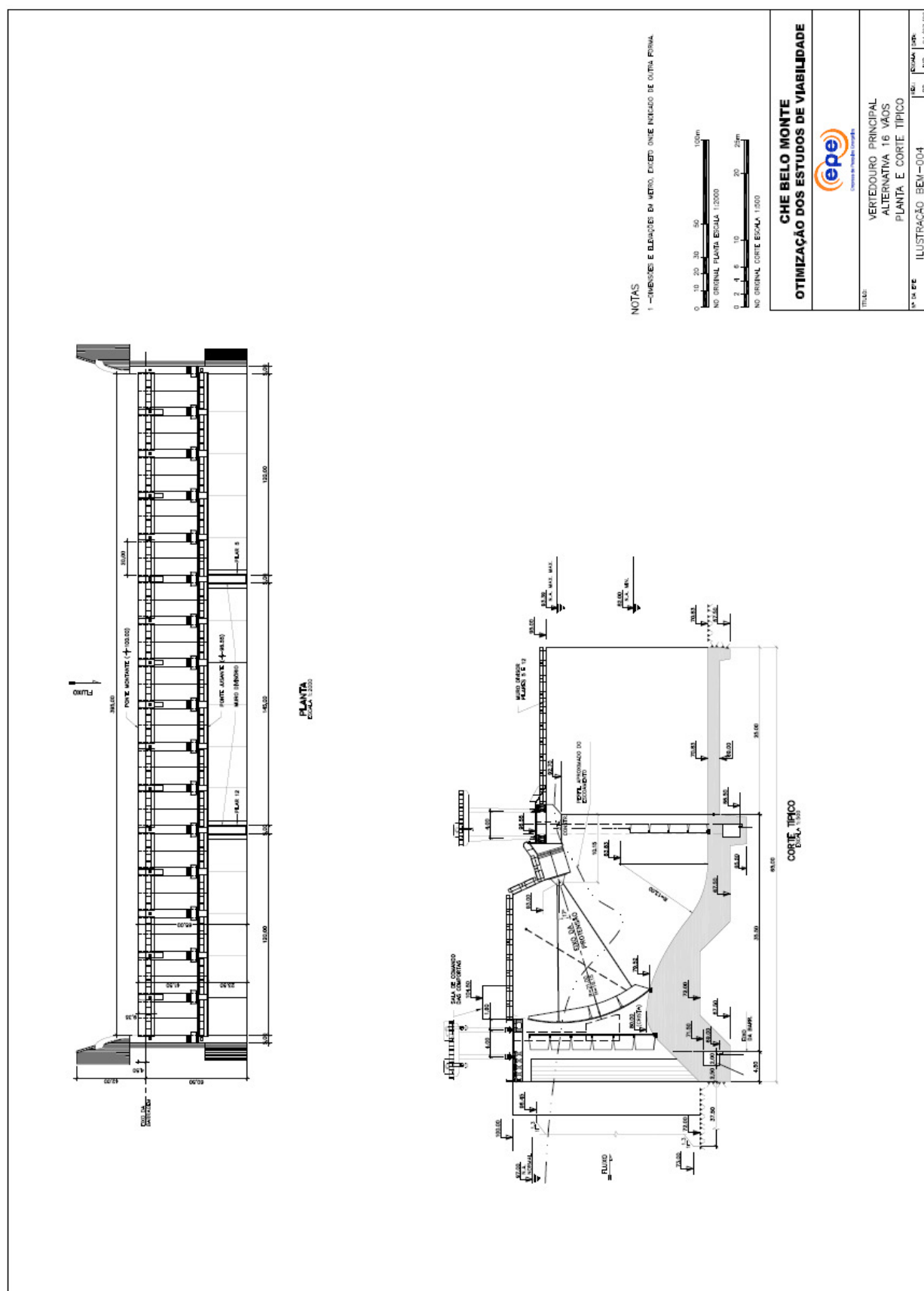
8.3 Tomada d'Água/Casa de Força Complementar – Seção



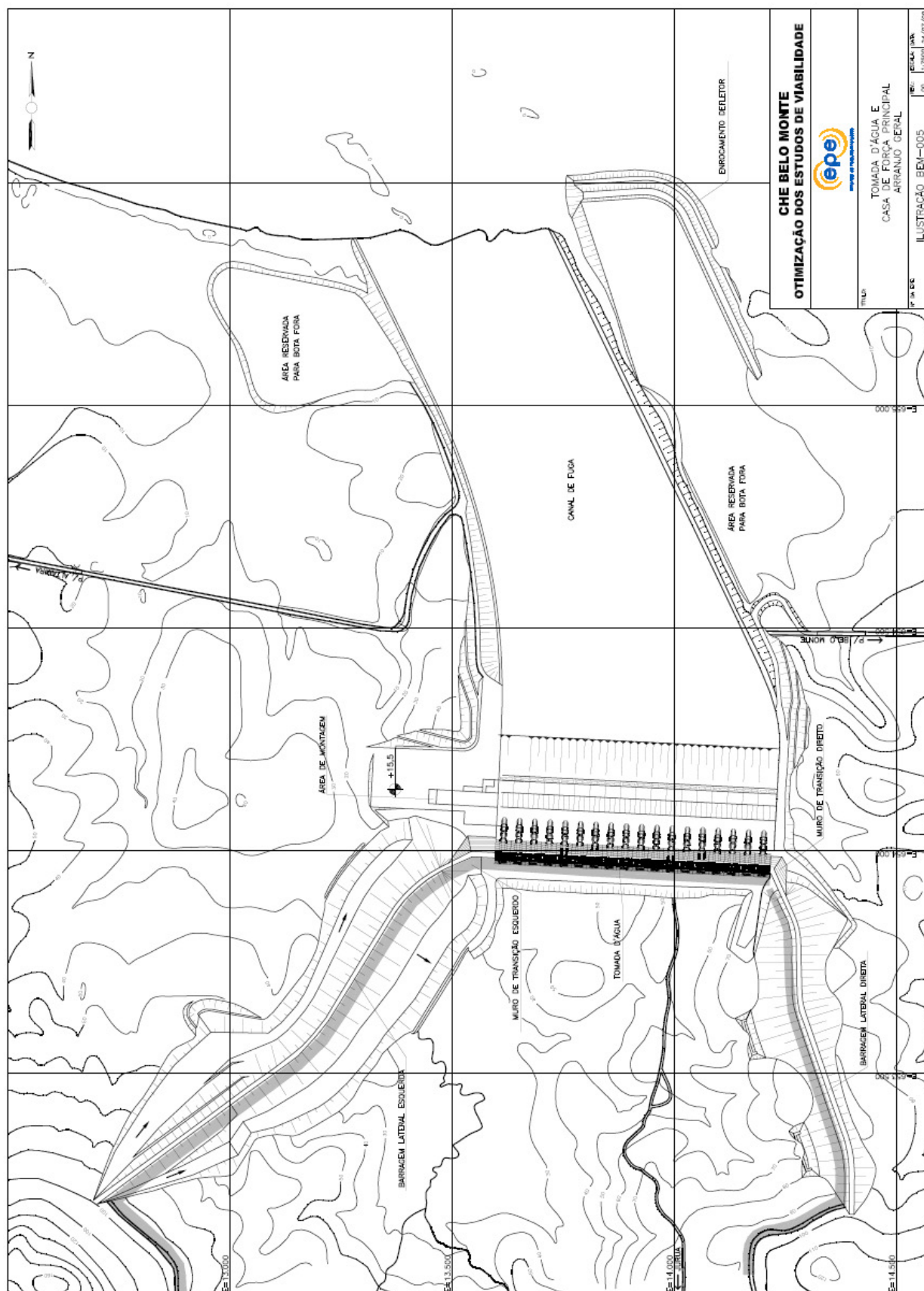
8.4 Tomada d'Água/Casa de Força Complementar - Planta



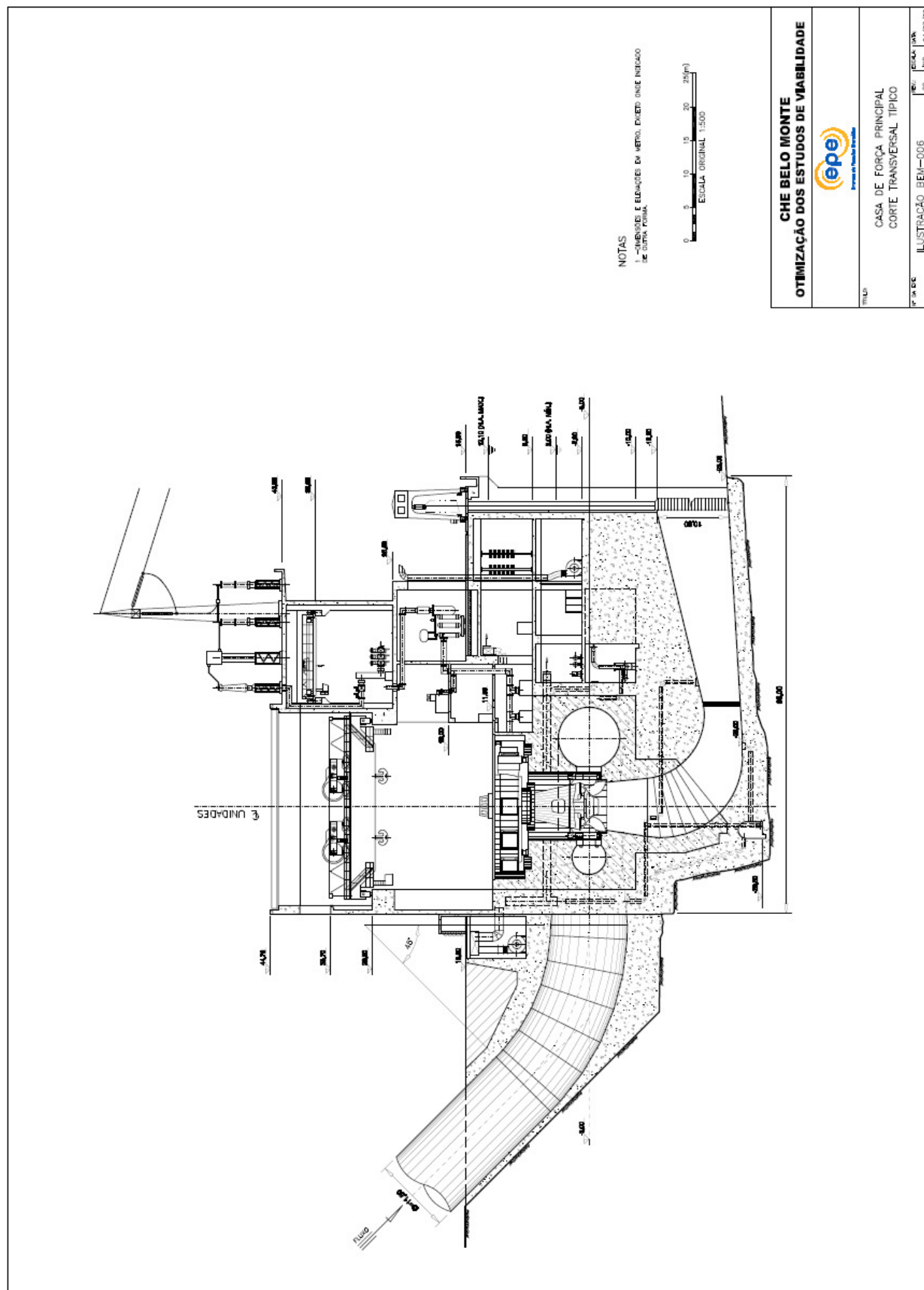
8.5 Vertedouro Principal – Planta e Seção Transversal



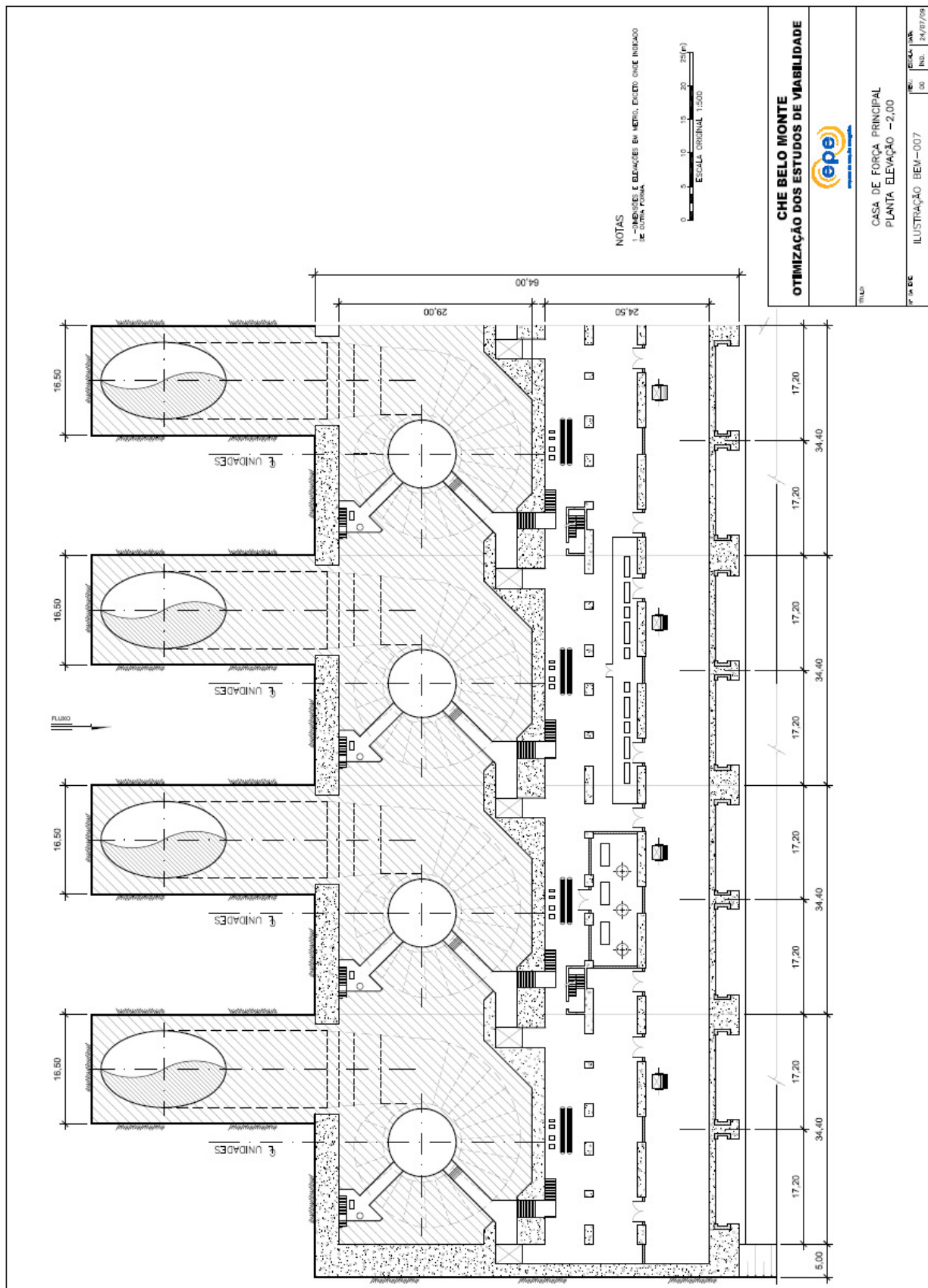
8.6 Tomada d'Água e Casa de Força Principal – Arranjo Geral



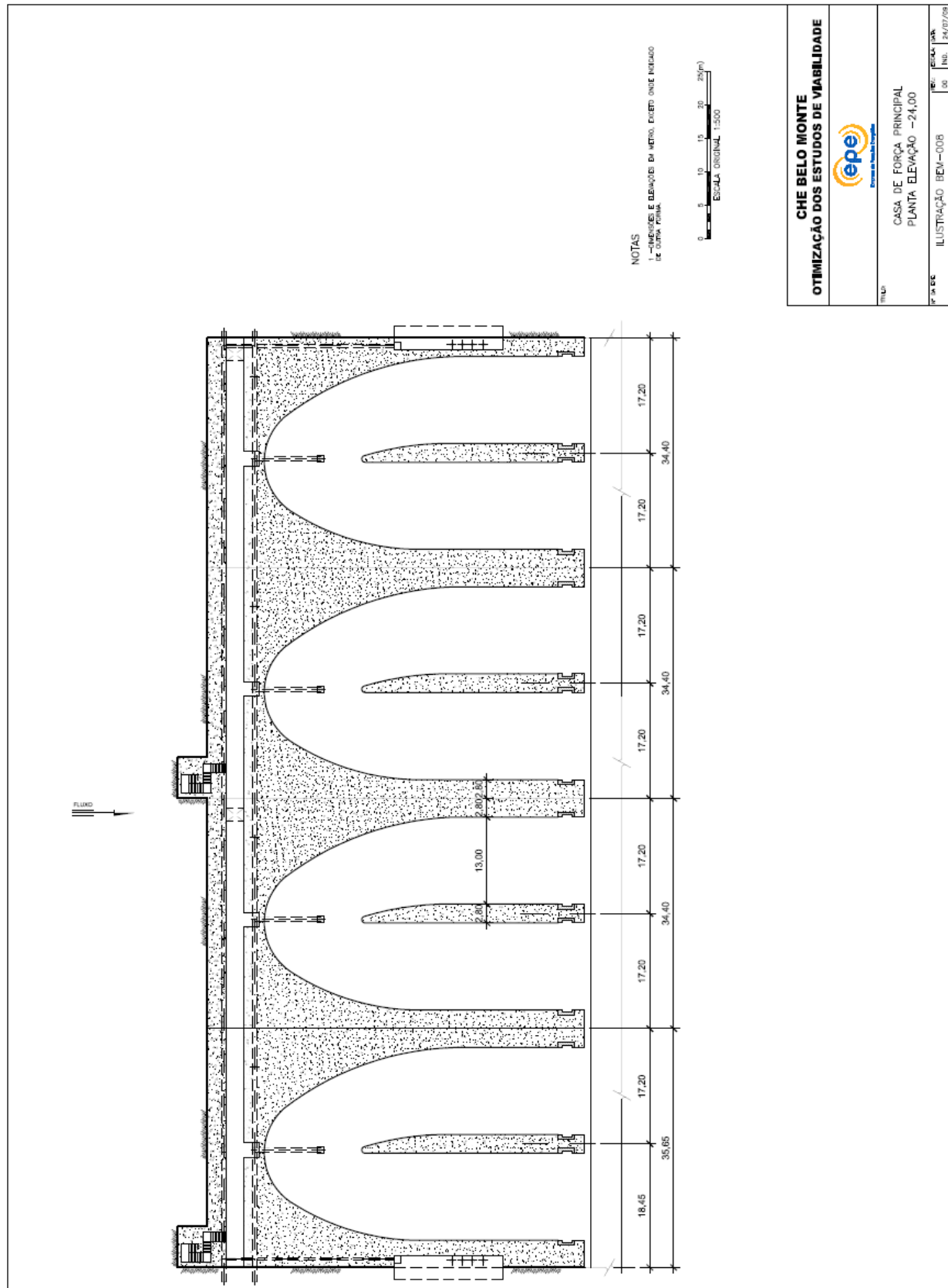
8.7 Casa de Força Principal – Seção Transversal



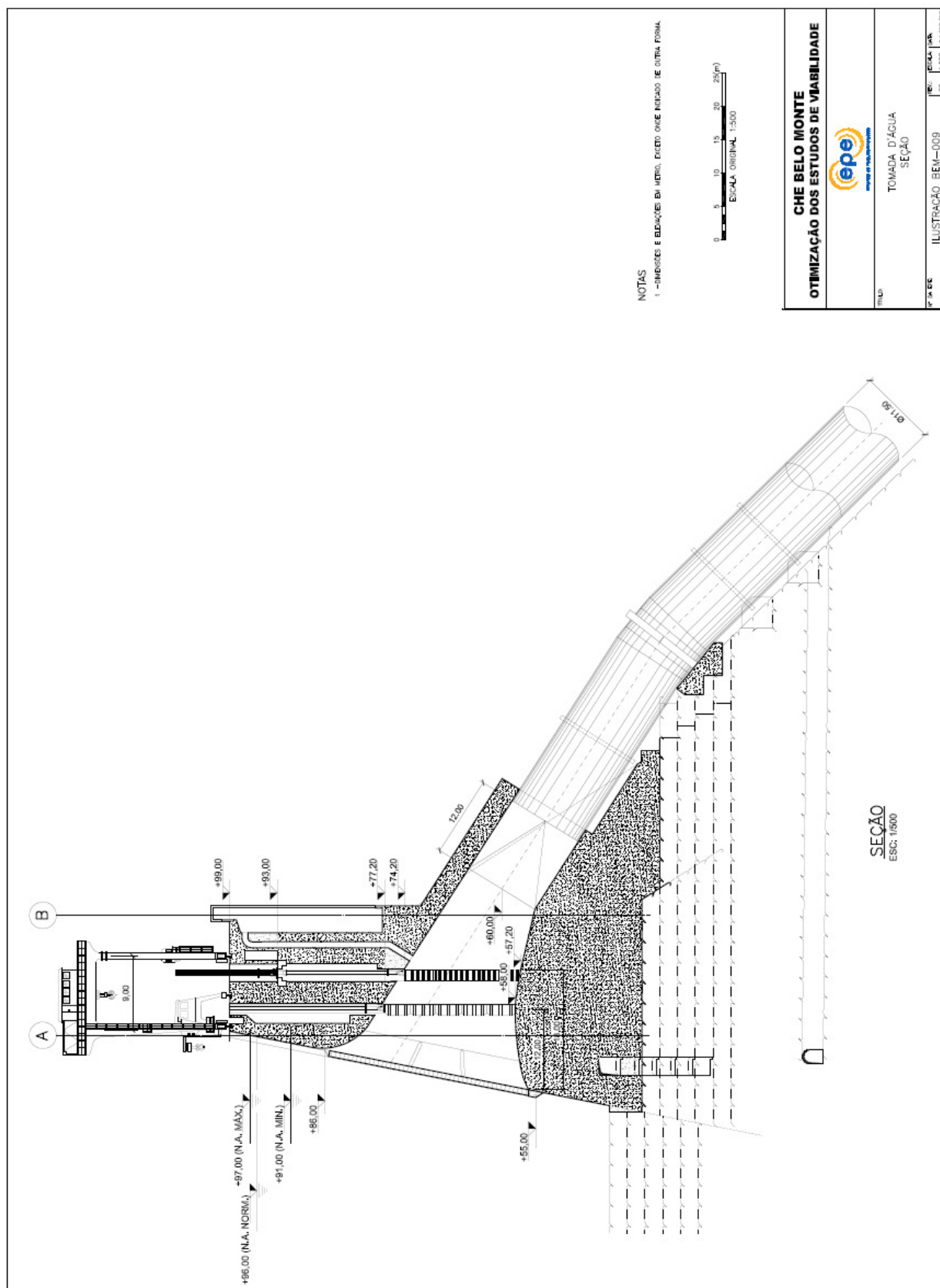
8.8 Casa de Força Principal – Planta El. -2,00



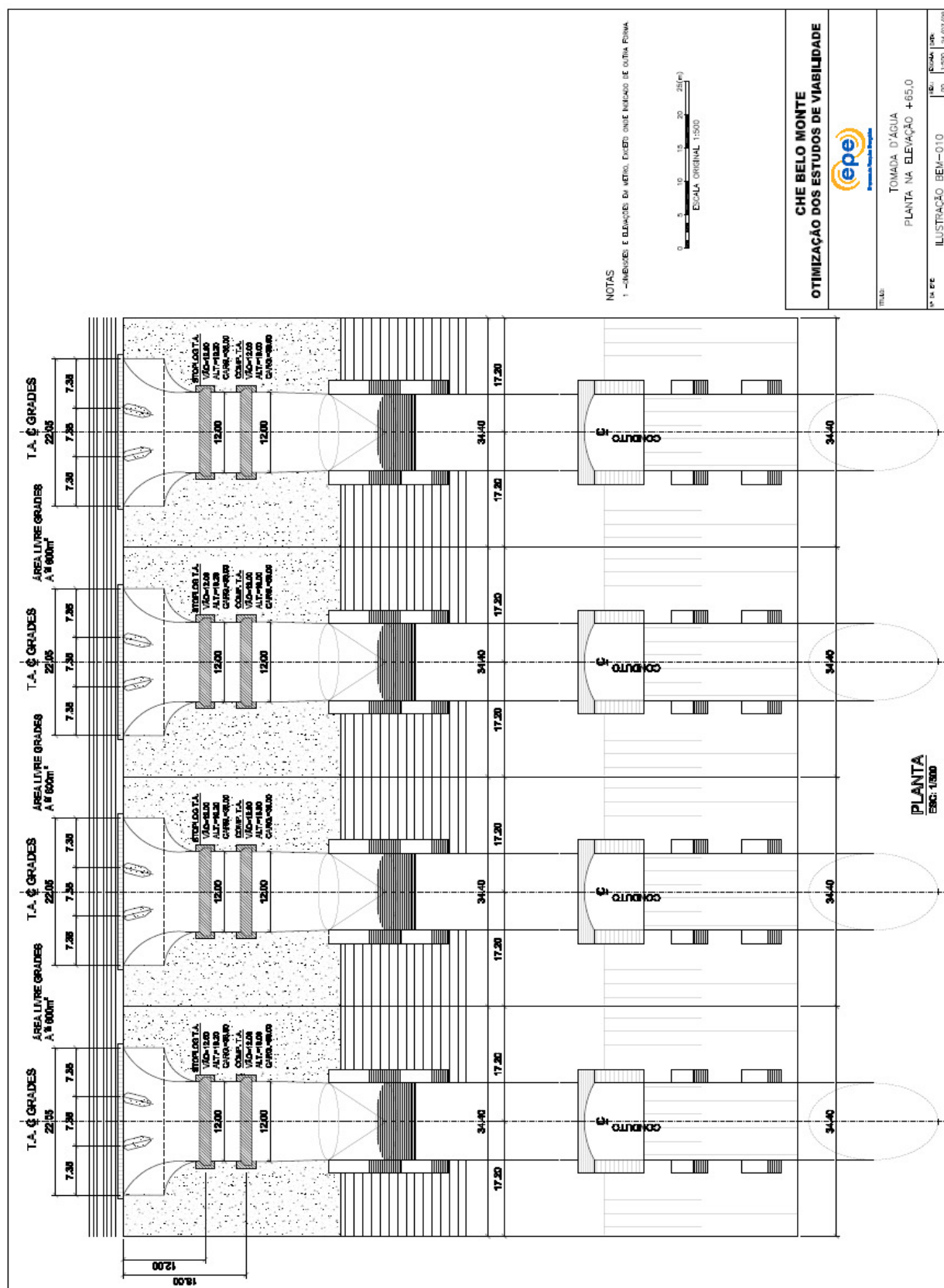
8.9 Casa de Força Principal – Planta El. -24,00



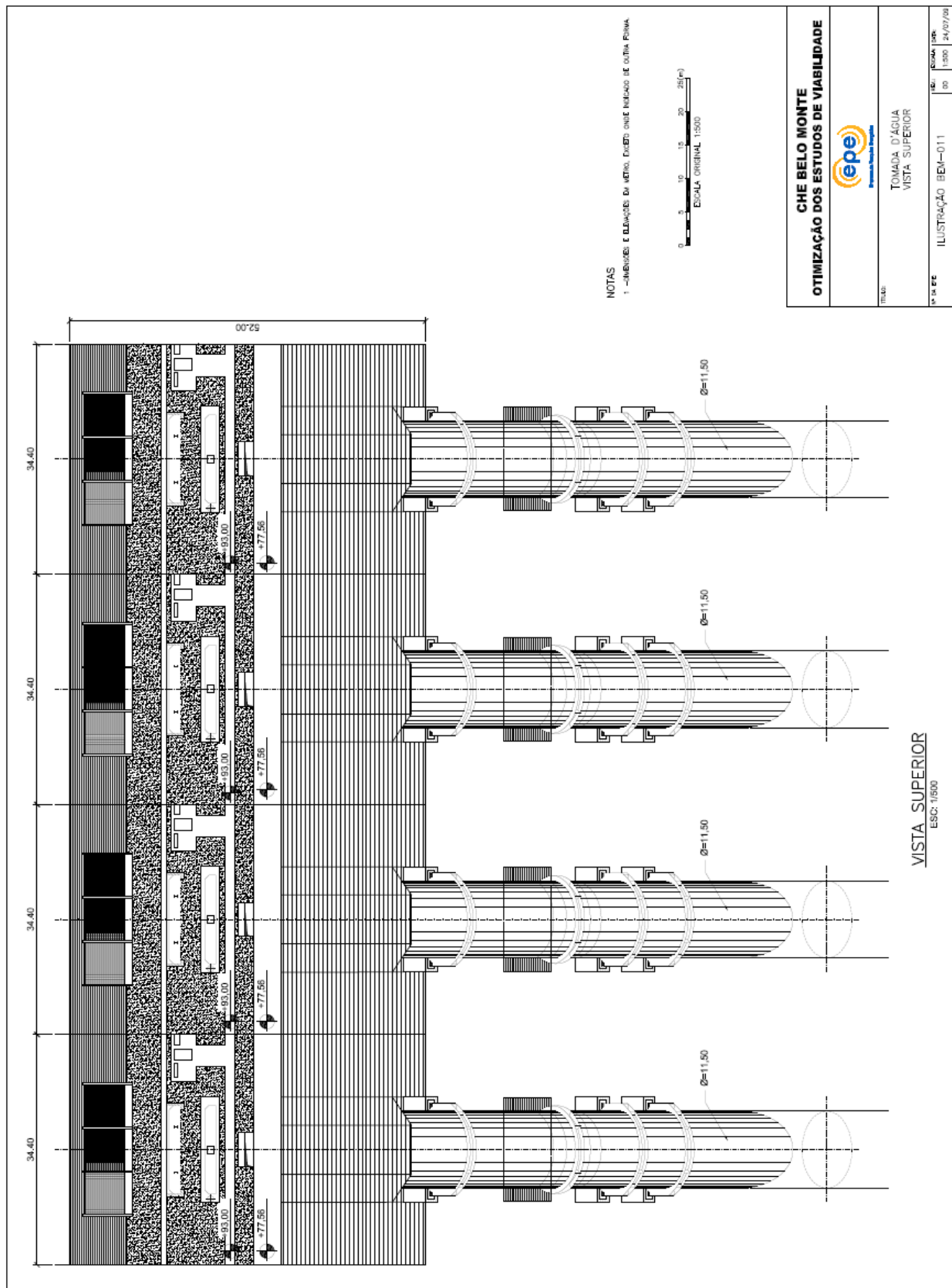
8.10 Tomada d'Água Principal – Seção



8.11 Tomada d'Água Principal – Planta El. 65,00



8.12 Tomada d'Água Principal – Vista Superior



8.13 Planilha de Quantitativos – Otimização EPE

AHE BELO MONTE				
ORÇAMENTO EPE				
ESTUDOS DE OTIMIZAÇÃO DA VIABILIDADE DA UHE BELO MONTE				
ESTADO:		PARA	RIO:	XINGÚ
POTÊNCIA UNITÁRIA:		11.233MW	DATA DE REFERÊNCIA:	DEZEMBRO / 2008
CONTA	ITEM		UN.	QUANT.
.10.	TERRENOS, RELOCAÇÕES E OUTRAS AÇÕES SÓCIO-AMBIENTAIS			
.11.	ESTRUTURAS E OUTRAS BENFEITORIAS			
.11.12	BENFEITORIAS NA ÁREA DA USINA		gl	
.11.13	CASA DE FORÇA			
.11.13.00.12	Escavação		gl	
.11.13.00.12.10	Comum		m³	691.154
	Complementar		m³	1.654
	Principal		m³	689.500
	Desmatamento Complementar		m²	291
	Desmatamento Principal		m²	1.113
.11.13.00.12.11	Em Rocha a céu aberto		m³	2.488.450
	Complementar		m³	18.950
	Principal		m³	2.469.500
.11.13.00.13	Limpeza e tratamento de fundação		m²	36.799
	Complementar		m²	589
	Principal		m²	36.210
.11.13.00.14	Concreto		m³	
.11.13.00.14.13	Cimento		t	197.544
	Cimento Principal		t	148.200
	Cimento Complementar		t	7.533
	Pozolana Principal		t	39.300
	Pozolana Complementar		t	2.511
.11.13.00.14.14.1	Concreto sem cimento (Estrutural)		m³	794.920
	Concreto Estrutural Principal		m³	744.700
	Concreto Estrutural Complementar		m³	50.220
.11.13.00.14.14.2	Concreto sem cimento - MASSA		m³	186.100
	Concreto Massa Principal		m³	186.100
.11.13.00.14.15	Armadura		t	62.718
	Complementar		t	4.018
	Principal		t	58.700
.11.13.00.15	Instalações e acabamentos		gl	3,00%
.11.13.00.16	Instrumentação de Controle		gl	0,50%
.11.13.00.17	Outros custos		gl	1,00%
	Subtotal da conta .11			
.11.27	EVENTUAIS DA CONTA .11		%	8,0%
.12.	BARRAGENS E ADUTORAS			
.12.16	DESVIO DO RIO			
.12.16.22	ENSECADEIRAS		gl	
.12.16.22.19	Ensecadeira de rocha e terra		gl	
.12.16.22.19.12	Escavação		gl	
.12.16.22.19.12.10	Comum		m³	736.722
.12.16.22.19.24	Aterro Compactado/Lançado		m³	3.298.718
.12.16.22.19.25	Enrocamento		m³	1.394.034
.12.16.22.19.29	Transições		gl	119.156
.12.16.22.21	Remoção de ensecadeiras		gl	3.175.000
.12.16.22.22	Esgotamento e outros custos		gl	1,00%
.12.16.23	GALERIA DE DESVIO		gl	
.12.16.23.12	Escavação		m³	
.12.16.23.12.10	Comum		m³	50.000
.12.16.23.12.11	Em rocha a céu aberto		m³	16.800
.12.16.23.13	Limpeza e tratamento de fundação		m²	1.800
.12.16.23.14	Concreto		m³	
.12.16.23.14.13	Cimento		t	1.780
.12.16.23.14.14	Concreto sem cimento		m³	10.400
.12.16.23.14.15	Armadura		t	850

.12.17	BARRAGENS E DIQUES			
.12.17.25	BARRAGENS E DIQUES DE TERRA E ENROCAMENTO		gl	
.12.17.25.12	Escavação		m ³	
.12.17.25.12.10	Comum		m ³	5.687.306
.12.17.25.12.11	Em rocha a céu aberto		m ³	205.000
.12.17.25.13	Limpeza e tratamento de fundação		m ²	1.521.938
.12.17.25.24	Aterro compactado		m ³	37.504.815
.12.17.25.25	Enrocamento		m ³	14.488.804
.12.17.25.29	Transições		m ³	377.660
.12.17.25.30	Filtros Verticais		m ³	574.990
.12.17.25.31	Filtros Horizontais		m ³	1.044.601
.12.17.25.32	Proteção de taludes		gl	
.12.17.25.32.19	Talude de jusante		m ²	1.516.100
.12.17.25.16	Instrumentação de Controle		gl	0,50%
.12.17.25.17	Outros custos		gl	1,00%
.12.17.27	MUROS DE TRANSIÇÃO E DE CONCRETO		gl	
.12.17.27.12	Escavação		gl	
.12.17.27.12.10	Comum		m ³	94.000
.12.17.27.12.11	Em rocha a céu aberto		m ³	61.000
.12.17.27.13	Limpeza e tratamento de fundação		m ²	19.012
.12.17.27.14	Concreto		m ³	
.12.17.27.14.13	Cimento		t	42.883
.12.17.27.14.14.1	Concreto sem cimento (Estrutural)		m ³	75.080
.12.17.27.14.14.4	Concreto sem cimento (Massa)		m ³	310.463
.12.17.27.14.15	Armadura		t	7.348
.12.17.27.17	Outros custos		gl	1,00%
.12.18	VERTEDOUROS			
.12.18.28	VERTEDOUROS DE SUPERFÍCIE		gl	
.12.18.28.12	Escavação		m ³	
.12.18.28.12.10	Comum		m ³	3.317.564
	Complementar		m ³	3.270.560
	Principal		m ³	47.004
	Platô		m ³	
	Desmatamento Complementar		m ²	2.200
	Desmatamento Principal		m ²	3.291
.12.18.28.12.11	Em rocha a céu aberto		m ³	1.317.659
	Complementar		m ³	173.280
	Principal		m ³	1.144.379
.12.18.28.13	Limpeza e tratamento de fundação		m ²	33.004
	Complementar		m ²	4.700
	Principal		m ²	28.304
.12.18.28.14	Concreto		m ³	
.12.18.28.14.13	Cimento		t	45.748
	Cimento - Complementar		t	6.596
	Cimento - Principal		t	26.986
	Pozolana - Complementar		t	2.390
	Pozolana - Principal		t	9.776
.12.18.28.14.14.1	Concreto sem cimento (Estrutural)		m ³	108.838
	Concreto Estrutural - Complementar		m ³	21.428
	Concreto Estrutural - Principal		m ³	87.410
.12.18.28.14.14.4	Concreto sem cimento (Massa)		m ³	131.781
	Concreto Massa - Complementar		m ³	25.800
	Concreto Massa - Principal		m ³	105.981
.12.18.28.14.15	Armadura		t	9.364
	Complementar		t	1.843
	Principal		t	7.521

.12.18.28.23	Equipamento de Fechamento		gl	
.12.18.28.23.16	Comportas Segmento		gl	
.12.18.28.23.16.10	Custo FOB		gl	
.12.18.28.23.16.11	Transporte e Seguro		%	5,0%
.12.18.28.23.16.12	Montagem e Teste		%	10,0%
	Principal		u n	16
	Complementar		u n	4
	Peças Fixas - Principal		u n	16
	Peças Fixas - Complementar		u n	4
.12.18.28.23.17	Comporta Ensecadeira		gl	
.12.18.28.23.17.10	Custo FOB		gl	
.12.18.28.23.17.11	Transporte e Seguro		%	5,0%
.12.18.28.23.17.12	Montagem e Teste		%	10,0%
	Comporta Montante - Principal		u n	2
	Comporta - Complementar		u n	1
	Peças Fixas Montante - Principal		u n	16
	Peças Fixas - Complementar		u n	4
	Comporta Jusante - Principal		u n	2
	Peças Fixas Jusante - Principal		u n	16
.12.18.28.23.20	Guindaste		gl	
.12.18.28.23.20.10	Custo FOB		gl	
.12.18.28.23.20.11	Transporte e Seguro		%	5,0%
.12.18.28.23.20.12	Montagem e Teste		%	10,0%
	Principal (Sítio Pimental)		um	2
	Complementar (Sítio Bela Vista)		u n	1
	Caminho de Rolamento - Principal		u n	2
	Caminho de Rolamento - Complementar		u n	1
.12.18.28.16	Instrumentação de Controle		gl	0,50%
.12.18.28.17	Outros custos		%	1,00%
.12.19	TOMADA D'ÁGUA E ADUTORAS			
.12.19.30	TOMADA D'ÁGUA		gl	
.12.19.30.12	Escavação		m³	
.12.19.30.12.10	Comum		m³	805.904
	Complementar		m³	1.104
	Principal		m³	804.800
	Desmatamento Complementar		m²	194
	Desmatamento Principal		m²	1.113
.12.19.30.12.11	Em rocha a céu aberto		m³	1.007.334
	Complementar		m³	12.634
	Principal		m³	994.700
.12.19.30.13	Limpeza e tratamento de fundação		m²	74.616
	Complementar		m²	696
	Principal		m²	73.920
.12.19.30.14	Concreto		m³	
.12.19.30.14.13	Cimento		t	156.177
	Cimento - Complementar		t	3.630
	Cimento - Principal		t	112.300
	Pozolana - Complementar		t	1.332
	Pozolana - Principal		t	38.915
.12.19.30.14.14.1	Concreto sem cimento (Estrutural)		m³	673.440
	Concreto Estrutural - Complementar		m³	24.180
	Concreto Estrutural - Principal		m³	649.260
.12.19.30.14.14.4	Concreto sem cimento (Massa)		m³	432.840
	Concreto Massa - Principal		m³	432.840
.12.19.30.14.15	Armadura		t	46.373
	Complementar		t	1.700
	Principal		t	44.673

.12.19.30.23	Equipamento de Fechamento		gl	
.12.19.30.23.16	Comporta Vagão de emergência - TA Principal		gl	
.12.19.30.23.16.10	Custo FOB		u n	18
.12.19.30.23.16.11	Transporte e Seguro		%	5,0%
.12.19.30.23.16.12	Montagem e Teste		%	10,0%
	Peças Fixas - Principal		u n	18
.12.19.30.23.17	Comporta Ensecadeira		gl	
.12.19.30.23.17.10	Custo FOB		gl	
.12.19.30.23.17.11	Transporte e Seguro		%	5,0%
.12.19.30.23.17.12	Montagem e Teste		%	10,0%
	Principal - comporta ensecadeira		u n	2
	Auxiliar Complementar		u n	1
	Peças Fixas - Principal - comporta ensecadeira		u n	18
	Peças Fixas - Complementar		u n	6
.12.19.30.23.20	Guindaste		gl	
.12.19.30.23.20.10	Custo FOB		gl	
.12.19.30.23.20.11	Transporte e Seguro		%	5,0%
.12.19.30.23.20.12	Montagem e Teste		%	10,0%
	Principal (Sítio Belo Monte)		u n	1
	Complementar		u n	1
	Caminho de Rolamento - Principal		u n	1
	Caminho de Rolamento - Complementar		u n	1
.12.19.30.23.21	Grades e Limpa-Grades		gl	
.12.19.30.23.21.10	Custo FOB		gl	
.12.19.30.23.21.11	Transporte e Seguro		%	5,0%
.12.19.30.23.21.12	Montagem e Teste		%	10,0%
	Principal - Grade		u n	54
	Principal - Máquina Limpa-Grade		u n	2
	Peças Fixas - Grade - Principal		u n	54
	Caminho de Rolamento - Principal		u n	1
	Complementar - Grade		u n	12
	Complementar - Máquina Limpa-Grade		u n	1
	Peças Fixas - Grade - Complementar		u n	12
	Caminho de Rolamento - Complementar		u n	1
.12.19.30.17	Outros custos		%	1,0%
.12.19.31	CANAL DE ADUÇÃO		gl	
.12.19.31.12	Escavação		m ³	
.12.19.31.12.10	Comum		m ³	141.539.033
.12.19.31.12.11	Em rocha a céu aberto		m ³	26.553.851
.12.19.31.13	Limpeza e tratamento de fundação		m ²	3.450.000
.12.19.31.14	Concreto		m ³	
.12.19.31.14.13	Cimento		t	309.410
.12.19.31.14.14.1	Concreto sem cimento (Estrutural)		m ³	993.000
.12.19.31.14.15	Armadura		t	16.472
.12.19.31.17	Outros custos		gl	1,00%
.12.19.31.25	Enrocamento		m ³	4.580.800
.12.19.31.29	Transições		m ³	968.600
.12.19.34.	CONDUTO FORÇADO		gl	
.12.19.34.23.23	Revestimento Metálico		gl	
	Revestimento Metálico		u n	18
.12.19.35	CANAL DE FUGA		gl	
.12.19.35.12	Escavação		m ³	
.12.19.35.12.10	Comum		m ³	7.139.900
	Escavação		m ³	7.139.900
	Desmatamento		m ²	503.100
.12.19.35.12.11	Em rocha a céu aberto		m ³	8.437.700
.12.19.35.17	Outros custos		gl	1,0%

.12.20	CONSTRUÇÕES ESPECIAIS				
.12.20.36	ECLUSA E / OU PORTO			gl	
.12.20.36.12	Escavação			m³	
.12.20.36.12.10	Comum			m³	6.000
.12.20.36.12.11	Em rocha a céu aberto			m³	1.000
.12.20.36.13	Limpeza e tratamento de fundação			m²	600
.12.20.36.14	Concreto			m³	
.12.20.36.14.13	Cimento			t	180
	Cimento			t	90
	Pozolana			t	90
.12.20.36.14.14.1	Concreto sem cimento (Estrutural)			m³	600
.12.20.36.14.15	Armadura			t	72
.12.20.36.23	Equipamento			gl	
.12.20.36.23.26	Equipamento do Porto			gl	
.12.20.36.23.26.10	Custo FOB			t	48
.12.20.36.17	Outros custos			gl	
.12.20.36.17.1	Outros custos (Obras Cíveis)			gl	
.12.20.36.17.2	Outros custos (Equipamentos)			%	1,0%
	Subtotal da conta .12				
	Subtotal obras civis				
	Subtotal equipamentos				
.12.27.98	EVENTUAIS DA CONTA .12 - OBRAS CIVIS			gl	8,0%
.12.27.99	EVENTUAIS DA CONTA .12 - EQUIPAMENTOS			gl	8,0%
.13.	TURBINAS E GERADORES				
.13.13.00.23.28	Turbinas			gl	
.13.13.00.23.28.10	Custo FOB			gl	
		Turbina - Principal	u n		18
		Turbina - Complem	u n		6
.13.13.00.23.28.11	Transporte e Seguro			%	5,0%
.13.13.00.23.28.12	Montagem e Teste			%	10,0%
.13.13.00.23.17	Comporta Ensecadeira			gl	
.13.13.00.23.17.10	Custo FOB			gl	
.13.13.00.23.17.11	Transporte e Seguro			%	5,0%
.13.13.00.23.17.12	Montagem e Teste			%	10,0%
	Comporta - Principal			u n	4
	Comporta - Complementar - Ensecadeira			u n	2
	Comporta - Complementar - vagão de emergência			u n	6
	Peças Fixas - Principal			u n	36
	Peças Fixas - Complementar para os 2 tipos de comportas			u n	6
.13.13.00.23.20	Guindaste do Tubo de Sucção			gl	
.13.13.00.23.20.10	Custo FOB			gl	
.13.13.00.23.20.11	Transporte e Seguro			%	5,0%
.13.13.00.23.20.12	Montagem e Teste			%	10,0%
	Pórtico - Principal			u n	1
	Pórtico - Complementar			u n	1
	Caminho de Rolamento - Principal			u n	1
	Caminho de Rolamento - Complementar			u n	1
.13.13.00.23.29	Geradores			gl	
.13.13.00.23.29.10	Custo FOB			gl	
.13.13.00.23.29.11	Transporte e Seguro			%	5,0%
.13.13.00.23.29.12	Montagem e Teste			%	10,0%
	Principal			gl	18
	Complementar			gl	6
	Subtotal da conta .13				
.13.27	EVENTUAIS DA CONTA .13			%	8,0%

.14.	EQUIPAMENTO ELÉTRICO ACESSÓRIO			
.14.00.00.23.30	Equipamento Elétrico Acessório		gl	
	Principal		%	10,0%
	Complementar		%	10,0%
	Vertedouro Complementar		%	10,0%
	Subtotal da conta .14			
.14.27	EVENTUAIS DA CONTA .14		%	8,0%
.15.	DIVERSOS EQUIPAMENTOS DA USINA			
.15.13.00.23.20	Ponte rolante		gl	
.15.13.00.23.20.10	Custo FOB		gl	
.15.13.00.23.20.11	Transporte e Seguro		%	5,0%
.15.13.00.23.20.12	Montagem e Teste		%	10,0%
	Ponte - Principal		u n	2
	Caminho de Rolamento - Principal		u n	1
	Ponte - Complementar		u n	2
	Caminho de Rolamento - Complementar		u n	1
	Ponte - SF6		u n	1
	Caminho de Rolamento - SF6		u n	1
.15.00.00.23.31	Equipamentos diversos		gl	
.15.00.00.23.31.10	Custo FOB		gl	
.15.00.00.23.31.11	Transporte e Seguro		%	5,0%
.15.00.00.23.31.12	Montagem e Teste		%	10,0%
	Principal		%	2,0%
	Complementar		%	2,0%
	Vertedouro Complementar		%	2,0%
	Subtotal da conta .15			
.15.27	EVENTUAIS DA CONTA .15		%	8,0%
.16.	ESTRADAS DE RODAGEM, DE FERRO E PONTES			
.16.00.14	ESTRADAS DE RODAGEM		km	233,5
	Construção		km	
	Melhoria		km	
	Porto		km	
.16.00.16	PONTES		m	900
	Canal de Fuga - Nova		m	
	Canal de Fuga - Relocada		m	
	Pimental		m	
	Subtotal da conta .16			
.16.27	EVENTUAIS DA CONTA .16		%	8,0%
.10 até .16	CUSTO DIRETO - TOTAL (CDT)			
.17.	CUSTOS INDIRETOS			
.17.21	CANTEIRO E ACAMPAMENTO			
.17.21.38	CONSTRUÇÕES DO CANTEIRO E ACAMPAMENTO			
.17.21.38.33	Unidades Residenciais		%	2,00%
.17.21.38.34	Instalações Comunitárias		%	0,00%
.17.21.38.35	Infra-estrutura			0,00%
.17.21.38.17	Outros custos		%	0,00%
.17.21.39	MANUTENÇÃO E OPERAÇÃO DO CANTEIRO E ACAMPAMENTO		%	2,00%
.17.22	ENGENHARIA E ADMINISTRAÇÃO DO PROPRIETÁRIO			
.17.22.40	ENGENHARIA		%	
.17.22.40.36	Engenharia Básica		%	3,00%
.17.22.40.37	Serviços Especiais de Engenharia		%	0,50%
.17.22.40.54	Estudos e Projetos Ambientais		%	0,50%
.17.22.41	ADMINISTRAÇÃO DO PROPRIETÁRIO		%	
.17.22.41.38	Administração da Obra		%	1,50%
.17.22.41.39	Administração Geral		%	0,50%
	Subtotal da conta .17			
.17.27	EVENTUAIS DA CONTA .17		%	8,00%