

# USINAS HIDRELÉTRICAS

## Estudos de Engenharia e Ambientais

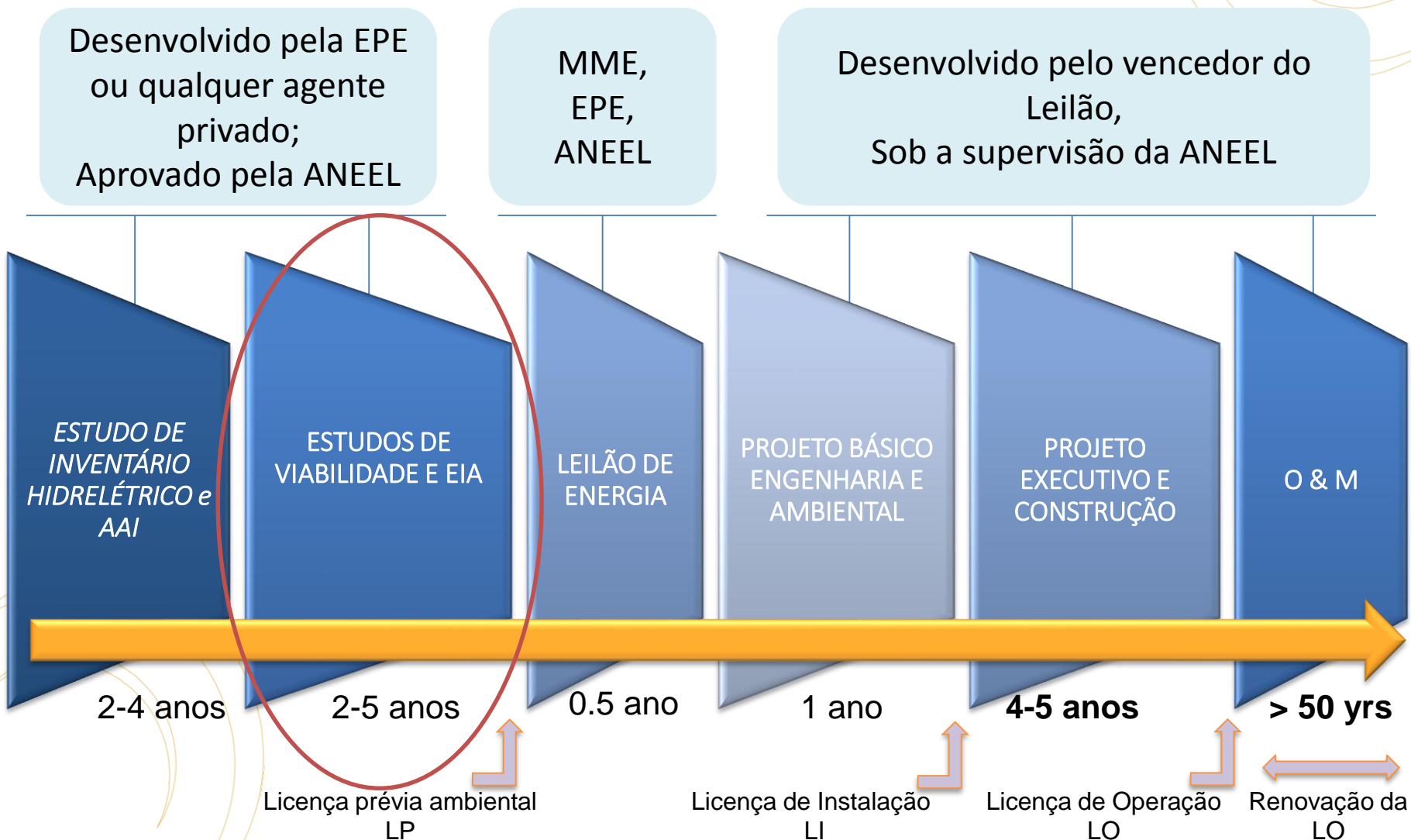
### Estudos de Viabilidade Técnico-Econômica e Ambiental - EVTE de UHE

04 de setembro de 2018

*Maria Regina Toledo Capellão*

*DEE/SEG*

# Linha do Tempo de uma Usina Hidrelétrica



# Os Estudos de Viabilidade de UHE e o EVTE da UHE Bem Querer

Os **Estudos de Viabilidade** constituem uma etapa em que se **define a concepção global de uma UHE** da divisão de queda selecionada nos Estudos de Inventário, visando sua **otimização técnico-econômica e ambiental** e a obtenção de seus benefícios e custos associados, **comprovando sua viabilidade técnico-econômica e ambiental**.

Essa concepção compreende:

- ❖ O dimensionamento do aproveitamento (energético, das obras e dos equipamentos, construção, etc)
- ❖ As obras de infra-estrutura local e regional necessárias para implantação
- ❖ O reservatório
- ❖ Os outros usos da água
- ❖ **As ações socioambientais correspondentes**

## Normativos:

- ✓ Instruções para Estudos de Viabilidade de Aproveitamentos Hidrelétricos, ELB 1997
- ✓ Resolução ANEEL 395/1998 – Procedimentos Gerais para Registro e aprovação de EVTE e outras providências
- ✓ Resolução Normativa ANEEL 594/2013 – Estabelece valores ressarcimento aos desenvolvedores de Estudos de Inventário e de Viabilidade de UHE
- ✓ Diretrizes da Aneel para Estudos Cartográficos
- ✓ Normas Técnicas ABNT;
- ✓ Normas e recomendações da ANA – Agencia Nacional de Águas (Manual de estudos de disponibilidade hídrica para aproveitamentos hidrelétricos) ou da Secretaria de Recursos Hídricos Estadual, conforme o caso;
- ✓ Diretrizes para estudos de arranjo de obras de transposição de desnível para navegação;
- ✓ Critérios de Projeto Civil de Usinas Hidrelétricas

# *ESTUDO DE VIABILIDADE DE UHE*


## *Fases do Estudo*



- FASE 1 - PLANEJAMENTO DOS SERVIÇOS E ESTUDOS**
- FASE 2 - ESTUDOS PRELIMINARES**
- FASE 3 - LEVANTAMENTOS E SERVIÇOS DE CAMPO**
- FASE 4 - ESTUDOS BÁSICOS E DE ALTERNATIVAS**
- FASE 5 - ESTUDOS FINAIS DE ALTERNATIVAS**



## ☐ FASE 1 - PLANEJAMENTO DOS SERVIÇOS E ESTUDOS

- ❖ Coleta e Análise de Dados Existentes;
  - ❖ Análise de Alternativas de Aproveitamento a luz de dados socioambientais: restrições à formação do reservatório, interferências relevantes e de uso da água atuais , nova base cartográfica, novos critérios de dimensionamento e outros– altera ou confirma a proposta do EIH;
  - ❖ Apreciação de Divisão de Queda a luz de todos os dados existentes atuais;
  - ❖ Reconhecimento de Campo e dos Aspectos Socioambientais;
  - ❖ Consideração sobre outros usos da água – levantamento dos usos da água e suas interferências com o aproveitamento;
  - ❖ Consolidação dos Critérios Básicos de Projeto;
- 
- ❖ Planejamento Geral dos Serviços de Campo e Estudos.

## ☐ FASE 1 - PLANEJAMENTO DOS SERVIÇOS E ESTUDOS

Dados atualizados - cartografia, outros usos da água, restrições ambientais (reservatório/eixo), novos critérios dimensionamento, etc



Avalia possibilidade de outras alternativas de UHE (outras posições de eixo da barragem, NA, etc)



Verifica se essas alternativas alteram ou confirmam a divisão de queda selecionada no Inventário

Sim



Paralisa o EVTE e solicita a Aneel a Revisão do Inventário

Não



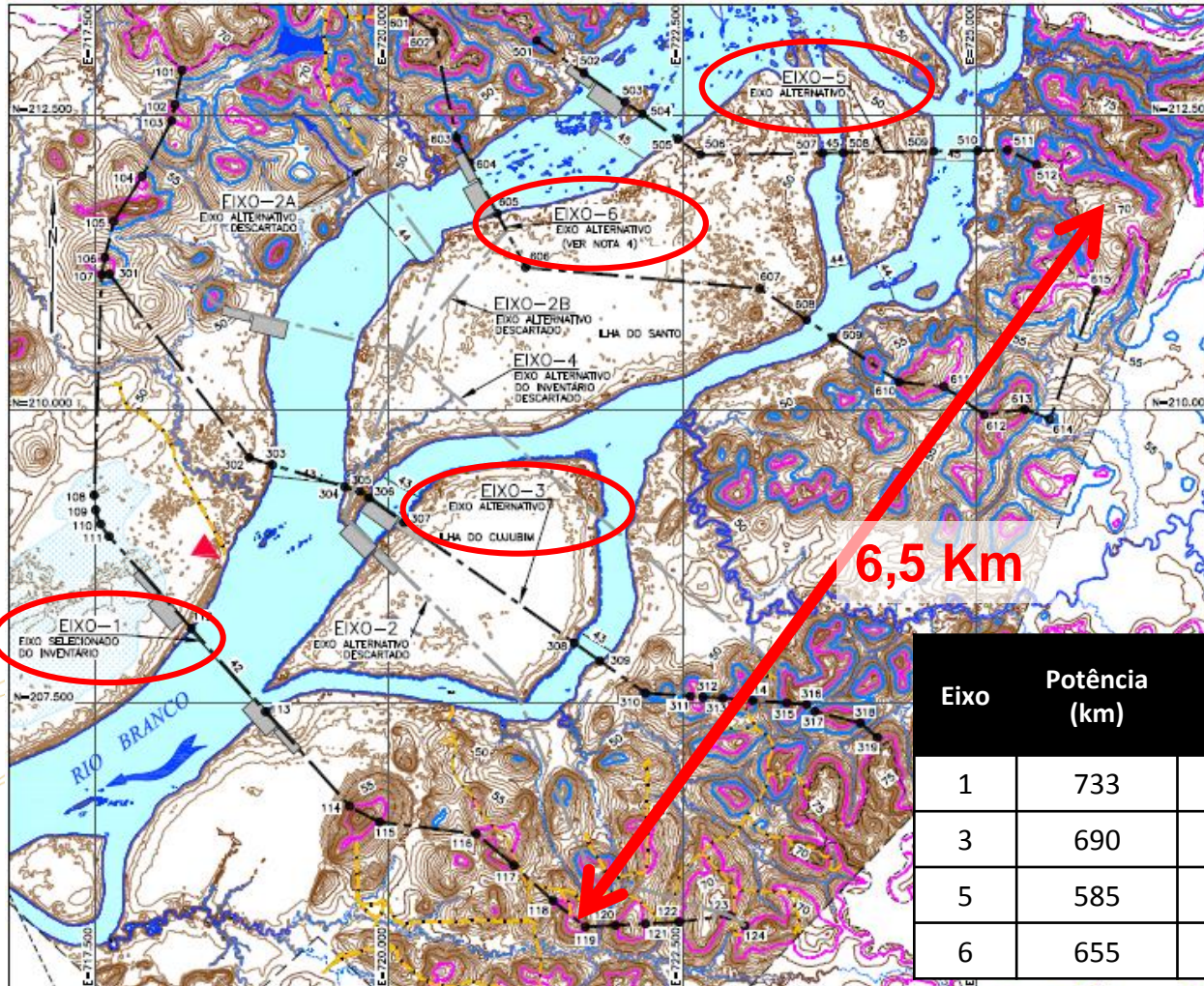
Continua o EVTE - Planejamento dos serviços e Estudos



## ☐ FASE 2 - ESTUDOS PRELIMINARES

- ❖ Estudos preliminares de eixo e de arranjo, incluindo sequência construtiva, com dados existentes e nova cartografia (se elaborada antes do EVTE), considerando os **aspectos socioambientais locais**;
- ❖ Pré-dimensionamento das Obras Civas e Equipamentos;
- ❖ Levantamento de quantidades, atualização dos custos de obras civis e equipamentos eletromecânicos e **custos ambientais**, e elaboração do orçamento preliminar (OPE);
- ❖ Análise das alternativas e seleção daquelas que são dominantes para serem contempladas no estudo de alternativas de eixo;
- ❖ Revisão do programa de serviços de campo considerando as alternativas de eixo e arranjo previstas preliminarmente.

## Estudos Preliminares de Alternativas de Eixo (Nova Base Cartográfica)



- **Eixos Avaliados:**  
1, 2, 2A, 2B, 3, 4, 5 e 6
- **Eixos Descartados:**  
2, 2A, 2B e 4
- **NA dos reservatórios:**  
El. 60 m
- **Data de Referência:**  
Dez/2013

Eixo	Potência (kW)	Extensão Barramento (km)	Redução de Queda – Eixo 1 (m)	Custo Benefício (R\$/MWh)
1	733	10,9	-	158,1
3	690	9,9	- 1,0	160,5
5	585	4,6	- 3,8	183,8
6	655	8,5	- 2,6	170,9

## ☐ FASE 3 - LEVANTAMENTOS E SERVIÇOS DE CAMPO

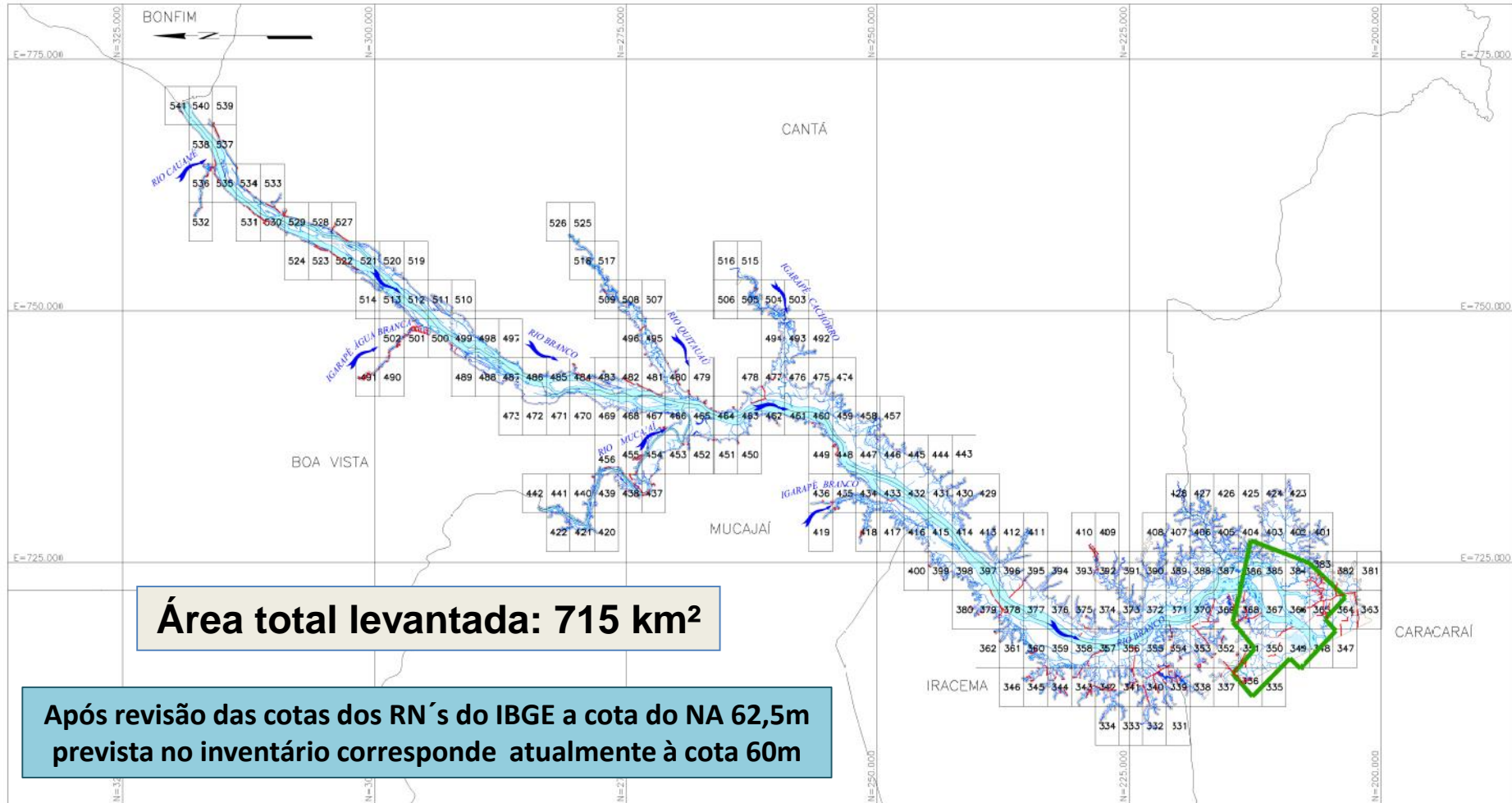
### ❖ Cartográficos (realizar, preferencialmente, antes de iniciar o EVTE)

- ✓ Levantamento aerofotogramétrico da área de interesse do estudo para elaboração de base cartográfica nas escalas:
  - **1:10.000** abrangendo a área do reservatório e seu remanso, APP, áreas de empréstimo, canteiros;
  - **1:2.000** do sítio das alternativas de eixo e arranjo.

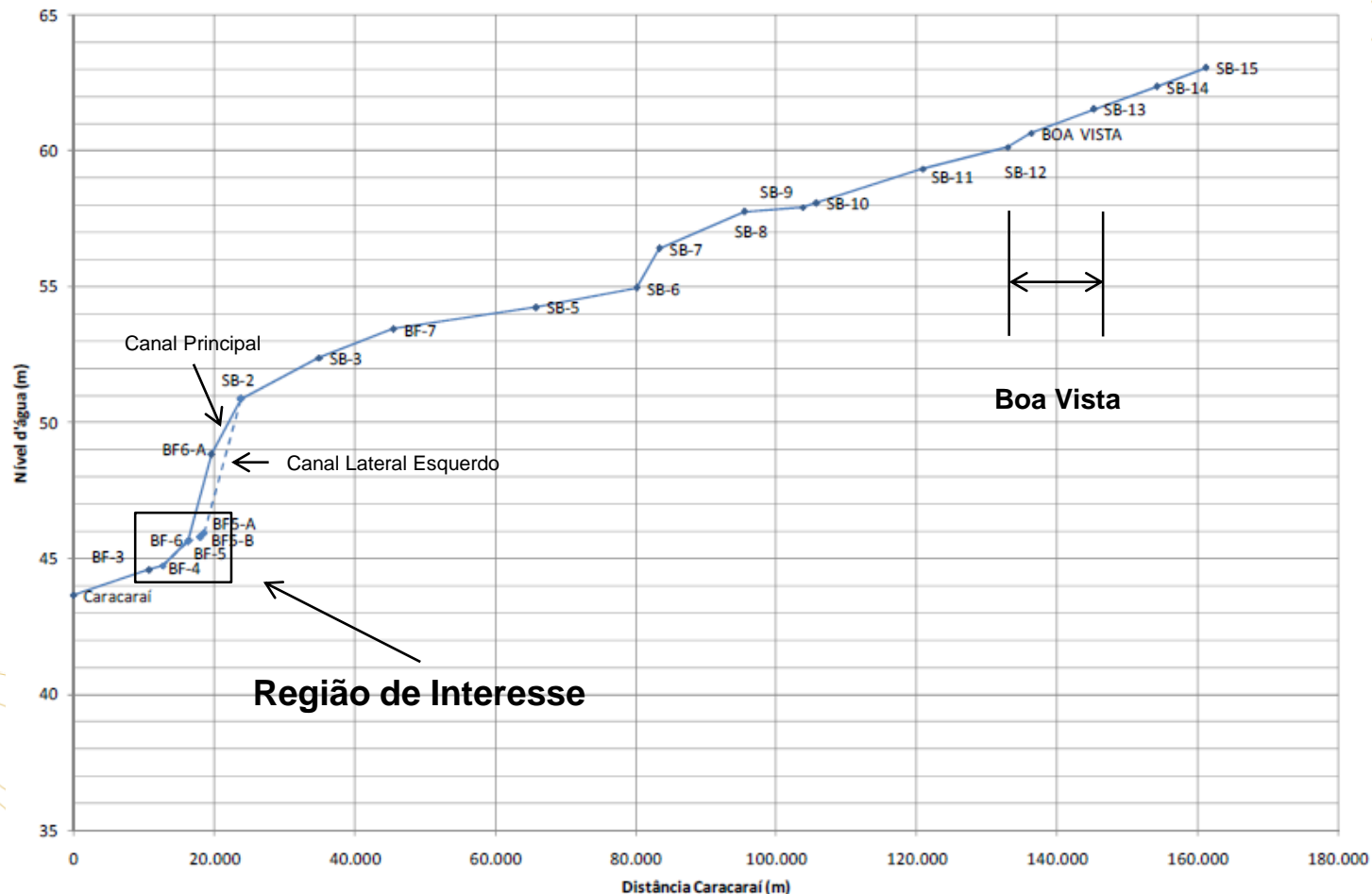
### ❖ Topográficos e Batimétricos

- ✓ Apoio de campo para aerotriangulação digital para restituição aerofotogramétrica;
- ✓ Transporte de coordenadas e amarração dos pontos levantados na rede planialtimétrica do IBGE;
- ✓ Seções topobatimétricas no reservatório para estudo de remanso e levantamento batimétrico nos locais das alternativas de eixo;
- ✓ Amarração planialtimétrica das Sondagens e Régua Liminimétricas
- ✓ Implantação de marcos.

## Estudos Cartográficos



## Levantamentos Topográficos - Perfis de Linha D'água



## Levantamentos Batimétricos



## ☐ FASE 3 - LEVANTAMENTOS E SERVIÇOS DE CAMPO

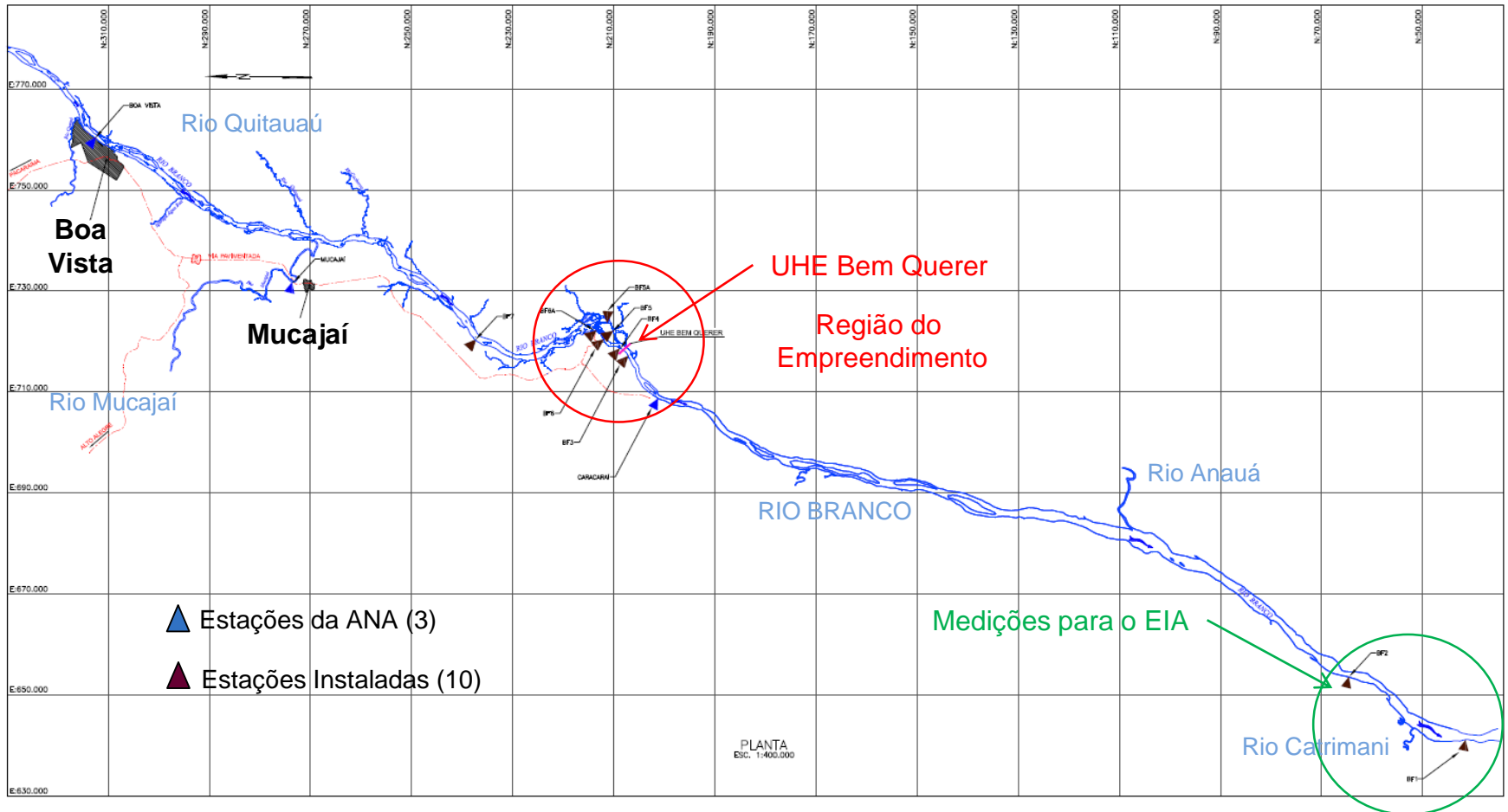
### ❖ **Hidrométricos**

- ✓ Instalação e operação de postos fluviométricos limnimétricos na região do sítio dos estudos de eixo e no trecho de montante do reservatório;
- ✓ Medições de descargas líquidas e sólidas; ensaios de laboratório;
- ✓ Leitura de níveis d'água pelo menos duas vezes ao dia, em todas as réguas;
- ✓ Levantamento de perfis de linha d'água ao longo do rio principal e afluentes.

### ❖ **Geológico-Geotécnicos**

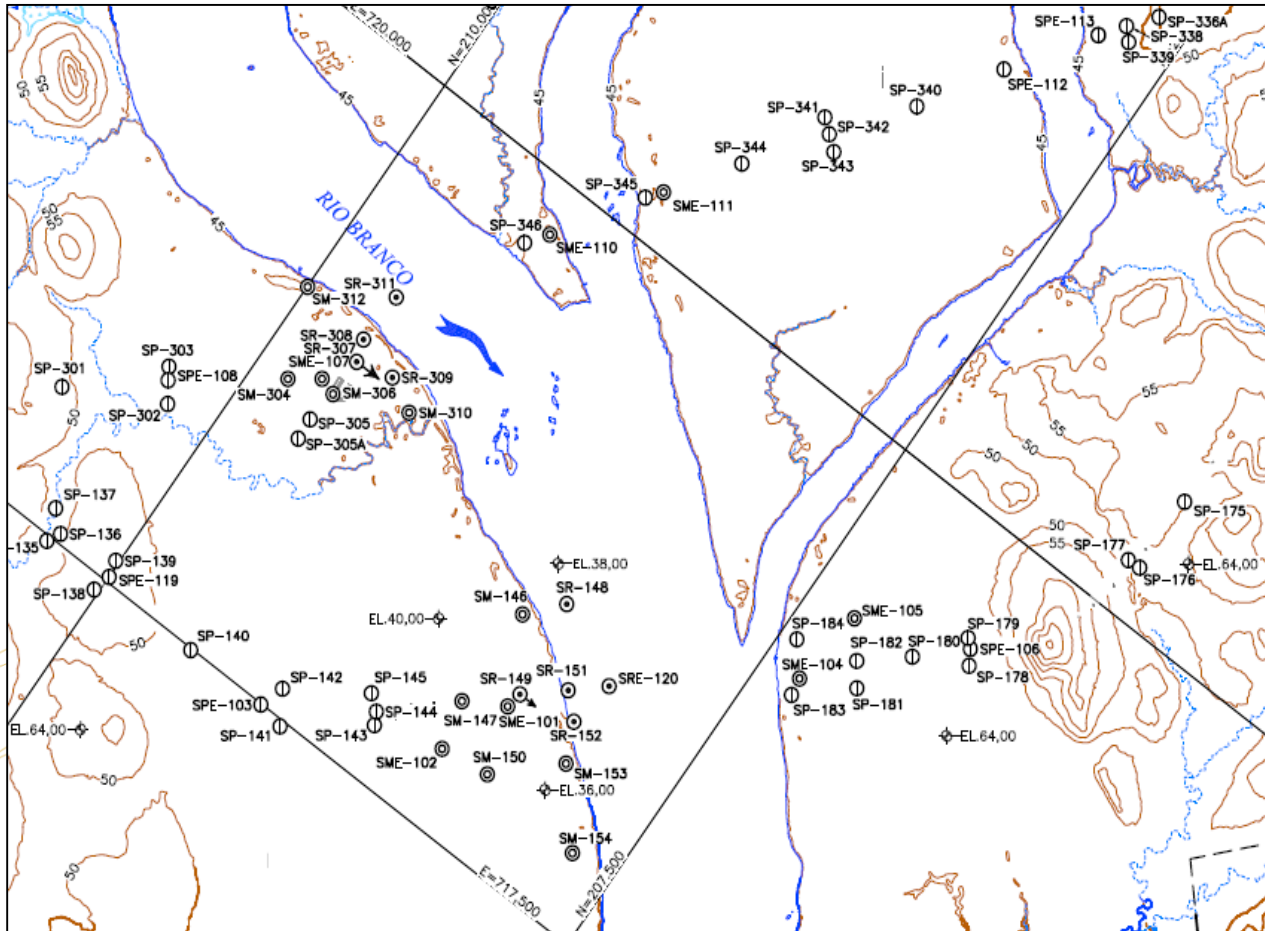
- ✓ Mapeamento geológico e execução de Investigações de campo (sondagens e ensaios de campo) e de laboratório para caracterização da fundação das alternativas de eixo e área de empréstimo;
- ✓ Pesquisa de Materiais Naturais de Construção Investigação de campo;
- ✓ Investigações Complementares para a alternativa de eixo selecionada.

## Estações Hidrométricas e Hidrossedimentométricas - Localização





## Investigações geológico-geotécnicas



Sondagens nos Eixos	Quant.
Percussão	65
Mista	20
Rotativa	10

## FASE 3 - LEVANTAMENTOS E SERVIÇOS DE CAMPO

### ❖ Socioambientais (realizados no âmbito do EIA)

## ☐ FASE 4 – ESTUDOS BÁSICOS E DE ALTERNATIVAS

### ❖ Estudos Hidrometeorológicos

- ✓ Caracterização fisiográfica e climática da bacia;
- ✓ Pluviologia e evaporação – consistência dos dados, homogeneização;
- ✓ Regime Fluvial – consistência dos dados; curva chave de descarga líquida;
- ✓ Série de vazões médias mensais – modelagem chuva-vazão, série de vazões de longo termo e de vazões médias no aproveitamento e permanência;
- ✓ Estudo de vazões extremas (vazões de projeto das obras hidráulicas);
- ✓ Curva chave no local do aproveitamento;
- ✓ Reservatório - Amortecimento, Borda livre, Enchimento (considerando os resultados dos **estudos de qualidade da água**) e Remanso;
- ✓ Estudos Hidrossedimentológico – Curva chave, assoreamento e vida útil, modelagem sedimentológica;
- ✓ **Verificação de problemas no canal de jusante da barragem – estudos de erodibilidade, mudança de declividade e outros.**

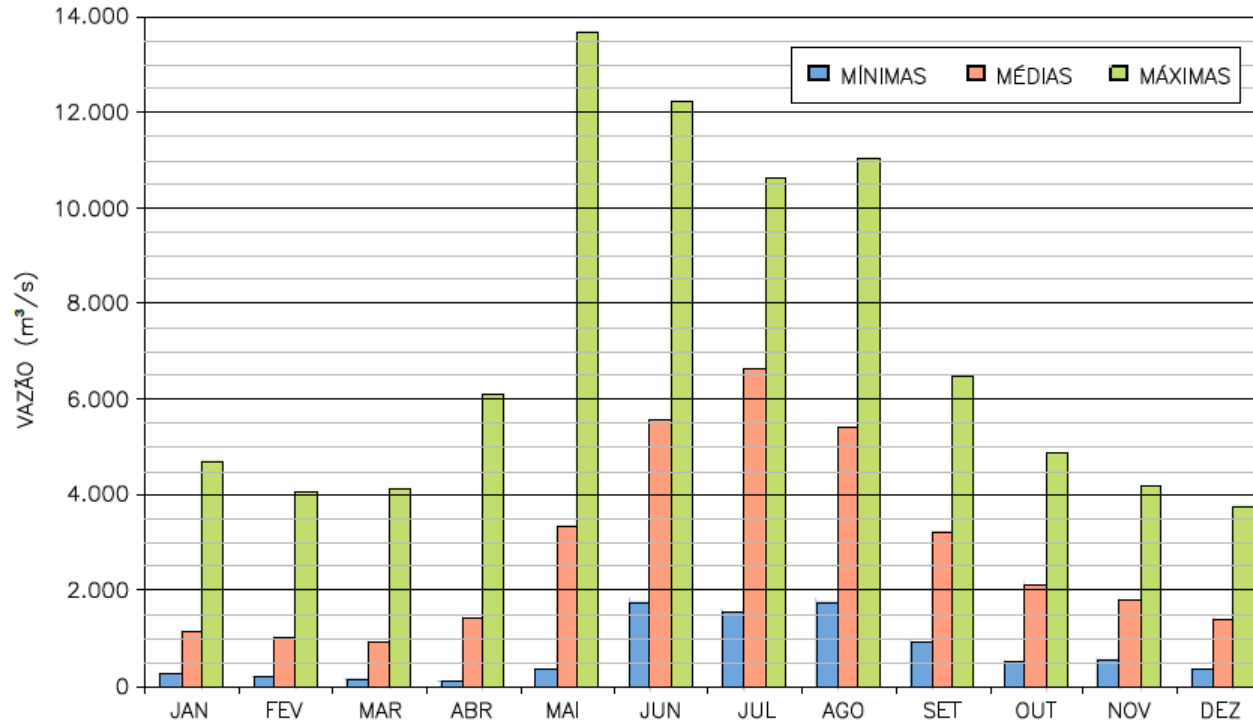
# UHE BEM QUERER

## Estudos Básicos

### Estudos Hidrometeorológicos

#### Vazões Médias Mensais

VAZÕES MÉDIAS MENSAIS CARACTERÍSTICAS PERÍODO:  
JANEIRO DE 1931 A DEZEMBRO DE 2012



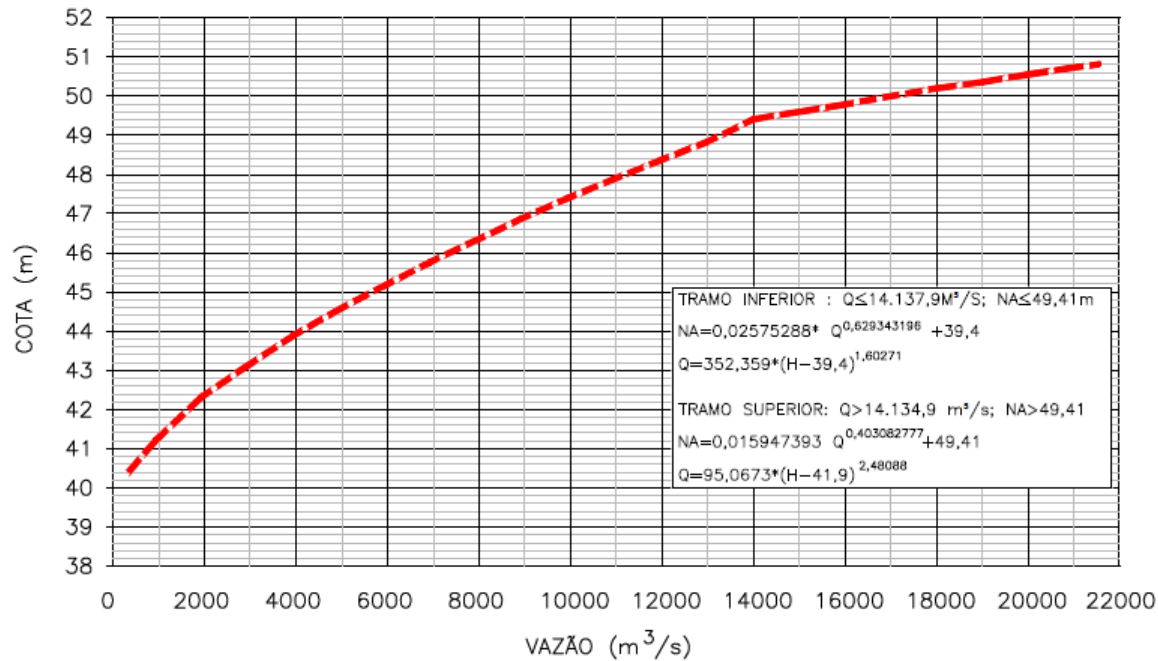
# UHE BEM QUERER

## Estudos Básicos

### Estudos Hidrometeorológicos

### Curva Chave no canal de fuga da UHE

CURVA-CHAVE A JUSANTE DO EIXO 1

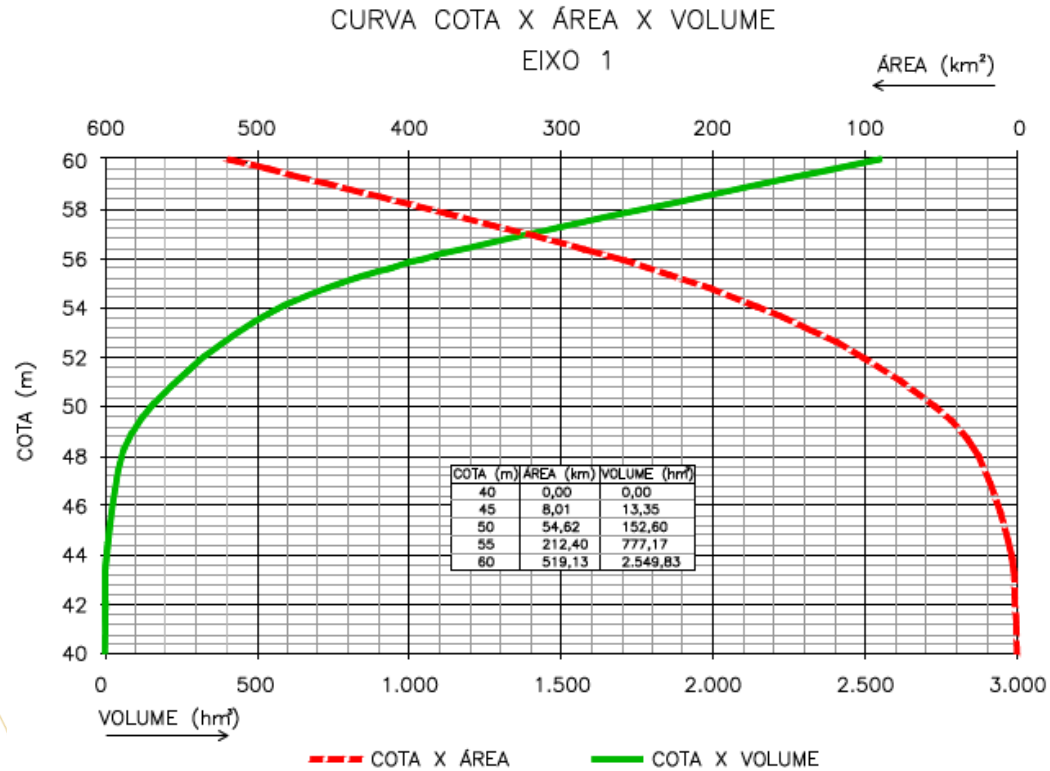


# UHE BEM QUERER

## Estudos Básicos

### Estudos Hidrometeorológicos

### Curva Cota Área Volume do Reservatório



## ☐ FASE 4 – ESTUDOS BÁSICOS E DE ALTERNATIVAS

### ❖ Estudos Geológico-Geotécnico

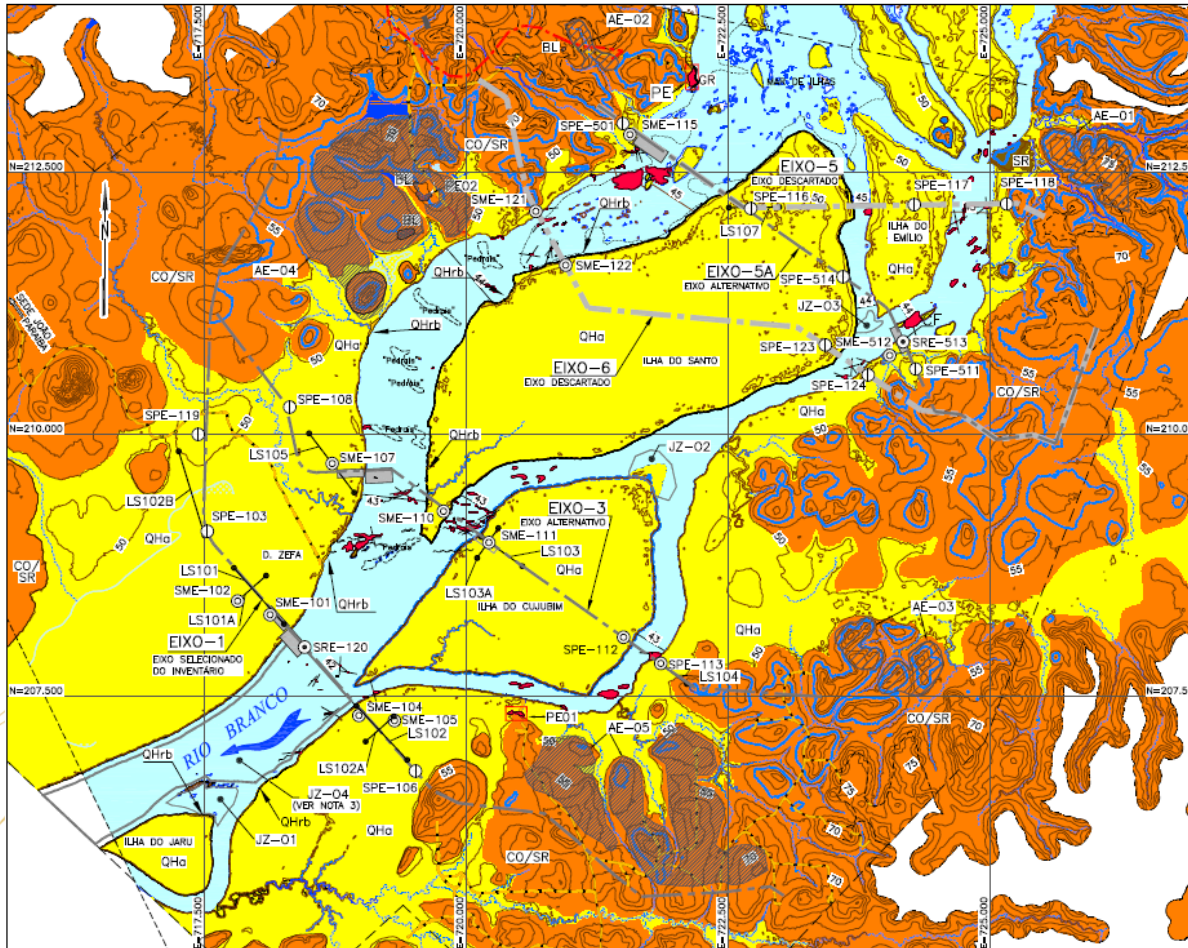
- ✓ Geologia Regional, Geomorfologia, Tectônica e Sismicidade;
- ✓ Geologia Local do sítio dos eixos alternativos e reservatórios;
- ✓ Caracterização geológico geotécnica da fundação dos aproveitamentos alternativos; caracterização do topo rochoso;
- ✓ Aspectos Geológico - Geotécnico do eixo Selecionado – fundação e escavação; caracterização do topo rochoso;
- ✓ Material Natural de Construção – localização, características e quantidades;
- ✓ Resultados dos Ensaios de Laboratório de material de fundação, de escavação e de materiais naturais de construção;
- ✓ Balanceamento de Materiais.

# UHE BEM QUERER

## Estudos Básicos

### Estudos Geológicos

### Mapa Geológico- Geotécnico do Sítio das Alternativas de Eixo e Investigações



#### LEGENDA:

- EIXOS ALTERNATIVOS SELECIONADOS NESTA ETAPA
- - - EIXOS DESCARTADOS APÓS AVALIAÇÃO INICIAL
- EL 60,00m = N.A. MÁX. NORMAL DO RESERVATÓRIO
- CURVAS MESTRAS
- ESTRADA VICINAL/CAMINHOS
- LOCAÇÃO DAS ESTRUTURAS DE CONCRETO
- LINHAS SÍSMICAS DE REFRAÇÃO
- BL BLOCOS
- PEDRAS E MAR DE ILHAS
- AE ÁREA DE EMPRÉSTIMO DE SOLO
- JZ JAZIDA DE AREIA
- PE ÁREA PARA PEDREIRA
- FRATURAS
- ZONA DE MILONITIZAÇÃO (ZM) OU ZONA DE CISCALHAMENTO (ZC)
- ⊕ SPE SONDAGEM A PERCUSSÃO
- ⊙ SRE SONDAGEM ROTATIVA
- ⊙ SME SONDAGEM MISTA
- QHa ALUVIÕES HOLOCÊNICOS
- QHrb COBERTURA SEDIMENTAR DO RIO BRANCO- RIO NEGRO (TERRAÇO ALUMONAR)
- CO/SR COLÓVIO/SOLO RESIDUAL DE ROCHA GRANÍTICA
- SR SOLO RESIDUAL
- GR AFLORAMENTO ROCHOSO (GRANITO A GRANITO MILONITIZADO)



## ☐ FASE 4 – ESTUDOS BÁSICOS E DE ALTERNATIVAS

### ❖ Estudos Energéticos

- ✓ Dimensiona e otimiza os seguintes parâmetros físicos operativos de cada alternativa de eixo:

**Nível d'água máximo normal e mínimo operativo;**

**Volume útil e enchimento inicial do reservatório;**

**Potência instalada;**

**Quedas líquidas operacionais das turbinas;**

- ✓ **Estudo de motorização:** determinação da potencia instalada mínima para produção de energia firme e da potencia máxima; determinação do número de unidades geradoras; e quedas de projeto e referência.

## ☐ FASE 4 – ESTUDOS BÁSICOS E DE ALTERNATIVAS

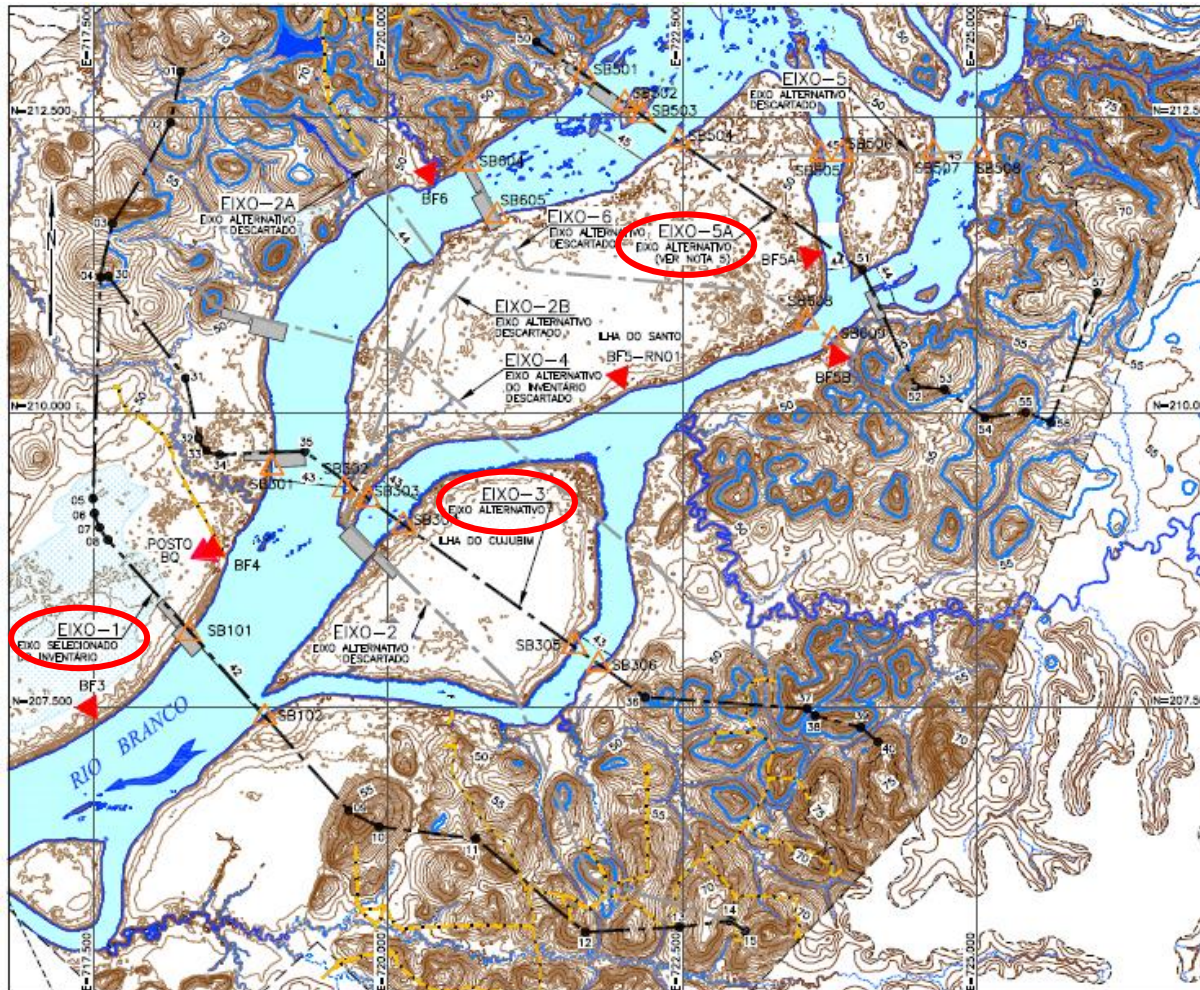
### ❖ Estudos de Alternativas do Aproveitamento

- ✓ Detalhamento das alternativas de eixo e arranjo concebidas nos Estudos Preliminares considerando os resultados dos levantamentos e estudos básicos;
- ✓ Dimensionamento das obras civis e eclusa, quando for o caso;
- ✓ Arranjos e pré-dimensionamento dos equipamentos eletromecânicos;
- ✓ Estudos de Construção – logística, desvio do rio e sequência construtiva;
- ✓ Avaliação de quantidades e custo (OPE), inclusive **custos socioambientais**;
- ✓ **Comparação e Seleção da Alternativa de eixo e arranjo**

A avaliação custo benefício **considerando os custos socioambientais e aspectos/restrições socioambientais.**

# UHE BEM QUERER

## Estudo de Alternativas de Eixo/Arranjo

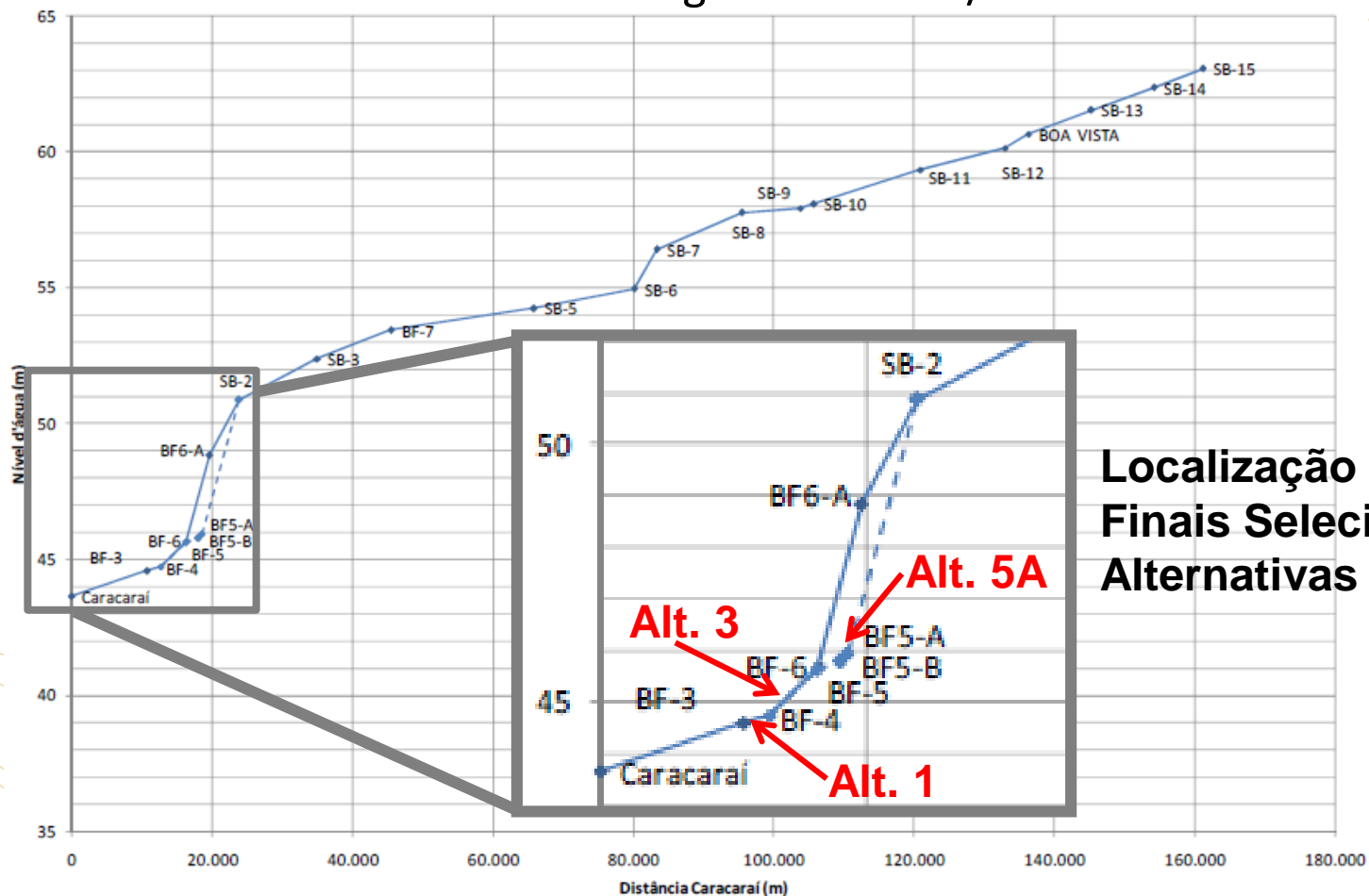


Estudos de Alternativas de Eixo (NA 60m)

# UHE BEM QUERER

## Estudo de Alternativas de Eixo/Arranjo

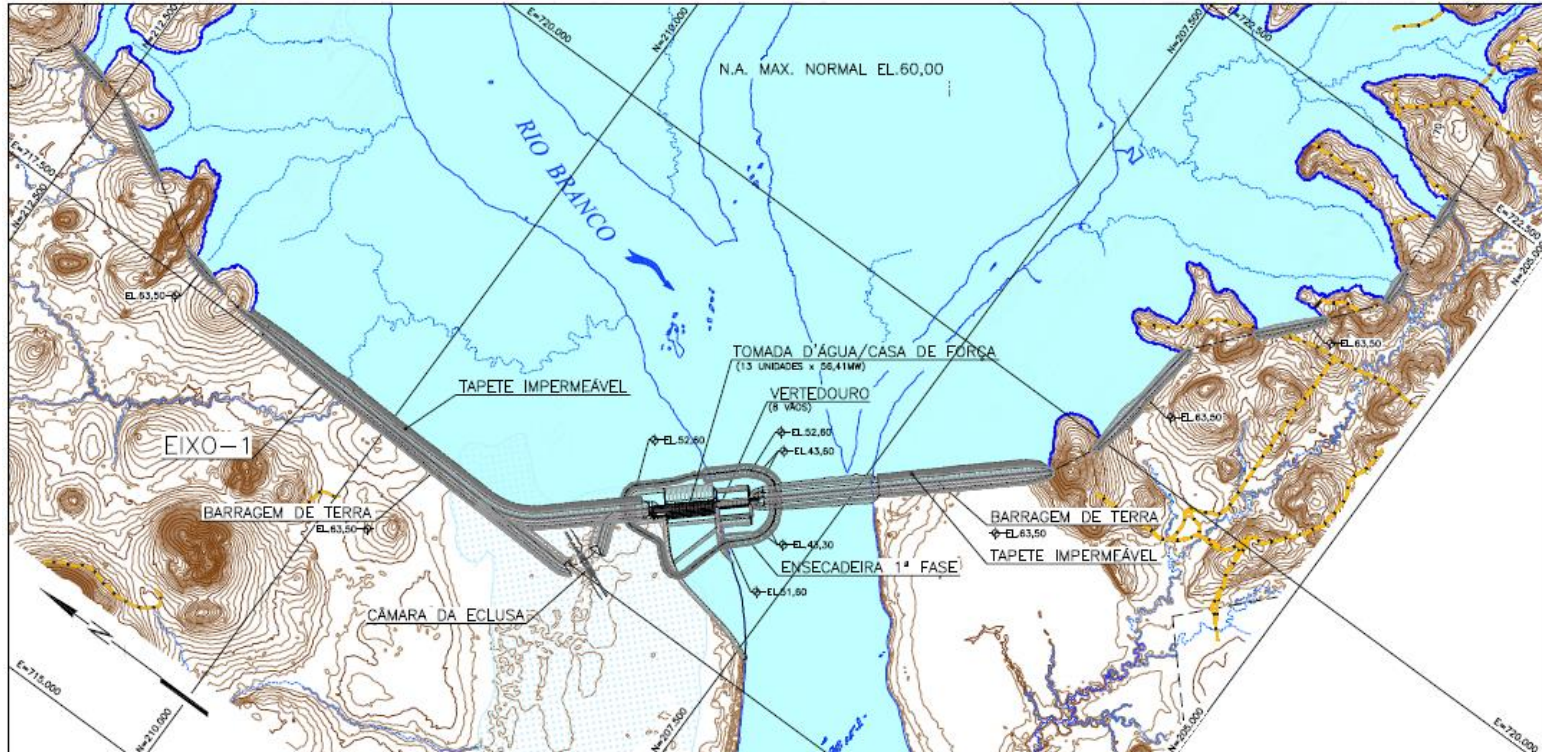
### Perfil de Linha d'Água em Junho/2014



**Localização dos Eixos  
Finais Selecionados:  
Alternativas 1, 3 e 5A**

# UHE BEM QUERER

## Estudo de Alternativas de Eixo/Arranjo



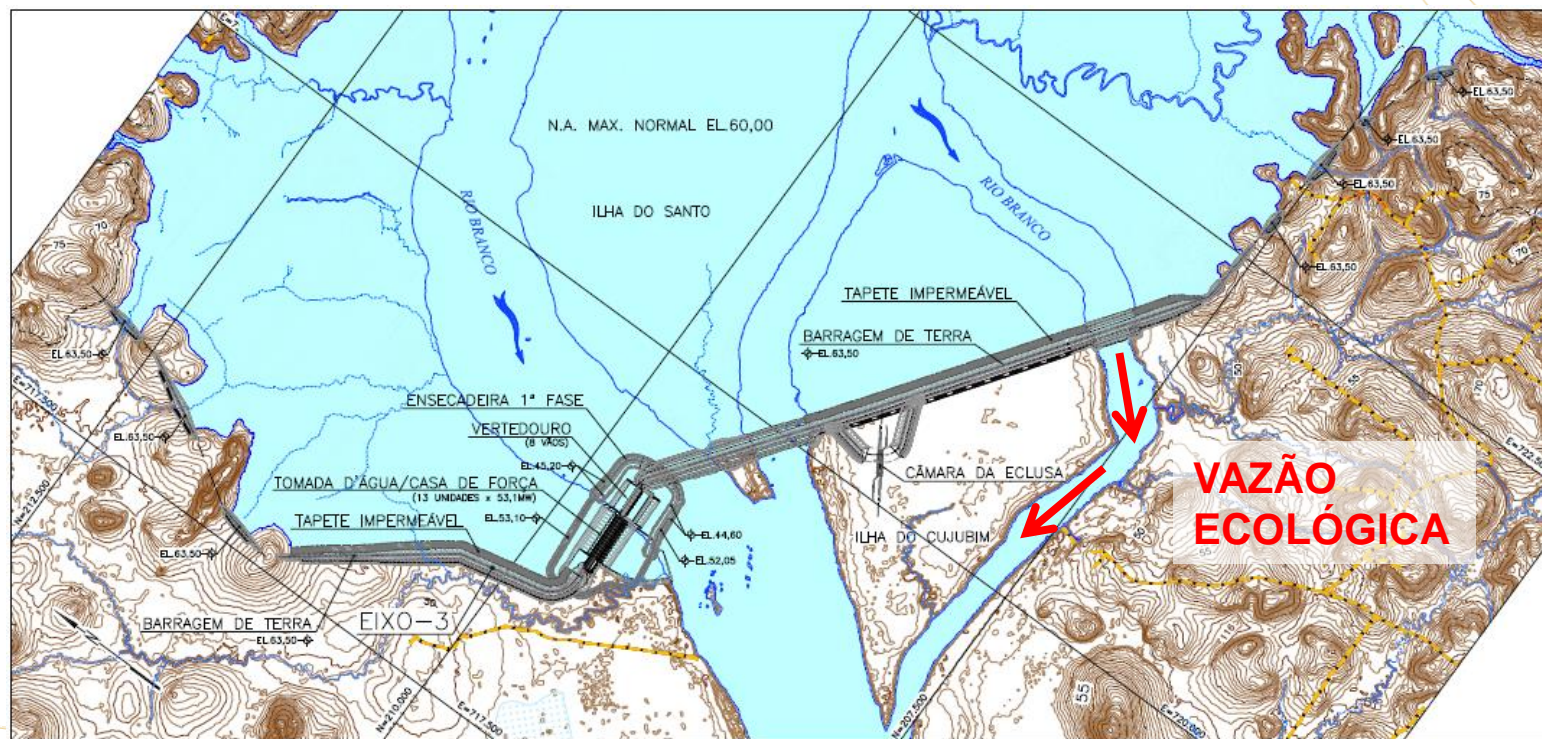
Eixo	Potência (km)	Extensão Barramento (km)	Queda Líquida (m)	Custo Total com JDC (R\$ mil)	Energia Firme (MWmed)	Custo Benefício (R\$/MWh)	Área do Reservatório (km <sup>2</sup> )
1	750	10,9	12,6	4.969.615	421,9	137,9	553

### Características - Eixo 1

Data de Referência: Abril/2014

# UHE BEM QUERER

## Estudo de Alternativas de Eixo/Arranjo



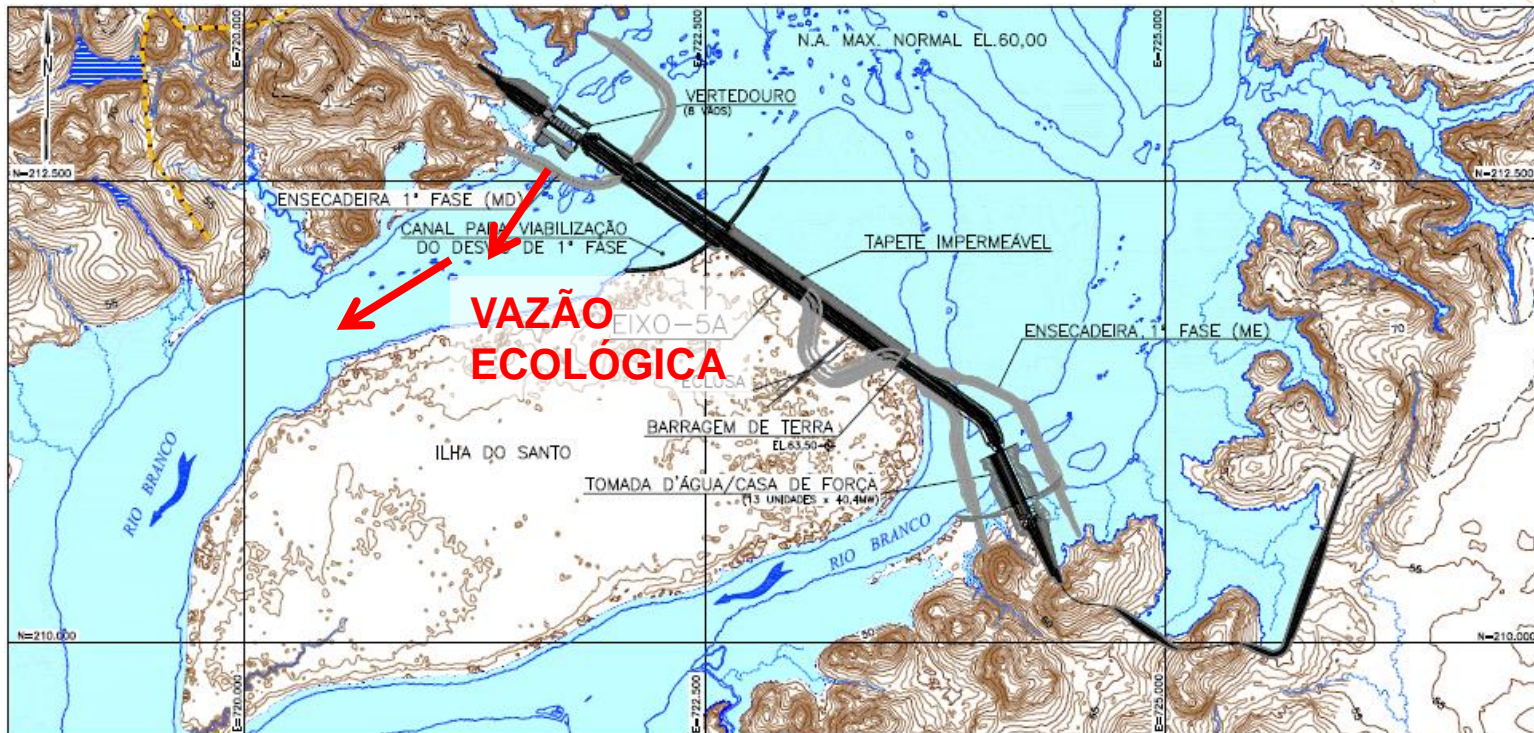
Eixo	Potência (km)	Extensão Barramento (km)	Queda Líquida (m)	Custo Total com JDC (R\$ mil)	Energia Firme (MWmed)	Custo Benefício (R\$/MWh)	Área do Reservatório (km <sup>2</sup> )
3	690	9,9	11,9	4.772.412	380,5	146,9	541

Características - Eixo 3

Data de Referência: Abril/2014

# UHE BEM QUERER

## Estudo de Alternativas de Eixo/Arranjo



Eixo	Potência (km)	Extensão Barramento (km)	Queda Líquida (m)	Custo Total com JDC (R\$ mil)	Energia Firme (MWmed)	Custo Benefício (R\$/MWh)	Área do Reservatório (km <sup>2</sup> )
5A	525	6,9	9,7	4.422.828	292,5	176,8	496

Características - Eixo 5A

Data de Referência: Abril/2014

# UHE BEM QUERER

## Estudo de Alternativas de Eixo/Arranjo

### Comparação Econômica das Alternativas

Eixo	Potência (km)	Queda Líquida (m)	Custo Total com JDC (R\$ mil)	$\Delta$ Custo Total (R\$ mil)	Energia Firme (MWmed)	$\Delta$ Energia Firme (MWmed)	Custo Benefício (R\$/MWh)	$\Delta$ Custo / $\Delta$ Benefício	Área do Reservat. (km <sup>2</sup> )
1	750	12,6	4.969.615	197.202	421,9	41,4	137,9	0,43	553
3	690	11,9	4.772.412	349.584	380,5	88,0	146,89	0,33	541
5A	525	9,7	4.422.828	-	292,5	-	176,81	-	496

Data de Referência: Abril/2014

- O custo do empreendimento já considera os valores relativos à desapropriação e relocação dos imóveis em Boa Vista até a cota 67 m. (Cota limite do remanso do reservatório para cheias com TR de 50 anos). Valor total da relocação estimado em R\$ 150 milhões.
- Considerando que os 3 eixos estudados possuem reservatório com o mesmo nível d'água (cota 60 m), o custo de desapropriação é igual para todas as alternativas de eixo.



# UHE BEM QUERER

## Estudo de Alternativas de Eixo/Arranjo

### Avaliação Qualitativa

Avaliação	EIXO 1 (750 MW)	EIXO 3 (690 MW)	EIXO 5A (525 MW)
Área do Reservatório (km <sup>2</sup> )	553	541 (- 2,2%)	496 (-10,3%)
Relação Área do Reservatório / Potência (km <sup>2</sup> /MW)	0,74	0,78	0,94
Necessidade de vazão ecológica nos braços	Não	Sim Qeco* = 87,5 m <sup>3</sup> /s	Sim Qeco* = 260,5 m <sup>3</sup> /s
Canteiro Industrial	1 Margem Direita	1 Margem Direita	2 Margem Direita e Esquerda
Implantação da Eclusa e Canais de Navegação	Menores escavações	Maiores escavações	Maiores escavações

\* Para a estimativa da Qeco foi considerada a vazão com 95% de permanência da vazão natural. Esse critério é mais conservador que a Q<sub>7,10</sub> (vazão média diária mínima com 7 dias de duração e recorrência de 10 anos).

# UHE BEM QUERER

## Estudo de Alternativas de Eixo/Arranjo

### Definição da Melhor Alternativa de Eixo

#### Conclusões:

- A **Alternativa 1** apresenta o melhor custo-benefício, possui mais energia e proporciona as melhores condições para a implantação da futura eclusa e canais de navegação.
- A **Alternativa 1** também apresenta o maior reservatório, porém possui o menor índice de área alagada por potência (km<sup>2</sup>/MW), além de **não exigir dispositivo para vazão ecológica.**

#### **Alternativa 1 escolhida para a fase de Estudos Finais**

- Na fase de detalhamento da alternativa final foram definidos o NA final do reservatório, o número de máquinas e a potência ótima do empreendimento.

## ☐ FASE 5 – ESTUDOS FINAIS

- ❖ Levantamentos complementares e Consolidação dos Estudos Básicos – topobatimétricos, hidrometeorológicos e geológico-geotécnico
- ❖ Estudos Energéticos
- ❖ Dimensionamento Geotécnico, Hidráulico e Estrutural
- ❖ Detalhamento do arranjo geral e das obras da alternativa selecionada
- ❖ Estudo de Construção
- ❖ Integração da Usina ao Sistema de Transmissão
- ❖ Estimativa de quantidades e custo (OPE)
- ❖ Cronogramas de Construção e físico econômico

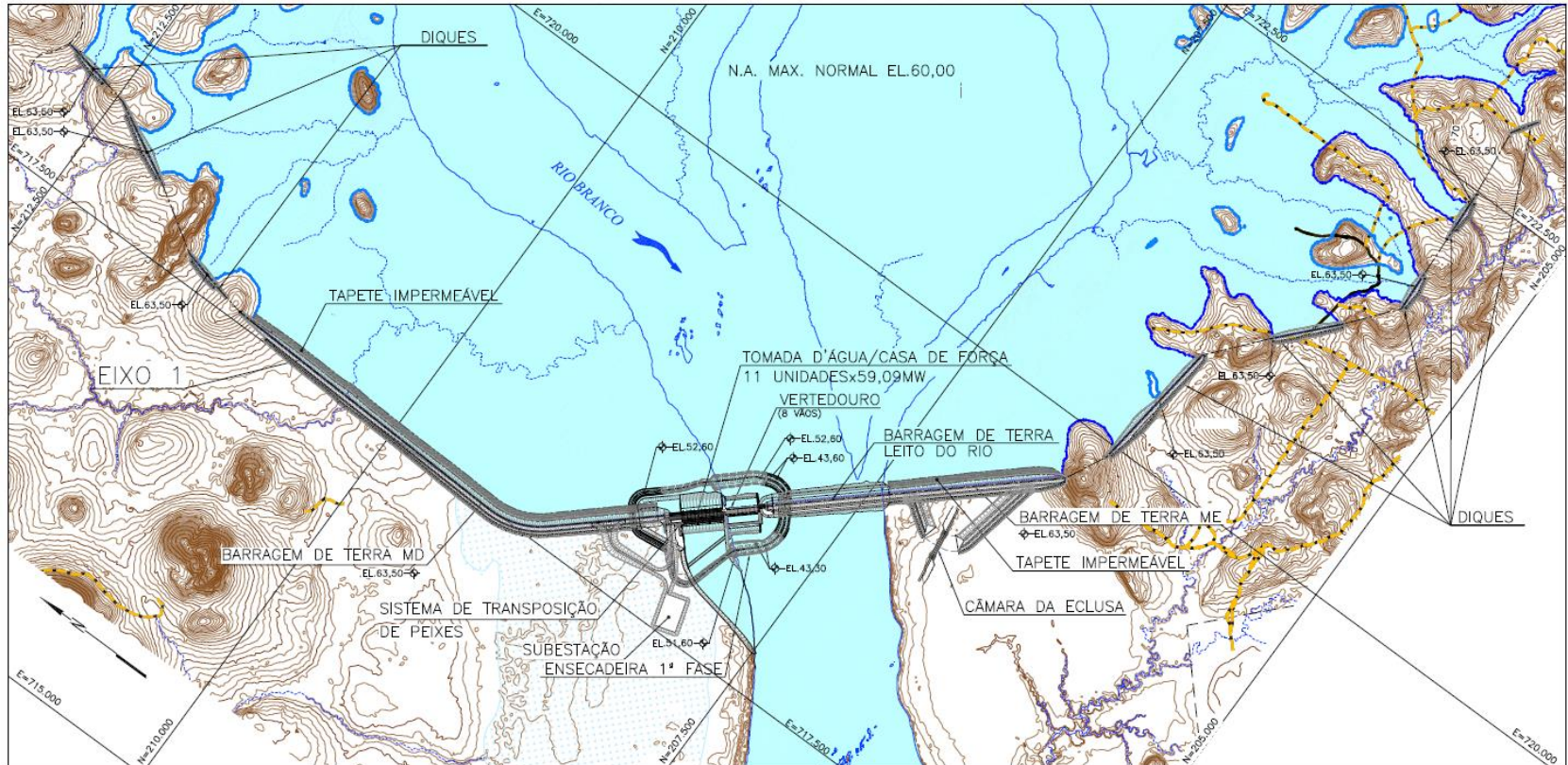
**UHE BEM QUERER**

# Estudos Finais

# UHE BEM QUERER

## Estudos Finais

### Estudos Finais - Alternativa Final Selecionada



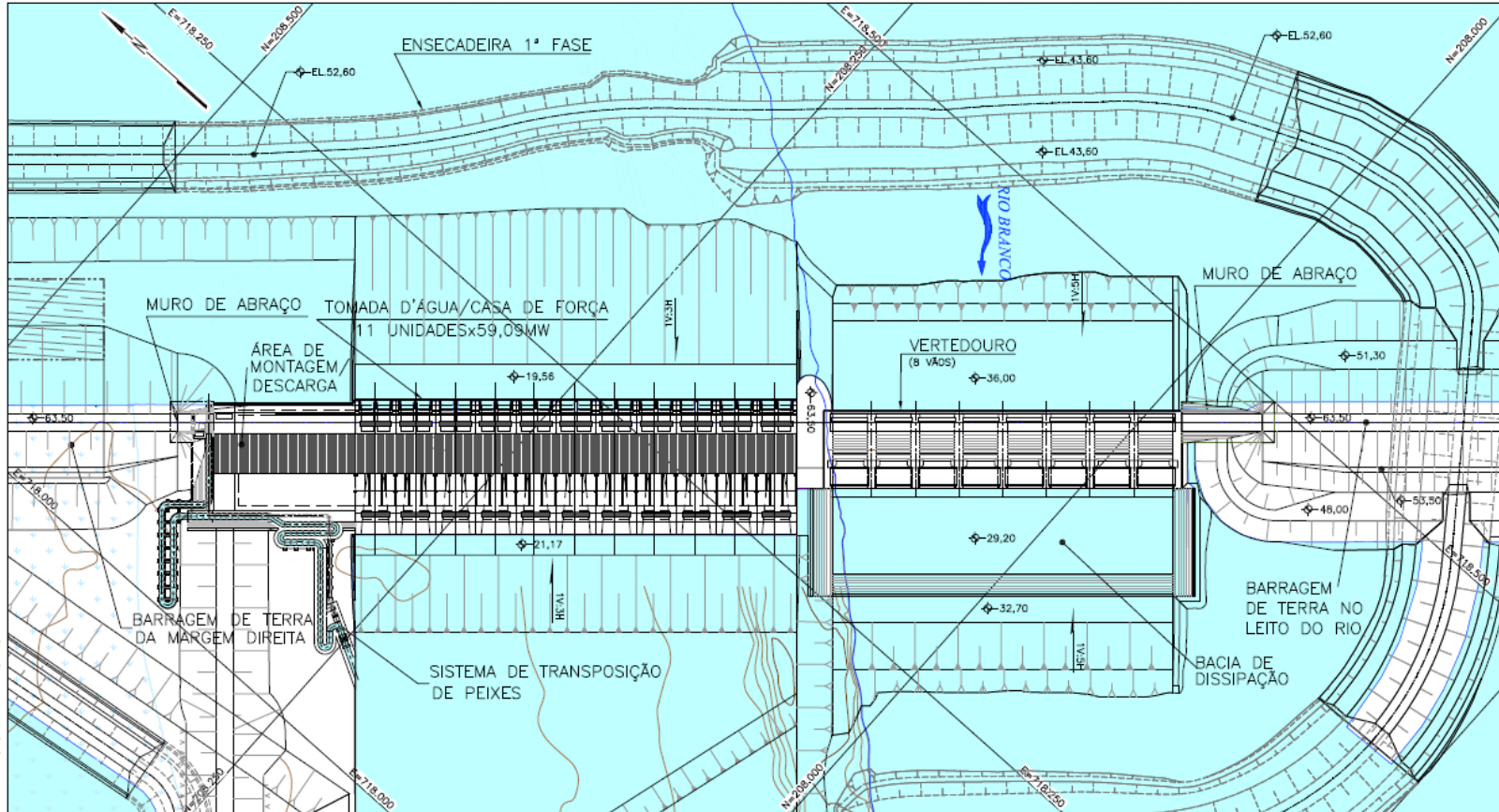
Eixo	Potência (MW)	Extensão Barramento (km)	Altura Média da Barragem (m)	Queda Líquida (m)	Energia Firme (MWmed)	Custo Benefício (R\$/MWh)	Área do Reservatório (km <sup>2</sup> )
1	650	10,9	16	12,6	389	147,6	519

Data de Referência: Dez/2014

# UHE BEM QUERER

## Estudos Finais

### Casa de Força e Vertedouro - Planta

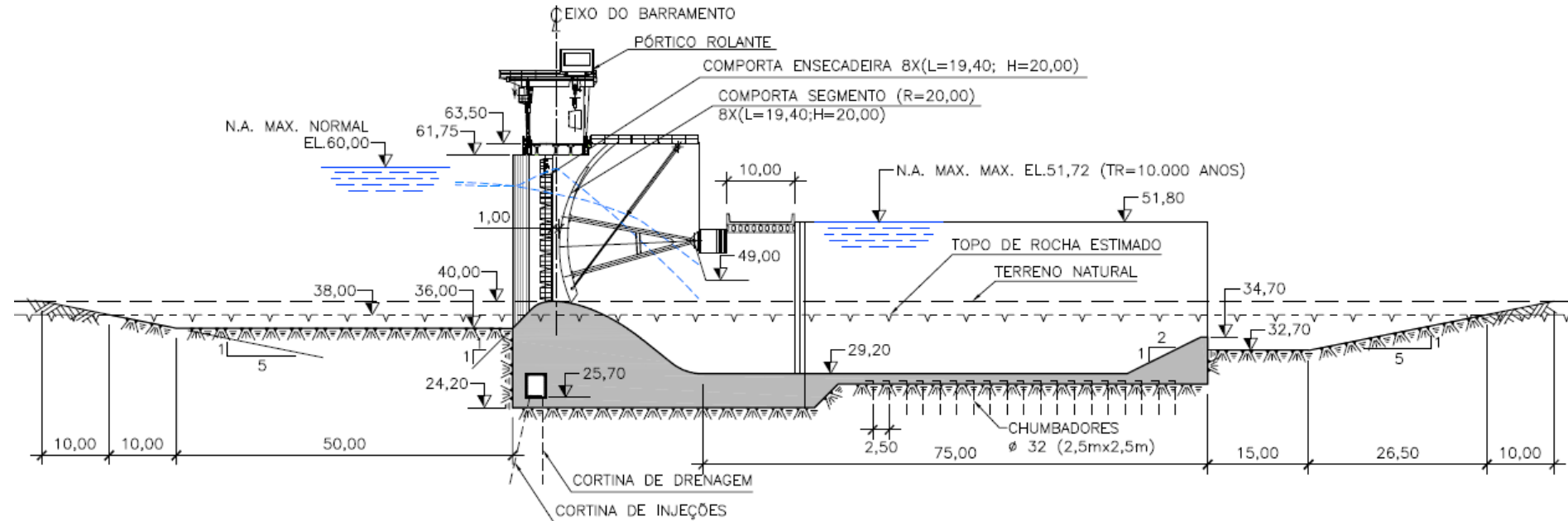




# UHE BEM QUERER

## Estudos Finais

### Vertedouro



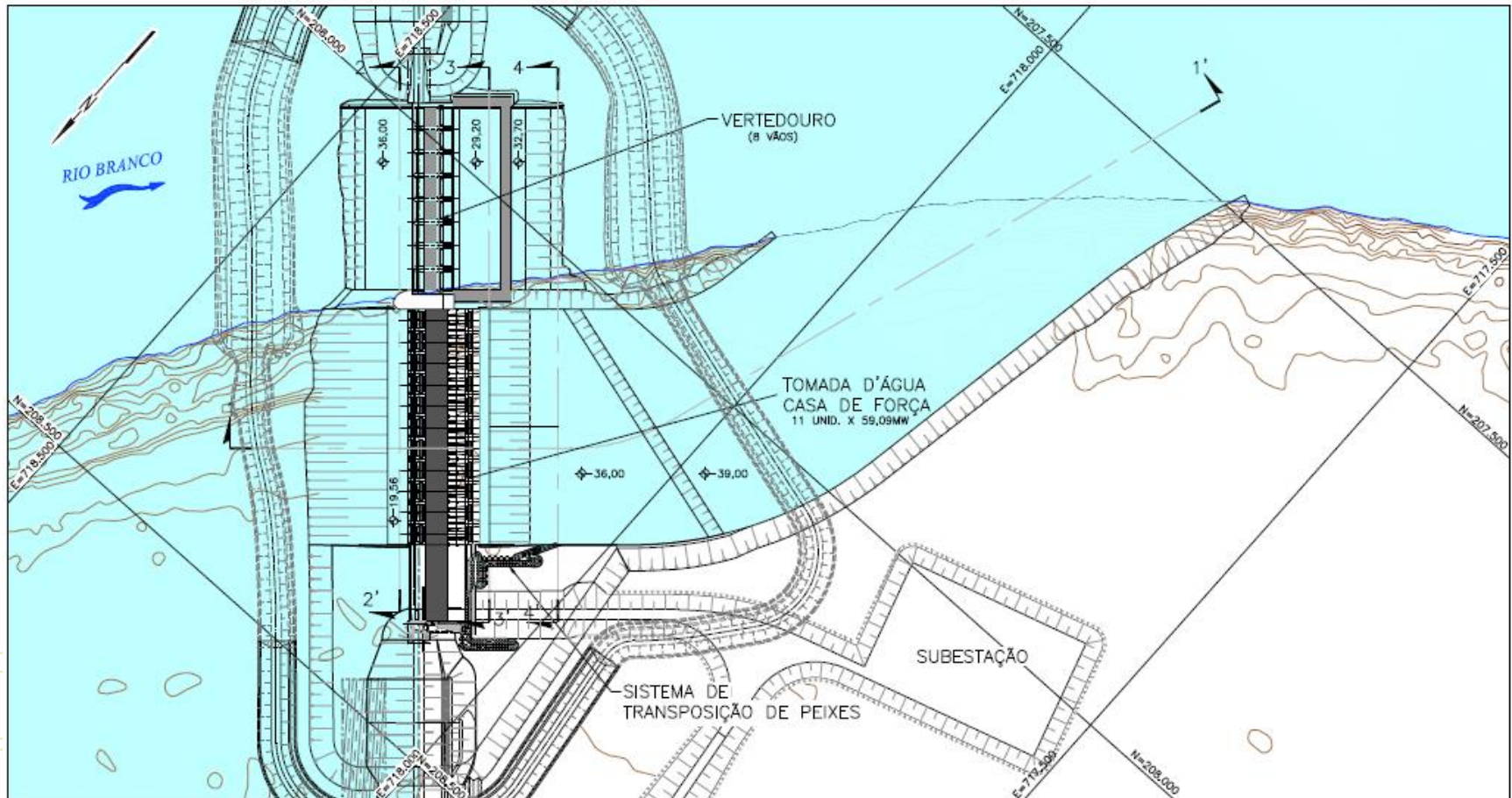
VERTEDOIRO — SEÇÃO  
ESCALA: 1:1.000



# UHE BEM QUERER

## Estudos Finais

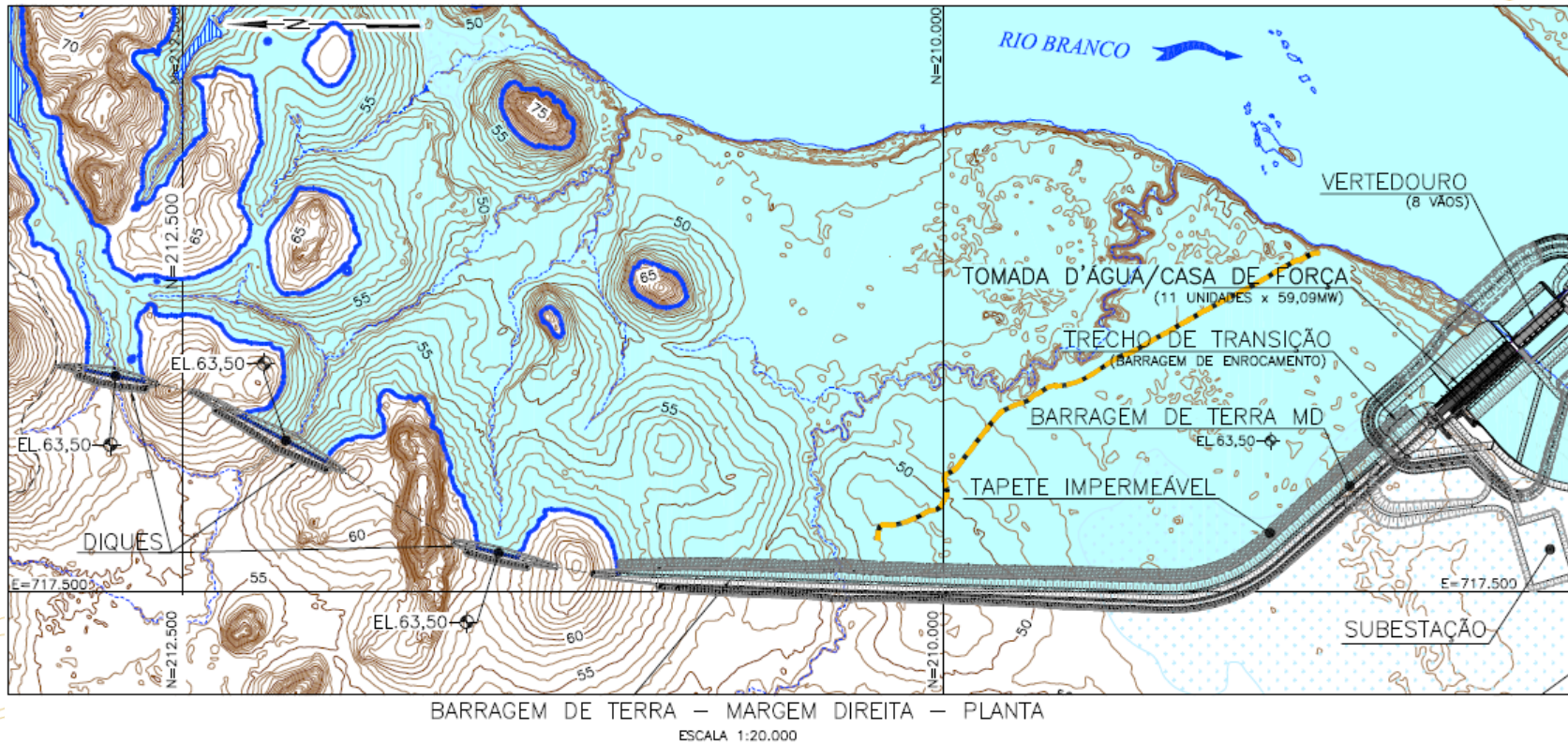
### Circuito hidráulico de geração



# UHE BEM QUERER

## Estudos Finais

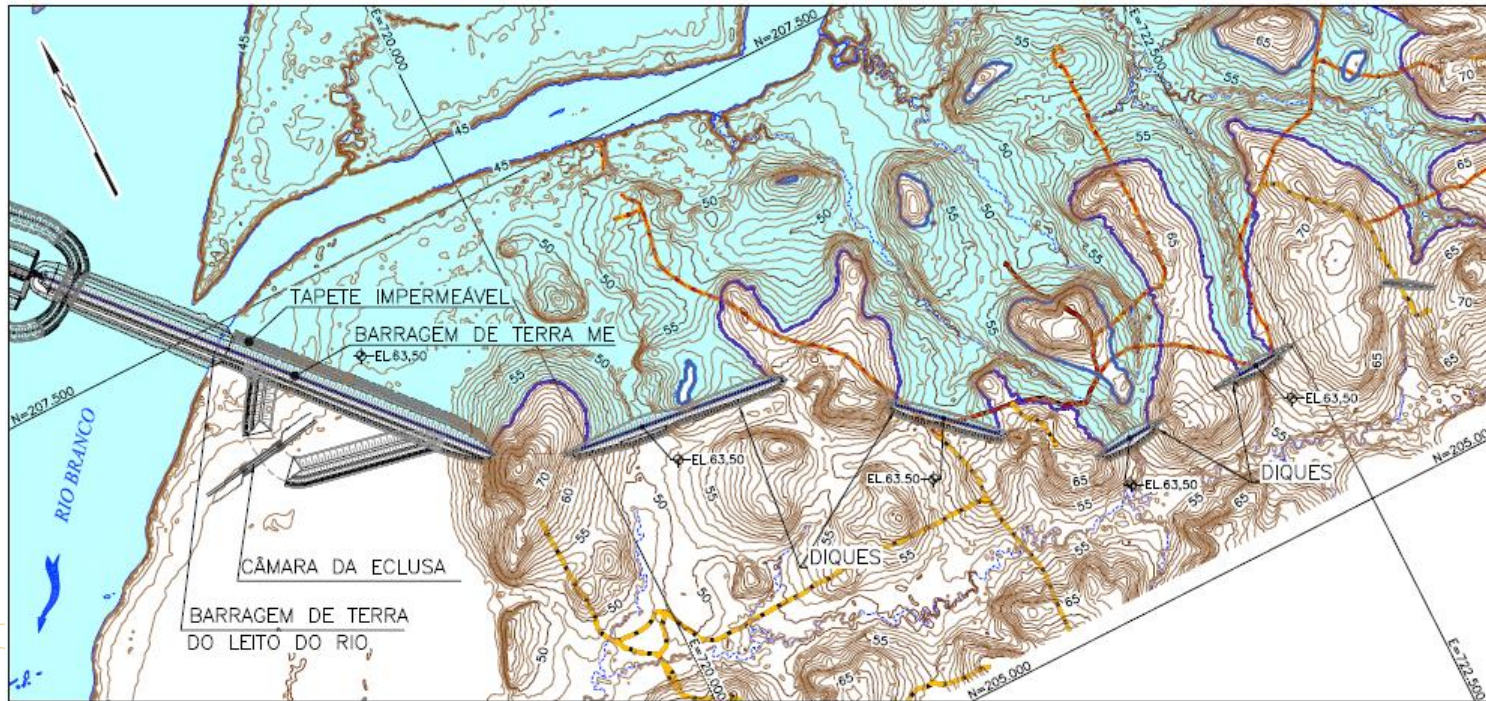
### Barragem - Margem direita



# UHE BEM QUERER

## Estudos Finais

### Barragem - Margem Esquerda

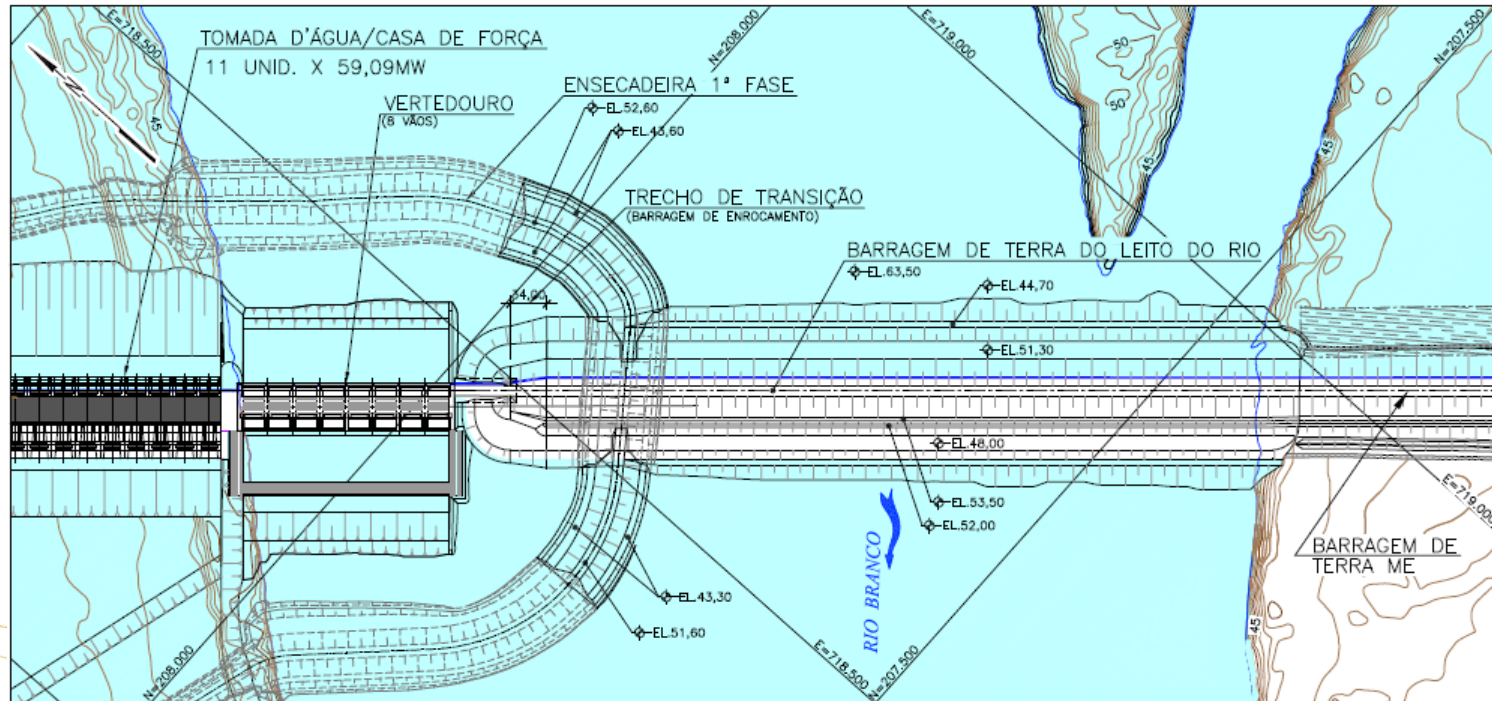


BARRAGEM DE TERRA — MARGEM ESQUERDA — PLANTA  
ESCALA 1:20.000

# UHE BEM QUERER

## Estudos Finais

### Barragem - Leito do Rio

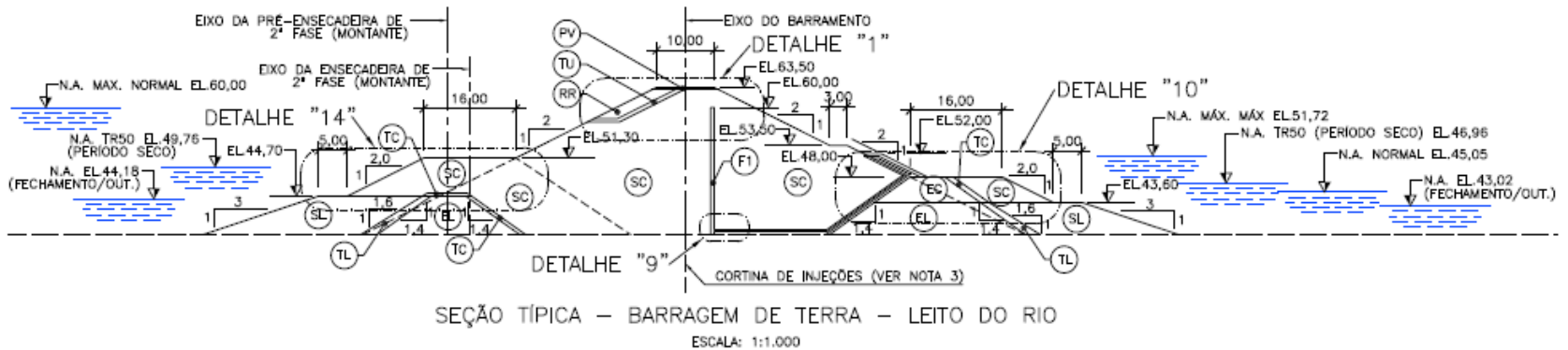


BARRAGEM DE TERRA — LEITO DO RIO — PLANTA  
ESCALA 1:5.000

# UHE BEM QUERER

## Estudos Finais

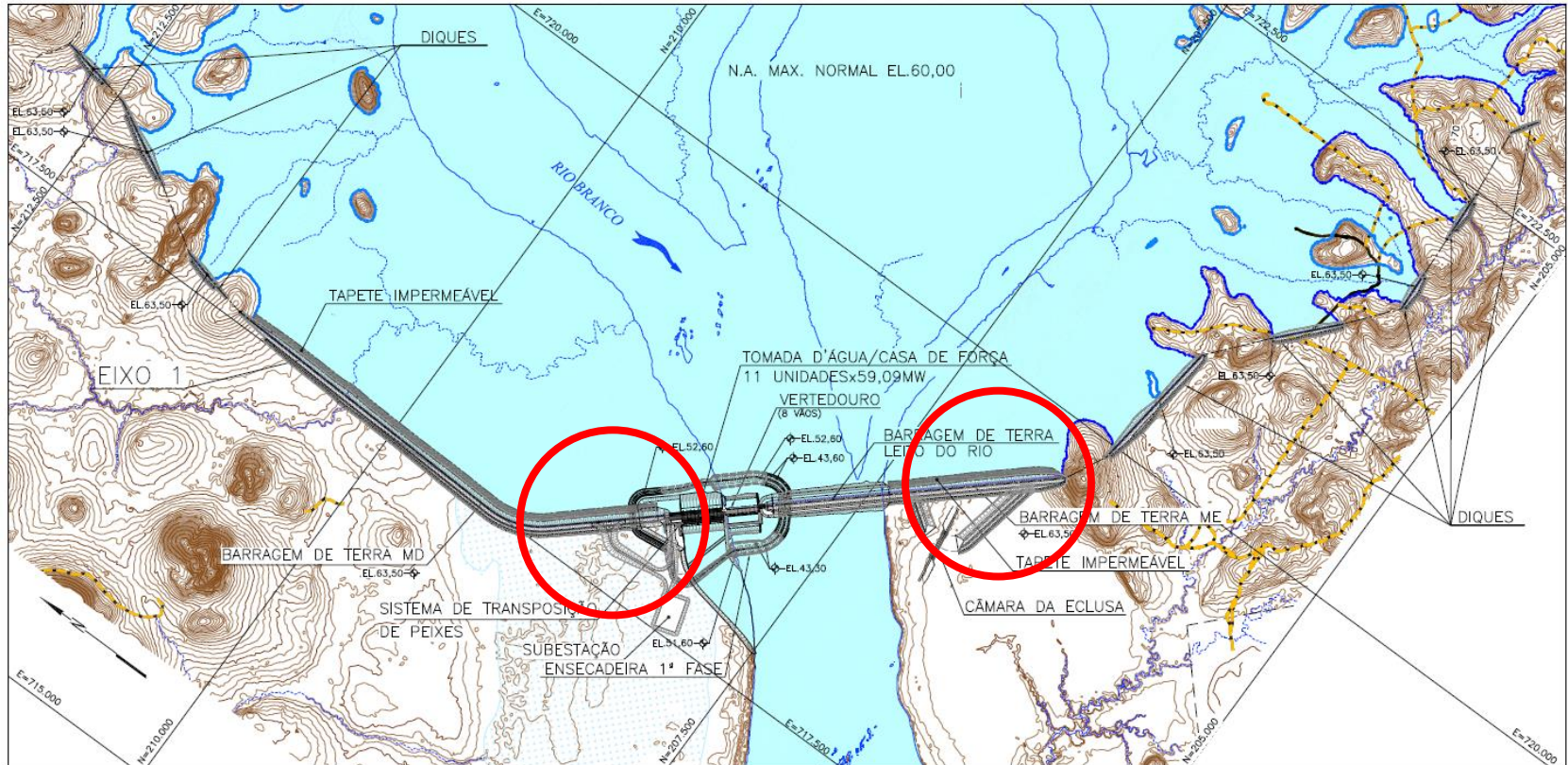
### Barragem Leito do Rio - Seção Típica



# UHE BEM QUERER

## Estudos Finais

### Alternativa Final Selecionada



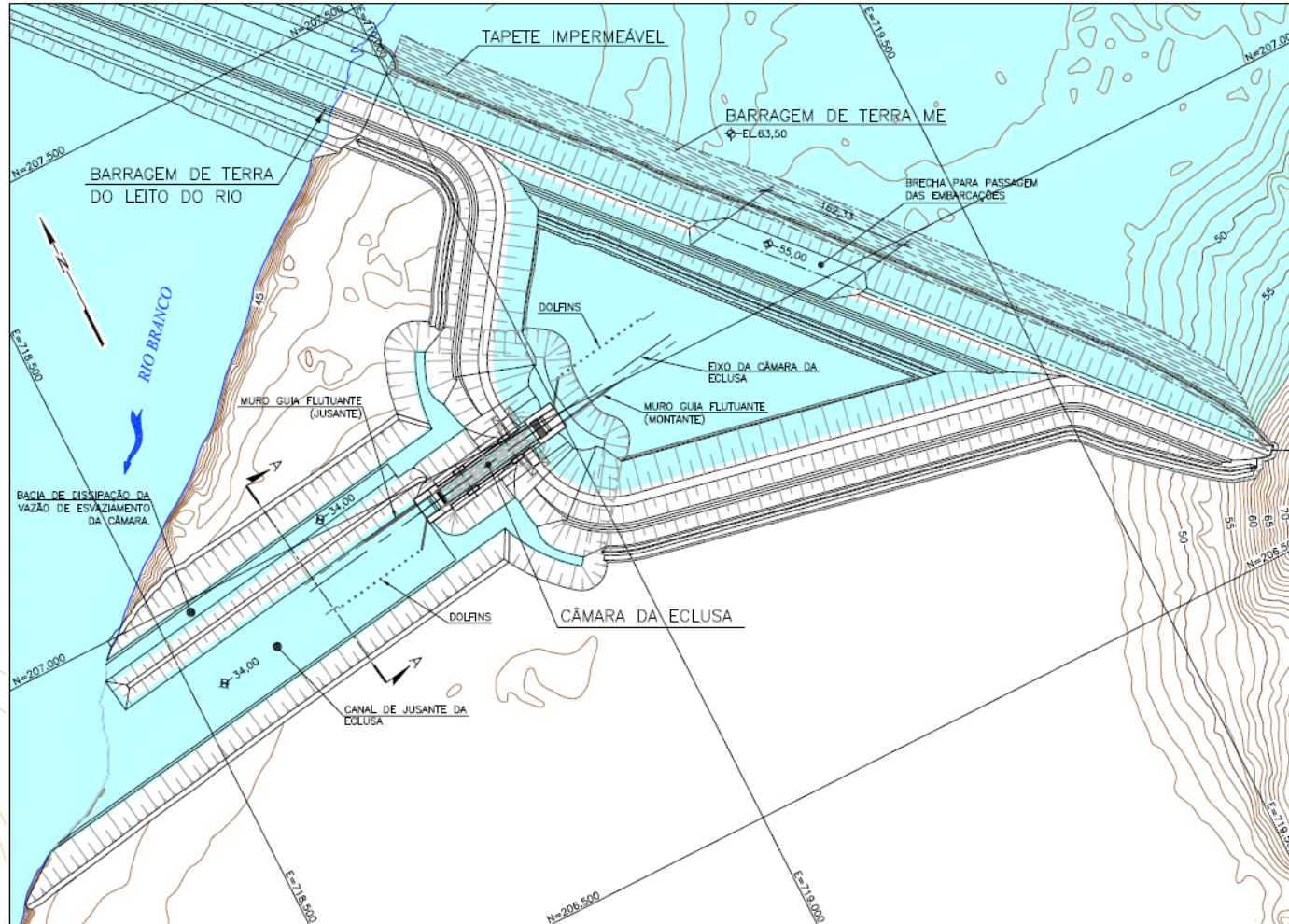
Eixo	Potência (MW)	Extensão Barramento (km)	Altura Média da Barragem (m)	Queda Líquida (m)	Energia Firme (MWmed)	Custo Benefício (R\$/MWh)	Área do Reservatório (km <sup>2</sup> )
1	650	10,9	16	12,6	389	147,6	519

Data de Referência: Dez/2014

# UHE BEM QUERER

## Estudos Finais

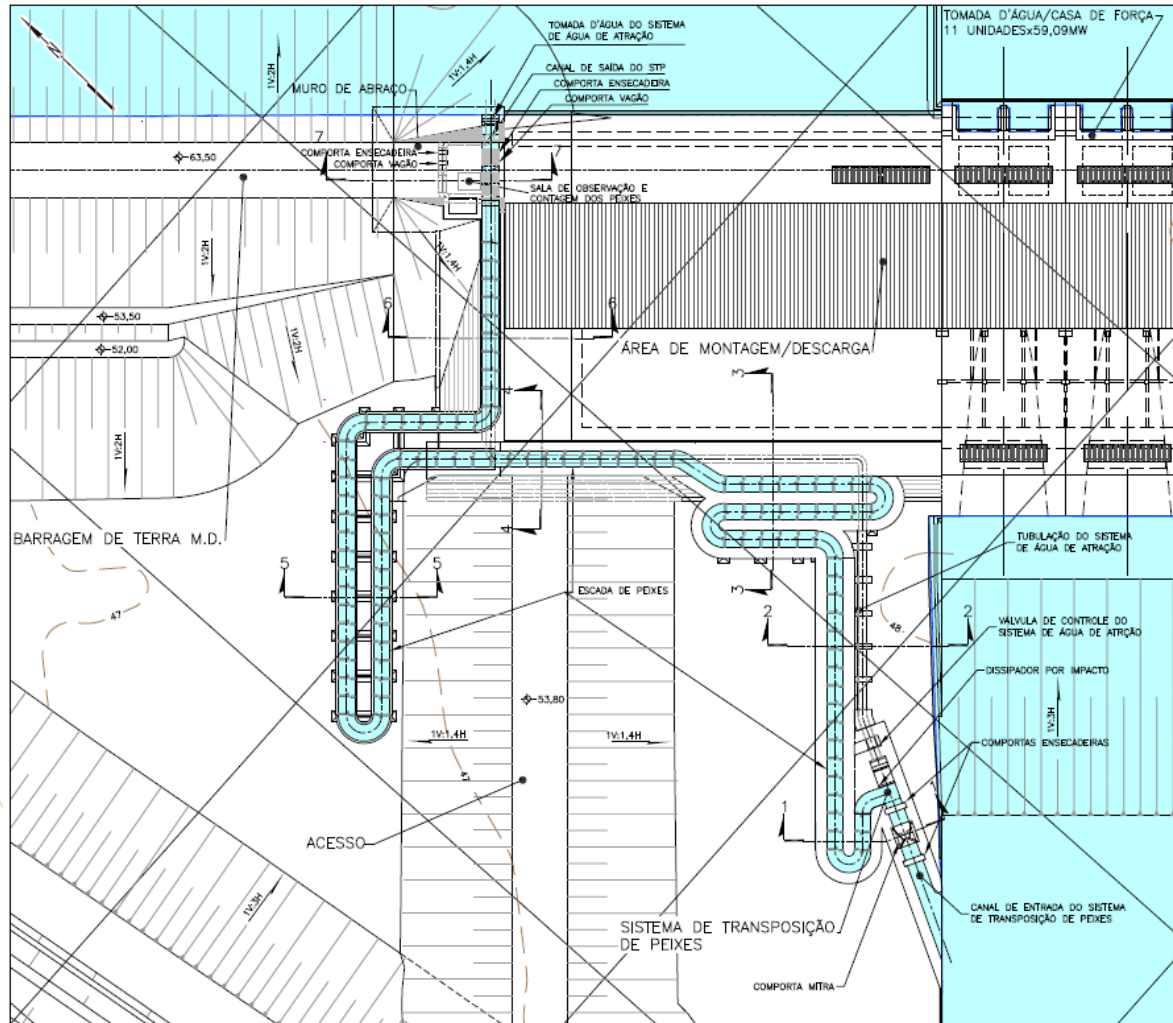
### Detalhamento das Esperas e da Eclusa



# UHE BEM QUERER

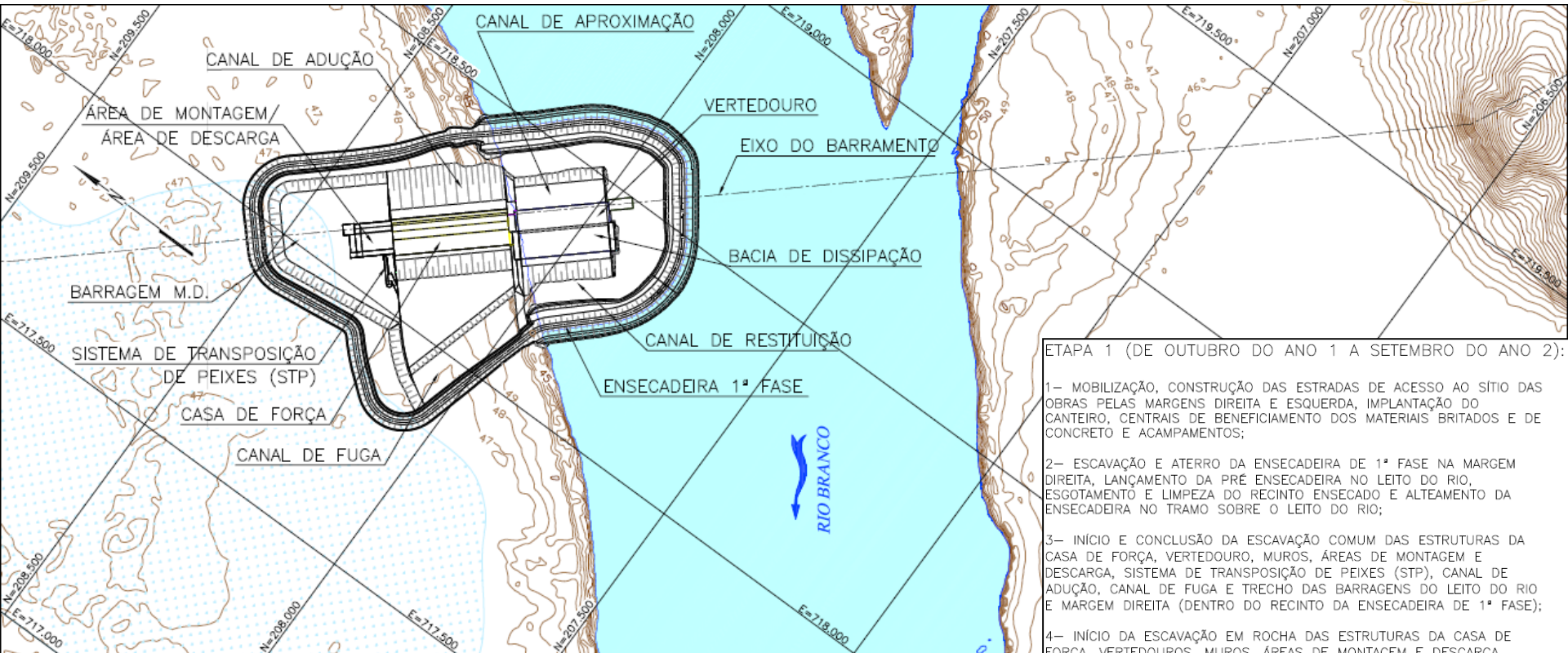
## Estudos Finais

### Sistema de Transposição de Peixes (Previsão a ser confirmada e ajustada após EIA)





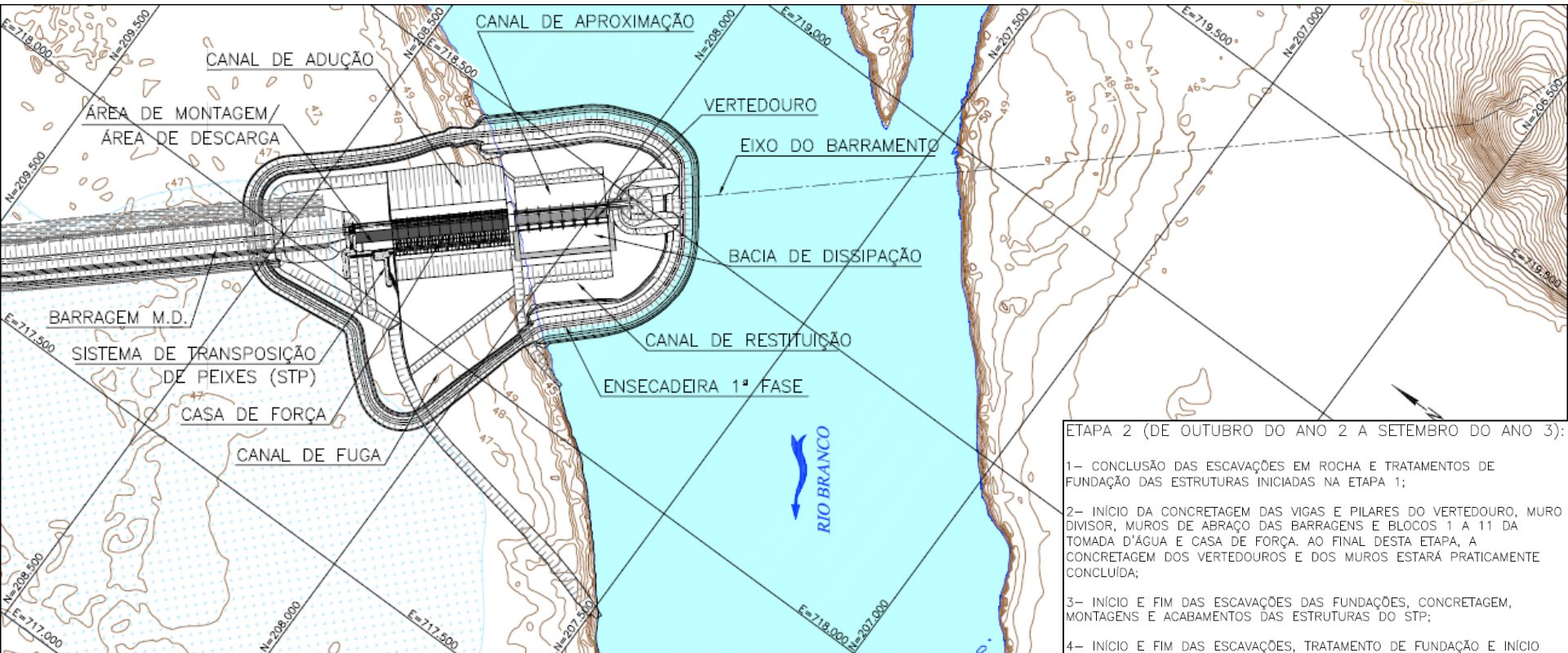
# Sequência Construtiva



- ETAPA 1 (DE OUTUBRO DO ANO 1 A SETEMBRO DO ANO 2):
- 1- MOBILIZAÇÃO, CONSTRUÇÃO DAS ESTRADAS DE ACESSO AO SÍTIO DAS OBRAS PELAS MARGENS DIREITA E ESQUERDA, IMPLANTAÇÃO DO CANTEIRO, CENTRAIS DE BENEFICIAMENTO DOS MATERIAIS BRITADOS E DE CONCRETO E ACAMPAMENTOS;
  - 2- ESCAVAÇÃO E ATERRO DA ENSECADEIRA DE 1ª FASE NA MARGEM DIREITA, LANÇAMENTO DA PRÉ ENSECADEIRA NO LEITO DO RIO, ESGOTAMENTO E LIMPEZA DO RECINTO ENSECADO E ALTEAMENTO DA ENSECADEIRA NO TRAMO SOBRE O LEITO DO RIO;
  - 3- INÍCIO E CONCLUSÃO DA ESCAVAÇÃO COMUM DAS ESTRUTURAS DA CASA DE FORÇA, VERTEDOURO, MUIROS, ÁREAS DE MONTAGEM E DESCARGA, SISTEMA DE TRANSPOSIÇÃO DE PEIXES (STP), CANAL DE ADUÇÃO, CANAL DE FUGA E TRECHO DAS BARRAGENS DO LEITO DO RIO E MARGEM DIREITA (DENTRO DO RECINTO DA ENSECADEIRA DE 1ª FASE);
  - 4- INÍCIO DA ESCAVAÇÃO EM ROCHA DAS ESTRUTURAS DA CASA DE FORÇA, VERTEDOUROS, MUIROS, ÁREAS DE MONTAGEM E DESCARGA, SISTEMA DE TRANSPOSIÇÃO DE PEIXES (STP), CANAL DE ADUÇÃO E CANAL DE FUGA (DENTRO DO RECINTO DA ENSECADEIRA DE 1ª FASE). ESSAS ESCAVAÇÕES ESTARÃO PRATICAMENTE CONCLUÍDAS NO FINAL DESTA ETAPA;
  - 5- INÍCIO DOS TRATAMENTOS DE FUNDAÇÃO DAS ESTRUTURAS DA CASA DE FORÇA, ÁREAS DE MONTAGEM E DESCARGA E CANAL DE ADUÇÃO.



# Sequência Construtiva

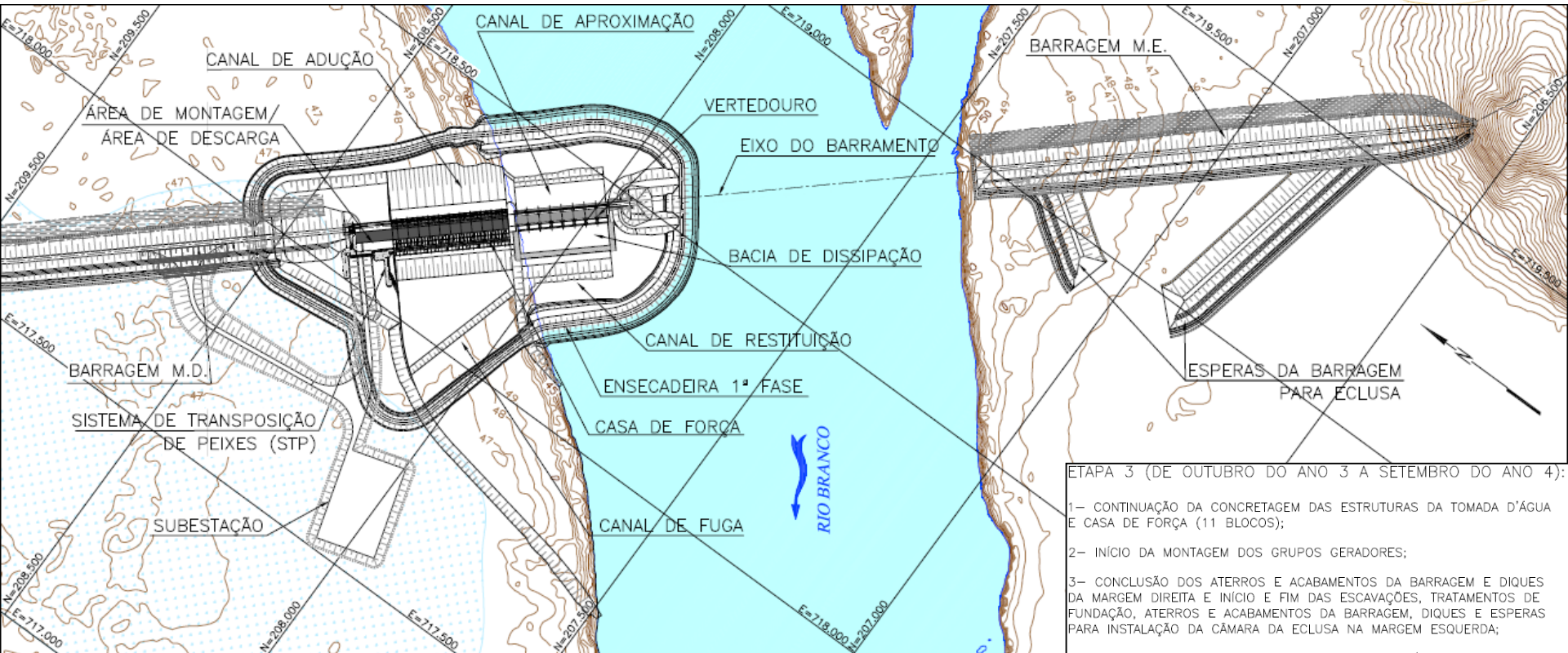


## ETAPA 2 (DE OUTUBRO DO ANO 2 A SETEMBRO DO ANO 3):

- 1- CONCLUSÃO DAS ESCAVAÇÕES EM ROCHA E TRATAMENTOS DE FUNDAÇÃO DAS ESTRUTURAS INICIADAS NA ETAPA 1;
- 2- INÍCIO DA CONCRETAGEM DAS VIGAS E PILARES DO VERTEDOURO, MURO DIVISOR, MUROS DE ABRAÇO DAS BARRAGENS E BLOCOS 1 A 11 DA TOMADA D'ÁGUA E CASA DE FORÇA. AO FINAL DESTA ETAPA, A CONCRETAGEM DOS VERTEDOUROS E DOS MUROS ESTARÁ PRATICAMENTE CONCLUÍDA;
- 3- INÍCIO E FIM DAS ESCAVAÇÕES DAS FUNDAÇÕES, CONCRETAGEM, MONTAGENS E ACABAMENTOS DAS ESTRUTURAS DO STP;
- 4- INÍCIO E FIM DAS ESCAVAÇÕES, TRATAMENTO DE FUNDAÇÃO E INÍCIO DOS ATERROS DAS BARRAGENS E DIQUES DA MARGEM DIREITA E DA BARRAGEM DO LEITO DO RIO DENTRO DA ENSECADEIRA DE 1ª FASE;
- 5- INÍCIO DA MONTAGEM DAS COMPORTAS DO VERTEDOURO;
- 6- ESCAVAÇÃO EM SOLO (LIMPEZA NO TOPO ROCHOSO ~EL.39,00) DO TRECHO REMANESCENTE DO CANAL DE FUGA A JUSANTE DA ENSECADEIRA DE 1ª FASE.



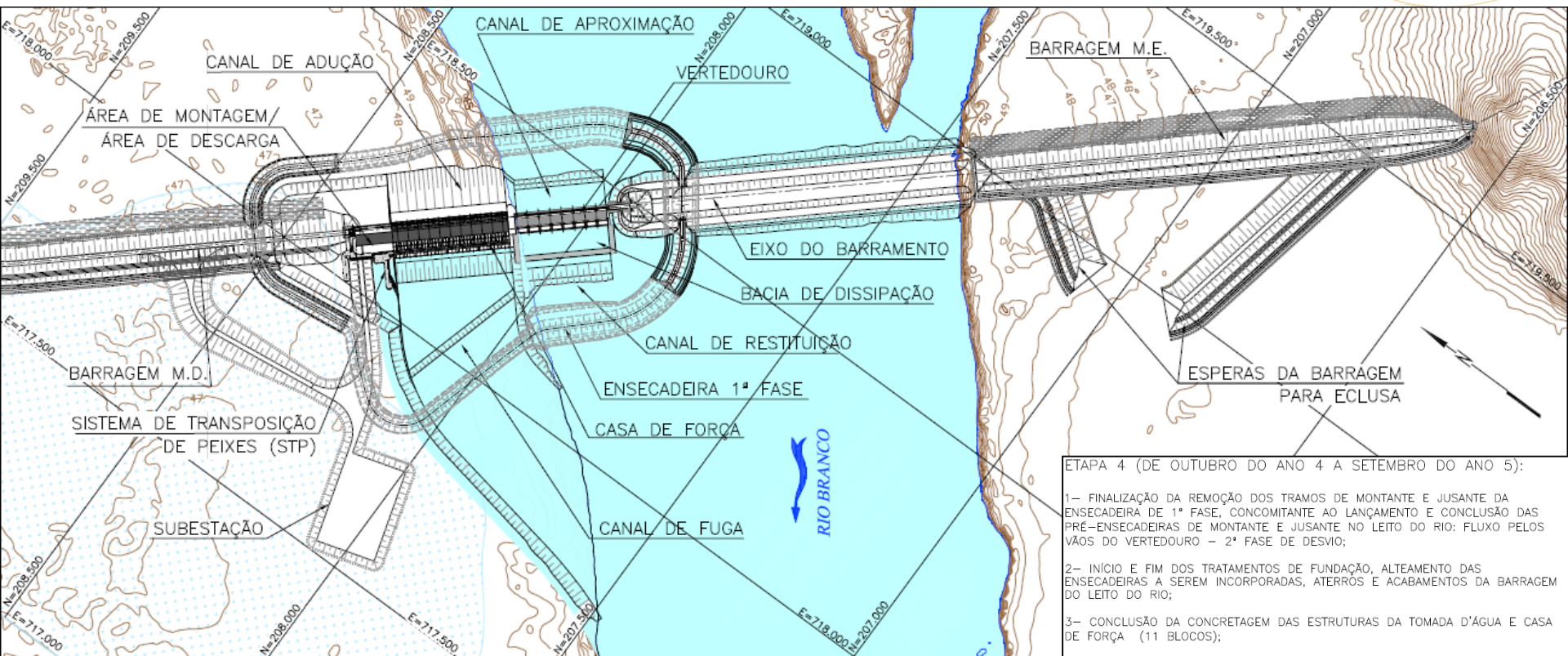
# Sequência Construtiva



- ETAPA 3 (DE OUTUBRO DO ANO 3 A SETEMBRO DO ANO 4):
- 1- CONTINUAÇÃO DA CONCRETAGEM DAS ESTRUTURAS DA TOMADA D'ÁGUA E CASA DE FORÇA (11 BLOCOS);
  - 2- INÍCIO DA MONTAGEM DOS GRUPOS GERADORES;
  - 3- CONCLUSÃO DOS ATERROS E ACABAMENTOS DA BARRAGEM E DIQUES DA MARGEM DIREITA E INÍCIO E FIM DAS ESCAVAÇÕES, TRATAMENTOS DE FUNDAÇÃO, ATERROS E ACABAMENTOS DA BARRAGEM, DIQUES E ESPERAS PARA INSTALAÇÃO DA CÂMARA DA ECLUSA NA MARGEM ESQUERDA;
  - 4- TERRAPLENAGEM, CONCRETAGEM DAS BASES E INÍCIO DA MONTAGEM ELETROMECÂNICA DA SUBESTAÇÃO ELEVADORA.
  - 5- CONCLUSÃO DA CONCRETAGEM DAS ESTRUTURAS DO VERTEDOURO E MONTAGEM DAS COMPORTAS (8 VÃOS);
  - 6- INÍCIO DA REMOÇÃO DOS TRAMOS DE MONTANTE E JUSANTE DA ENSECADEIRA DE 1ª FASE.



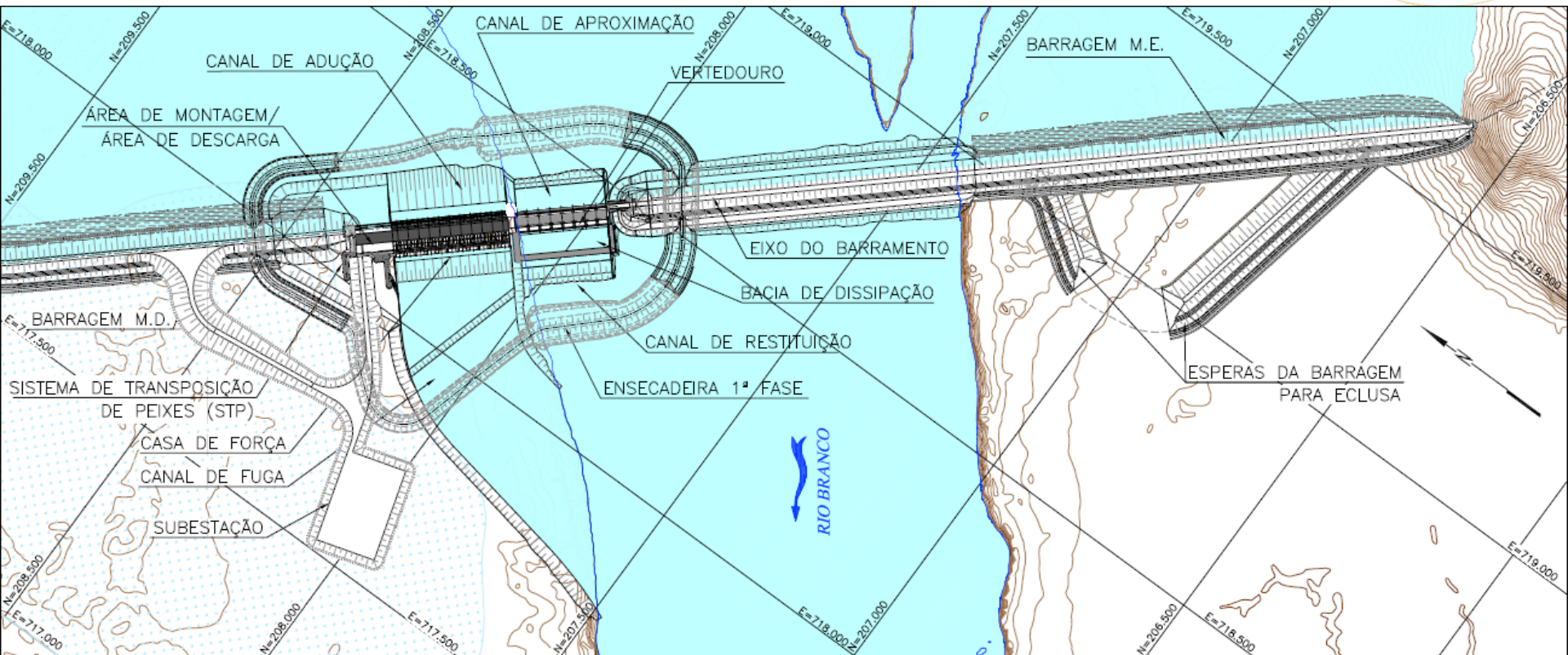
# Sequência Construtiva



## ETAPA 4 (DE OUTUBRO DO ANO 4 A SETEMBRO DO ANO 5):

- 1- FINALIZAÇÃO DA REMOÇÃO DOS TRAMOS DE MONTANTE E JUSANTE DA ENSECADEIRA DE 1ª FASE, CONCOMITANTE AO LANÇAMENTO E CONCLUSÃO DAS PRÉ-ENSECADEIRAS DE MONTANTE E JUSANTE NO LEITO DO RIO: FLUXO PELOS VÃOS DO VERTEDOURO – 2ª FASE DE DESVIO;
- 2- INÍCIO E FIM DOS TRATAMENTOS DE FUNDAÇÃO, ALTEAMENTO DAS ENSECADEIRAS A SEREM INCORPORADAS, ATERROS E ACABAMENTOS DA BARRAGEM DO LEITO DO RIO;
- 3- CONCLUSÃO DA CONCRETAGEM DAS ESTRUTURAS DA TOMADA D'ÁGUA E CASA DE FORÇA (11 BLOCOS);
- 4- CONTINUAÇÃO DA MONTAGEM DOS GRUPOS GERADORES;
- 5- FINALIZAÇÃO DA MONTAGEM ELETROMECÂNICA DA SUBESTAÇÃO ELEVADORA;
- 6- INÍCIO DO ENCHIMENTO DO RESERVATÓRIO E DOS COMISSIONAMENTOS (A SECO E COM ÁGUA);
- 7- INÍCIO DA OPERAÇÃO COMERCIAL DA USINA (GRUPOS GERADORES 1 A 5).

# Sequência Construtiva



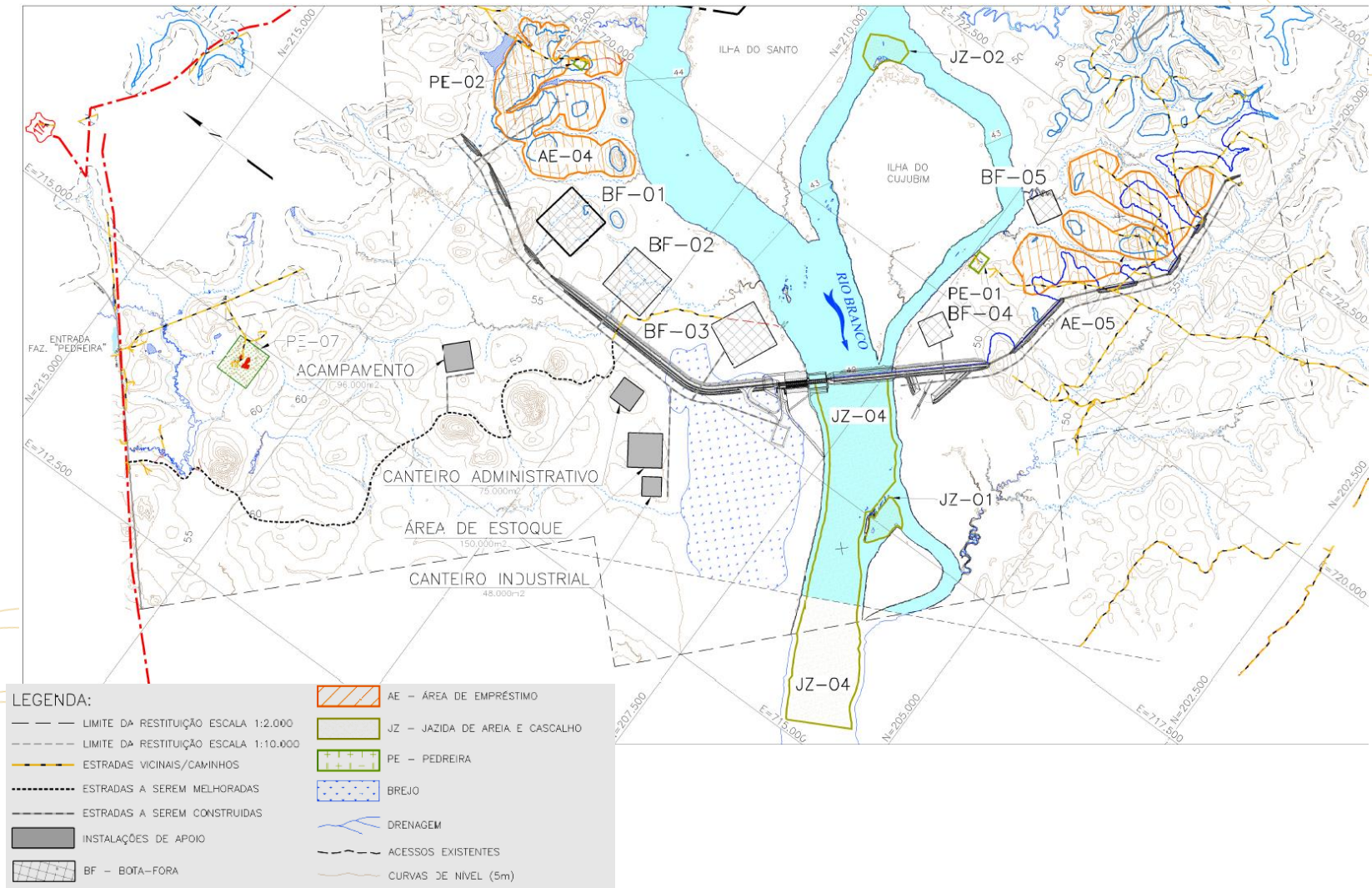
ETAPA 5 (DE OUTUBRO DO ANO 5 A MARÇO DO ANO 6):

- 1- FINALIZAÇÃO DA MONTAGEM DOS GRUPOS GERADORES E DOS COMISSIONAMENTOS;
- 2- GERAÇÃO COMERCIAL (GRUPOS GERADORES 6 A 11).

# UHE BEM QUERER

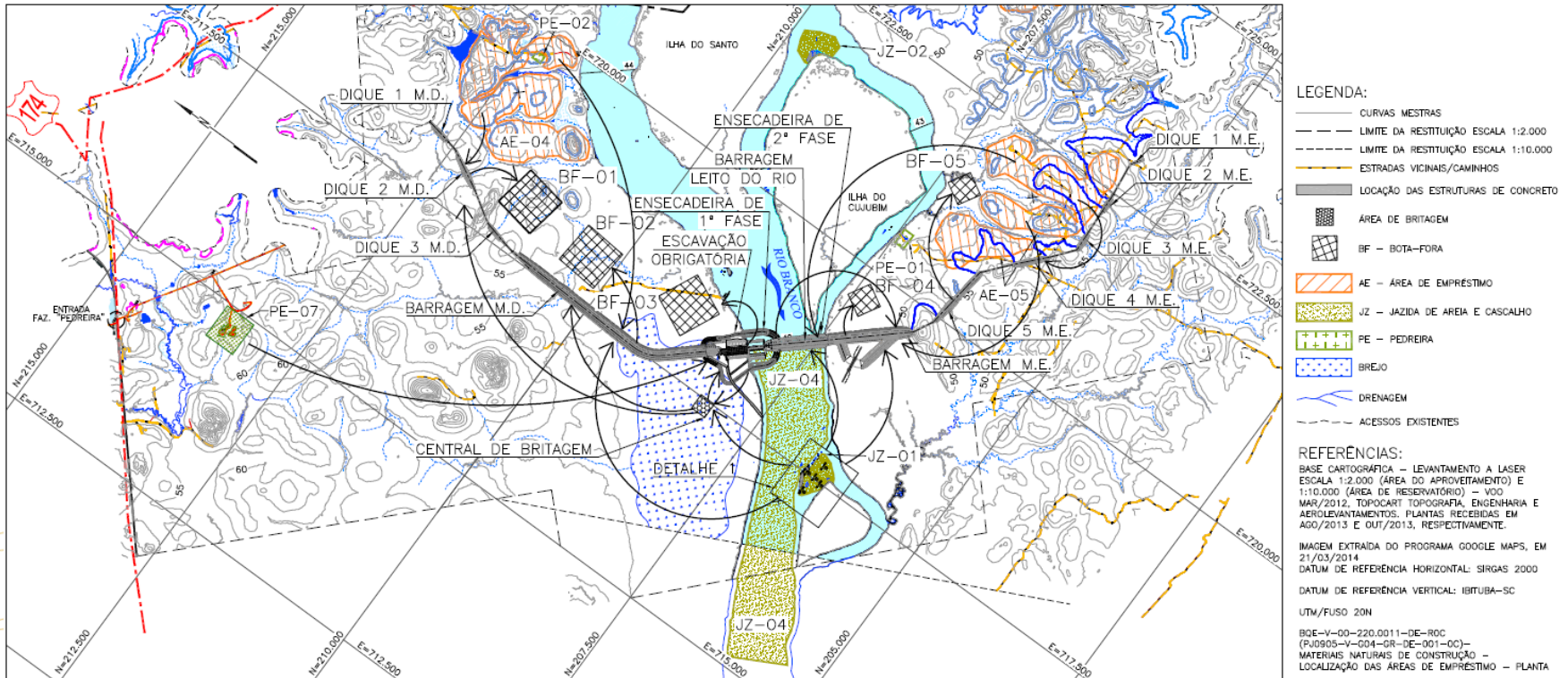
## Estudos Finais

### Disposição Geral das Obras



# UHE BEM QUERER

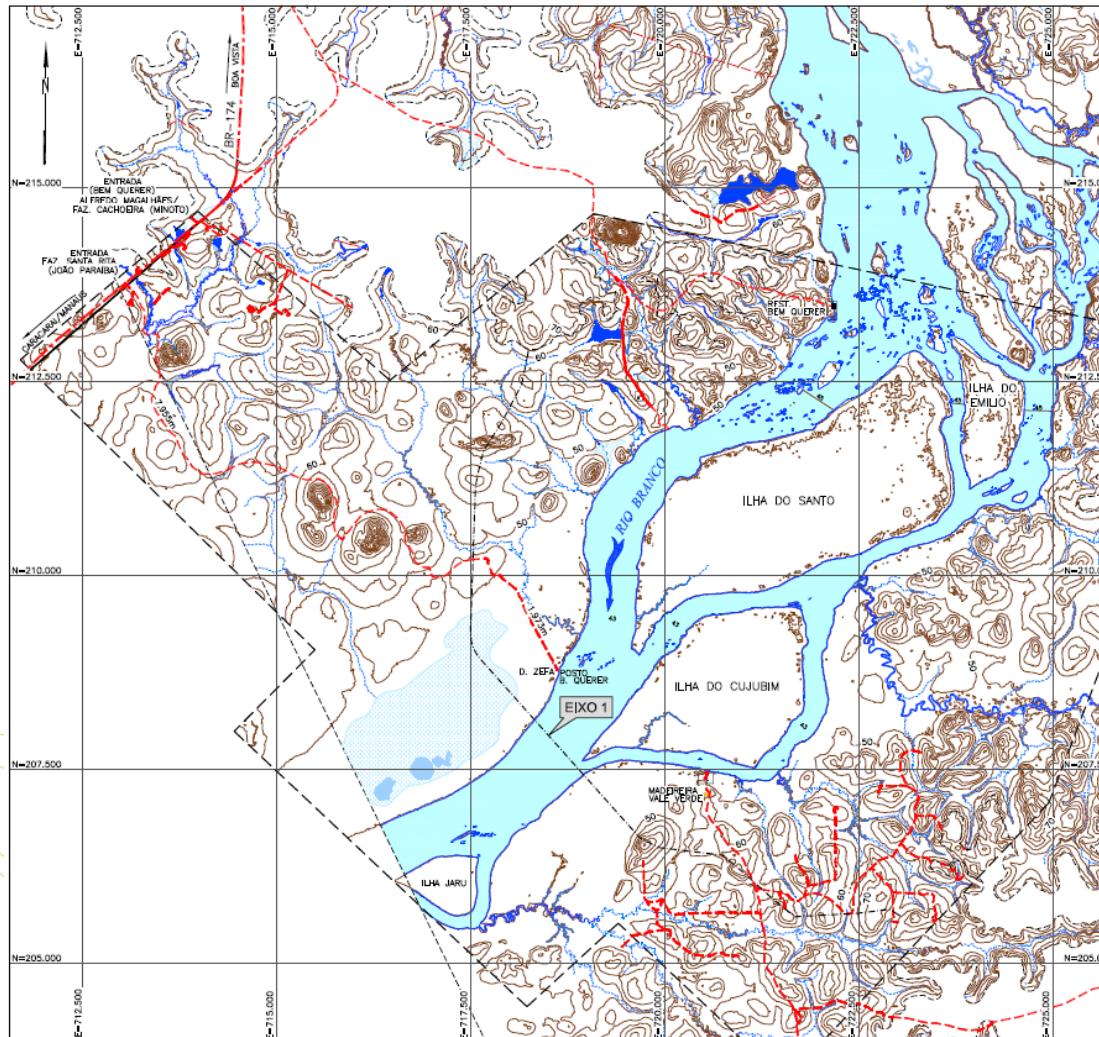
## Estudos Finais



# UHE BEM QUERER

## Estudos Finais

### Vias de Acesso



#### LEGENDA:

- LIMITE DO LEVANTAMENTO 1:2.000
- - - EIXO 1
- - - LIMITE DA ÁREA RESTITUIDA
- BR-174
- - - VIA NÃO PAVIMENTADA
- CURVAS MESTRAS
- ÁREA SUJEITA A INUNDAÇÃO
- MASSA D'ÁGUA
- HIDROGRAFIA

#### NOTAS:

1-TODAS AS DIMENSÕES E ELEVAÇÕES ESTÃO EM METRO, EXCETO QUANDO INDICADO DE OUTRA FORMA.

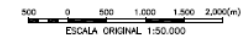
#### REFERÊNCIA:

BASE CARTOGRÁFICA – LEVANTAMENTO A LASER ESCALA 1:2.000 (ÁREA DO APROVEITAMENTO) E 1:10.000 (ÁREA DE RESERVAÇÃO) – 000 MAR/2012.  
TOPOGRÁFICA, TOPOGRAFIA, ENGENHARIA E AEROLEVANTAMENTOS. PLANTAS RECEBIDAS EM AGO/2013 E OUT/2013, RESPECTIVAMENTE.

DATUM HORIZONTAL DE REFERÊNCIA: SIRGAS 2000

DATUM VERTICAL DE REFERÊNCIA: IBIUTIBA–SC

UTM/PUSO 20N



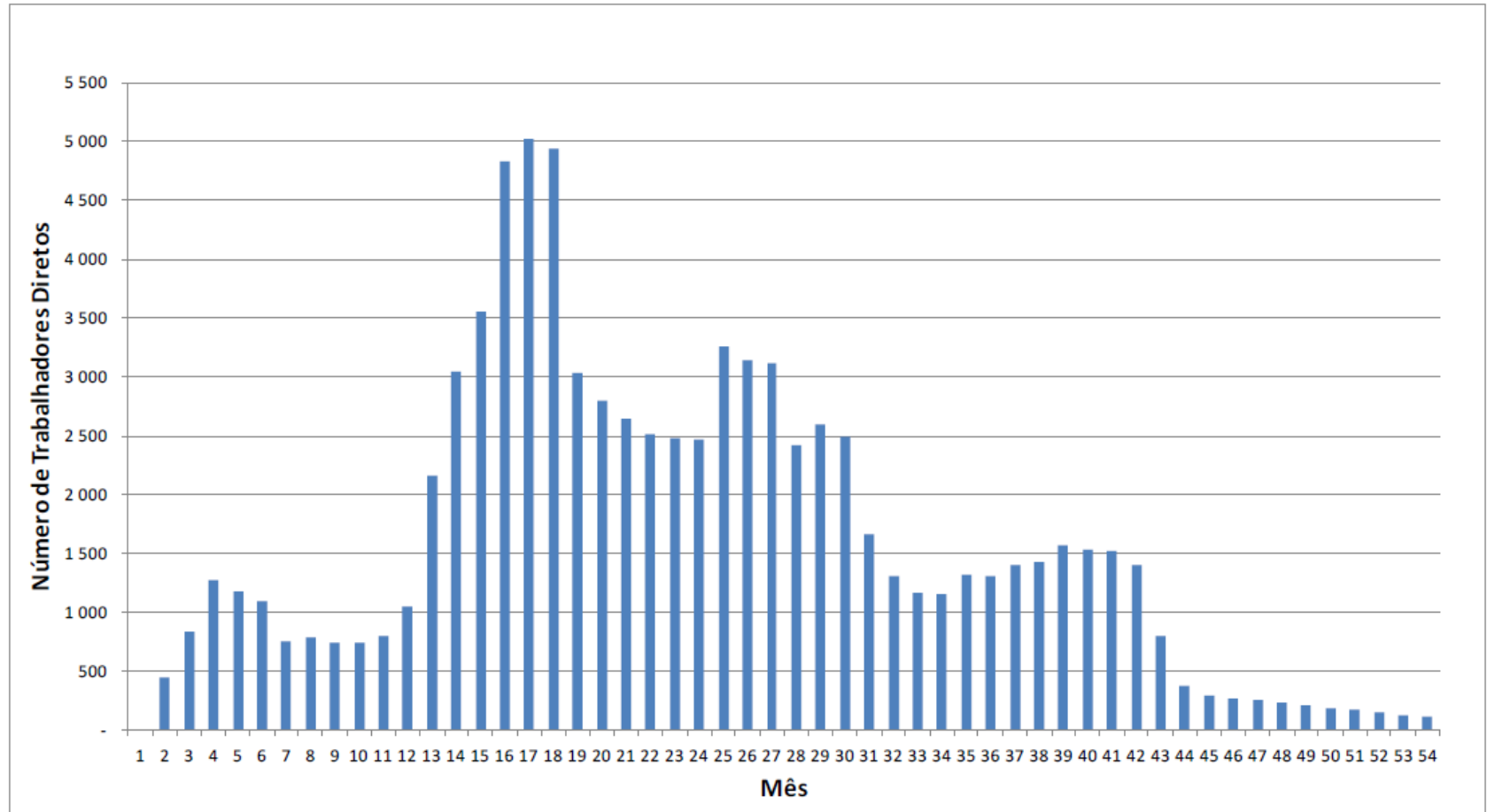
CA	200919	ENGENHEIRO INICIAL	GEOL	PROJ	ALM
PROJ	DATA	NATUREZA DA OBRA/EMP	ELAB	VERIF	APROV
EMPRESA					
ESTUDO DE VIABILIDADE – UHE BEM QUERER					
ENGENHARIA – GERAL					
MAPA DE ACESSO					
AS OBRAS EM DETALHE					
CLASS	ORÇAMENTO	PROJ	PROJ	PROJ	PROJ
1	2	3	4	5	6
GERADO	10/04	BRQ	PROJ	ALM	PROJ
PROJEÇÃO: UTM/PUSO 20N					
DATUM: SIRGAS 2000					
ESCALA: 1:50.000					
PROJETO	BQE-A-08-000.0001-DE-R0A		PJ0505-JAR00-GR-DE-002		
DATA			04		



# UHE BEM QUERER

## Estudos Finais

### Histograma de Mão-de-Obra



# UHE BEM QUERER

## Estudos Finais

### Comparação Inventário x EVTE

Características	Estudo de Inventário	EVTE (*)
Potência (MW)	708,4	<b>650</b>
Área do Reservatório (km <sup>2</sup> )	559	<b>519</b>
Relação Área do Reservatório / Potência (km <sup>2</sup> /MW)	0,79	<b>0,80</b>
Energia Firme (MWmed)	389,6	<b>389,1</b>
Queda Bruta	15,7	<b>15,1</b>
Nível d'água do Reservatório	60(**)	<b>60</b>
Número de Máquinas	13	<b>11</b>
Vazão MLT (m <sup>3</sup> /s)	2.996	<b>2.827</b>
Vazão Decamilenar (m <sup>3</sup> /s)	29.908	<b>27.531</b>
Custo Total com JDC (R\$ x 10 <sup>6</sup> ) - Dez/14	5.236	<b>4.908</b>
ICB (R\$/MWh) – Dez/14	152,6	<b>147,6</b>

(\*) Características da UHE considerando a alternativa de arranjo proposta. Valores sujeitos a alteração.

(\*\*) Após revisão das cotas altimétricas dos RN's do IBGE a cota do NA 62,5m prevista no inventário corresponde atualmente à cota 60m.

# UHE BEM QUERER

## Estudos Finais

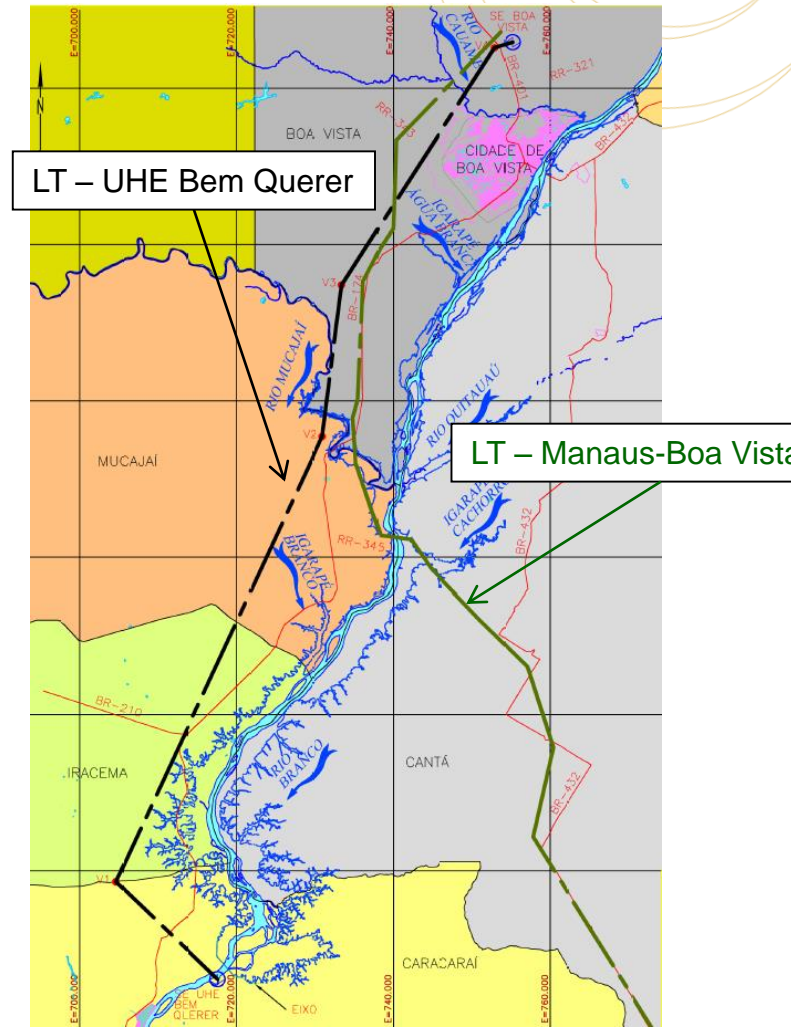
### Projeto da Linha de Transmissão

- TR do Ibama – Item 37:

No que diz respeito à Linha de Transmissão, descrever o projeto, os dados técnicos e a localização georreferenciada de toda a obra e infraestrutura associada, incluindo:

- Informar tensão nominal (kV), extensão total da diretriz preferencial de passagem das LTs e a largura e área da faixa de servidão;
- Indicar número estimado e altura de torres, estruturas padrão e especiais, distância média entre torres, distância mínima entre cabos e solo, distâncias mínimas entre cabo e obstáculos naturais
- Explicitar a premissa de projeto quanto ao alteamento de torres e tipos de estruturas a serem utilizadas em fragmentos florestais; (...)

- Necessidade de informações socioambientais para a elaboração do estudo complementar da LT: Limites e custos das propriedades, fragmentos florestais, áreas alagadas...



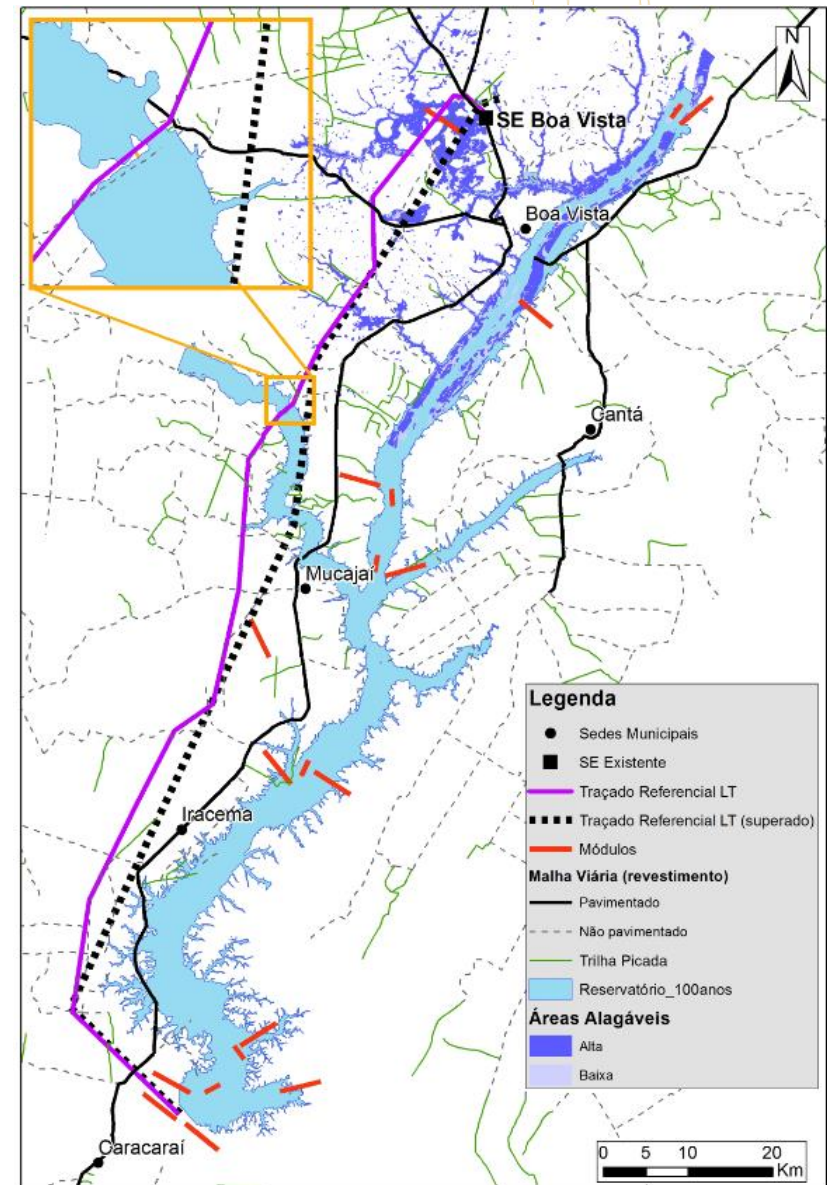
Projeto da LT - EVTE

# UHE BEM QUERER

## Estudos Finais

### Projeto da Linha de Transmissão

- Novo traçado elaborado pela EPE que deverá ser aperfeiçoado a partir das informações dos levantamentos de campo.



# ESTUDOS DE VIABILIDADE DA UHE BEM QUERER

## Informações Gerais

## Informações e Serviços Executados

- Registro na ANEEL – Despacho n° 4.231, de 28 de outubro de 2011.
- Estudos Cartográficos (Mapeamento a Laser do Reservatório + APP escala 1:10.000 e do Sítio escala 1:2.000; e Ortofotos) concluídos em 2013.
- Estudos de Engenharia do EVTE iniciado em junho de 2013. Estudos em fase avançada de conclusão. Aguarda resultados do EIA para finalizar Relatório Final e o REDH (texto de estudos socioambientais, Conta .10, estudos de qualidade da água)



# Obrigada!

**Maria Regina Toledo Capellão**

SEG - Superintendência de Projetos da Geração

DEE - Diretoria de Estudos da Energia