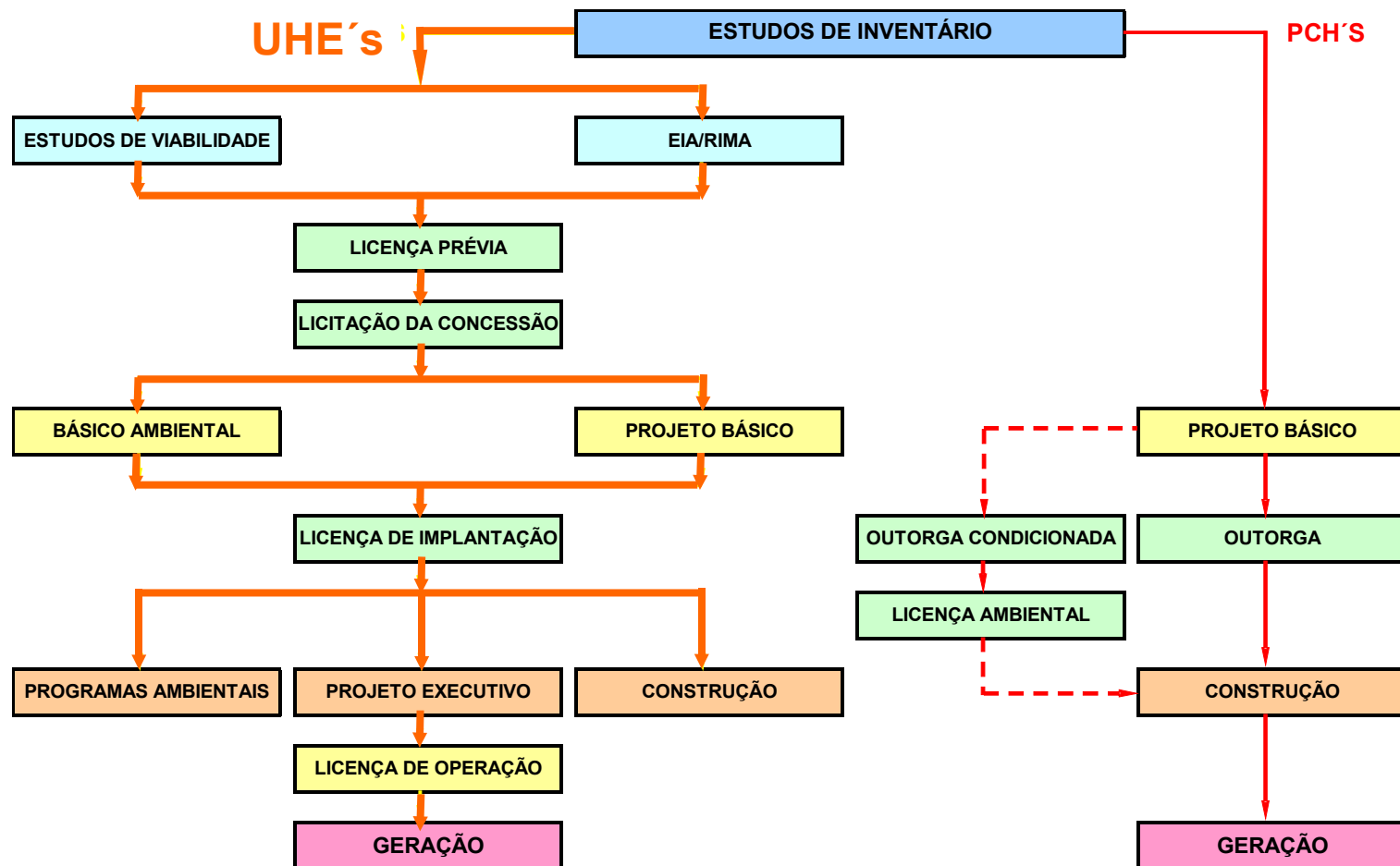


PROJETO MADEIRA

Câmara Técnica de Recursos Hídricos Transfronteiriços
MARÇO/2007

EMPREENDIMENTOS HIDRELÉTRICOS

ESTUDOS - FLUXO DE ATIVIDADES





2001												2002												2003												2004												2005												2006												2007																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J

ESTUDOS DE INVENTÁRIO

ANÁLISE ANEEL

JIRAU - ESTUDOS DE VIABILIDADE

JIRAU - COMPLEMENTAÇÃO DOS ESTUDOS DE VIABILIDADE

ANÁLISE ANEEL

SANTO ANTÔNIO - EST. DE VIABILIDADE

SANTO ANTÔNIO - COMPLEMENTAÇÃO DOS ESTUDOS DE VIABILIDADE

ANÁLISE ANEEL

DEFINIÇÃO DO ÓRGÃO LICENCIADOR

IBAMA

EMIÇÃO DO TR - TERMO DE REFERÊNCIA

ESTUDOS AMBIENTAIS

COMPLEMENTAÇÃO DOS ESTUDOS AMBIENTAIS

AUDIÊNCIAS PÚBLICAS

LP - LICENÇA PRÉVIA



O PROJETO MADEIRA

APOIO LOGÍSTICO – ESCRITÓRIO EM PORTO VELHO



O PROJETO MADEIRA

APOIO LOGÍSTICO – CANTEIRO PIONEIRO

A horizontal strip at the top of the slide shows a landscape at sunset or sunrise. The sky is a mix of orange, yellow, and dark blue, with the sun partially visible on the right. Below the sky, there's a body of water reflecting the colors, and some dark, silhouetted land in the background.

O PROJETO MADEIRA

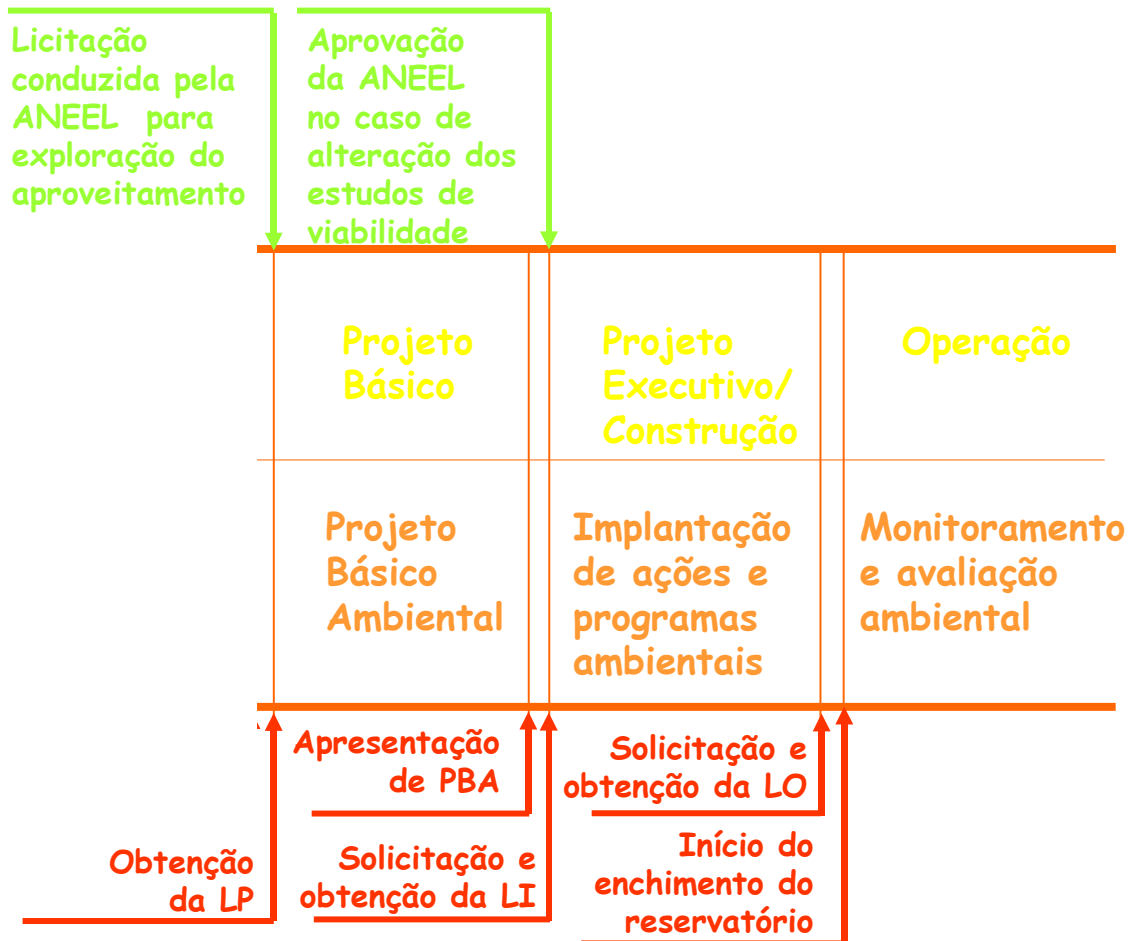
APOIO LOGÍSTICO – CANTEIRO PIONEIRO

EMPREENDEIMENTOS HIDRELÉTRICOS

LICENCIAMENTO AMBIENTAL

**O QUE FALTA
PARA AS
USINAS DE
SANTO
ANTÔNIO E
JIRAU**

LP Licença Prévia
LI Licença de Instalação
LO Licença de Operação

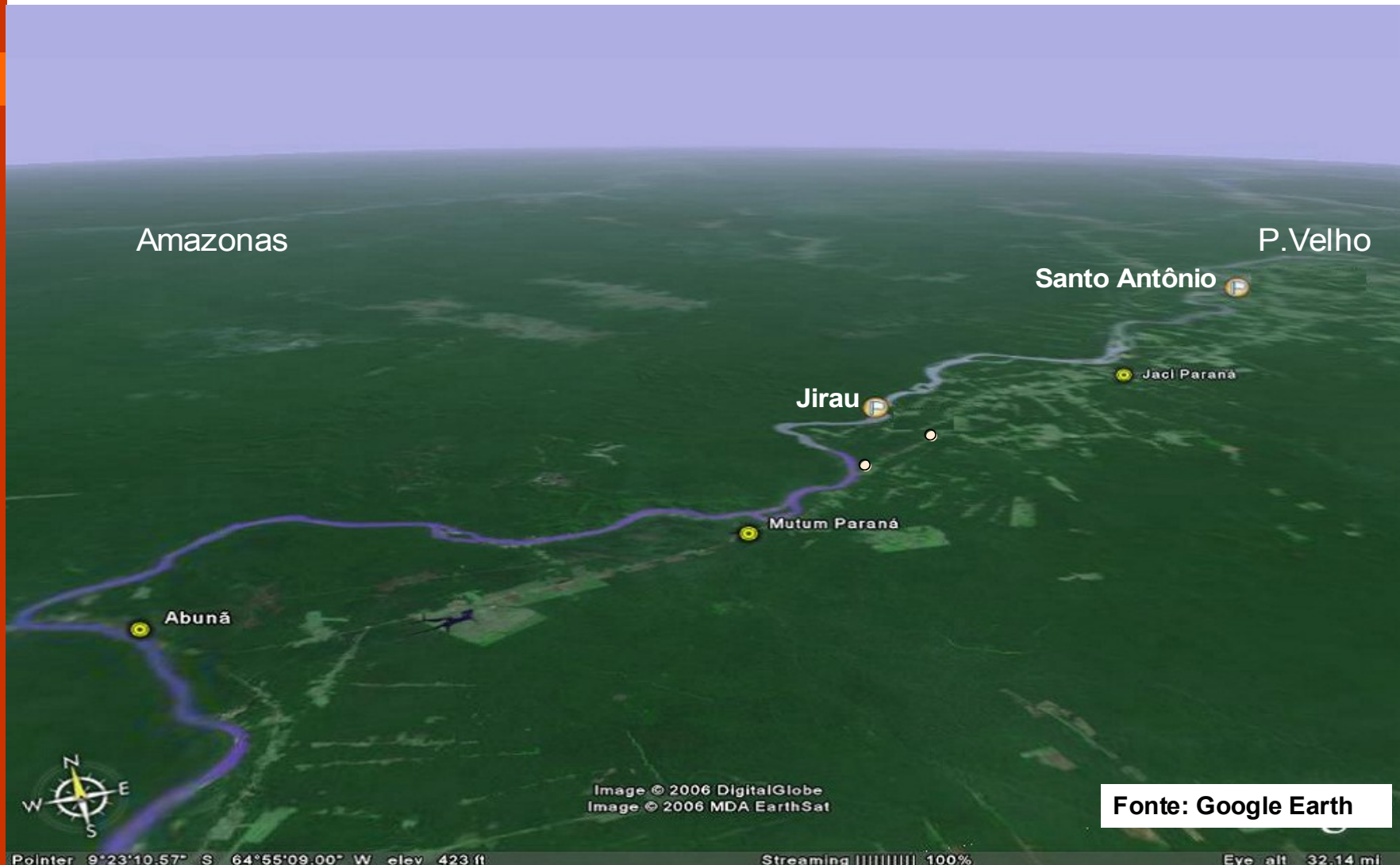


O PROJETO MADEIRA

LOCALIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO



O PROJETO MADEIRA





O PROJETO MADEIRA

- Odebrecht e Furnas desenvolveram os estudos de inventário e de viabilidade técnica, econômica e ambiental do Projeto do Rio Madeira visando a criação de um novo paradigma de desenvolvimento de projetos de hidrelétricas na região amazônica.
- A Solução de Engenharia procurou minimizar os impactos ambientais na região, que conduziu a seguinte solução:
 - Construção de duas Hidrelétricas de baixa queda e reduzido reservatório;
 - Tecnologia de turbina do tipo bulbo, com 44 unidades por cada usina. Uma tecnologia já utilizada em larga escala em várias plantas hidroelétricas ao redor do mundo, incluindo três plantas no Brasil.
- A solução encontrada, entre outros fatores, permitiu ao MME colocar o Projeto como prioridade na lista de investimentos de geração.



O PROJETO MADEIRA

CRITÉRIOS BÁSICOS ADOTADOS NOS ESTUDOS

1. VOCAÇÃO DO RIO MADEIRA

- Navegação / Integração regional
- Geração de energia

1. CONDICIONANTES ADOTADOS

- Limitar os níveis d'água máximos dos reservatórios a níveis pouco superiores aos das cheias;
- Não inundar território boliviano;
- Inclusão de eclusas;
- Desenvolver soluções de engenharia e equipamentos que produzissem o menor impacto ambiental possível.

O PROJETO MADEIRA

PARTIÇÃO DE QUEDA

Concepção de Usinas de Baixa Queda



Menor Área de Inundação



Menor Impacto Sócio Ambiental

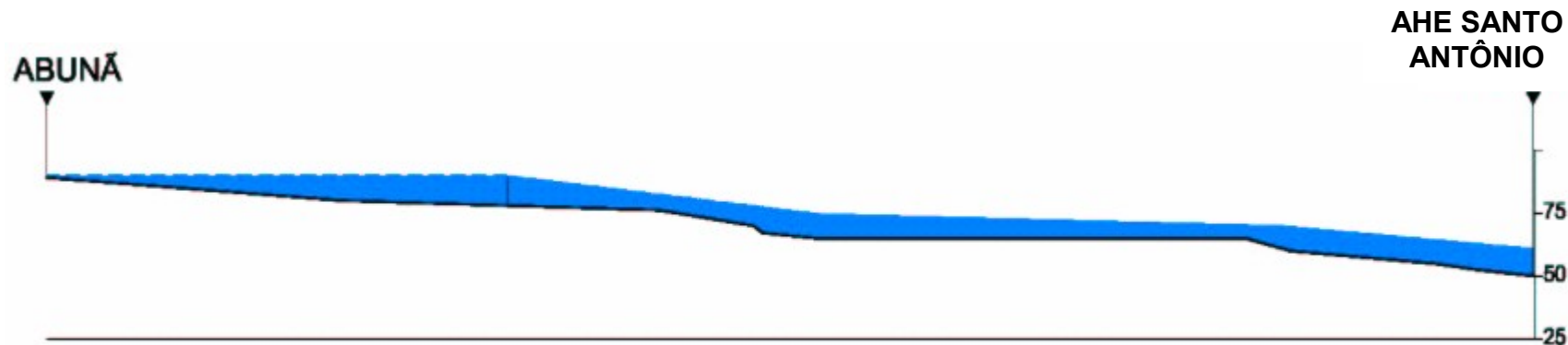


**Turbinas Bulbo que geram energia com
baixa queda**

O PROJETO MADEIRA

PARTIÇÃO DA QUEDA

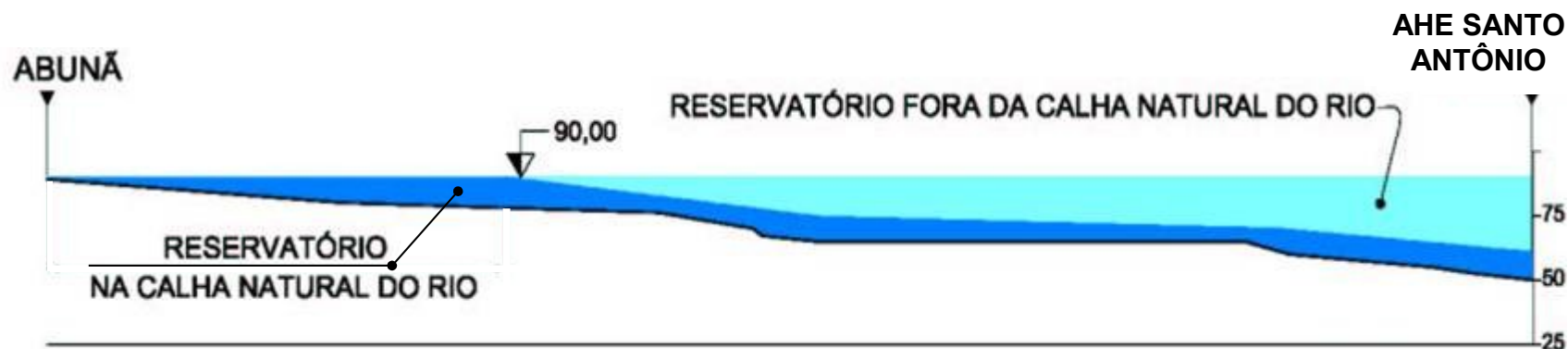
Trecho estudado do rio Madeira



O PROJETO MADEIRA

PARTIÇÃO DA QUEDA

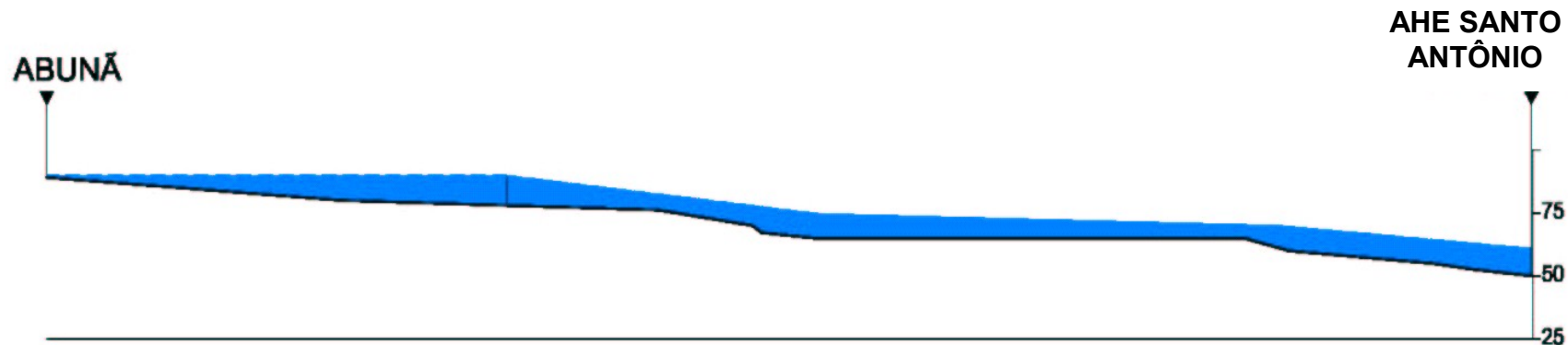
Alternativa com 1 usina => Grande Área Inundada
Área Inundada adicional aproximada: 1.557 km²



O PROJETO MADEIRA

PARTIÇÃO DA QUEDA

Trecho estudado do rio Madeira



O PROJETO MADEIRA

PARTIÇÃO DA QUEDA

2 usinas de Baixa Queda
Área Inundada Adicional: 242,8 km²











O PROJETO MADEIRA

PARTIÇÃO DE QUEDA

Barragem Única

Inundação adicional de cerca de 1.557 km²

Duas Barragens

Inundação adicional total: 242,8 km²

Santo Antônio: 107,3 km²

Jirau: 135,5 km²

O PROJETO MADEIRA

LIMITAÇÃO DA INUNDAÇÃO AO TERRITÓRIO NACIONAL



O PROJETO MADEIRA

LIMITAÇÃO DA INUNDAÇÃO AO TERRITÓRIO NACIONAL

Mês	Vazão Média Mensal (m ³ /s)	NA reservatório (m)
Jan	23.900	90
Fev	29.100	90
Mar	33.600	90
Abr	30.200	90
Mai	22.700	89,5
Jun	15.900	87
Jul	10.600	85
Ago	6.800	83
Set	5.600	82,5
Out	6.800	83
Nov	10.400	85
Dez	16.600	87,5

No período de cheias o nível d'água na EL.90,00 m é inferior aos níveis máximos observados anualmente na estação fluviométrica de Abunã, indicando que neste período o reservatório situa-se integralmente em território nacional.

Já no período de águas baixas, o remanso provocado pelo reservatório com nível d'água na EL 90,00 m estende-se a montante de Abunã..

Definiu-se então que o reservatório do AHE Jirau será operado com *NA variável*, através de uma *Curva Guia do Reservatório*, de forma que as condições do regime fluvial do rio Madeira a montante de Abunã permaneçam inalteradas.

O PROJETO MADEIRA

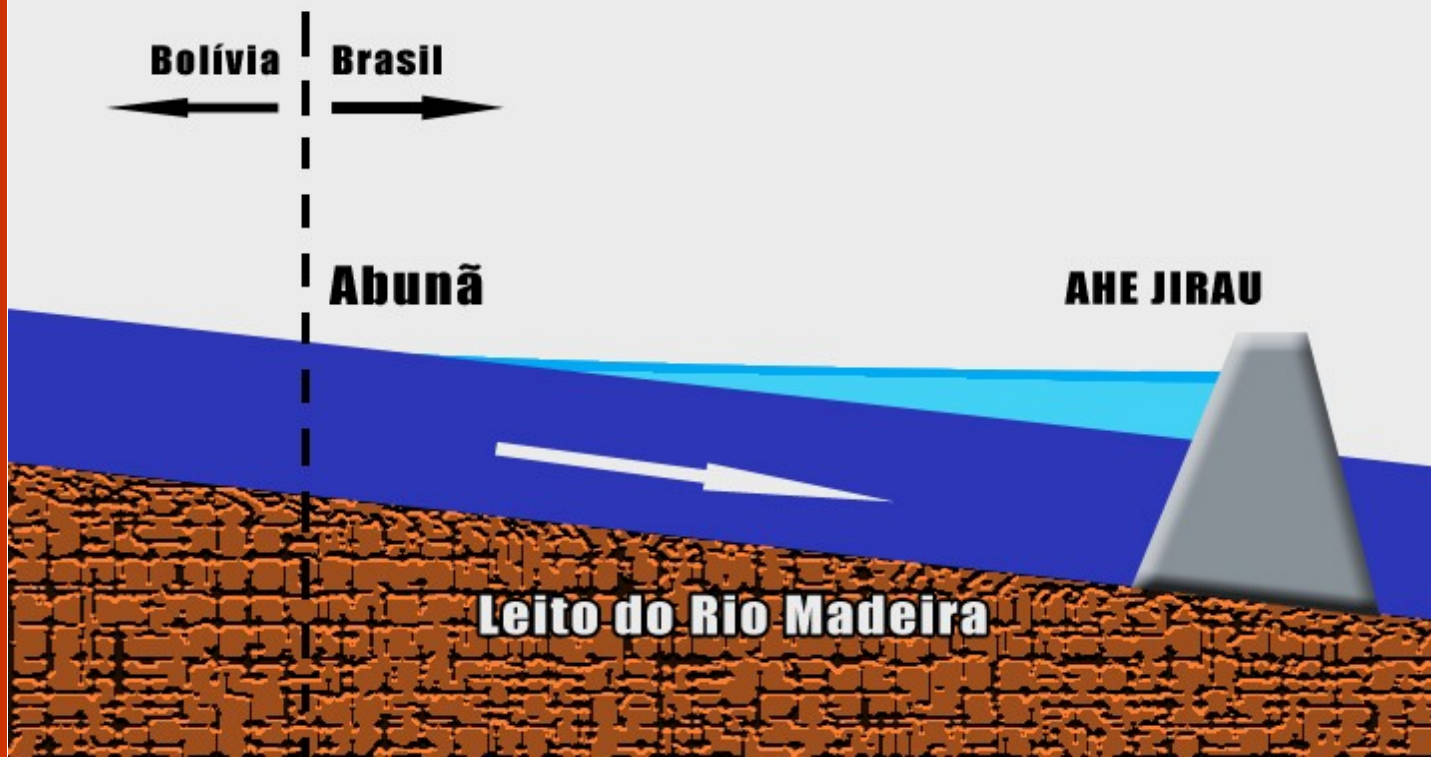
LIMITAÇÃO DA INUNDAÇÃO AO TERRITÓRIO NACIONAL



O PROJETO MADEIRA

LIMITAÇÃO DA INUNDAÇÃO AO TERRITÓRIO NACIONAL

Rio e Reservatório na Cheia



O PROJETO MADEIRA

LIMITAÇÃO DA INUNDAÇÃO AO TERRITÓRIO NACIONAL

Rio na Estiagem



O PROJETO MADEIRA

LIMITAÇÃO DA INUNDAÇÃO AO TERRITÓRIO NACIONAL



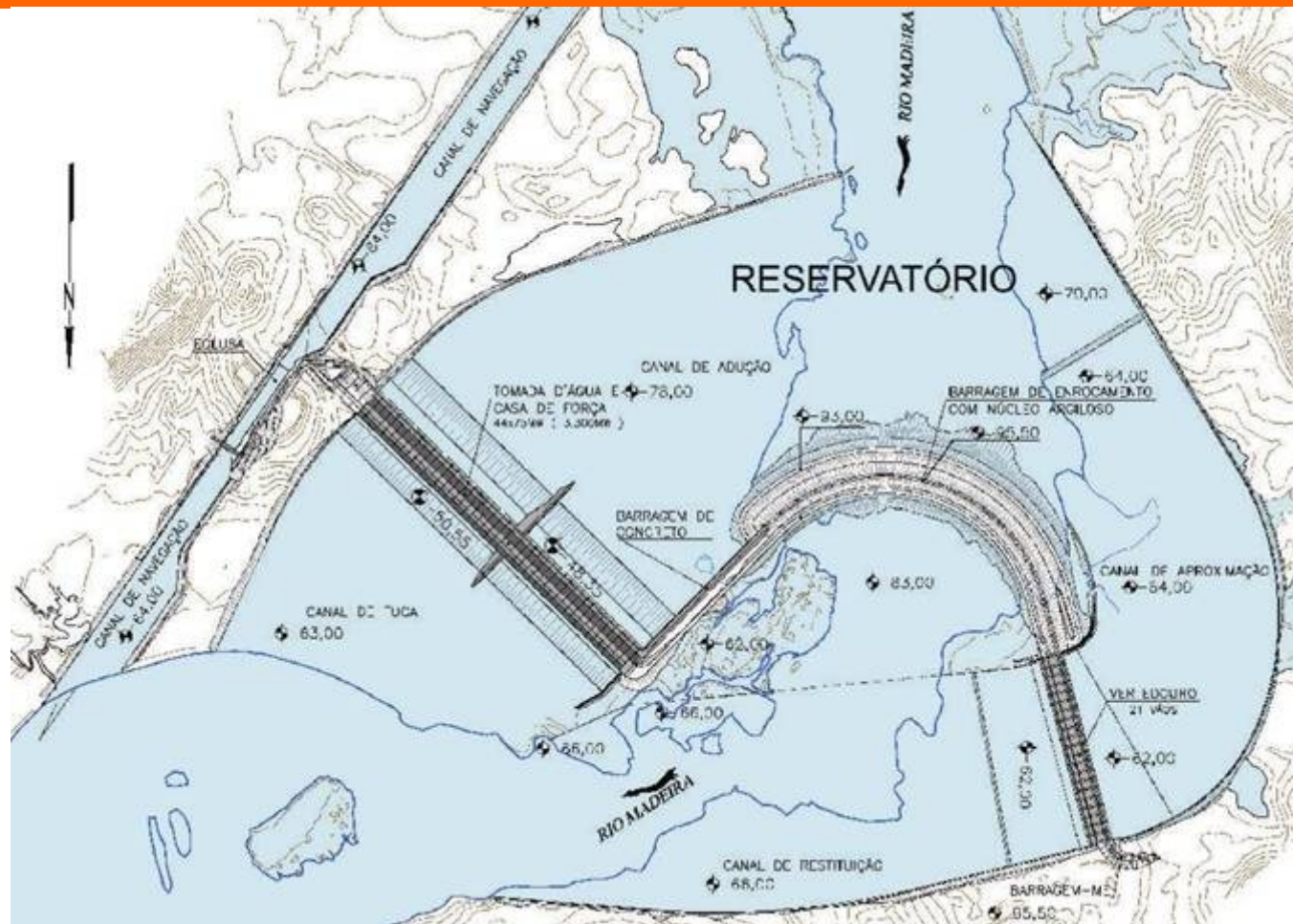
O PROJETO MADEIRA

CARACTERÍSTICAS GERAIS DAS USINAS

	AHE SANTO ANTÔNIO	AHE JIRAU
N.A. (m)	70,00	90,00
Vida útil do reservatório	>100 anos	50 anos
Vazão de projeto do vertedouro (m ³ /s)	84.000	82.600
Potência Instalada (MW)	3.150	3.300
Energia Firme Local (MW médios)	2.050	2.193
Queda de Referência (m)	13,90	15,20
Tipo de Turbina	Bulbo	Bulbo

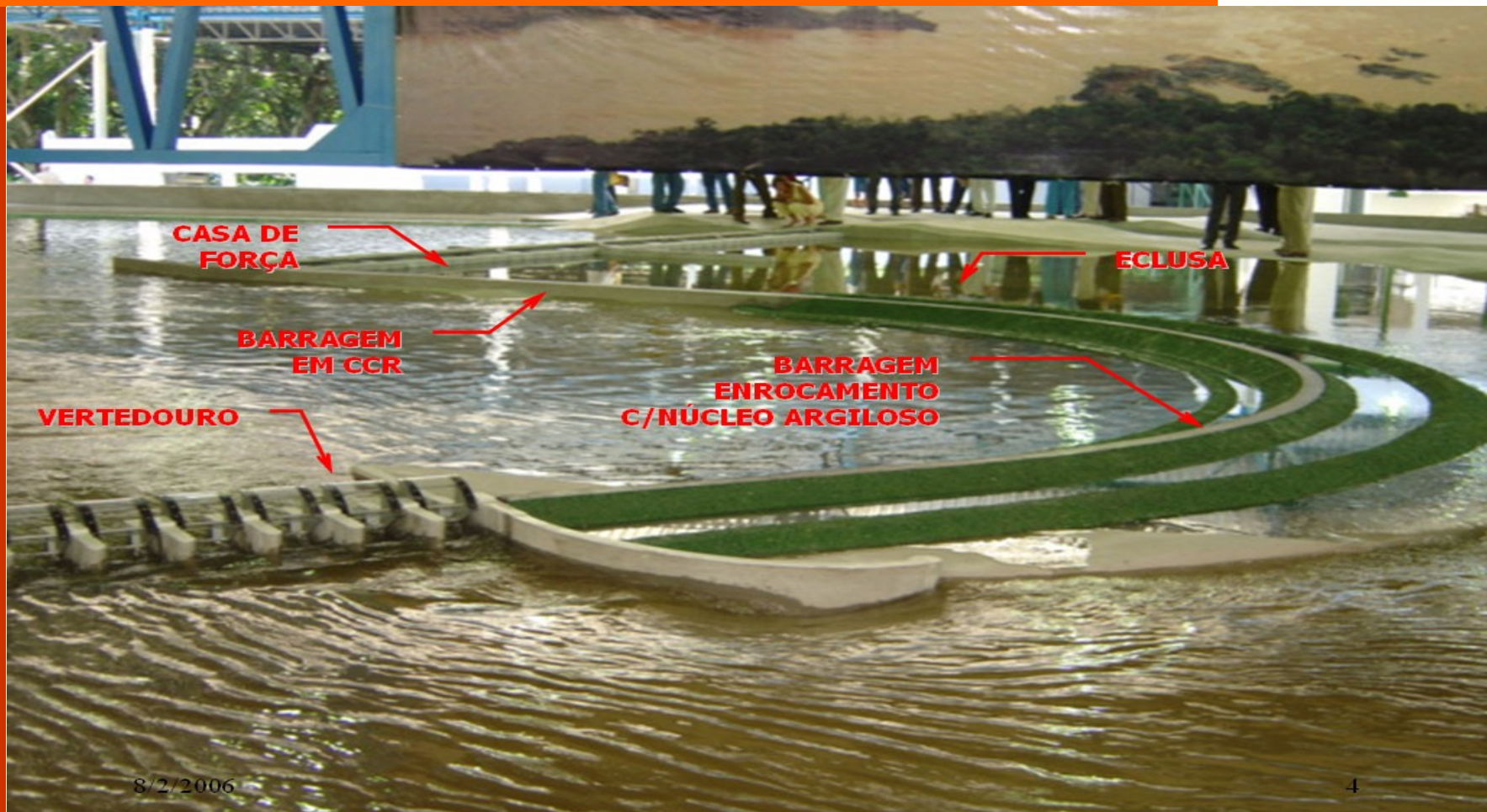
O PROJETO MADEIRA

AHE JIRAU



O PROJETO MADEIRA

AHE JIRAU – MODELO REDUZIDO





O PROJETO MADEIRA

AHE JIRAU – SEQUÊNCIA EXECUTIVA

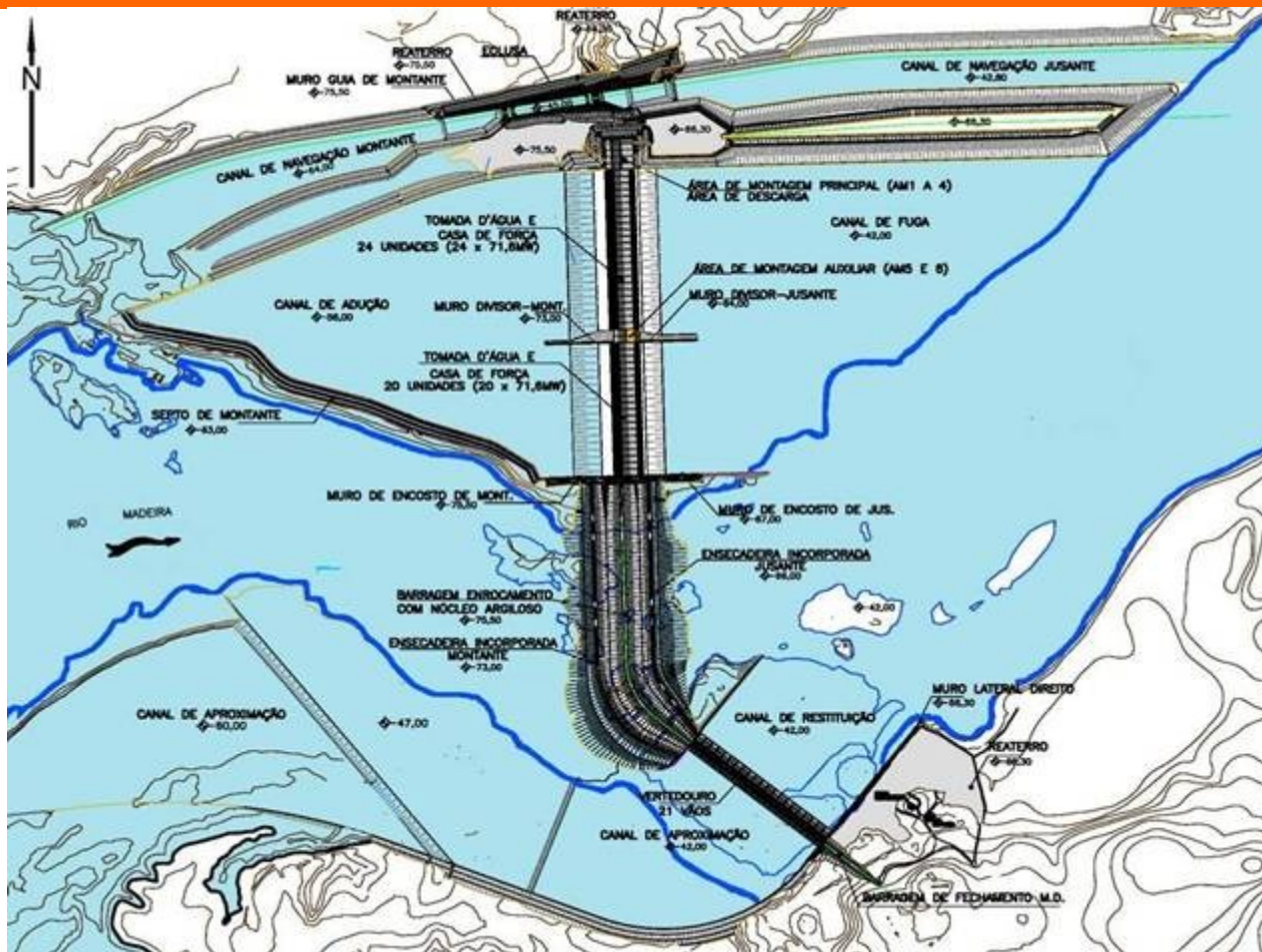
O PROJETO MADEIRA

AHE JIRAU – SEQUÊNCIA EXECUTIVA



O PROJETO MADEIRA

AHE SANTO ANTÔNIO

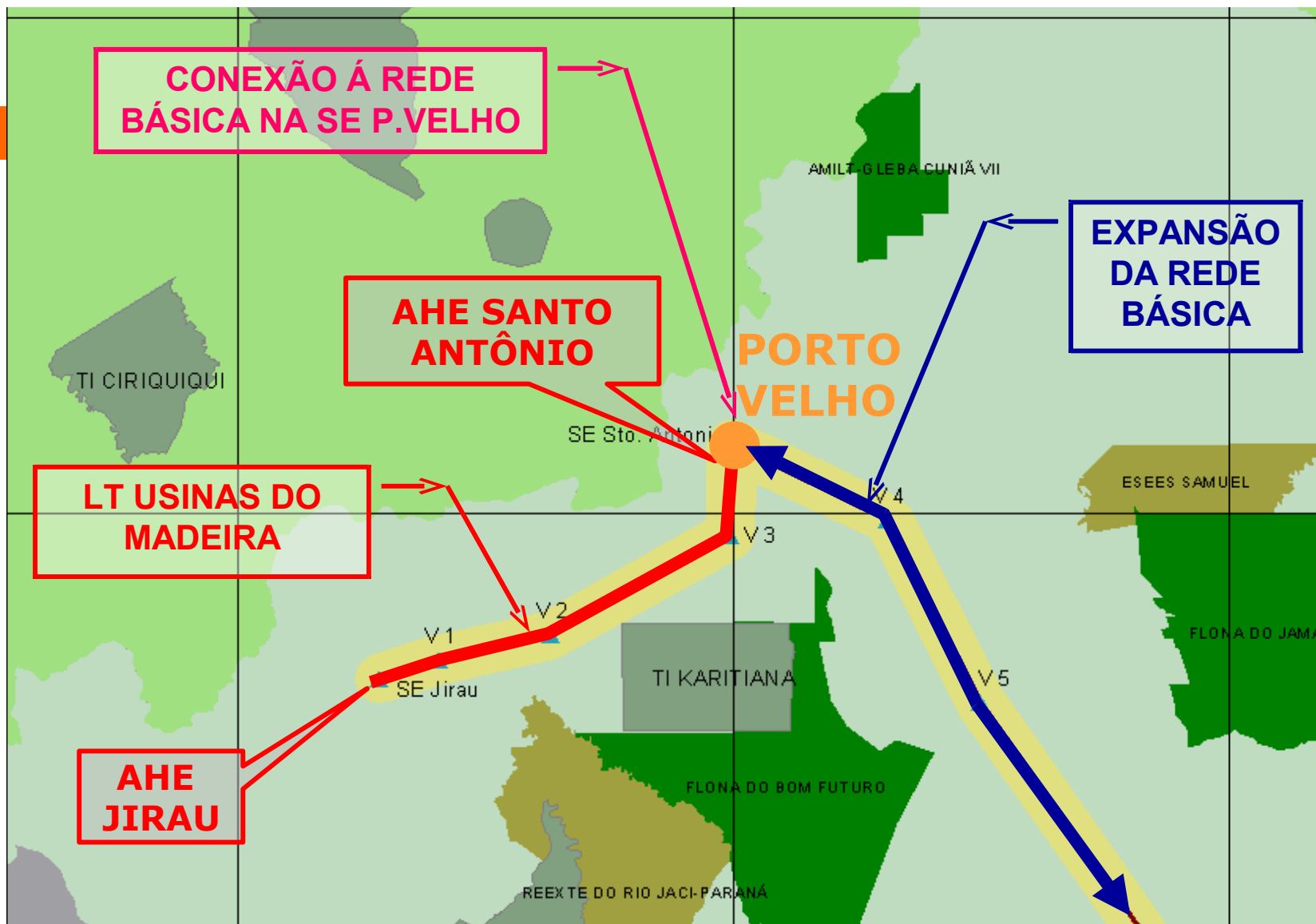




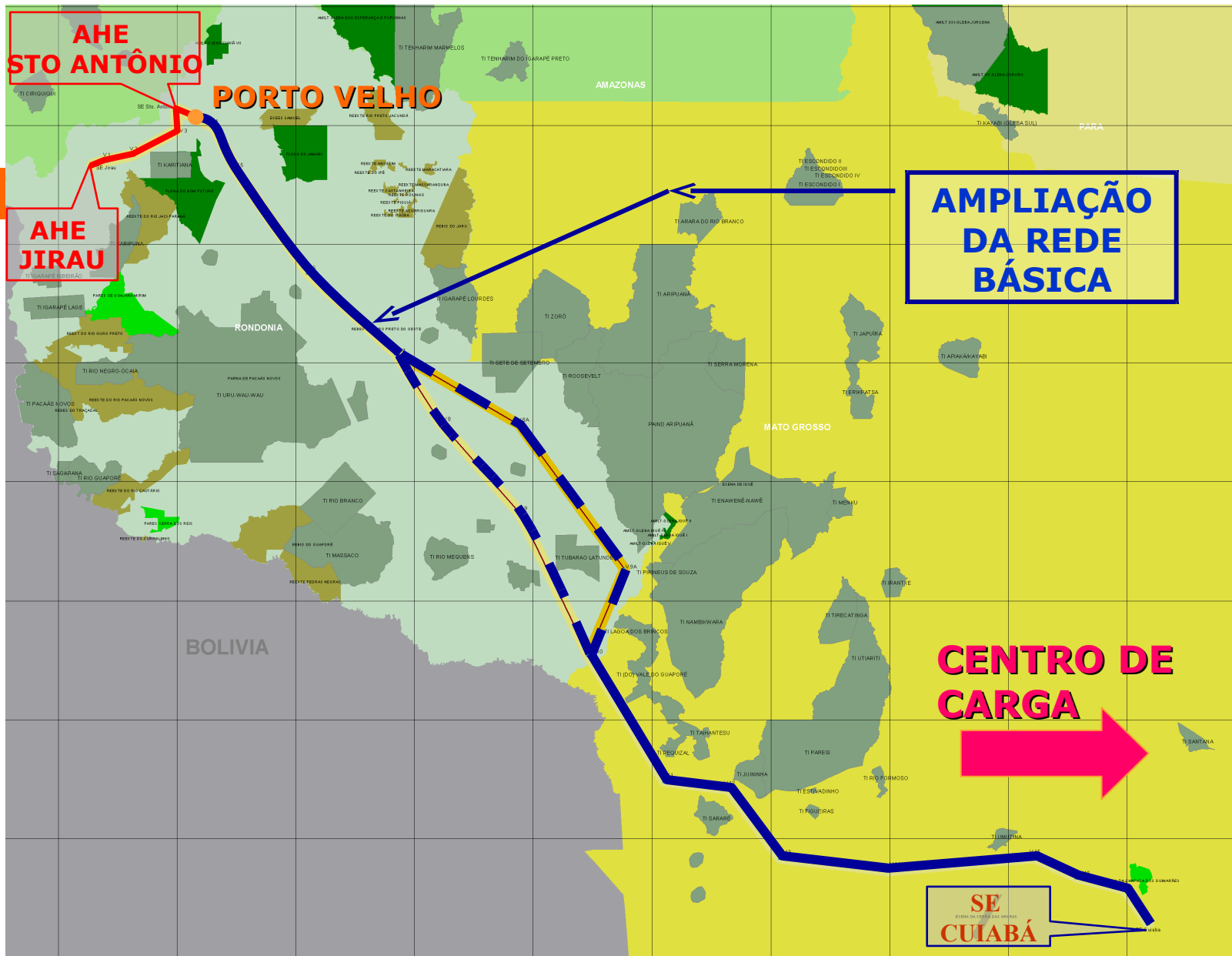
O PROJETO MADEIRA

AHE SANTO ANTÔNIO – SEQUÊNCIA EXECUTIVA

SISTEMA DE TRANSMISSÃO



SISTÊ DE TRANSMISSÃO



O PROJETO MADEIRA

ÁREA INUNDADA

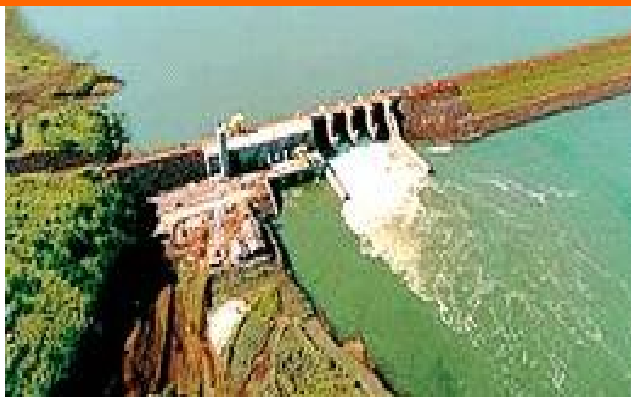
Usinas em Região de Planície na Amazônia (NA reserv < 300m)	Área dos Reservatórios (km ²)	Potência (MW)	Área Reservatório/ Potência da Usina (km ² / MW)
BALBINA	2.360	250	9,44
SAMUEL	584	217	2,69
CURUÁ-UNA	78	30	2,60
MANSO	387	210	1,84
LUIZ E. MAGALHÃES	626	850	0,74
TUCURUÍ - 1ª ETAPA	2.414	4.000	0,61
TUCURUÍ - 2ª ETAPA		8.000	0,30
COROACY NUNES	23	67	0,35
JIRAU	258	3.300	0,08
	140 (*)		0,04
SANTO ANTÔNIO	271	3.150	0,09
	110 (*)		0,03

(*) Descontada a área do rio

Relação Reservatório / Potência

O PROJETO MADEIRA

USINAS DE BAIXA QUEDA



Canoas I
Potência: 81 MW
Queda: 16,3 m



Canoas II
Potência: 72 MW
Queda: 14,5 m



Igarapava
Potência: 210 MW
Queda: 17 m

**Experiência
no Brasil**

O PROJETO MADEIRA

USINAS DE BAIXA QUEDA



ALTENWÖRTH

Potência: 328 MW

Queda: 15 m



FREUDENAU

Potência: 293
MW

Queda: 8,8 m



YBBS-PERSEUSBEUG

Potência: 236 MW

Queda: 10,9 m



GREIFENSTEIN

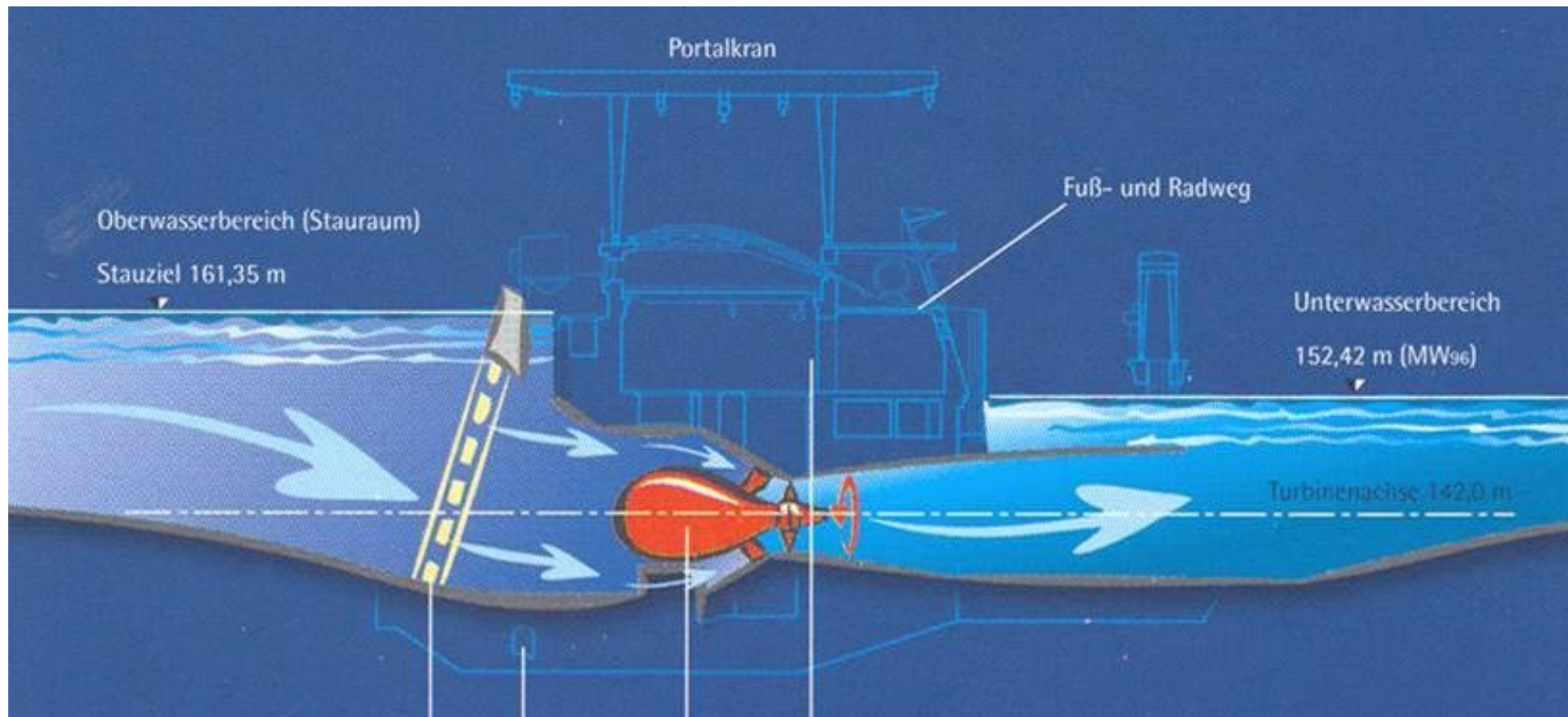
Potência: 293
MW

Queda: 12,6 m

Experiência no Exterior

O PROJETO MADEIRA

TURBINAS BULBO



O PROJETO MADEIRA

TURBINAS BULBO



O PROJETO MADEIRA

TURBINAS BULBO

USINA HIDRELÉTRICA	País	Max. Output (MW)	Queda Máx (m)	Velocidade (min ⁻¹)	Diâmetro do Rotor (m)	No.de Unida- des	Ano
Belleville	França	25,9	5,5	64,3	7,5	2	1997
Tadami	Japão	65,8	20,7	100	6,7	1	1989
Murray Lock	USA	19,4	5,0	52,2	8,41	2	1985
Lingjintan	China	30,93	13,2	78,9	6,9	9	1998
Hongjiang	China	48,19	27,3	136,4	5,46	6	2003
Santo Antonio	Brasil	71,6	13,9	81,8	8,15	44	u/c
Jirau		75	15,2	85,7	7,94	44	