SEMANA DE BARRAGENS 2026
DAMSWEEK 2026

MAIN BRAZILIAN DAMS IV

BELO MONTE HPP | DESIGN, CONSTRUCTION AND PERFORMANCE

COMMISSION INTERNATIONALE DES GRANDS BARRAGES
INTERNATIONAL COMMISSION ON LARGE DAMS

Comité Brasileiro de Barragens

norteENERGIA
USINA HIDRELÉTRICA BELO MONTE

USINA HIDRELÉTRICA BELO MONTE

OBRAS CIVIS - PRINCIPAIS ASPECTOS DO PROJETO DE ENGENHARIA

Patrocínio

SEMANA DE BARRAGENS 2026
DAMSWEEK 2026

PdA

SYSDAM

Intertechne

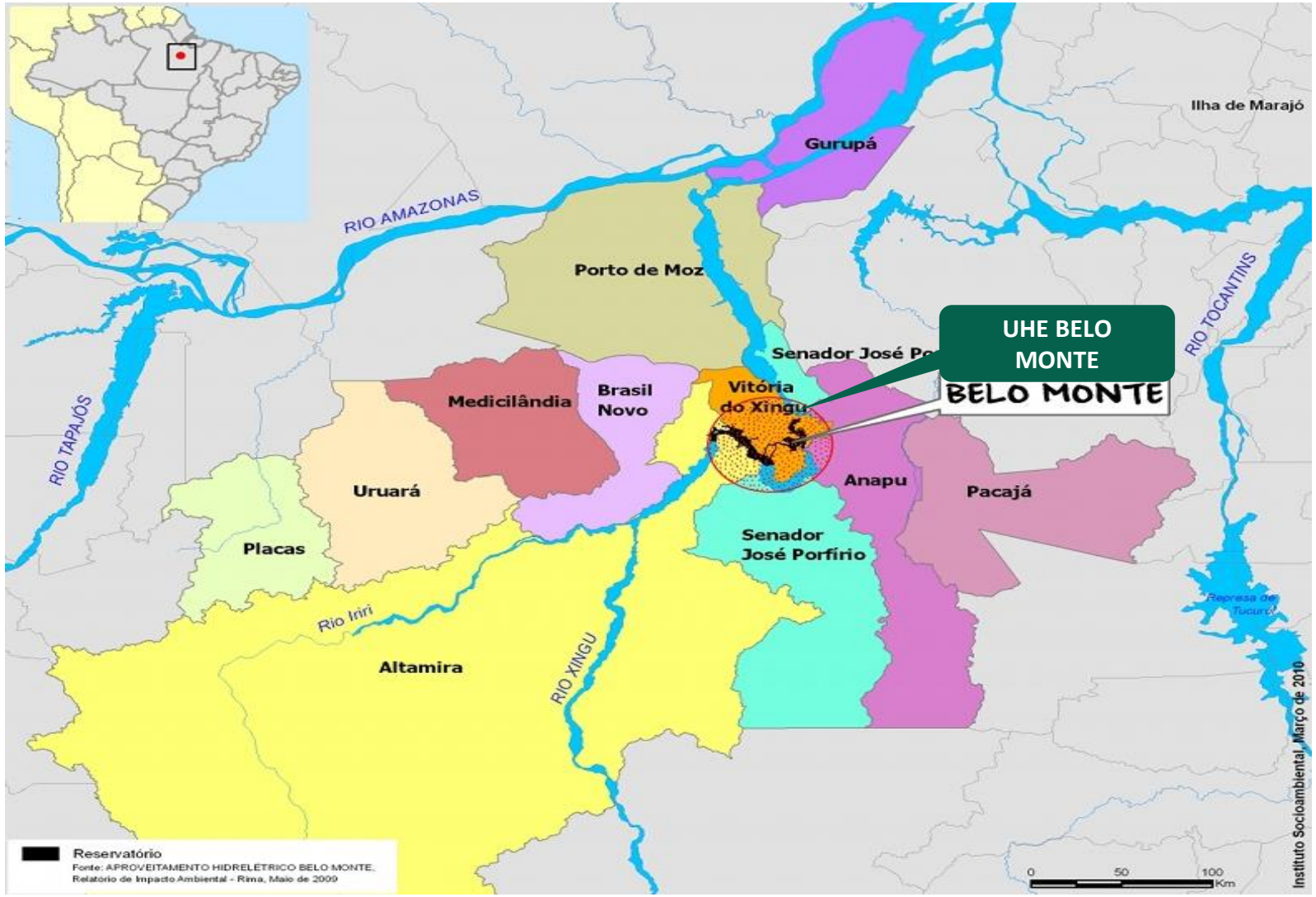
CONSAG
ENGENHARIA
UMA EMPRESA DO
GRUPO ANDRADE GUTIERREZ

COMMISSION INTERNATIONALE DES GRANDS BARRAGES
INTERNATIONAL COMMISSION ON LARGE DAMS

Comité Brasileiro de Barragens

norteENERGIA
USINA HIDRELÉTRICA BELO MONTE

LOCALIZAÇÃO

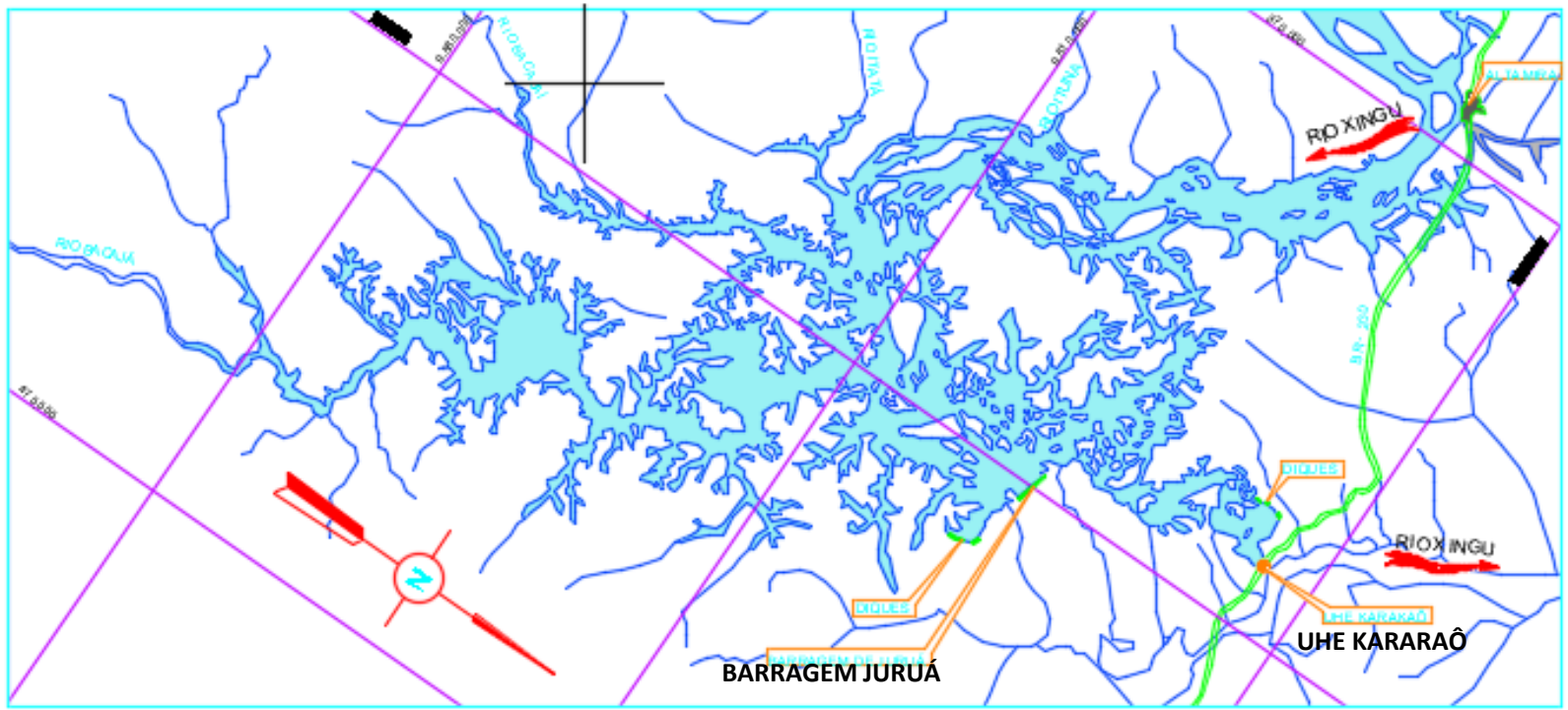


ESTUDOS ANTERIORES

1979 – Estudos de Inventário do Rio Xingu – Eletronorte – UHE Babaquara e Kararaô

1980-1989 – Estudos de Viabilidade - 1ª Etapa- Eletronorte – UHE Kararaô

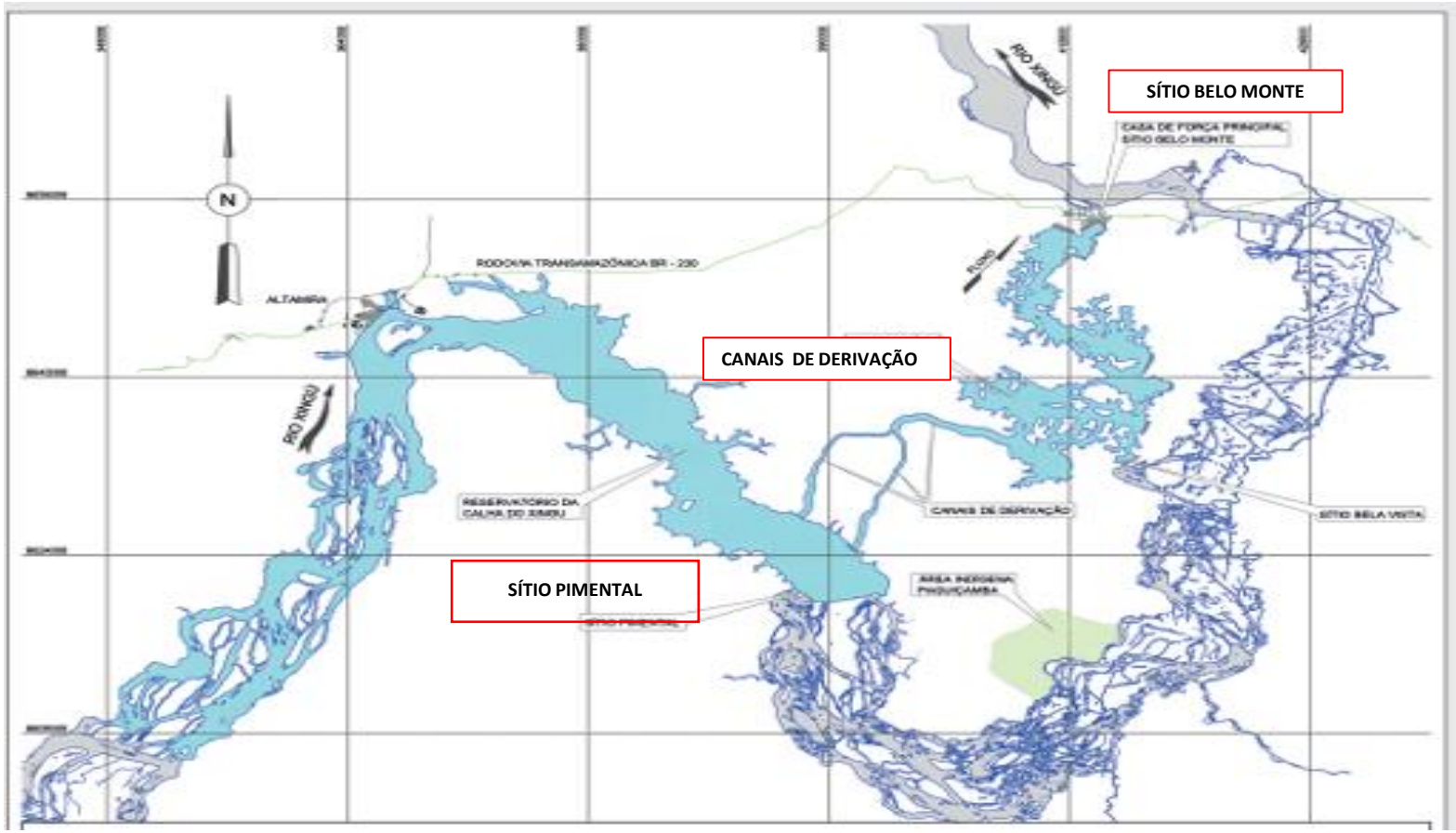
ESTUDOS DE VIABILIDADE - 1ª ETAPA – DISPOSIÇÃO GERAL



ESTUDOS ANTERIORES

2000-2002 – Estudos de Viabilidade - 2ª Etapa - Eletrobras/ Eletronorte

ESTUDOS DE VIABILIDADE - 2ª ETAPA - DISPOSIÇÃO GERAL



PROJETOS BÁSICO E EXECUTIVO DAS OBRAS CIVIS – BREVE HISTÓRICO

Abril/2010 – Leilão ANEEL para concessão da UHE Belo Monte – vencedora NORTE ENERGIA

Setembro/2010 – NORTE ENERGIA contratou o Consórcio IEP formado pela Intertechne (líder), Engevix e PCE para desenvolver o Projeto Básico ANEEL, Consolidado e Consolidado Revisado

Fevereiro/2011 – NORTE ENERGIA contratou o Consórcio Construtor Belo Monte (CCBM) para as construções civis formado pela Andrade Gutierrez (líder), Camargo Correa, Odebrecht, Queiroz Galvão, Contern, Galvão Engenharia, Serveng, Cetenco e J. Malucelli.

Outubro/2011 – CCBM contratou o Consórcio IEP para elaborar o Projeto Executivo das Obras Civis.

INFRAESTRUTURA RESIDENCIAL



CANTEIRO PIONEIRO - ALOJAMENTOS



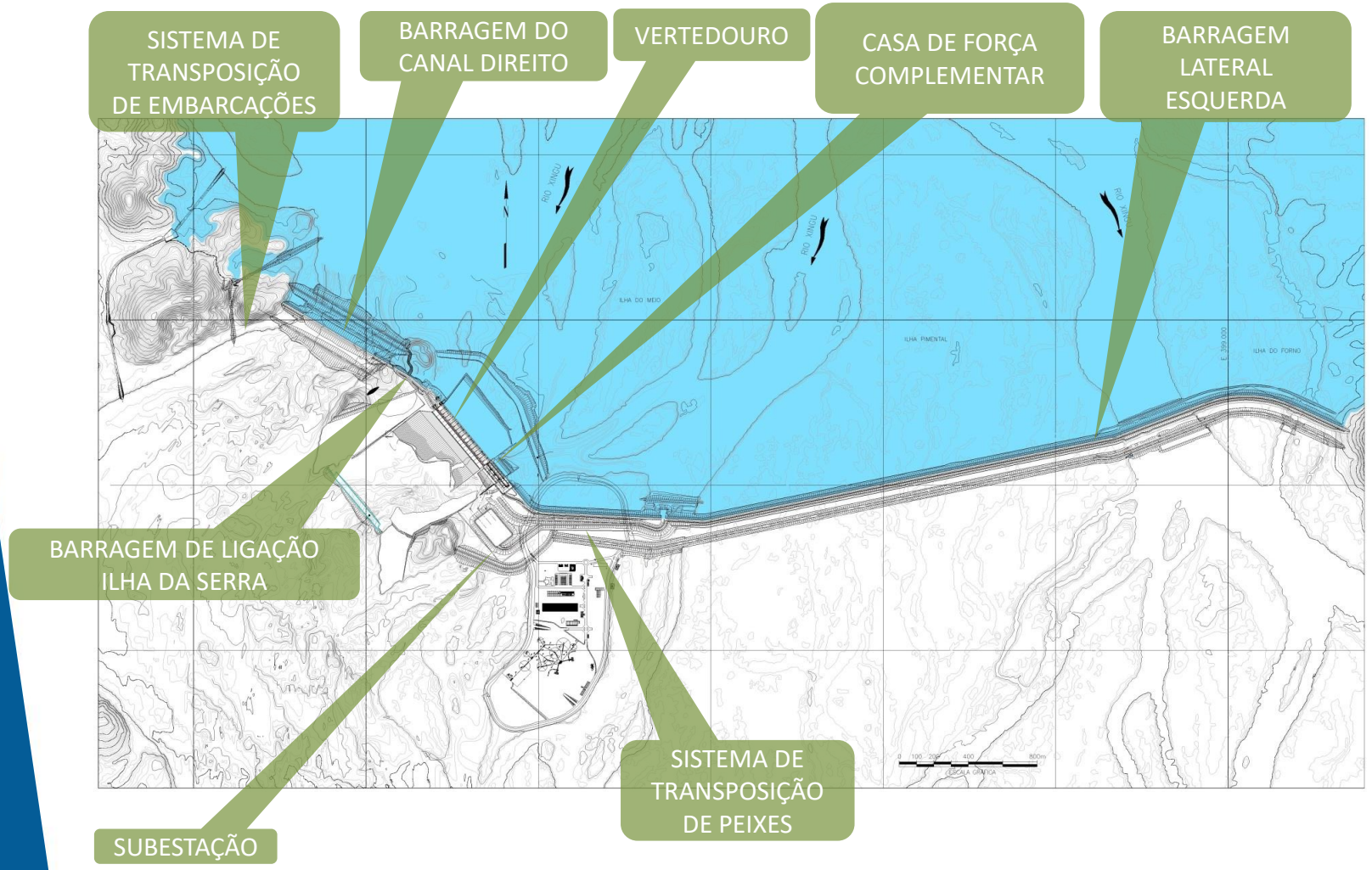
VILA RESIDENCIAL

- VILA RESIDENCIAL: 2.300 CASAS
- MÃO-DE-OBRA NO PICO: 40.000 PESSOAS
- REFEIÇÕES DIÁRIAS: 60.000 UNIDADES

PROJETO EXECUTIVO DAS OBRAS CIVIS



SÍTIO PIMENTAL



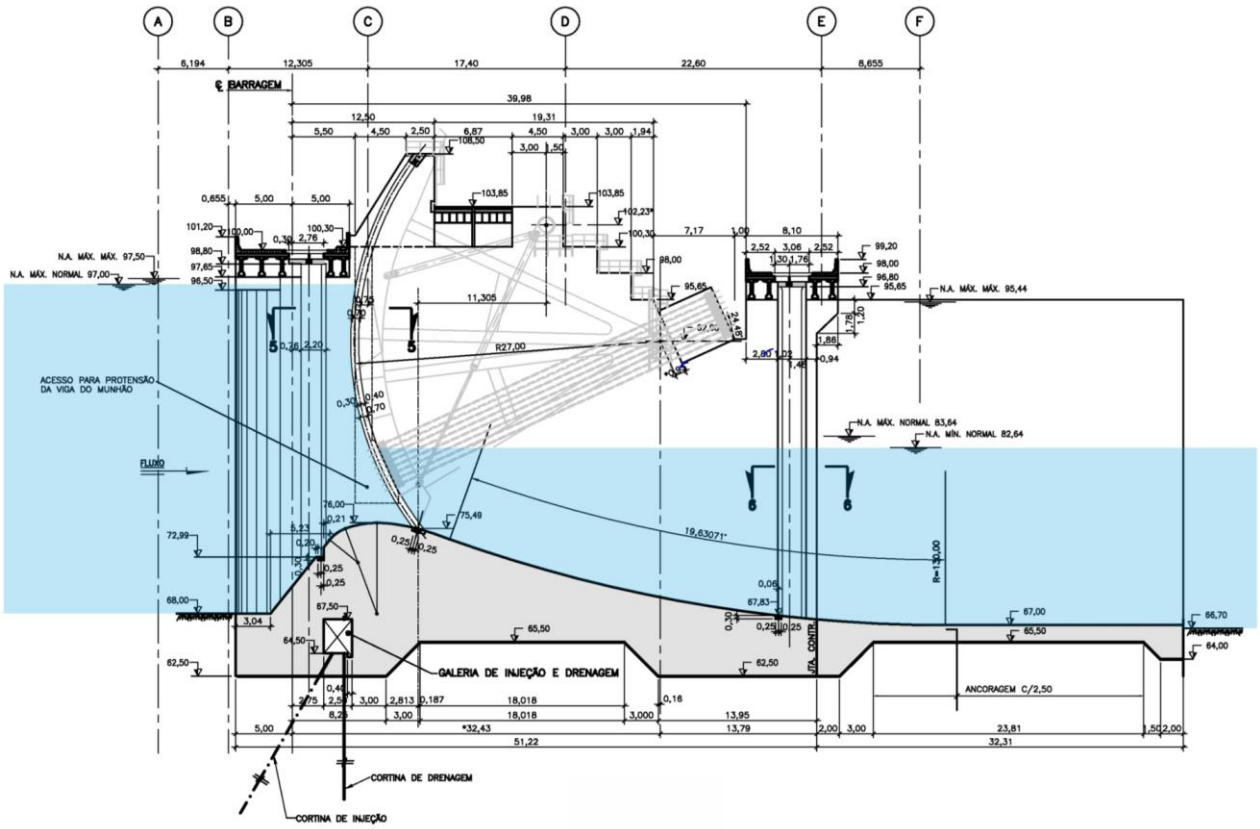
Área do Reservatório Principal	359 km²
Nível de Água Máximo Normal	EL. 97,00
Nível de Água Máximo Maximorum	EL. 97,50

SÍTIO PIMENTAL

HIDROGRAMAS A e B
Vazões Médias Mensais (m³/s) a serem mantidas na Volta Grande do Xingu – Trecho de Vazão Reduzida (TVR)

Hidrograma	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
A	1100	1600	2500	4000	1800	1200	1000	900	750	700	800	900
B	1100	1600	4000	8000	4000	2000	1200	900	750	700	800	900

SÍTIO PIMENTAL

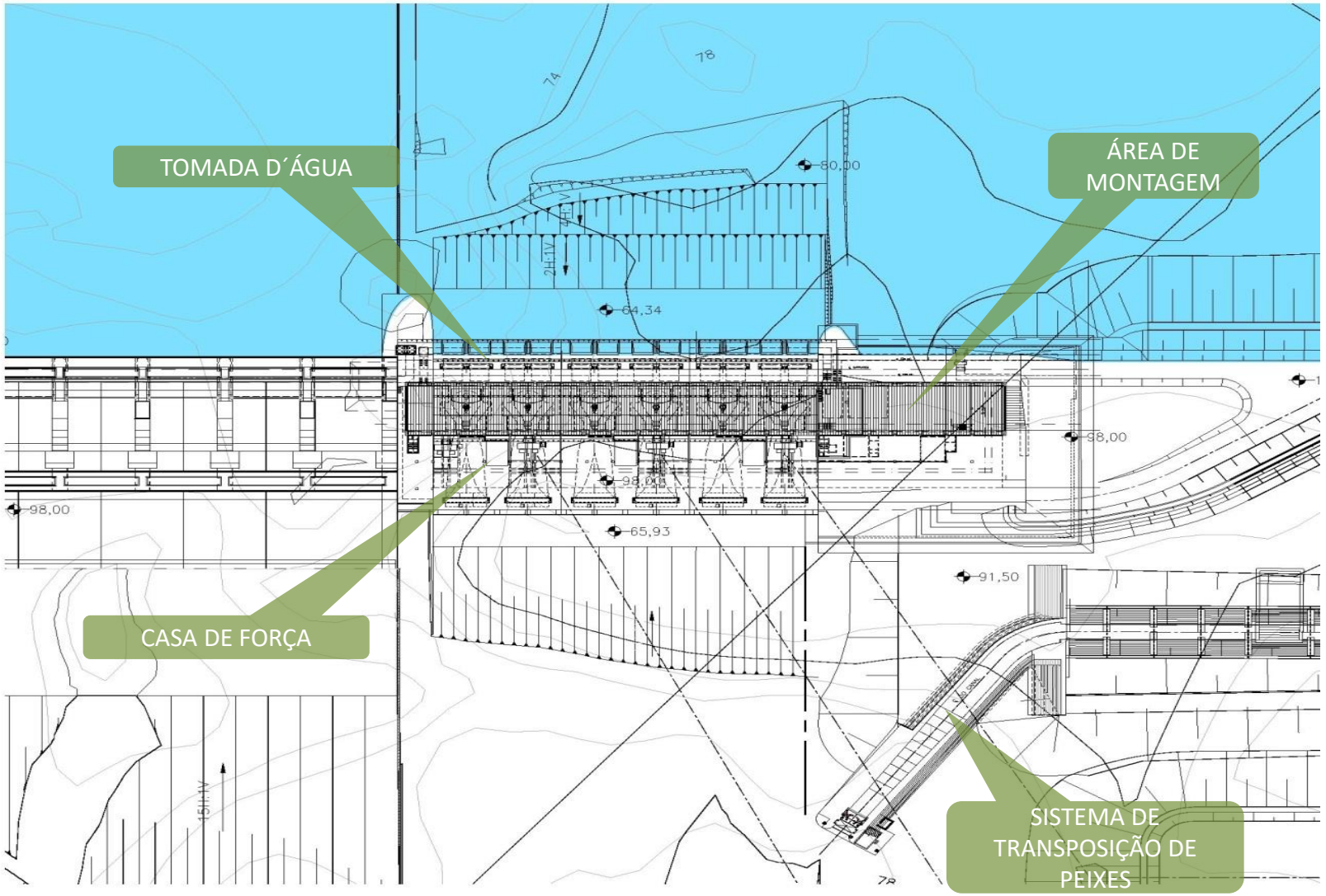


VERTEDOURO

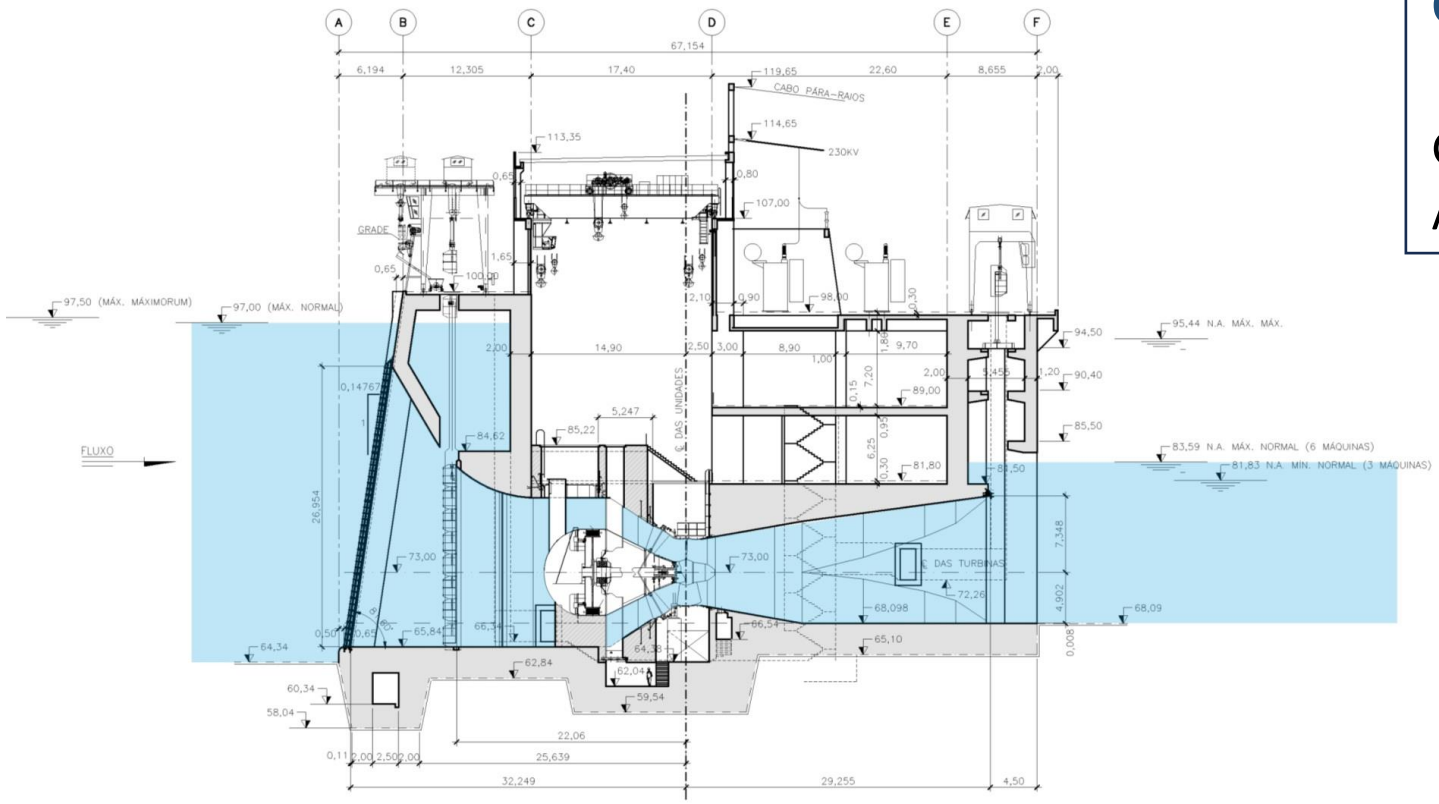
Tipo	Soleira baixa com bacia dissipação
Capacidade	62.000 m³/s
Cota da Soleira	EL. 76,00
Número de Vãos	18
Largura do Vão	20 m
Tipo de Comporta	Segmento
Largura Comporta	20 m
Altura Comporta	22 m

SÍTIO PIMENTAL

CIRCUITO DE GERAÇÃO



SÍTIO PIMENTAL



CASA DE FORÇA COMPLEMENTAR

GERAÇÃO DE ENERGIA COMO PARTE DO ATENDIMENTO AOS HIDROGRAMAS NO TVR

Tipo	Abrigada
Número de Unidades	6
Tipo de Turbina	Kaplan eixo horizontal
Queda de Referência	11,40 m
Potência Unitária	38,85 MW
Potência Instalada	233,10 MW

SÍTIO PIMENTAL



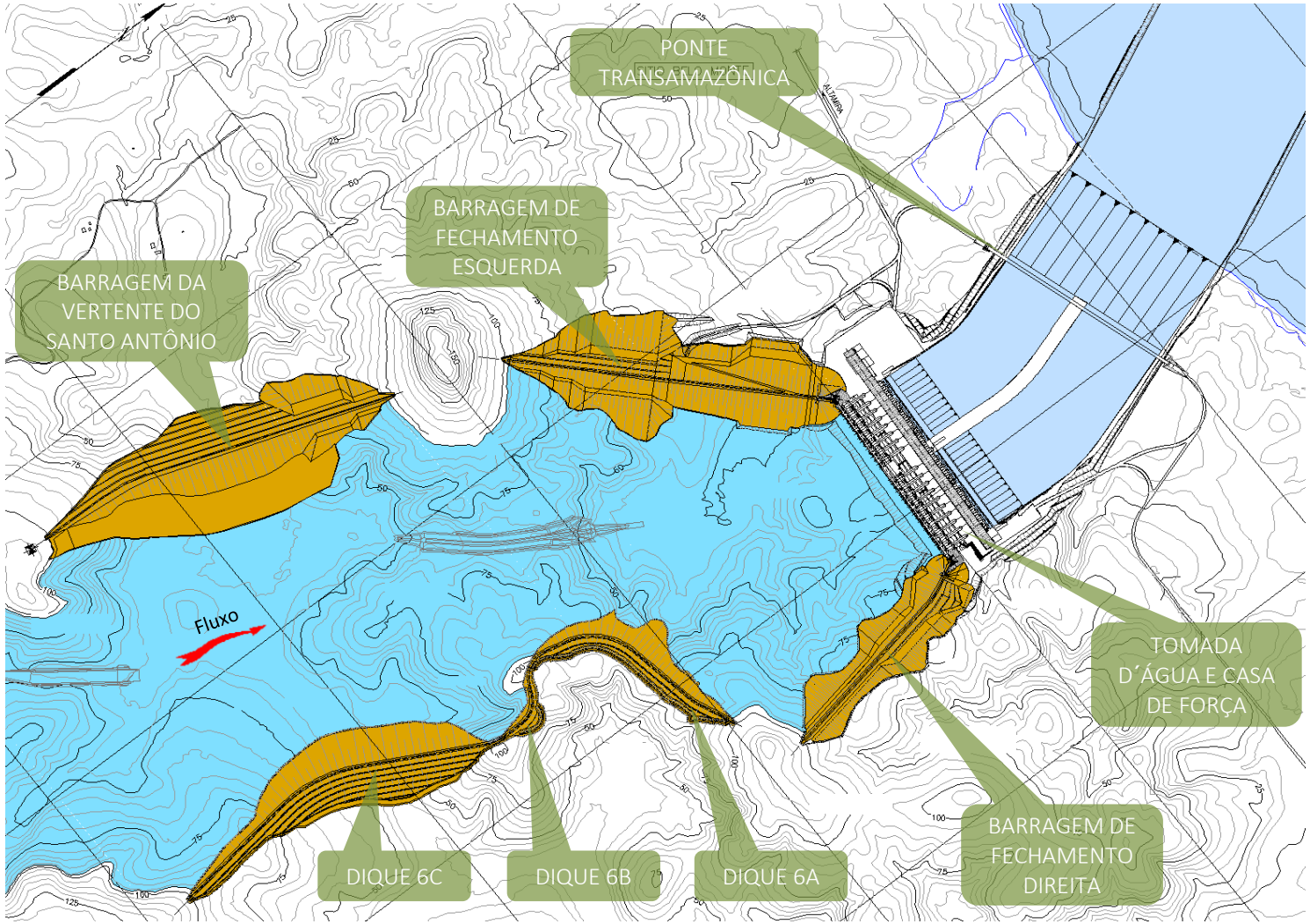
DESVIO DO RIO – 1ª FASE

SÍTIO PIMENTAL



DESVIO DO RIO – 2ª FASE
ENSECADEIRA DE MONTANTE ALTEADA PARA FORMAÇÃO DO RESERVATÓRIO

SÍTIO BELO MONTE



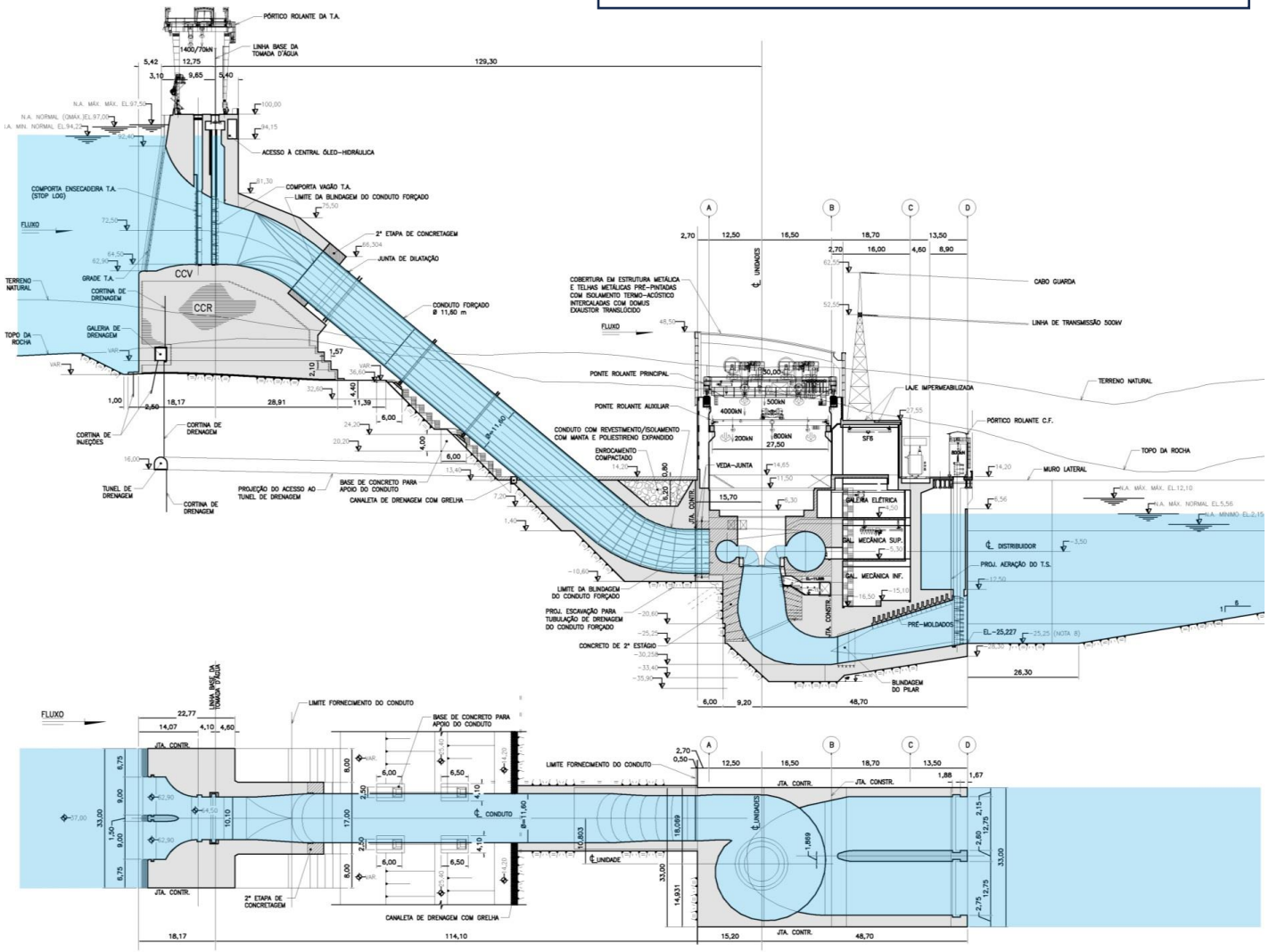
SÍTIO BELO MONTE

Nível de Água Máx. Normal	EL. 97,00
Nível de Água Mín. Normal	EL. 94,22
Número de Unidades	18
Turbina	Francis
Potência Instalada	11.000 MW
Garantia Física	4.418,9 MW
Queda de Referência	87 m
Vazão Unitária Normal	775 m³/s
Diâmetro do Conduto Forçado	11,6 m



SÍTIO BELO MONTE

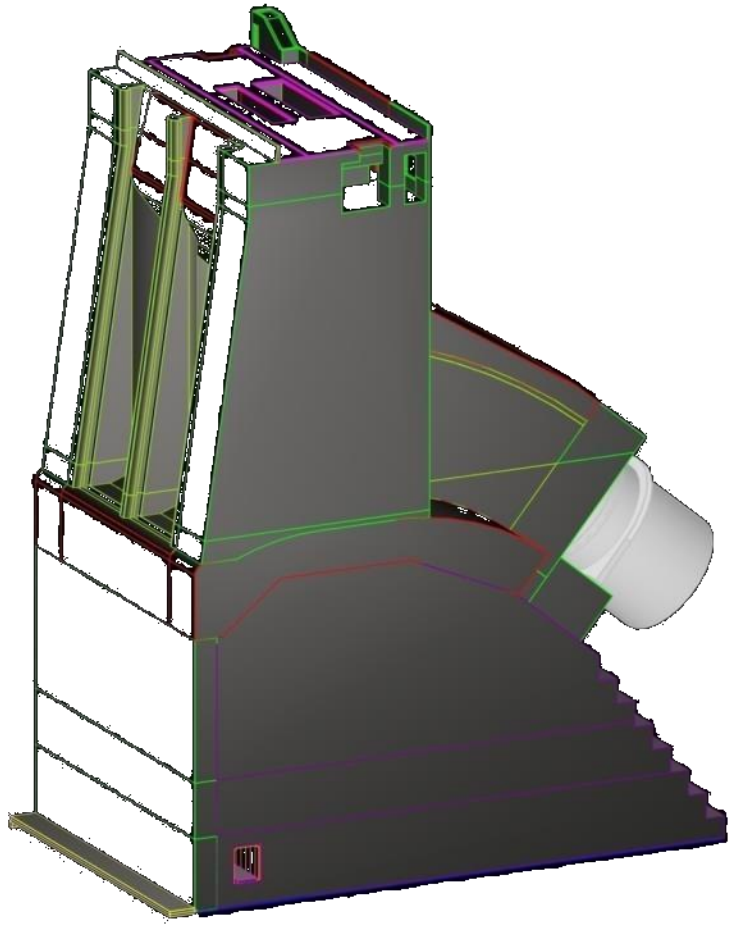
CIRCUITO DE GERAÇÃO



SÍTIO BELO MONTE

TOMADA D'ÁGUA

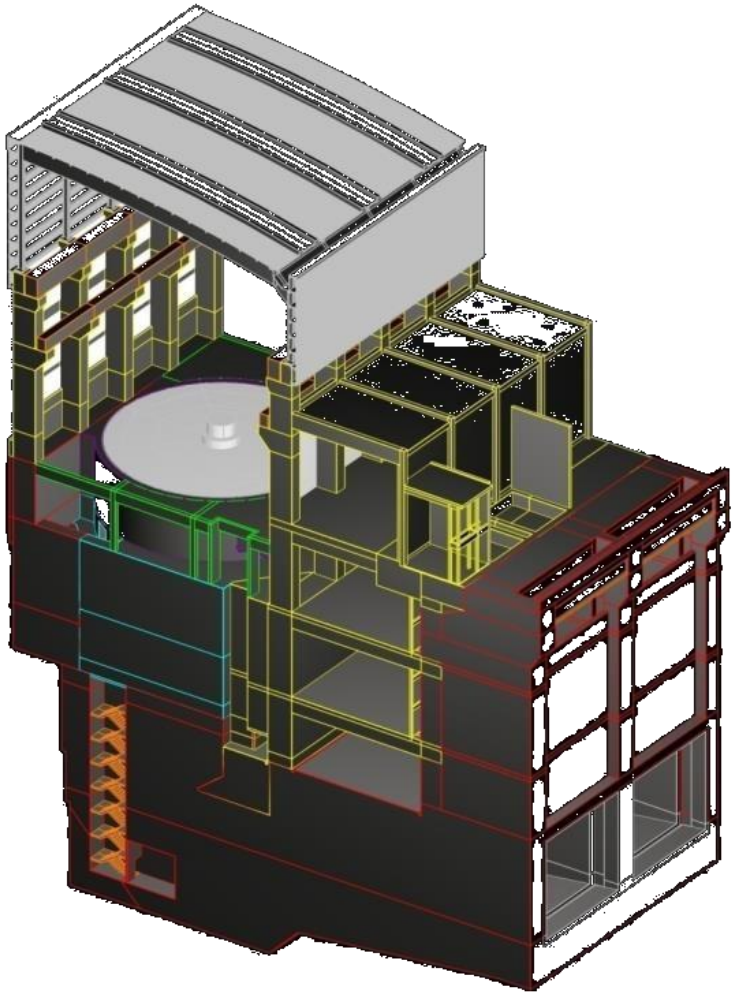
Tipo	Gravidade
Número de Unidades	18
Largura do Bloco	33 m
Altura Máxima	72 m



SÍTIO BELO MONTE

CASA DE FORÇA

Tipo	Abrigada
Número de Unidades	18
Potência Unitária	611,11 MW
Largura do Bloco	33 m
Subestação	Blindada SF6
Tensão de Saída	500 kV



SÍTIO BELO MONTE



ETAPAS DE CONSTRUÇÃO – ENSECAMENTO DO CANAL DE FUGA E CASA DE FORÇA PRINCIPAL

SÍTIO BELO MONTE



ETAPAS DE CONSTRUÇÃO – DIVISÃO DAS UNIDADES GERADORAS

SÍTIO BELO MONTE

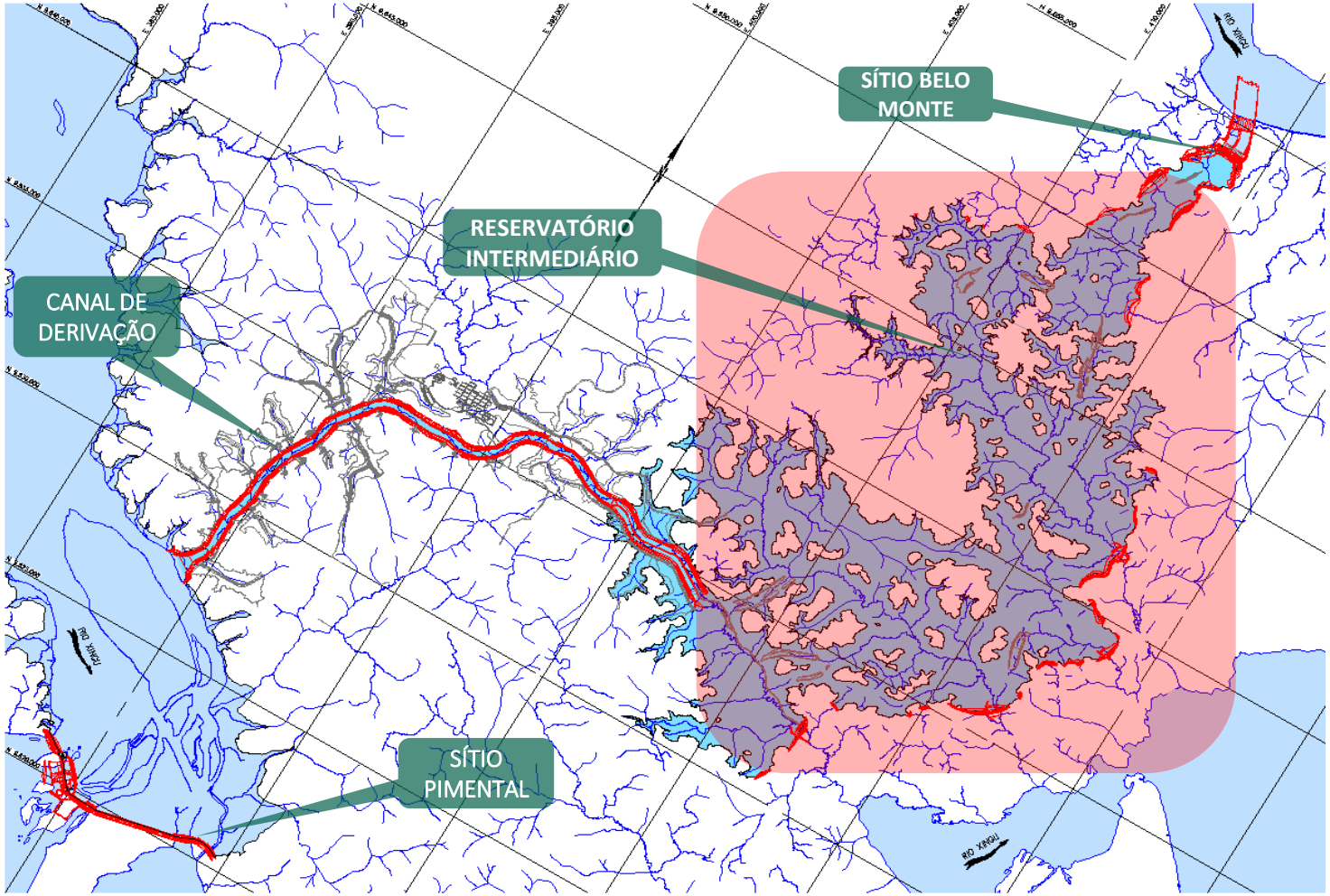


ETAPAS DE CONSTRUÇÃO – PRIMEIRAS UNIDADES EM GERAÇÃO

SÍTIO BELO MONTE



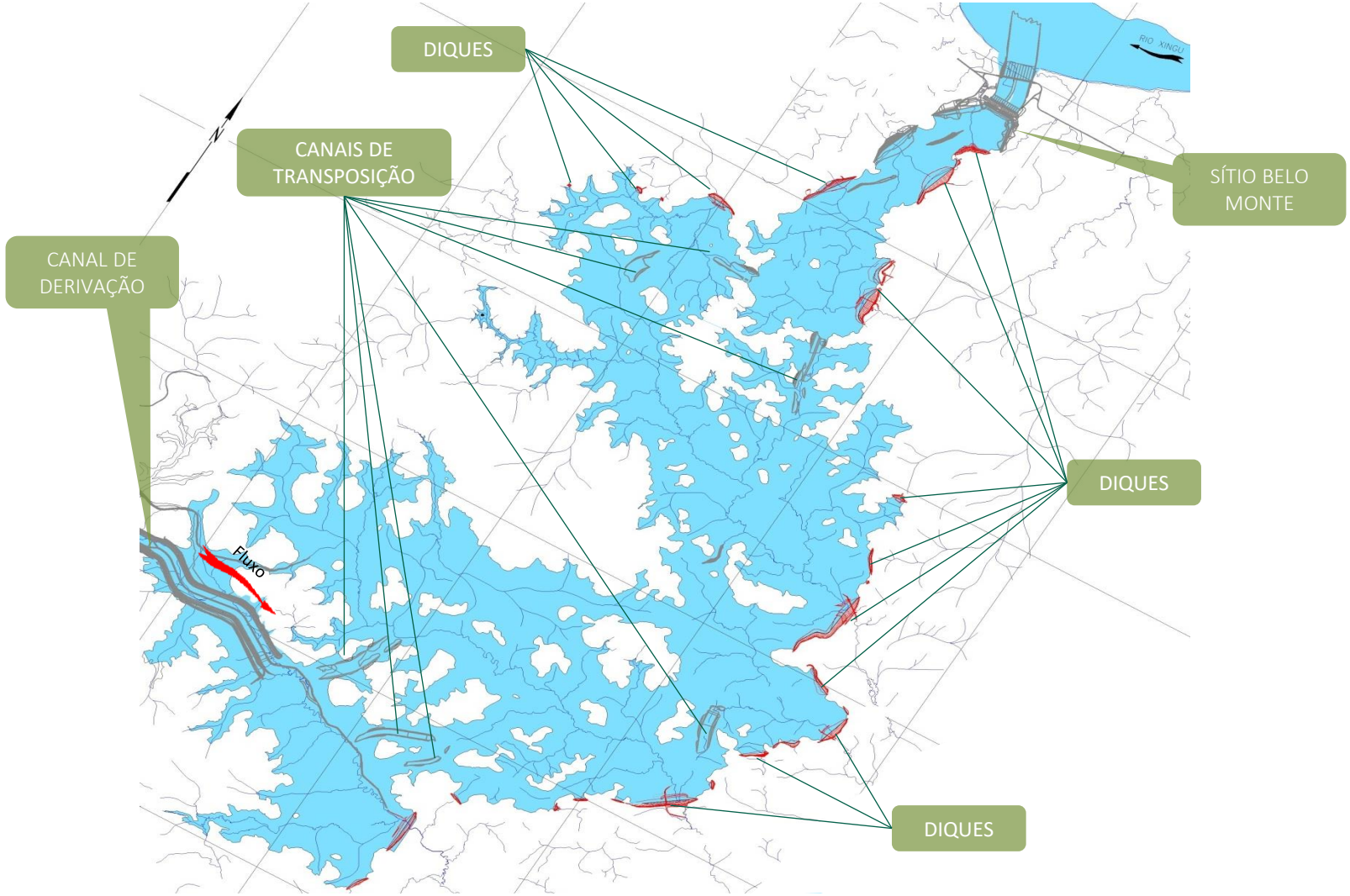
RESERVATÓRIO INTERMEDIÁRIO



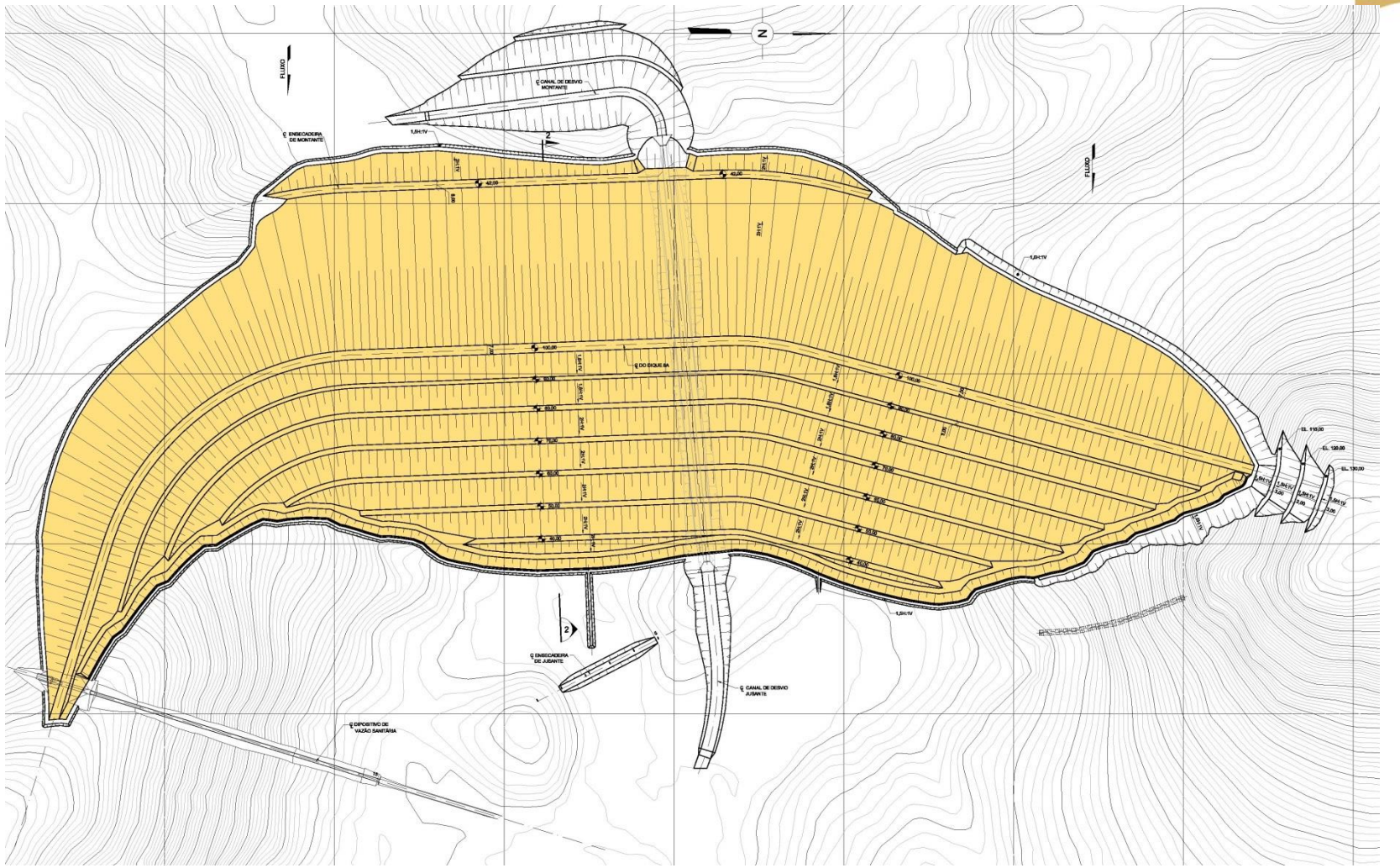
RESERVATÓRIO INTERMEDIÁRIO

Área do Reservatório	119 km²
Canais de Transposição	7
Comprimento Total dos Canais de Transposição	9,87 km
Número de Diques	28
Comprimento Total de Diques	17,9 km
Altura Máxima	65,0 m (Dique 8A)
Comprimento Máximo	2,0 km (Dique 13)
Volume Máximo	6.662.256 m³ (Dique 13)

RESERVATÓRIO INTERMEDIÁRIO

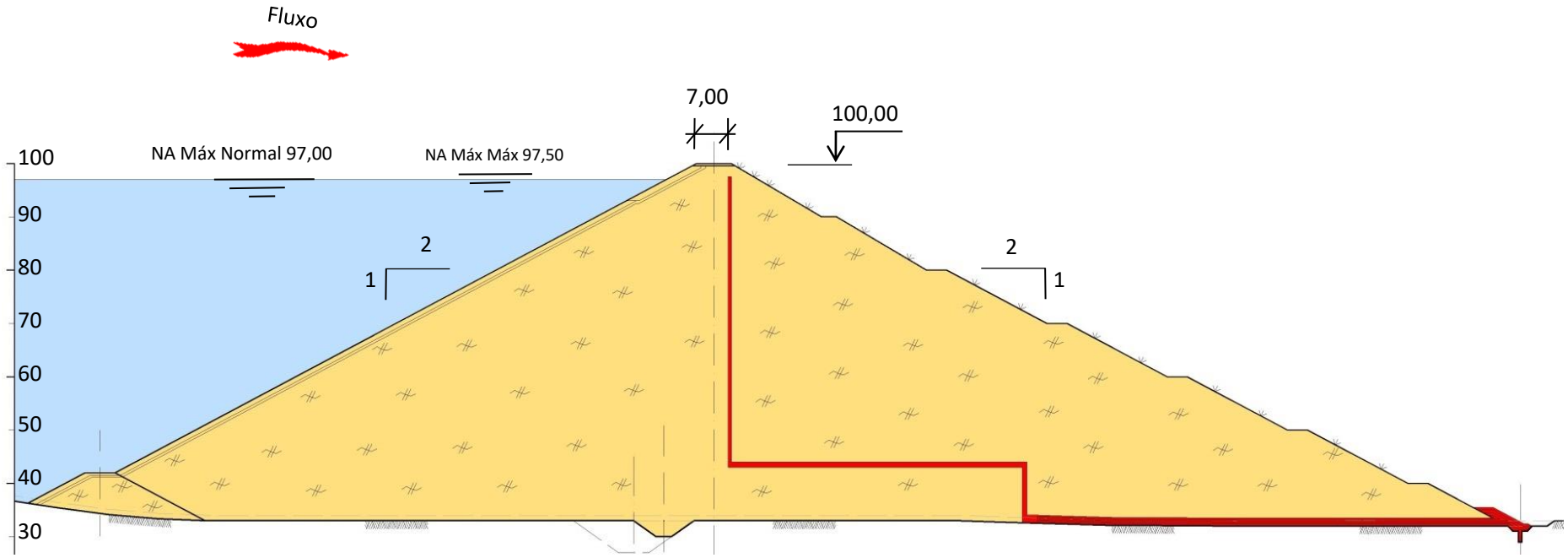


RESERVATÓRIO INTERMEDIÁRIO



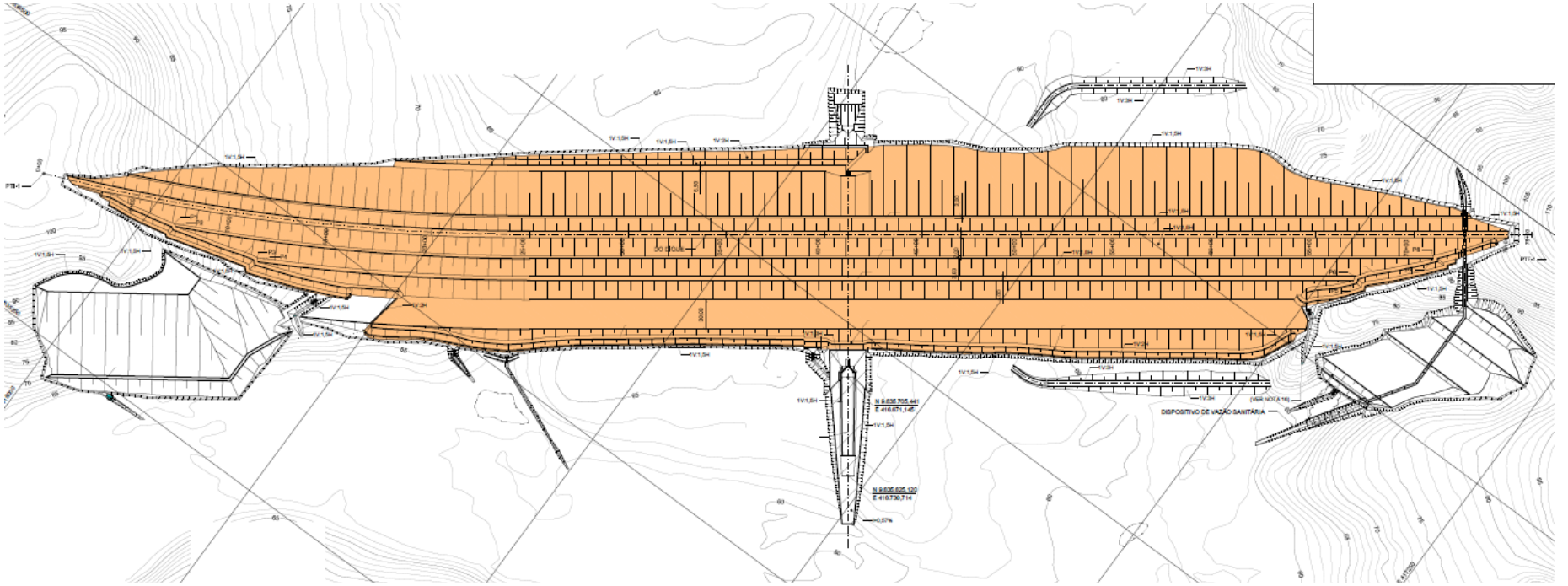
DIQUE 8A - PLANTA

RESERVATÓRIO INTERMEDIÁRIO



DIQUE 8A - CORTE

RESERVATÓRIO INTERMEDIÁRIO



DIQUE 19B - PLANTA

RESERVATÓRIO INTERMEDIÁRIO



DIQUE 13 – ETAPA DE CONSTRUÇÃO

RESERVATÓRIO INTERMEDIÁRIO



DIQUE 28 – ETAPA DE CONSTRUÇÃO

RESERVATÓRIO INTERMEDIÁRIO



CANAL DE TRANSPOSIÇÃO – CTTC – ETAPA DE CONSTRUÇÃO

SÍTIO BELO MONTE E RESERVATÓRIO INTERMEDIÁRIO – PRINCIPAIS DESAFIOS GEOLÓGICO-GEOTÉCNICOS

SEMANA DE BARRAGENS 2026
DAMSWEEK 2026

1 – PRESENÇA DE CANALÍCULOS NA FUNDAÇÃO DOS DIQUES:

Estruturas tubulares disseminadas em solos residuais da Bacia Sedimentar do Amazonas, detectados e tratados em outras obras hidrelétricas como UHE Balbina e UHE Samuel.

Canalículos encontrados na fundação dos diques do Reservatório Intermediário e na Barragem da Vertente do Santo Antonio, tratados à época das construções por trincheiras de vedação (*cut-off*) e que se mostraram insuficientes após a formação do Reservatório Intermediário, demandando tratamentos a jusante dos diques por meio de filtros invertidos na forma de tapetes e trincheiras drenantes.



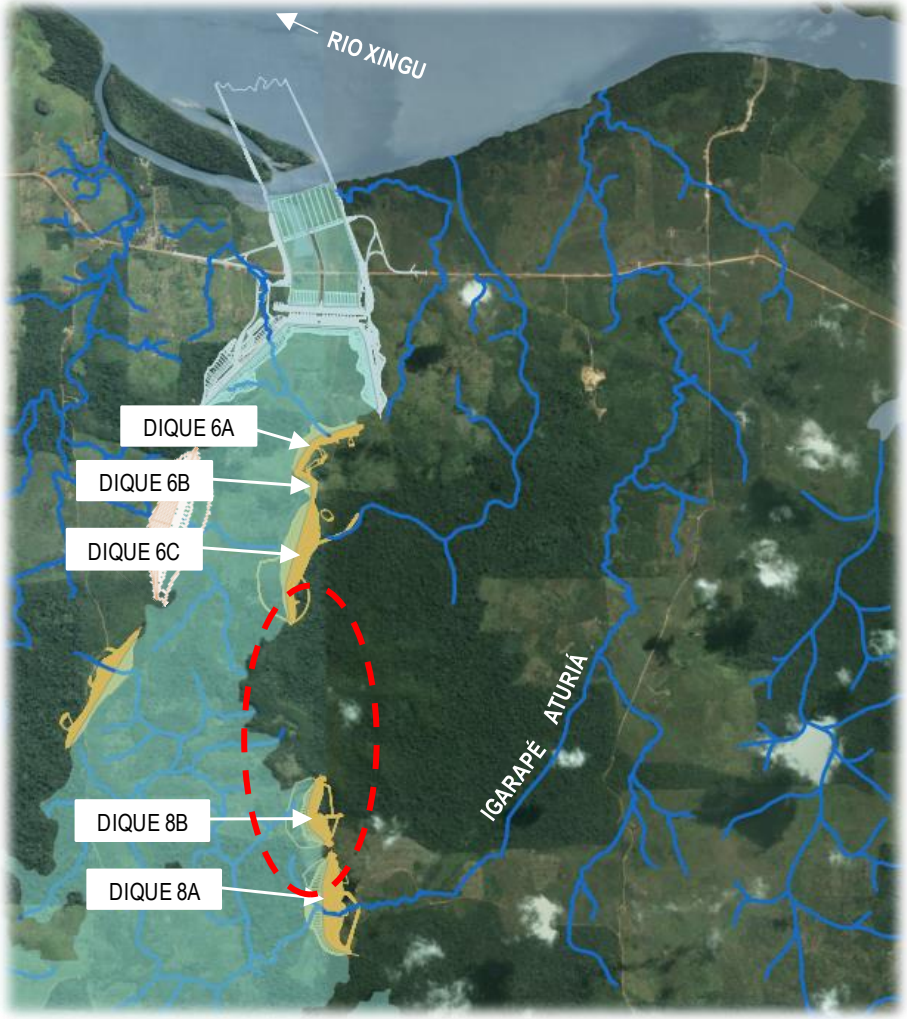


SÍTIO BELO MONTE E RESERVATÓRIO INTERMEDIÁRIO – PRINCIPAIS DESAFIOS GEOLÓGICO-GEOTÉCNICOS

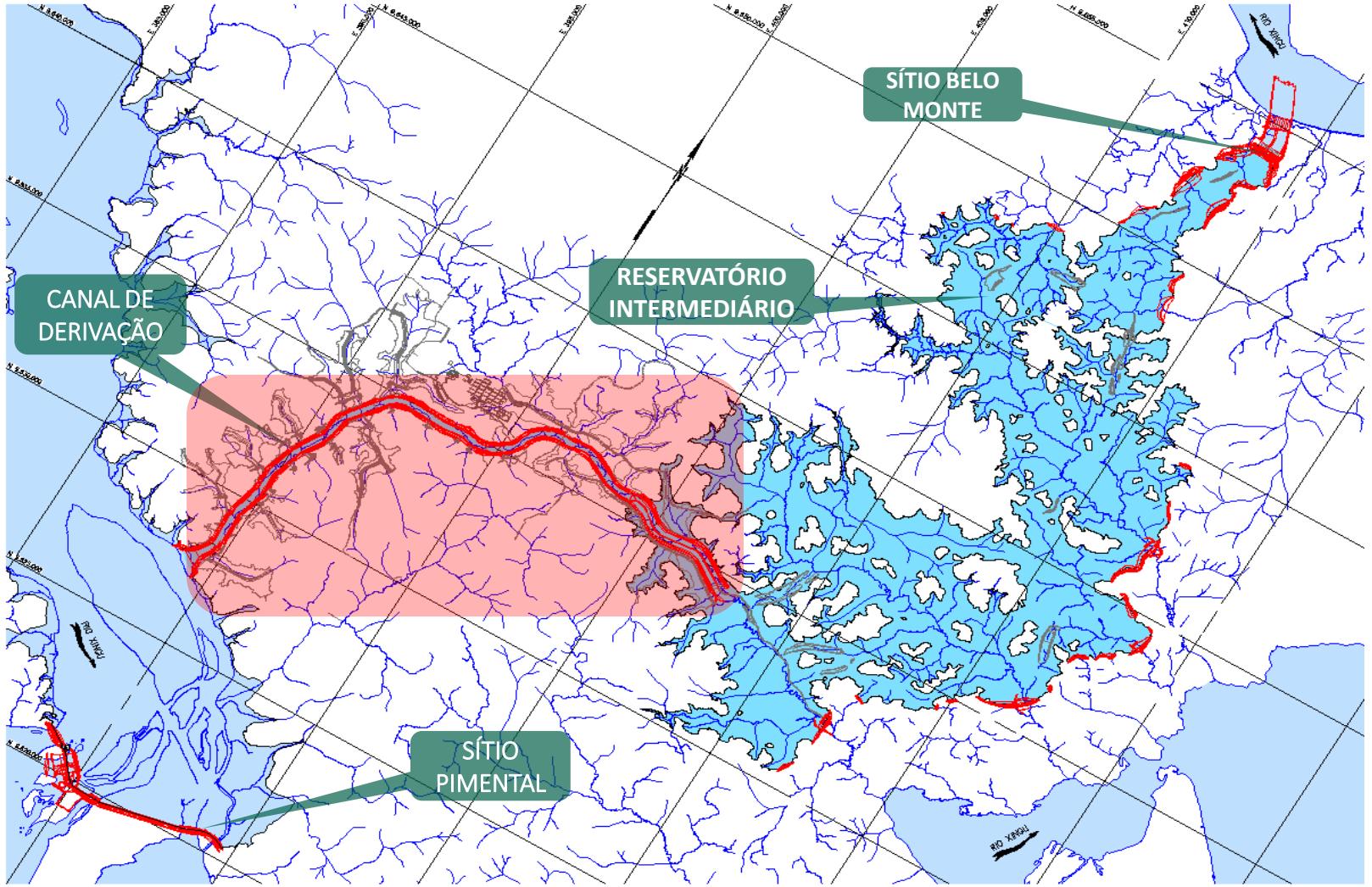
2 – GRABEN:

O "Graben" no Reservatório Intermediário, se estende desde a ombreira direita do Dique 6C, até a ombreira esquerda do Dique 8A, ao longo de quase 3 km. Constituído por depressão de origem tectônica e sobre essa feição formou-se um espigão de arenito que atua como uma barragem natural. Esse espigão apresenta grande contraste com o relevo do entorno, modelado pelo migmatito que se apresenta muito alterado e com elevada espessura de solo residual.

Para preservar a integridade dos arenitos friáveis e, principalmente das fundações dos Diques 6C, 8A e 8B, foram executadas intervenções para controlar as vazões de percolação.



CANAL DE DERIVAÇÃO

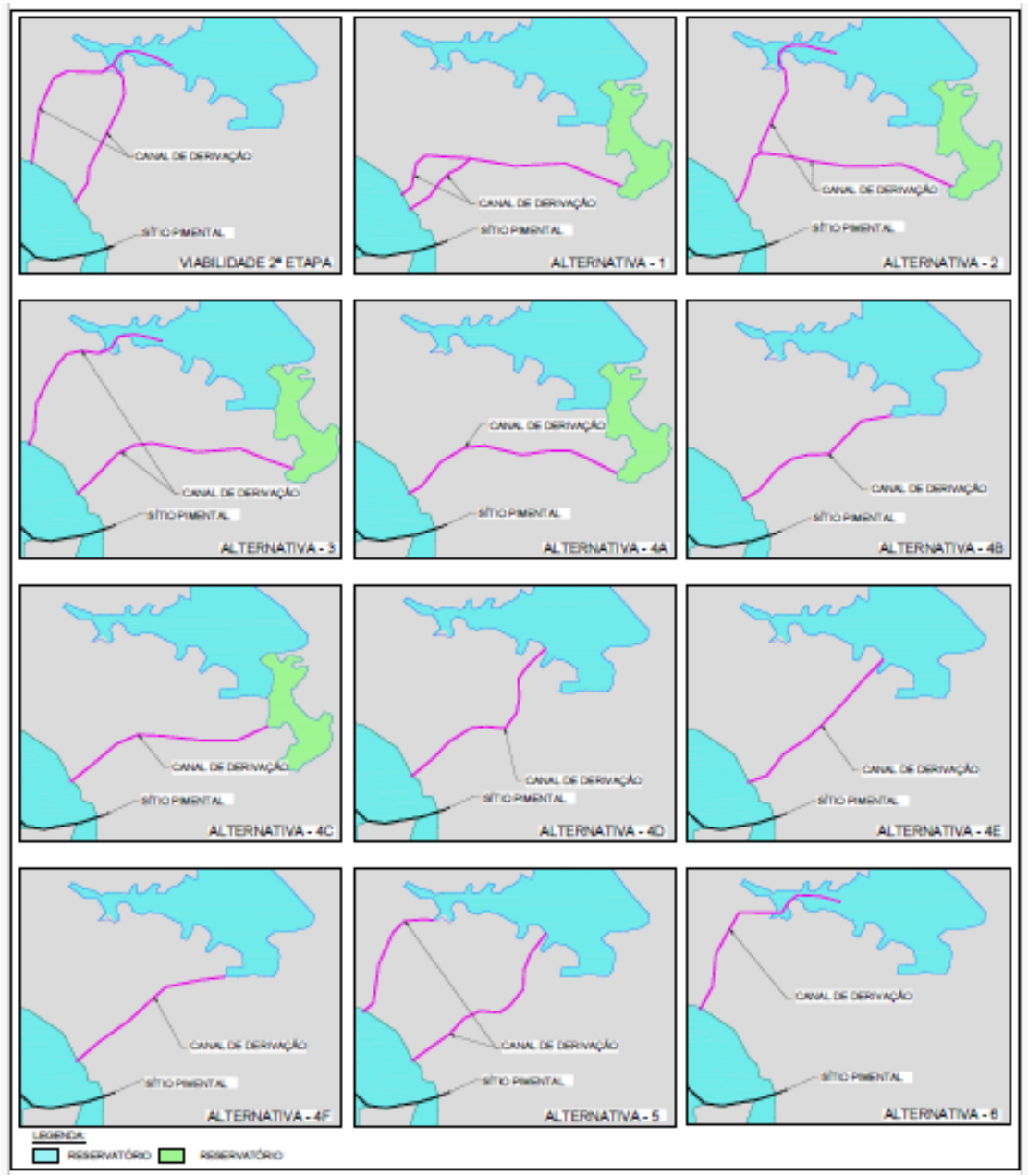


CANAL DE DERIVAÇÃO

Comprimento Total	20 km (16 km + 4 km)
Vazão de Engolimento	13.950 m³/s
Largura na Base	210 m
Altura da Lâmina d´Água	22 m

CANAL DE DERIVAÇÃO

ALTERNATIVAS DE TRAÇADO AVALIADAS NO PROJETO BÁSICO

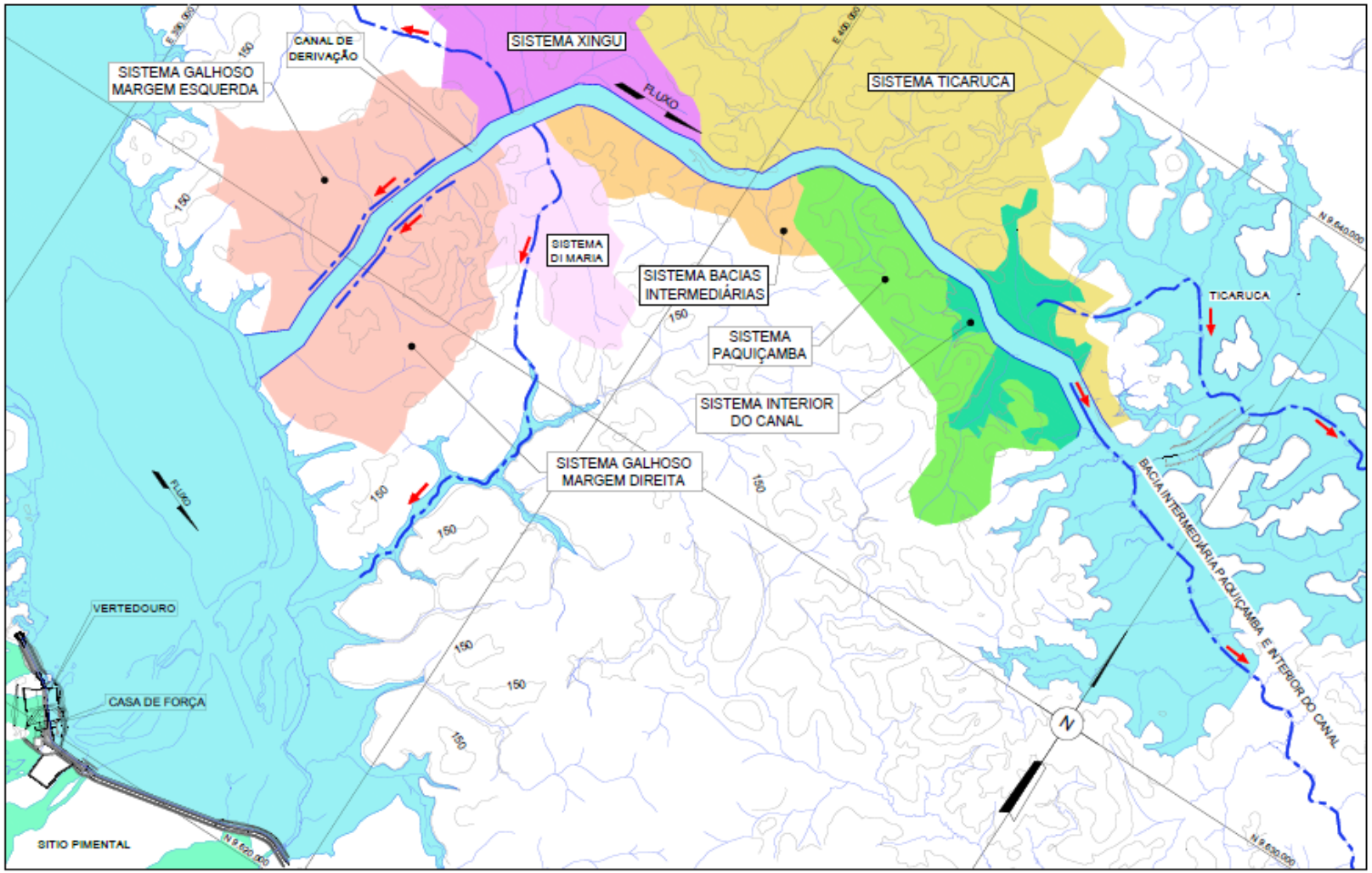


CANAL DE DERIVAÇÃO

Sítio/Local	Perdas de Carga (m)			
	2ª Etapa dos Estudos de Viabilidade	Projeto Básico ANEEL	Projeto Básico Consolidado	Projeto Básico Consolidado Revisado
Canal de Derivação	0,60	1,33	1,71	2,13
Reservatório Intermediário	0,40	0,90	0,97	1,18
Subtotal	**1,00**	**2,23**	**2,68**	**3,31**
Tomada de Água e Condutos Forçados	1,00	1,12	1,12	1,12
Canal de Fuga	0,73	0,23	0,40	0,40
Subtotal	**1,73**	**1,35**	**1,52**	**1,52**
Perda de Carga Total	**2,73**	**3,58**	**4,20**	**4,83**

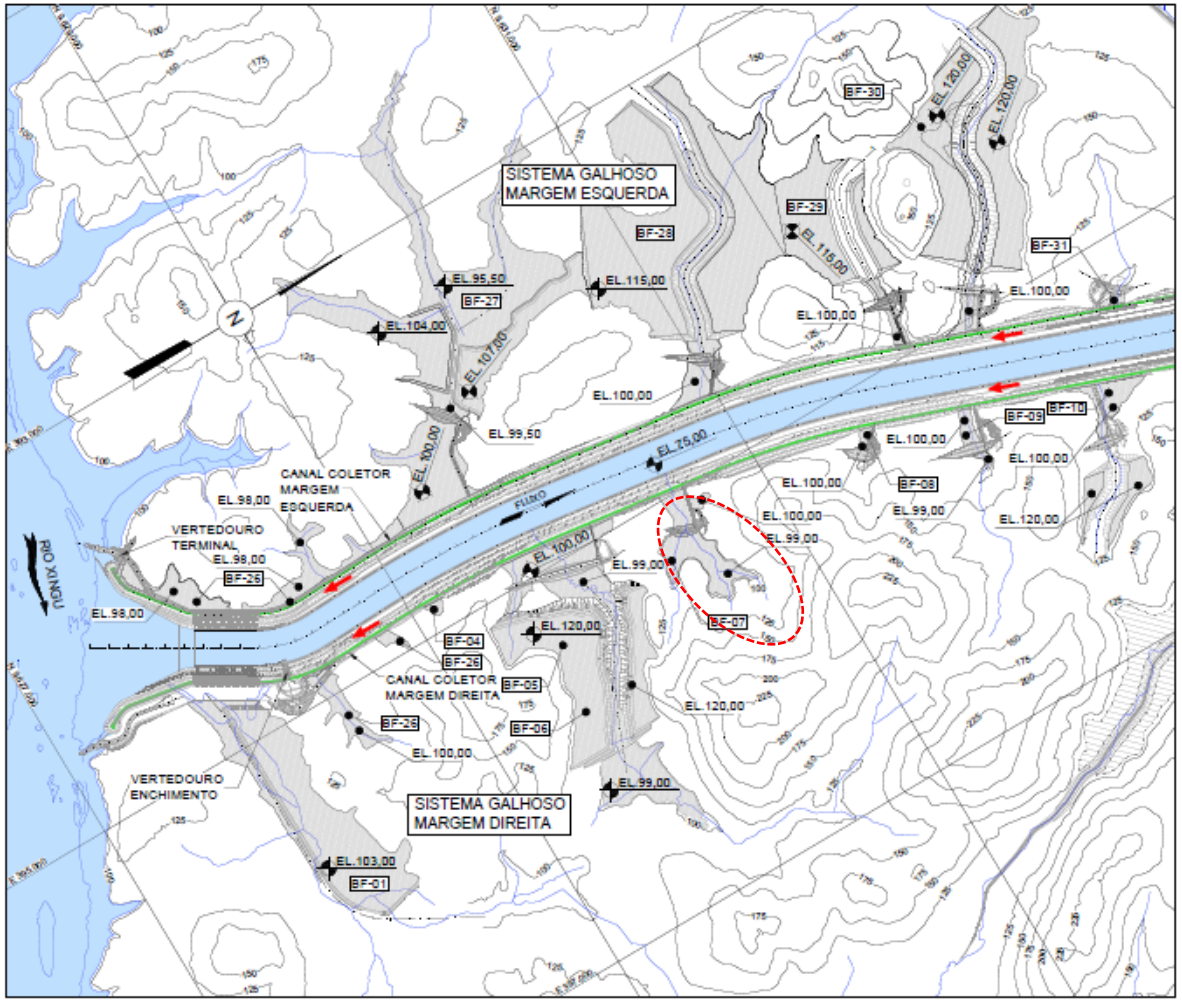
VARIAÇÃO DAS PERDAS DE CARGA COM AUMENTO DO RENDIMENTO DAS UNIDADES GERADORAS DA CASA DE FORÇA PRINCIPAL

CANAL DE DERIVAÇÃO



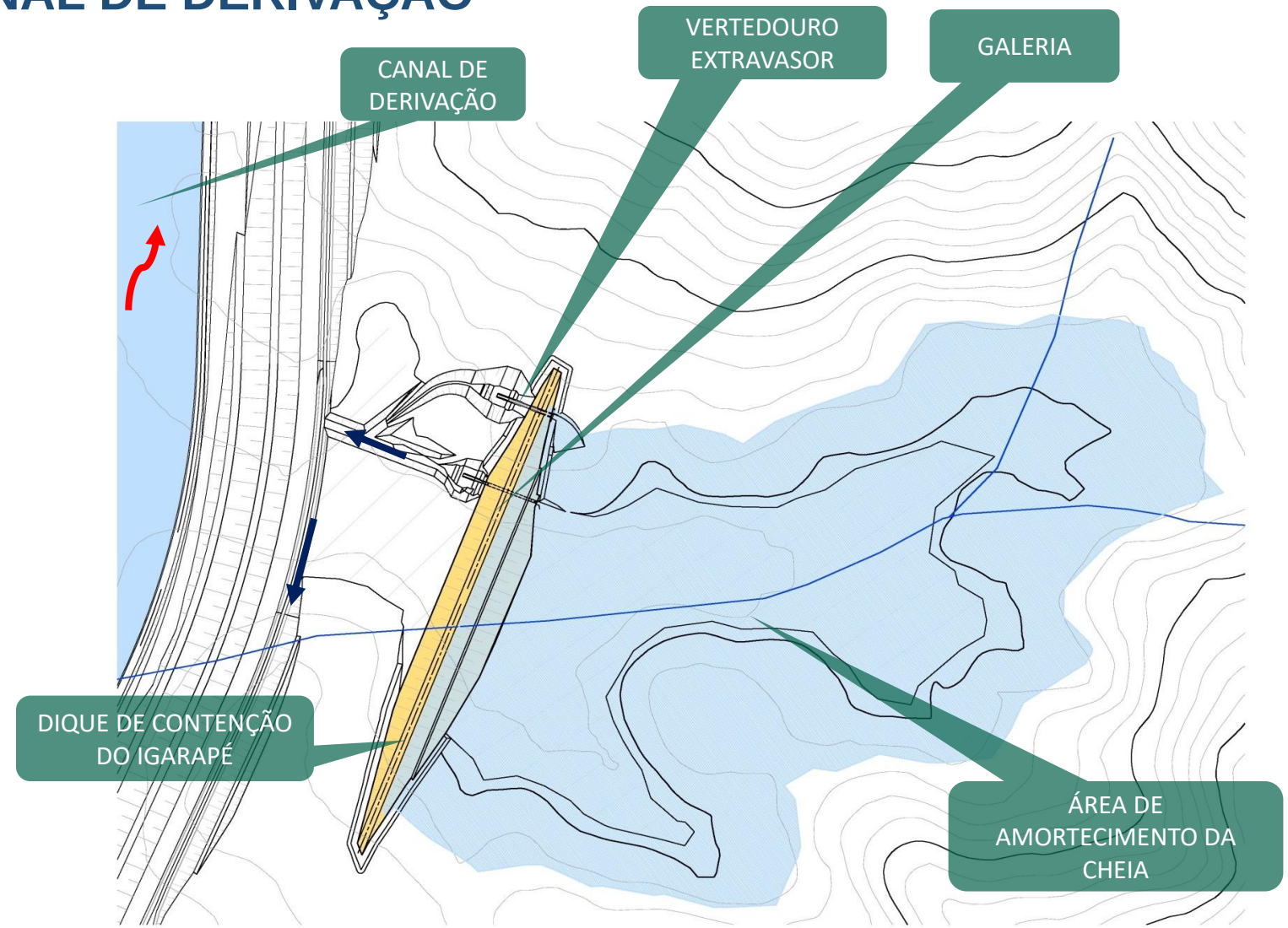
SISTEMA DE DRENAGEM E MANEJO DOS IGARAPÉS

CANAL DE DERIVAÇÃO



SISTEMA GALHOSO

CANAL DE DERIVAÇÃO



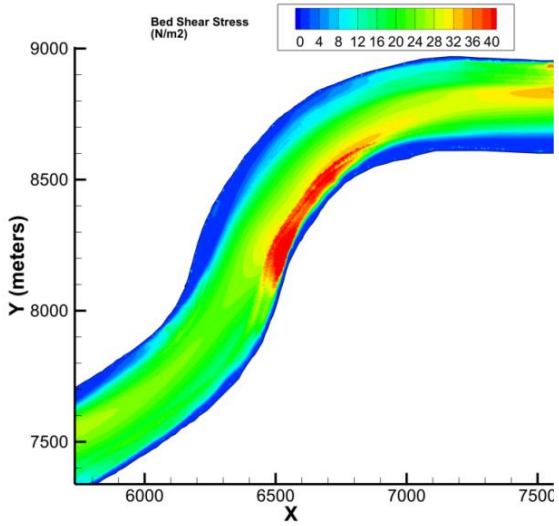
SISTEMA GALHOSO – BACIA 7

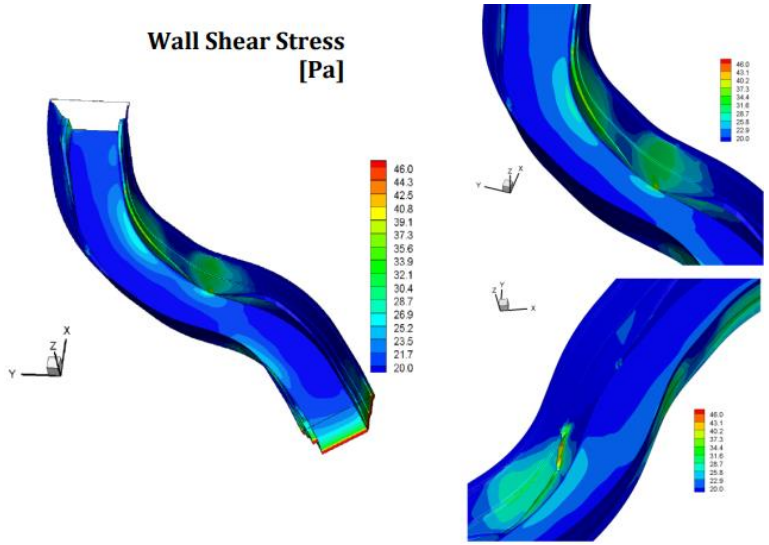
CANAL DE DERIVAÇÃO



SISTEMA GALHOSO – BACIA 7

CANAL DE DERIVAÇÃO

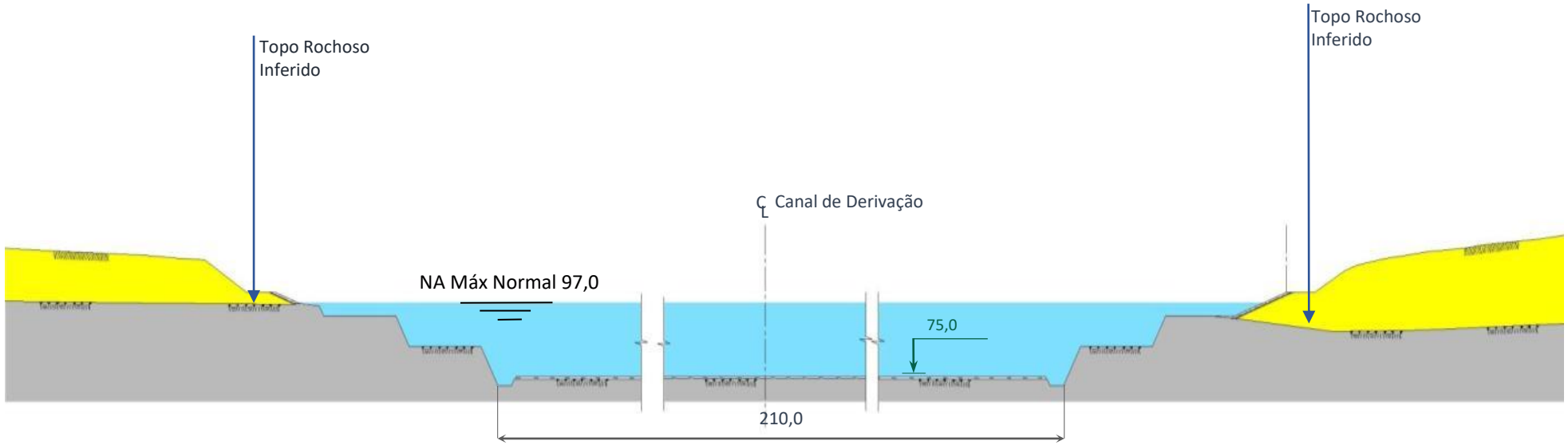






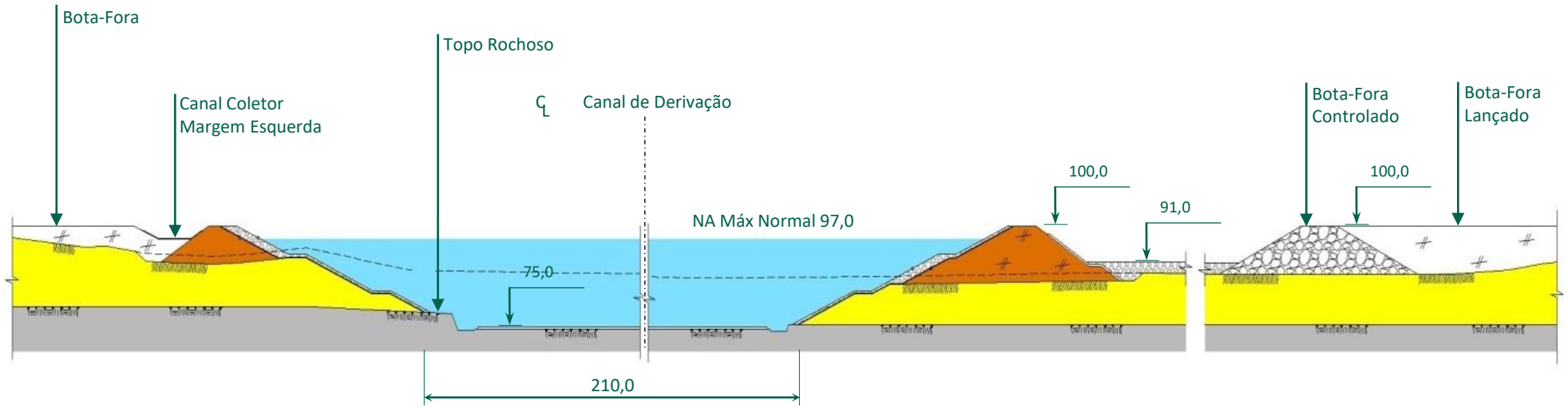
MODELAGENS NUMÉRICAS BIDIMENSIONAIS (TELEMAC) E TRIDIMENSIONAIS (ANSYS) E ENSAIOS EM MODELO HIDRÁULICO FÍSICO REDUZIDO 2D E 3D

CANAL DE DERIVAÇÃO



SEÇÃO TÍPICA – TALUDES EM ROCHA

CANAL DE DERIVAÇÃO



SEÇÃO TÍPICA – TALUDES EM SOLO

CANAL DE DERIVAÇÃO



TRECHO COM REVESTIMENTO DE ENROCAMENTO

CANAL DE DERIVAÇÃO



TRECHO COM TERRENO NATURAL MAIS BAIXO E COM DIQUES LATERAIS

CANAL DE DERIVAÇÃO



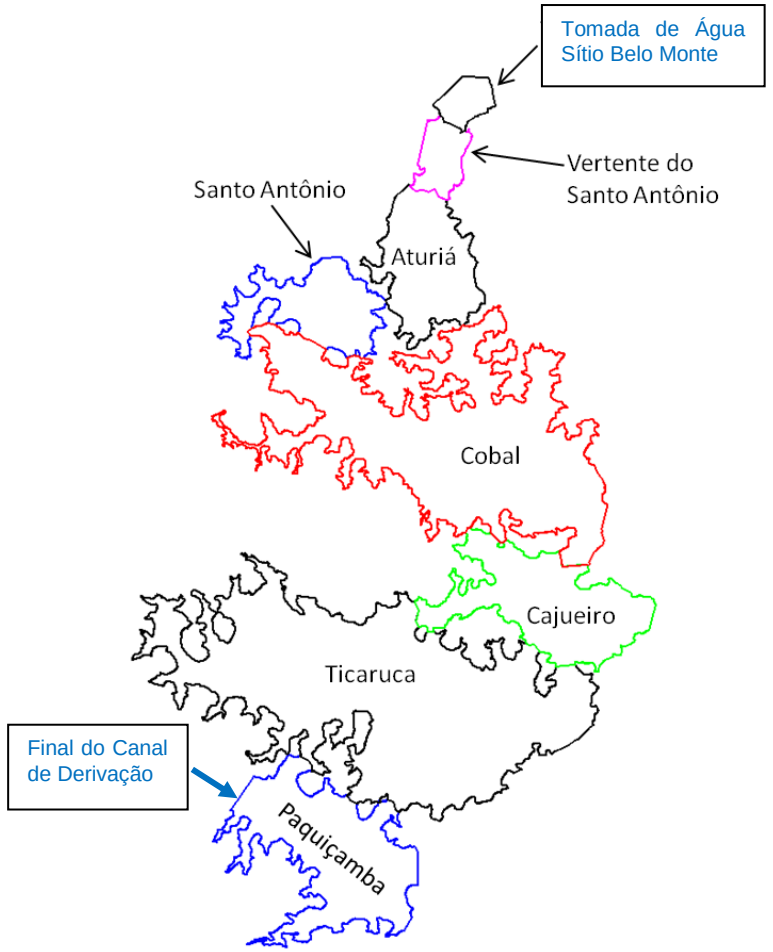
ENSECADEIRA NA ENTRADA DO CANAL DE DERIVAÇÃO

CANAL DE DERIVAÇÃO



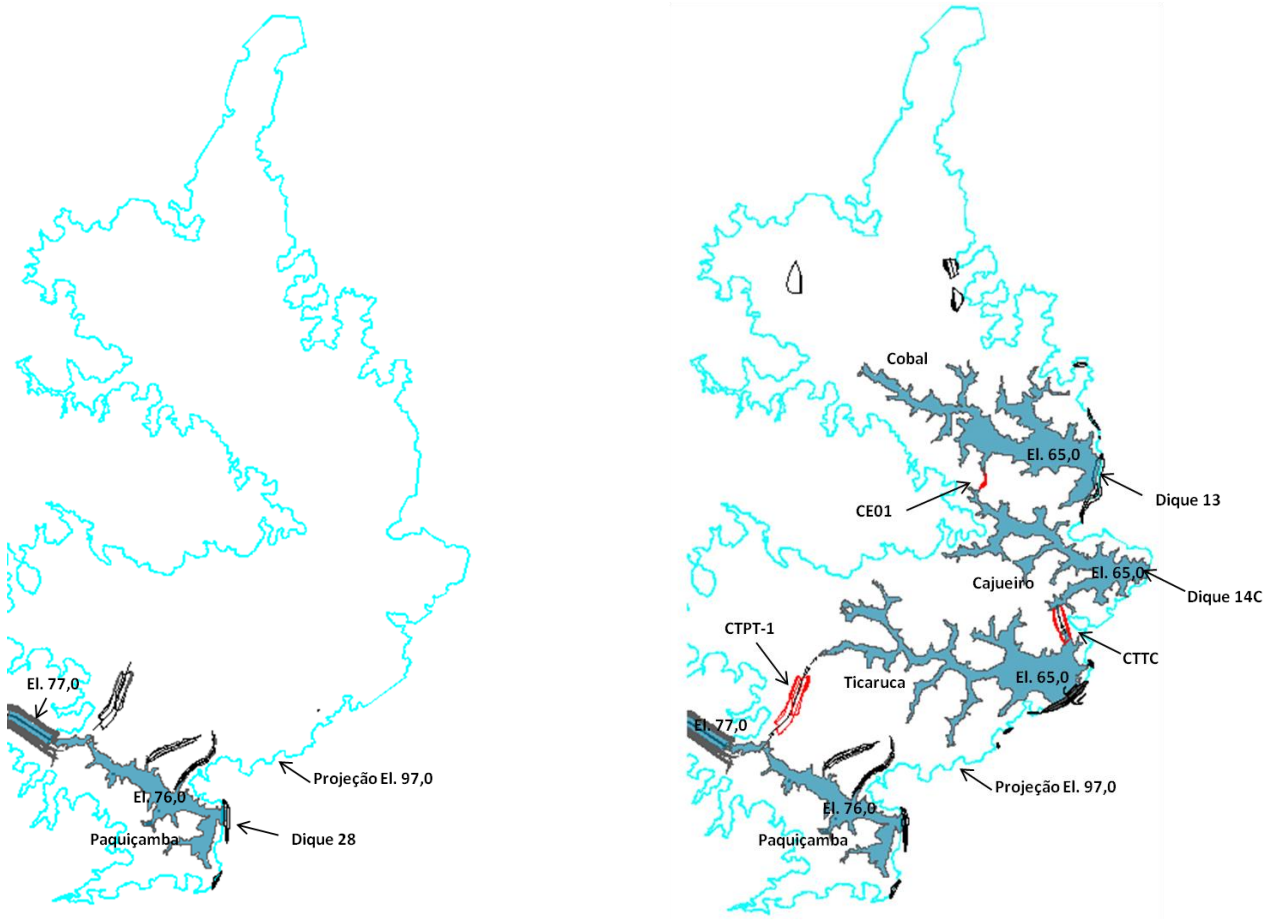
ENCHIMENTO DO CANAL DE DERIVAÇÃO E RESERVATÓRIO INTERMEDIÁRIO

CANAL DE DERIVAÇÃO E RESERVATÓRIO INTERMEDIÁRIO



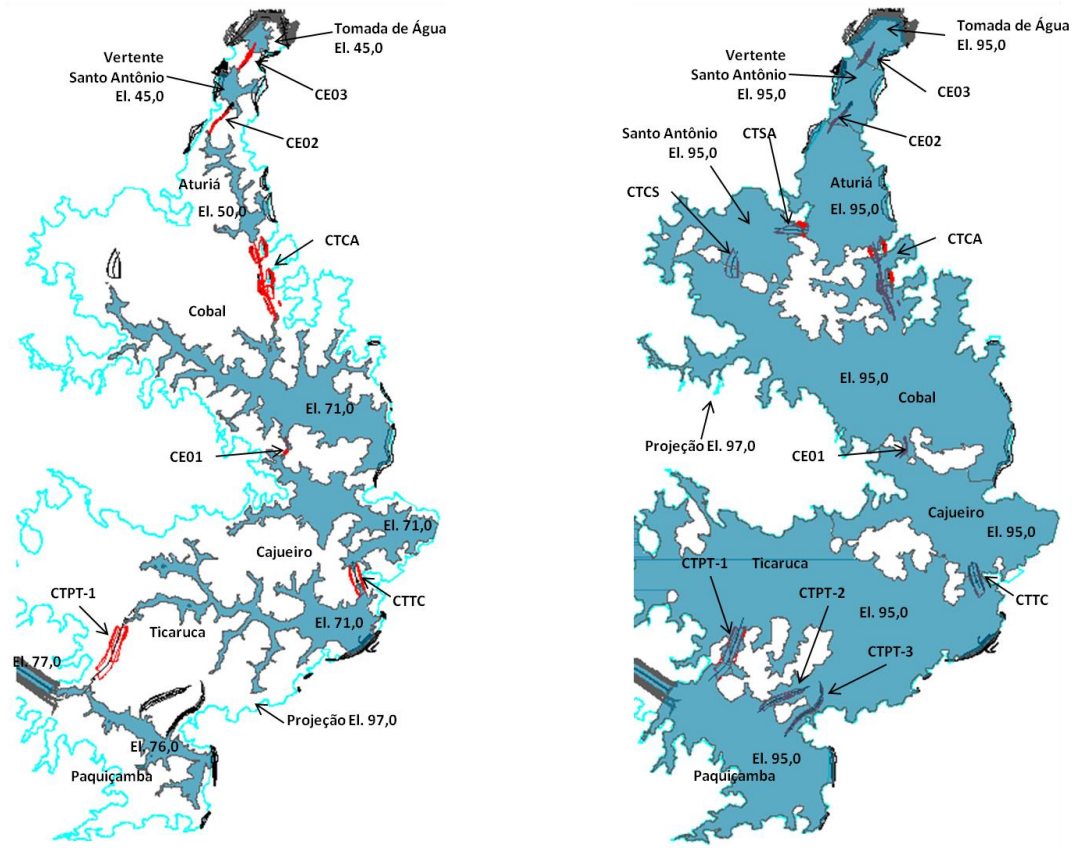
ENCHIMENTO DO CANAL DE DERIVAÇÃO E RESERVATÓRIO INTERMEDIÁRIO

CANAL DE DERIVAÇÃO E RESERVATÓRIO INTERMEDIÁRIO



ENCHIMENTO DO CANAL DE DERIVAÇÃO E RESERVATÓRIO INTERMEDIÁRIO

CANAL DE DERIVAÇÃO E RESERVATÓRIO INTERMEDIÁRIO



- **VAZÃO PELO VERTEDOURO: INÍCIO COM 50 m³/s COM MÁXIMO DE 1.000 m³/s**
- **DURAÇÃO TOTAL DO ENCHIMENTO: 51 DIAS**

ENCHIMENTO DO CANAL DE DERIVAÇÃO E RESERVATÓRIO INTERMEDIÁRIO

OBRAS CIVIS – PRINCIPAIS QUANTIDADES

ATIVIDADE	UNIDADE	SÍTIO				TOTAL
		PIMENTAL	CIRCUITO DE ADUÇÃO	DIQUES	BELO MONTE	
Escavação Comum	m³	2.760.000	95.600.000	2.700.000	17.860.000	118.920.000
Escavação em Rocha	m³	2.145.000	26.900.000	0	11.670.000	40.715.000
Aterros de Diques e Barragens	m³	4.480.000	4.300.000	27.000.000	15.210.000	50.990.000
Aterros de Ensecadeiras	m³	5.530.000	230.000	0	1.260.000	7.020.000
Concreto Convencional	m³	605.000	20.000	32.000	1.660.000	2.317.000
CCR e Concreto Massa	m³	17.000	0	9.000	765.000	791.000

Obrigado!



COMITÊ BRASILEIRO DE BARRAGENS

www.cbdb.org.br | cbdb@cbdb.org.br

+55 21 2286-8674 | +55 21 98096-0609