

USINAS HIDRELÉTRICAS

Estudos de Engenharia e Ambientais

Estudos de Inventário Hidrelétrico de Bacias Hidrográficas

04 de setembro de 2018

Maria Regina Toledo Capellão

DEE/SEG

Linha do Tempo de uma Usina Hidrelétrica - UHE

Desenvolvido pela EPE
ou qualquer agente
privado;
Aprovado pela ANEEL

MME,
EPE,
ANEEL

Desenvolvido pelo vencedor do
Leilão,
Sob a supervisão da ANEEL

ESTUDO DE
INVENTÁRIO
HIDRELÉTRICO e
AAI

ESTUDOS DE
VIABILIDADE E EIA

LEILÃO DE
ENERGIA

PROJETO BÁSICO
ENGENHARIA E
AMBIENTAL

PROJETO
EXECUTIVO E
CONSTRUÇÃO

O & M

2-4 anos

2-5 anos

0.5 ano

1 ano

4-5 anos

> 50 yrs

Licença prévia ambiental
LP

Licença de Instalação
LI

Licença de Operação
LO

Renovação da
LO

Os Estudos de Inventário Hidrelétrico - EIH

Normativos:

- ✓ Manual de Inventário Hidrelétrico de Bacias Hidrográficas, MME 2007
- ✓ Resolução Normativa ANEEL 672/2015 – Procedimentos para realizar Estudos de Inventário de Bacias Hidrográficas
- ✓ Resolução Normativa ANEEL 594/2013 – Estabelece valores ressarcimento aos desenvolvedores de EIH e de EVTE de UHE
- ✓ Diretrizes Aneel para Elaboração de Serviços de Cartografia e Topografia para UHE

ESTUDOS DE INVENTÁRIO HIDRELÉTRICO DE BACIA HIDROGRÁFICA

Procedimentos Básicos para Elaboração e Aprovação



ESTUDO DE INVENTÁRIO HIDRELÉTRICO DE BACIA HIDROGRÁFICA

ATIVIDADES ENVOLVIDAS

- PLANEJAMENTO DOS LEVANTAMENTOS E ESTUDOS DE ENGENHARIA E SOCIOAMBIENTAIS
- LEVANTAMENTOS E ESTUDOS BÁSICOS
- DIAGNÓSTICO SOCIOAMBIENTAL**
- ESTUDOS PRELIMINARES DE ALTERNATIVAS
- ESTUDOS FINAIS DE ALTERNATIVAS
- AVALIAÇÃO AMBIENTAL INTEGRADA – AAI- DA ALTERNATIVA SELECIONADA**

ESTUDO DE INVENTÁRIO HIDRELÉTRICO DE BACIA HIDROGRÁFICA

ATIVIDADES ENVOLVIDAS

- PLANEJAMENTO DOS LEVANTAMENTOS E ESTUDOS DE ENGENHARIA E SOCIOAMBIENTAIS**
- LEVANTAMENTOS E ESTUDOS BÁSICOS
- DIAGNÓSTICO SOCIOAMBIENTAL
- ESTUDOS PRELIMINARES DE ALTERNATIVAS
- ESTUDOS FINAIS DE ALTERNATIVAS
- AVALIAÇÃO AMBIENTAL INTEGRADA – AAI- DA ALTERNATIVA SELECIONADA

Coleta e Análise de Dados Existentes

- ✓ Cartográficos
- ✓ Hidrometeorológicos
- ✓ Usos Múltiplos
- ✓ Geológico-geotécnicos
- ✓ Socioambientais

Identificação dos Locais Barráveis

Reconhecimento de campo

Alternativas de divisão de queda (preliminar)



Planejamento dos Estudos e dos Levantamentos e Serviços de campo

Cronograma de Atividades envolvendo campo, laboratório e escritório

ESTUDO DE INVENTÁRIO HIDRELÉTRICO DE BACIA HIDROGRÁFICA

ATIVIDADES ENVOLVIDAS

- PLANEJAMENTO DOS LEVANTAMENTOS E ESTUDOS DE ENGENHARIA E SOCIOAMBIENTAIS
- LEVANTAMENTOS E ESTUDOS BÁSICOS**
- DIAGNÓSTICO SOCIOAMBIENTAL
- ESTUDOS PRELIMINARES DE ALTERNATIVAS
- ESTUDOS FINAIS DE ALTERNATIVAS
- AVALIAÇÃO AMBIENTAL INTEGRADA – AAI- DA ALTERNATIVA SELECIONADA

□ CARTOGRÁFICOS E TOPOGRÁFICOS

❖ **Levantamento Cartográfico da área de interesse do estudo para obtenção de base cartográfica na escala 1: 10.000**

❖ **Levantamentos topográficos**

- ✓ Apoio de campo para aerotriangulação digital para restituição aerofotogramétrica;
- ✓ Transporte de coordenadas e amarração dos pontos levantados na rede planialtimétrica do IBGE;
- ✓ Seções topográficas e batimétricas nos locais barráveis
- ✓ Perfil da linha d'água ao longo do rio principal e afluentes
- ✓ Amarração planialtimétrica das Sondagens e Réguas Liminimétricas
- ✓ Implantação de marcos;

□ HIDROMETEOROLÓGICOS

❖ Levantamentos de Campo

- ✓ Instalação de réguas limnimétricas e/ou limnígrafo nos locais barráveis
- ✓ Leitura de níveis d'água duas vezes ao dia, em todas as réguas
- ✓ Medição mensal de vazão líquida e sólida em cada local barrável

❖ Estudos

- ✓ Determinação da série de vazões médias mensais nos eixos;
- ✓ Estudo de Permanência das vazões médias mensais;
- ✓ Estudos de cheia
- ✓ Estudos sedimentológicos;
- ✓ Curva - chave nos canais de fuga dos aproveitamentos;
- ✓ Vida útil dos aproveitamentos

□ GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO

❖ Levantamentos de Campo

- ✓ Execução de sondagens manuais (trado e poço) na região da fundação do barramento e áreas de materiais naturais de construção com coleta de amostras
- ✓ Execução de perfil de geofísica ao longo do eixo do barramento
- ✓ Mapeamento geológico de superfície nas regiões de interesse dos barramentos, inclusive áreas potenciais de materiais naturais de construção
- ✓ Pesquisa de Materiais Naturais de construção e execução de ensaios de laboratório

□ GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO

❖ Estudos

- ✓ Mapas geológico e geomorfológico da bacia;
- ✓ Estudos de Sismicidade
- ✓ Recursos Minerais
- ✓ Mapa geológico-geotécnico local de cada aproveitamento e localização das investigações
- ✓ Seções geológico-geotécnicas
- ✓ Mapa geológico do reservatório de cada aproveitamento

❑ SOCIOAMBIENTAIS

❖ Levantamentos de Campo

- ✓ Inspeção socioambiental local
- ✓ Campanhas liminológicas para caracterizar as propriedades físico-químicas da água

❖ Estudos

- ✓ Usos múltiplos da água
- ✓ Avaliação de Impactos negativos e positivos dos aproveitamentos e das alternativas
- ✓ Avaliação Ambiental Integrada –AAI da alternativa selecionada

ESTUDO DE INVENTÁRIO HIDRELÉTRICO DE BACIA HIDROGRÁFICA

ATIVIDADES ENVOLVIDAS

- PLANEJAMENTO DOS LEVANTAMENTOS E ESTUDOS DE ENGENHARIA E SOCIOAMBIENTAIS
- LEVANTAMENTOS E ESTUDOS BÁSICOS
- DIAGNÓSTICO SOCIOAMBIENTAL**
- ESTUDOS PRELIMINARES DE ALTERNATIVAS
- ESTUDOS FINAIS DE ALTERNATIVAS
- AVALIAÇÃO AMBIENTAL INTEGRADA – AAI- DA ALTERNATIVA SELECIONADA

ESTUDO DE INVENTÁRIO HIDRELÉTRICO DE BACIA HIDROGRÁFICA

ATIVIDADES ENVOLVIDAS

- PLANEJAMENTO DOS LEVANTAMENTOS E ESTUDOS DE ENGENHARIA E SOCIOAMBIENTAIS
- LEVANTAMENTOS E ESTUDOS BÁSICOS
- DIAGNÓSTICO SOCIOAMBIENTAL
- ESTUDOS PRELIMINARES DE ALTERNATIVAS**
- ESTUDOS FINAIS DE ALTERNATIVAS
- AVALIAÇÃO AMBIENTAL INTEGRADA – AAI- DA ALTERNATIVA SELECIONADA

❑ ESTUDOS PRELIMINARES DE ALTERNATIVAS

- ❖ Composição das Alternativas de divisão de queda
- ❖ Estudos de arranjo dos aproveitamentos
- ❖ Pré-dimensionamentos das obras
 - ✓ Elabora o arranjo esquemático conforme dados disponíveis de geologia e topografia;
 - ✓ Define as dimensões aproximadas das principais estruturas para avaliação de custo
- ❖ Orçamentos – OPE dos aproveitamentos incluindo **custos ambientais**
- ❖ **Avaliação dos Impactos Socioambientais para cada aproveitamento isoladamente sobre as subáreas de cada componente síntese**

❑ ESTUDOS PRELIMINARES DE ALTERNATIVAS

❖ Estudos Energéticos

- ✓ Utiliza o **modelo matemático SINV/Cepel** para avaliação energética e considera os parâmetros econômicos estabelecidos nos critérios básicos
- ✓ Utiliza dados dos aproveitamentos e alternativas (características técnicas, de custo e **impactos socioambientais dos aproveitamentos e das alternativas**)
- ✓ Avalia as possibilidades de geração de cada aproveitamento e seus benefícios energéticos para o sistema de referência
- ✓ Dimensiona energeticamente os aproveitamentos individualmente dentro da cascata e pré-dimensiona as características dos reservatórios (níveis d'água), e conjunto turbina –gerador.

O modelo conclui se a melhor configuração da UHE na cascata , é de uma usina a fio d'água(sem depleção) ou de “regularização” (com depleção do reservatório) e define os níveis d'água “ótimos”, no nível de inventário

- ✓ Calcula o ICB dos aproveitamentos e das alternativas. Descarta os aproveitamentos não competitivos e reformula a divisão de queda da alternativa. Recalcula o ICB das alternativas
- ❖ Comparação e seleção de alternativas para os estudos finais: comparação gráfica do **ICB alternativa x IA n da alternativa**

ESTUDO DE INVENTÁRIO HIDRELÉTRICO DE BACIA HIDROGRÁFICA

ATIVIDADES ENVOLVIDAS

- PLANEJAMENTO DOS LEVANTAMENTOS E ESTUDOS DE ENGENHARIA E SOCIOAMBIENTAIS
- LEVANTAMENTOS E ESTUDOS BÁSICOS
- DIAGNÓSTICO SOCIOAMBIENTAL
- ESTUDOS PRELIMINARES DE ALTERNATIVAS
- ESTUDOS FINAIS DE ALTERNATIVAS**
- AVALIAÇÃO AMBIENTAL INTEGRADA – AAI- DA ALTERNATIVA SELECIONADA

❑ ESTUDOS FINAIS DE ALTERNATIVAS

- ❖ Consolidação dos dados e Investigações complementares
- ❖ Consolidação do Diagnóstico Socioambiental
- ❖ Avaliação dos Impactos Socioambientais negativos e positivos dos aproveitamentos e das Alternativas
- ❖ Dimensionamento das obras e detalhamento dos aproveitamentos e orçamentos – OPE;

ESTUDOS FINAIS DE ALTERNATIVAS

❖ Estudos energéticos

- ✓ Simulações das Alternativas Finais de Divisão de Queda utilizando o modelo matemático SINV /CEPEL:
- ✓ Utiliza os dados dos aproveitamentos incluindo orçamentos – OPE e **impactos socioambientais negativos (IA) dos aproveitamentos e alternativas**
- ✓ Avaliação do Índice custo x benefício (ICB) dos aproveitamentos e das alternativas
- ✓ Avaliação da **contribuição energética de cada alternativa** com maior confiabilidade que nos estudos preliminares , com simulação da operação dos aproveitamentos;
- ✓ Considera os dados de **usos múltiplos**, evaporação, vazão mínima efluente e calcula a energia média gerada; ganho de energia firme do sistema de referencia, por alternativa e por cada aproveitamento;
- ✓ **Otimiza o volume útil, determina Potência Instalada e queda de referência.**

- ❖ Comparação e seleção da melhor alternativa
 - ✓ Comparação por representação gráfica do ICB da alternativa x Impacto socioambiental negativo (IAn) da alternativa
 - ✓ Impactos Socioambientais positivos (IAp) associado a implantação do conjunto: considerado na decisão final sobre a melhor alternativa
 - ✓ Definição da alternativa selecionada: utiliza critério de hierarquização: Índice de Preferência – que considera o Custo Unitário de Referência ICB e IAn

ESTUDOS DE INVENTÁRIO HIDRELÉTRICO



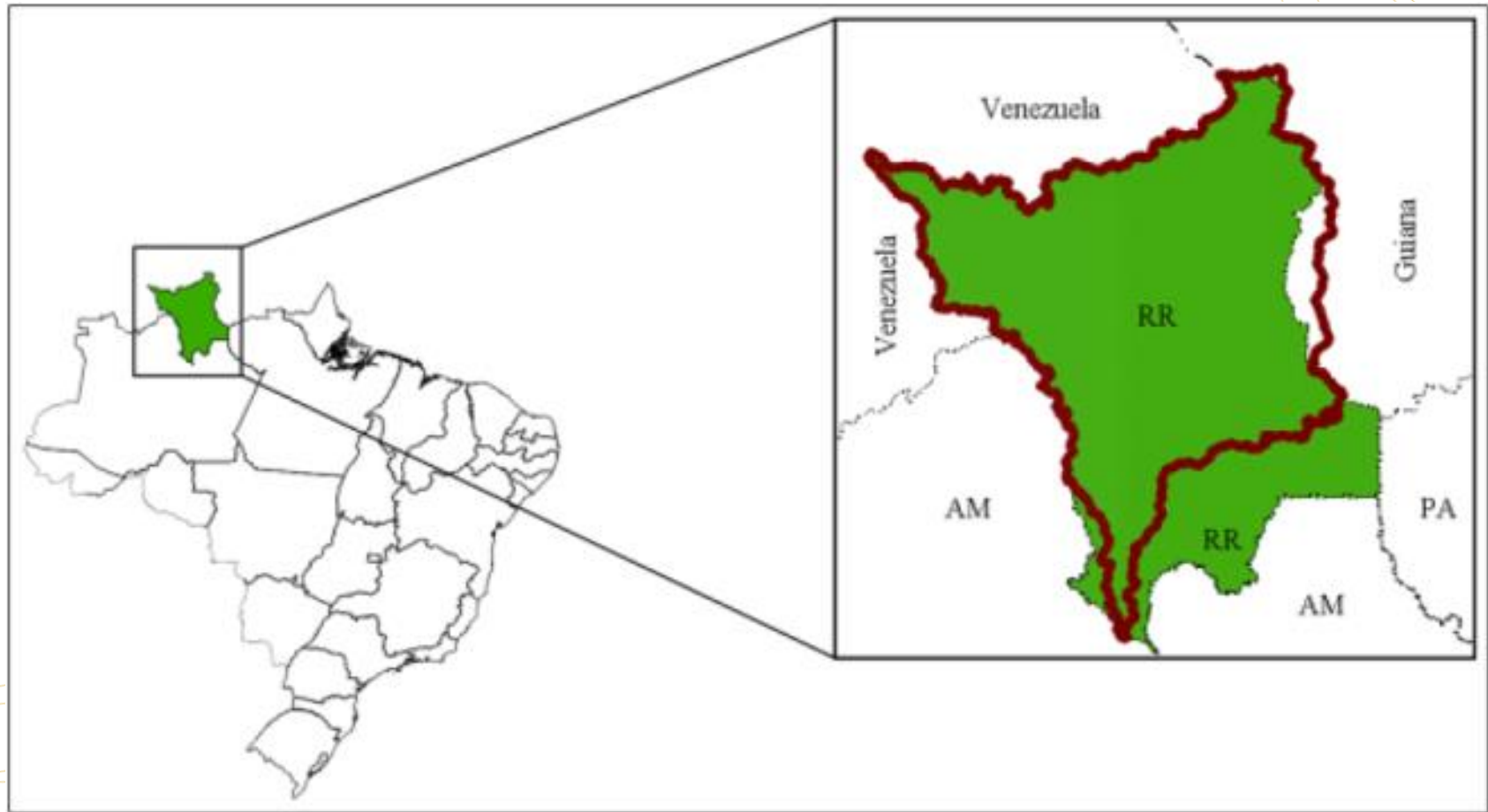
BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO BRANCO / RR

DEE - DIRETORIA DE ESTUDOS DE ENERGIA ELÉTRICA
SEG - SUPERINTENDÊNCIA DE PROJETOS DE GERAÇÃO

DEA – DIRETORIA DE ESTUDOS ECONÔMICO-ENERGÉTICOS E AMBIENTAIS
SMA - SUPERINTENDÊNCIA DE MEIO AMBIENTE

ESTUDOS DE INVENTÁRIO HIDRELÉTRICO DA BACIA DO RIO BRANCO

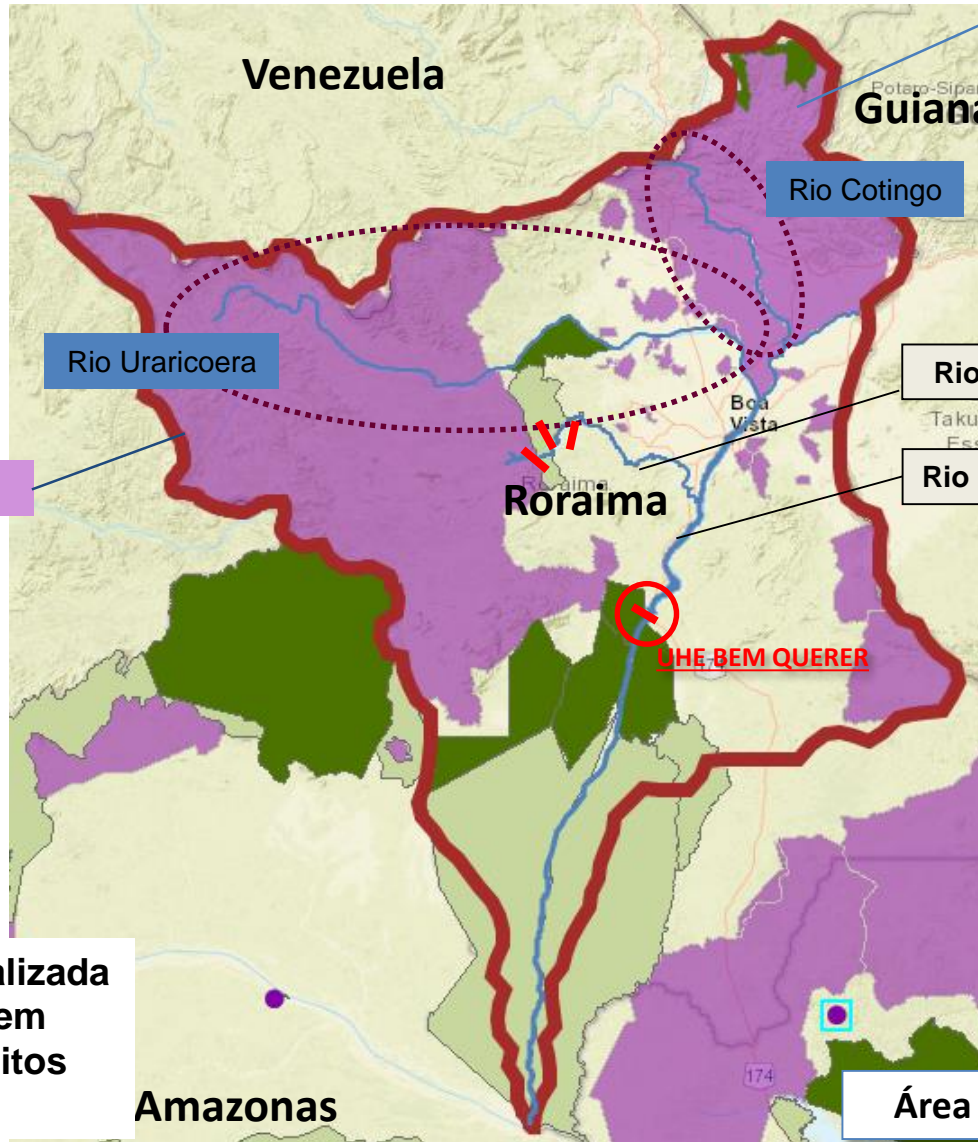
LOCALIZAÇÃO DA BACIA



Período de Realização dos Estudos: janeiro/2007 a agosto/2011
Área de Abrangência Original: toda a bacia do rio Branco

ESTUDOS DE INVENTÁRIO HIDRELÉTRICO DA BACIA DO RIO BRANCO

ABRANGÊNCIA DOS ESTUDOS



TI YANOMAMI

TI Raposa Serra do Sol

Redução da área formalizada em fevereiro/2009, em decorrência de conflitos locais

Área da Bacia: ~192.000 km²

RESUMO DOS ESTUDOS DE ALTERNATIVAS

ESTUDOS PRELIMINARES

- 7 eixos (2 no rio Branco e 5 no rio Mucajaí);
- 12 aproveitamentos (4 no rio Branco e 8 no rio Mucajaí);
- Rio Cotingo e Uraricoera não avaliados;
- 40 alternativas de partição de queda;
- Seleção de 5 alternativas para os Estudos Finais



ESTUDOS FINAIS

- Estudos complementares e de detalhamento das 5 alternativas
- Alternativa selecionada: BR-R2D17
1.049 MW de Potência Instalada
624,6 km² de área total de reservatórios

Aproveitamento	Bem Querer J1 NA 62,5	Paredão M1 NA 146,0	Paredão NA 132	Fé Esperança NA 95
Rio	Branco	Mucajaí	Mucajaí	Mucajaí
Potência Instalada (MW)*	708,4	69,9	199,3	71,7
Área do Reservatório no NA máx (km ²)	559,1	23,6	16,7	25,2

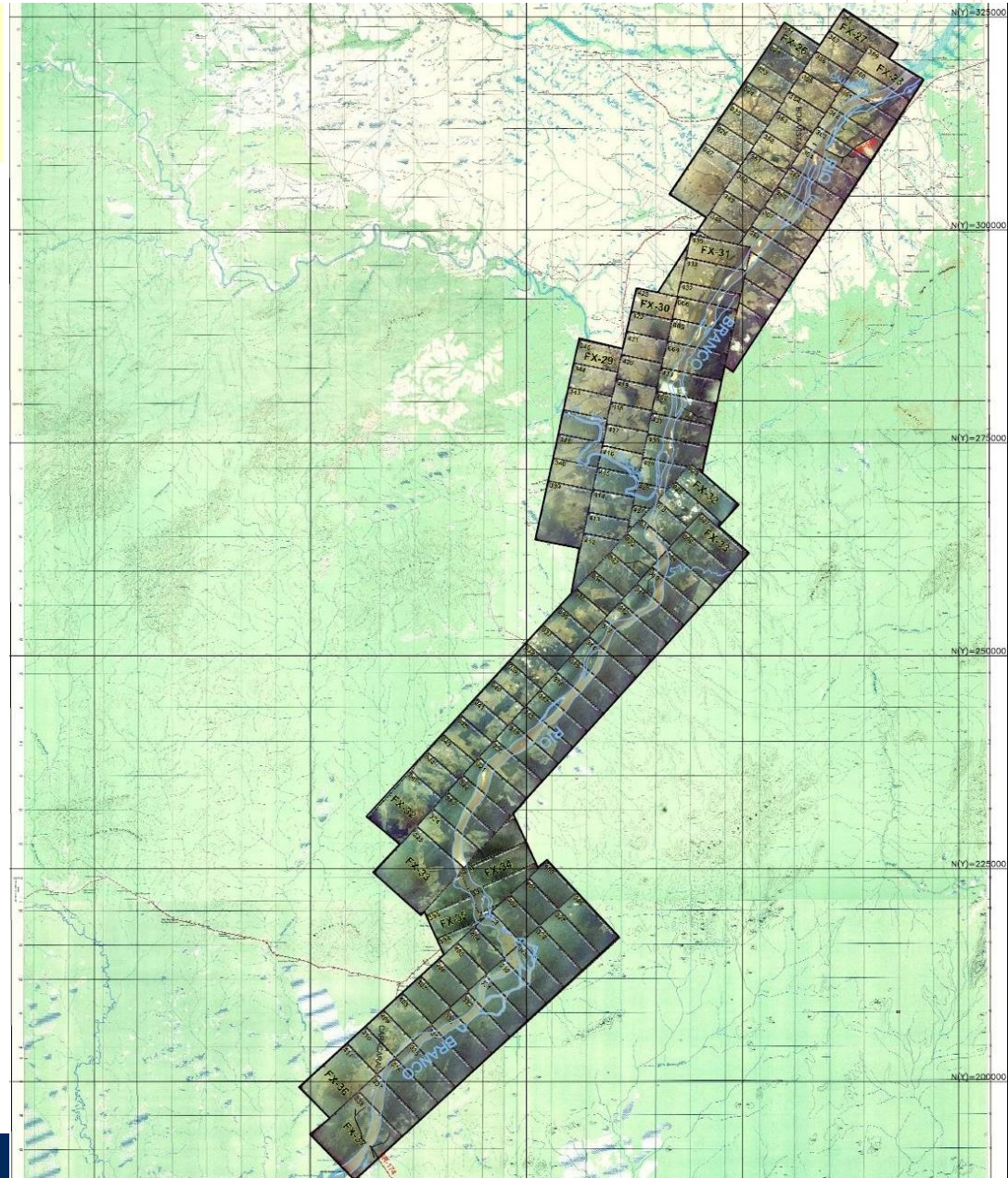
LEVANTAMENTOS E ESTUDOS BÁSICOS



LEVANTAMENTOS E ESTUDOS CARTOGRÁFICOS

Cobertura Aérea 1:30.000 –
Rio Branco

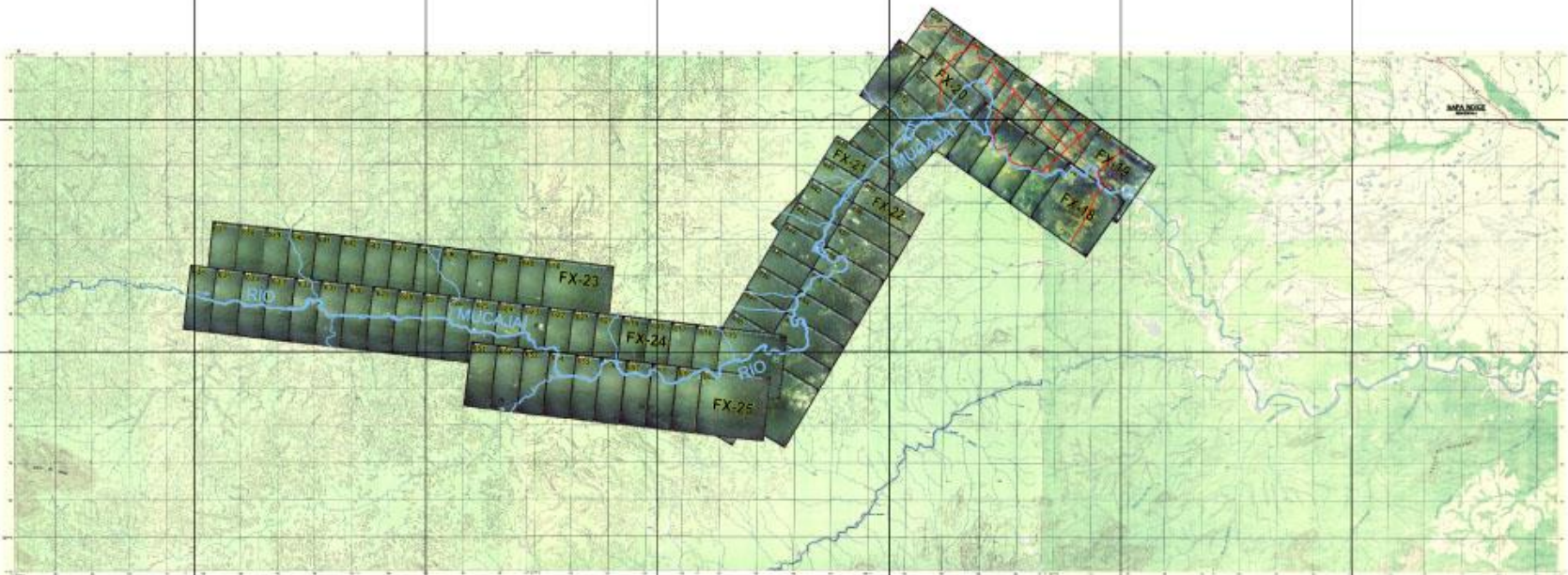
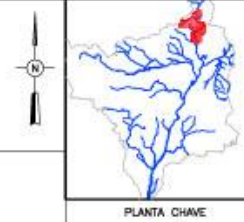
Área de Recobrimento = 2.340 km²



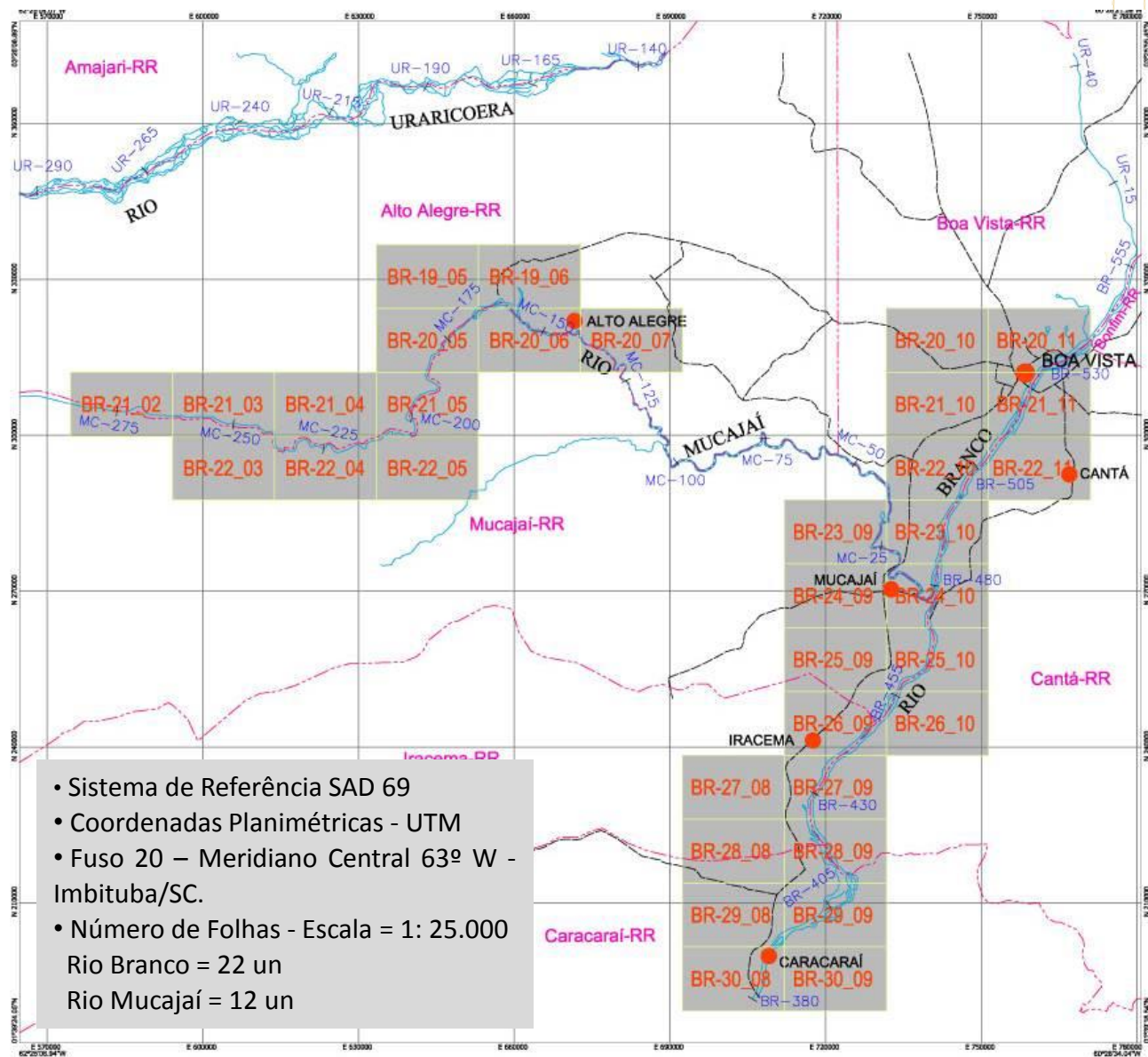
LEVANTAMENTOS E ESTUDOS CARTOGRÁFICOS

Cobertura Aérea 1:30.000 – Rio Mucajaí

Área de Recobrimento = 1.538 km²



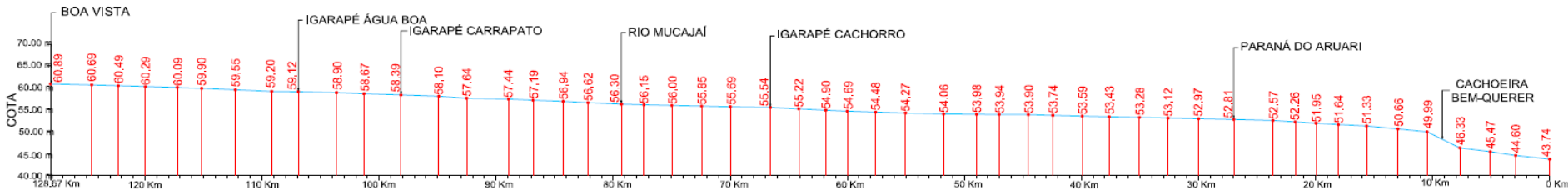
RESTITUIÇÃO AEROFOTOGRAMÉTRICA – Escala 1:10.000



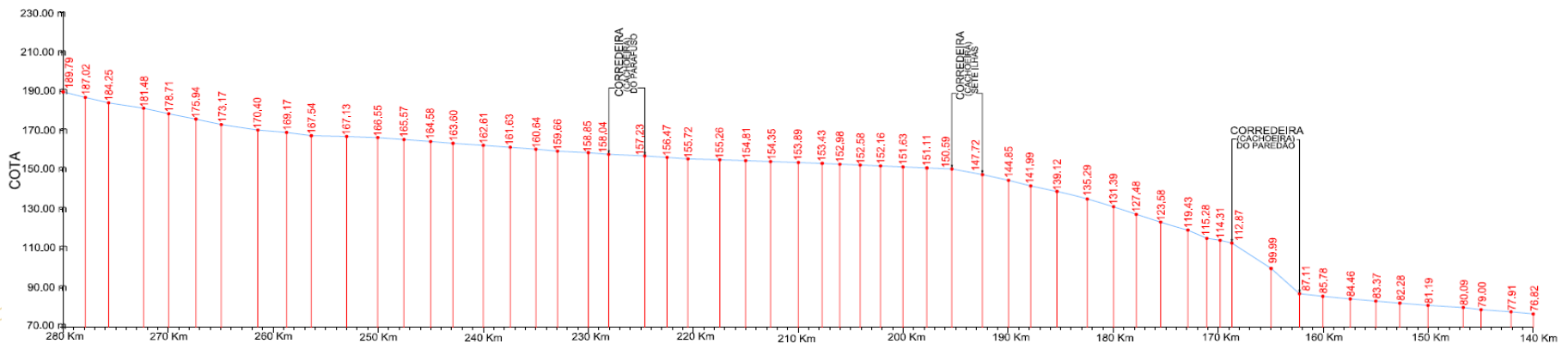
- Sistema de Referência SAD 69
- Coordenadas Planimétricas - UTM
- Fuso 20 – Meridiano Central 63º W - Imbituba/SC.
- Número de Folhas - Escala = 1: 25.000
Rio Branco = 22 un
Rio Mucajaí = 12 un

LEVANTAMENTOS E ESTUDOS TOPOGRAFICOS

Perfis de Linha D'Água



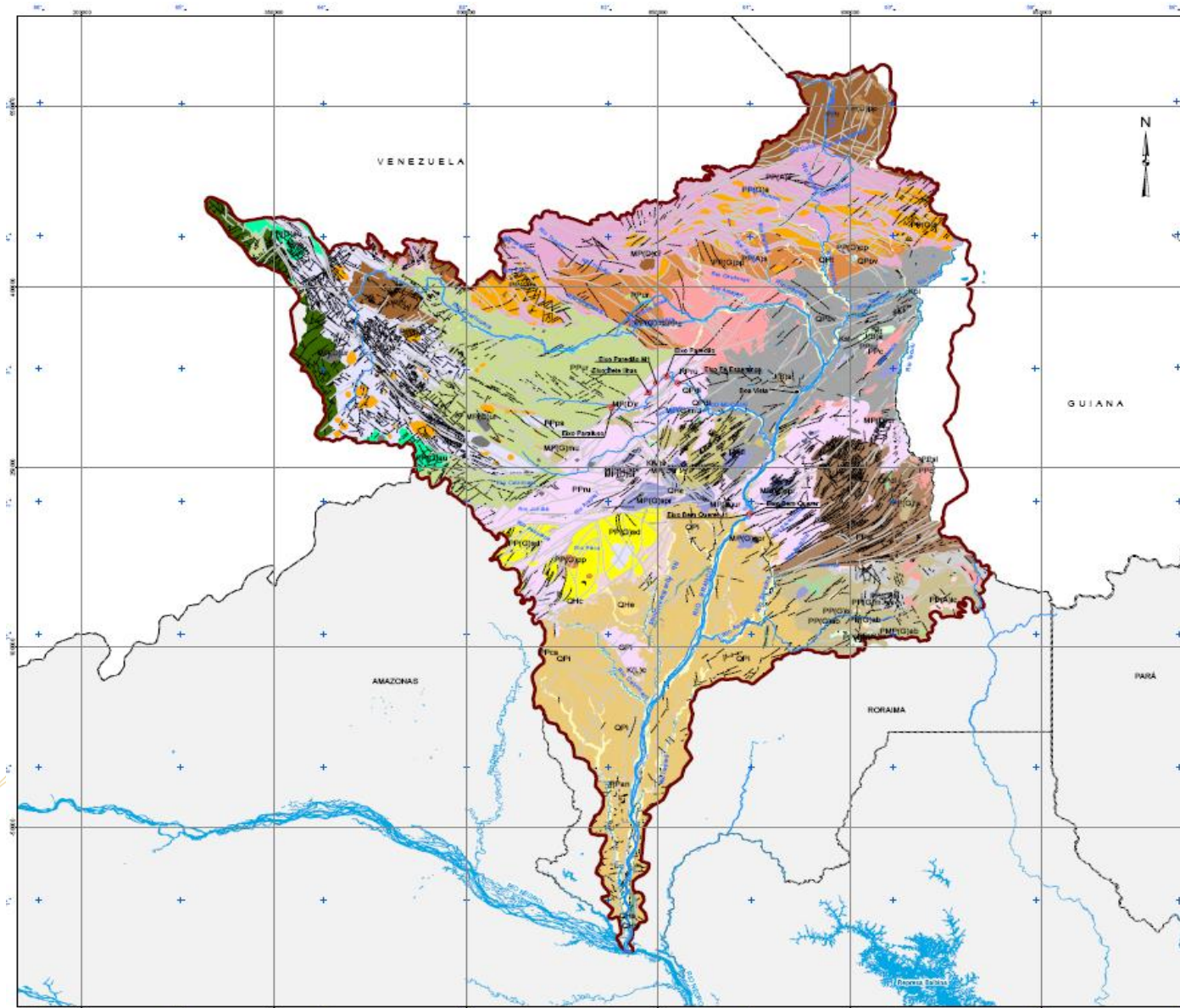
Rio Branco – km 0 a 128,67



Rio Mucajaí – km 140 a 280

Extensão total de levantamento topográfico:
268,67 km

ESTUDOS GEOLÓGICO-GEOTÉCNICOS



Convenções Cartográficas

- Área de Drenagem
- Eixo Hydros
- Eixo Sipot
- Hidrografia Principal
- Massa D' Água
- Limite Internacional
- Limite Estadual
- Capital

Compartimento do Embasamento Cristalino Pré-Cambriano

- Anortosito Repartimento - MP(D)r
- Complexo Anauá - PPan
- Complexo Caulaburi - PPCa
- Complexo Parima - PPpa
- Complexo Rio Urubu - PPru
- Complexo Uruçucara - PPUr
- Gnaisses Serra da Lua - PPsl
- Granodiorito Rio Novo - PP(G)m
- Granodiorito Serra do Demini - PP(G)sd
- Grupo Cauarane - PPCc
- Grupo Inicoumé - PP(A)ic
- Grupo Surumu - PP(A)s
- Suite Intrusiva Abonari - PmP(G)ab
- Suite Intrusiva Água Branca - PP(G)ab
- Suite Intrusiva Apiá - KL(l)a
- Suite Intrusiva Auaris - PP(G)au
- Suite Intrusiva Igarapé Azul - PP(G)ia
- Suite Intrusiva Mápura - PP(G)m
- Suite Intrusiva Mucajai - MP(G)mu
- Suite Intrusiva Pedra Pintada - PP(G)pp
- Suite Intrusiva Pedra Preta - PP(D)pp
- Suite Intrusiva Saracura - PP(G)s
- Suite Intrusiva Serra da Prata - MP(G)Spr
- Suite Intrusiva Surucucu - MP(G)su
- Suite Intrusiva Urucaá-MP(D)ur
- Supergrupo Roraima-PPr

Compartimento da Bacia Sedimentar Mesozóica

- Formação Serra do Tucano - Kst
- Formação Apoteri - J(B)a
- Formação Pirara - Kpi
- Sienito Catrimani - K(L)c

Compartimento da Bacia Sedimentar Terciária

- Formação Boa Vista - QPbv
- Formação Içá - QPi

Compartimento das Rochas Sedimentares Semiconsolidadas e Depósitos Recentes

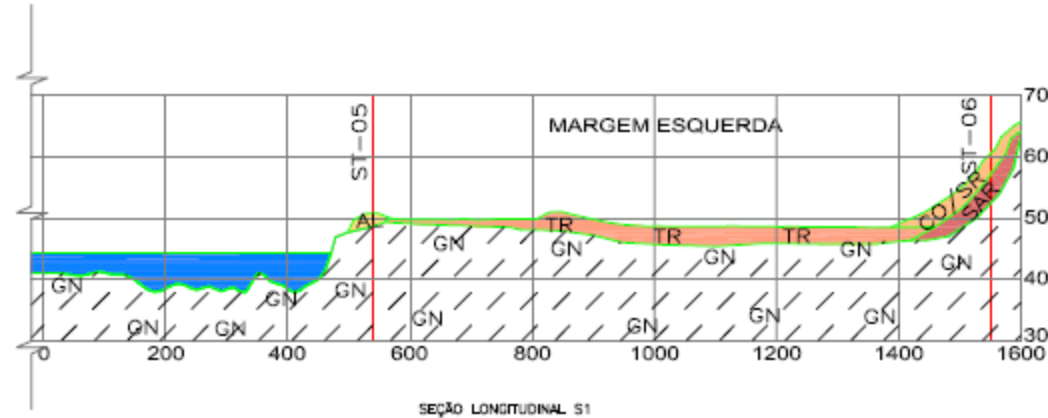
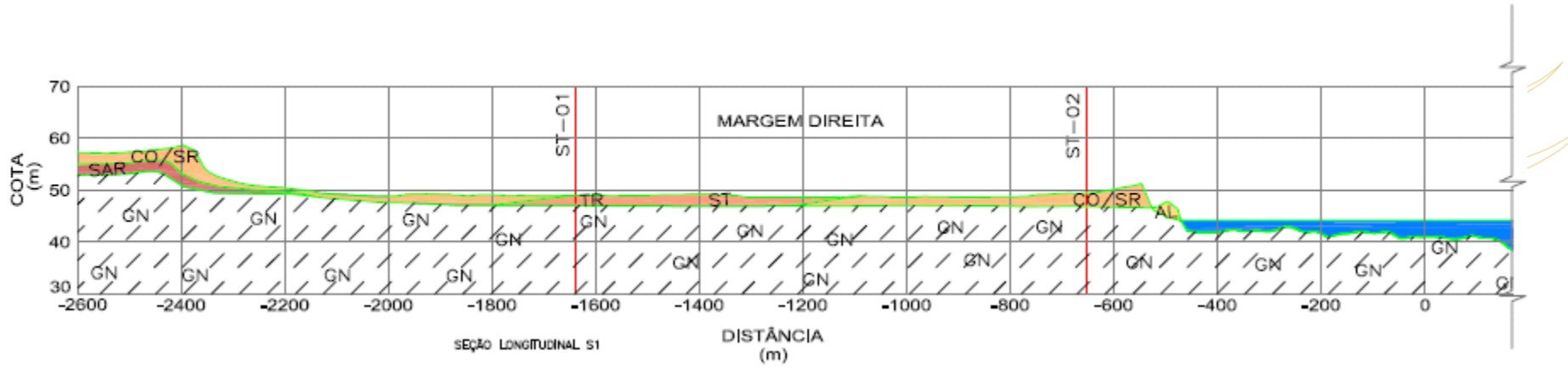
- Aluviões Holocénicos - QHa
- Cobertura Detrito-Laterítica Neogénica - TNdl
- Cobertura Detrito-Laterítica Pleistocénica - QPl
- Coberturas Eólicas Holocénicas - QHe
- Colúviões Holocénicos - QHc
- Terrações Holocénicos-QHT

— Fratura
— Falha

Compartimentação Geológica da Bacia



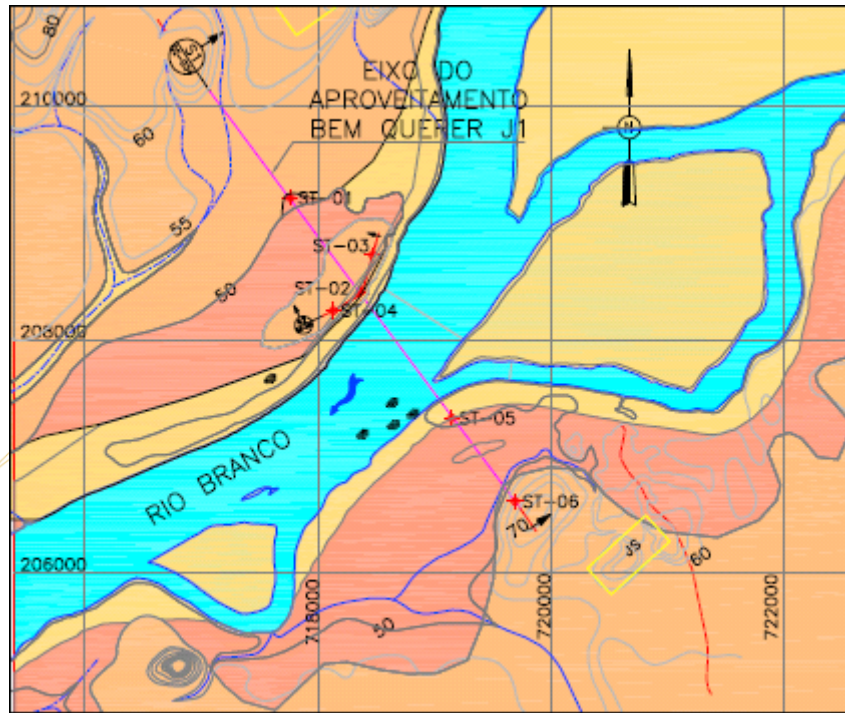
AHE Bem Querer J1 – Geologia-Geotecnia Local



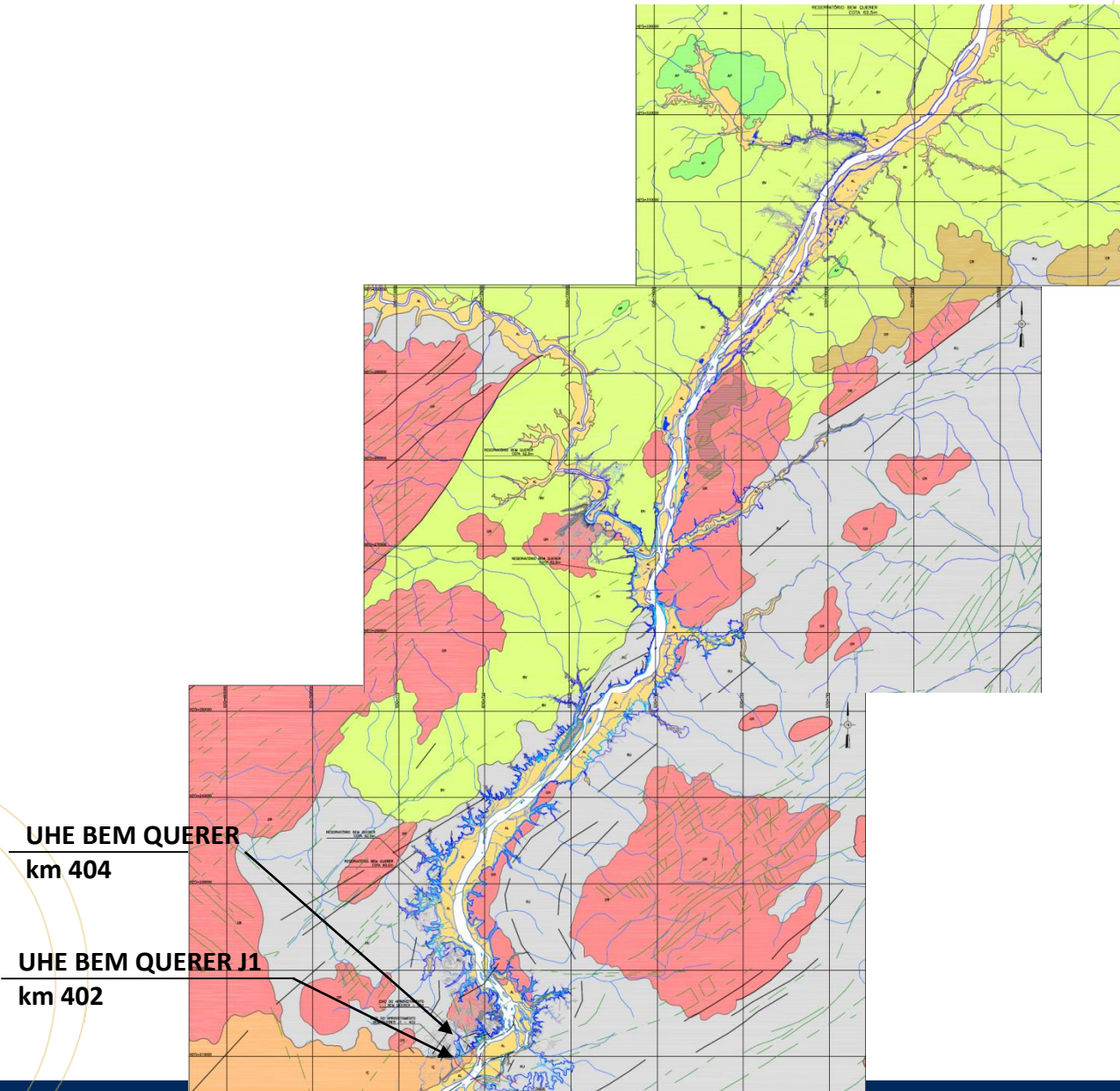
LEGENDA:

AL	- ALUIÇÃO (PREDOMÍNIO DE ARGILA E AREIA FINA)	JS	- JAZIDA DE SOLO
CO/SR	- COLÓVIO/SOLO RESIDUAL	ST-00	- SONDAGEM A TRADO
TR	- SEDIMENTO TERCIÁRIO (PREDOMÍNIO DE ARGILA)		
SAR	- SOLO DE ALTERAÇÃO DE ROCHA		
GN	- ROCHA/GNAISSE		

Mapa Geológico-Geotécnico Local, Sondagens e Seções



AHE Bem Querer J1 – Mapa Geológico do Reservatório

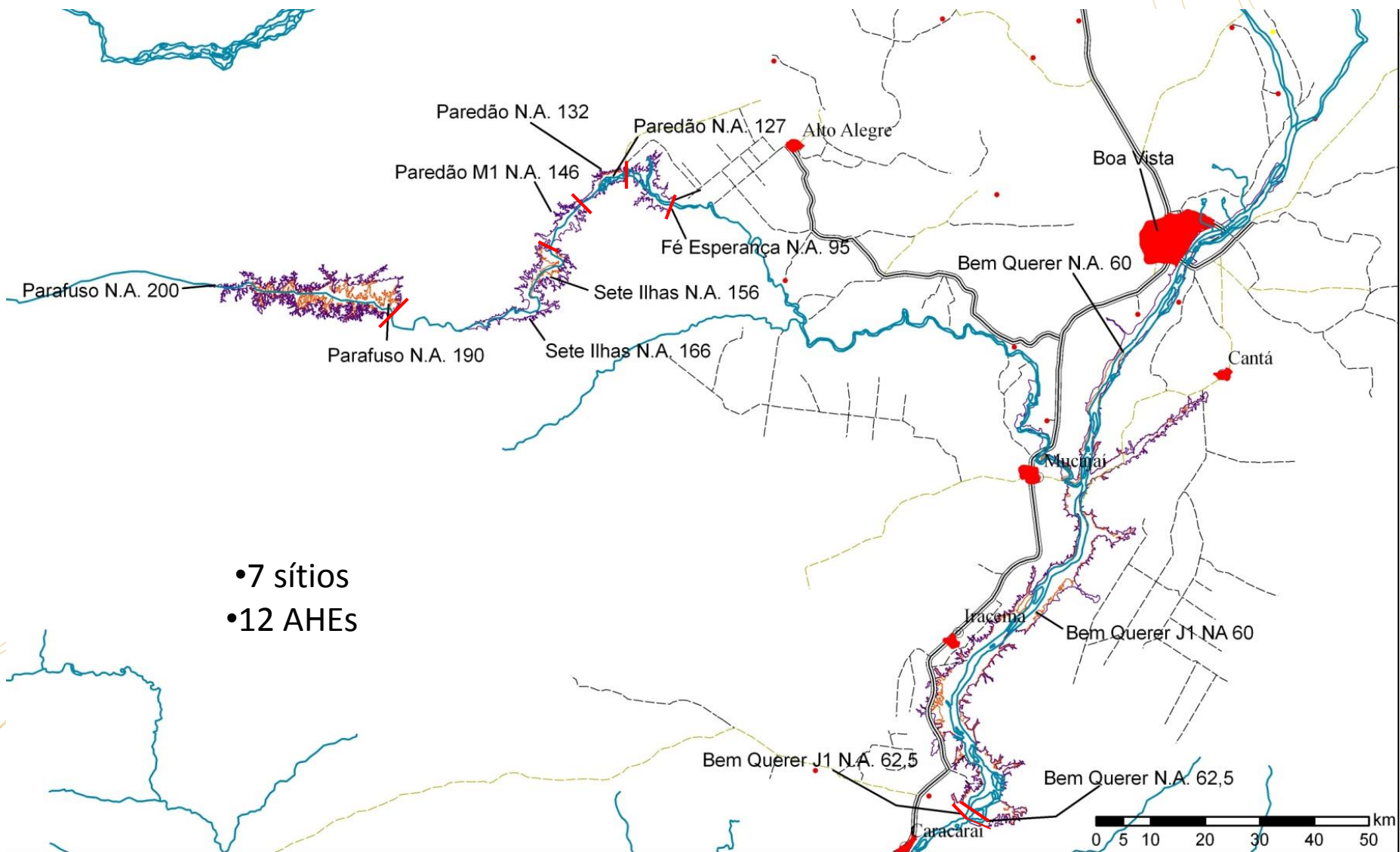


UHE BEM QUERER
km 404

UHE BEM QUERER J1
km 402

ESTUDOS PRELIMINARES DE ALTERNATIVAS

ESTUDOS PRELIMINARES DE ALTERNATIVAS LOCALIZAÇÃO DOS APROVEITAMENTOS



ESTUDOS PRELIMINARES
ALTERNATIVAS DE DIVISÃO DE QUEDA

> Alternativas concebidas com UHE Bem Querer:

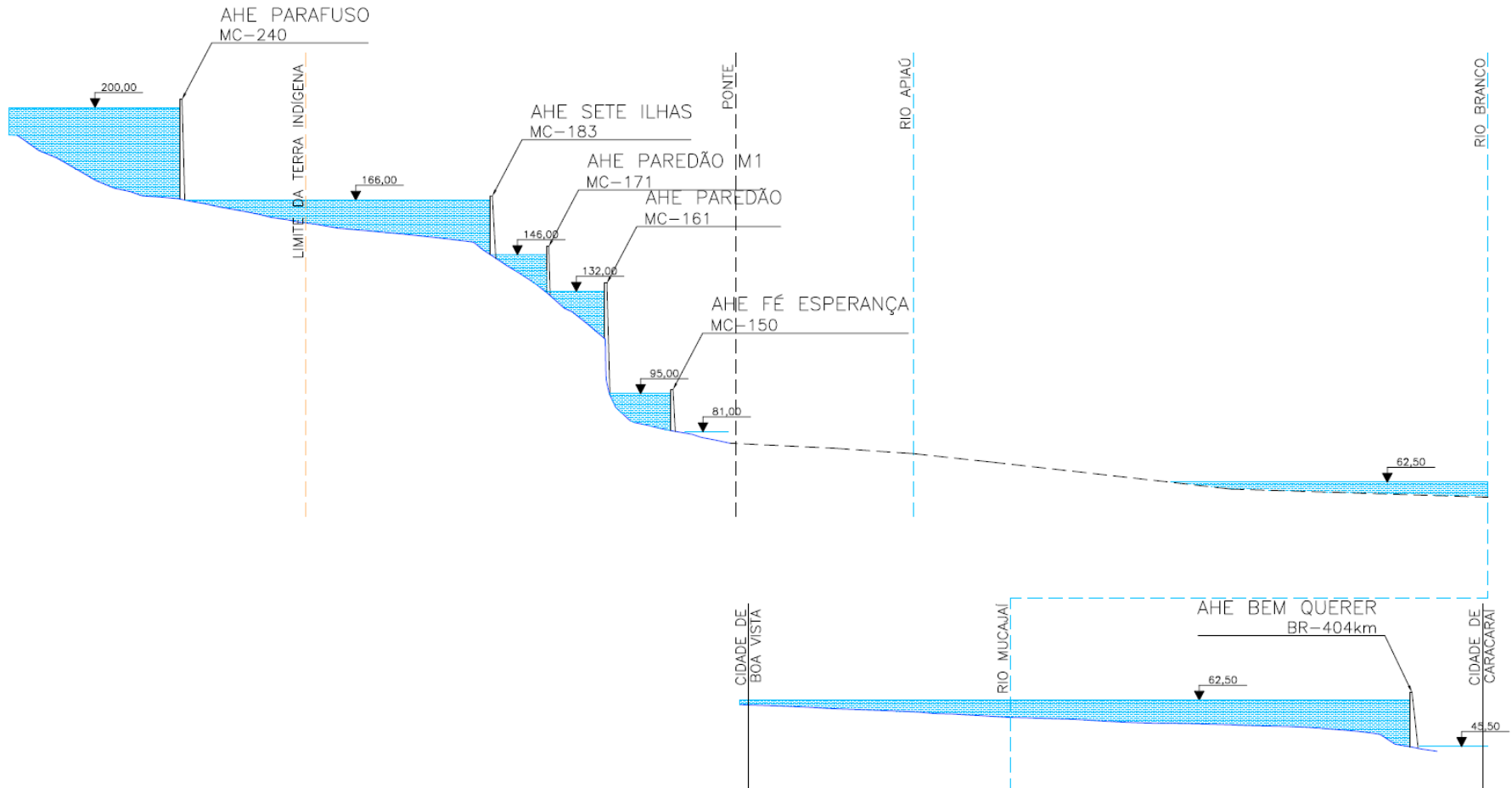
BR-R1 Sítio Bem Querer	APROVEITAMENTO	RIO	COTA	Quantidade de alternativas
	Bem Querer A e B	Branco	62,5 e 60 m	20
	Parafuso A e B	Mucajaí	200 e 190 m	
	Sete Ilhas A e B	Mucajaí	166 e 156 m	
	Paredão M1	Mucajaí	146m	
	Paredão A e B	Mucajaí	132 e 127 m	
	Fe Esperança	Mucajaí	95 m	

> Alternativas concebidas com UHE Bem Querer J1:

BR-R2 Sítio Bem Querer J1	APROVEITAMENTO	RIO	COTA	Quantidade de alternativas
	Bem Querer J1 A e B	Branco	62,5 e 60 m	20
	Parafuso A e B	Mucajaí	200 e 190 m	
	Sete Ilhas A e B	Mucajaí	166 e 156 m	
	Paredão M1	Mucajaí	146m	
	Paredão A e B	Mucajaí	132 e 127 m	
	Fe Esperança	Mucajaí	95 m	

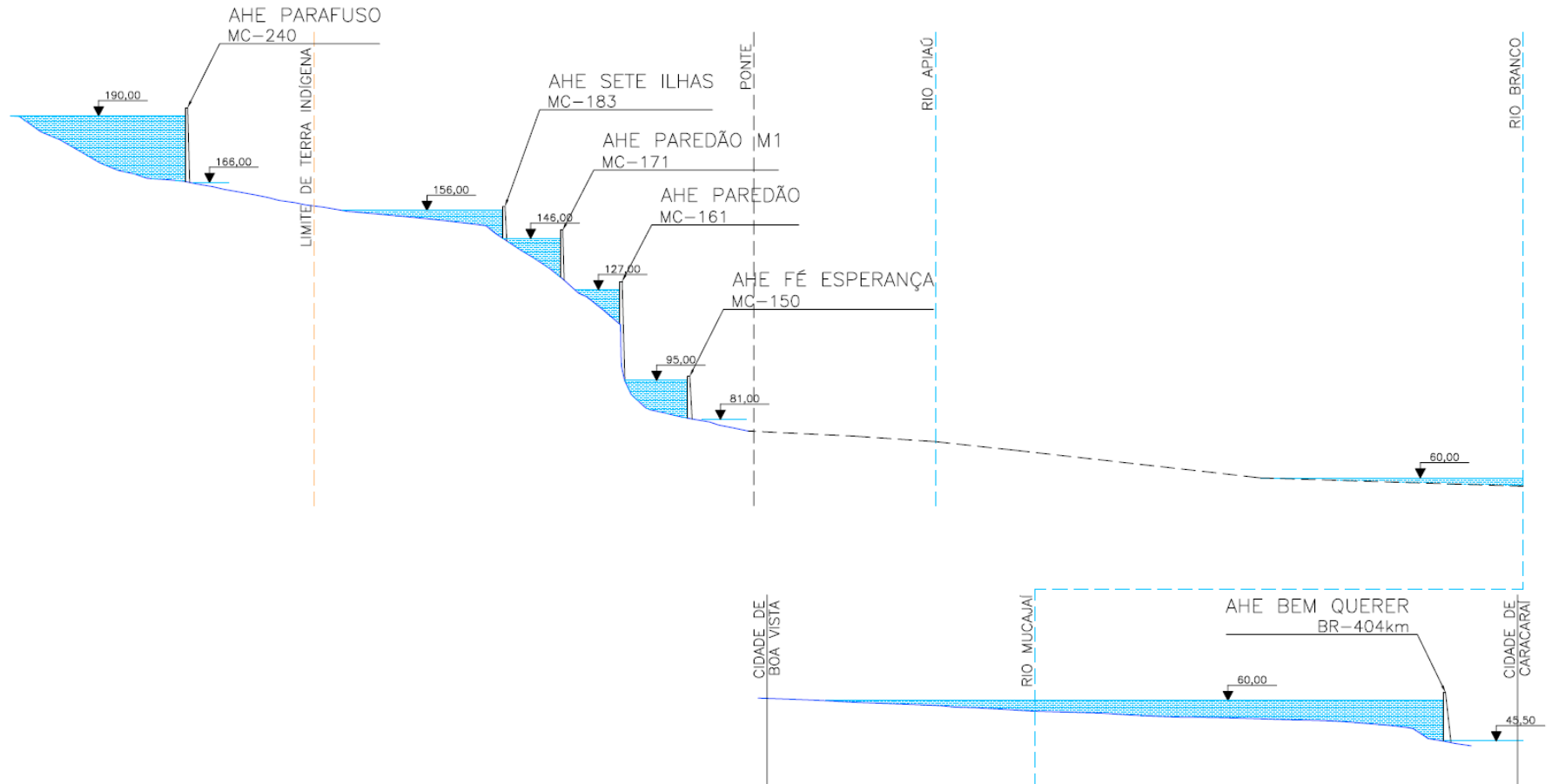
ESTUDOS PRELIMINARES

Esquema de Partição de Queda – Alternativa BR-R1D1 (BR1AMCAAA)



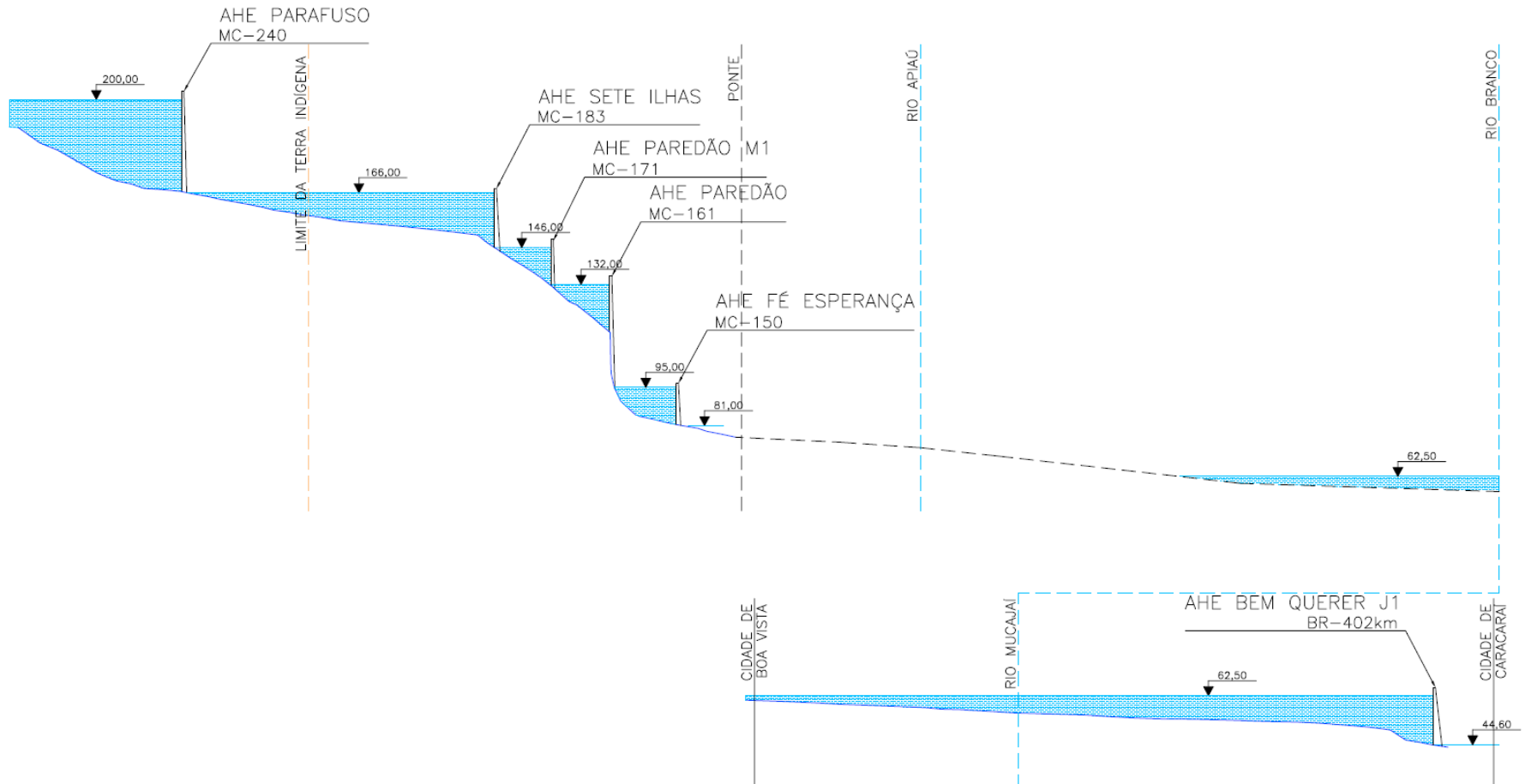
ESTUDOS PRELIMINARES

Esquema de Partição de Queda – Alternativa BR-R1D10 (BR1BMCBBB)



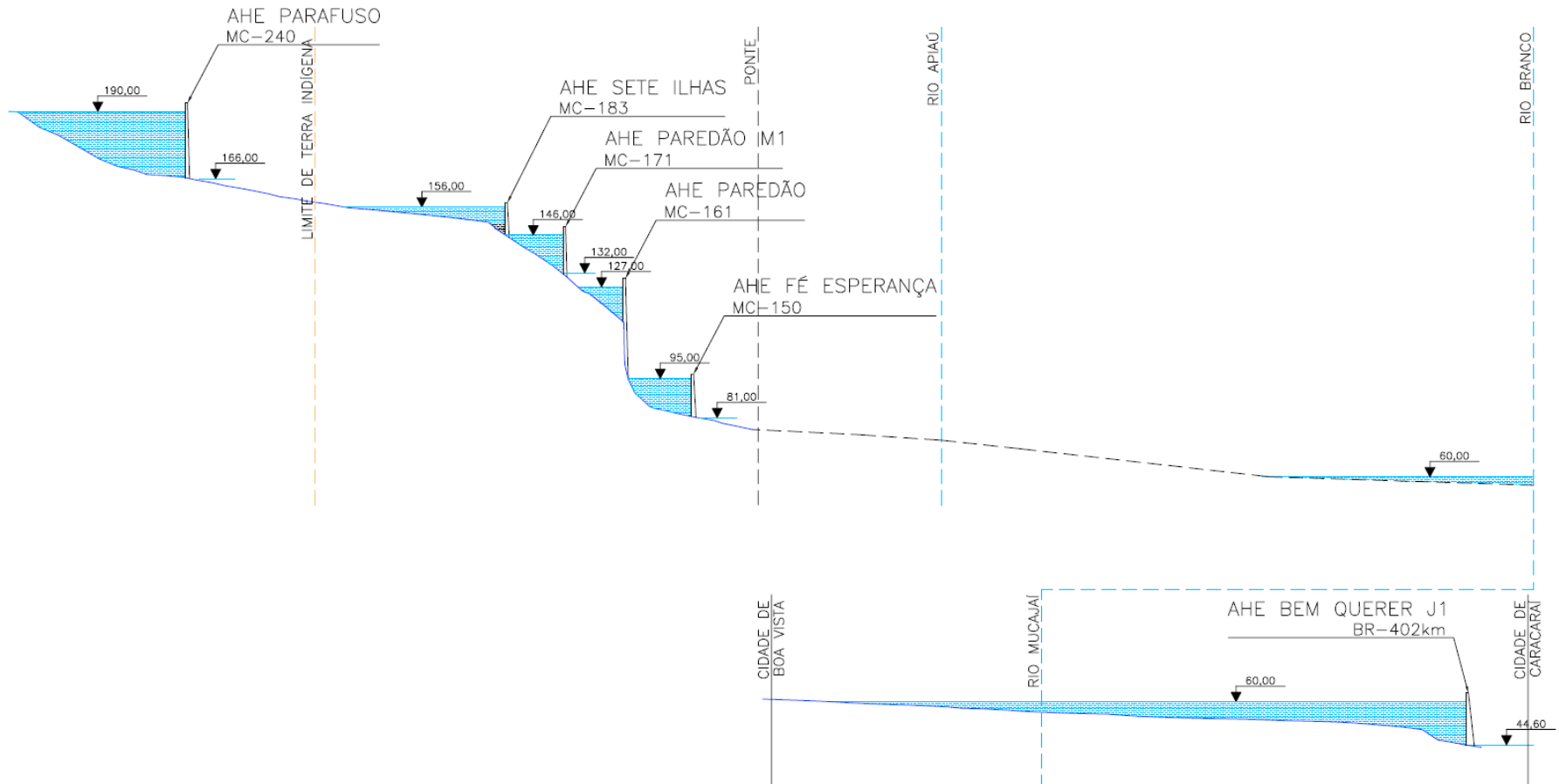
ESTUDOS PRELIMINARES

Esquema de Partição de Queda – Alternativa BR-R2D1 (BR2AMCAAA)



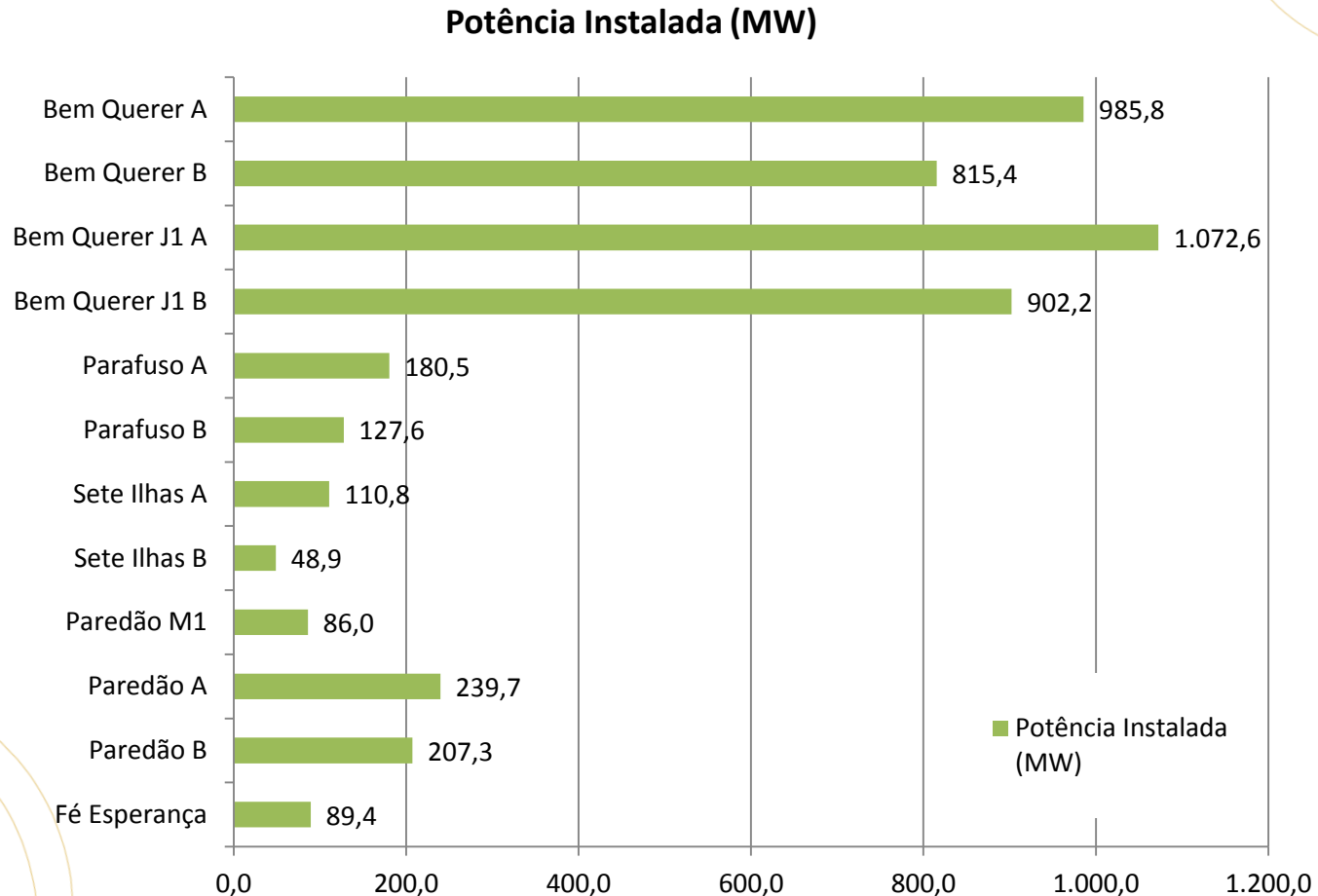
ESTUDOS PRELIMINARES

Esquema de Partição de Queda – Alternativa BR-R2D10 (BR2BMCBBB)



ESTUDOS ENERGÉTICOS E ORÇAMENTOS OPE

Potência Instalada por aproveitamento



Características dos aproveitamentos estudados

Aproveitamento	NA montante (m)	Potência Instalada (MW)	Queda Bruta (m)	Tipo de Turbina	Nº de Turbinas	Área do reservatório (km ²)	área/potência (km ² /MW)	Volume do reservatório (10 ⁶ m ³)
Bem Querer A	62,5	985,79	14,44	Bulbo	15	544,9	0,55	2.411,3
Bem Querer B	60	815,36	11,94	Bulbo	15	356,9	0,44	1.292,3
Bem Querer J1 A	62,5	1.072,58	15,71	Bulbo	15	559,1	0,52	2.530,2
Bem Querer J1 B	60	902,17	13,21	Bulbo	15	369,6	0,41	1.377,5
Parafuso A	200	180,5	34	Kaplan	2	104,1	0,58	1.204,8
Parafuso B	190	127,55	24	Kaplan	2	51,4	0,40	446,1
Sete Ilhas A	166	110,8	17,9	Kaplan	2	61	0,55	424,3
Sete Ilhas B	156	48,94	7,9	Kaplan	3	15,3	0,31	53,5
Paredão M1	146	85,95	13,56	Kaplan	2	23,6	0,27	94,4
Paredão A	132	239,7	37	Kaplan	2	16,7	0,07	105,8
Paredão B	127	207,34	32	Kaplan	2	8,8	0,04	38,7
Fé Esperança	95	89,37	14	Kaplan	2	25,2	0,28	141,2

ESTUDOS PRELIMINARES

ESTIMATIVAS DE CUSTOS DOS APROVEITAMENTOS

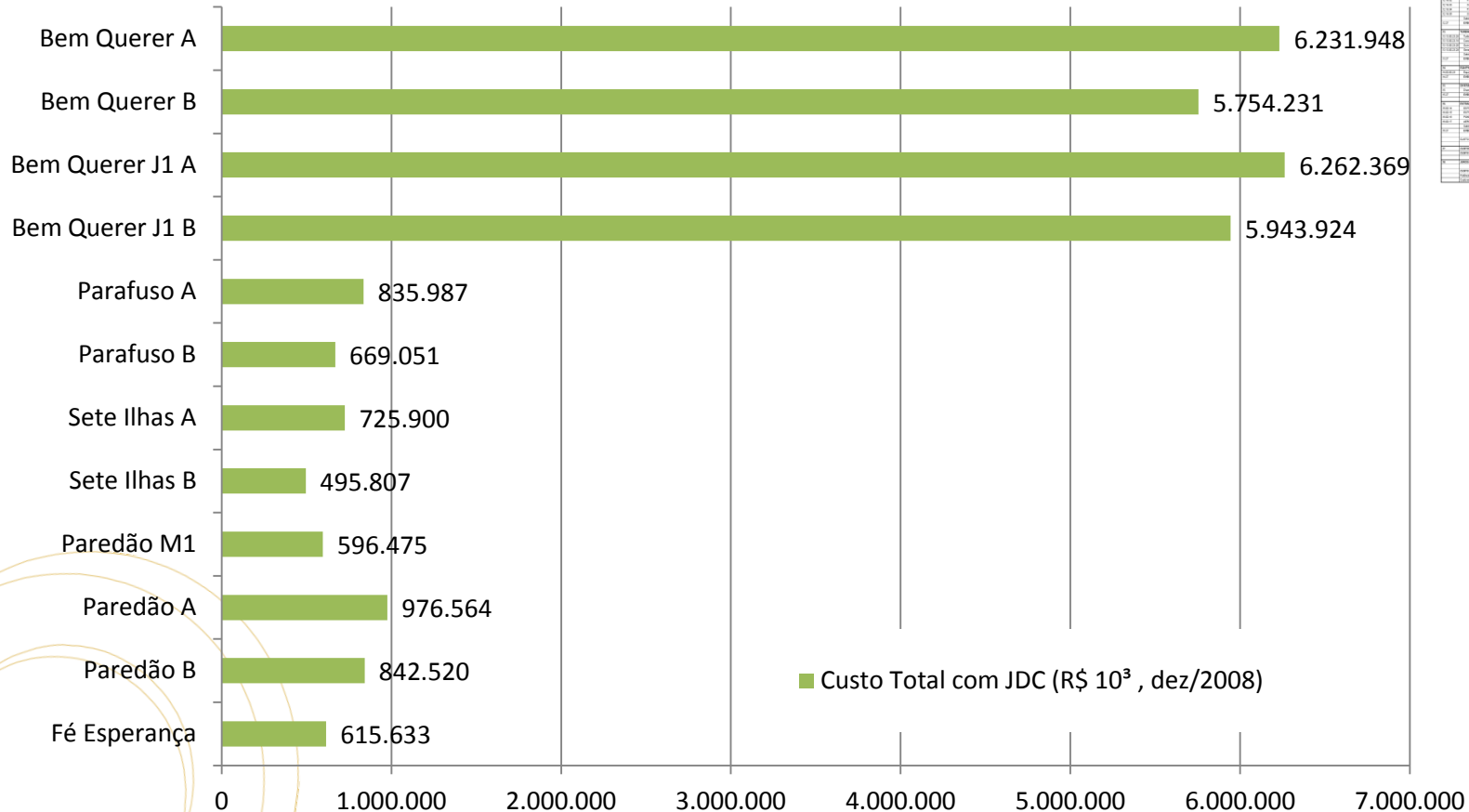
ORÇAMENTO PADRÃO ELETROBRÁS (OPE)

Data Ref.: Dezembro/2008

Conta	Discriminação	Bem Querer A	Bem Querer B	Bem Querer J1 A	Bem Querer J1 B	Parafuso A	Parafuso B	Sete Ilhas A	Sete Ilhas B	Paredão M1	Paredão A	Paredão B	Fé Esperança
10	Terrenos, Relocações e Outras Ações Sócio-Ambientais	108.068	75.805	102.301	86.121	19.569	14.504	20.900	6.750	7.084	14.867	12.674	19.281
11	Estruturas e Outras Benefeitorias	568.730	526.439	588.799	548.760	63.898	55.579	57.357	40.360	52.509	80.438	75.848	54.674
12	Barragens e Adutoras	976.369	966.095	848.276	946.108	164.475	119.208	160.889	119.470	120.466	218.162	164.075	135.820
13	Turbinas e Geradores	1.511.498	1.363.718	1.612.120	1.440.139	160.710	133.455	132.986	87.724	117.933	205.497	190.848	122.540
14	Equipamento Elétrico Acessório	326.484	294.563	348.218	311.070	34.713	28.826	28.725	18.948	25.474	44.387	41.223	26.469
15	Diversos Equipamentos da Usina	181.380	163.646	193.454	172.817	19.285	16.015	15.958	10.527	14.152	24.660	22.902	14.705
16	Estradas de Rodagem, de Ferro e Pontes	9.655	9.655	6.988	6.988	56.235	47.683	33.742	23.962	32.606	18.129	15.370	8.627
17	Custos Indiretos	1.472.873	1.359.969	1.480.063	1.404.801	207.554	166.108	180.223	123.096	148.090	242.456	209.176	152.846
18	Juros durante a Construção	1.076.891	994.341	1.082.148	1.027.120	109.547	87.672	95.121	64.970	78.162	127.968	110.403	80.672
	Custo Total com JDC	6.231.948	5.754.231	6.262.369	5.943.924	835.987	669.051	725.900	495.807	596.475	976.564	842.520	615.633
	Potência Instalada (kW)	985.790	815.360	1.072.580	902.170	180.500	127.550	110.800	48.940	85.950	239.700	207.340	89.370
	Custo em R\$ /kW	6.322	7.057	5.839	6.588	4.631	5.245	6.551	10.131	6.940	4.074	4.063	6.888

ESTUDOS PRELIMINARES

Custos dos aproveitamentos com juros durante a construção



Projeto	Localização	Custo Total com JDC (R\$ 10 ³ , dez/2008)
Bem Querer A	...	6.231.948
Bem Querer B	...	5.754.231
Bem Querer J1 A	...	6.262.369
Bem Querer J1 B	...	5.943.924
Parafuso A	...	835.987
Parafuso B	...	669.051
Sete Ilhas A	...	725.900
Sete Ilhas B	...	495.807
Paredão M1	...	596.475
Paredão A	...	976.564
Paredão B	...	842.520
Fé Esperança	...	615.633

Índice custo-benefício energético dos aproveitamentos

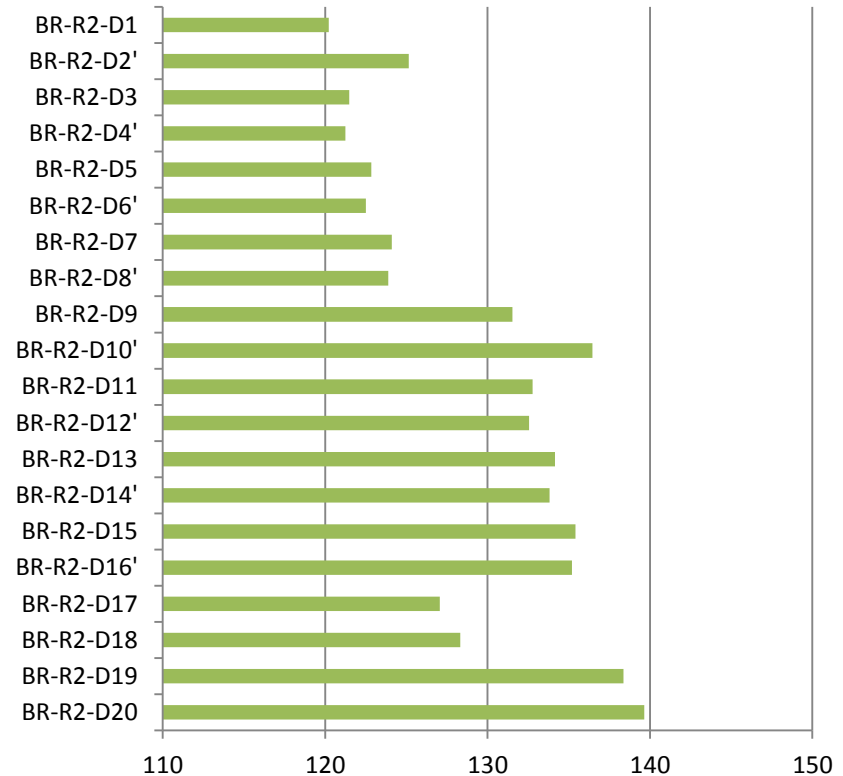
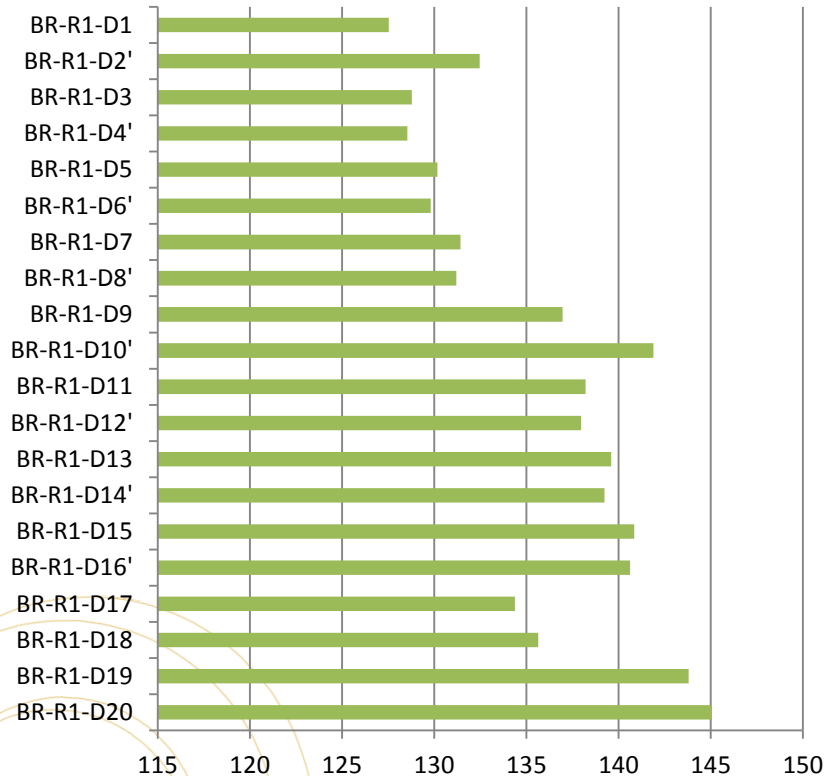
Aproveitamento	ICBi médio (R\$/MWh)*	ICBi máximo (R\$/MWh)*	ICBi mínimo (R\$/MWh)*
Bem Querer A	133,99	134	133,97
Bem Querer B	149,52	149,54	149,49
Bem Querer J1 A	123,82	123,83	123,81
Bem Querer J1 B	139,63	139,64	139,61
Parafuso A	100,27	100,29	100,25
Parafuso B	113,51	113,52	113,49
Sete Ilhas A	141,32	141,45	141,14
Sete Ilhas B	217,77	217,91	217,63
Paredão M1	149,87	150,1	149,62
Paredão A	88,04	88,04	88,04
Paredão B	87,97	87,97	87,97
Fé Esperança	148,43	148,66	148,15

ICBi > CUR (158,14 R\$/MWh, ref. dez/2008) :
eliminado por não ser competitivo

 Eliminado

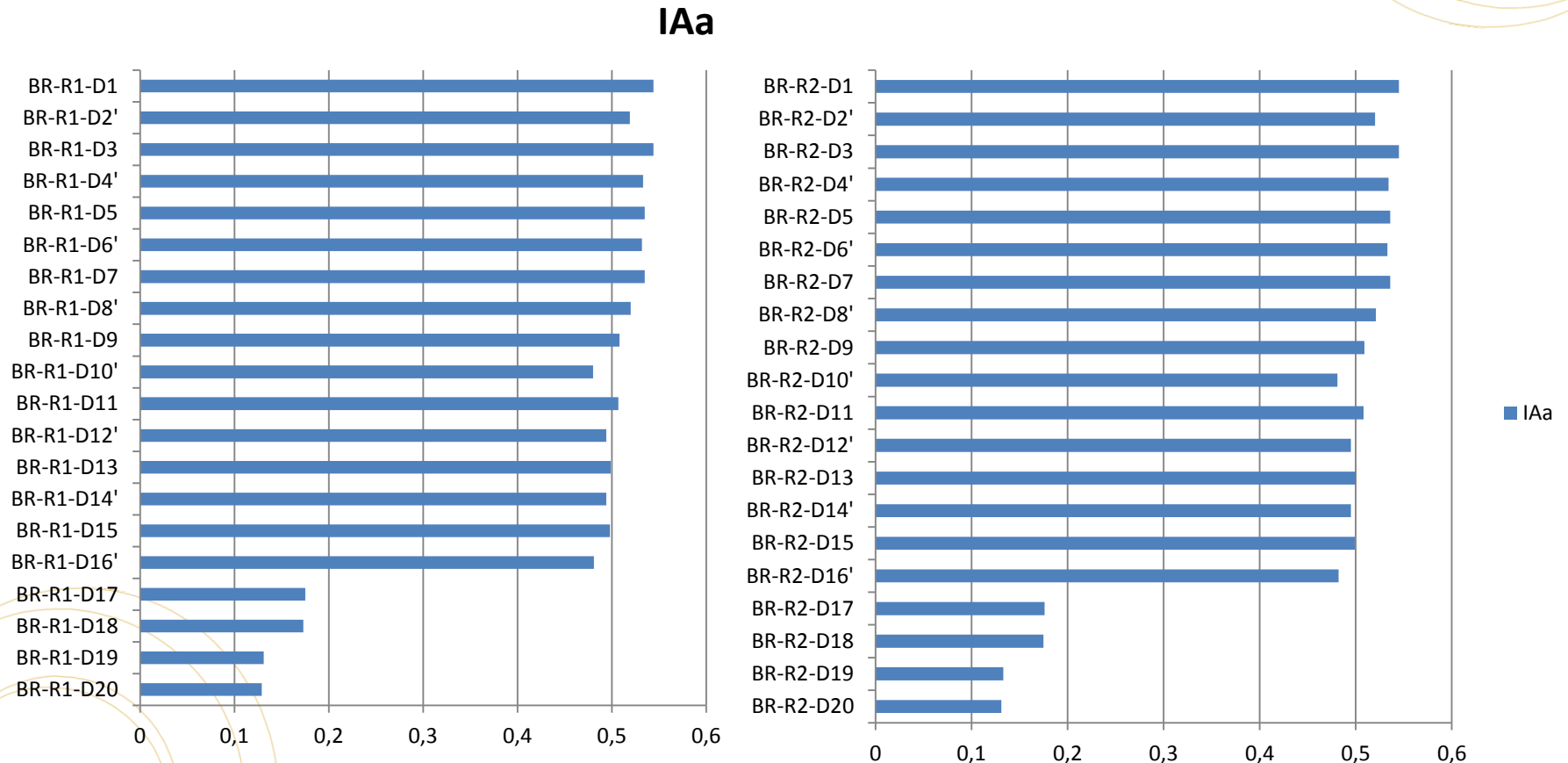
Índice custo-benefício das alternativas otimizadas*

ICBa



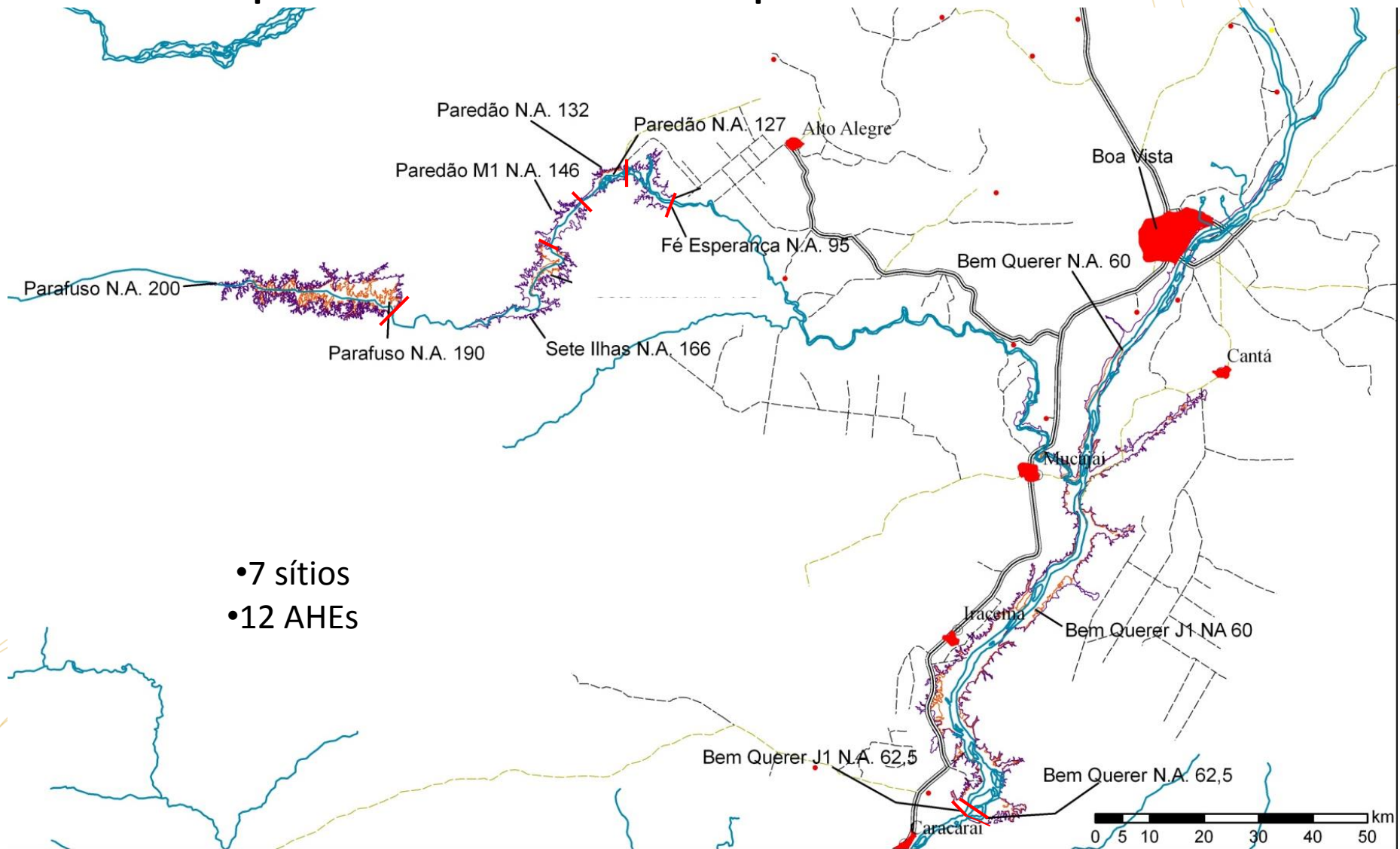
* Com exclusão de AHEs com ICBi>CUR

Avaliação dos impactos socioambientais por alternativa (otimizadas*)



* Com exclusão de AHEs com ICBi>CUR

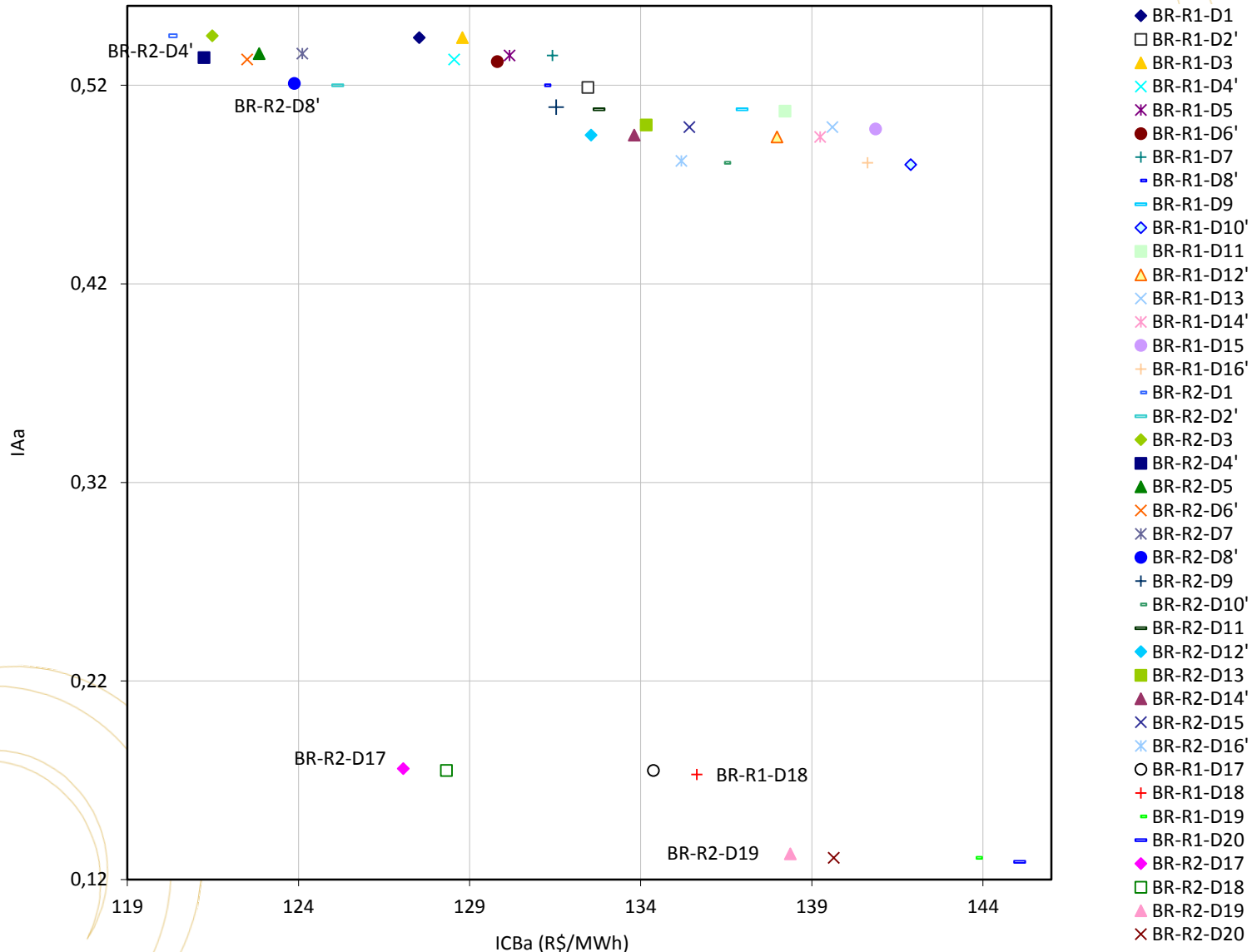
Aproveitamentos Seleccionados para Estudos Preliminares



- 7 sítios
- 12 AHEs

COMPARAÇÃO E SELEÇÃO DE ALTERNATIVAS DE PARTIÇÃO DE QUEDA

Alternativas selecionadas para Estudos Finais

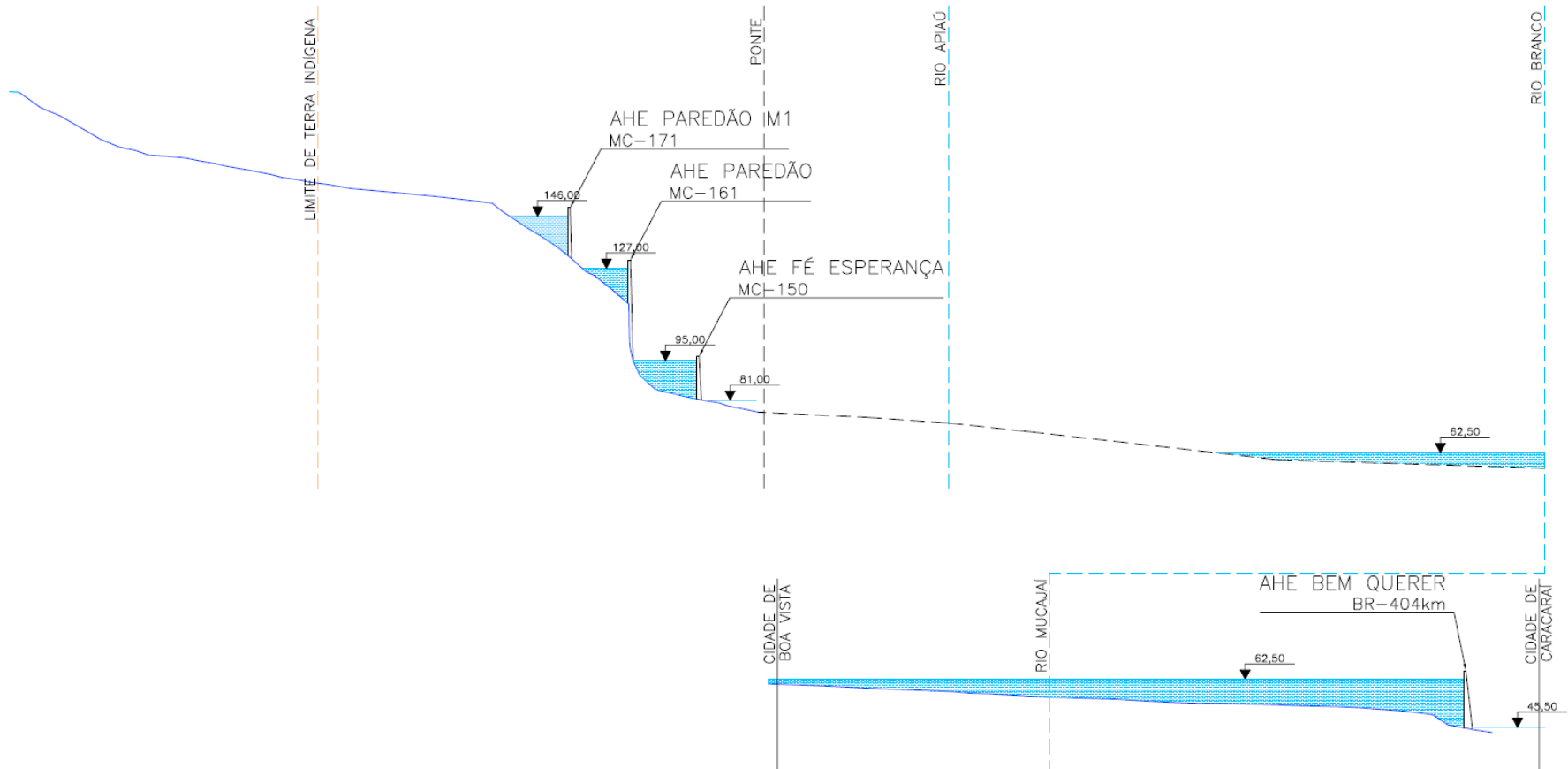


Alternativas selecionadas para Estudos Finais

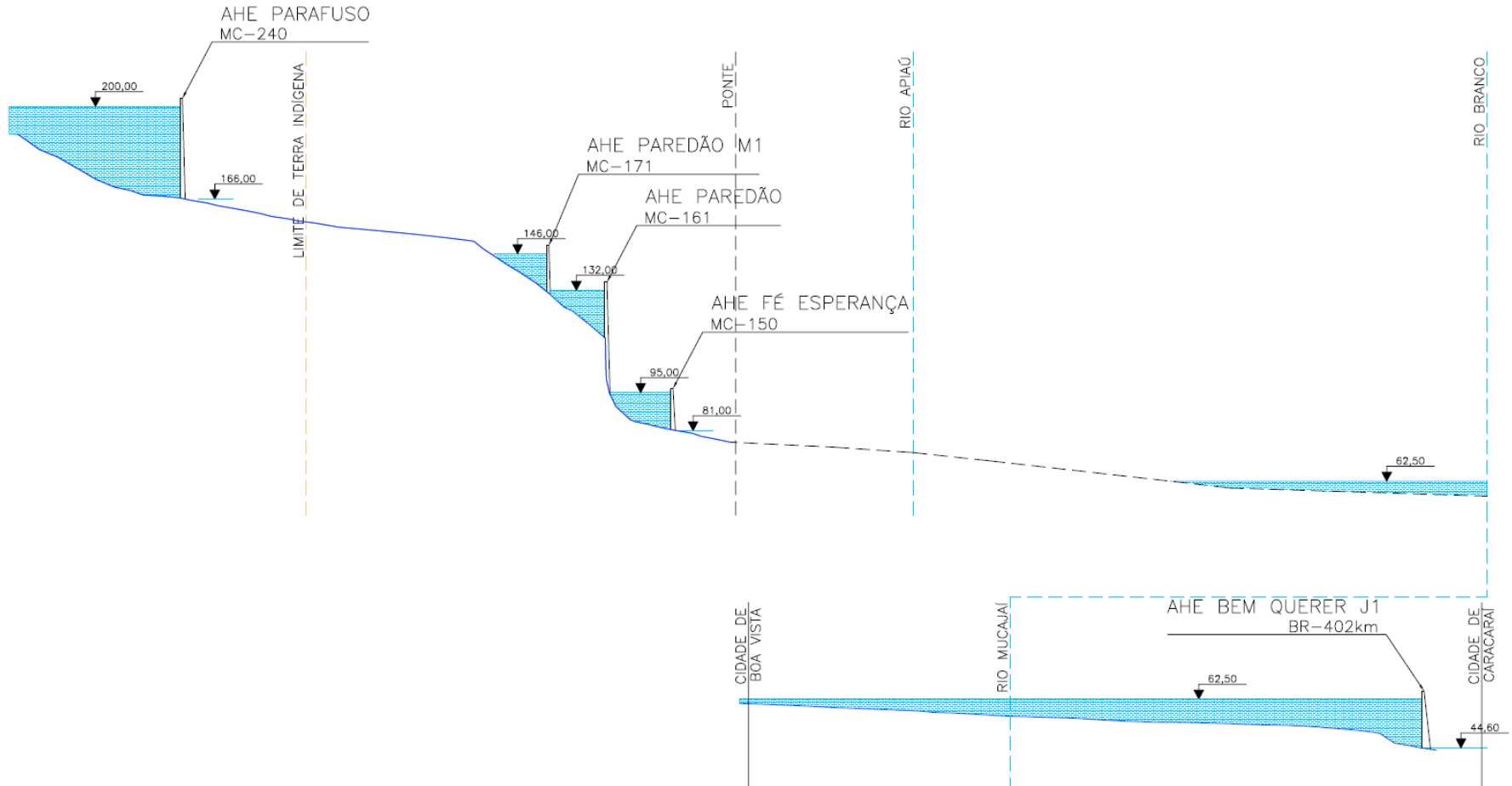
BR-R1D18		BR-R2D4'		BR-R2D8'		BR-R2D17		BR-R2D19	
APROVEITAMENTO	NA	APROVEITAMENTO	NA	APROVEITAMENTO	NA	APROVEITAMENTO	NA	APROVEITAMENTO	NA
Bem Querer A	62,5m	Bem Querer J1 A	62,5m	Bem Querer J1 A	62,5m	Bem Querer J1 A	62,5m	Bem Querer J1 B	60,0m
Paredão M1	146 m	Parafuso A	200m	Parafuso B	190m	Paredão M1	146 m	Paredão M1	146 m
Paredão B	127m	Paredão M1	146 m	Paredão M1	146 m	Paredão A	132m	Paredão A	132m
Fé Esperança	95m	Paredão A	132m	Paredão A	132m	Fé Esperança	95m	Fé Esperança	95m
		Fé Esperança	95m	Fé Esperança	95m				

ESTUDOS FINAIS DE ALTERNATIVAS

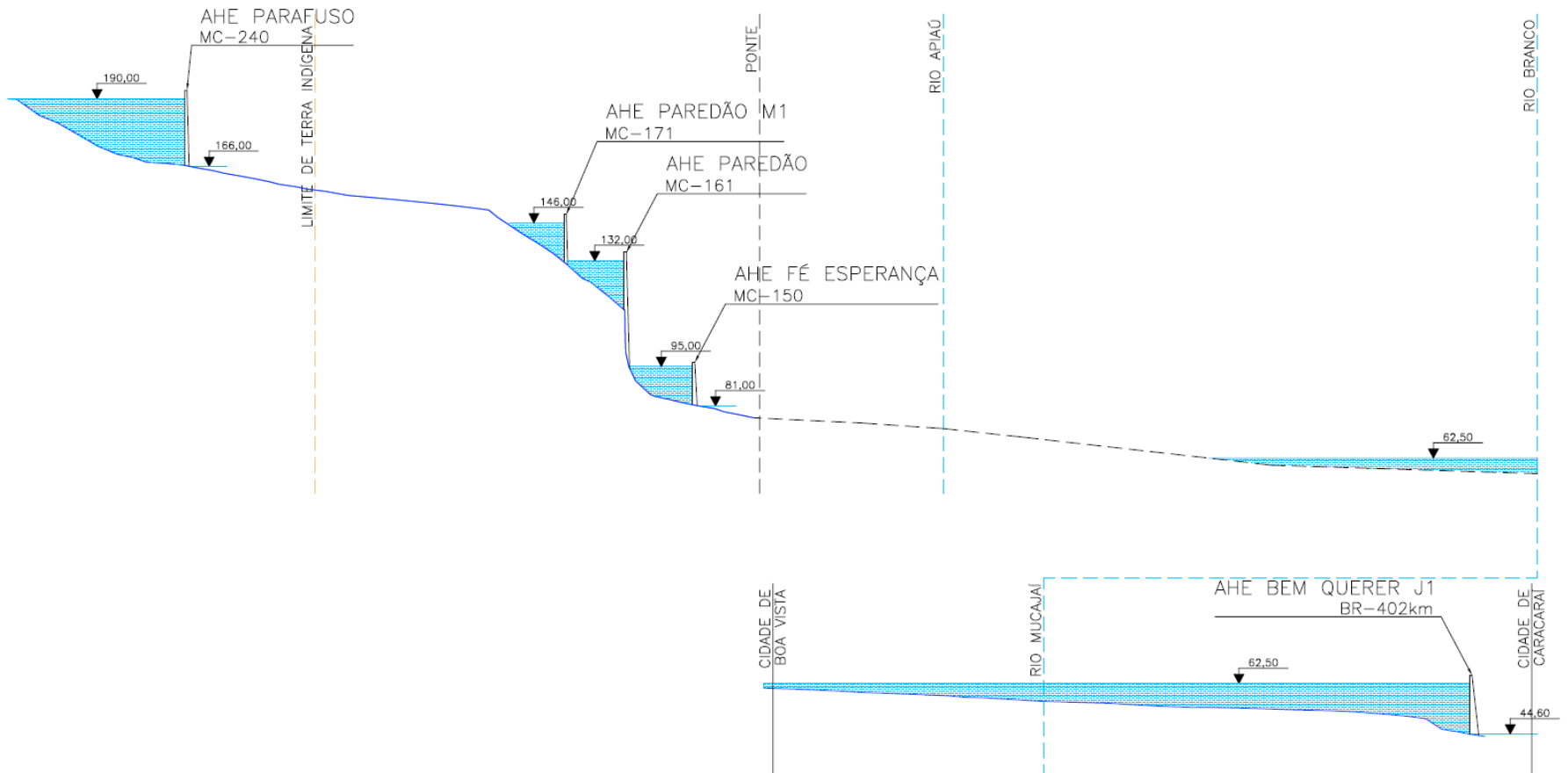
Esquema de Partição de Queda – Alternativa BR-R1D18



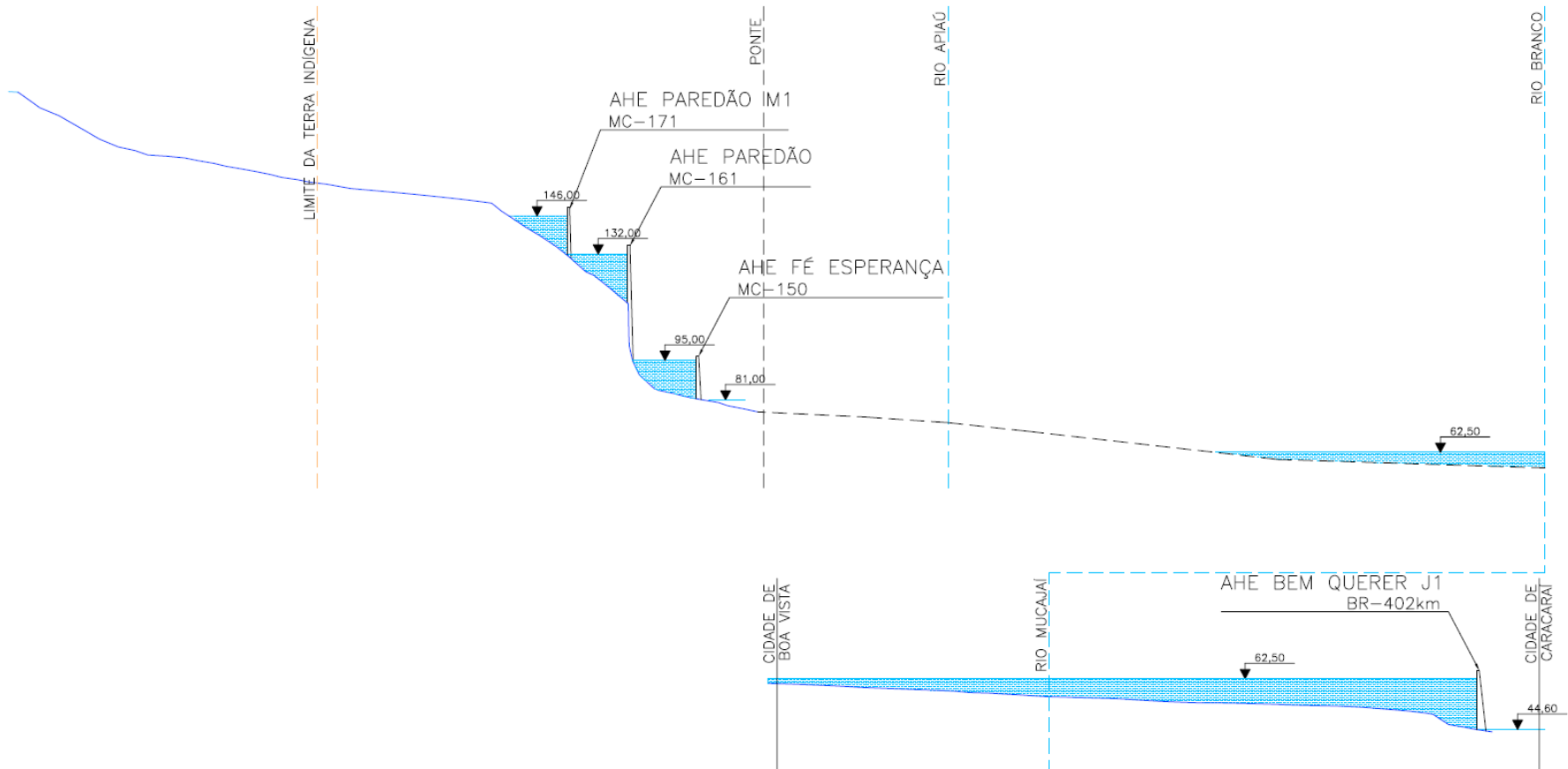
Esquema de Partição de Queda – Alternativa BR-R2D4'



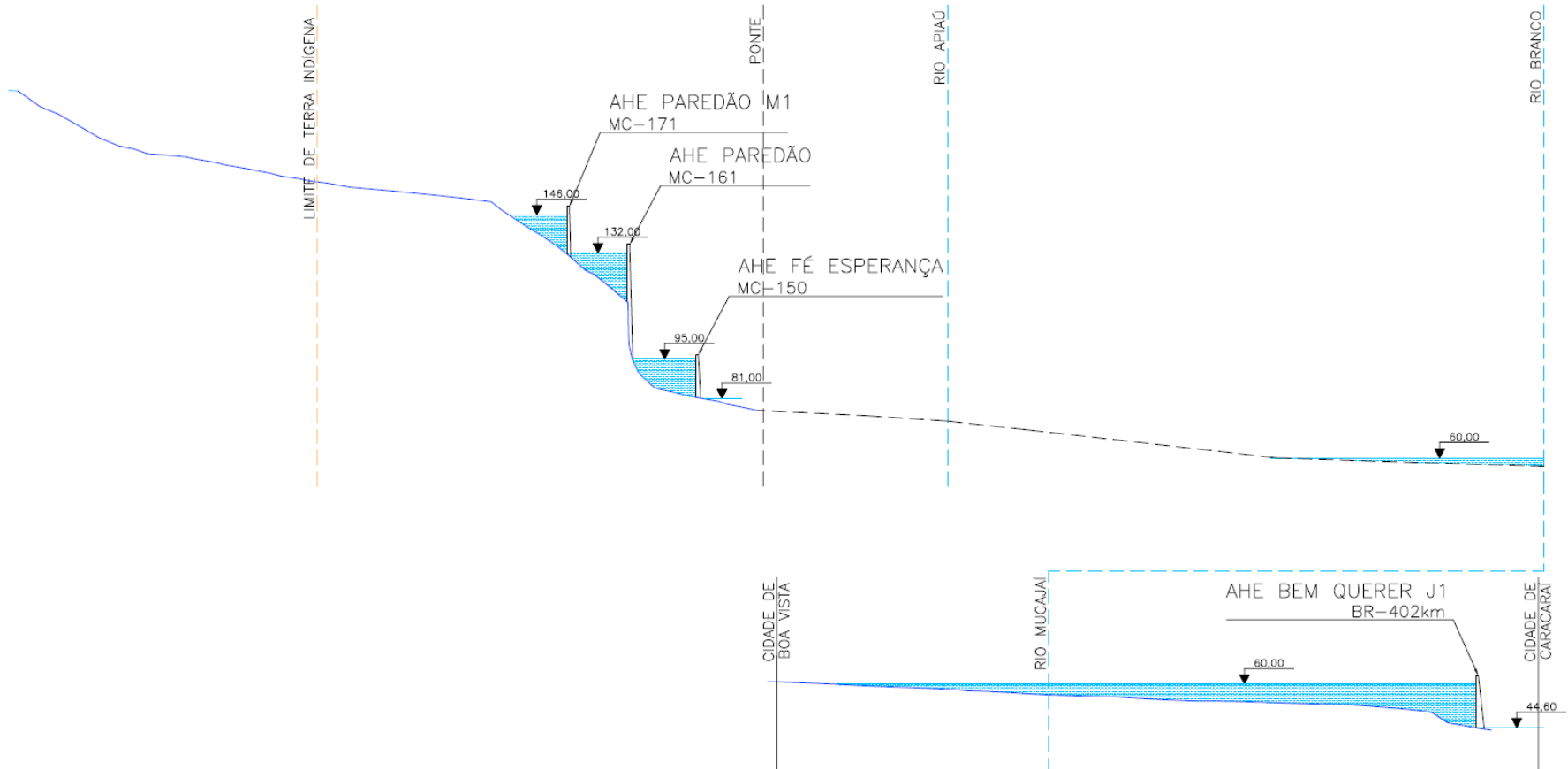
Esquema de Partição de Queda – Alternativa BR-R2D8'



Esquema de Partição de Queda – Alternativa BR-R2D17



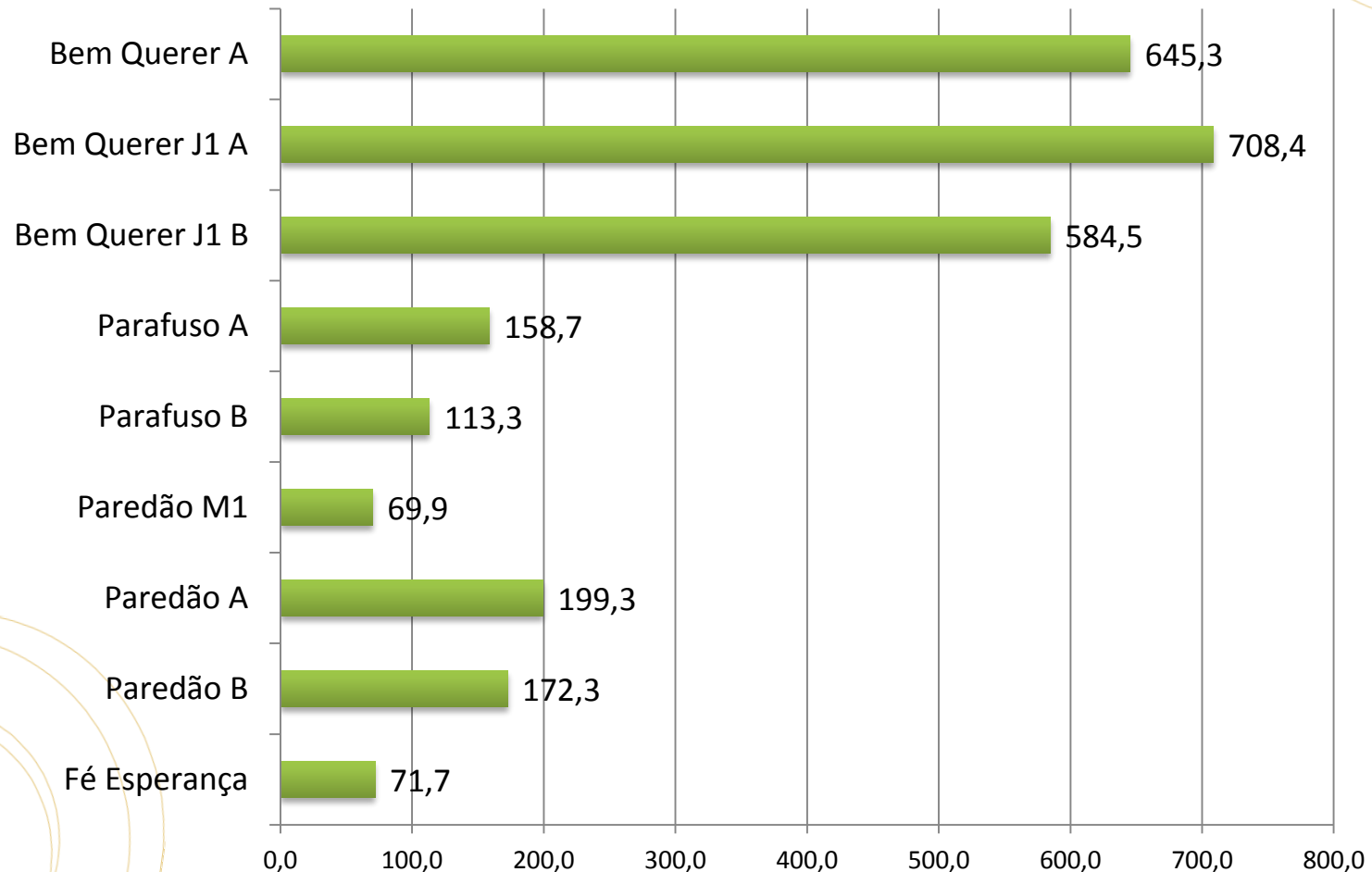
Estudos Finais – Esquema de Partição de Queda – Alternativa BR-R2D19



ESTUDOS ENERGÉTICOS E DE CUSTOS (OPE)

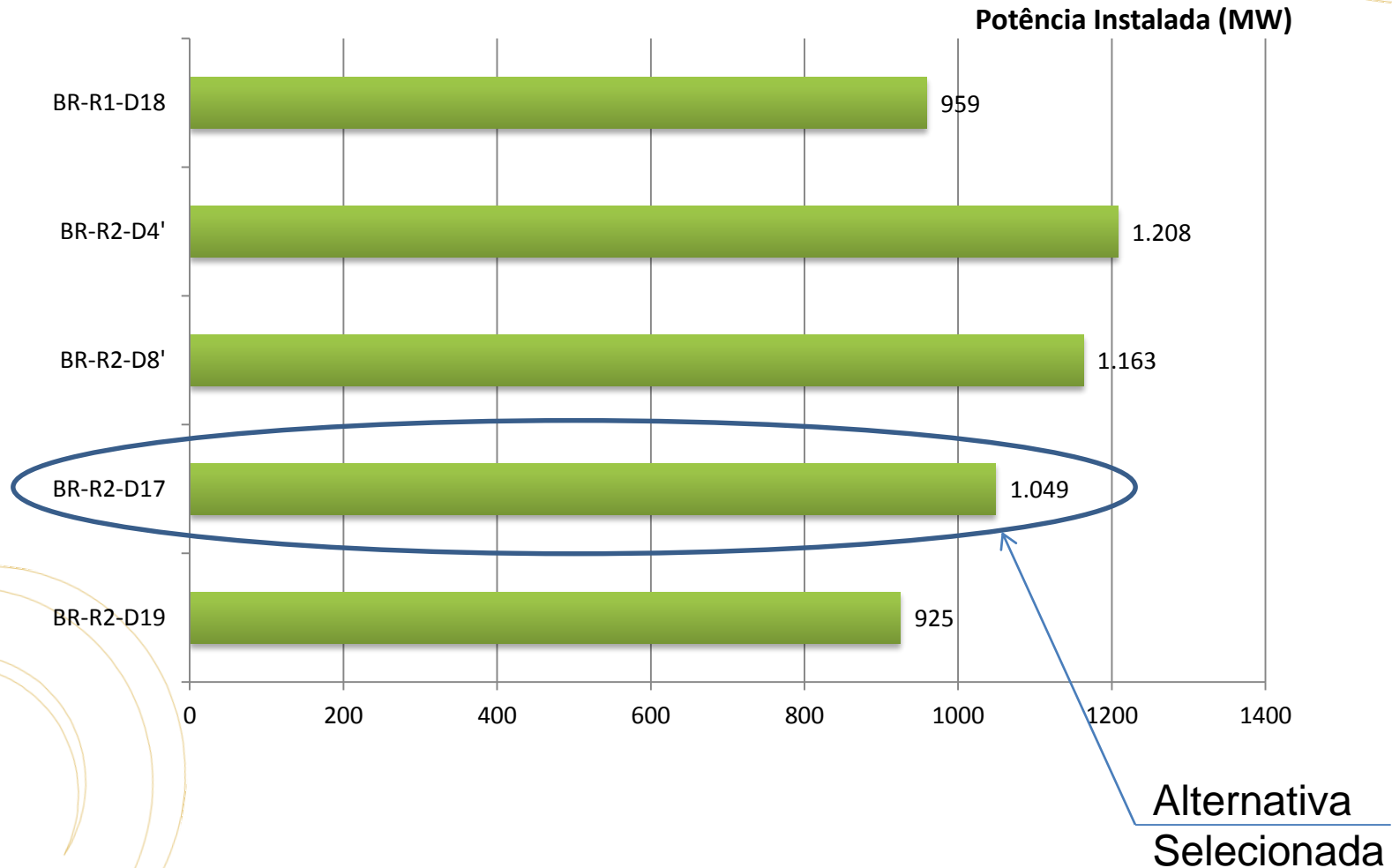
Estudos Energéticos

Potencia Instalada por Aproveitamento (MW)



Estudos Energéticos

Potencia Instalada das Alternativas



ESTUDOS FINAIS

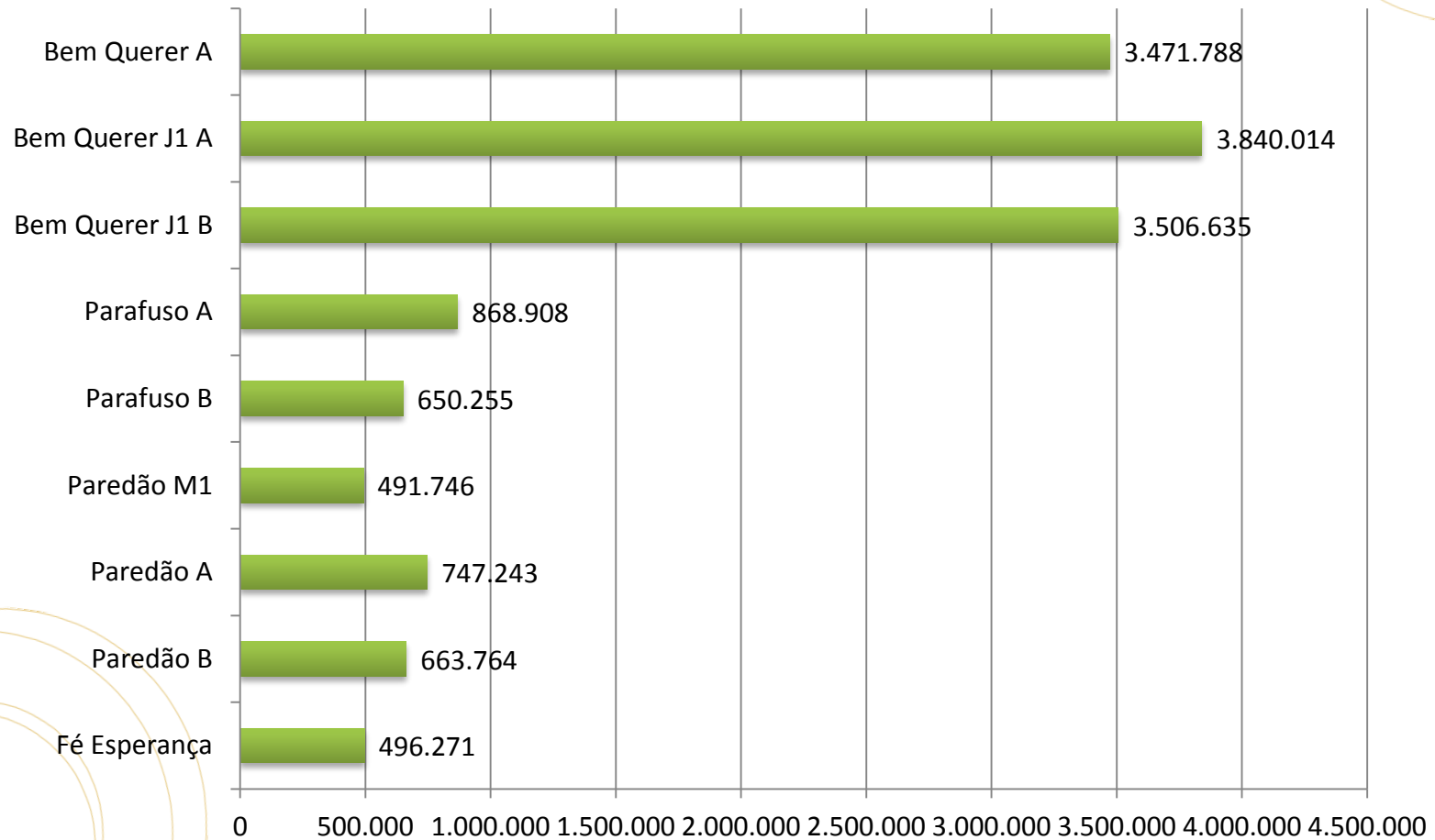
ORÇAMENTO PADRÃO ELETROBRÁS (OPE)

Estimativa de Custos dos Aproveitamentos

Data Ref.: Dezembro/2008

Conta	Bem Querer A	Bem Querer J1 A	Bem Querer J1 B	Parafuso A	Parafuso B	Paredão M1	Paredão A	Paredão B	Fé Esperança
10 Terrenos, Relocações e Outras Ações Sócio-Ambientais	240.649	251.099	161.004	94.059	42.139	12.571	14.768	10.199	24.922
11 Estruturas e Outras Benefeitorias	119.114	127.408	120.464	34.799	32.531	38.119	50.201	45.940	38.742
12 Barragens e Adutoras	461.199	544.200	602.041	168.036	122.667	85.887	135.826	112.546	95.647
13 Turbinas e Geradores	1.152.421	1.250.145	1.100.679	169.287	141.364	118.933	205.768	190.347	121.050
14 Equipamento Elétrico Acessório	248.923	270.031	237.747	36.566	30.535	25.690	44.446	41.115	26.147
15 Diversos Equipamentos da Usina	91.091	99.691	88.778	34.973	27.444	19.375	40.191	36.117	19.735
16 Estradas de Rodagem, de Ferro e Pontes	9.269	6.709	6.709	53.985	45.776	31.302	17.404	14.755	8.282
17 Custos Indiretos	549.191	627.171	583.261	163.341	122.581	95.432	140.722	125.766	96.716
18 Juros durante a Construção	599.931	663.561	605.953	113.861	85.208	64.438	97.918	86.979	65.031
Custo Total com JDC	3.471.788	3.840.014	3.506.635	868.908	650.255	491.746	747.243	663.764	496.271
Potência Instalada (kW)	645.320	708.390	584.500	158.650	113.280	69.930	199.330	172.340	71.720
Custo em R\$/kW	5.380	5.421	5.999	5.477	5.740	7.032	3.749	3.851	6.920

Custos dos Aproveitamentos

Custo Total com JDC (10³ R\$)

COMPARAÇÃO E SELEÇÃO DE ALTERNATIVAS



- ❑ ICB (índice custo benefício) x IAn (Índice impacto socioambiental negativo)
- ❑ alternativa os impactos socioambientais positivos decorrentes da implantação dos aproveitamentos



ÍNDICE CUSTO BENEFÍCIO ENERGÉTICO (ICB) e ÍNDICE DE IMPACTO SOCIOAMBIENTAL NEGATIVO (IAna)

Alternativas - RESULTADO SINV

Item	Alternativa	Potência Instalada (MW)	ICBa (R\$/MWh)	IAn
1	BR-R1-D18	959	121,97	0,174
2	BR-R2-D4'	1.208	112,3	0,535
3	BR-R2-D8'	1.163	114,26	0,528
4	BR-R2-D17	1.049	117,41	0,177
5	BR-R2-D19	925	128,42	0,133

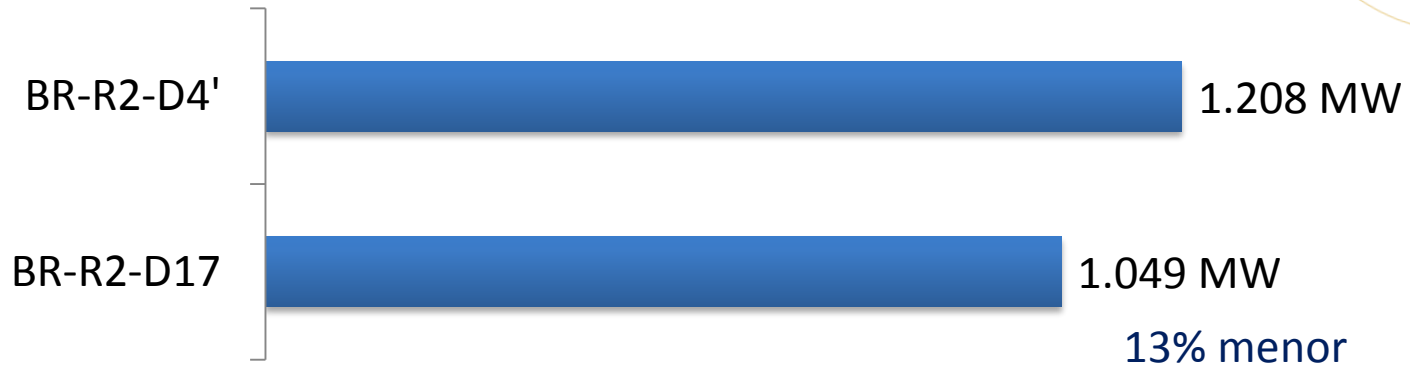
IAn – Índice de impacto socioambiental negativo final das Alternativas

Alternativa
selecionada

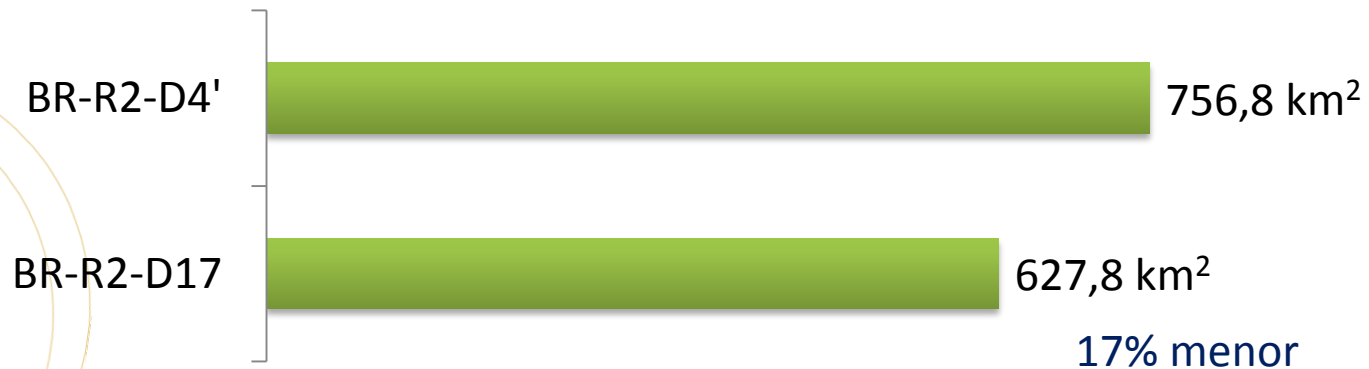
ESTUDOS FINAIS

Comparação de alternativas

- Potências instaladas



- Área total de reservatórios

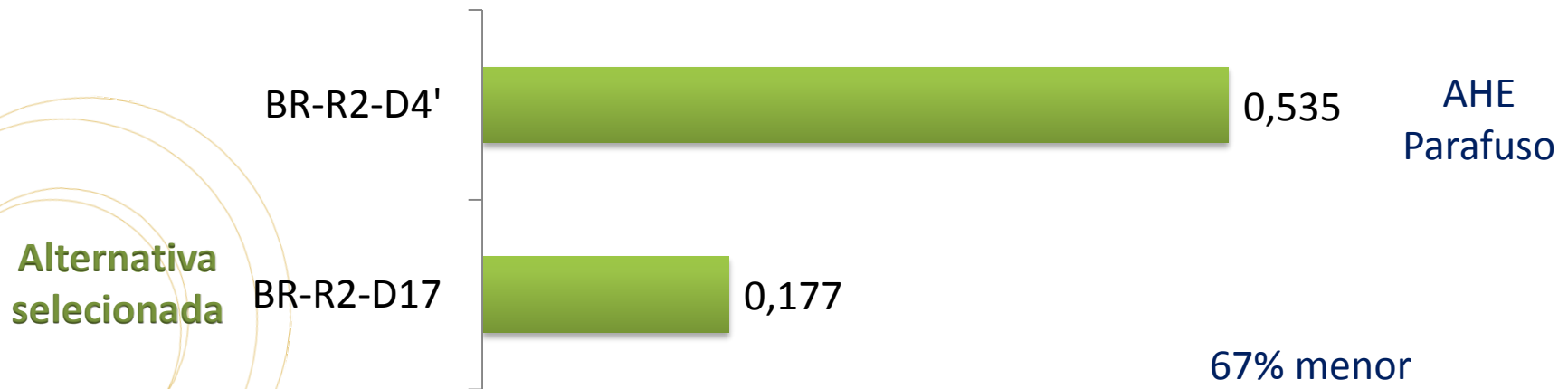


Comparação de alternativas

- Índices socioambientais



- Índices custo-benefício energético



PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS DOS APROVEITAMENTOS DA ALTERNATIVA SELECIONADA

* conforme função Dimensionamento do Sistema de Inventário Hidrelétrico de Bacias Hidrográficas (SINV)

Aproveitamento	Bem Querer J1	Paredão M1	Paredão	Fé Esperança
Rio	Branco	Mucajaí	Mucajaí	Mucajaí
NA máx. normal (m)	62,5	146	132	95
NA jus. (m)	46,79	132,44	95	81,5
Potência Instalada (MW)*	708,4	69,9	199,3	71,7
Benefício Energético (MW médios)	401,7	37,9	109,5	39,7
Área do Reservatório no NA máx (km ²)	559,1	23,6	16,7	25,2
Custo Total (x 10 ⁶ R\$) (com JDC) ^(a)	3.840	492	747	496
ICB (R\$/MWh)	111,9	154,2	80,1	155,9

^(a) Data de Referência: dez/2008

ALTERNATIVA SELECIONADA

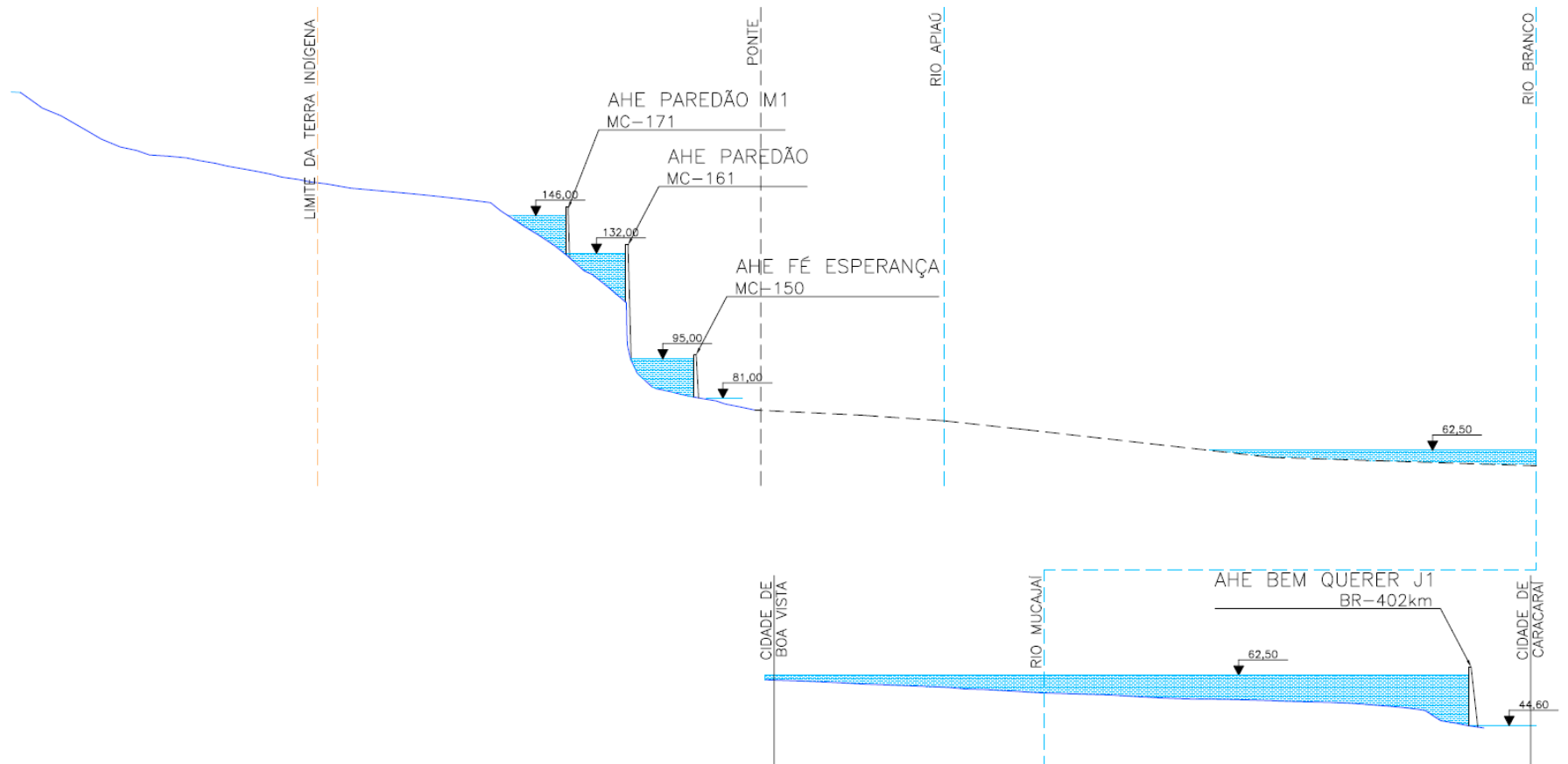


Localização dos Aproveitamentos

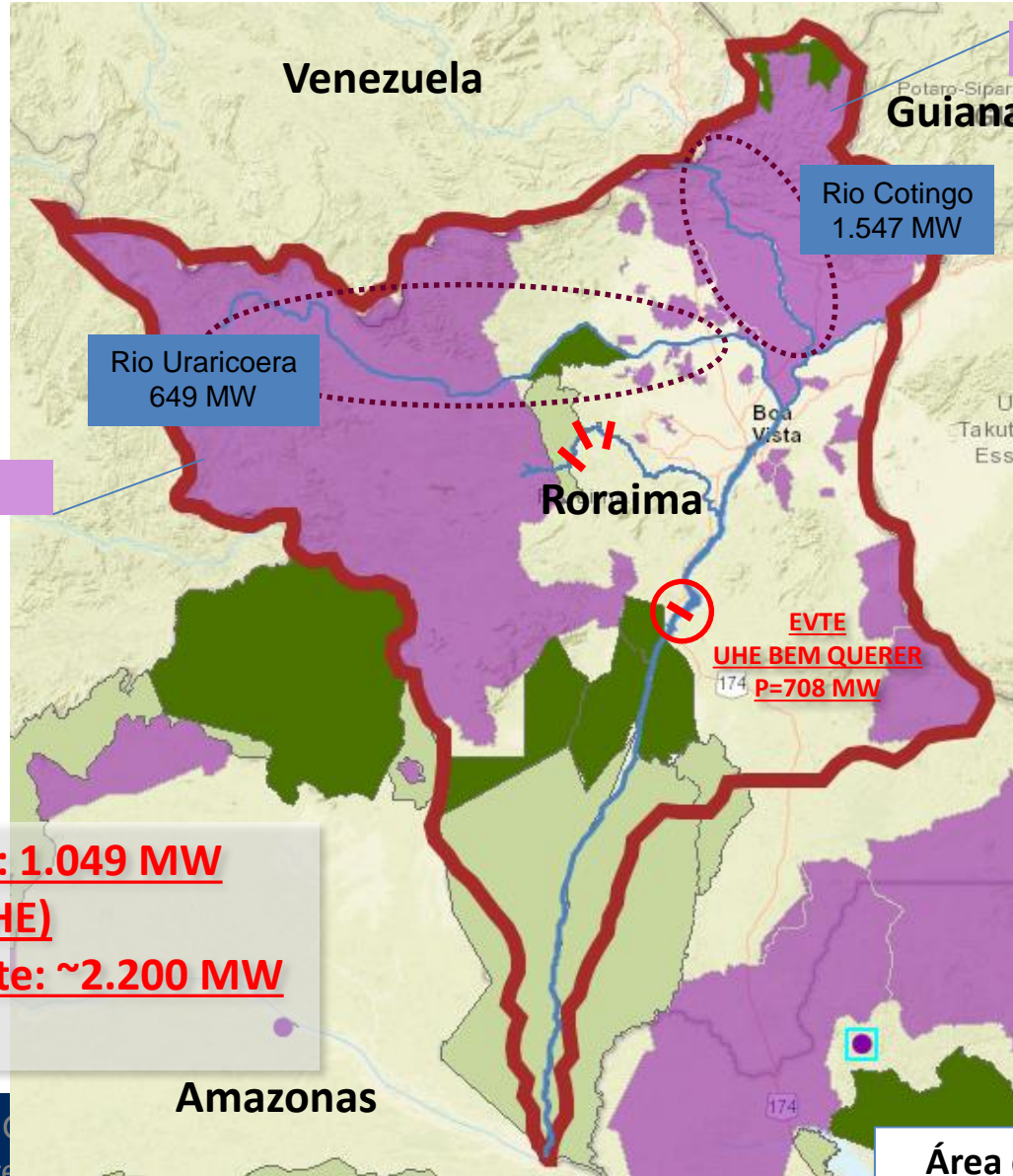
ALTERNATIVA SELECIONADA

Alternativa: **BR-R2D17**

Aproveitamentos: **BEM QUERER J1, PAREDÃO M1, PAREDÃO A e FÉ ESPERANÇA**



Potencial da Bacia



Pot. Inventariado: 1.049 MW





(4 UHE)

Pot. Remanescente: ~2.200 MW

(SIPOT)

TI Raposa Serra do Sol

TI YANOMAMI

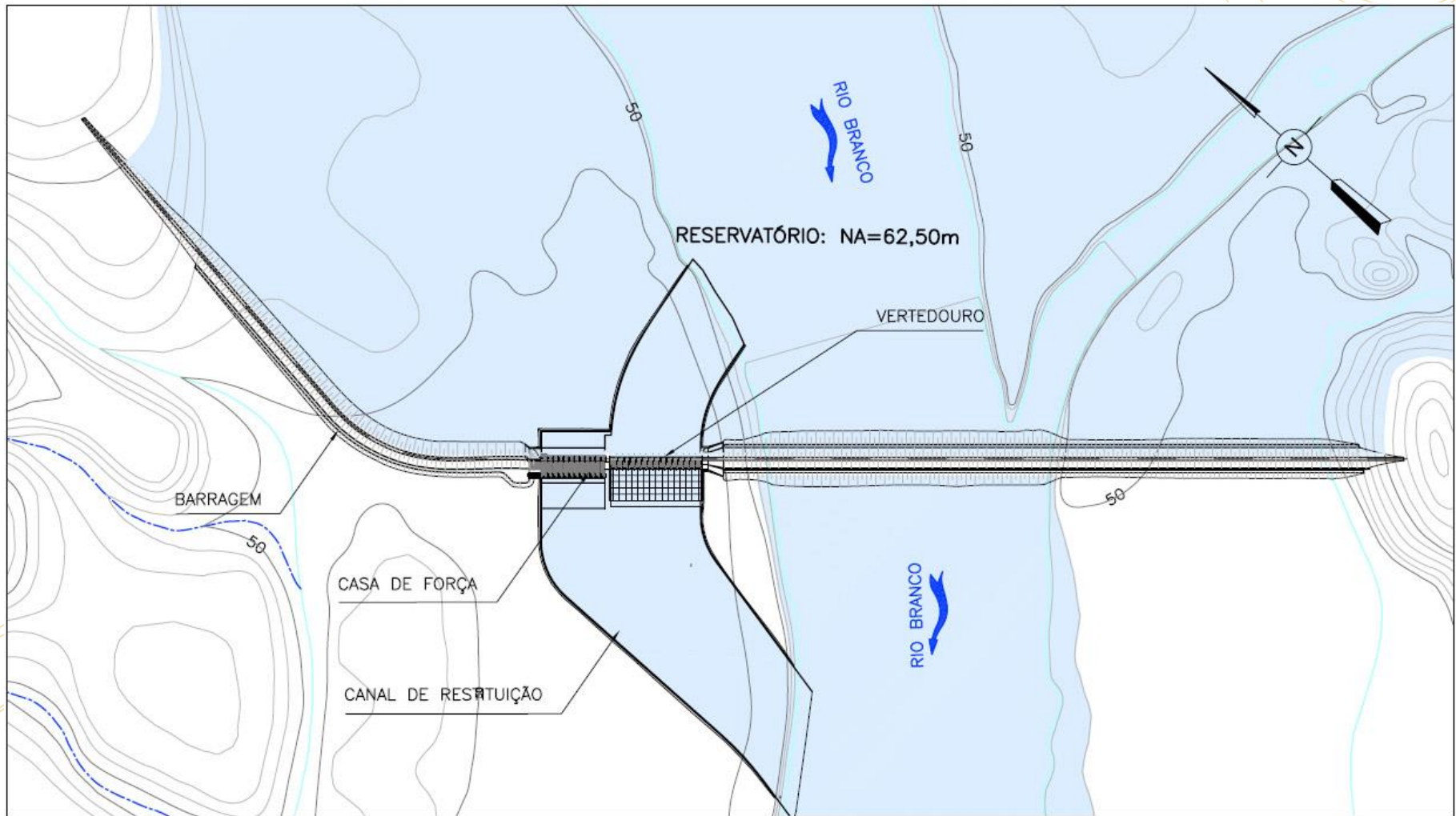
- TI 
- UC Proteção Integral 
- UC Uso Sustentável 
- Potencial Remanescente 

ESTUDOS FINAIS

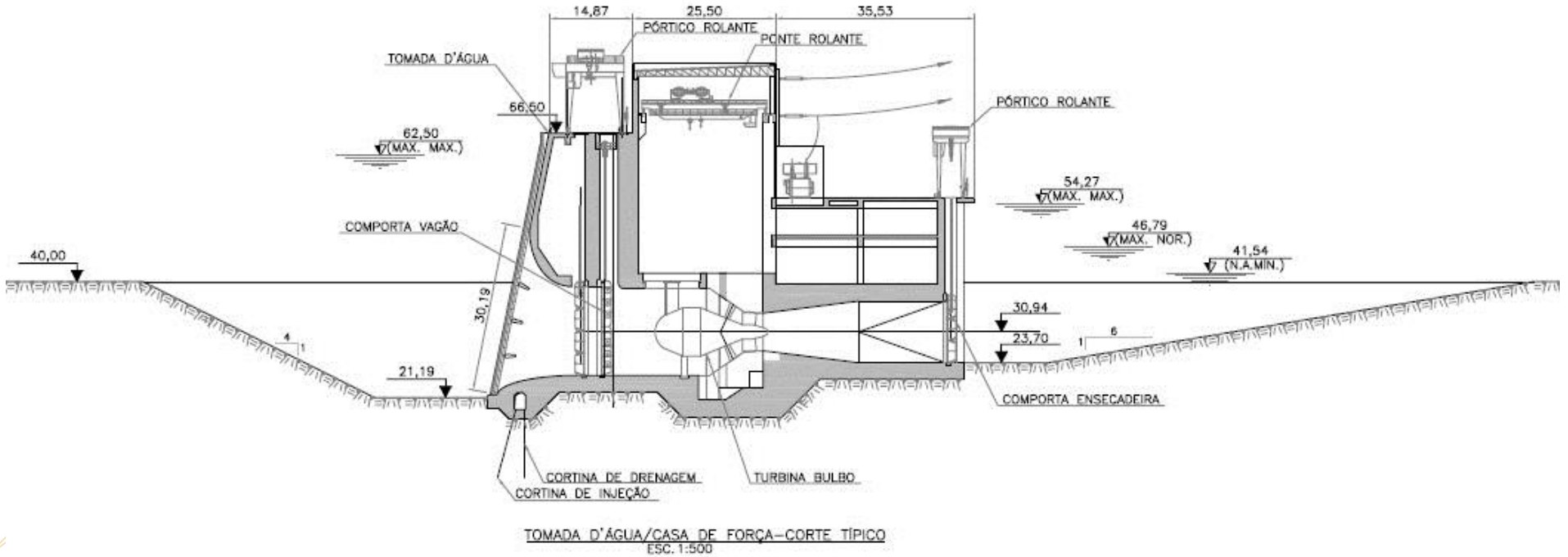
CARACTERIZAÇÃO DO APROVEITAMENTO DA ALTERNATIVA SELECIONADA

UHE BEM QUERER J1

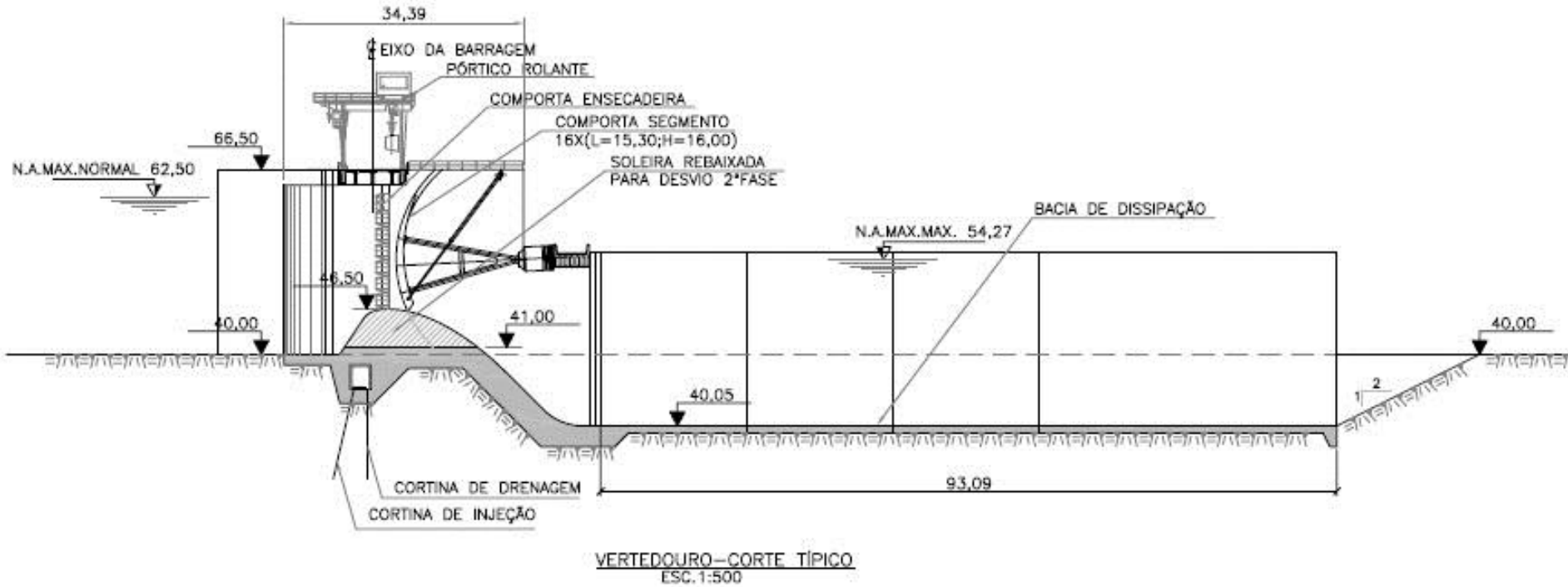
AHE Bem Querer J1 A – Arranjo Geral



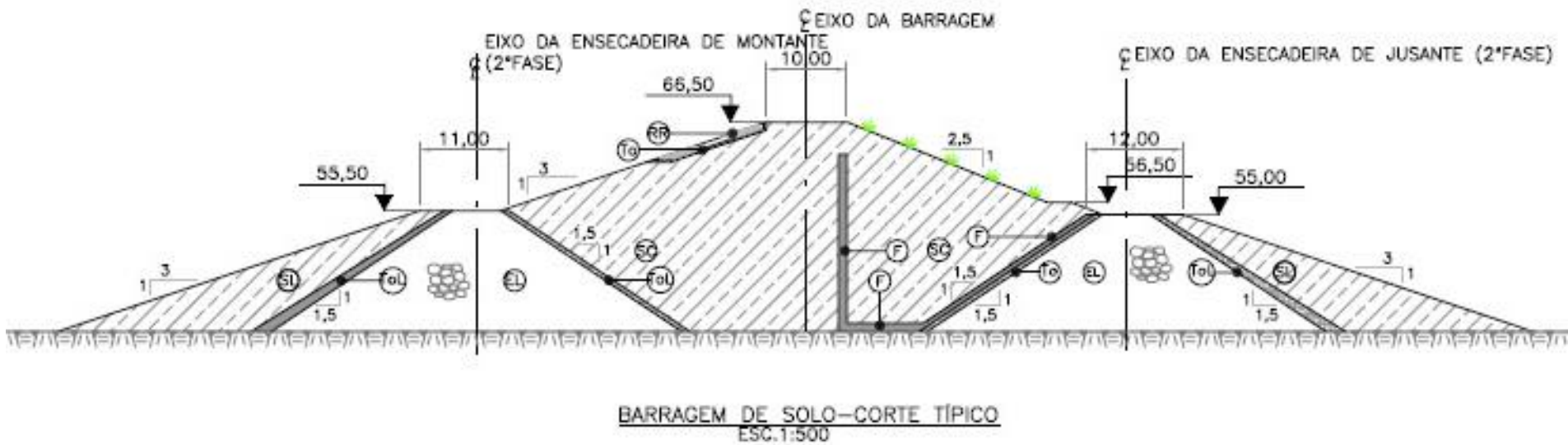
AHE Bem Querer J1 A – Tomada d'Água/Casa de Força



AHE Bem Querer J1 A – Vertedouro



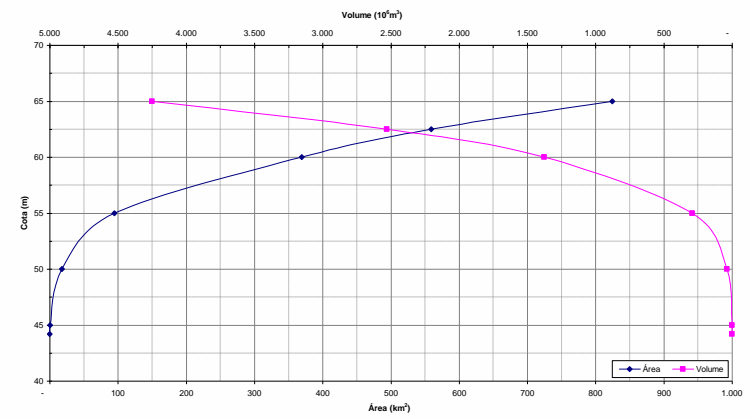
AHE Bem Querer J1 A – Barragem de Terra



AHE Bem Querer J1 A - Reservatório



CURVA COTA X ÁREA X VOLUME
EIXO BEM QUERER J1 / CARACARÁI - BR-402



BOA VISTA

MUCAJAI

CARACARÁI

Espelho d'água no NA máx — **559,1 km²**





Muito obrigada !

Maria Regina Toledo Capellão

SEG - Superintendência de Projetos da Geração

DEE - Diretoria de Estudos da Energia