

OTIMIZAÇÃO DA VIABILIDADE DO AHE BELO MONTE



Estudo de Otimização Elaborado pela EPE

Roteiro da Apresentação

1- LOCALIZAÇÃO E CARACTERÍSTICAS DO EMPREENDIMENTO

2- CRITÉRIOS ADOTADOS PELA EPE NO ESTUDO DE OTIMIZAÇÃO

3- ESTUDOS HIDROLÓGICOS E HIDRÁULICOS

4- OBRAS DE TERRA E ROCHA

4.1- Escavações (solo e rocha)

4.2- Estruturas (barragens, diques e ensecadeiras)

5- ESTRUTURAS EM CONCRETO E EQUIPAMENTOS PRINCIPAIS

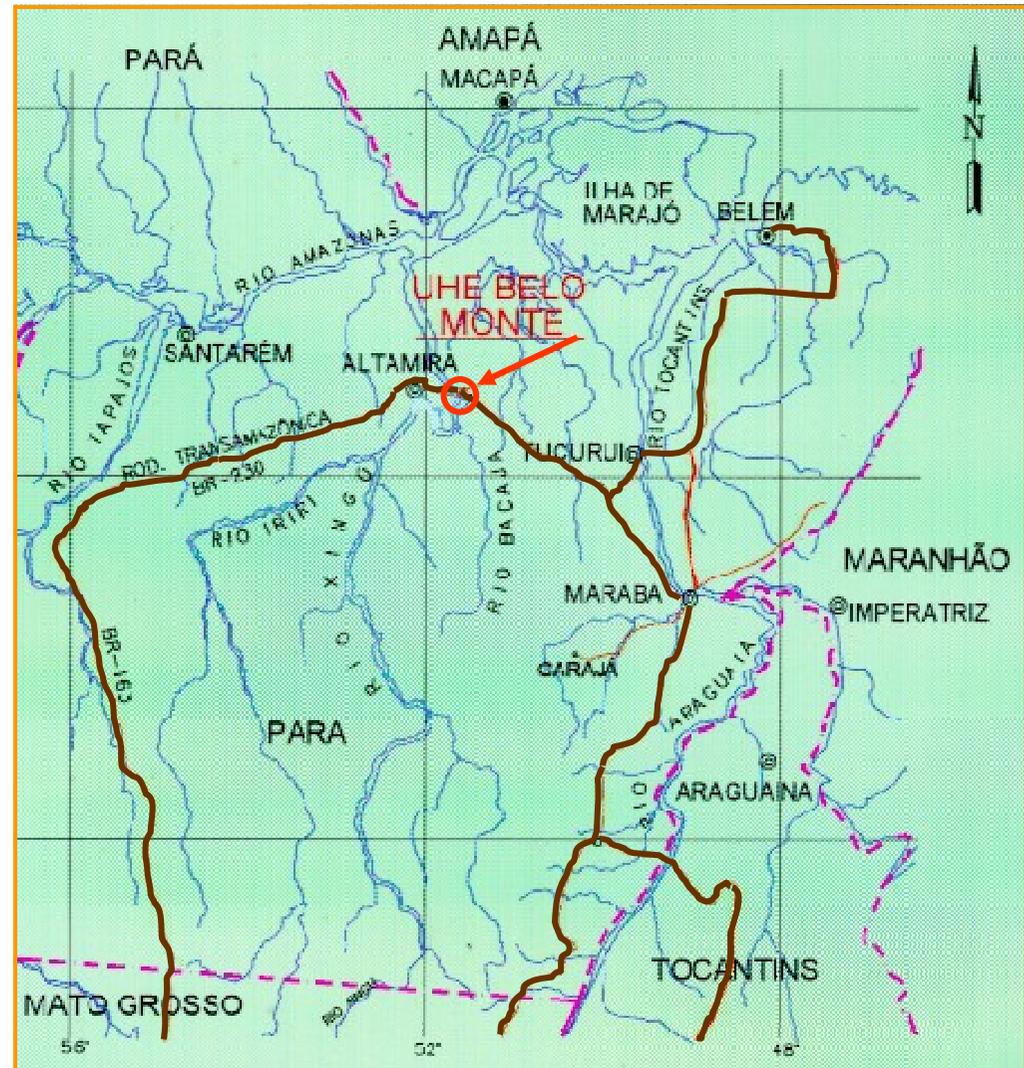
6- QUANTITATIVOS DAS OBRAS CIVIS

7- MEIO AMBIENTE

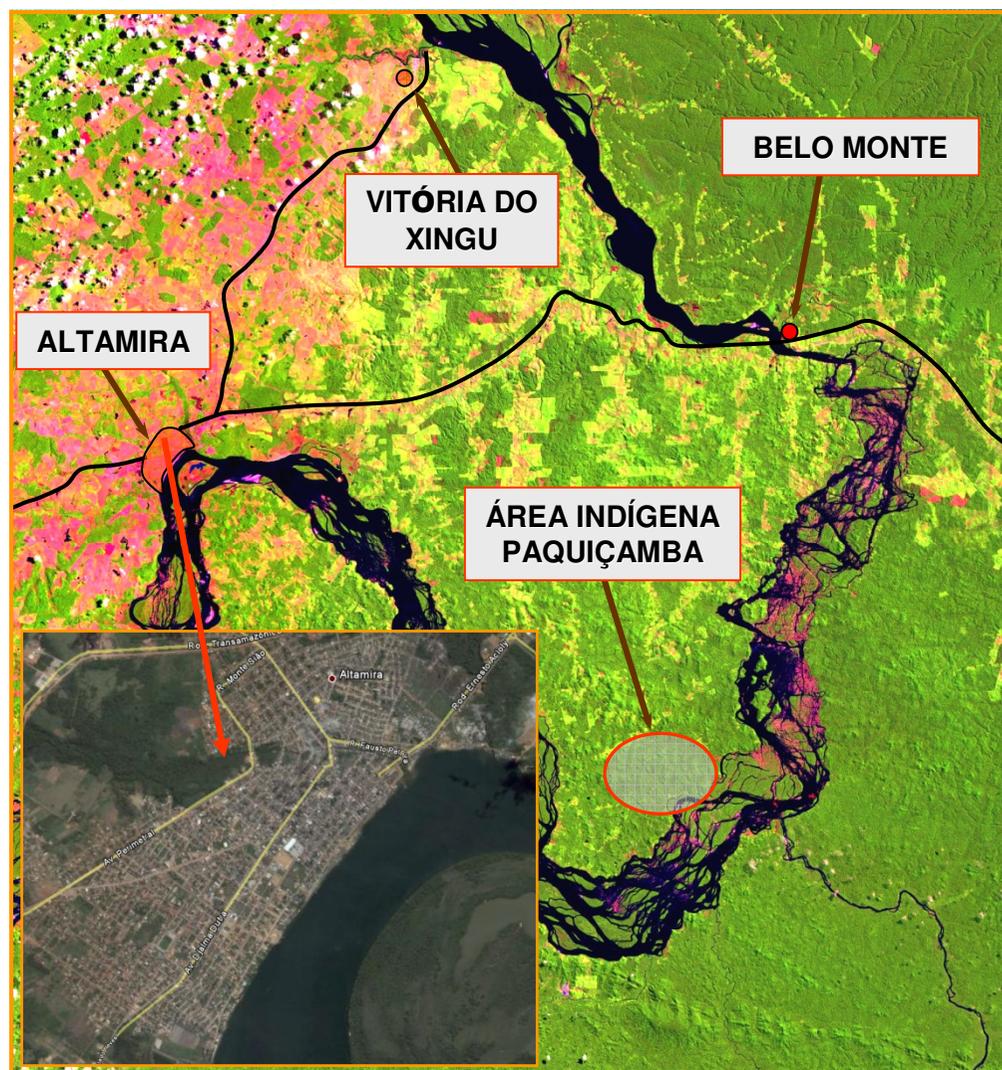
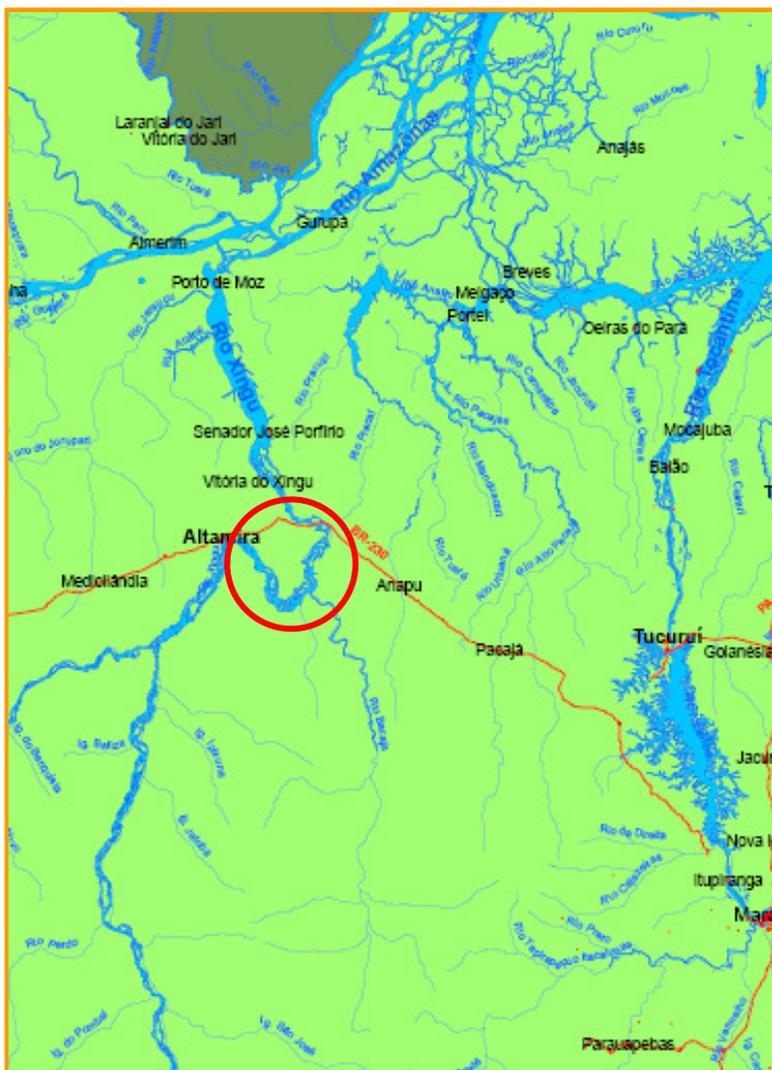
8- GARANTIA FÍSICA

9- CRITÉRIOS UTILIZADOS NA ELABORAÇÃO DO ORÇAMENTO

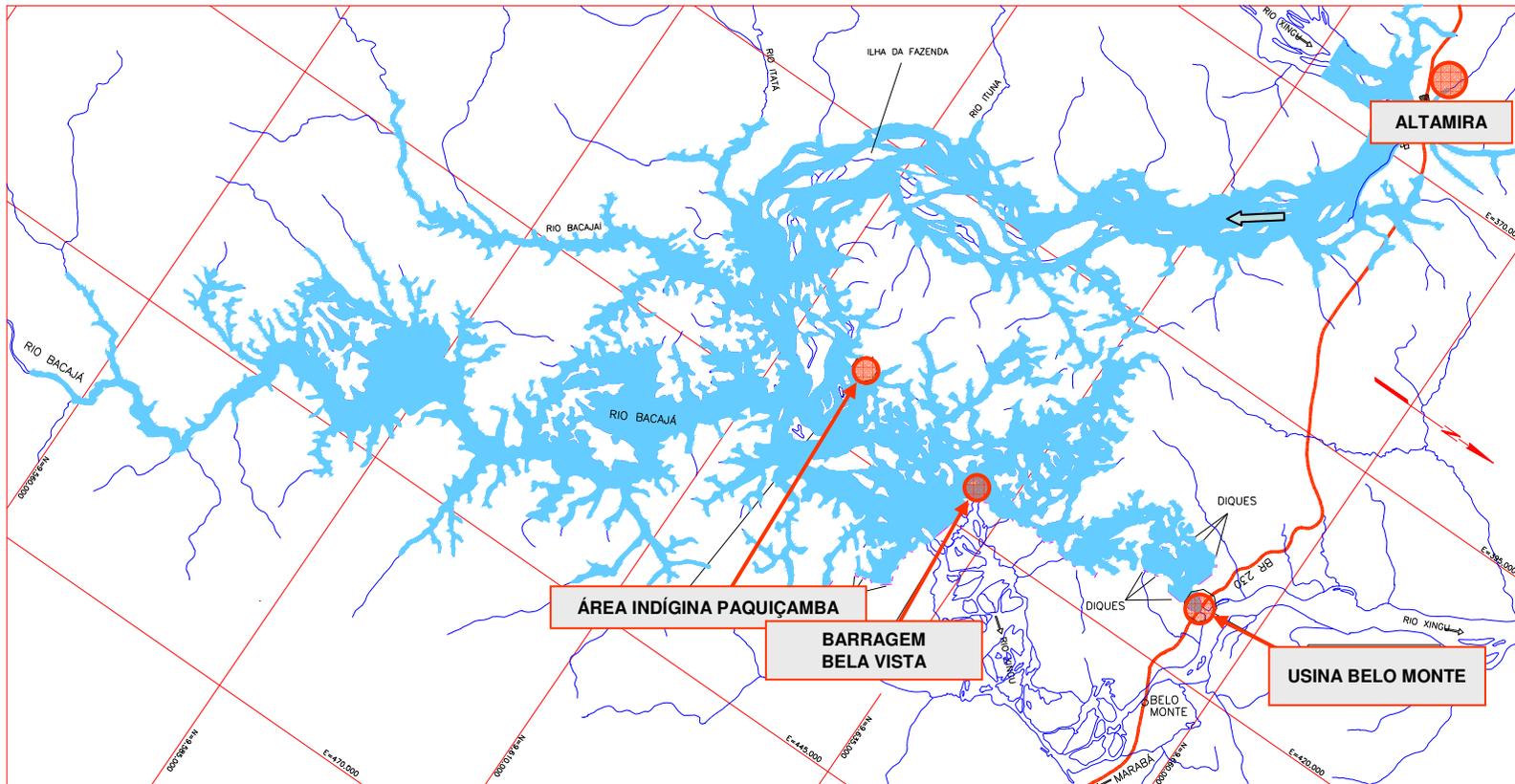
Localização e Acessos do Empreendimento



Localização e Acessos do Empreendimento



Arranjo Geral e Reservatório



Alternativa Inicial

Características do Empreendimento

• Rio	Xingu
• Municípios	
Altamira, Anapu, Brasil Novo, Senador José Porfírio, Vitória do Xingu	
• Vazão média do rio Xingu	7.850 m³/s
• Potência	11.233 MW
(20 X 550 MW + 9 X 25,9 MW)	
• Área de Drenagem	447.719 km²
• Área de Reservatório	516 km²
Ocupada pela calha natural do rio:	219 km ²
Efetivamente alagada:	297 km ²
• NA máximo normal	97 m
• Vazão do Vertedouro Principal	47.400 m³/s
• Capacidade de escoamento dos canais	14.600 m³/s

Características do Empreendimento

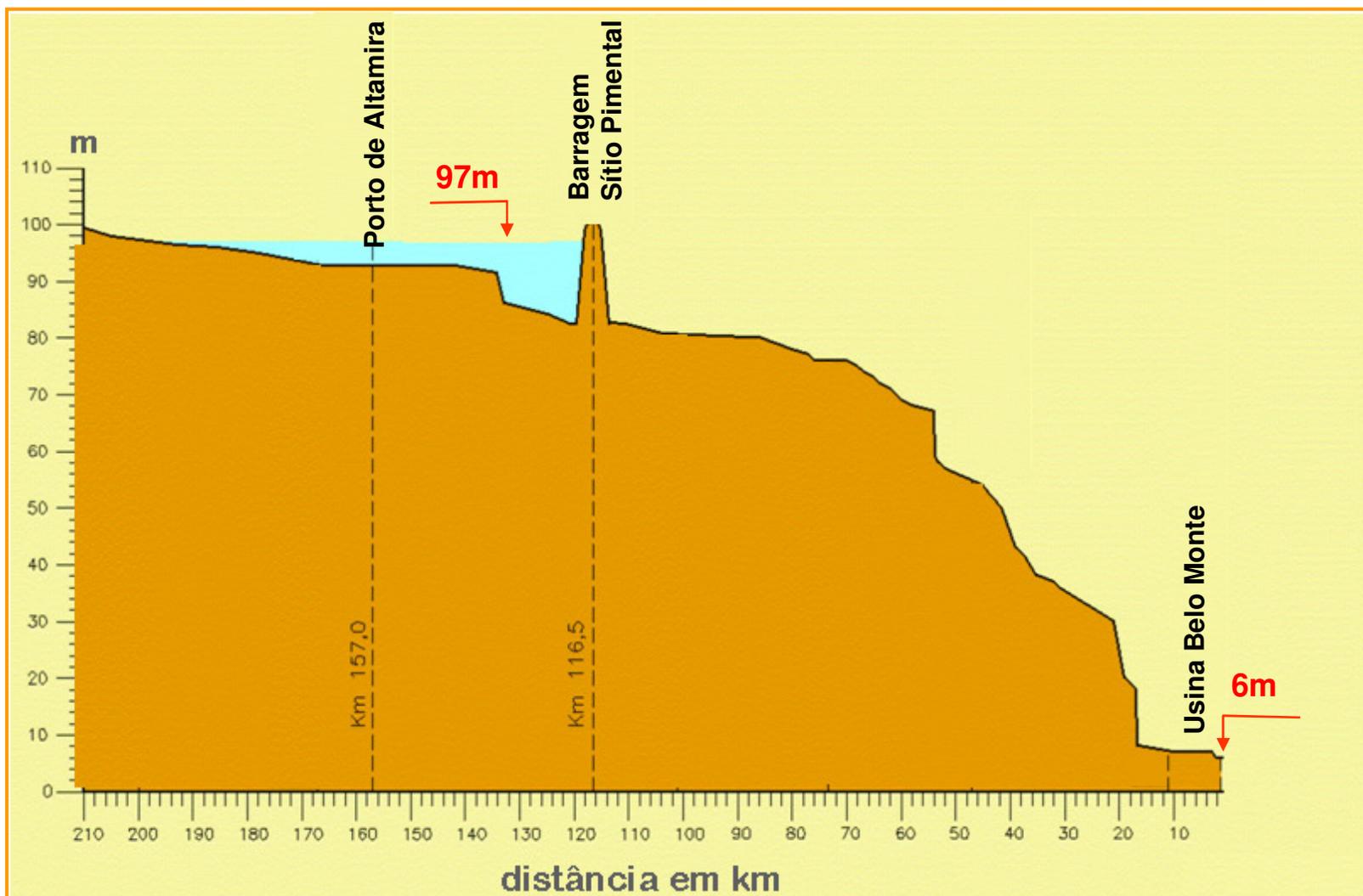
• Casa de Força Principal

N.A. máximo normal:	96,00 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

• 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

Perfil na Volta Grande do Xingu



Fonte: Ilustração Eletronorte

Estudo de Otimização Elaborado pela EPE

Roteiro da Apresentação

1- LOCALIZAÇÃO E CARACTERÍSTICAS DO EMPREENDIMENTO

2- CRITÉRIOS ADOTADOS PELA EPE NO ESTUDO DE OTIMIZAÇÃO

3- ESTUDOS HIDROLÓGICOS E HIDRÁULICOS

4- OBRAS DE TERRA E ROCHA

4.1- Escavações (solo e rocha)

4.2- Estruturas (barragens, diques e ensecadeiras)

5- ESTRUTURAS EM CONCRETO E EQUIPAMENTOS PRINCIPAIS

6- QUANTITATIVOS DAS OBRAS CIVIS

7- MEIO AMBIENTE

8- GARANTIA FÍSICA

9- CRITÉRIOS UTILIZADOS NA ELABORAÇÃO DO ORÇAMENTO

Estudo de Otimização – Arranjo Geral

As otimizações procedidas pela EPE nos estudos de viabilidade do AHE Belo Monte ocorreram nas seguintes estruturas:

- Vertedouro Principal;
- Tomada d'Água/Casa de Força Principal;
- Tomada d'Água/Casa de Força Complementar;
- Canais de Adução;
- Ensecadeiras;
- Barragem de Terra e Enrocamento;
- Diques.

Contemplando as Obras Civas e os Equipamentos Eletromecânicos Principais.

Estudo de Otimização Elaborado pela EPE

Roteiro da Apresentação

1- LOCALIZAÇÃO E CARACTERÍSTICAS DO EMPREENDIMENTO

2- CRITÉRIOS ADOTADOS PELA EPE NO ESTUDO DE OTIMIZAÇÃO

3- ESTUDOS HIDROLÓGICOS E HIDRÁULICOS

4- OBRAS DE TERRA E ROCHA

4.1- Escavações (solo e rocha)

4.2- Estruturas (barragens, diques e ensecadeiras)

5- ESTRUTURAS EM CONCRETO E EQUIPAMENTOS PRINCIPAIS

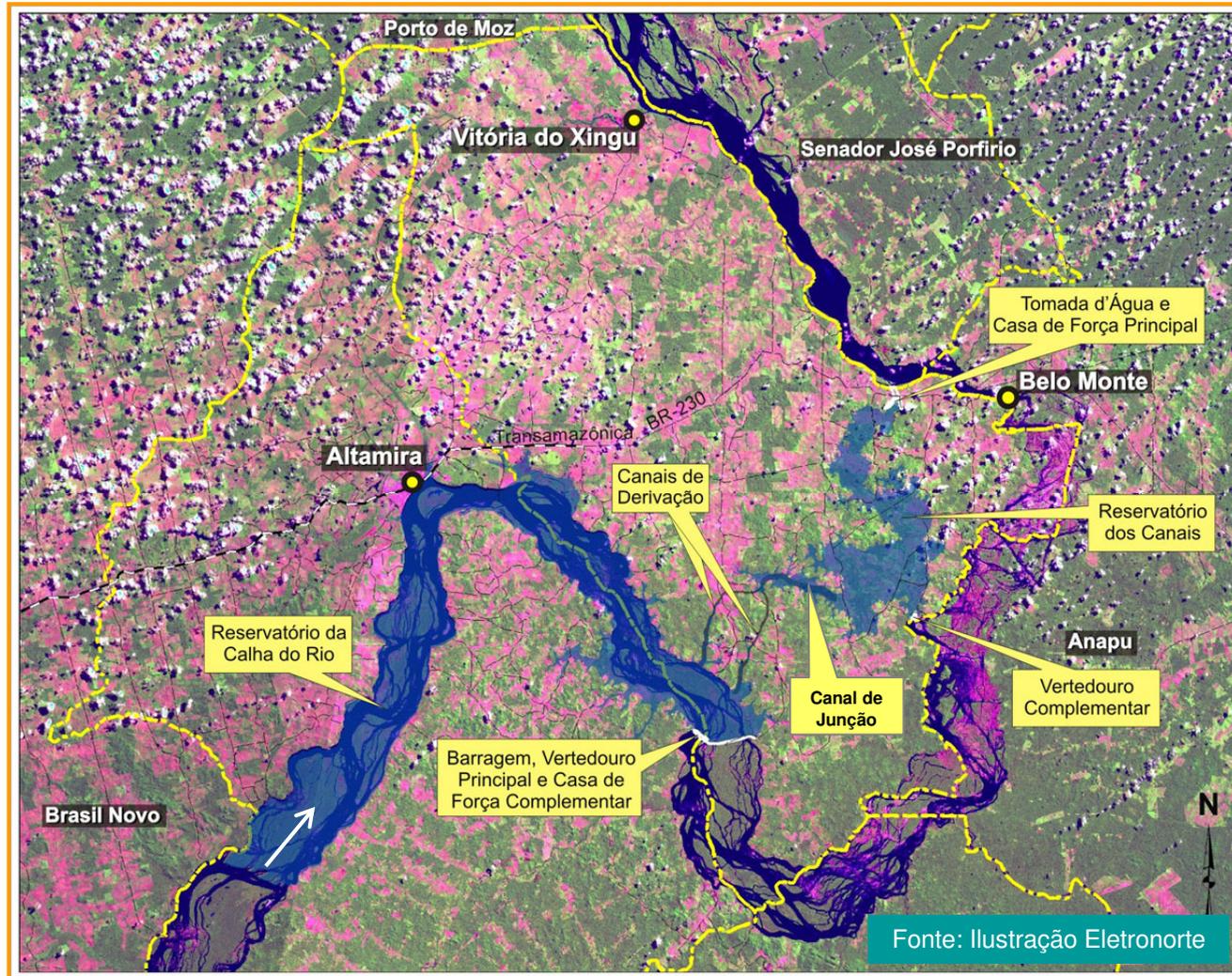
6- QUANTITATIVOS DAS OBRAS CIVIS

7- MEIO AMBIENTE

8- GARANTIA FÍSICA

9- CRITÉRIOS UTILIZADOS NA ELABORAÇÃO DO ORÇAMENTO

Arranjo Geral e Reservatório



Parâmetros mantidos pela Epe

Vazão decamilenar

≈ **62.000 m³/s** (distribuição exponencial)

Base de dados da Eletrobrás: 1931-1968 (gerados)
e 1969-2000 (observados)

Base de dados da EPE: 1969 a 2009 (observados)

Vazão máxima provável

72.278 m³/s (vazão de verificação)

Parâmetros mantidos pela Epe

Calha do Rio Xingu – Sítio Pimental

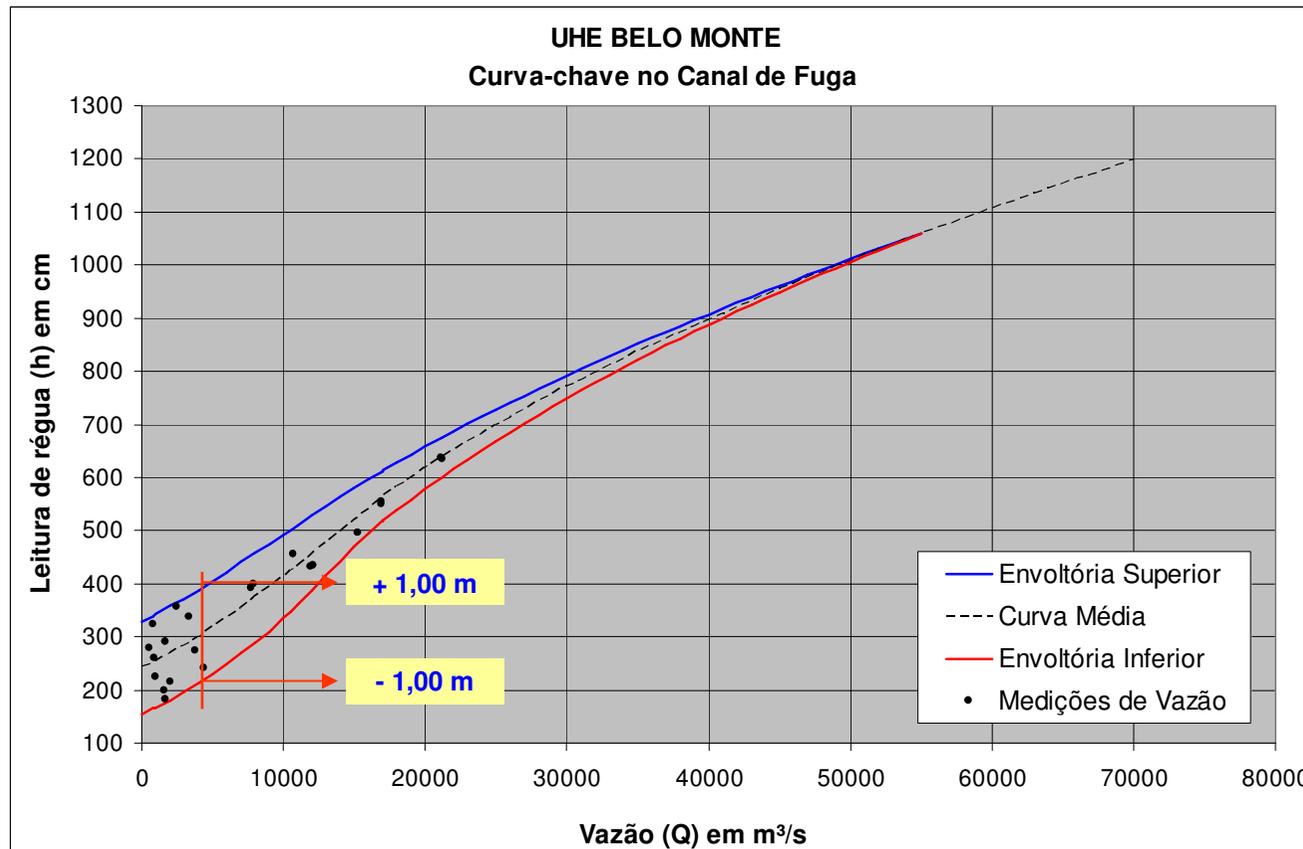
- Curvas-Chave do Canal de Fuga e do Canal de Restituição – Eixo da Serra
- Capacidade de vazão do vertedouro = 47.400 m³/s (76,5% da vazão decamilenar)
- Nível d'Água Máximo Normal = 97,00 m
- Nível d'Água Máximo Maximorum = 97,46 m
- Cota de coroamento das estruturas = 100,00 m
- Borda Livre = 3,00 m

Parâmetros mantidos pela Epe

Reservatório – Sítios Belo Monte e Bela Vista

- Capacidade de vazão do vertedouro = 14.600 m³/s (23,5% da vazão decamilenar)
- Nível d'Água Máximo Normal = 96,00 m
- Nível d'Água Máximo Maximorum = 97,00 m
- Cota de coroamento das estruturas = 99,00 m
- Borda Livre = 3,00 m
- Curvas-Chave do Canal de Fuga (Sítio Belo Monte)

Parâmetros mantidos pela Epe



Curva-chave do Canal de Fuga da Casa de Força Principal

Perda de carga nos Canais de Adução

- **Viabilidade – Estudo do Desenvolvedor**
 - Canais de Derivação e de Junção $\approx 0,60$ m
 - Canais de Transposição (Reservatório) de $\approx 0,40$ m
 - Perda de carga total = 1,00 m (vazão de 13.900 m³/s)

- **Viabilidade – Estudo EPE**
 - Canais de Derivação e de Junção = 0,59 m – Modelo HEC-RAS
 - Canais de Transposição (Reservatório) – Modelo River 2D

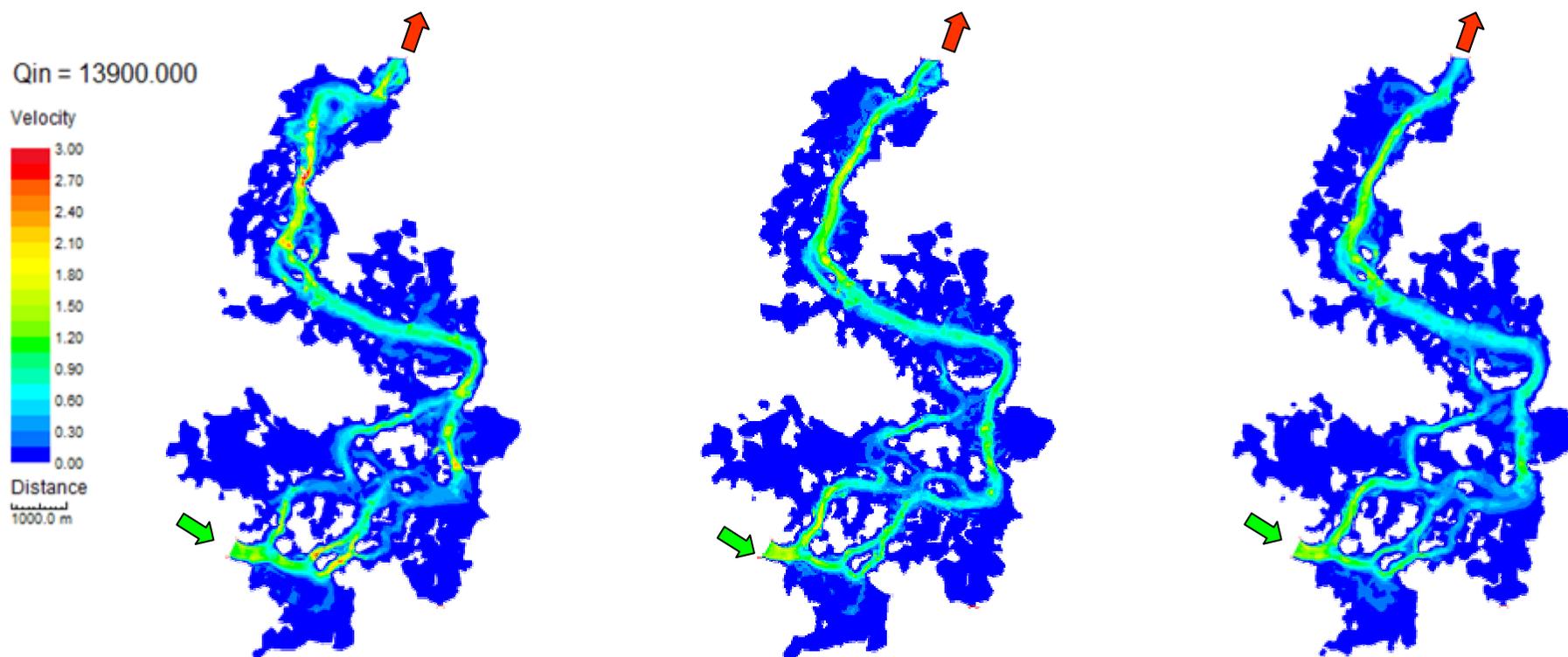
Estudos EPE

Velocidade nos Canais – Modelo River 2D

Topografia Natural
(Sem Canais)

Canais-viabilidade

Canais-viabilidade +
Ajustes

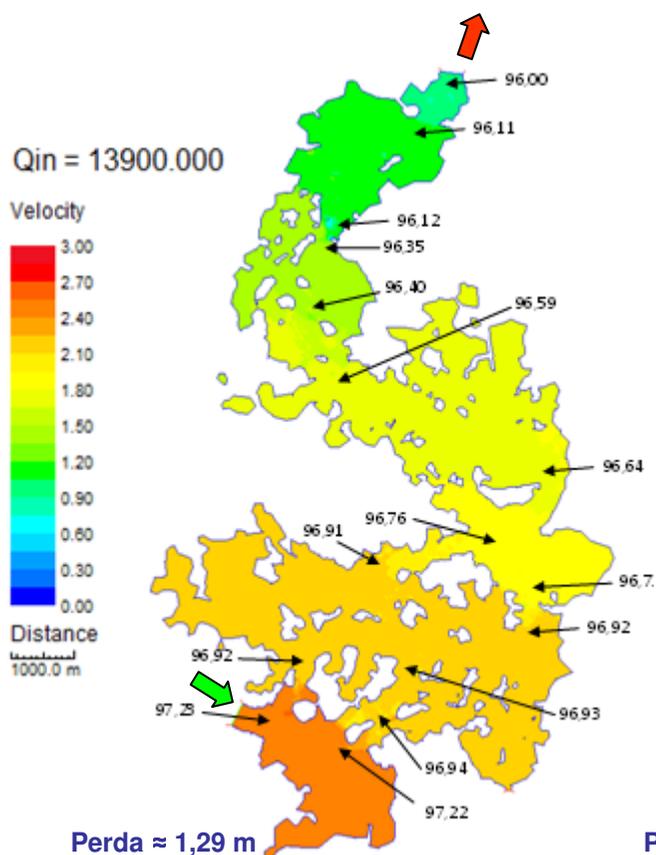


- ➡ - Início do Reservatório e Canais de Transposição
- ➡ - Casa de Força Principal no Sítio Belo Monte

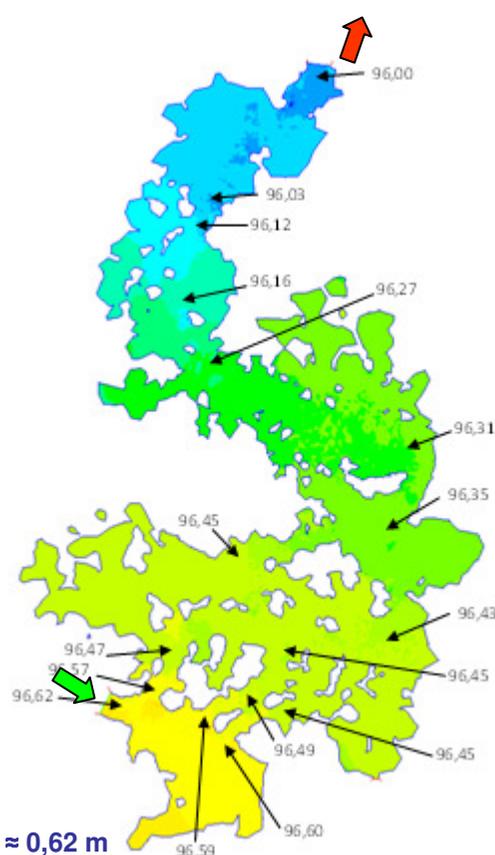
Estudos EPE

Perda de Carga nos Canais

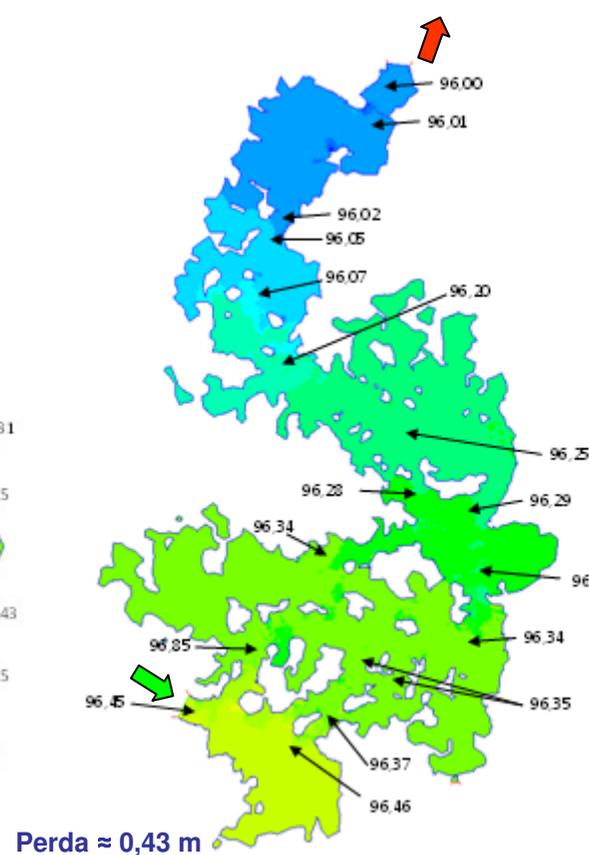
Topografia Natural
(Sem Canais)



Canais-viabilidade



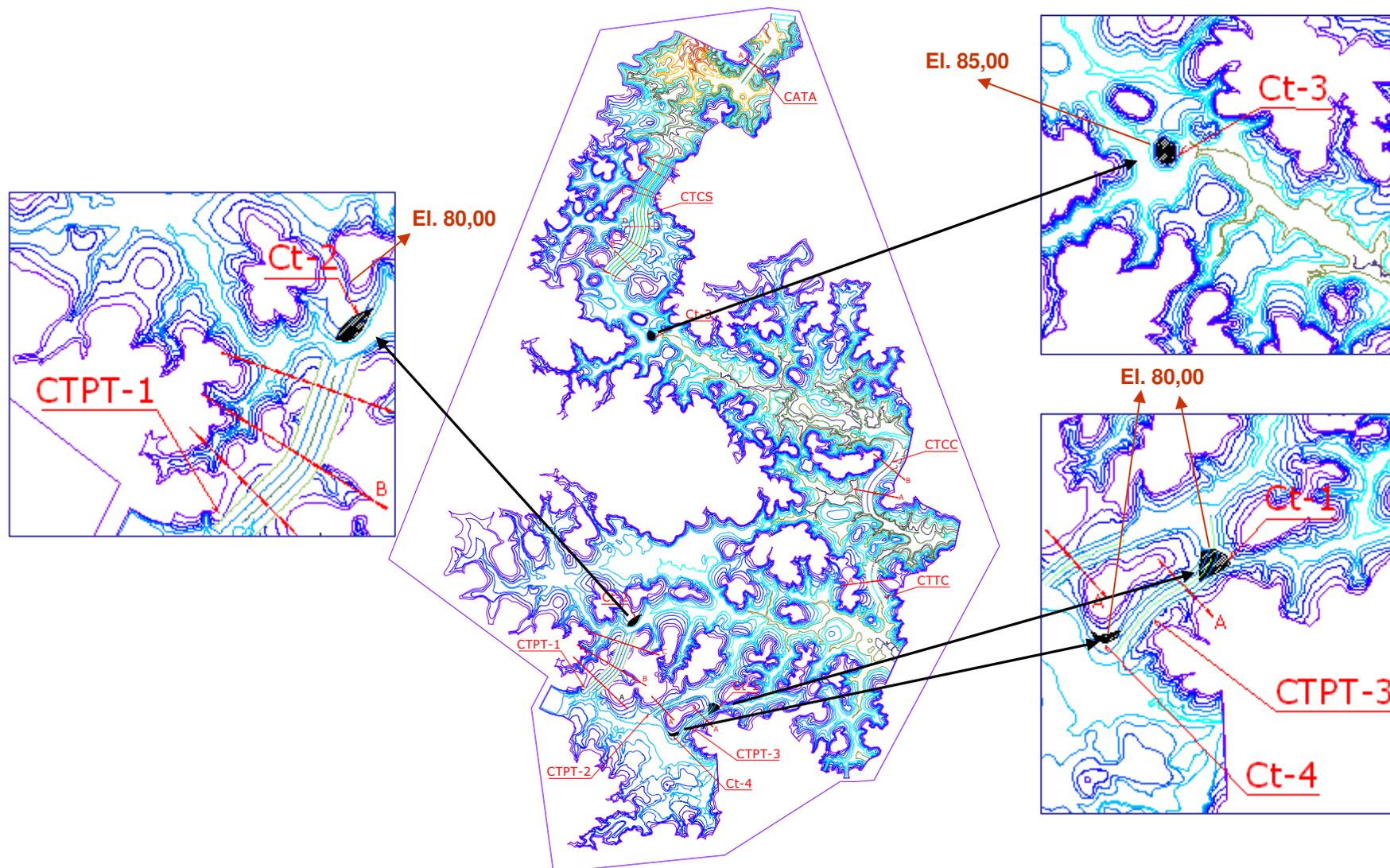
Canais-viabilidade +
Ajustes



- Início do Reservatório e Canais de Transposição
- Casa de Força Principal no Sítio Belo Monte

Estudos EPE

AJUSTES DOS CANAIS - MODELO RIVER 2D



Estudos EPE

PERDA DE CARGA NOS CANAIS DE ADUÇÃO

Resultados

- Canais de Derivação e de Junção $\approx 0,59$ m – Modelo HEC-RAS
- Canais de Transposição (Reservatório) – Modelo bidimensional River 2D
 - Viabilidade $\approx 0,62$ m
 - Viabilidade (com ajustes) $\approx 0,43$ m
- Perda de carga total, considerando os ajustes $\approx 1,02$ m

Desvio do Rio

RISCOS ASSUMIDOS NAS FASES DE DESVIO DO RIO E MANTIDOS PELA EPE

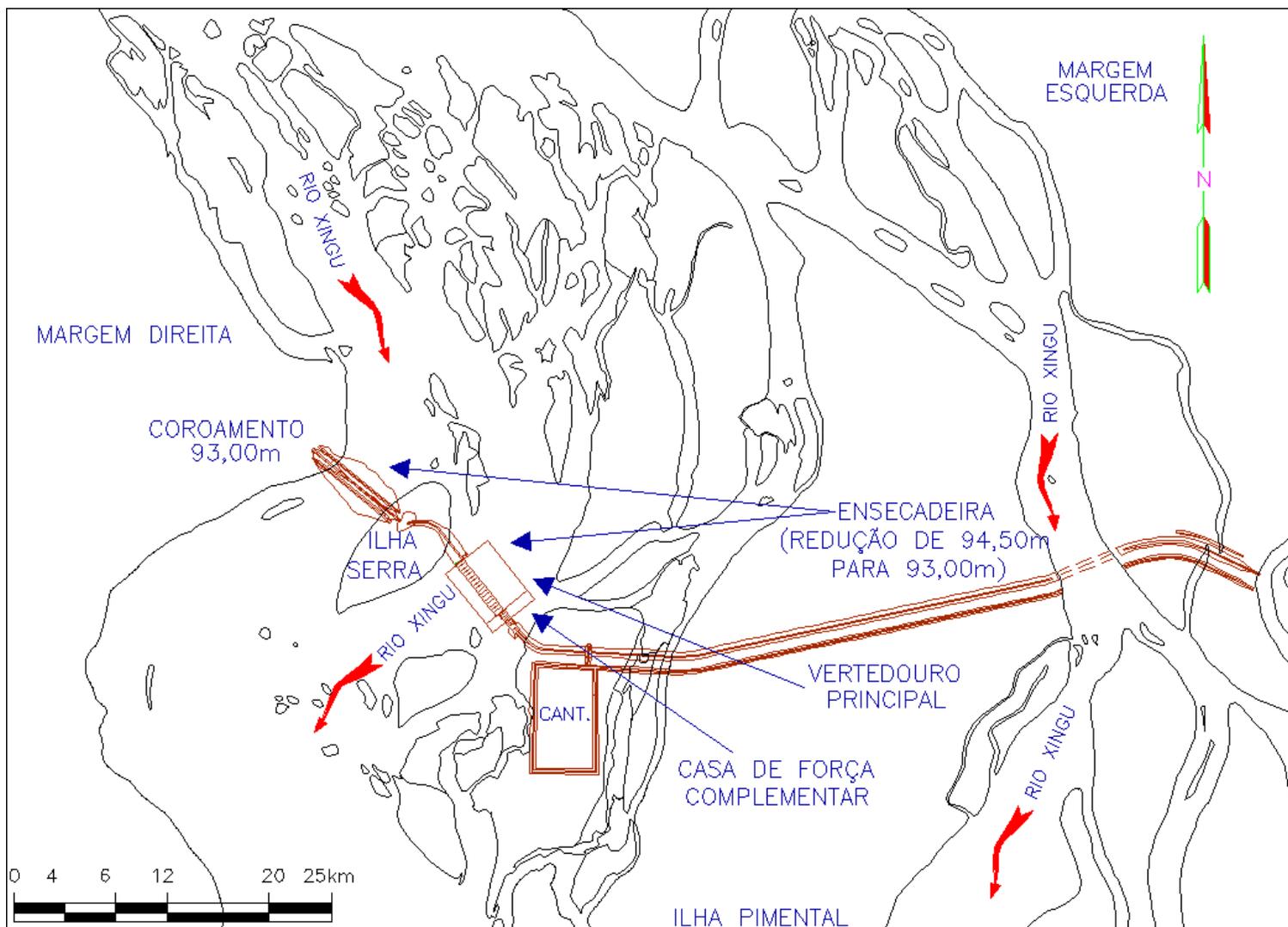
FASE	Tempo de exposição (anos)	Tempo de recorrência (anos)	Vazão (m ³ /s)	Risco (%)
1 ^a	3	75	39.900	4
2 ^a	1	25	33.800	4

Obs.: 1^a Fase - 4 anos

2^a Fase - 1 ano

Otimizações da EPE

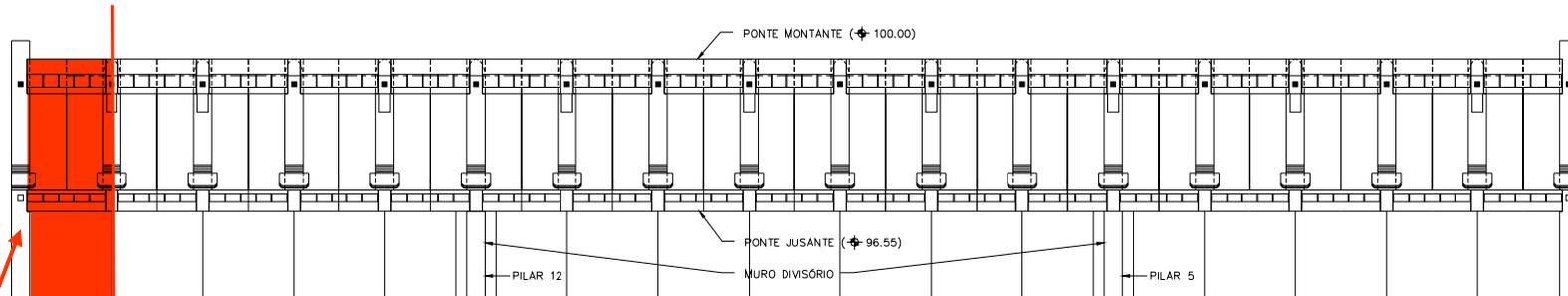
REDUÇÃO DE 1,50 m NA ELEVAÇÃO DA ENSECADEIRA DE MONTANTE DA 2ª FASE



Vertedouro Principal – Redução de 1 vão

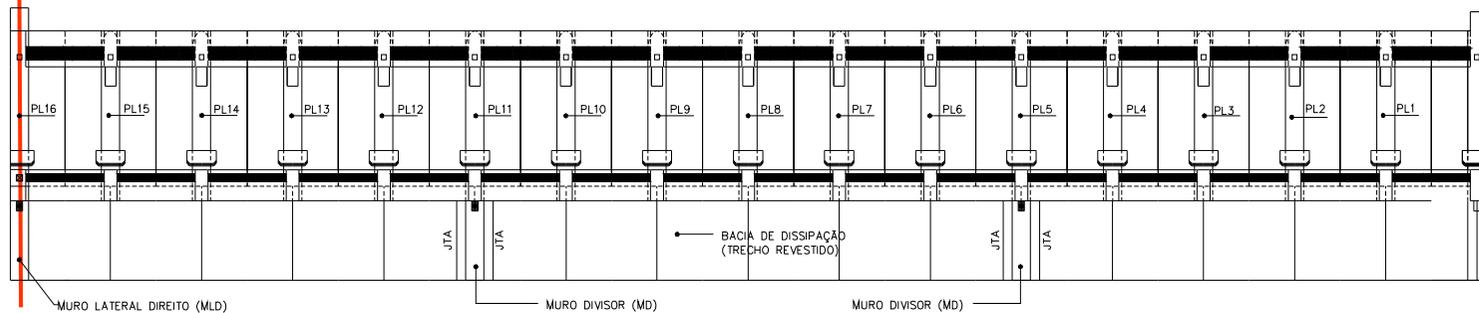
1. Mesmo considerando o alto grau de afogamento, verifica-se que, retirando-se um dos 17 vãos, o vertedouro continua a ter capacidade para descarregar a vazão de 47.400 m³/s, com o nível de água máximo no reservatório na elevação de 97,46 m;
2. Perfil Creager definido para carga de projeto de 75% da carga máxima (17,46 m);
3. Pressões negativas sobre o Perfil Creager inferiores a 0,1 MPa;
4. Carga de projeto, altura de perfil Greager, paramento de montante e nível d'água de jusante, resultaram no coeficiente de vazão aproximado de 2,04.

Vertedouro Principal – Redução de 1 vão



Redução de
um vão
completo

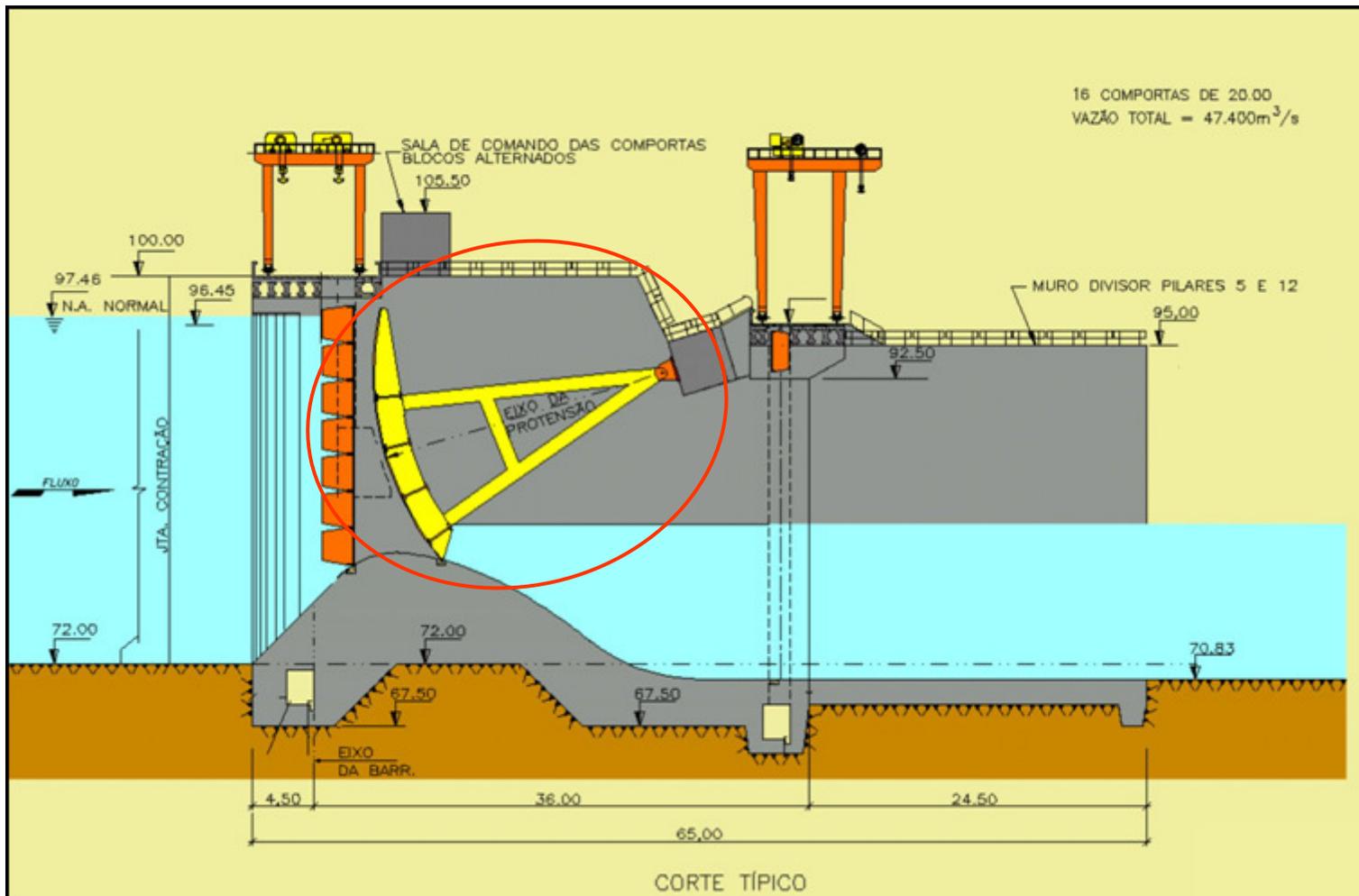
Estudo original – 17 vãos de 20m



Estudo EPE – 16 vãos de 20m

Sítio Pimental

Vertedouro Principal = 47.400 m³/s



Estudo de Otimização Elaborado pela EPE

Roteiro da Apresentação

1- LOCALIZAÇÃO E CARACTERÍSTICAS DO EMPREENDIMENTO

2- CRITÉRIOS ADOTADOS PELA EPE NO ESTUDO DE OTIMIZAÇÃO

3- ESTUDOS HIDROLÓGICOS E HIDRÁULICOS

4- OBRAS DE TERRA E ROCHA

4.1- Escavações (solo e rocha)

4.2- Estruturas (barragens, diques e ensecadeiras)

5- ESTRUTURAS EM CONCRETO E EQUIPAMENTOS PRINCIPAIS

6- QUANTITATIVOS DAS OBRAS CIVIS

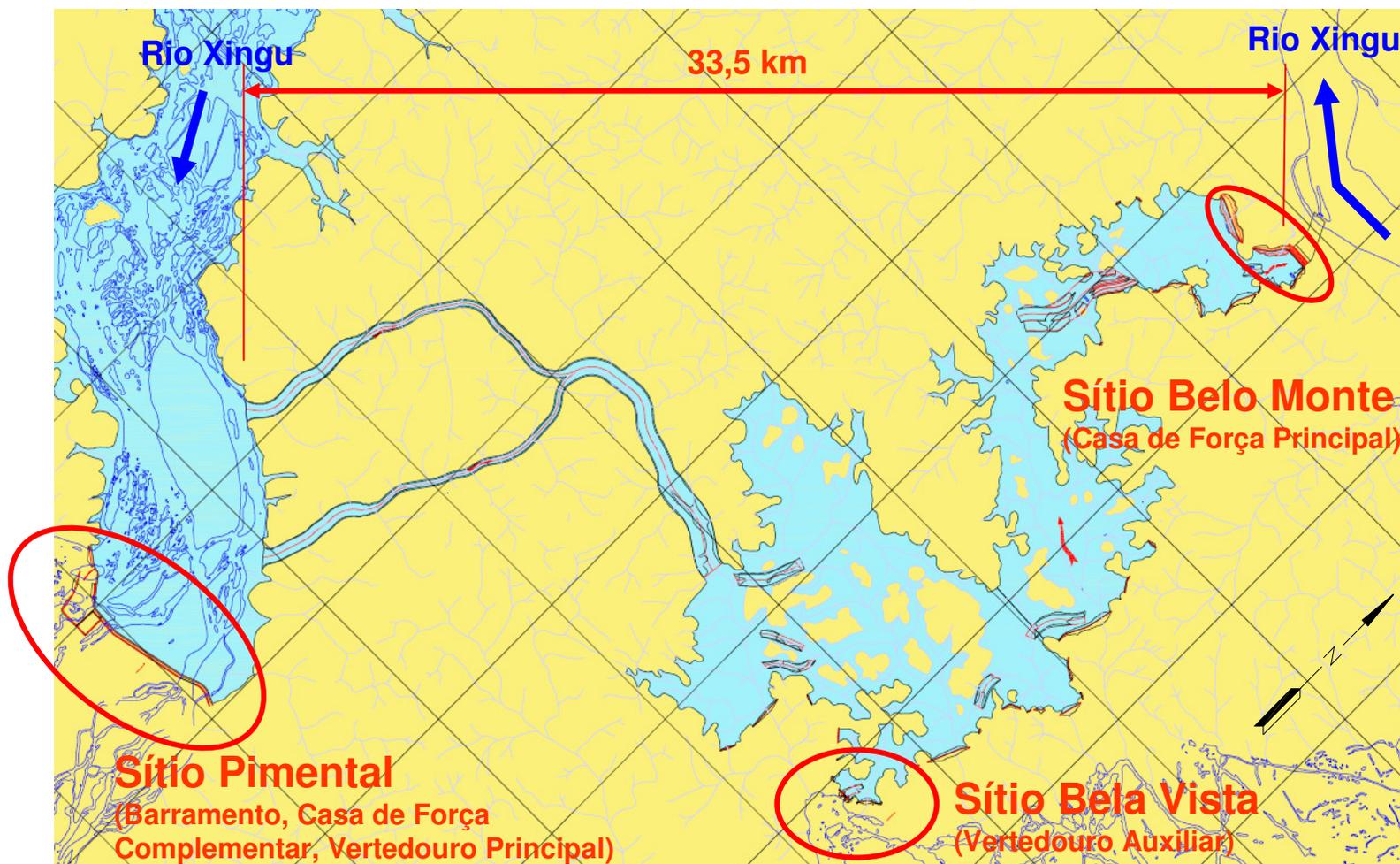
7- MEIO AMBIENTE

8- GARANTIA FÍSICA

9- CRITÉRIOS UTILIZADOS NA ELABORAÇÃO DO ORÇAMENTO

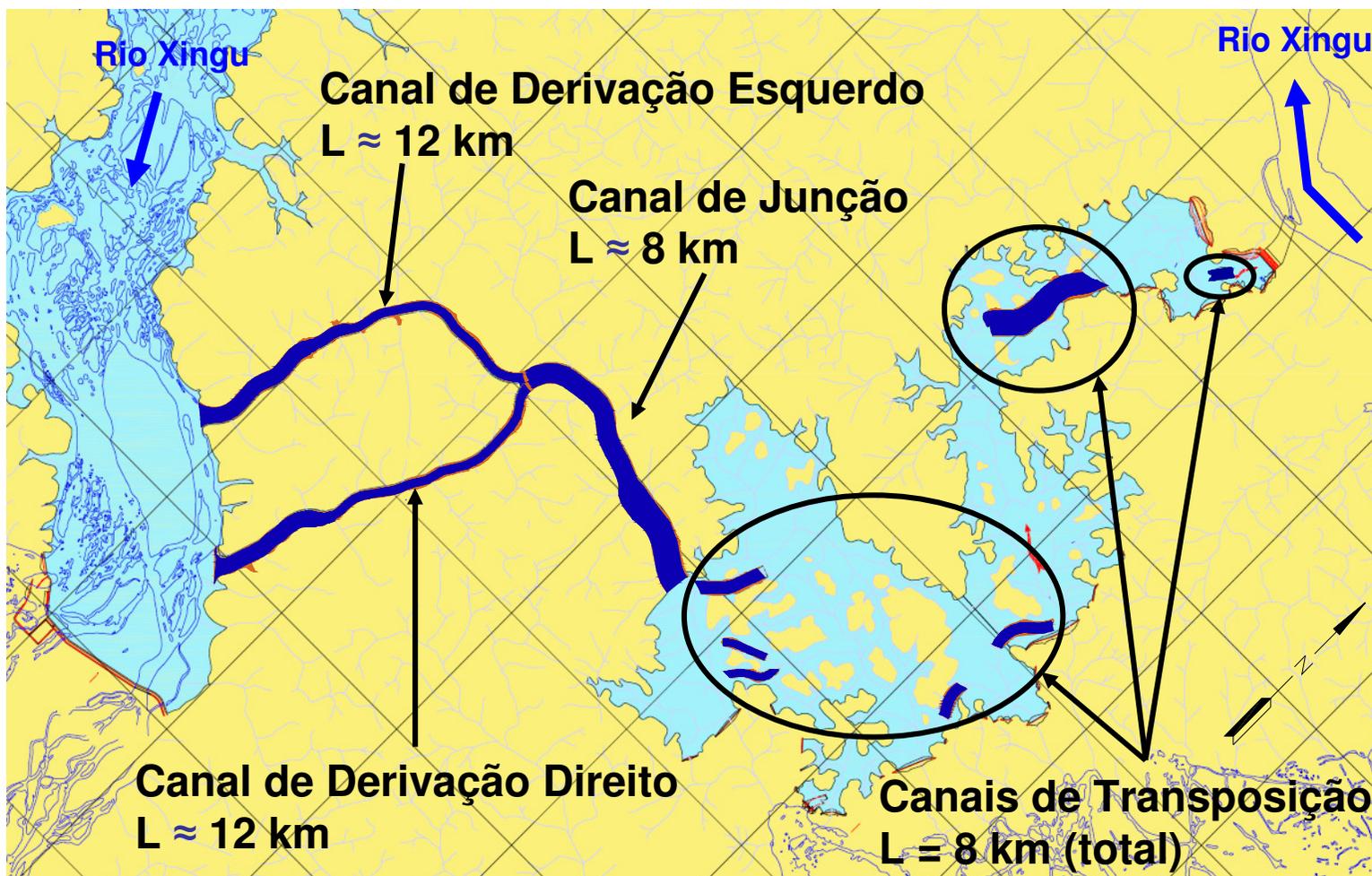
4.1- Escavações

Canais de Adução



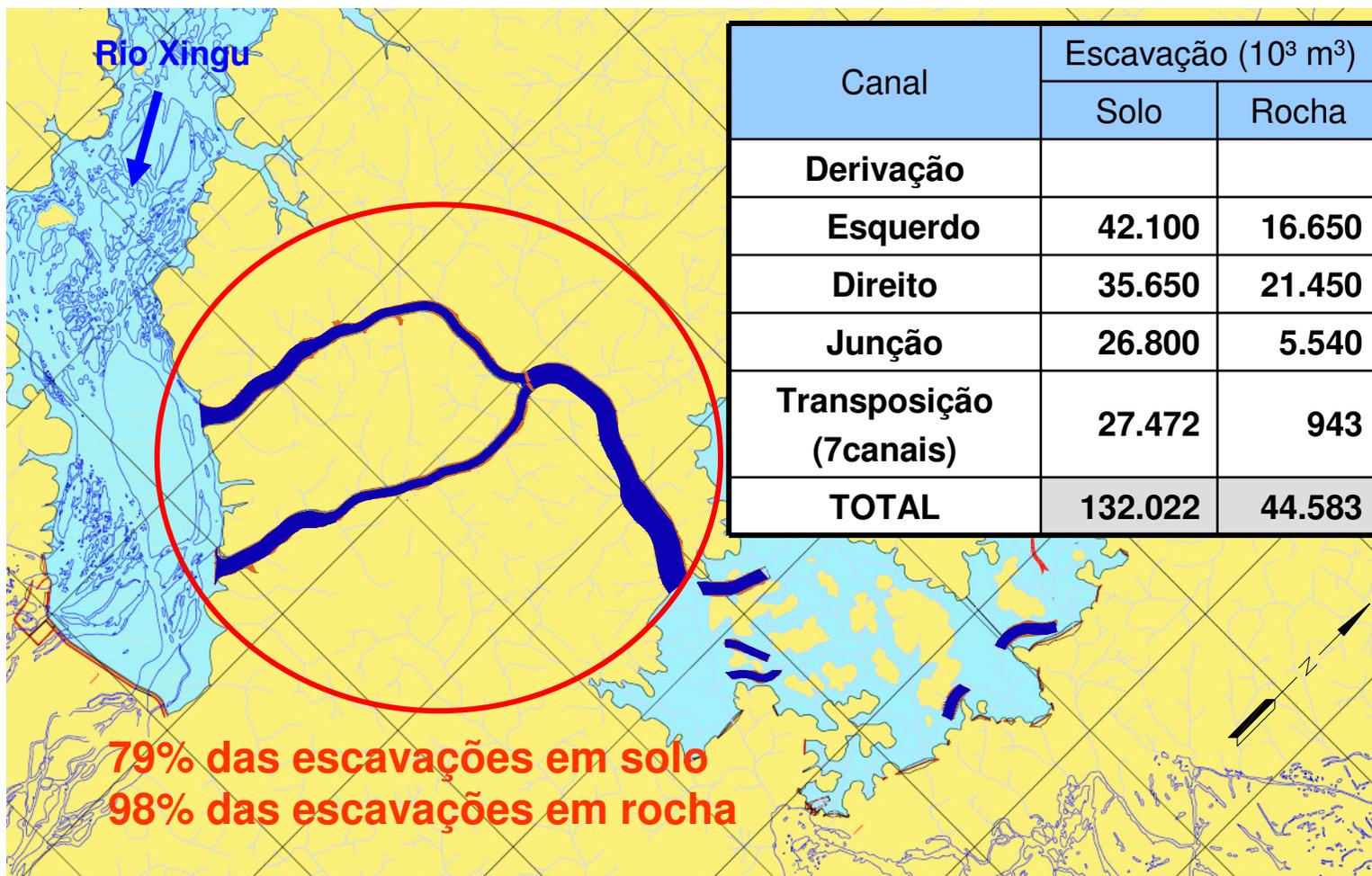
Projeto do Desenvolvedor

Canais de Adução



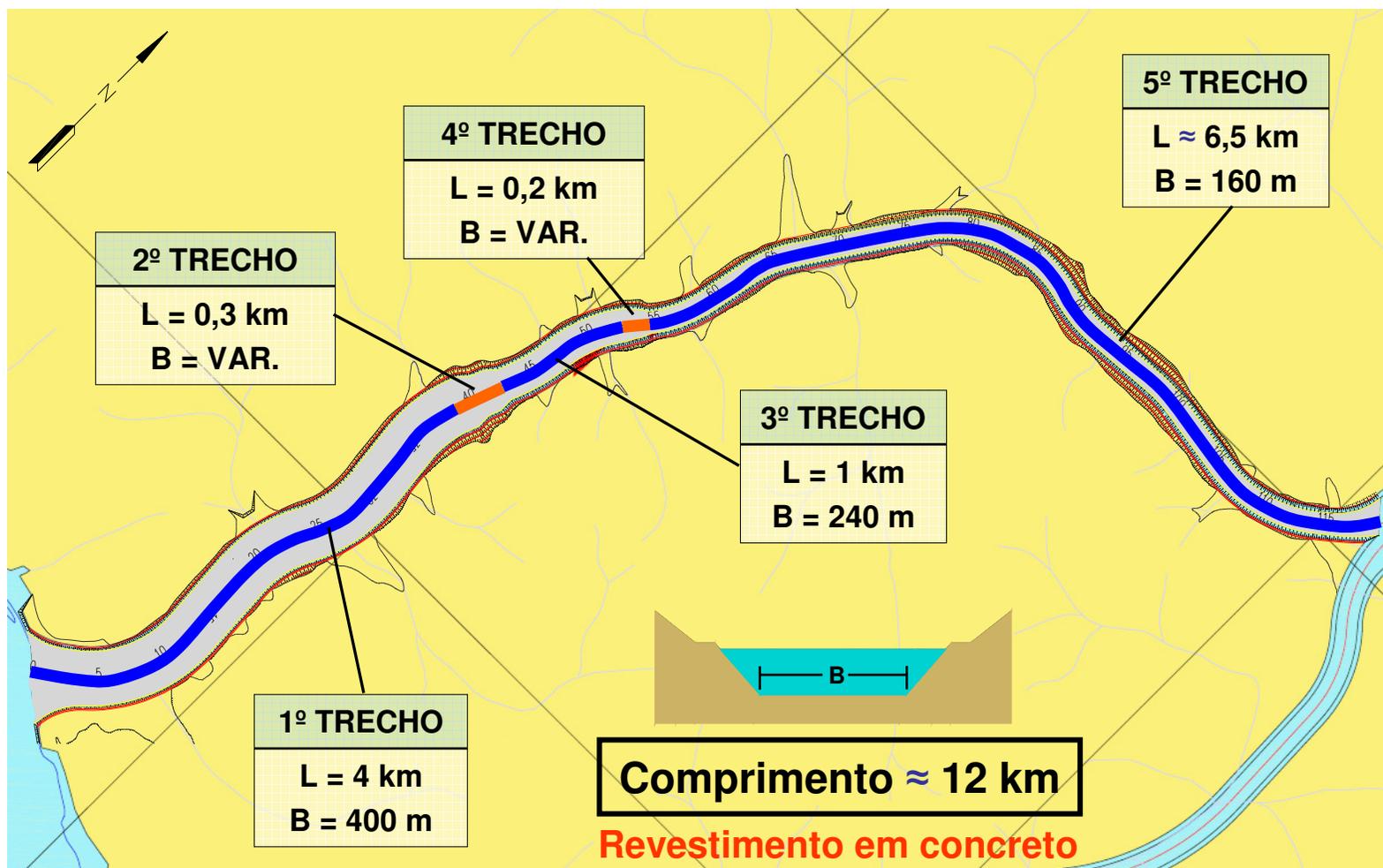
Projeto do Desenvolvedor

Canais de Adução



Projeto do Desenvolvedor

Canal de Derivação Esquerdo



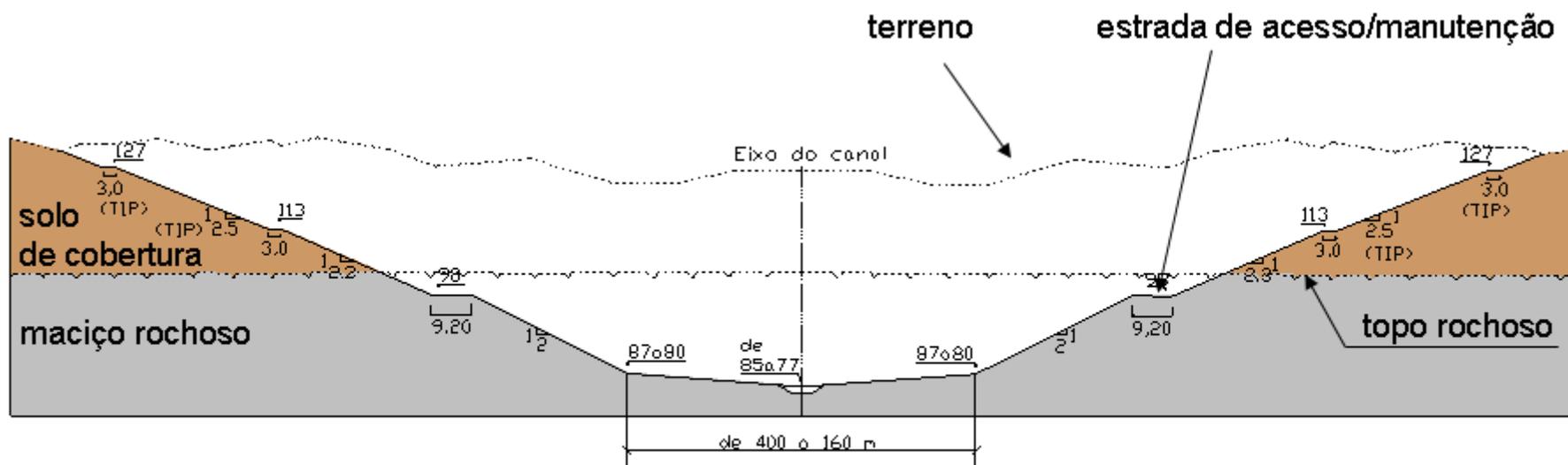
Projeto do Desenvolvedor

Canal de Derivação Direito



Projeto do Desenvolvedor

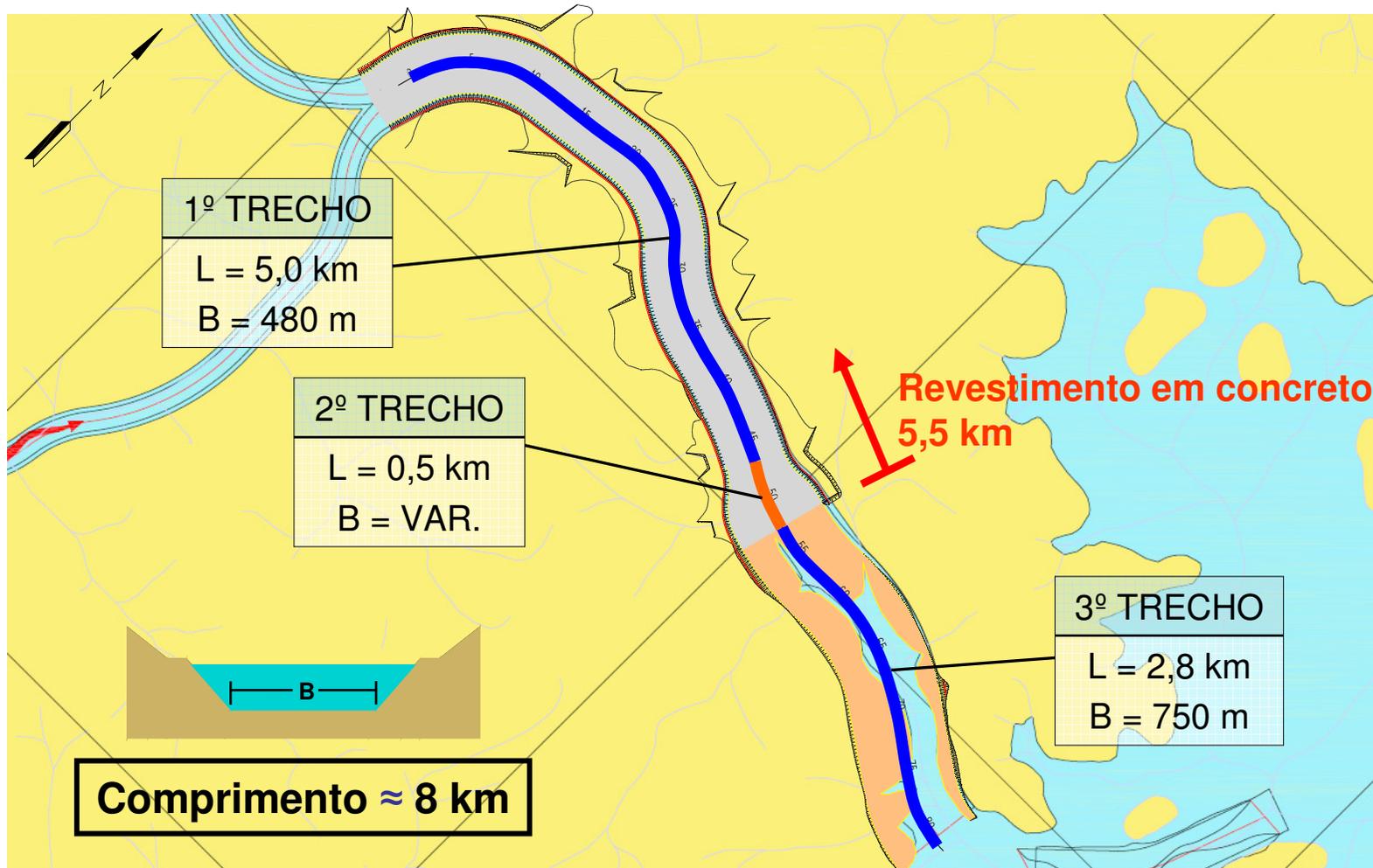
Canais de Derivação Direito e Esquerdo



Seção Típica

Projeto do Desenvolvedor

Canal de Derivação – Trecho da Junção

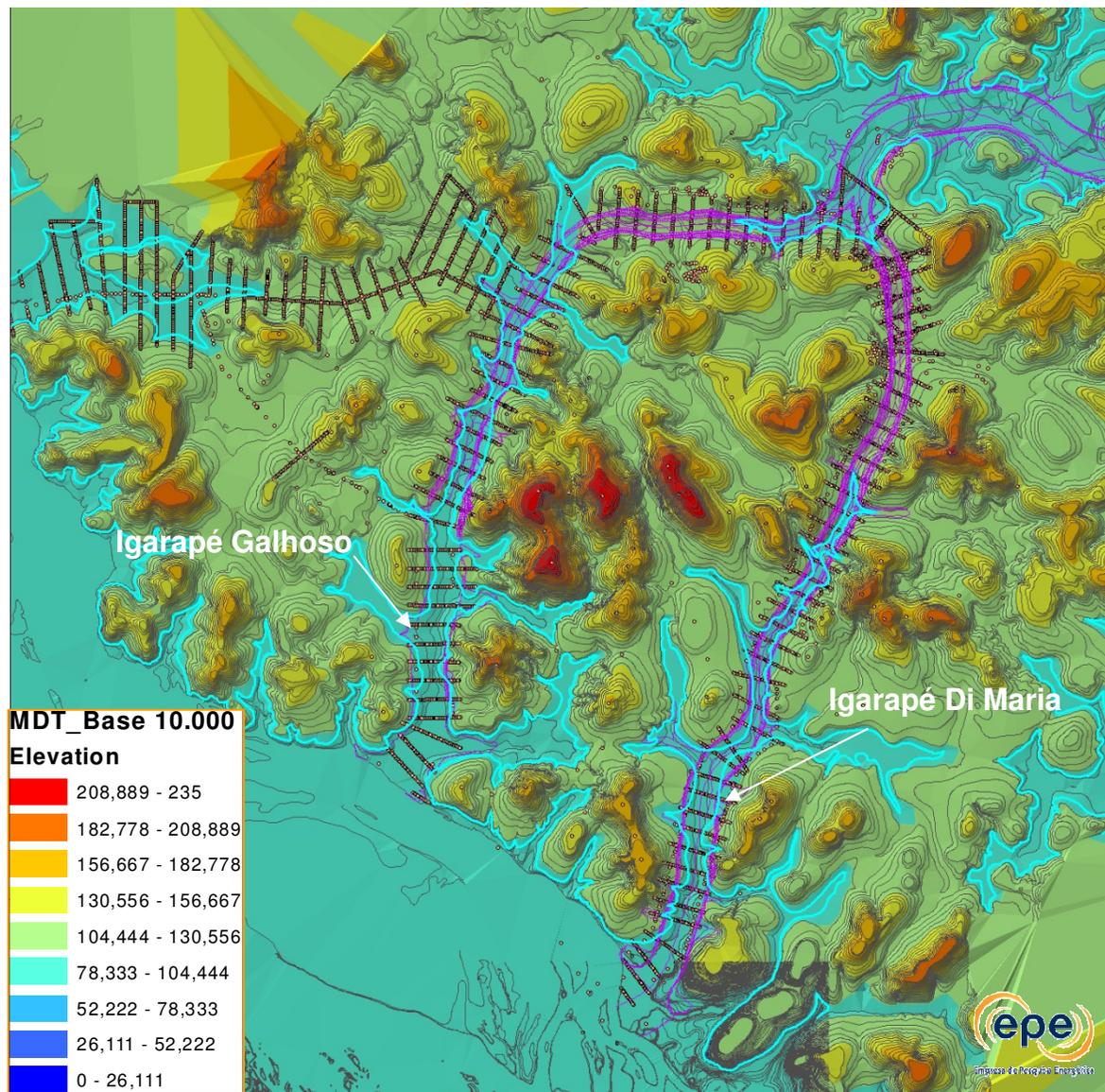


ESTUDOS DE OTIMIZAÇÃO

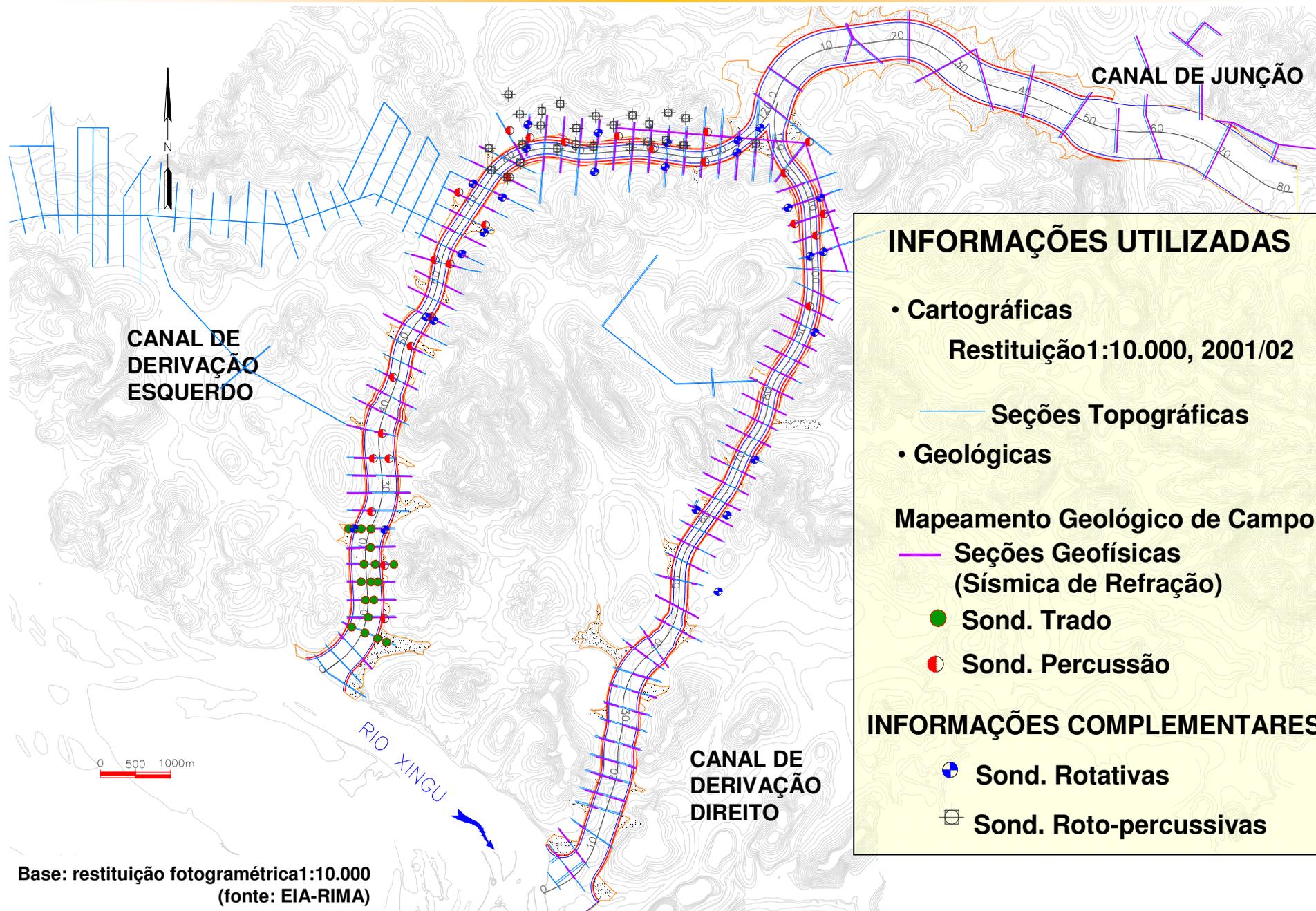
Informações Cartográficas Utilizadas

Canais	Projeto do Desenvolvedor (2001/02)	Otimização EPE (2009)
Derivação Esquerdo e Direito	<ul style="list-style-type: none"> • Restituição 1:25.000 (voo 1976/77), ajustada com informações de campo • Seções Topográficas a cada 250 m 	<ul style="list-style-type: none"> • Restituição 1:10.000 (voo 2001/02), EIA/RIMA • Seções Topográficas a cada 250 m
Derivação Junção	<ul style="list-style-type: none"> • Restituição 1:25.000 (voo 1976/77), ajustada com informações de campo 	<ul style="list-style-type: none"> • Restituição 1:10.000 (voo 2001/02) , EIA/RIMA • Seções topográficas a c. 210 a 575 m
Transposição	<ul style="list-style-type: none"> • Restituição 1:25.000 (voo 1976/77), ampliada para 1:2.000, ajustada com informações de campo 	<ul style="list-style-type: none"> • Restituição 1:10.000 (voo 2001/02) , EIA/RIMA

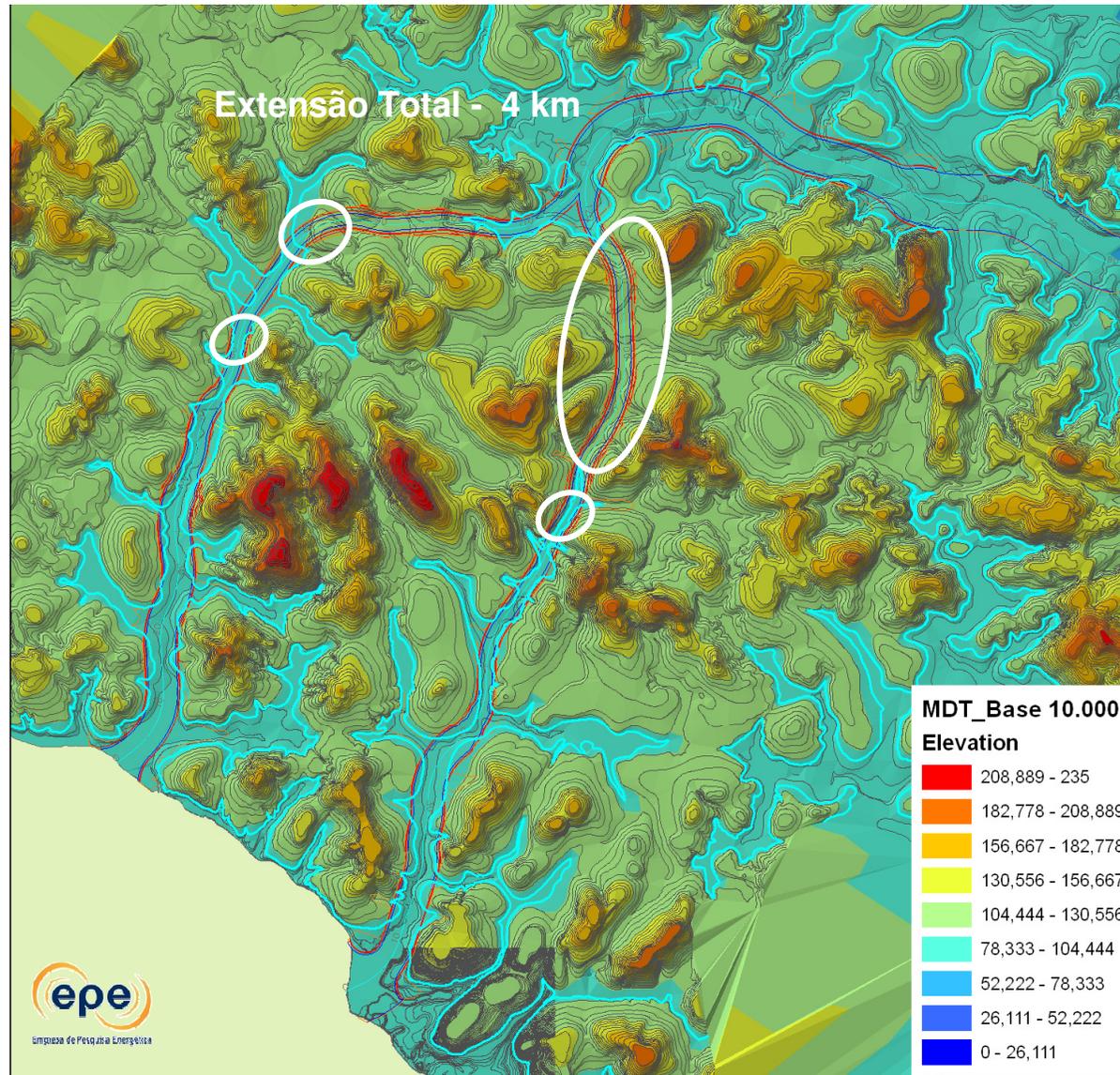
Canais de Derivação - Traçado



Fonte: Ilustração EPE

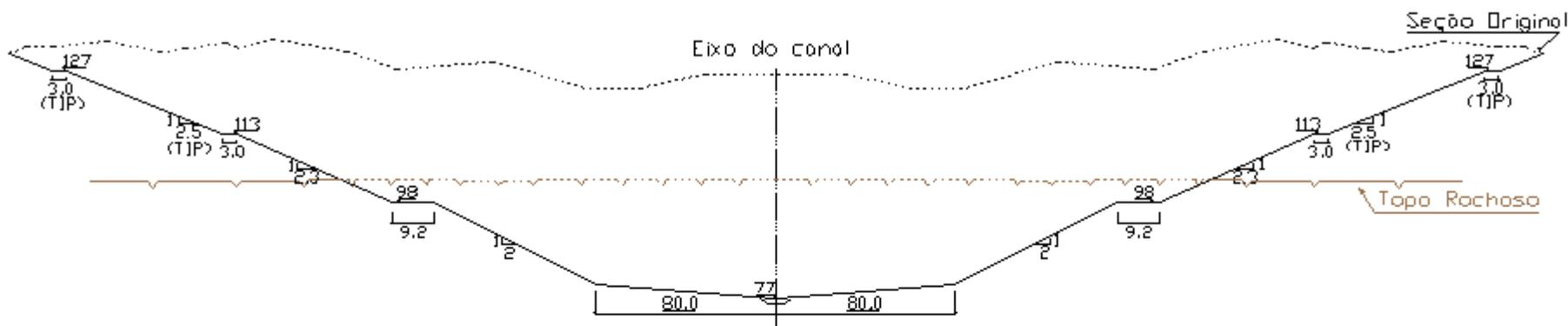


Trechos Otimizados – Canais de Derivação

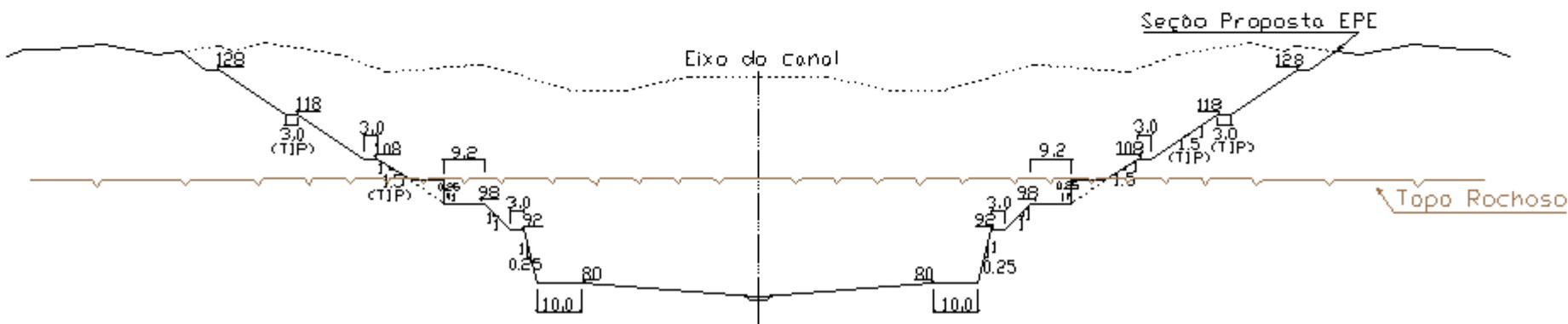




Canais de Derivação Esquerdo e Direito Otimização da Seção de Escavação (trecho de 4 km)

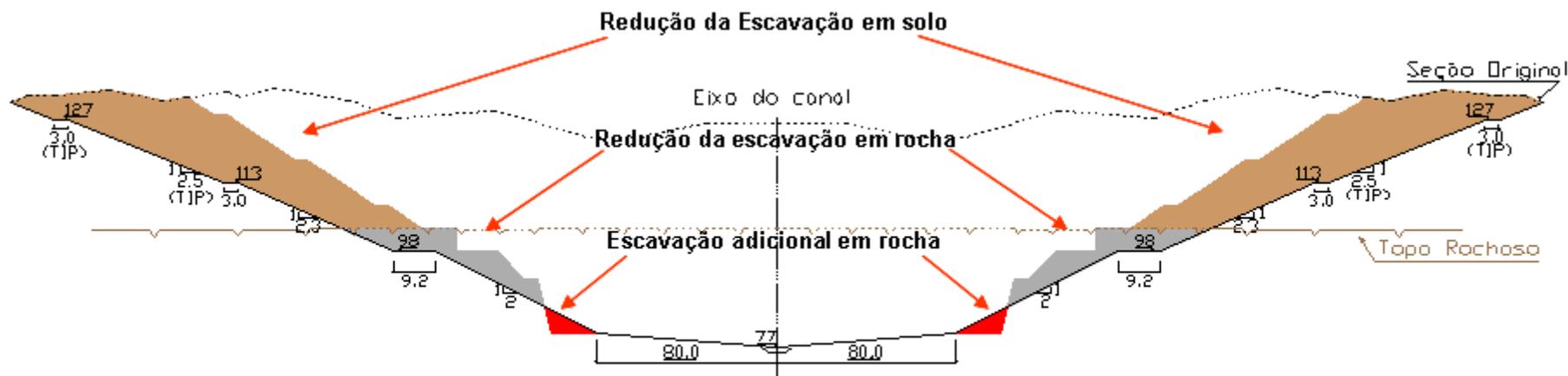


Seção Típica - Desenvolvedor



Seção Típica - EPE

Canais de Derivação Esquerdo e Direito Otimização da Seção de Escavação (trecho de 4 km)

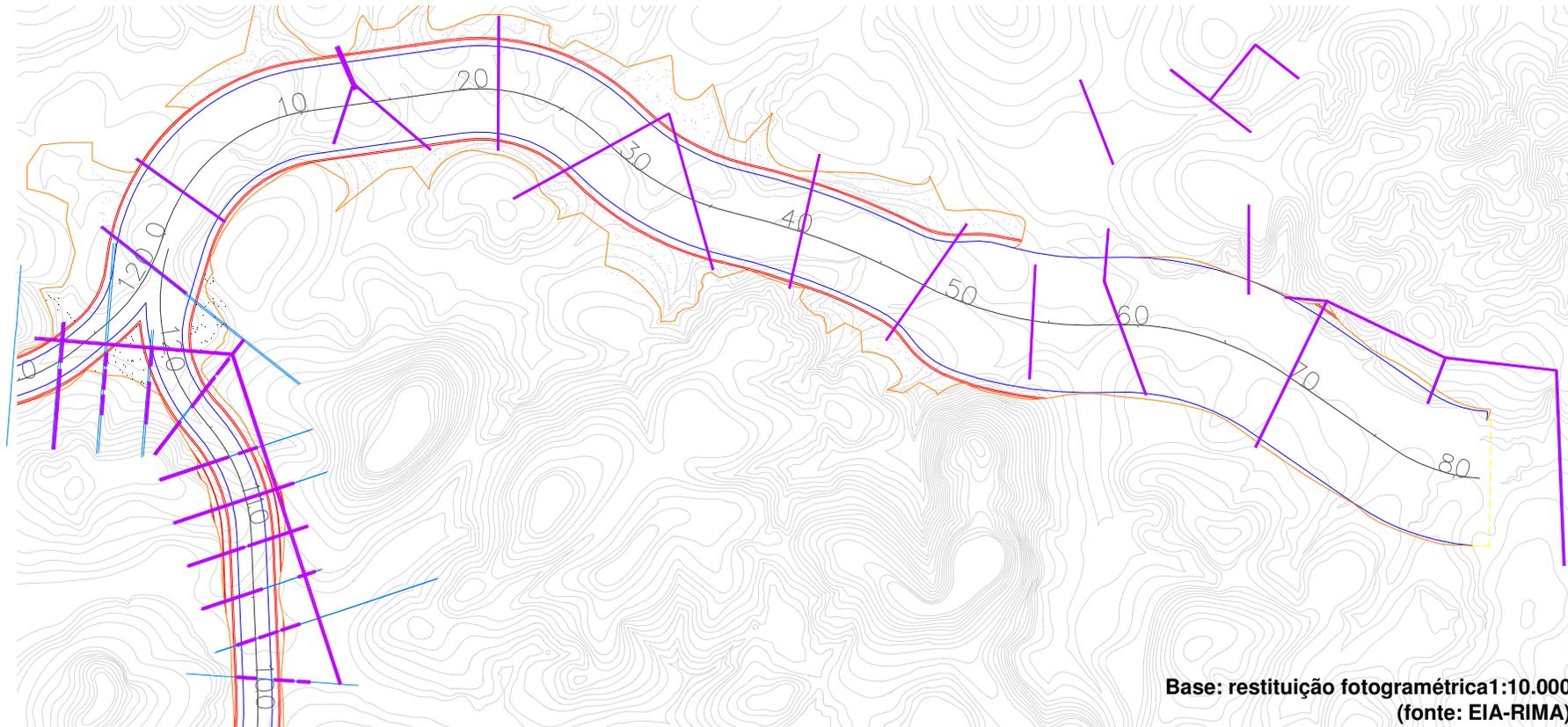


Volumes Totais

Canal de Derivação	Escavação em Solo (10 ³ m ³)				Escavação em Rocha (10 ³ m ³)			
	Desenvolvedor	EPE	Variação	%	Desenvolvedor	EPE	Variação	%
Direito	35.650,0	33.293,2	- 2.356,8	-7	21.450,0	15.169,6	- 6.280,4	-29
Esquerdo	42.100,0	42.104,6	4,6	0	16.650,0	9.966,1	- 6.683,9	- 40
TOTAL	77.750,0	75.397,8	-2.352,2	- 3	38.100,0	25.135,7	- 12.964,3	- 34

Canal de Derivação – Trecho da Junção

Informações Disponíveis



Cartográficas

Restituição 1:10.000 (fotos 1:30.000, 2001/02)

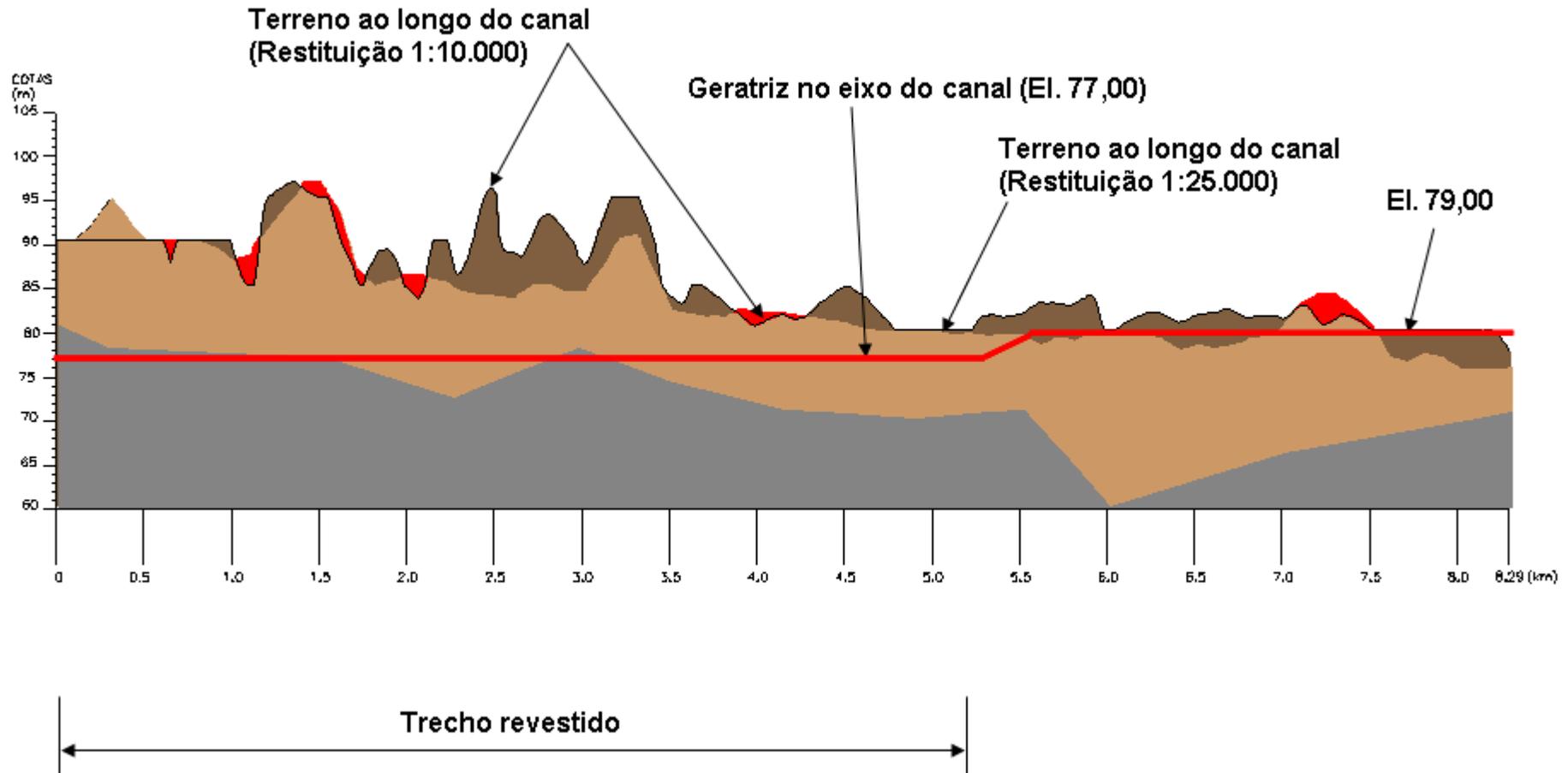
— Seções Topográficas

Geológicas

— Seções Geofísicas
(Sísmica de Refração)

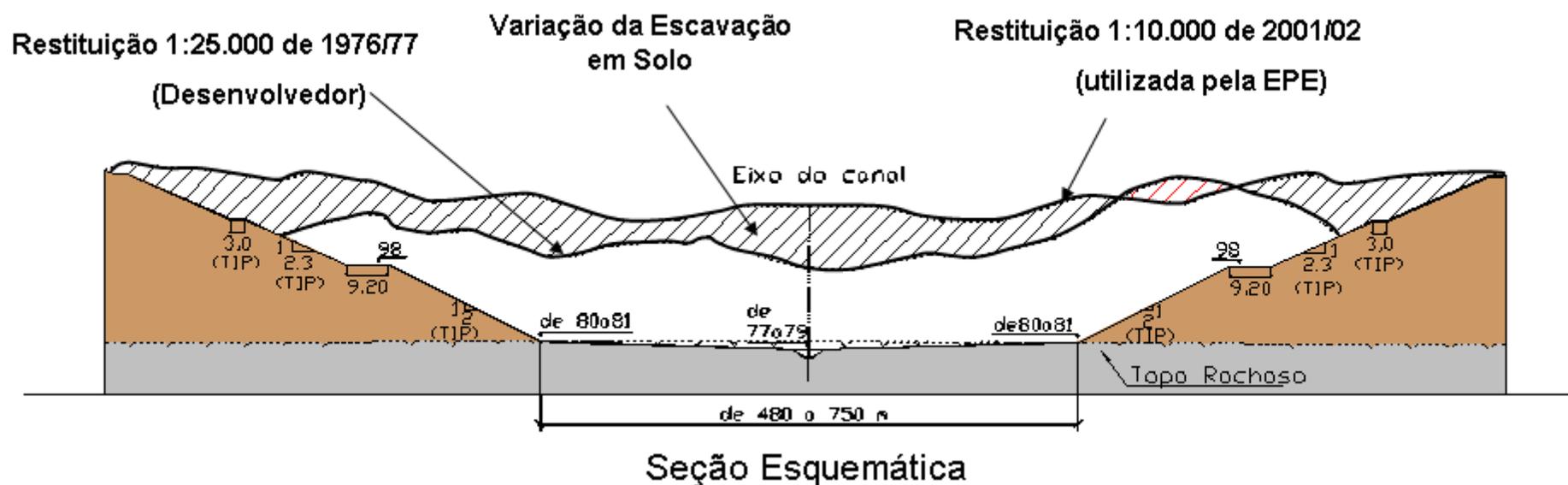
Canal de Derivação – Trecho da Junção

Perfil Longitudinal



Canal de Derivação – Trecho da Junção

Alteração do Volume de Escavação



Volumes Totais

Escavação em Solo (10 ³ m ³)				Escavação em Rocha (10 ³ m ³)			
Desenvolvedor	EPE	Variação	%	Desenvolvedor	EPE	Variação	%
26.800,0	38.669,0	+ 11.869,0	+ 44	5.540,0	475,0	- 5.065,0	- 91

Canais de Derivação Esquerdo, Direito e da Junção

VOLUMES TOTAIS DE ESCAVAÇÃO

Escavação em Solo (10 ³ m ³)				Escavação em Rocha (10 ³ m ³)			
Desenvolvedor	EPE	Variação	%	Desenvolvedor	EPE	Variação	%
104.550,0	114.066,8	+ 9.516,8	+ 9	43.640	25.611	- 18.029	- 41

4.2- Obras de Terra e Enrocamento

Informações Cartográficas Utilizadas

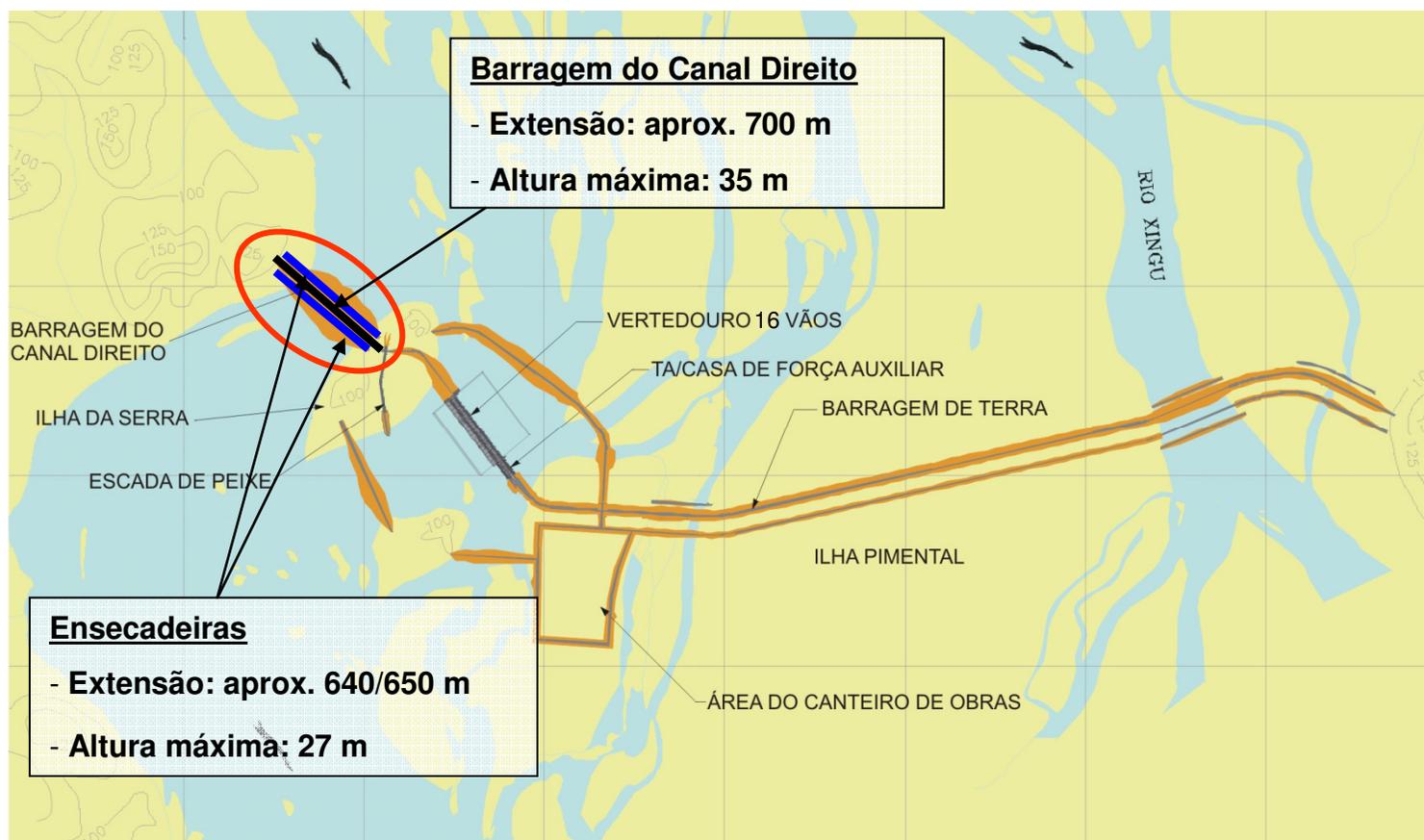
Obras de Terra e Enrocamento	Projeto do Desenvolvedor (2001/02)	Otimização EPE(2009)
Sítio Pimental Barragem e Ensecadeiras	<ul style="list-style-type: none">• Restituição 1:25.000 (voo 1976/77)• Levantamentos Topográficos	<ul style="list-style-type: none">• Levantamentos Topográficos
Diques	<ul style="list-style-type: none">• Restituição 1:25.000 (voo 1976/77)• Levantamentos Topográficos	<ul style="list-style-type: none">• Restituição 1:10.000 (voo 2001/02), EIA/RIMA• Levantamentos Topográficos

Obras de Terra e Enrocamento Otimizações EPE

- **Redução da largura da crista para 7 m, a exemplo de aproveitamentos mais recentes (UHE Peixe Angical, UHE São Salvador, diques da UHE Simplício e outros);**
- **Manutenção do tipo de seção das obras (drenagem interna, taludes, disposição dos materiais na seção);**
 - ⇒ **mesma segurança do projeto do Desenvolvedor**
- **Redução em 1,5 m da elevação da crista da ensecadeira de montante da barragem do canal direito;**
- **Utilização de base cartográfica mais recente (Restituição 1:10.000, de 2001/02) nos locais sem levantamento de campo**

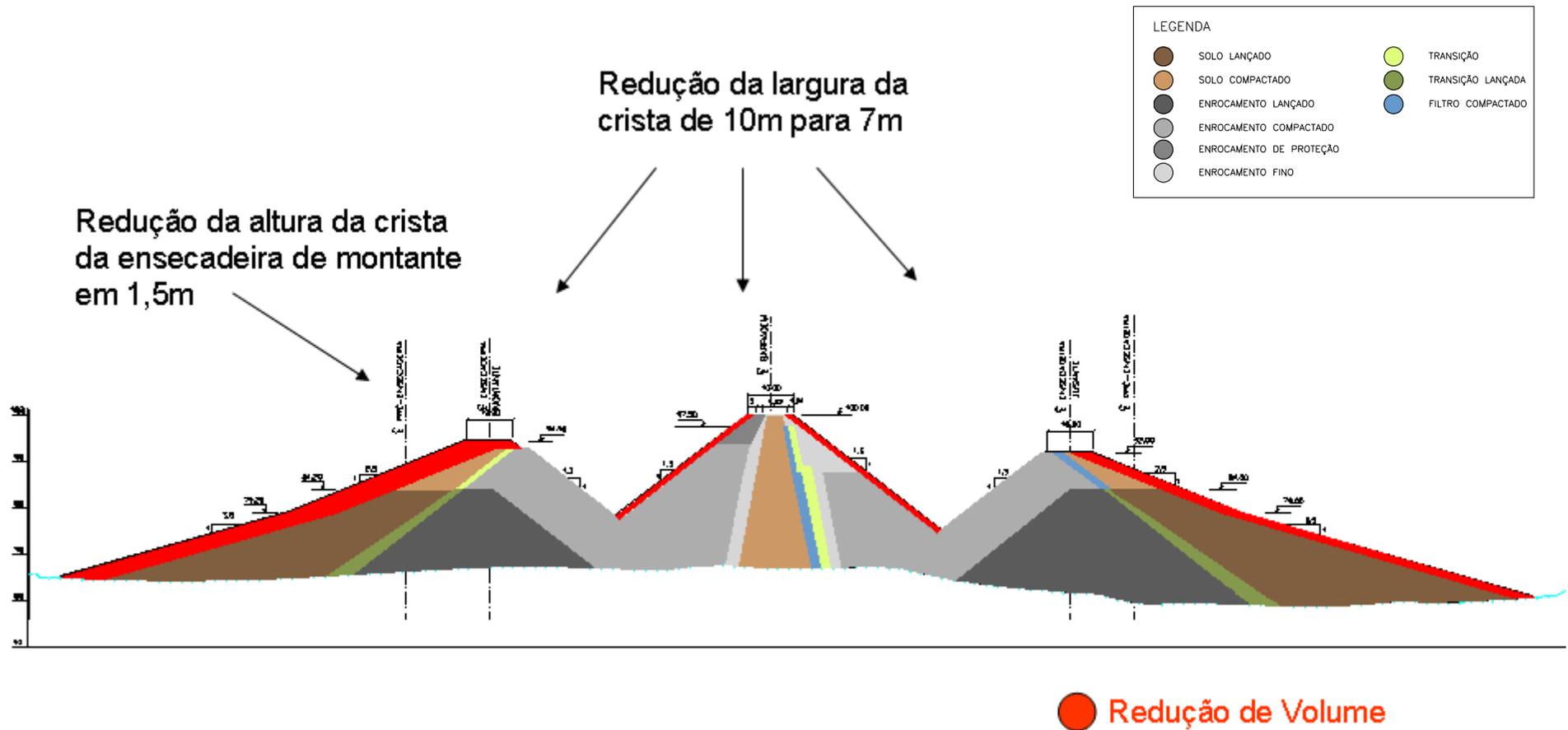
Ensecadeiras e Barragem do Canal Direito

Sítio Pimental



Ensecadeiras e Barragem do Canal Direito

Sítio Pimental



● Redução de Volume

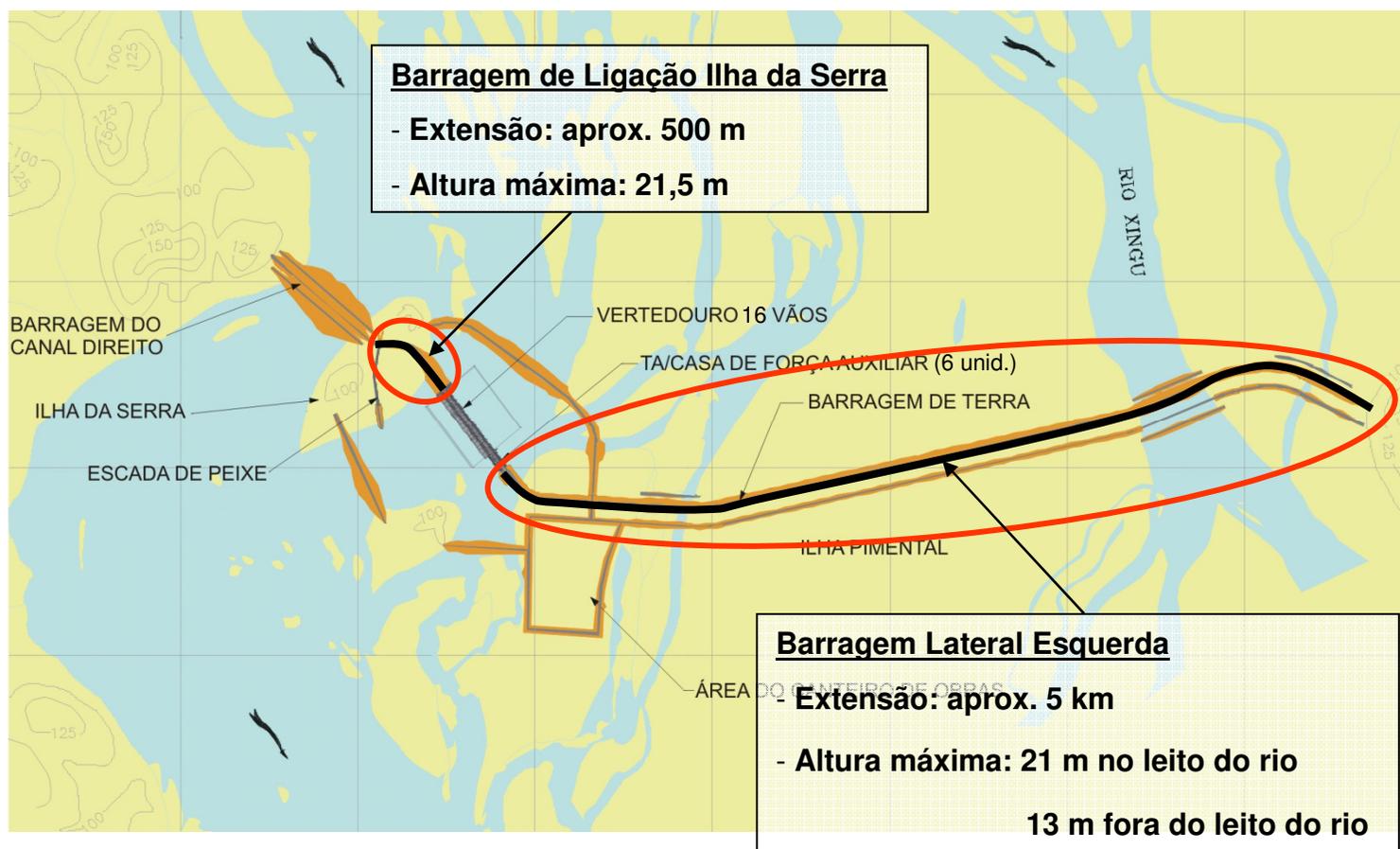
Ensecadeiras e Barragem do Canal Direito

Sítio Pimental

Materiais	VOLUMES (10 ³ m ³)			
	Desenv.	EPE	Variação	%
Solo Argiloso	580	721	+ 141	+ 24
Filtros/Transições	190	123	- 67	- 35
Enrocamento	1.342	1.273	- 69	- 5

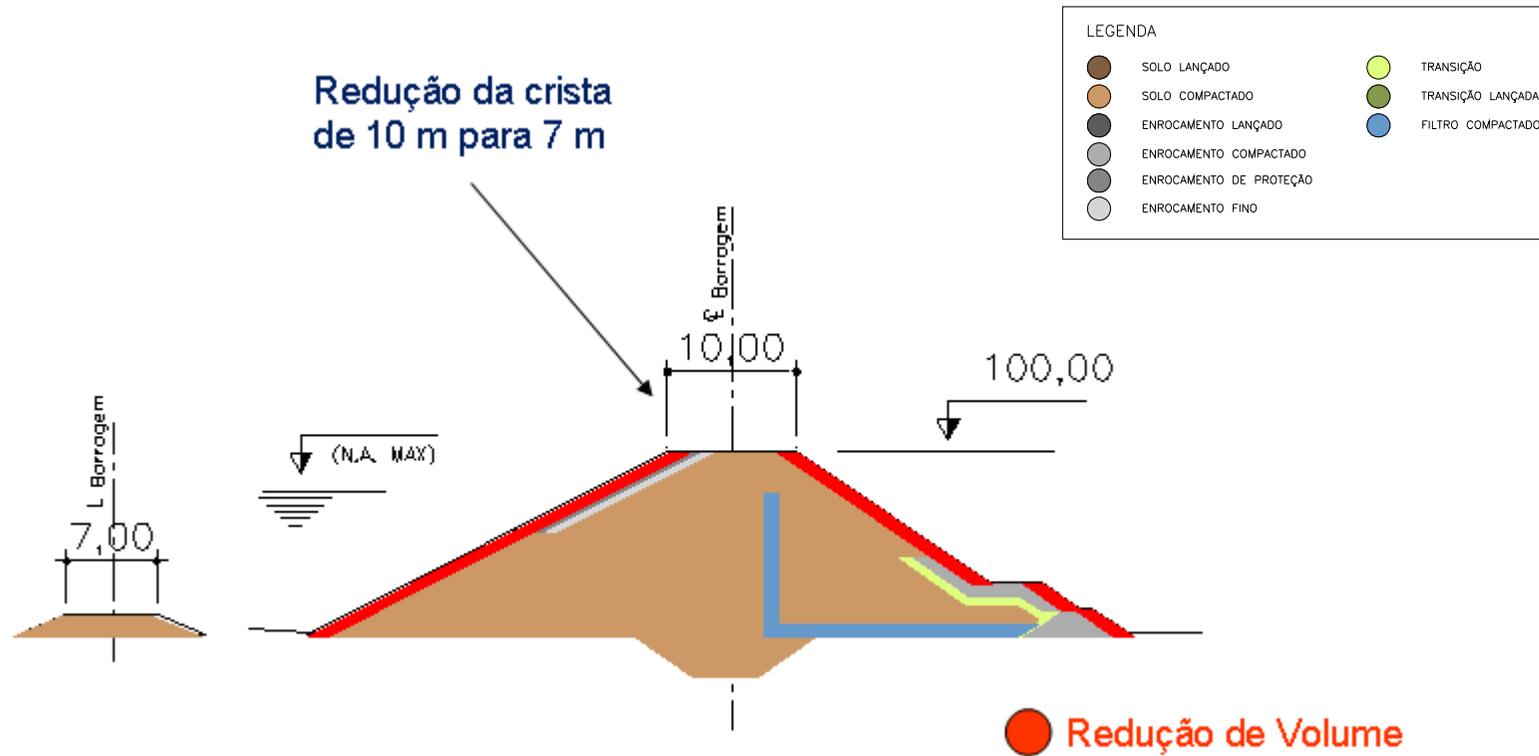
Barragens Lateral Esquerda e de Ligação

Sítio Pimental



Barragens Lateral Esquerda e de Ligação

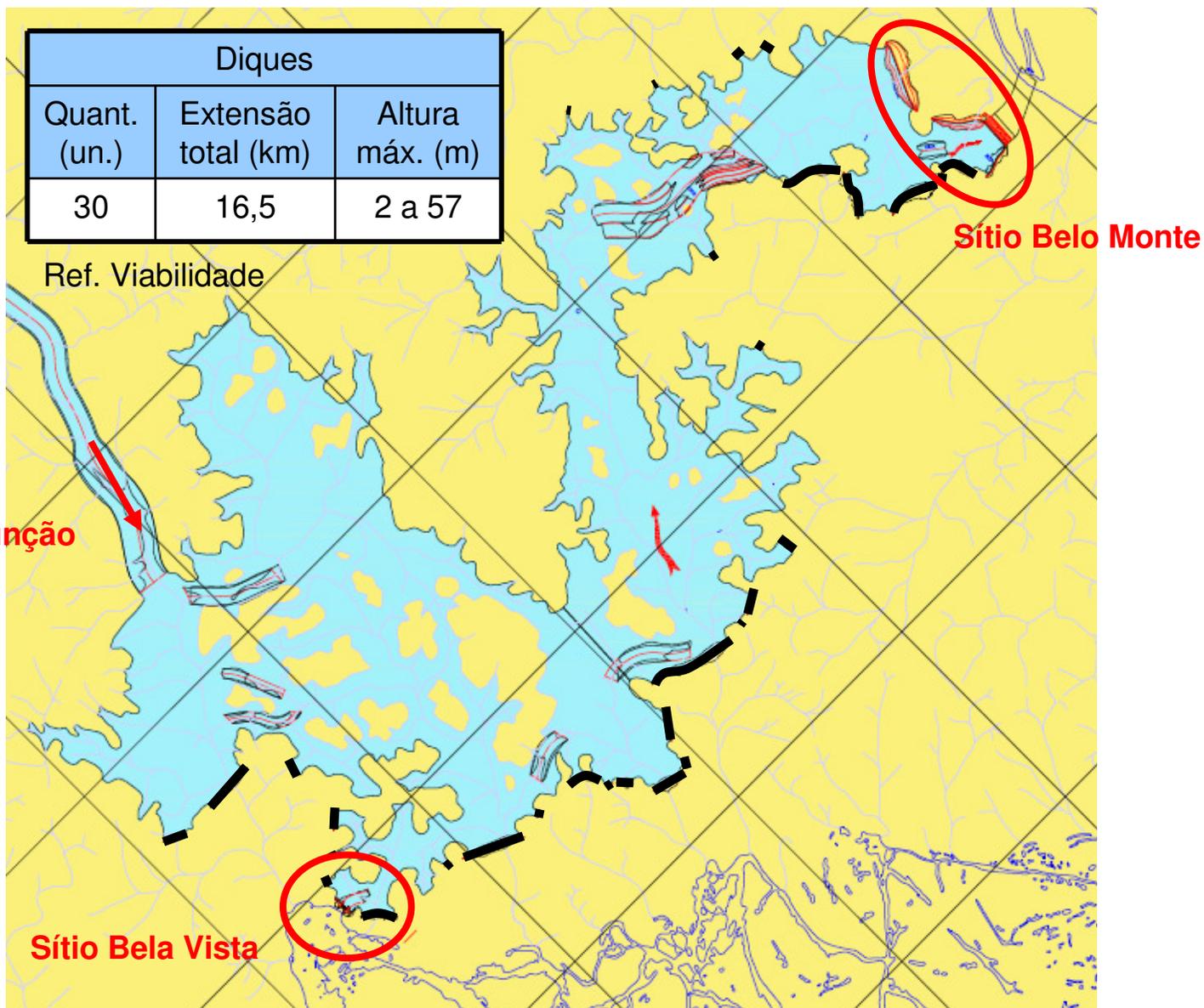
Sítio Pimental



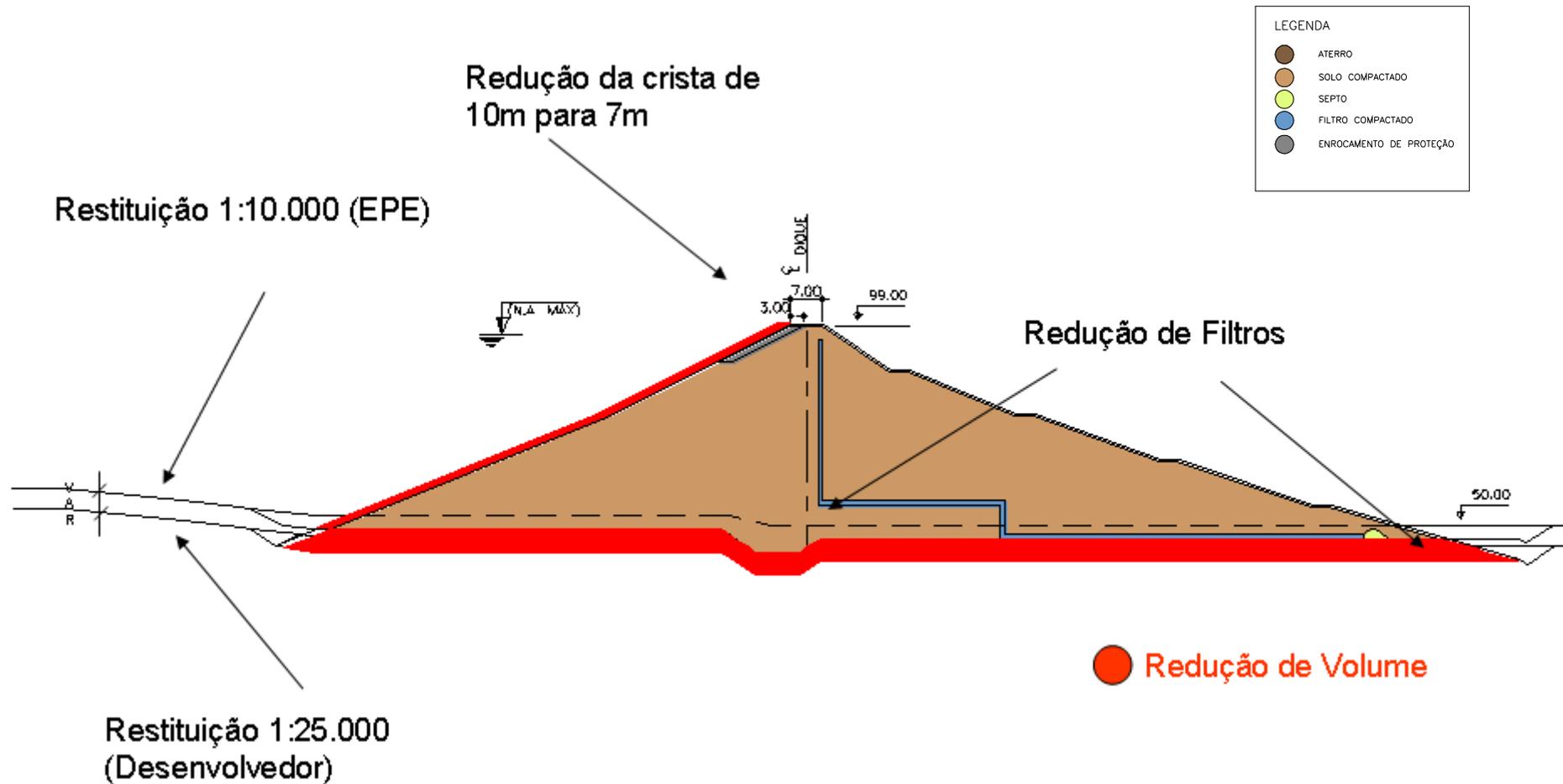
Barragens Lateral Esquerda e de Ligação Sítio Pimental

Materiais	VOLUMES (10 ³ m ³)			
	Desenv.	EPE	Variação	%
Solo Argiloso	3.282	2.513	- 769	- 23
Filtros/Transições	359	323	- 36	- 10
Enrocamento	533	547	+ 14	+ 3

Região dos Diques



Diques



Diques

Materiais	VOLUMES (10 ³ m ³)			
	Desenv.	EPE	Variação	%
Solo Argiloso	27.156	22.399	- 4.757	- 18
Enrocamento	287	343	+ 56	+ 20

Estudo de Otimização Elaborado pela EPE

Roteiro da Apresentação

1- LOCALIZAÇÃO E CARACTERÍSTICAS DO EMPREENDIMENTO

2- CRITÉRIOS ADOTADOS PELA EPE NO ESTUDO DE OTIMIZAÇÃO

3- ESTUDOS HIDROLÓGICOS E HIDRÁULICOS

4- OBRAS DE TERRA E ROCHA

4.1- Escavações (solo e rocha)

4.2- Estruturas (barragens, diques e ensecadeiras)

5- ESTRUTURAS EM CONCRETO E EQUIPAMENTOS PRINCIPAIS

6- QUANTITATIVOS DAS OBRAS CIVIS

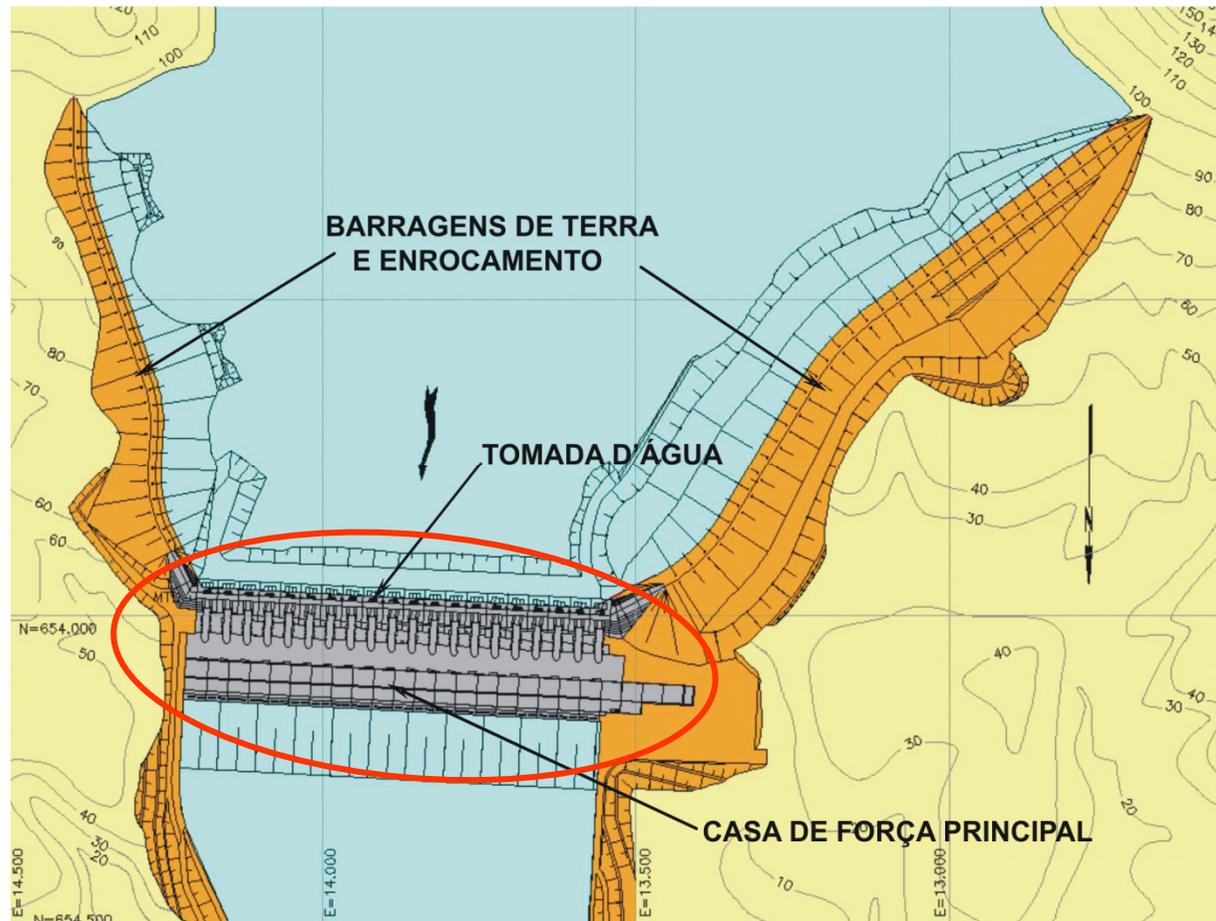
7- MEIO AMBIENTE

8- GARANTIA FÍSICA

9- CRITÉRIOS UTILIZADOS NA ELABORAÇÃO DO ORÇAMENTO

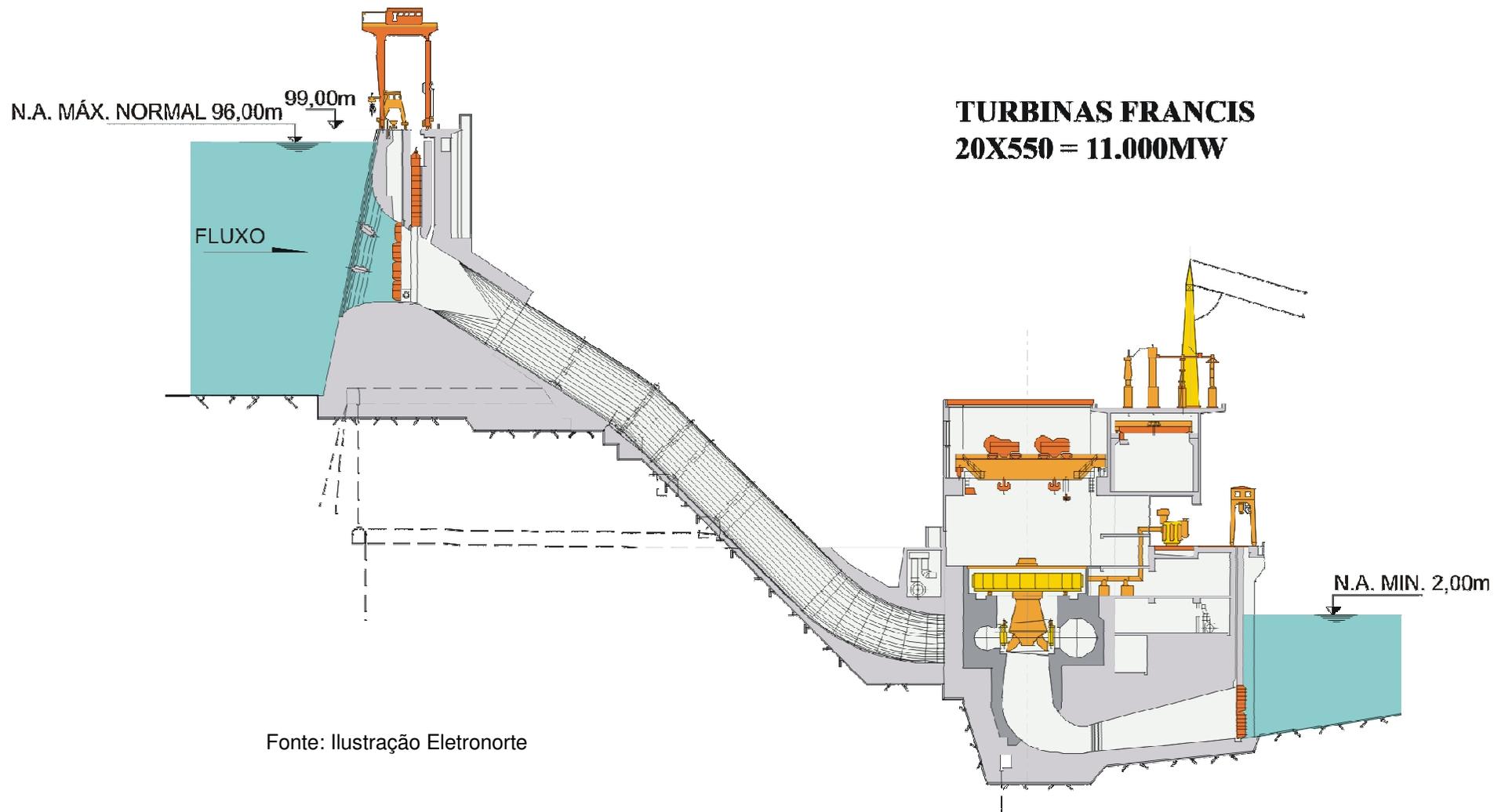
Sítio Belo Monte

Tomada d'Água e Casa de Força Principal



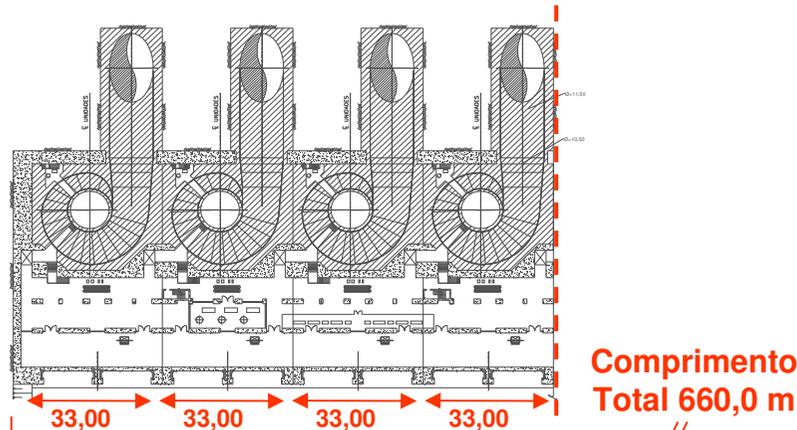
Fonte: Ilustração Eletronorte

Sítio Belo Monte Tomada d'Água e Casa de Força Principal



Fonte: Ilustração Eletronorte

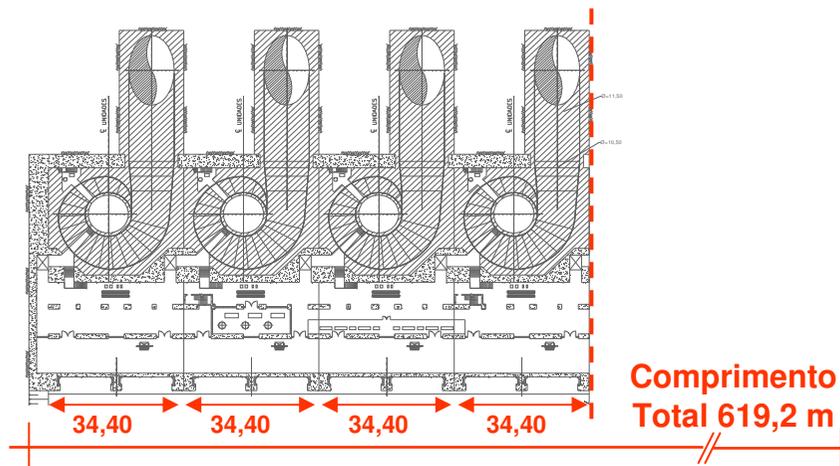
Sítio Belo Monte Tomada d'Água e Casa de Força Principal



Estudo do Desenvolvedor – 20 unidades geradoras

Características Principais

- 20 unidades do tipo Francis
- Potência unitária de 550 MW
- Queda bruta de 90 m

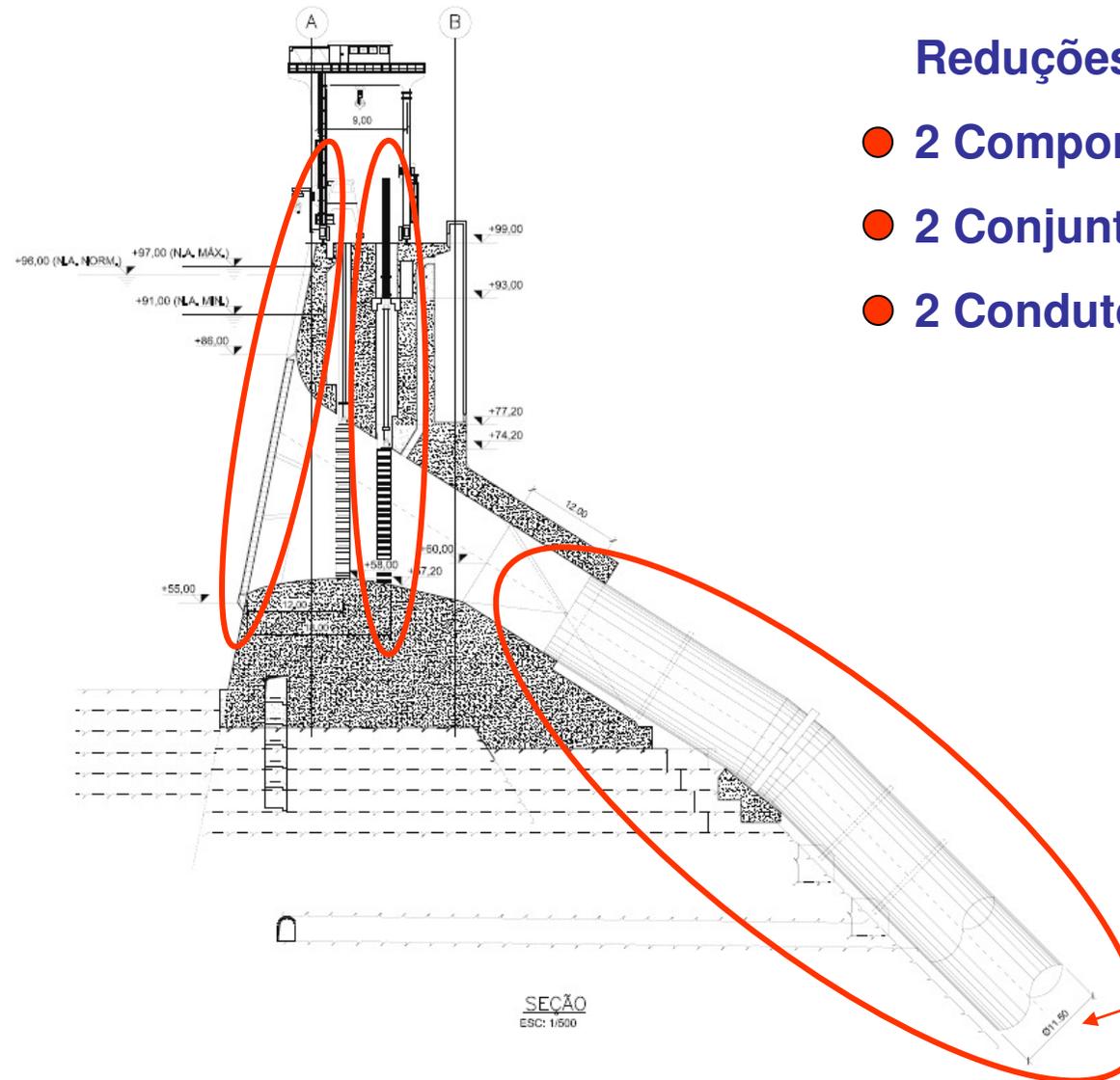


Estudo EPE – 18 unidades geradoras

Características Principais

- 18 unidades do tipo Francis
- Potência unitária de 611 MW
- Queda bruta de 90 m

Sítio Belo Monte – Tomada d'Água Principal



Reduções Obtidas:

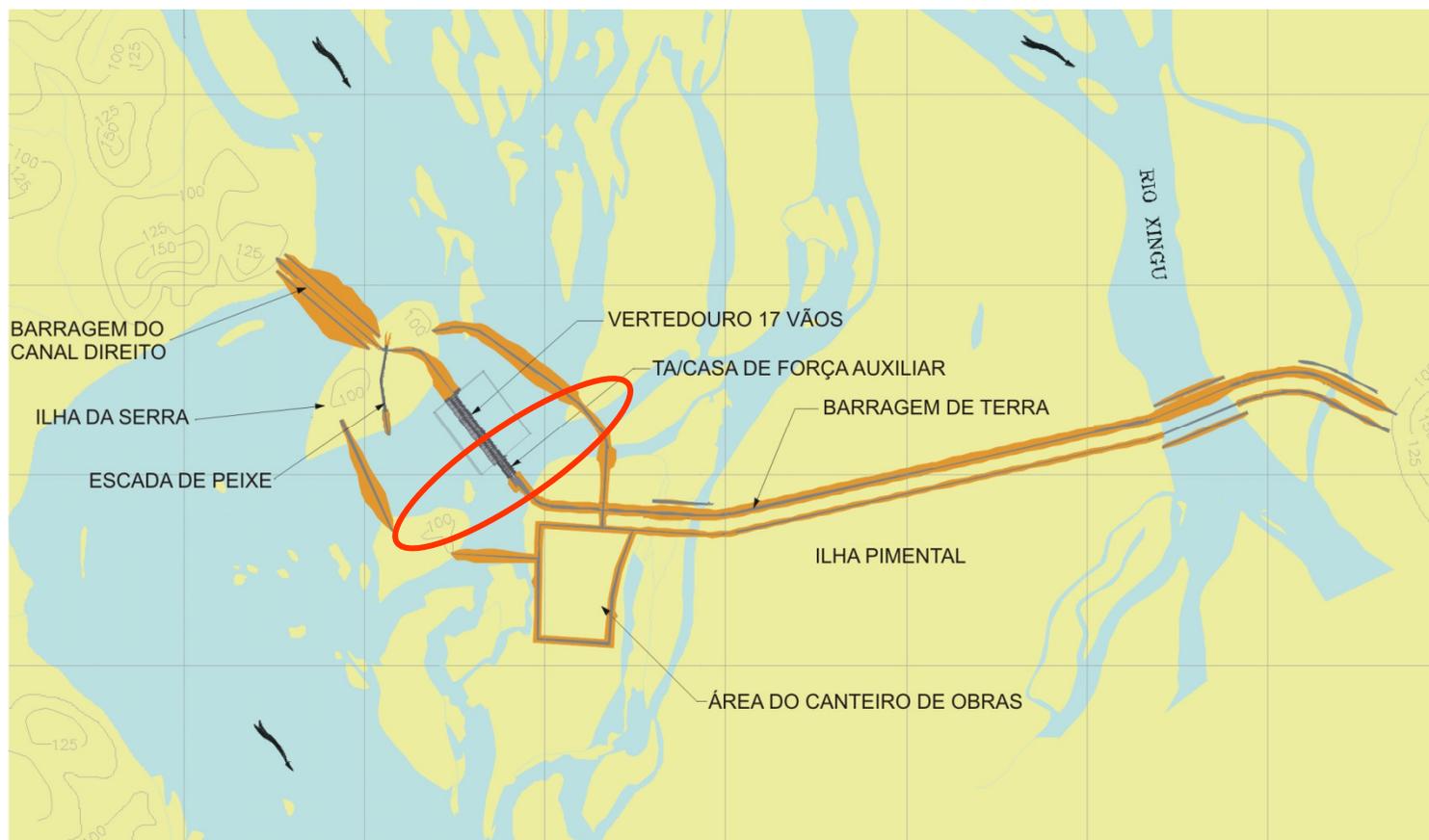
- 2 Comportas Vagão
- 2 Conjuntos de Grades
- 2 Condutos Forçados

Aumento no diâmetro do conduto forçado, passando de 11,20 m para 11,50 m.

SEÇÃO
ESC: 1/500

Sítio Pimental

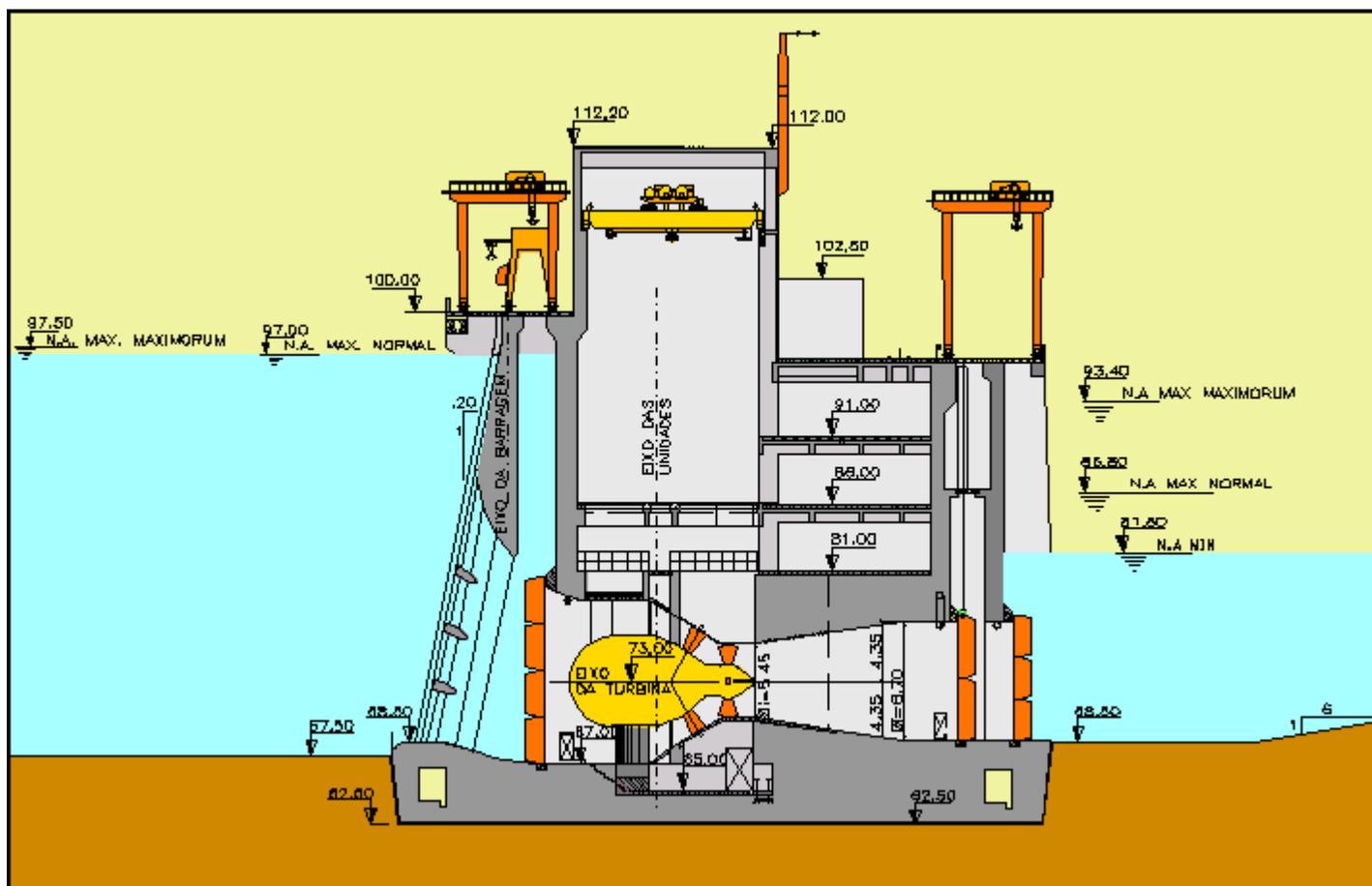
Tomada d'Água e Casa de Força Complementar



Fonte: Ilustração Eletronorte

Sítio Pimental

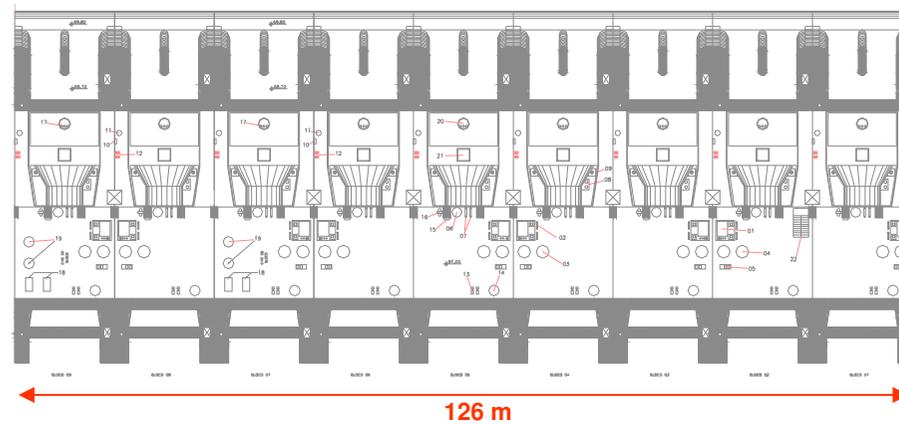
Tomada d'Água e Casa de Força Complementar



Fonte: Ilustração Eletronorte

Sítio Pimental

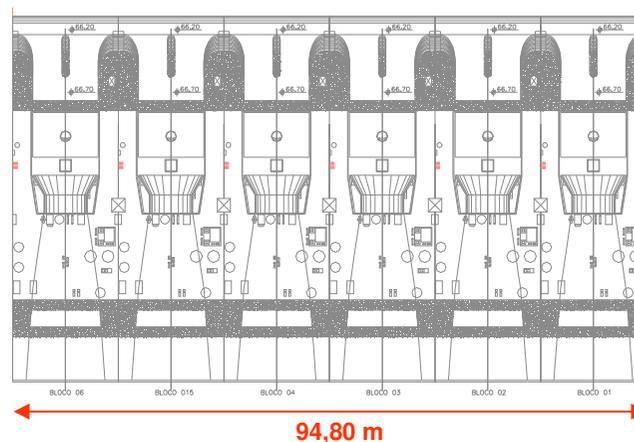
Tomada d'Água e Casa de Força Complementar



Características Principais

- 9 unidades do tipo Bulbo
- Potência unitária de 25,9 MW
- Queda Bruta de 11,4 m

Estudo do Desenvolvedor – 9 unidades geradoras



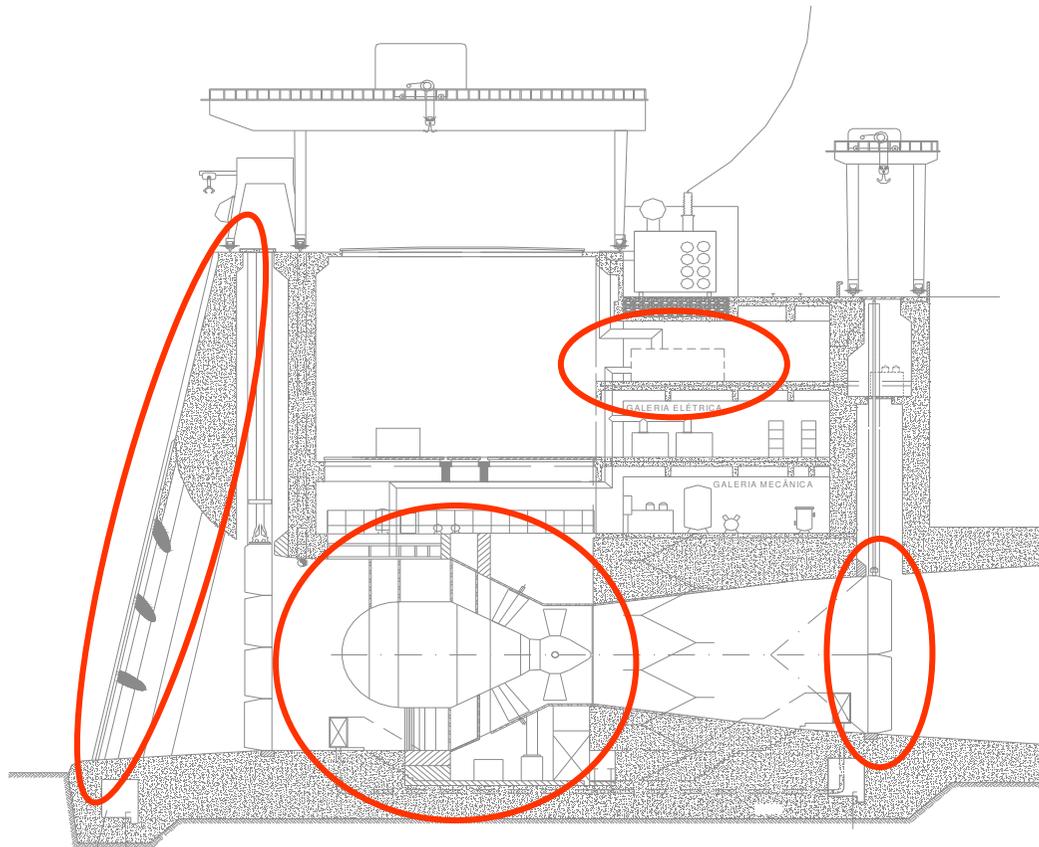
Características Principais

- 6 unidades do tipo Bulbo
- Potência unitária de 38,8 MW
- Queda Bruta de 11,4 m

Estudo EPE – 6 unidades geradoras

Sítio Pimental

Tomada D'Água e Casa de Força Complementar



Reduções Obtidas:

- 3 Conjuntos de Grades
- 3 Grupos Turbina/Gerador
- 3 Comportas tipo Vagão
- 3 Conexões de Geração em SF6

Sítio Bela Vista - Vertedouro Complementar



Fonte: Ilustração Eletronorte

Estudo EPE - Mantido o estudo do desenvolvedor

Estudo de Otimização Elaborado pela EPE

Roteiro da Apresentação

1- LOCALIZAÇÃO E CARACTERÍSTICAS DO EMPREENDIMENTO

2- CRITÉRIOS ADOTADOS PELA EPE NO ESTUDO DE OTIMIZAÇÃO

3- ESTUDOS HIDROLÓGICOS E HIDRÁULICOS

4- OBRAS DE TERRA E ROCHA

4.1- Escavações (solo e rocha)

4.2- Estruturas (barragens, diques e ensecadeiras)

5- ESTRUTURAS EM CONCRETO E EQUIPAMENTOS PRINCIPAIS

6- QUANTITATIVOS DAS OBRAS CIVIS

7- MEIO AMBIENTE

8- GARANTIA FÍSICA

9- CRITÉRIOS UTILIZADOS NA ELABORAÇÃO DO ORÇAMENTO

Comparação entre os quantitativos apresentados pelo Desenvolvedor e os obtidos pela EPE

Serviços Principais das Obras Civas	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

Estudo de Otimização Elaborado pela EPE

Roteiro da Apresentação

1- LOCALIZAÇÃO E CARACTERÍSTICAS DO EMPREENDIMENTO

2- CRITÉRIOS ADOTADOS PELA EPE NO ESTUDO DE OTIMIZAÇÃO

3- ESTUDOS HIDROLÓGICOS E HIDRÁULICOS

4- OBRAS DE TERRA E ROCHA

4.1- Escavações (solo e rocha)

4.2- Estruturas (barragens, diques e ensecadeiras)

5- ESTRUTURAS EM CONCRETO E EQUIPAMENTOS PRINCIPAIS

6- QUANTITATIVOS DAS OBRAS CIVIS

7- MEIO AMBIENTE

8- GARANTIA FÍSICA

9- CRITÉRIOS UTILIZADOS NA ELABORAÇÃO DO ORÇAMENTO

Análise do Estudo de Impacto Ambiental (EIA/Rima) e dos custos socioambientais

Análise dos Programas e Custos Socioambientais

OBJETIVOS



- Subsidiar a habilitação técnica do projeto para o leilão
- Compor os estudos para definição do preço-teto que constará no Edital de Licitação do AHE, a ser emitido pela Aneel

Análise dos Programas e Custos Socioambientais

BASE DE DADOS ANALISADA



- Estudos de Inventário hidrelétrico da bacia do rio Xingu
- Estudos de AAI da bacia do rio Xingu
- EIA / Rima
- Estudos antropológicos
- Orçamento Padrão Eletrobrás (OPE), Conta .10

Análise dos Programas e Custos Socioambientais

ETAPAS



- **Avaliar se os programas socioambientais propostos no EIA abrangem todos os impactos identificados**
- **Avaliar se todos os programas socioambientais estão contemplados no orçamento (Conta .10 – OPE)**
- **Avaliar os custos propostos para os programas socioambientais**

Análise do EIA / RIMA

PRINCIPAIS IMPACTOS IDENTIFICADOS



- Impactos na população diretamente atingida
- Grandes volumes de escavação e de bota-fora
- Redução das vazões na Volta Grande do Xingu e nos canais
- Impactos na população indígena
- Impactos do aumento de população na fase das obras

Programas Socioambientais

- **As ações socioambientais propostas no EIA foram consolidadas a partir de Planos, Programas e Projetos**

Foram propostos:

- **19 Planos**
- **53 Programas**
- **58 Projetos**



**Conta .10 –
Outras Ações
Socioambientais**

Custos Socioambientais

ANÁLISE EPE



- Embora o EIA não apresente os custos associados aos Planos e Programas Socioambientais propostos, foi possível, a partir de algumas adaptações, avaliar os custos socioambientais orçados para o AHE Belo Monte
- Comparação com os custos orçados para o Complexo do Rio Madeira
- Comparação com os valores já incorridos na implantação de programas sociais de abrangência regional para a UHE Jirau
- Análise comparativa com custos de programas ambientais de outros projetos hidrelétricos

Custos Socioambientais



REVISADOS 3 ITENS PELA EPE DE UM TOTAL DE 19

- **Programa de Saúde e Saneamento**
- **Programas Sociais de Abrangência Regional**
- **Gestão e Coordenação dos Programas**

Critérios e Premissas Adotadas



PROGRAMA DE SAÚDE E SANEAMENTO

- **Comparação com os investimentos previstos para o PAC Saneamento Região Norte**
- **Comparação com os custos orçados para as usinas do rio Madeira (UHEs Santo Antônio e Jirau)**

Critérios e Premissas Adotadas



PROGRAMAS SOCIAIS DE ABRANGÊNCIA REGIONAL

- Valores já incorridos para a UHE Jirau (3% do CEOC)

GESTÃO E COORDENAÇÃO DOS PROGRAMAS

- Foi orçado prevendo-se equipe multidisciplinar (15 profissionais) para a realização do programa com valores “homem/hora” de mercado

Custos Socioambientais

Fatores de Redução de Riscos Socioambientais

- **Atualização do Inventário Hidrelétrico da Bacia**
- **Realização da Avaliação Ambiental Integrada**
- **Ampla discussão do Termo de Referência e do conteúdo dos estudos ambientais com o Ibama, universidades e com a população**
- **Estabelecimento de vazão ecológica, em consenso com o Ibama**
- **Percentual de compensação ambiental estabelecido em lei**

Considerações Finais



- A comparação dos custos orçados para o AHE Belo Monte com aqueles orçados e já incorridos para as usinas do Complexo Rio Madeira permitiu realizar **estimativas consistentes** para a avaliação dos custos socioambientais do AHE Belo Monte.
- Os custos socioambientais do AHE Belo Monte situam-se na faixa estimada para seus custos de degradação, o que significa que os custos ambientais estão adequados para o empreendimento.

Estudo de Otimização Elaborado pela EPE

Roteiro da Apresentação

1- LOCALIZAÇÃO E CARACTERÍSTICAS DO EMPREENDIMENTO

2- CRITÉRIOS ADOTADOS PELA EPE NO ESTUDO DE OTIMIZAÇÃO

3- ESTUDOS HIDROLÓGICOS E HIDRÁULICOS

4- OBRAS DE TERRA E ROCHA

4.1- Escavações (solo e rocha)

4.2- Estruturas (barragens, diques e ensecadeiras)

5- ESTRUTURAS EM CONCRETO E EQUIPAMENTOS PRINCIPAIS

6- QUANTITATIVOS DAS OBRAS CIVIS

7- MEIO AMBIENTE

8- GARANTIA FÍSICA

9- CRITÉRIOS UTILIZADOS NA ELABORAÇÃO DO ORÇAMENTO

Características Energéticas

FONTES

- ✓ **CAPÍTULO 8 DO RELATÓRIO COMPLEMENTAR DOS ESTUDOS DE VIABILIDADE DA UHE BELO MONTE – Março de 2009**
- ✓ **ESTUDOS DE OTIMIZAÇÃO DA EPE – Julho de 2009**

	Nº Unidades	Potência Unitária (MW)	Potência Total (MW)	Queda de Referência (m)
Casa de Força Principal	18	611,1	11.000	86,9
Casa de Força Complementar	6	38,9	233,1	11,4

Características Energéticas adotadas nos estudos da EPE

POLINÔMIOS COTA X VOLUME, E COTA X ÁREA

EVAPORAÇÃO LÍQUIDA

CURVA-CHAVE CANAL DE FUGA

PERDA HIDRÁULICA MÉDIA: 2,1 M

**OPERAÇÃO COMO FIO D'ÁGUA NO MODELO DE SIMULAÇÃO
INDIVIDUALIZADA MSUI ($N_{\min} = N_{\max} = 97,0\text{m}$)**

Fonte: EVTE Eletrobrás – Fev./2002

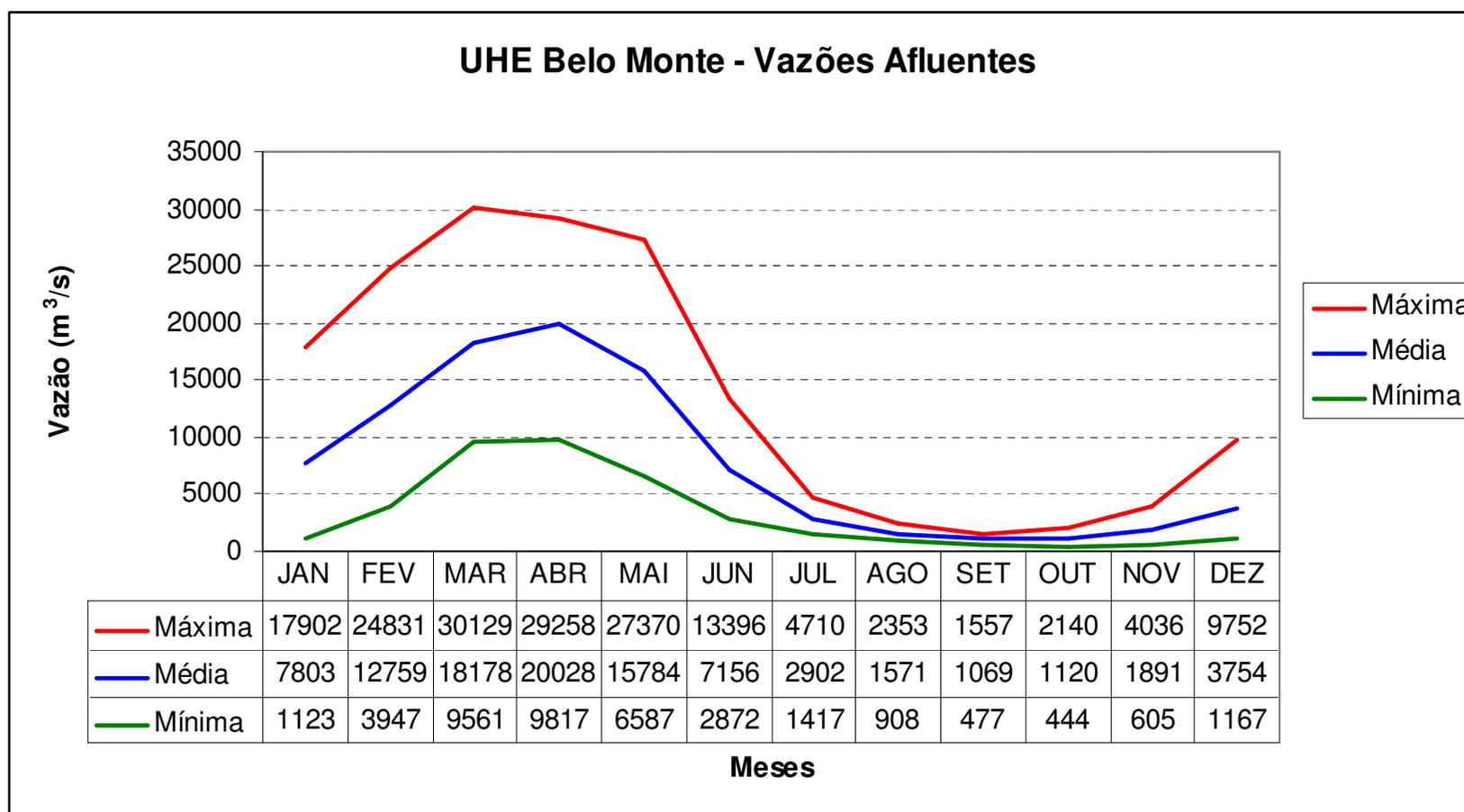
INDISPONIBILIDADE

TEIF: 2,92% E IP: 0% PARA A CASA DE FORÇA PRINCIPAL

TEIF: 1,67% E IP: 5,40% PARA A CASA DE FORÇA COMPLEMENTAR

Características Energéticas

SÉRIES DE VAZÕES NATURAIS MÉDIAS MENSAIS RELATÓRIO DA ELETROBRÁS (1931 A 2001) E EXTENSÃO EPE (2002 A 2007)



Características Energéticas

➤ OPERAÇÃO DO HIDROGRAMA ECOLÓGICO NO TRECHO DE VAZÃO REDUZIDA – VAZÃO MÉDIA MENSAL (m³/s)

✓ RELATÓRIO DA ELETROBRÁS (Mar/2009)

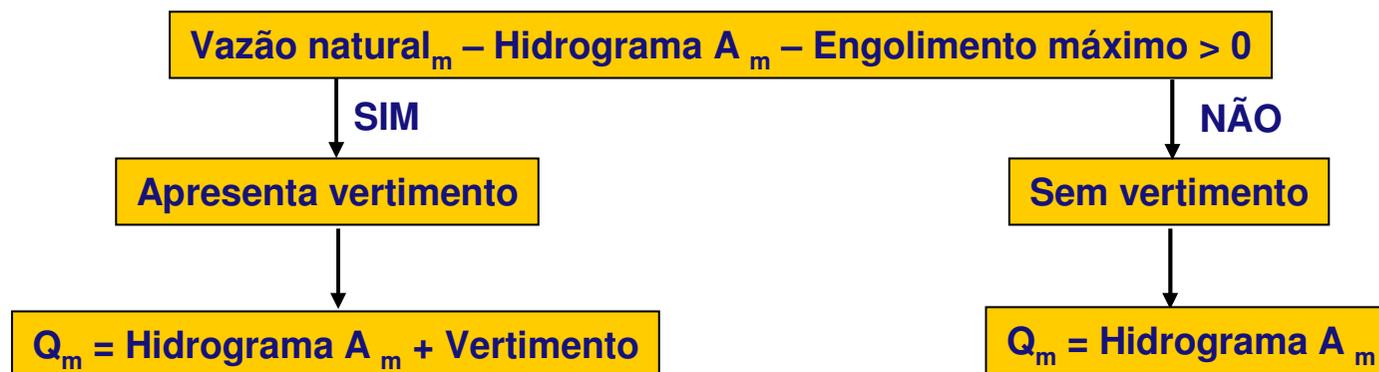
Hidrograma	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
A	1.100	1.600	2.500	4.000	1.800	1.200	1.000	900	750	700	800	900
B	1.100	1.600	4.000	8.000	4.000	2.000	1.200	900	750	700	800	900

✓ HIDROGRAMA MÍNIMO DE COMPROMISSO (A) DE 4.000 m³/s

✓ SE EM UM DETERMINADO ANO NENHUMA VAZÃO MÉDIA MENSAL ATINGIR 8.000 m³/s, NO ANO SEGUINTE DEVERÁ SER DEFLUIDO O HIDROGRAMA MÍNIMO DE COMPROMISSO (B)

Fluxograma de obtenção da Série de Vazões Ajustada

- ✓ ESTIMATIVA DA VAZÃO MENSAL NO TRECHO DE VAZÃO REDUZIDA (Q_m) CONSIDERANDO O HIDROGRAMA A E O ENGOLIMENTO MÁXIMO DAS TURBINAS (GERANDO O VERTIMENTO NO VERTEDOIRO PRINCIPAL)

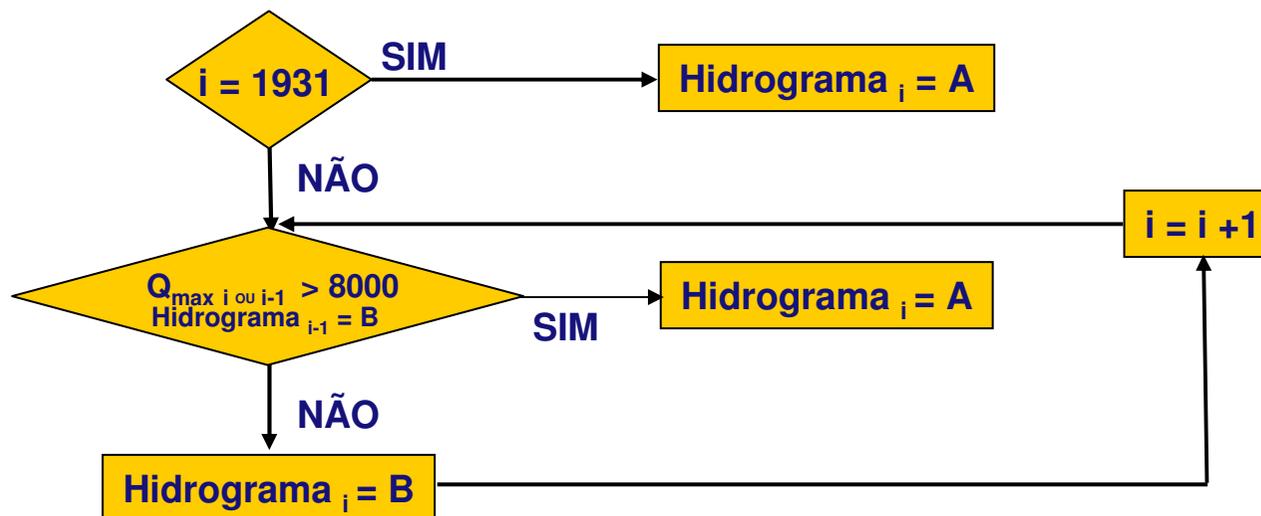


- ✓ CÁLCULO DA VAZÃO MÁXIMA PARA CADA ANO (I) DO HISTÓRICO

$$Q_{\max i} = \text{Máximo}(Q_m)$$

Fluxograma de obtenção da Série de Vazões Ajustada

- SELEÇÃO DO HIDROGRAMA A SER UTILIZADA A CADA ANO DO HISTÓRICO



- DETERMINAÇÃO DA VAZÃO MÍNIMA DO TRECHO DE VAZÃO REDUZIDA (Q_{MINTVR})



- VAZÃO NA CASA DE FORÇA PRINCIPAL E NA COMPLEMENTAR:

$$Q_{\text{CFP}} = \text{Vazão natural} - Q_{\text{min TVR}}$$

$$Q_{\text{CFC}} = Q_{\text{min TVR}} + Q_{\text{vertida}}$$

Cálculo da Garantia Física

PREMISSAS GERAIS

- **RESOLUÇÃO CNPE N° 09 E PORTARIA MME N° 258 de 29/07/2008**
 - ✓ **RISCOS INFERIORES A 5% NO SE/CO/MD+S E NE+N**
 - ✓ **CMO = CME = 146 R\$/MWH NO SE/CO/MD+S E NE+N
SIMULTANEAMENTE INDICAM A CARGA CRÍTICA DO SIN**

- **NEWAVE VERSÃO HOMOLOGADA (15.0)**

- **UTILIZADA NO NEWAVE A SÉRIE DE VAZÕES DA UHE BELO MONTE
AJUSTADA RESULTANTE DA APLICAÇÃO DA REGRA DO
HIDROGRAMA ECOLÓGICO (SEM DESVIOS DE ÁGUA)**

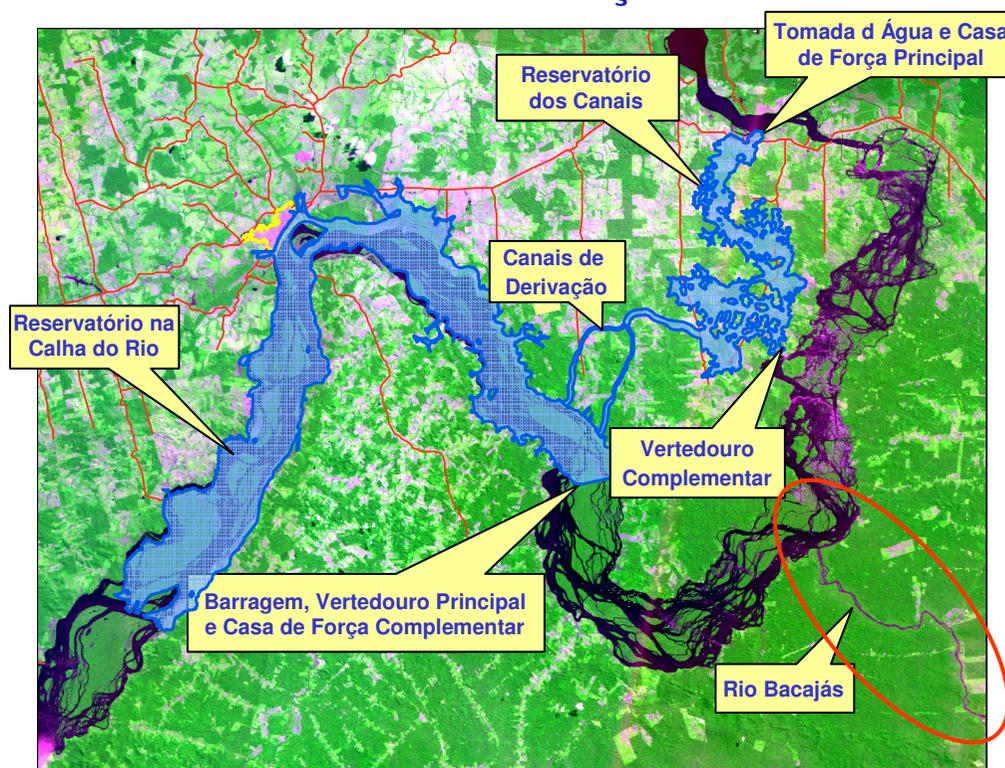
- **USINA MODELADA COMO UM PEQUENO RESERVATÓRIO DE 11 hm³ DE
FORMA A EVITAR A SIMULAÇÃO DE UMA USINA DESTE PORTE COMO
FIO D'ÁGUA ISOLADA EM UM SUBSISTEMA**

Cálculo da Garantia Física

PREMISSAS DA SIMULAÇÃO A USINAS INDIVIDUALIZADAS

➤ MSUI VERSÃO 3.2

- ✓ INCORPORA A FUNCIONALIDADE DE CONSIDERAR A VAZÃO DO HIDROGRAMA ECOLÓGICO MAIS A AFLUÊNCIA DO RIO BACAJÁS INFLUENCIANDO NO CANAL DE FUGA DA CASA DE FORÇA PRINCIPAL



- DETERMINAÇÃO DO POSTO ARTIFICIAL QUE INFLUENCIA O CANAL DE FUGA DA CASA DE FORÇA PRINCIPAL

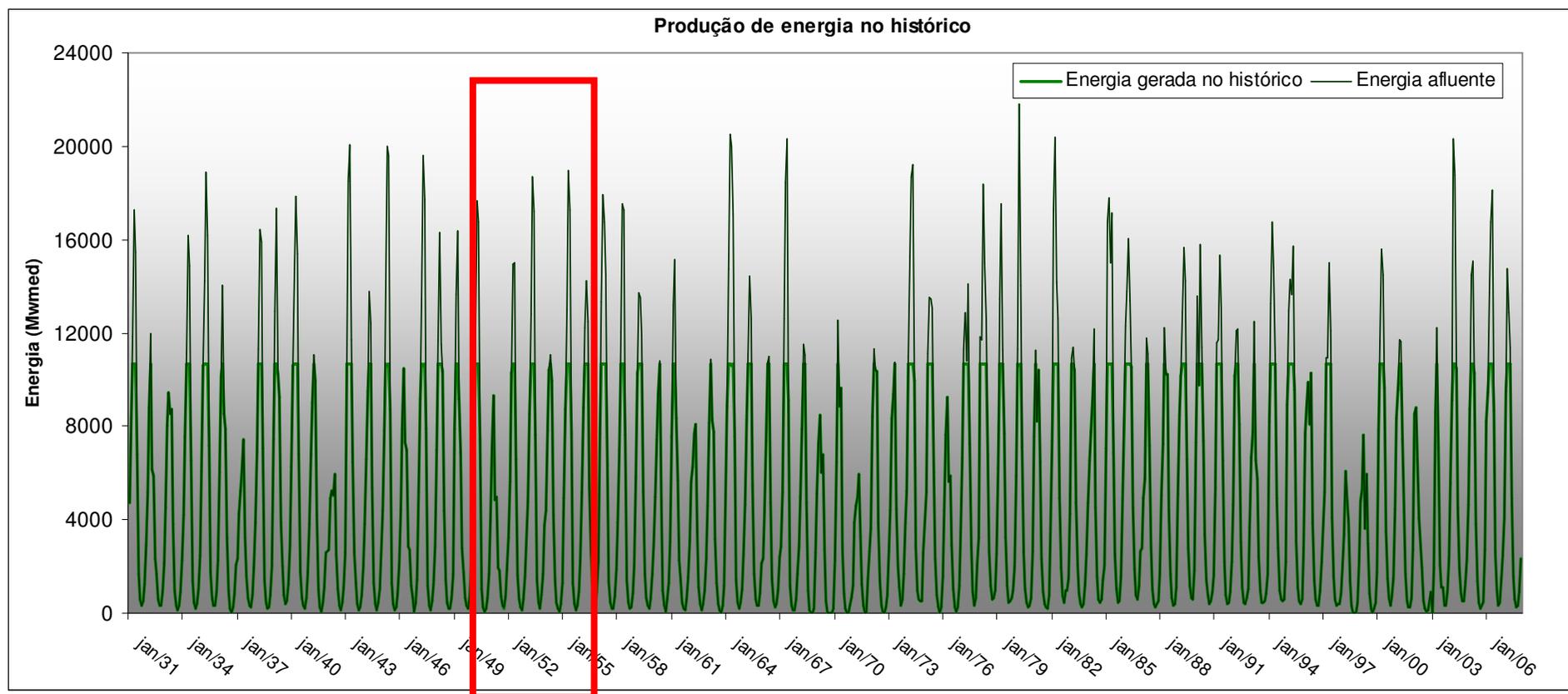
$$Q_{CFuga} = Q_{min\ TVR} + Q_{Bacajás}$$

ONDE $Q_{BACAJÁS}$ É APROXIMADAMENTE 7% DA VAZÃO NATURAL DA UHE BELO MONTE

Cálculo da Garantia Física

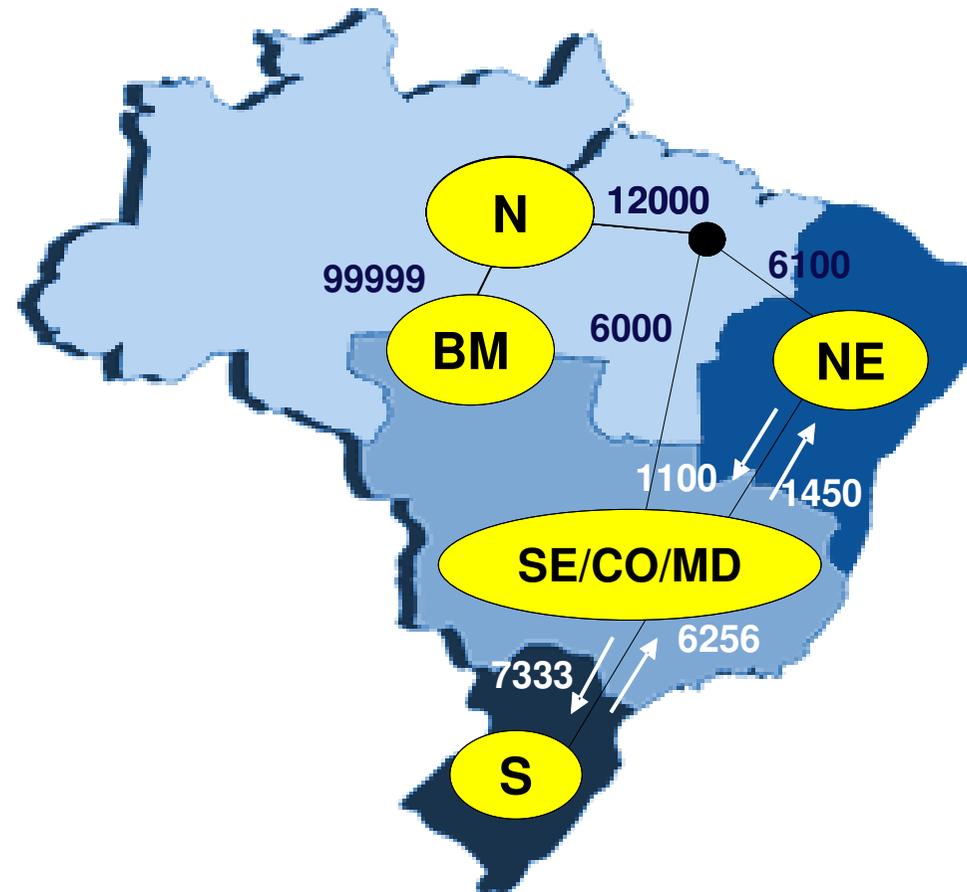
RESULTADO SIMULAÇÃO INDIVIDUALIZADA (MSUI)

➤ **RESULTADOS DA SIMULAÇÃO INDIVIDUALIZADA – CASA DE FORÇA PRINCIPAL**



Cálculo da Garantia Física OTIMIZAÇÃO A SISTEMAS EQUIVALENTES (NEWAVE)

➤ **LIMITES DE INTERCÂMBIO:**



Cálculo da Garantia Física

- O VALOR DEFINITIVO SERÁ CALCULADO APÓS O CONHECIMENTO DA DRDH A SER EMITIDA PELA ANA
- A PARTIR DOS DADOS CONSIDERADOS E DAS PREMISSAS APRESENTADAS, O VALOR ESTIMADO PARA A GARANTIA FÍSICA DAS DUAS CASAS DE FORÇA É DA ORDEM DE **4.600 MW médios.**

Estudo de Otimização Elaborado pela EPE

Roteiro da Apresentação

1- LOCALIZAÇÃO E CARACTERÍSTICAS DO EMPREENDIMENTO

2- CRITÉRIOS ADOTADOS PELA EPE NO ESTUDO DE OTIMIZAÇÃO

3- ESTUDOS HIDROLÓGICOS E HIDRÁULICOS

4- OBRAS DE TERRA E ROCHA

4.1- Escavações (solo e rocha)

4.2- Estruturas (barragens, diques e ensecadeiras)

5- ESTRUTURAS EM CONCRETO E EQUIPAMENTOS PRINCIPAIS

6- QUANTITATIVOS DAS OBRAS CIVIS

7- MEIO AMBIENTE

8- GARANTIA FÍSICA

9- CRITÉRIOS UTILIZADOS NA ELABORAÇÃO DO ORÇAMENTO

Critérios utilizados pela EPE, na elaboração do orçamento

- 1. Revisão nas quantidades dos insumos e de serviços, considerando os ajustes e as otimizações adotados pela EPE;**
- 2. Utilização da mesma metodologia de avaliação de custos aplicada quando da análise dos orçamentos das UHÊs Santo Antônio e Jirau, no rio Madeira e demais UHÊs que participaram dos leilões de energia nova desde 2005;**
- 3. Utilização do programa SISORH – Sistema Informatizado para Elaboração de Orçamento de Obras Civas de Usinas Hidrelétricas, para determinação dos preços unitários dos principais serviços das obras civis do AHE Belo Monte a EPE;**
- 4. Realização de simulações comparativas dos insumos, utilizando orçamentos recentes e de características similares, visando a obtenção dos custos unitários médios praticados no mercado;**
- 5. Consideração de custo referente a Composição da SPE;**
- 6. Consideração de custo referente a Seguro;**
- 7. Consideração dos Incentivos Fiscais, pelo Governo Federal como fator de redução dos custos.**



Empresa de Pesquisa Energética



Ministério de Minas e Energia