

Nota Técnica EPE_DEE-NT-006-2019-R0

Estudos de Inventário de Usinas Hidrelétricas Reversíveis (UHR)

Metodologia e resultados preliminares para o estado do Rio de Janeiro

André Makishi

Analista de Pesquisa Energética (DEE/SEG)

Rio de Janeiro, RJ
Agosto de 2019

Empresa de Pesquisa Energética
Ministério de Minas e Energia



Sobre a EPE – Empresa de Pesquisa Energética

15
anos

epe

www.epe.gov.br



Empresa pública federal vinculada ao Ministério de Minas e Energia



Desenvolvemos estudos e estatísticas energéticas para subsidiar a formulação, implementação e avaliação da política energética nacional

Integrante do Conselho Nacional de Política Energética (CNPE) com direito a voto

CONTEXTO

ESTUDOS ANTERIORES

OS ESTUDOS DE INVENTÁRIO DE UHR – EPE

FERRAMENTA GeoUHR

PREMISSAS E CRITÉRIOS

RESULTADOS PARA O RJ

DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

PRÓXIMOS PASSOS



CONTEXTO

Plano Decenal de Expansão de Energia 2027



Complementação de potência a partir de 2022, totalizando cerca de 13.200 MW em 2027 (indicativo)

Alternativas:

- Termelétricas de partida rápida (ex. ciclo aberto)
- Usinas Hidrelétricas Reversíveis
- Armazenamento químico (ex. baterias)
- Resposta da demanda
- Repotenciação / instalação de UG em UHE existentes

Ex. Nota Técnica EPE – Resposta da Demanda





MODERNIZAÇÃO DO SETOR ELÉTRICO

Portaria MME n. 187 / 2019

Inserção de Novas Tecnologias

Formação de Preços

Separação Lastro x Energia

Critério de Suprimento

Serviços Ancilares Remuneração / Mercado

Neutralidade Não especificar tecnologia, mas a necessidade do sistema (eficiência econômica, incentivo a novas tecnologias)

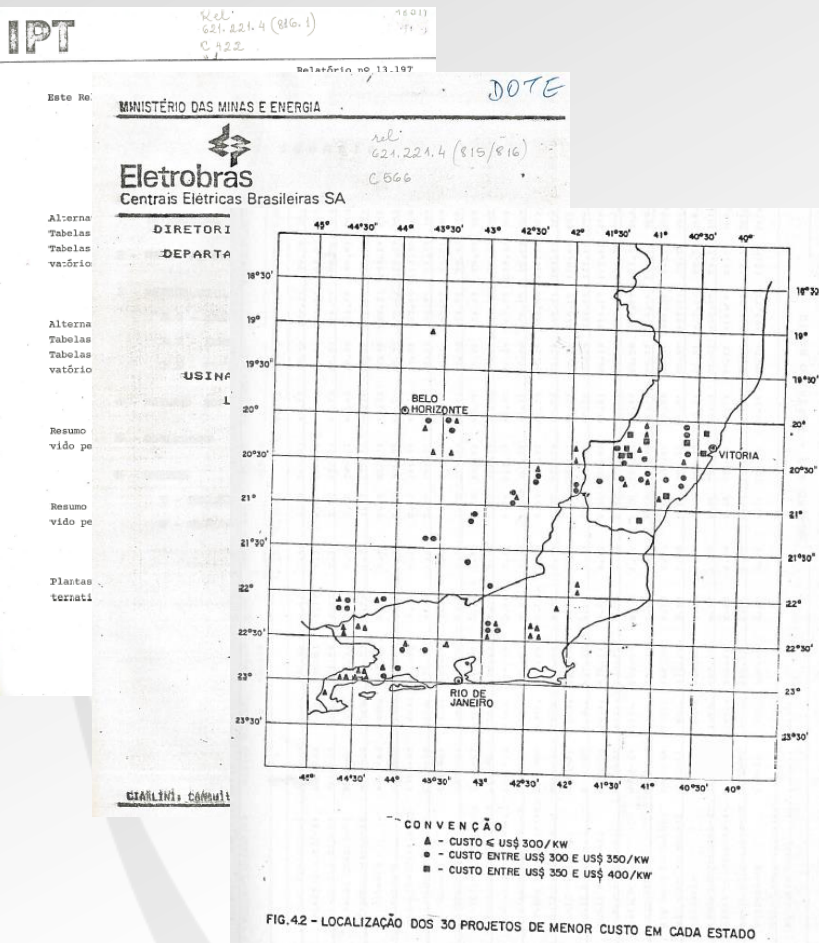
PLD horário CCEE Janeiro/2021 – Portarias MME n. 300 e 301 de 2019.

Desenho de Mercado Forma de Contratação / Remuneração / Operação / Financiamento

USINAS HIDRELÉTRICAS REVERSÍVEIS

Estudos Anteriores

Estudos de Pré-Inventário



- CESP/IPT **1979** (São Paulo): Estudos limitados as serras Geral e da Mantiqueira;
- Eletrobrás/CIARLINI **1988** (sudeste): abrangência limitada pela disponibilidade de cartas topográficas, distância dos centros de carga (capitais) e desníveis pré-estabelecidos para cada região;
- Não considerou aspectos socioambientais, geológico-geotécnicos e hidrometeorológicos. Cartas topográficas de 1:50.000;
- **14 horas de geração**, deplecionamento máx. de 15% da Hb média;
- RJ: 149 projetos, 341.122 MW → 30 projetos, 142.594 MW (“menor custo”).

A utilização dos resultados é limitada pela atualidade, abrangência e profundidade dos estudos

ESTUDOS DE INVENTÁRIO DE UHR (EPE)

Estudos prévios e Estudos de Inventário de UHR – Atividades

Atividades	
0	Fase 0 - Estudos Prévios aos Estudos de Inventário de UHR - (desenvolvido pela EPE)
	Premissas dos Estudos de Inventário
	Desenvolvimento de ferramenta ArcGIS para mapeamento de áreas promissoras para implantação de UHR e Testes
ESTUDOS DE INVENTÁRIO DE UHR NO ESTADO	
1.	Fase 1 - Estudos Preliminares
1.1	Fase 1.1 - Estudos Preliminares - Parte 1 (desenvolvido pela EPE)
1.1.1	Critérios de Projeto e metodologia
1.1.2	Mapeamento de locais mais promissores na área de abrangência do estudo para implantação de UHR e comparação com estudos anteriores
1.1.3	Análise socioambiental preliminar dos locais mais promissores selecionados para o RJ
1.1.4	Pré-dimensionamento das UHR nos locais identificados como promissores e obtenção das características básicas
1.1.5	Nota Técnica sobre metodologia e resultados preliminares para o RJ e Ferramenta GeoUHR
1.2	Fase 1.2 - Estudos Preliminares - Parte 2 (a ser desenvolvido pela EPE com apoio de empresa de consultoria - previsão de contratação)
1.2.0	Contratação
1.2.1	Estudos hidrológicos e dimensionamentos hidráulicos
1.2.2	Estudos geológico-geotécnicos
1.2.3	Arranjo final
1.2.4	Diagnóstico socioambiental e impacto das alternativas e custos socioambientais
1.2.5	Estudos de conexão para as UHR selecionadas para orçamentação das UHR (desenvolvidos pela EPE)
1.2.6	Levantamento de quantidades e custos (OPE)
1.2.7	Hierarquização das UHRs e seleção das usinas a serem detalhadas na Fase 2
1.2.8	Nota Técnica de Consolidação dos Resultados dos Estudos Preliminares
1.3	Fase 2 - Estudos Finais (a ser desenvolvidos pela EPE com apoio de empresa de consultoria especializada - previsão de contratação)
1.3.0	Contratação
1.3.1	Critérios básicos para a elaboração dos estudos finais
1.3.2	Planejamento dos estudos, levantamento e serviços de campo
1.3.3	Execução dos levantamentos e serviços de campo
1.3.4	Estudos básicos (cartográficos, geológico-geotécnicos, hidrometeorológicos)
1.3.5	Estudos de alternativas de arranjos de UHR pré-selecionadas e de acessos
1.3.6	Detalhamento das obras e equipamentos
1.3.7	Estudo complementares de impactos e custos socioambientais
1.3.8	Levantamento de quantidades e custos de implantação, incluindo conexão (OPE) e de operação
1.3.9	Avaliação de benefícios
1.3.10	Cronograma de implantação
1.3.11	Hierarquização das UHR
1.3.11	Nota Técnica Final dos Estudos de Inventário de UHR no estado X

Fases 0 e 1.1
Desenvolvidos pela EPE

Fases 1.2 e 2
Desenvolvidos com apoio de consultoria contratada

FASE 0 – ESTUDOS PRÉVIOS

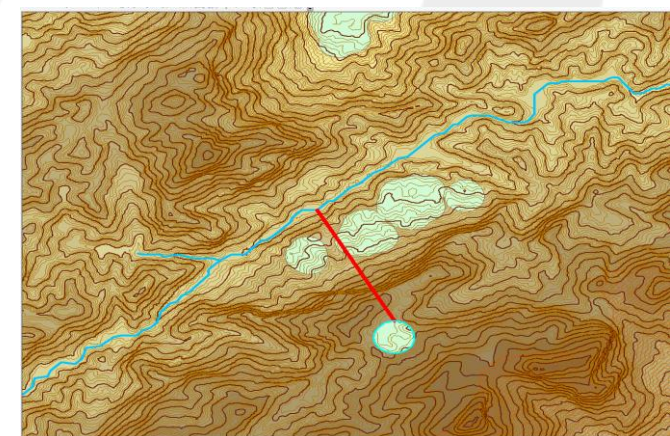
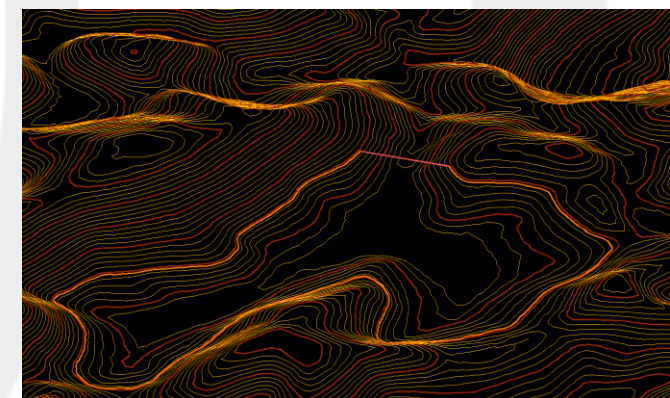
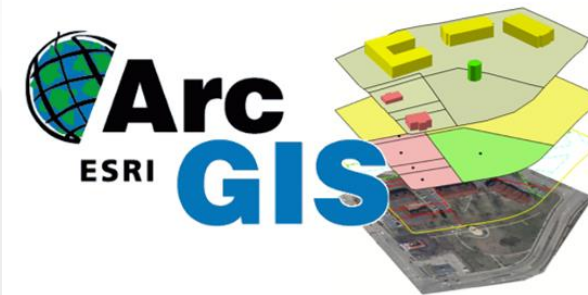
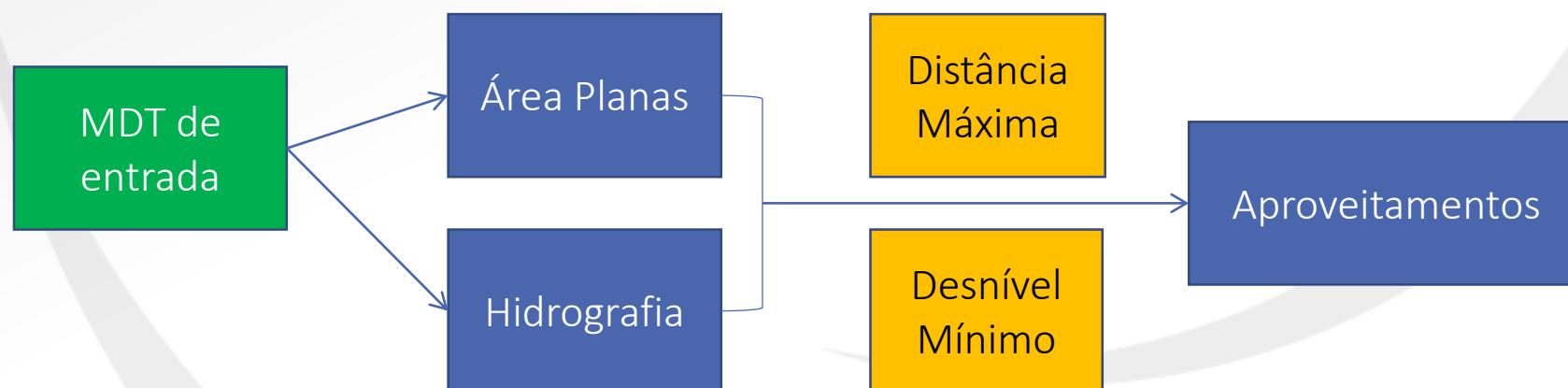
Ferramenta GeoUHR

Mapeamento dos Locais Promissores para UHR

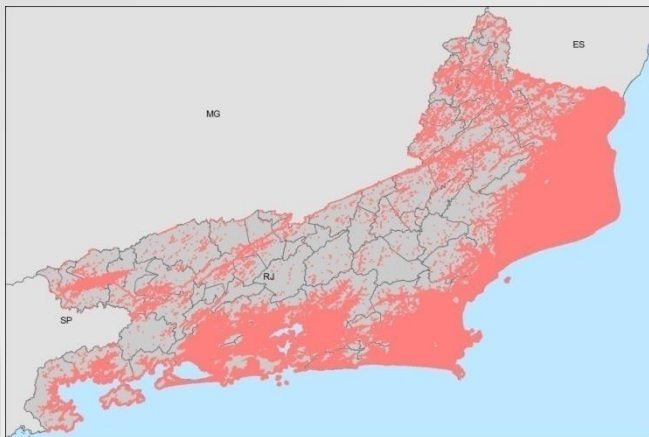
GeoUHR

Ferramenta criada pela EPE que por meio de uma rotina de funções do ArcGIS encontra locais topograficamente favoráveis para implementação de UHRs utilizando um Modelo Digital de Terreno (MDT) como dado de entrada.

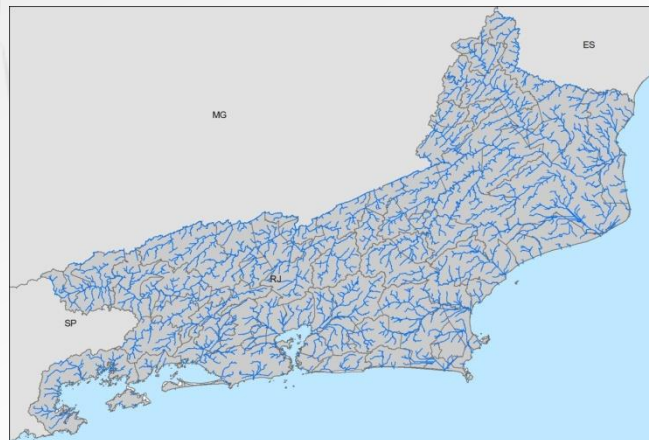
Circuito semi-aberto, reservatórios novos.



Mapeamento dos Locais Promissores para UHR



Locais que atendem aos critérios de área mínima e declividade no Rio de Janeiro



Hidrografia gerada a partir de MDT é comparada com as áreas suaves para identificar possíveis aproveitamentos

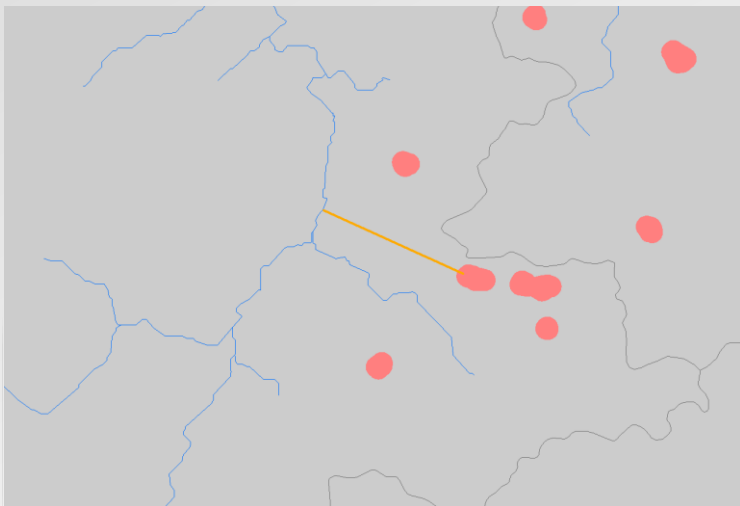
Reservatório superior

Identificação das áreas elevadas com topografia suave (inclinação H:V menor que 3:1) e com área mínima de cerca de 0,2km² (raio de 250m);

Reservatório Inferior

Busca curso d'água, gerados pela ferramenta, a partir do MDT, mais próximo da área do reservatório superior, **numa distância máxima de 5 km;**

Mapeamento dos Locais Promissores para UHR



Exemplo de aproveitamento encontrado pela GeoUHR



Identificação dos locais favoráveis com **maior desnível** entre a área do reservatório superior e o curso d'água do reservatório inferior (H_{min} de 100m) e com menores relações **L/H** (distancia entre os reservatórios/ queda), indicativa de economicidade do projeto (considerado $L/H < 10$)

Priorização das áreas fora de Unidades de Conservação de Proteção Integral e de Uso Sustentável, de Terras Indígenas e Quilombolas e de áreas urbanas

Ferramenta GeoUHR – Informações utilizadas

INFORMAÇÃO GEOREFERENCIADA	FONTE
Base Cartográfica	SRTM
Hidrografia	SRTM
Reservatórios Existentes	ANA
Linhas de Transmissão Planejadas e Existentes	Webmap EPE
Unidade de Conservação Proteção Integral	MMA
Unidade de Conservação Uso Sustentável	MMA
Áreas Urbanas	Vetorizada pelo IBGE em cima de imagens CBERS entre os anos de 2005 e 2007
Terras Indígenas	FUNAI
Terras Quilombolas	INCRA
Acessos	Imagens de satélites do ArcGIS

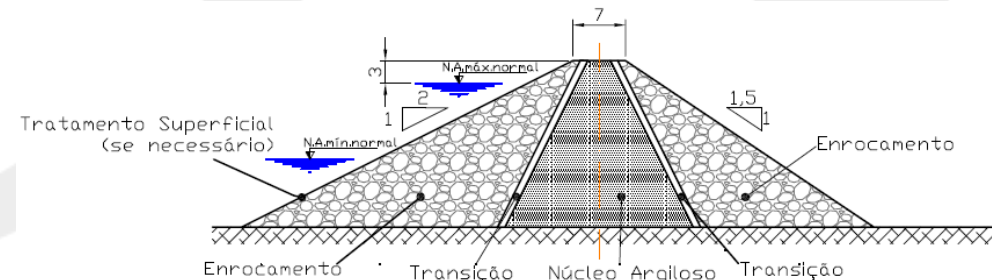
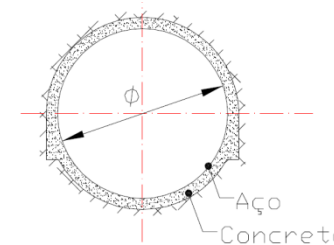
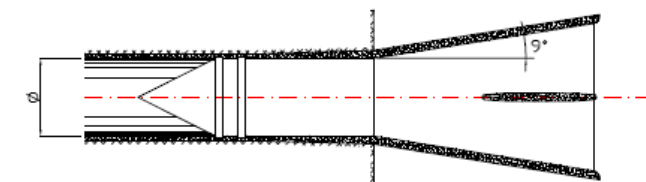
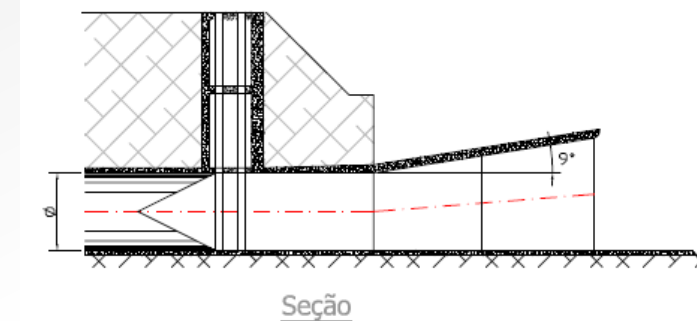
FASE 1.1 – ESTUDOS PRELIMINARES - RJ

Premissas e Critérios

Estado do Rio de Janeiro

Premissas e Critérios de Projeto

- UHR mais promissoras: $H > 300\text{m}$ e $L/H < 10$
- Estudo arranjo e curva cota x área x volume dos reservatórios:
Base Cartográfica IBGE na escala 1:25.000
- Tempo de Geração (MWh/MW): **3 horas (preliminar, a ser reavaliada)**
- Deplecionamento máximo: 10 metros (Limitação da velocidade de depleção em 3.3m/hora)
- Diâmetro máximo dos túneis: 11 metros, seção circular, revestido de concreto;
- Velocidade máx. do escoamento nos túneis revestidos: 4,6 m/s
- Barramento de enrocamento, seção típica conf. desenho;

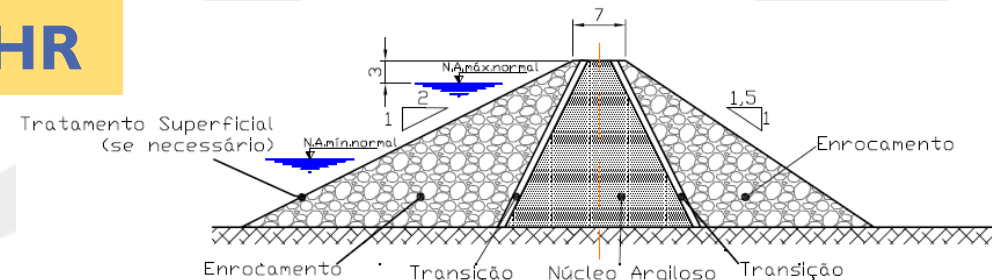
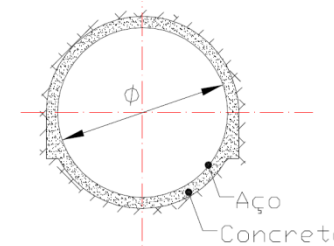
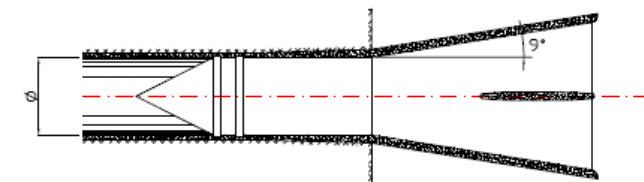
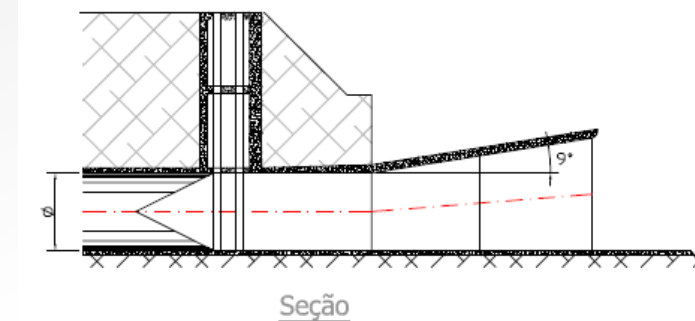


Estado do Rio de Janeiro

Premissas e Critérios de Projeto

- Velocidade máx. do escoamento nos túneis: 4,6 m/s
- Possibilidades de arranjo do circuito hidráulico conf. EPRI (1990)
- Seções típicas do barramento, tomada/saída d'água e condutos
- Metodologia e outras considerações apresentadas na Nota Técnica EPE_DEE-NT-006-2019-R0

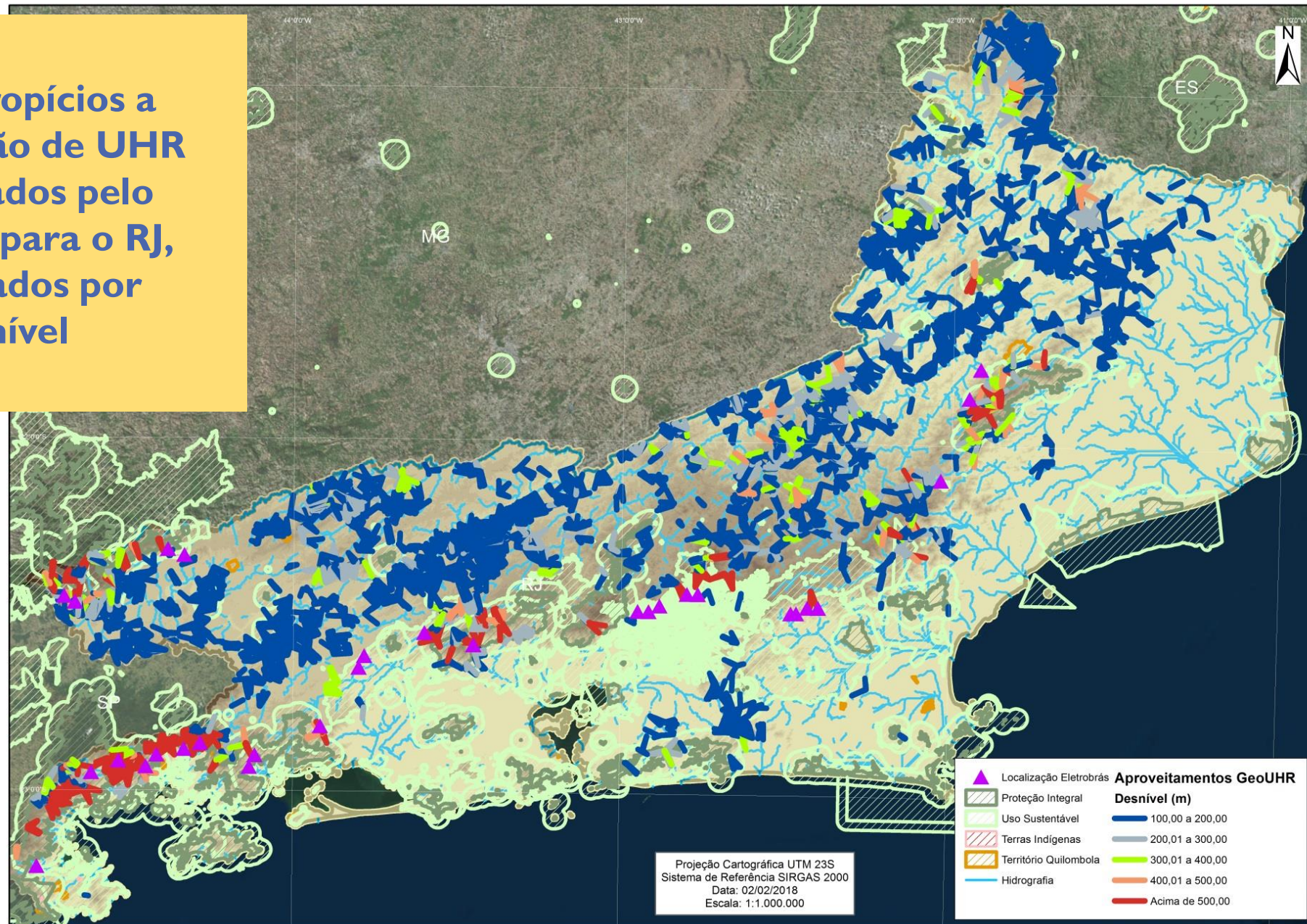
Objetivo: avaliar as características básicas das UHR



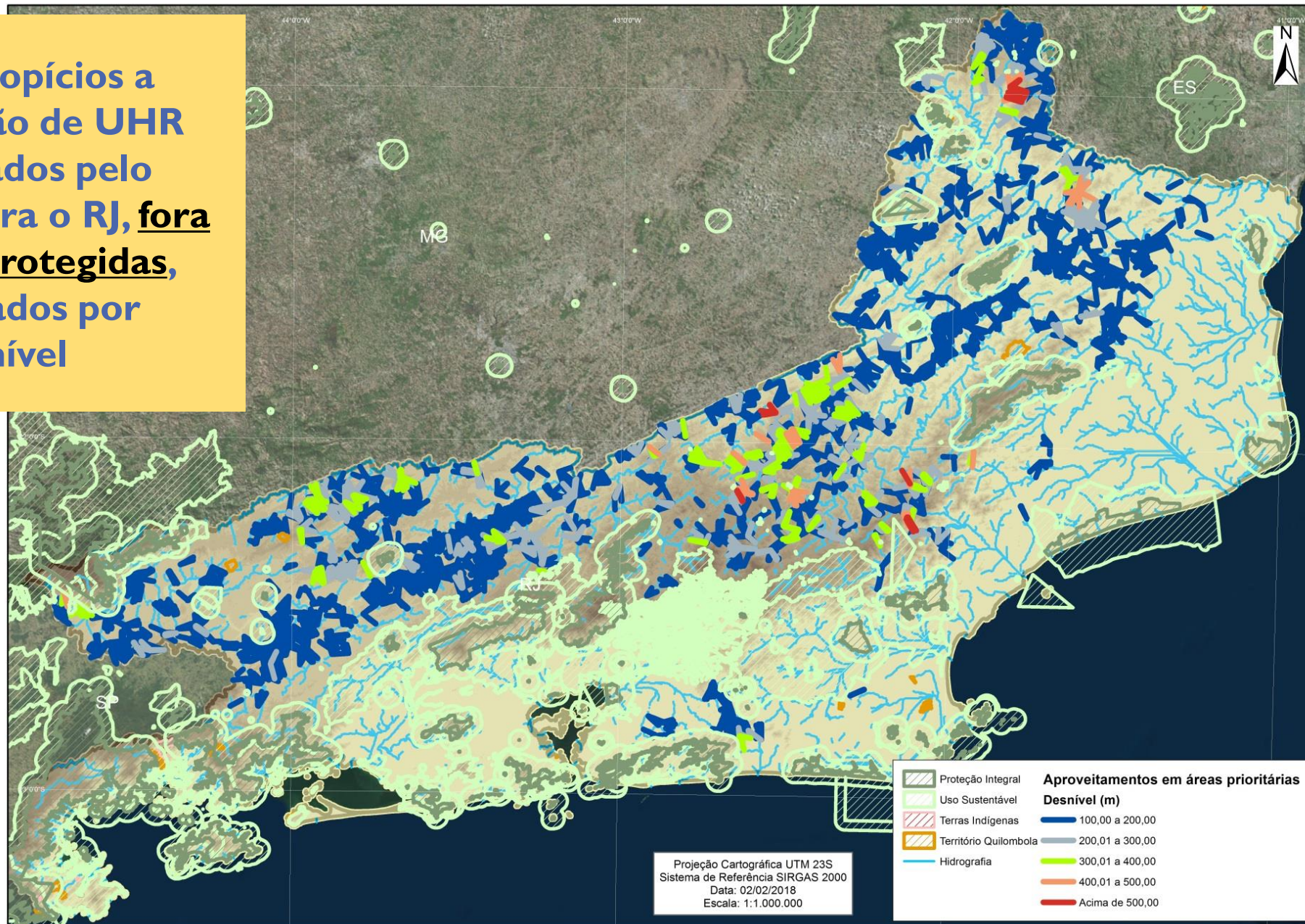
FASE 1.1 – ESTUDOS PRELIMINARES - RJ

Resultados

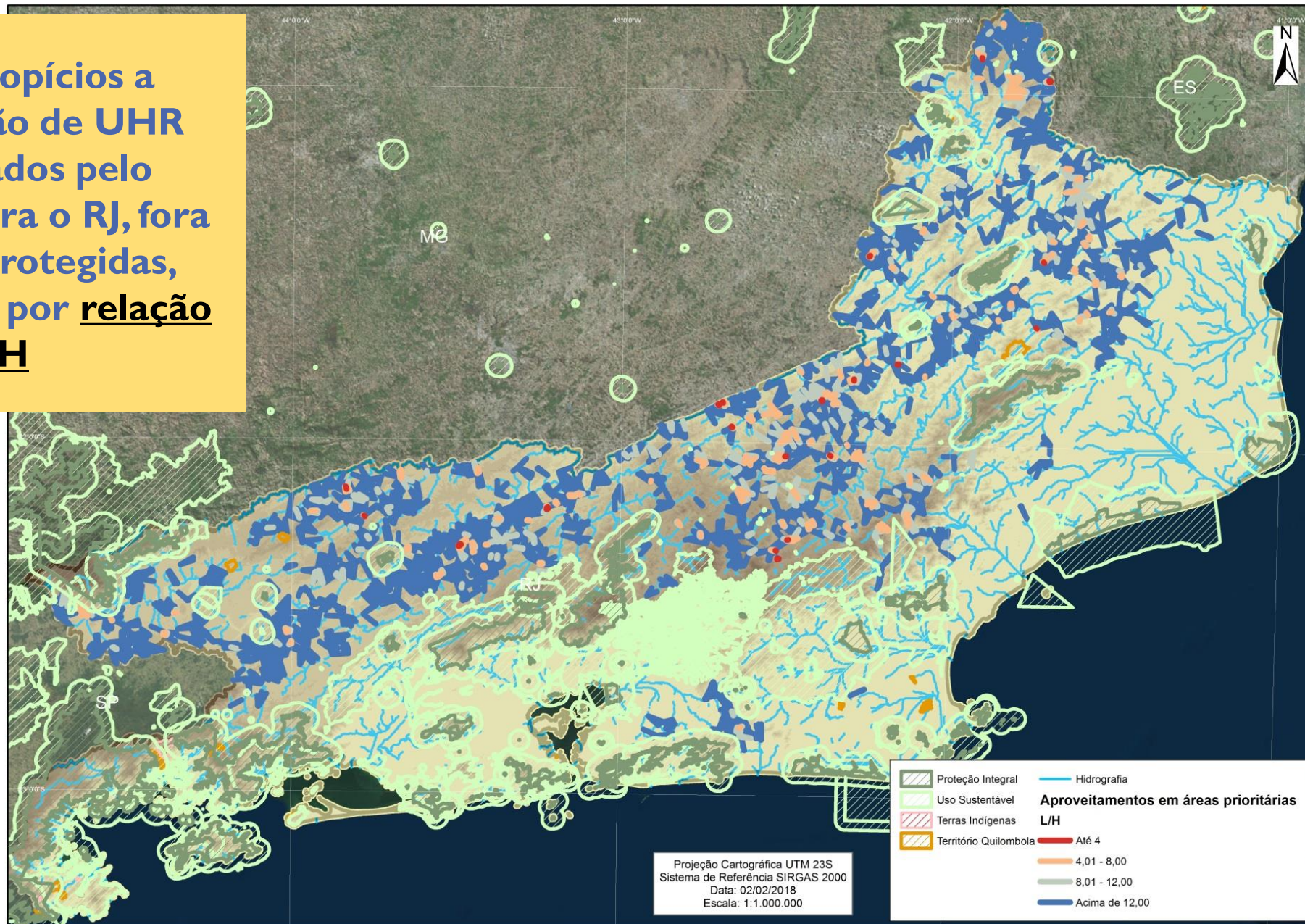
Locais propícios a
implantação de UHR
identificados pelo
GeoUHR para o RJ,
classificados por
desnível



Locais propícios a
implantação de UHR
identificados pelo
GeoUHR para o RJ, fora
de áreas protegidas,
classificados por
desnível



Locais propícios a
implantação de UHR
identificados pelo
GeoUHR para o RJ, fora
de áreas protegidas,
classificados por relação
L/H



Áreas Prioritárias para Pré-Dimensionamento

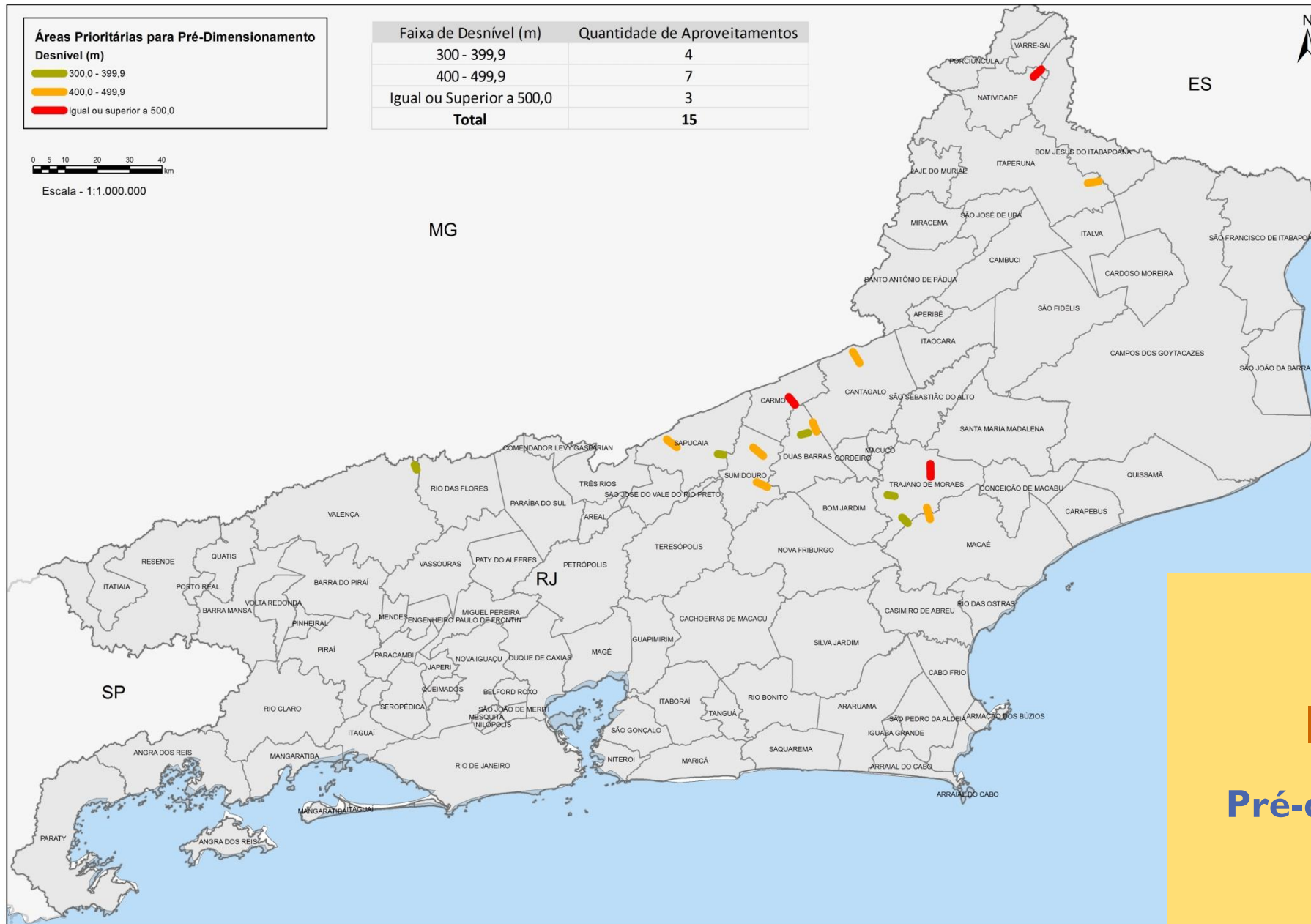
Desnível (m)

- 300,0 - 399,9
- 400,0 - 499,9
- Igual ou superior a 500,0



Escala - 1:1.000.000

Faixa de Desnível (m)	Quantidade de Aproveitamentos
300 - 399,9	4
400 - 499,9	7
Igual ou Superior a 500,0	3
Total	15

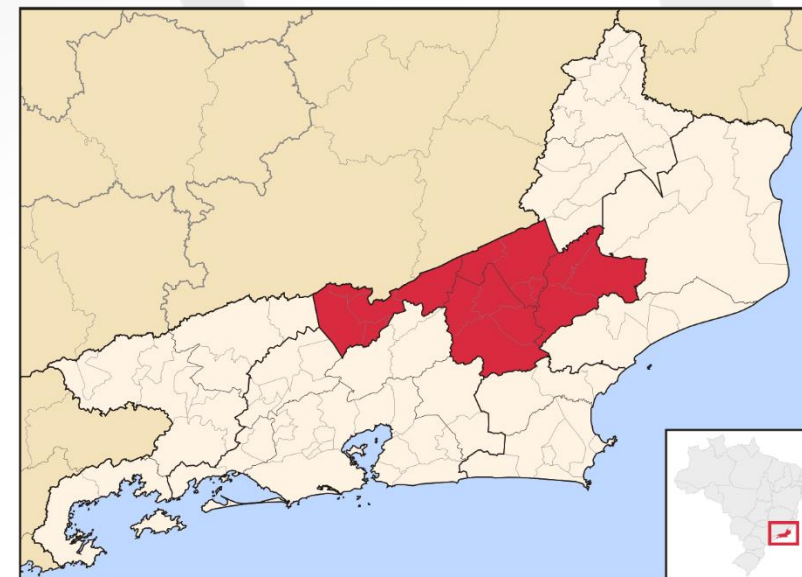


15 UHR
Pré-dimensionadas

Resultados Preliminares para o RJ

Características

Número de UHR	15
Capacidade Instalada (Geração) [MW]	21.109
Ciclo de Operação	Diário
Tempo de Geração [h] / Ciclo	3
Tempo Mínimo de Bombeamento [h] / Ciclo	4
Energia Armazenada [MWh]	63.326
Energia Consumida [MWh]	83.936
Volume Útil [hm ³]	71
Rendimento Global	75%
Queda Bruta Média [m]	283,3 a 450,2
Relação L/H	5,3 a 11,6



11 UHR na mesorregião Centro

Fluminense

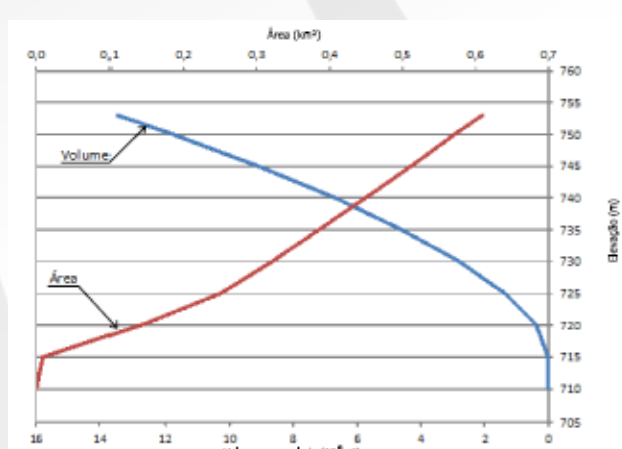
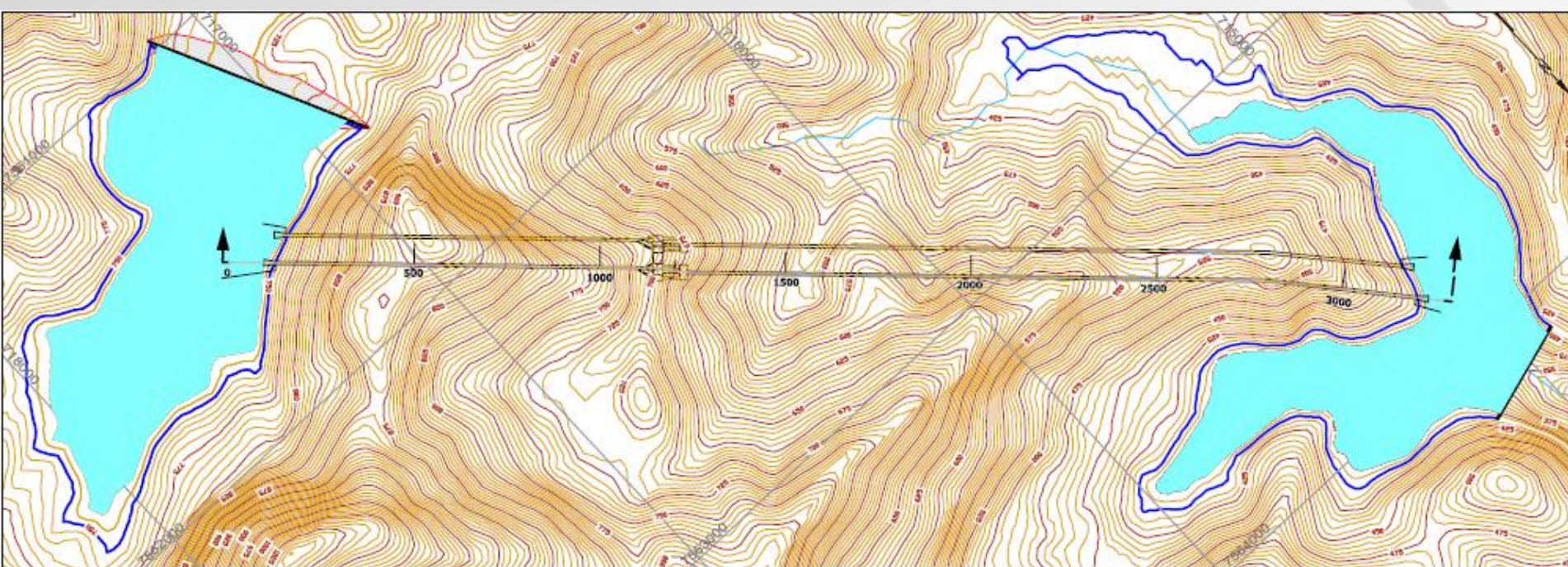
2 Norte Fluminense, 1 Noroeste

Fluminense, 1 Sul Fluminense

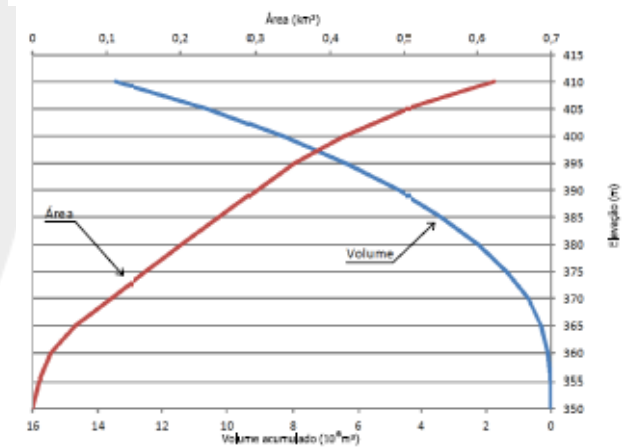
Identificação / ID	ID1110RJ	ID1198RJ	ID1258RJ	ID1303RJ	ID1336RJ
Desenho	RRJ-I-00-000.0001-DE-ROA	RRJ-I-00-000.0002-DE-ROA	RRJ-I-00-000.0003-DE-ROA	RRJ-I-00-000.0004-DE-ROA	RRJ-I-00-000.0005-DE-ROA
Município	Trajano de Moraes / Macaé	Macaé / Trajano de Moraes	Trajano de Moraes	Sumidouro	Trajano de Moraes
Curso d'água (reservatório inferior)	Rio Macabu	Rio São Pedro	Ribeirão São Lourenço	Rio Paquerer	Córrego Trajano de Morais
Potência instalada (Geração) [MW]	737,1	988,3	656,3	3.258,50	1.704,70
Energia armazenada [MWh]	2.211	2.965	1.969	9.775	5.114
Volume útil [hm³]	2,92	2,86	2,57	10,59	4,98
Queda bruta máxima [m]	336,1	460,0	340,0	410,0	458,0
Queda bruta mínima [m]	320,0	440,4	325,2	390,3	438,2
Queda bruta média (H) [m]	328,1	450,2	332,6	400,2	448,1
Perda de carga (geração, 100%) [m]	11,1	15,2	11,8	13,4	17,6
Vazão total turbinada [m³/s]	271	264	238	980	461
Vazão média de bombeamento [m³/s]	200	196	176	725	338
Energia consumida [MWh]	2.940	3.939	2.623	12.981	6.849
Quantidade de túneis [-]	1	1	1	3	2
Diâmetro do túnel [m]	8,65	8,55	8,10	9,50	8,00
Comprimento total de cada circuito (L) [m]	2.686	3.951	2.612	3.925	4.850
Relação L/H	8,2	8,8	7,9	9,8	10,8
Reservatório Superior (N.A.máx.) Cota [m.a.n.m.] / Área [km²]	1355,0 / 0,33	895,0 / 0,32	800,0 / 0,28	1040,0 / 1,17	898,0 / 0,53
Reservatório Superior (N.A.mín.) Cota [m.a.n.m.] / Área [km²]	1.345,0 / 0,25	885,0 / 0,26	790,0 / 0,24	1.030,0 / 0,94	888,0 / 0,47
Reservatório Inferior (N.A.máx.) Cota [m.a.n.m.] / Área [km²]	1025,0 / 0,52	444,6 / 0,34	464,8 / 0,58	639,7 / 1,18	449,8 / 0,56
Reservatório Inferior (N.A.mín.) Cota [m.a.n.m.] / Área [km²]	1.018,9 / 0,44	435,0 / 0,26	460,0 / 0,50	630,0 / 1,00	440,0 / 0,45
Quantidade de unidades reversíveis	4	4	4	12	8
Rotação Síncrona [rpm]	400,00	450,00	450,00	360,00	450,00
Diâmetro de referência da turbina-bomba	3,85	3,95	3,50	4,60	3,90
Elevação de referência da turbina-bomba	970,5	377,0	408,0	581,5	386,0

Identificação / ID	ID1362RJ	ID1445RJ	ID1448RJ	ID1506RJ	ID1572RJ
Desenho	RRJ-I-00-000.0006-DE-ROA	RRJ-I-00-000.0007-DE-ROA	RRJ-I-00-000.0008-DE-ROA	RRJ-I-00-000.0009-DE-ROA	RRJ-I-00-000.0010-DE-ROA
Município	Valença / Rio das Flores	Sumidouro	Sapucaia	Sapucaia	Duas Barras
Curso d'água (reservatório inferior)	Não identificado	Córrego Pamparrão	Córrego Sujo	Ribeirão São João	Córrego Três Barras
Potência instalada (Geração) [MW]	761,6	542,5	491,9	1.321,10	1.443,40
Energia armazenada [MWh]	2.285	1.628	1.476	3.963	4.330
Volume útil [hm³]	3,45	1,82	2,25	5,10	6,01
Queda bruta máxima [m]	295,0	399,0	290,0	350,0	320,0
Queda bruta mínima [m]	277,3	384,3	276,6	330,0	303,5
Queda bruta média (H) [m]	286,2	391,7	283,3	340	311,8
Perda de carga (geração, 100%) [m]	8,6	17,7	8,6	14,6	9,8
Vazão total turbinada [m³/s]	319	169	208	472	556
Vazão média de bombeamento [m³/s]	236	123	155	346	412
Energia consumida [MWh]	3.020	2.196	1.948	5.305	5.731
Quantidade de túneis [-]	1	1	1	2	2
Diâmetro do túnel [m]	9,40	6,80	7,60	8,10	8,80
Comprimento total de cada circuito (L) [m]	1.809	4.556	1.862	3.427	1.998
Relação L/H	6,3	11,6	6,6	10,1	6,4
Reservatório Superior (N.A.máx.) Cota [m.a.n.m.] / Área [km²]	725,0 / 0,37	720,0 / 0,20	735,0 / 0,24	750,0 / 0,57	820,0 / 0,68
Reservatório Superior (N.A.mín.) Cota [m.a.n.m.] / Área [km²]	715,0 / 0,32	710,0 / 0,17	725,0 / 0,21	740,0 / 0,45	810,0 / 0,52
Reservatório Inferior (N.A.máx.) Cota [m.a.n.m.] / Área [km²]	437,7 / 0,53	325,7 / 0,41	448,4 / 0,66	410,0 / 0,62	506,5 / 0,99
Reservatório Inferior (N.A.mín.) Cota [m.a.n.m.] / Área [km²]	430,0 / 0,37	321,0 / 0,36	445,0 / 0,60	400,0 / 0,42	500,0 / 0,83
Quantidade de unidades reversíveis	4	3	2	6	8
Rotação Síncrona [rpm]	360,00	450,00	300,00	360,00	400,00
Diâmetro de referência da turbina	4,05	3,70	4,80	4,35	3,80
Elevação de referência da turbina-bomba	383,5	268,0	402,0	353,0	451,5

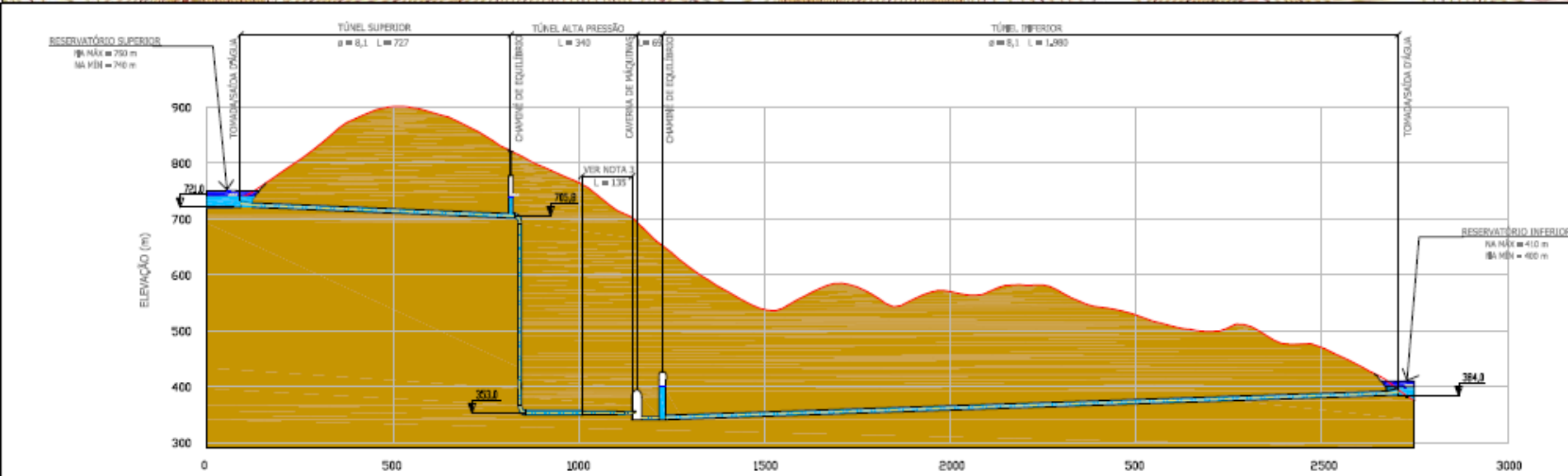
Identificação / ID	ID1615RJ	ID1667RJ	ID1846RJ	ID2670RJ	ID2936RJ
Desenho	RRJ-I-00-000.0011-DE-ROA	RRJ-I-00-000.0012-DE-ROA	RRJ-I-00-000.0013-DE-ROA	RRJ-I-00-000.0014-DE-ROA	RRJ-I-00-000.0015-DE-ROA
Município	Duas Barras / Cantagalo	Carmo / Duas Barras	Cantagalo	Itaperuna / Bom Jesus do Itabapoana	Natividade / Varre Sai / Bom Jesus do Itabapoana
Curso d'água (reservatório inferior)	Córrego Três Barras	Córrego da Glória	Córrego das Pedras	Córrego da Lama	Ribeirão Inverno
Potência instalada (Geração) [MW]	1.118,00	1.720,90	987,5	1101,2	4.275,70
Energia armazenada [MWh]	3.354	5.163	2.963	3.304	12.827
Volume útil [hm³]	4,15	5,10	3,30	3,45	12,46
Queda bruta máxima [m]	355,0	445,0	395,0	420,0	448,9
Queda bruta mínima [m]	342,4	431,5	382,9	408,1	435,0
Queda bruta média (H) [m]	348,7	438,2	388,9	414	442
Perda de carga (geração, 100%) [m]	10,5	14,4	13,2	13,0	10,6
Vazão total turbinada [m³/s]	385	472	306	320	1153
Vazão média de bombeamento [m³/s]	287	351	227	238	870
Energia consumida [MWh]	4.436	6.854	3.940	4.377	16.799
Quantidade de túneis [-]	1	2	1	1	3
Diâmetro do túnel [m]	10,30	8,10	9,20	9,40	10,30
Comprimento total de cada circuito (L) [m]	2.887	3.542	3.692	3.582	2.331
Relação L/H	8,3	8,1	9,5	8,7	5,3
Reservatório Superior (N.A.máx.) Cota [m.a.n.m.] / Área [km²]	800,0 / 0,45	755,0 / 0,59	515,0 / 0,35	555,0 / 0,39	675,0 / 1,29
Reservatório Superior (N.A.mín.) Cota [m.a.n.m.] / Área [km²]	790,0 / 0,39	745,0 / 0,33	505,0 / 0,31	545,0 / 0,30	665,0 / 1,20
Reservatório Inferior (N.A.máx.) Cota [m.a.n.m.] / Área [km²]	447,6 / 1,62	313,5 / 1,59	122,1 / 1,49	136,9 / 1,71	230,0 / 3,26
Reservatório Inferior (N.A.mín.) Cota [m.a.n.m.] / Área [km²]	445,0 / 1,50	310,0 / 1,30	120,0 / 1,40	135,0 / 1,64	226,1 / 3,06
Quantidade de unidades reversíveis	4	8	4	4	12
Rotação Síncrona [rpm]	360,00	450,00	400,00	400,00	360,00
Diâmetro de referência da turbina-bomba	4,45	3,85	4,15	4,27	4,85
Elevação de referência da turbina-bomba	390,0	256,5	65,0	79,0	172,5



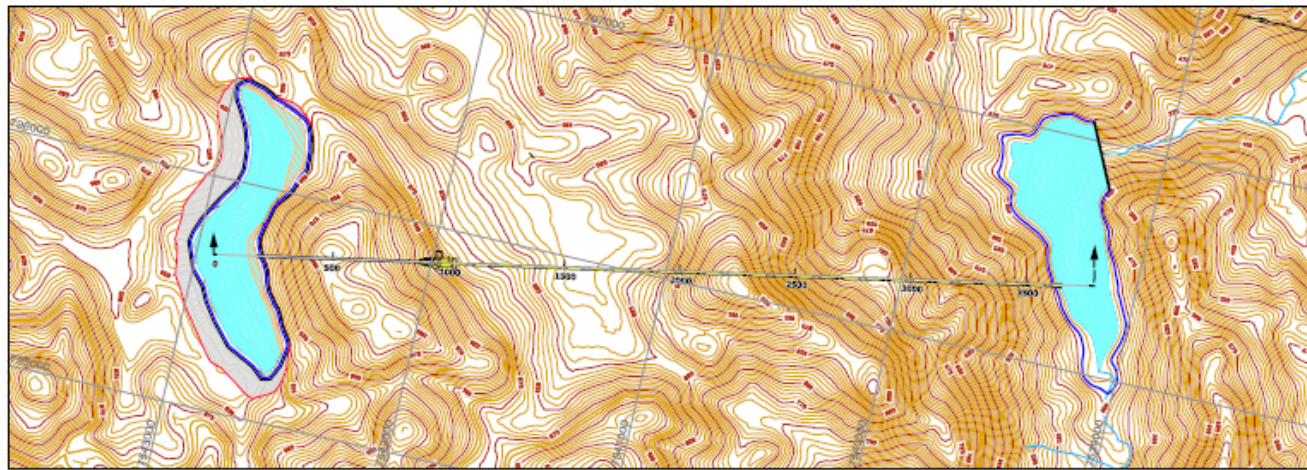
CURVA COTA X ÁREA X VOLUME
RESERVOÁRIO SUPERIOR



CURVA COTA X ÁREA X VOLUME
RESERVOÁRIO INFERIOR



UHR ID 1506RJ
outros desenhos
apresentados na NT



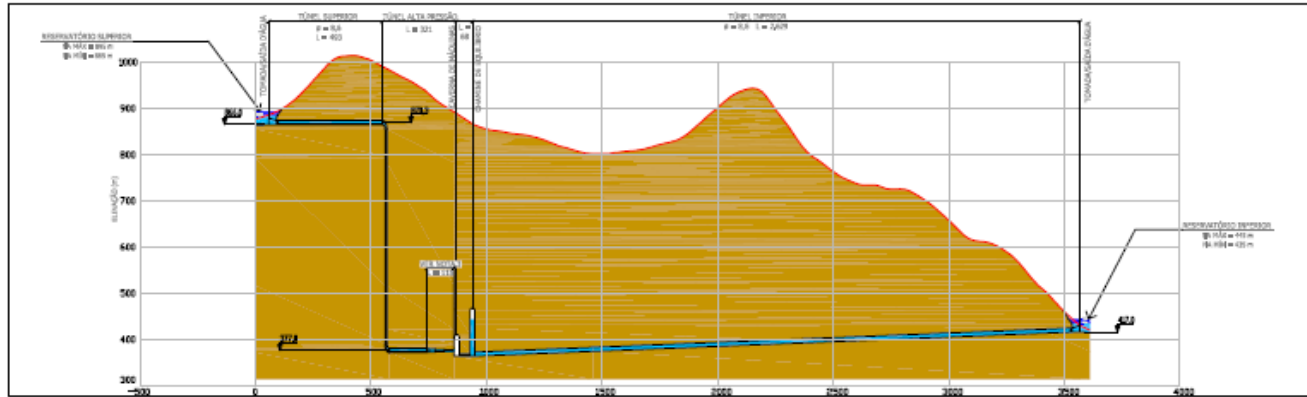
PLANTA GERAL
ESC. 1:20.000



PLANTA DE LOCALIZAÇÃO

LEGENDA

- Contorno de Nível Máximo
- Contorno de Nível Intermediário
- Barragem
- N/A Máximo do Reservatório
- N/A Mínimo do Reservatório
- ▨ Escavação na elevação 855 m
- ▲ Ubra Hidráulica Reservatório (UHR) Pré-Operacional



CIRCUITO HIDRÁULICO - SEÇÃO LONGITUDINAL
ESC. 1:10.000
V = 1:20.000

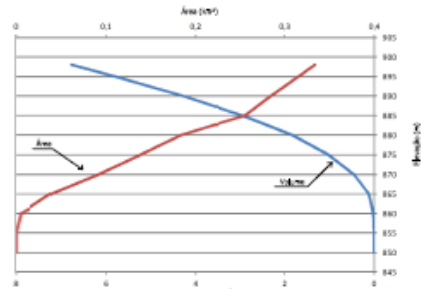
CARACTERÍSTICAS BÁSICAS	
CICLO	DEÁRIO
TEMPO DE GERAÇÃO/CICLO (h)	3
POTÊNCIA INSTALADA (MW)	988
QUANTIDADE DE UNIDADES REVERSÍVEIS	4
QUEDA BRUTA MÉDIA (m)	450,2
L/H	8,5

REFERÊNCIAS

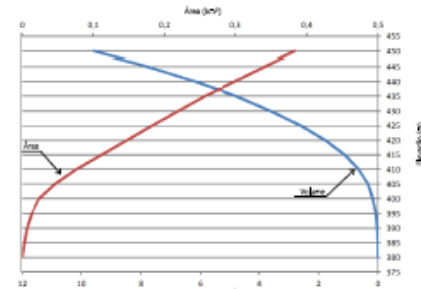
- DADOS ALTIMÉTRICOS OBTIDOS A PARTIR DE MODELOS DIGITAIS DE ELEVACÃO DO PROJETO R3-35 DO INGE COM PRECISÃO COMPATÍVEL A ESCALA 1:10.000 SISTEMA GEODÉSICO SERRAS ZONA PROJEÇÃO CARTOGRAFICA UTM 22S

NOTAS

- DISTÂNCIAS, DIMENSÕES E ELEVACÕES EM METROS, EXCETO QUANDO INDICADO
- PARA SEÇÕES TÉCNICAS DAS OBRAS VER DESENHO R33-35/2019-03-R3
- TRECHO BILINDADO (p = 3,2 e 4,2)



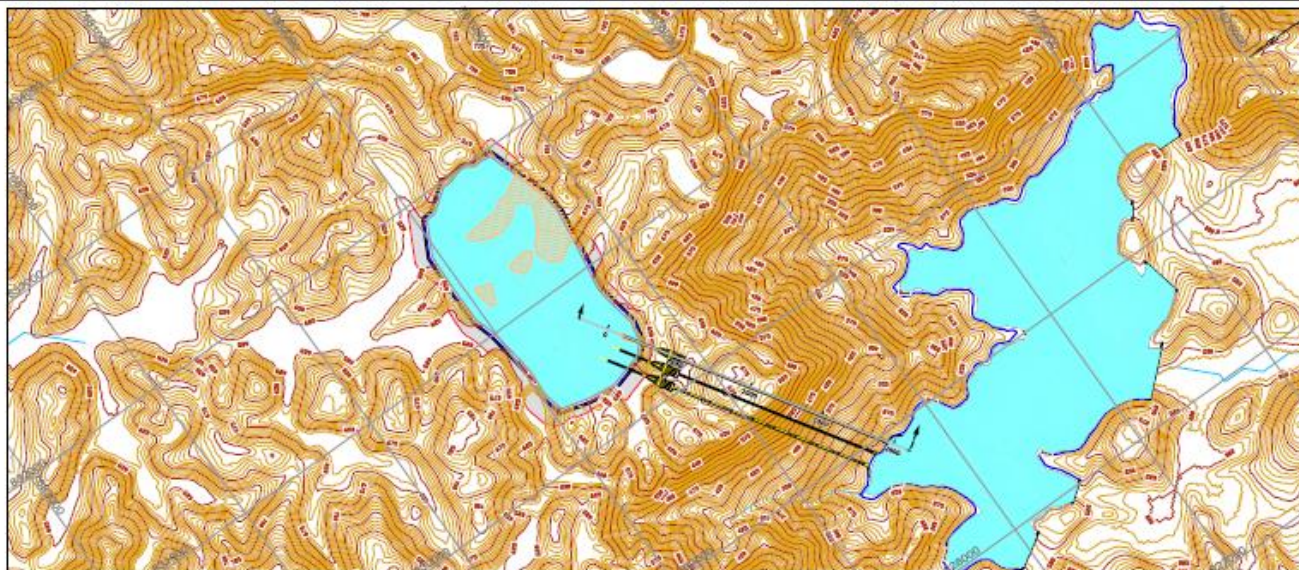
CURVA COTA X ÁREA X VOLUME
RESERVATÓRIO SUPERIOR



CURVA COTA X ÁREA X VOLUME
RESERVATÓRIO INFERIOR

ESTUDOS DE INVENTÁRIO DE UHR	
RIO DE JANEIRO	
ESTUDOS PRELIMINARES	
UHR ID 198RJ	
ARRANJO GERAL E CURVAS CARACTERÍSTICAS	
ESCALA	INDICADA
DATA	21/02/2019
PROJETO	ARRANJO GERAL
PROJETO	RJ-1-100-000,0002-DE-00





PLANTA GERAL
ESC. 1:100,000



PLANTA DE LOCALIZAÇÃO

LEGENDA

- Contorno de Nível Médio
- Contorno de Nível Intermediário
- Barragem
- N/A Nível do Reservatório
- N/A Nível do Reservatório
- Drenagem na direção 805 m
- ▲ Usina Hidrelétrica Reversível (UHR) Pré-Operacional

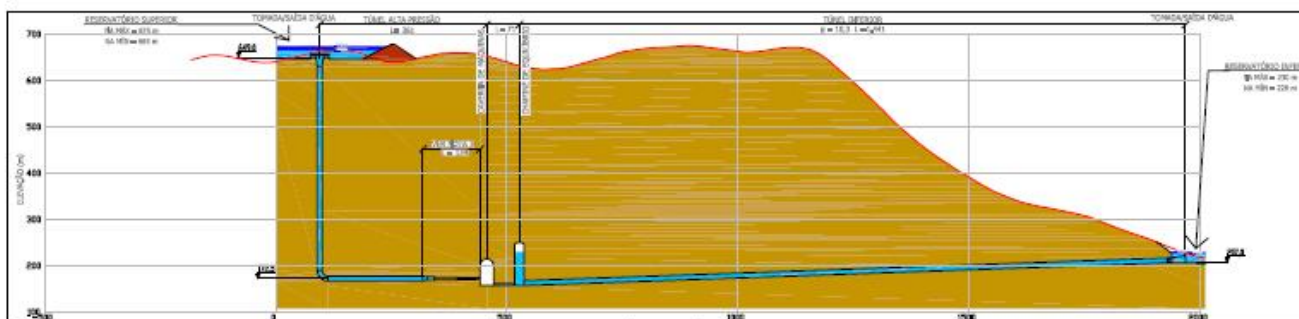
CARACTERÍSTICAS BÁSICAS	
CICLO	DIÁRIO
TEMPO DE GERAÇÃO/CICLO (h)	2
POTÊNCIA INSTALADA (MW)	42,75
QUANTIDADE DE UNIDADES REVERSÍVEIS	12
QUEDA BRUTA MÉDIA (m)	442,0
LH	5,3

REFERÊNCIAS

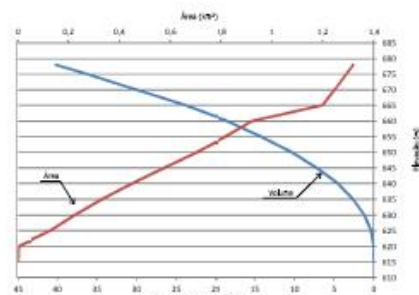
- DADOS ALTIMÉTRICOS OBTIDOS A PARTIR DE MODELOS DIGITAIS DE ELEVATION DO PROJETO 10-25 DO BRNO COM PRECISÃO COMPATÍVEL A ESCALA 1:50.000 SISTEMA GEOGRÁFICO SIRGAS 2011 PROJEÇÃO CARTOGRÁFICA UTM 23S

NOTAS

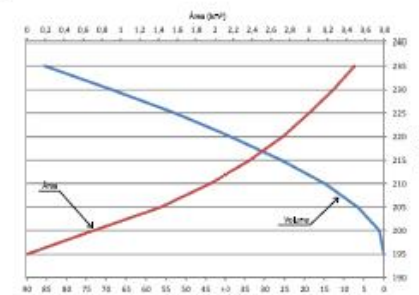
- DISTÂNCIAS, DIMENSÕES E ELEVações EM METROS, EXCETO QUANDO INDICADO
- PARA ESQÜES TÍPICAS DAS OBRAS VER DESENHO RES-020-2003/2004-03
- TRECHO ILUSTRADO (p. 11, 8 e 7, 0)



CIRCUITO HIDRÁULICO - SEÇÃO LONGITUDINAL

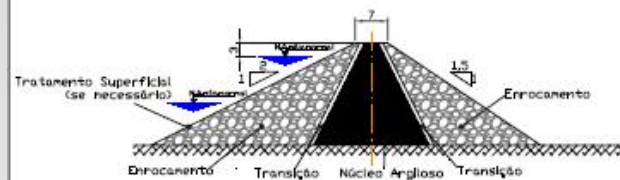


CURVA COTA X ÁREA X VOLUME
RESERVATÓRIO SUPERIOR



CURVA COTA X ÁREA X VOLUME
RESERVATÓRIO INFERIOR

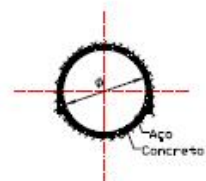
ESTUDOS DE INVENTÁRIO DE UHR	
RIO DE JANEIRO	
ESTUDOS PRELIMINARES	
UHR ID2936RJ	
ANEXO GERAL E CURVAS CARACTERÍSTICAS	
DATA	INDICADA
DATA	11/02/2019
COORDENADOR	RL: 1-00-000,0015-DE-R0



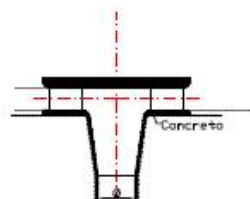
Barramento - Seção Tipo



Túnel - Seção Tipo



Conduto forçado blindado - Seção Tipo



Seção

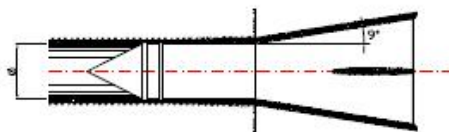


Planta

Tomada / saída d'água vertical



Seção



Planta

Tomada / saída d'água horizontal



PLANTA DE LOCALIZAÇÃO

Aproveitamento	Altura Máx. de Barramento [m]		Túnel Diâmetro [Ø] [m]	Desenhos
	Reservatório Superior	Reservatório Inferior		
D1110RU	28	48	8,65	RRJ-00-000.0001-DE-ROA
D1198RU	53	63	8,55	RRJ-00-000.0002-DE-ROA
D1258RU	58	23	8,10	RRJ-00-000.0003-DE-ROA
D1303RU	33	103	9,50	RRJ-00-000.0004-DE-ROA
D1336RU	31	53	8,00	RRJ-00-000.0005-DE-ROA
D1362RU	53	26	9,40	RRJ-00-000.0006-DE-ROA
D1445RU	38	24	6,80	RRJ-00-000.0007-DE-ROA
D1488RU	48	36	7,60	RRJ-00-000.0008-DE-ROA
D1506RU	38	58	8,10	RRJ-00-000.0009-DE-ROA
D1572RU	33	35	8,80	RRJ-00-000.0010-DE-ROA
D1615RU	28	31	10,30	RRJ-00-000.0011-DE-ROA
D1667RU	33	27	8,10	RRJ-00-000.0012-DE-ROA
D1846RU	38	30	9,20	RRJ-00-000.0013-DE-ROA
D2670RU	43	40	9,40	RRJ-00-000.0014-DE-ROA
D2936RU	68	18	10,30	RRJ-00-000.0015-DE-ROA

(Ø) DIÂMETRO INTERNO DO CONDUITO

NOTAS:

1. DISTÂNCIAS, DIMENSÕES E ELEVÇÕES EM METROS, EXCETO QUANDO INDICADO

PROJETO	ESTUDOS DE INVENTÁRIO DE UHR
OBJETO	USINAS REVERSÍVEIS
TIPO	SEÇÕES TÍPICAS
ESCALA	1:100
DATA	11/03/2019
PROJETADE	RRJ-1-00-000,0016-DE-ROJ

DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

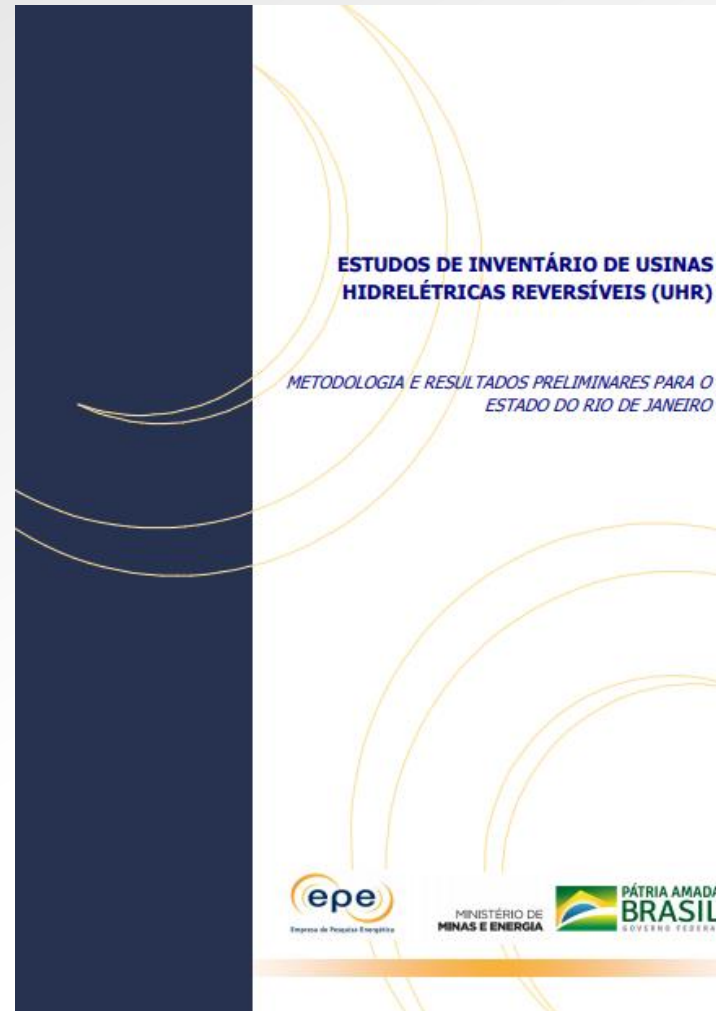
Necessidade de estudos complementares

Por que os resultados apresentados são preliminares ?

- Aprimorar as premissas conforme necessidades do sistema (**ex. tempo geração 3h**)
- **Estudos geológicos-geotécnicos**: Determinantes para o arranjo geral das obras superficiais e subterrâneas concepção e custos da UHR
- Maior precisão das informações **cartográficas** (mapeamento na Escala 1:10.000)
- Estudos **hidrometeorológicos** e hidráulicos (primeiro enchimento, estruturas hidráulicas)
- **Custos** (obras, equipamentos, conexão, socioambientais)
- Estudos socioambientais
- **Detalhamento** - túneis de acesso, subestação, equipamentos

PRÓXIMOS PASSOS

- Complementações e aprimoramentos dos estudos
 - Melhor caracterização das necessidades do sistema (ex. 3h)
- Estudo/mapeamento das UHR de ciclo fechado
- Regulação / ANEEL e Desenho de Mercado



<http://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/nt-006-2019-estudos-de-inventario-de-usinas-hidreletricas-reversiveis>

Obrigado!

Avenida Rio Branco, 1 - 11º andar
20090-003 - Centro - Rio de Janeiro
www.epe.gov.br



/epe.brasil



epe_brasil



@epe_brasil



/EPEBrasil

Empresa de Pesquisa Energética
Ministério de Minas e Energia

