



# Principais características técnicas

# SUMÁRIO



## APRESENTAÇÃO ●

- Usina Hidrelétrica de Itaipu 5
- Cronologia dos principais eventos 7

## BACIA HIDROGRÁFICA DE INFLUÊNCIA ●

- Localização e clima 8
- Vazões 9

## RESERVATÓRIO ●

- Planta e perfil do reservatório 10

## USINA DE ITAIPU ●

- Integração Energética 12
- Sistema de transmissão associado à Usina de Itaipu 13
- Integração ao Sistema Elétrico Brasileiro 14
- Integração ao Sistema Elétrico Paraguaio 15

## OBRAS CIVIS ●

- Arranjo geral 16
- Barragens de concreto 17
- Barragens auxiliares 18
- Vertedouro 19
- Instrumentação da barragem e fundação 20
- Dados principais 21

## CASA DE FORÇA E BARRAGEM PRINCIPAL ●

- Localização dos equipamentos e principais cotas 22
- Tomada d'água 23
- Unidade Geradora 24
- Outros equipamentos 26

## RESULTADO OPERACIONAL ●

- Produção e disponibilidade energética 28
- Desempenho das unidades geradoras 29

# Usina Hidrelétrica de Itaipu

A Usina Hidrelétrica de Itaipu é um empreendimento pertencente ao Brasil e ao Paraguai, implantado com base no Tratado celebrado em 26 de abril de 1973, que registra a decisão de realizar o aproveitamento hidrelétrico dos recursos hídricos do Rio Paraná, pertencentes em Condomínio aos dois Países, desde e inclusive o Salto Grande de Sete Quedas ou Salto de Guaíra até a Foz do Rio Iguçu.

Dentre outras disposições, o Tratado de Itaipu estabelece que a energia produzida pelo aproveitamento seja dividida igualmente entre ambos os países, possuindo cada um o direito de adquirir a energia que não for utilizada pelo outro para seu próprio consumo. A Itaipu Binacional foi constituída em 17 de maio de 1974 com igual participação no capital por parte da Eletrobras e da Ande, sendo esta última a entidade responsável pelos serviços de energia elétrica no Paraguai.

As obras de construção da usina foram iniciadas em 1975 e, em maio de 1984, entrou em operação a primeira unidade geradora. Sete anos depois, em abril de 1991, foi colocada em serviço a 18ª máquina e, com esse marco, a usina atingiu a capacidade de 12.600 MW, com nove unidades geradoras em cada uma das frequências, de 50 Hz e 60 Hz.

Em 2000, em função da necessidade de atendimento da máxima demanda diária dos sistemas elétricos do Brasil e do Paraguai, a Itaipu, em conjunto com a Eletrobras e a Ande, decidiu instalar duas unidades geradoras adicionais de 700 MW. Essas novas unidades entraram em operação comercial ao final de 2006 e no início de 2007, elevando a potência instalada de Itaipu para 14.000 MW.

Com o término da instalação das novas unidades geradoras, Itaipu concluiu a fase de implantação do empreendimento, iniciando, simultaneamente, o ciclo de modernização e atualização tecnológica das instalações e sistemas de produção de energia. Esse novo ciclo de investimentos, o maior desde o término da implantação das primeiras 18 unidades geradoras, visa assegurar a continuidade futura dos excelentes resultados que a usina vem alcançando no tocante ao desempenho de seus equipamentos e sistemas, que se refletem na produção anual de energia e na capacidade de atendimento das demandas dos sistemas elétricos do Brasil e do Paraguai.

Em 2016, Itaipu fechou o ano com uma produção histórica de 103.098.366 MWh (megawatts-hora). E, ano após ano, a empresa vem superando recordes de eficiência operativa, otimizando ao máximo a produção de energia e aproveitando toda a água, sem desperdício.

**Desde 2007, a Usina de Itaipu possui potência instalada de 14.000 MW.**



# Cronologia dos principais eventos

No entanto, a ação de Itaipu é mais ampla do que o suprimento de energia elétrica, elemento fundamental para o progresso e para o bem-estar social dos dois países. A partir de 2003, a Itaipu ampliou sua missão de geração de energia elétrica para incluir conceitos de responsabilidade socioambiental. Atualmente, a empresa tem como missão “gerar energia elétrica de qualidade, com responsabilidade social e ambiental, contribuindo com o desenvolvimento econômico sustentável no Brasil e no Paraguai”.

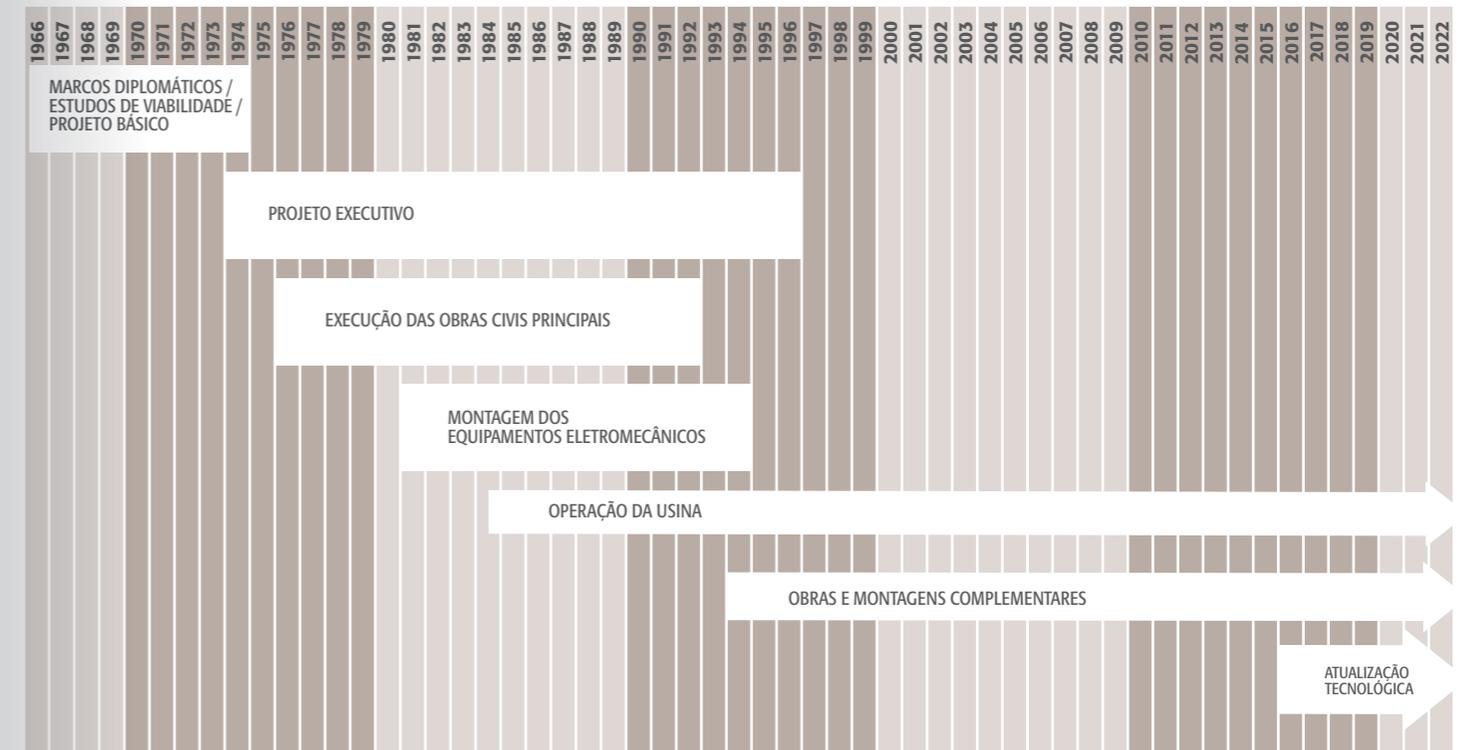
Assim, a Itaipu, além de ser uma moderna e eficiente planta industrial, que supre uma parcela significativa da demanda de energia elétrica do Brasil e quase a totalidade da demanda paraguaia, também desenvolve um conjunto de programas e de ações para promover diretamente o desenvolvimento autossustentável em ambos os países, especialmente nas comunidades regionais.

A história de sucesso da Itaipu comprova que usinas hidrelétricas podem ser um recurso inestimável para que os povos possam atender seus anseios de progresso e de melhoria de qualidade de vida.

**Itaipu ampliou sua missão de geração de energia elétrica para incluir conceitos de responsabilidade socioambiental.**



Ata do Iguazu	1966
Tratado de Itaipu	1973
Constituição da Itaipu Binacional	1974
Início efetivo das obras	1975
Início de operação da unidade 1	1984
Início de operação da unidade 18	1991
Início de operação da unidade 9A	2006
Início de operação da unidade 18A	2007
Recorde de produção de energia: 103.098.366 MWh	2016



# Localização e clima

BACIA HIDROGRÁFICA (área de drenagem - km²)	
Até a confluência com o Rio Paranapanema	673.000
Incremental	147.000
Total	820.000

RESERVATÓRIO	
Área (km²)	1.350
Extensão (km)	170
Nível máximo normal (m)	220,00

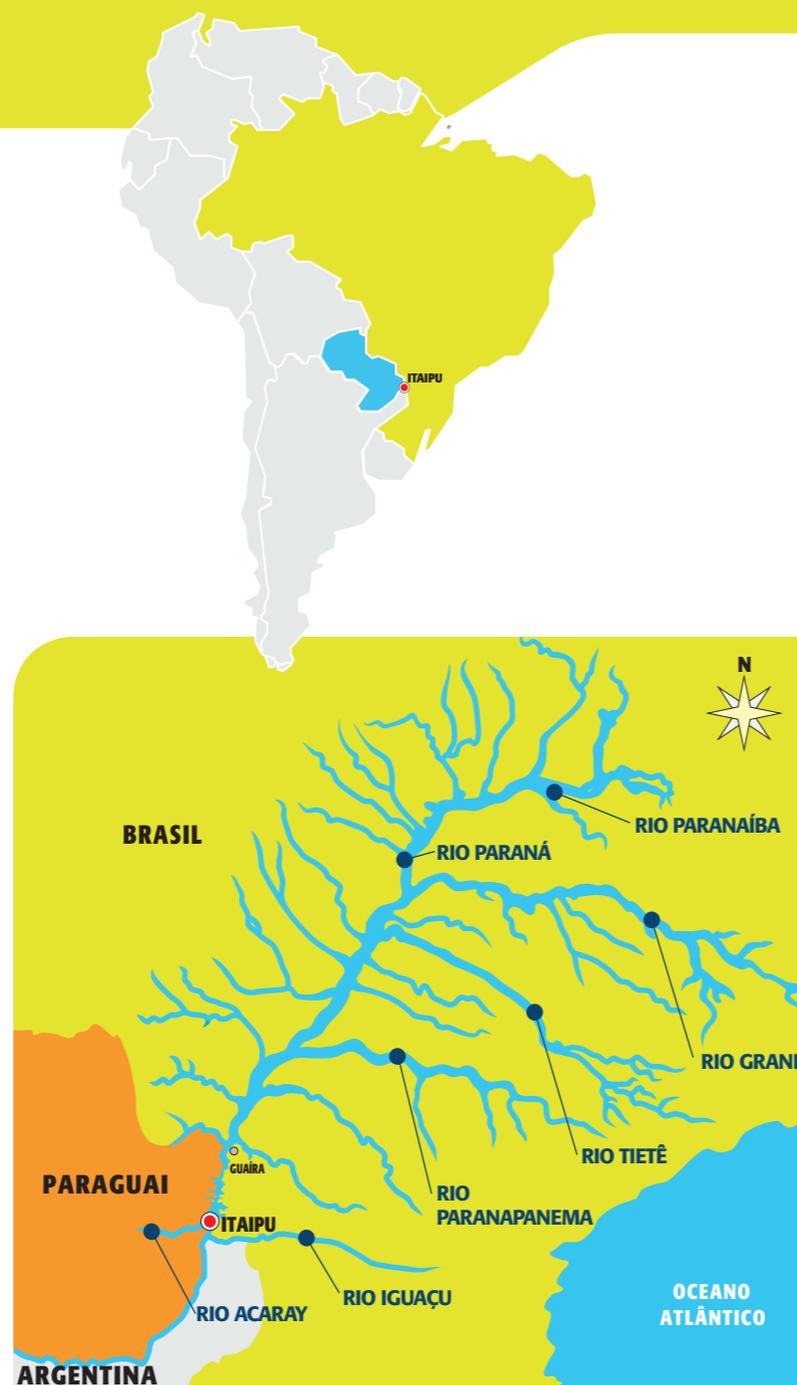
EXTENSÃO DO RIO PARANÁ / RIO DA PRATA (km)	
Paranaíba	1.200
Confluência dos rios Paranaíba e Grande até Guaíra	500
Guaíra até a foz do Rio Iguaçu	190
Foz do Rio Iguaçu até o estuário do Prata	2.410
Total	4.300

CLIMA (na bacia de drenagem)	
Precipitação média anual (mm)	1.400
Evaporação média anual (mm)	1.200

CLIMA (na área da Usina)	
Precipitação média anual (mm)	1.650
Evaporação média anual (mm)	1.000

Temperatura média anual (°C)	22
Temperatura máxima ambiente (°C)	40
Temperatura mínima ambiente (°C)	-4

As áreas protegidas de Itaipu, em ambas as margens, totalizam 100.732 ha, compreendendo 11 refúgios, reservas e a Faixa de Proteção. Essa área de preservação contém 2.919 km de extensão, sendo 1.524 km de extensão e 208 m de largura média no lado Paraguaio e 1.395 km de extensão e 210 m de largura média no lado Brasileiro.



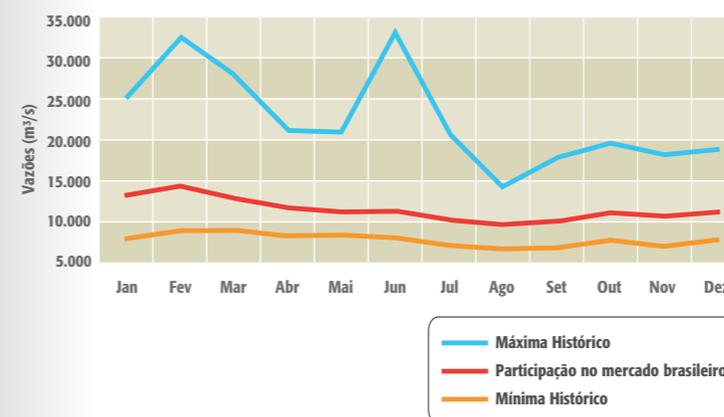
# Vazões período de janeiro de 1983 a dezembro de 2021

RIO PARANÁ - Média em Itaipu (m³/s)	
Máxima mensal - junho de 1983	33.064
Mínima mensal - julho de 2021	4.661
Máxima diária - 15 de junho de 1983	39.790
Mínima diária - 28 de julho de 2021	4.297
Média do período	11.380

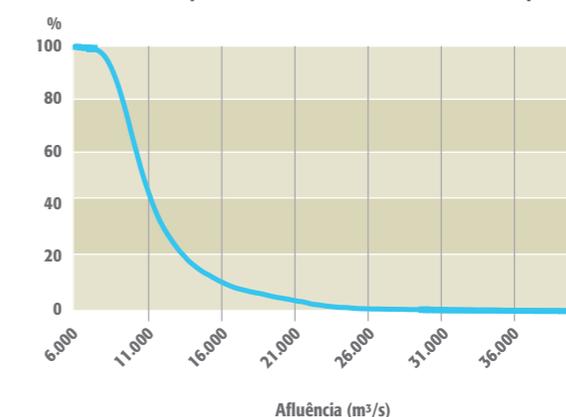
RIO PARANÁ - Média na confluência com o Rio Iguaçu (m³/s)	
Máxima diária - 31 de maio de 1992	49.240
Mínima diária - 4 de julho de 2021	4.859
Média do período	13.724

RIO IGUAÇU - Média no Posto Capanema (m³/s)	
Máxima mensal - julho de 1983	12.176
Mínima mensal - agosto de 2006	250
Máxima diária - 10 de julho de 1983	28.799
Mínima diária - 12 de outubro de 1988	134
Média do período	1.832

Afluência Regularizada – média mensal à Itaipu



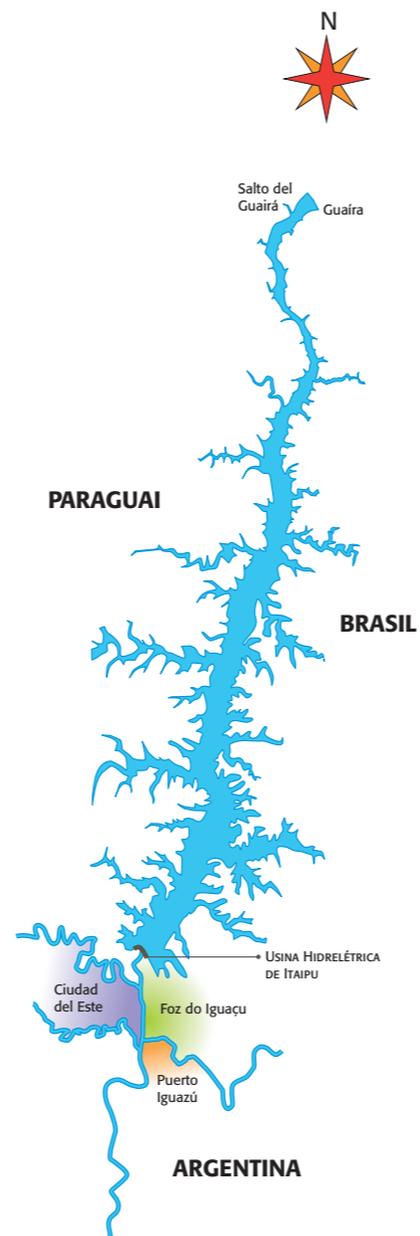
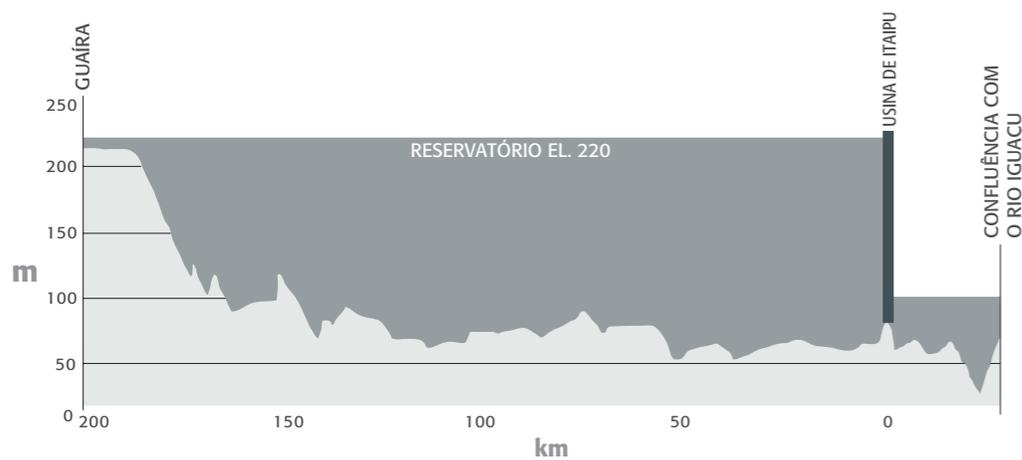
Rio Paraná - permanência da afluência à Itaipu



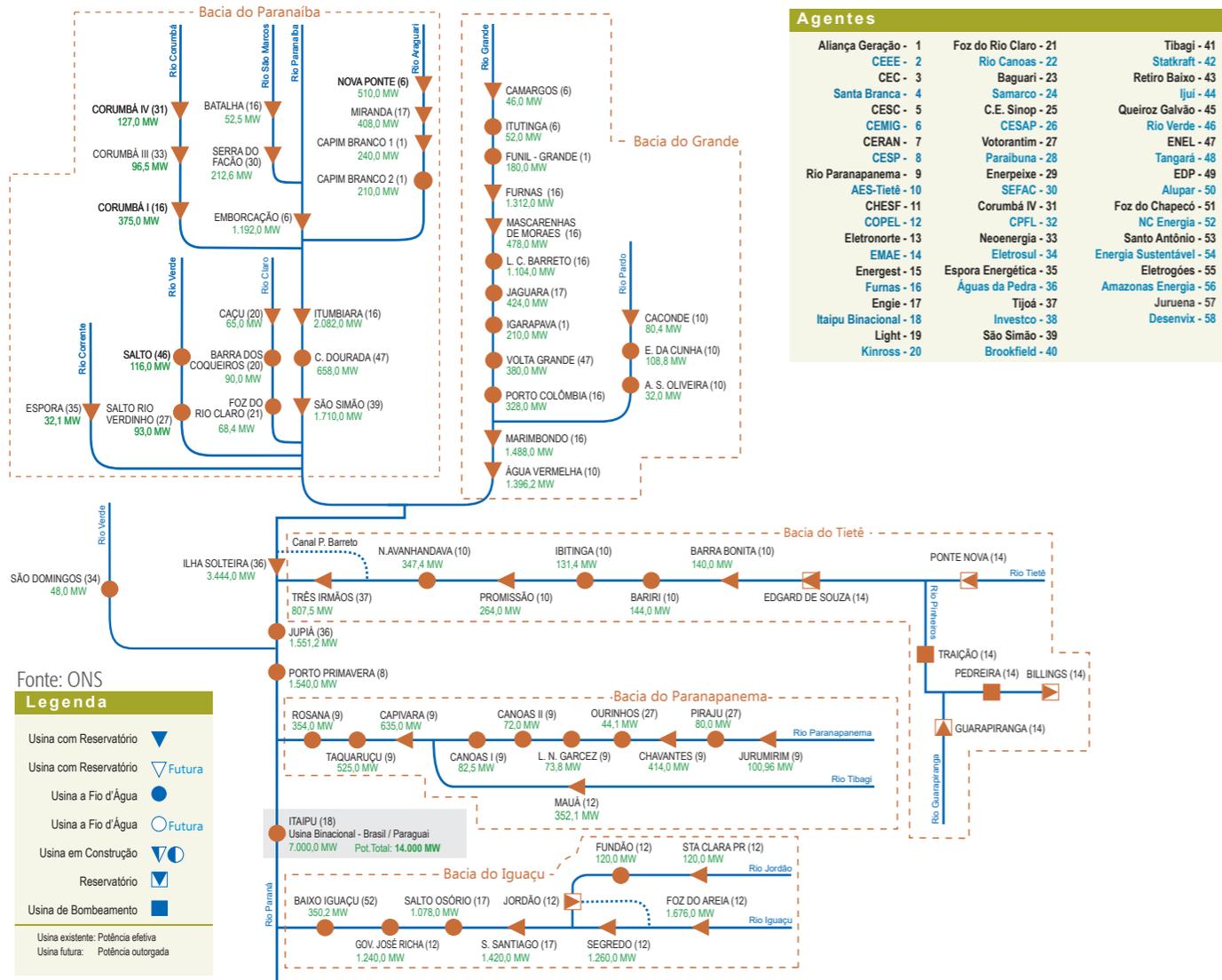
A regularização a montante permite vazões superiores a 8.000 m³/s 90% do tempo.

# Planta e perfil do Reservatório

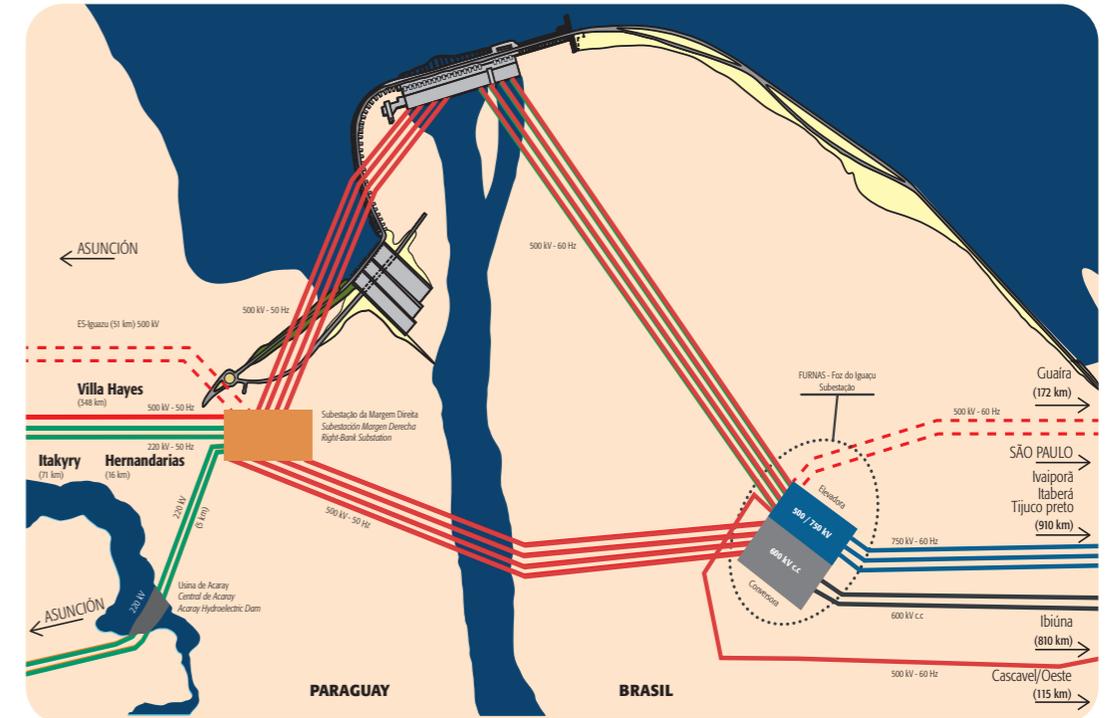
<b>Volume no nível normal de projeto (m³)</b>	<b>29x10<sup>9</sup></b>	<b>Nível de montante (m)</b>	
		Normal de projeto	220,00
<b>Volume útil (m³)</b>	<b>19x10<sup>9</sup></b>	Máximo de cheias	223,00
<b>Extensão (km)</b>	<b>170</b>	Mínimo excepcional	197,00
<b>Largura Máxima (km)</b>	<b>12</b>	<b>Nível de jusante (m)</b>	
<b>Largura Média (km)</b>	<b>7</b>	Normal de projeto	104,00
<b>Superfície (km²)</b>		Máximo	142,50
Nível normal	1.350	Mínimo	92,00
Nível máximo de cheias	1.561	<b>Regularização</b>	<b>Inferior a mensal (fio d'água)</b>
Nível mínimo excepcional	459	<b>Queda bruta (m)</b>	
		Máxima	129,70
		Mínima	83,70
		<b>Queda nominal (m)</b>	<b>118,40</b>



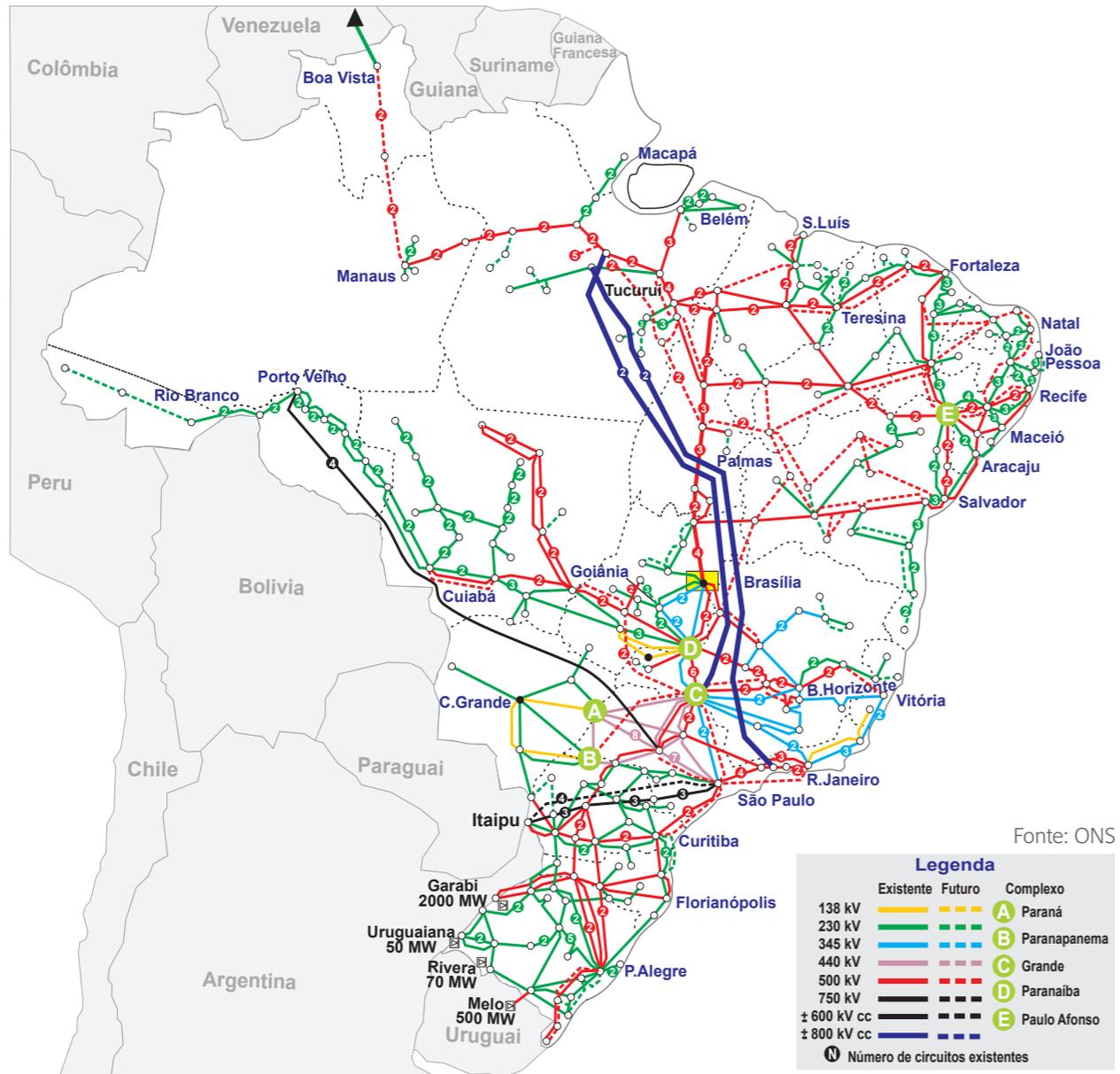
# Integração energética



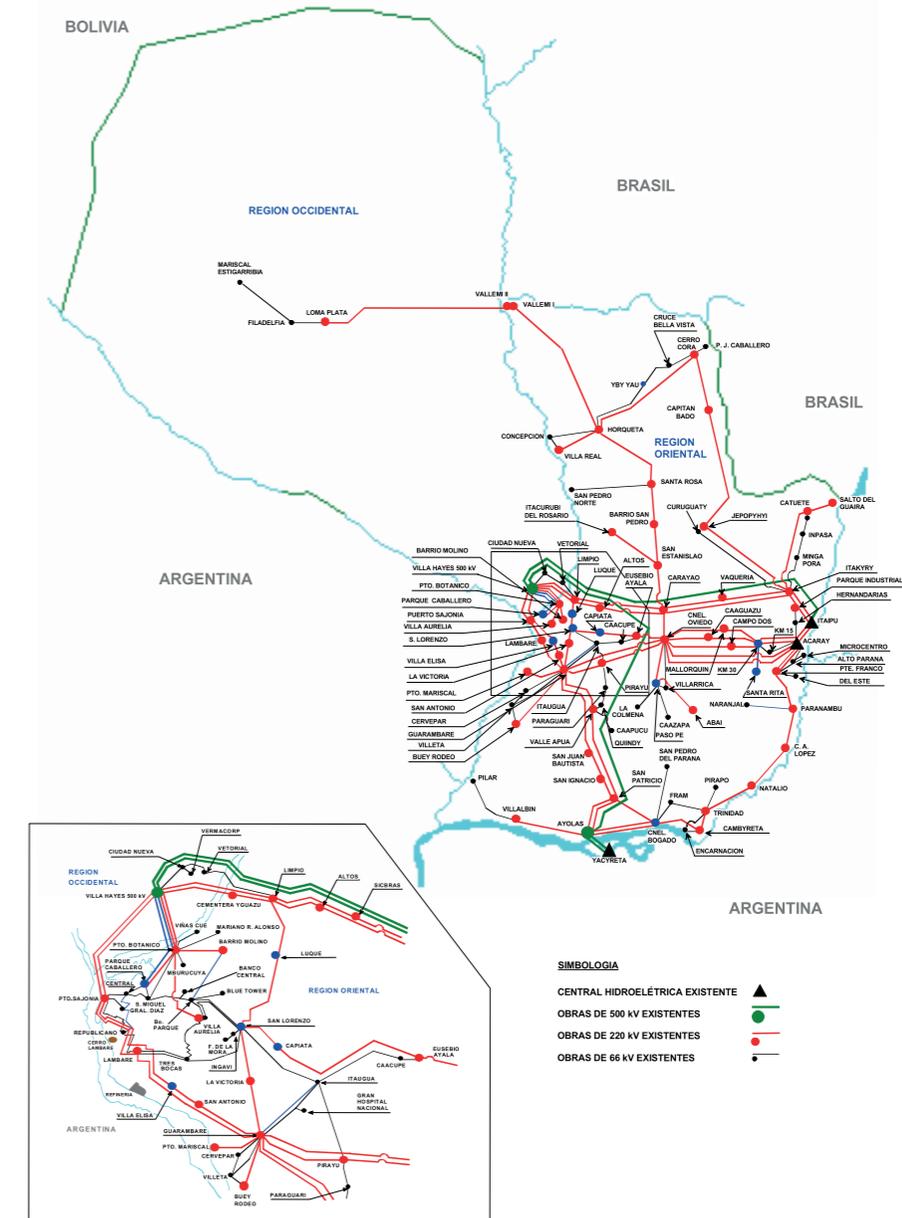
# Sistema de transmissão associado à Usina de Itaipu



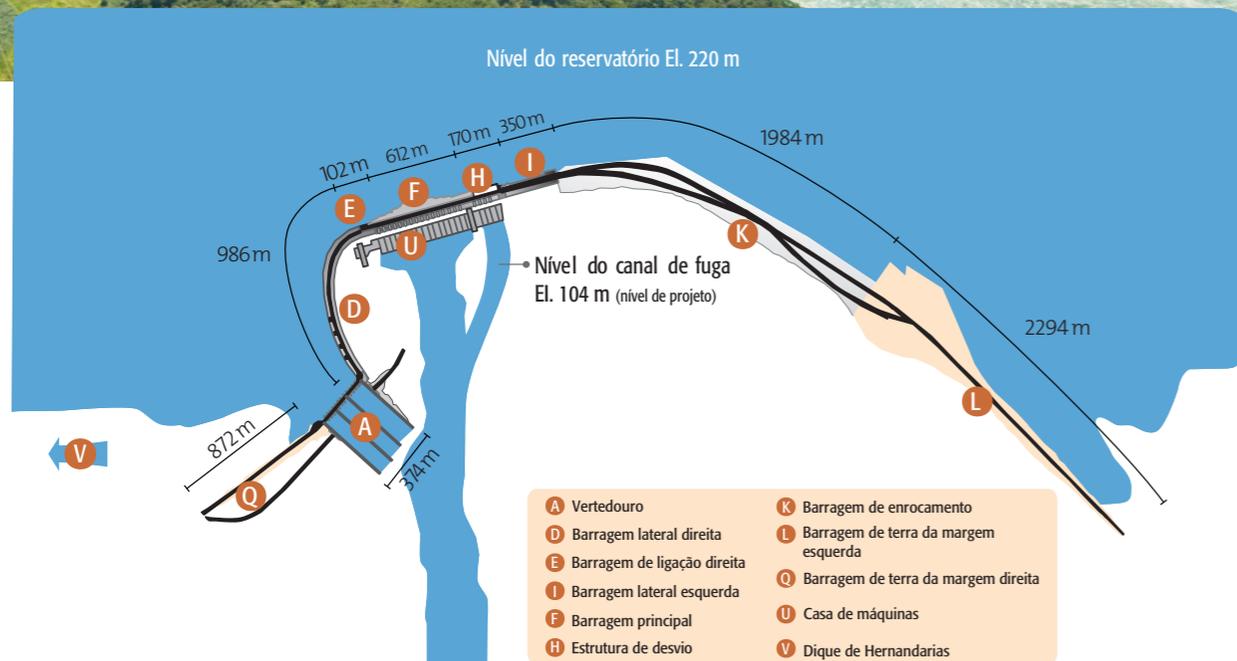
# Integração ao Sistema Elétrico Brasileiro



# Integração ao Sistema Elétrico Paraguuaio



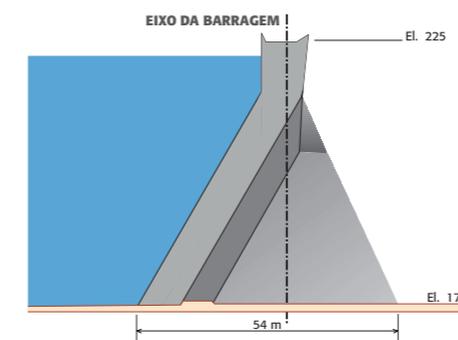
# Arranjo geral



# Barragens de concreto

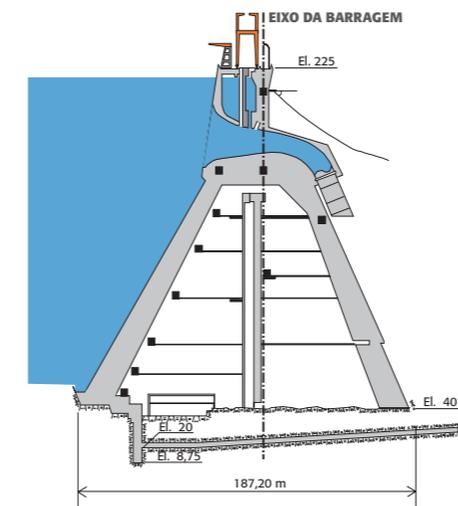
## Seções transversais típicas

obs.: todas as elevações estão em metros sobre o nível do mar



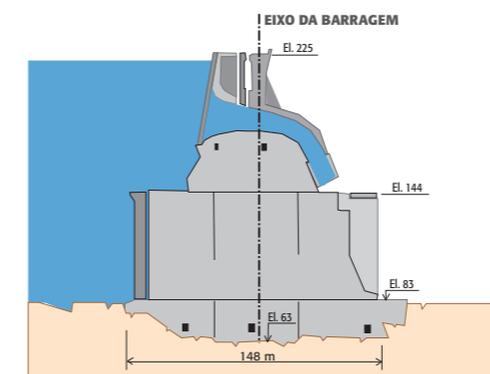
### BARRAGEM LATERAL DIREITA E BLOCOS DE LIGAÇÃO (TRECHOS D, E, I)

Tipo	Contraforte
Comprimento (m)	1.438
Altura Máxima (m)	85
Quantidade de Blocos	91
Volume (m <sup>3</sup> )	1,6 x 10 <sup>6</sup>



### BARRAGEM PRINCIPAL (TRECHO F)

Tipo	Gravidade Aliviada
Comprimento (m)	612
Altura Máxima (m)	196
Quantidade de Blocos	36
Volume de Concreto (m <sup>3</sup> )	5,3 x 10 <sup>6</sup>



### ESTRUTURA DE DESVIO (TRECHO H)

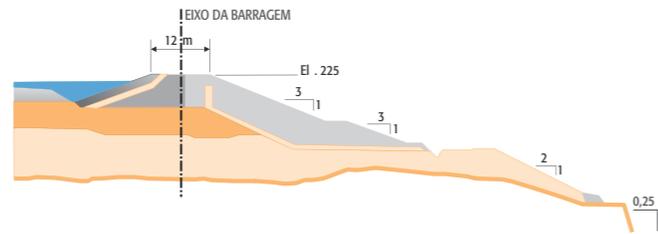
Tipo	Gravidade
Comprimento (m)	170
Altura Máxima (m)	162
Quantidade de Blocos	14
Volume de Concreto (m <sup>3</sup> )	2,2 x 10 <sup>6</sup>

# Barragens auxiliares

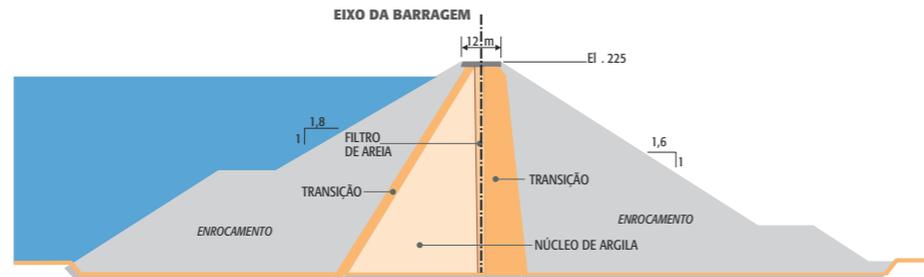
## Seções transversais típicas

obs.: todas as elevações estão em metros sobre o nível do mar

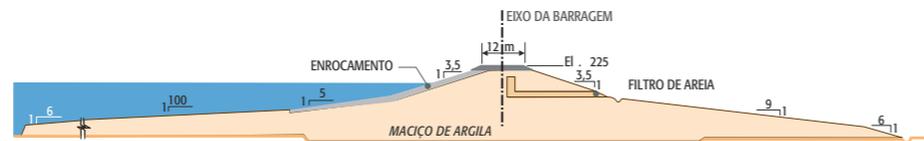
BARRAGEM DE TERRA DIREITA (TRECHO Q)	
Comprimento (m)	872
Altura Máxima (m)	25
Volume Total (m <sup>3</sup> )	0,4 x 10 <sup>6</sup>



BARRAGEM DE ENROCAMENTO (TRECHO K)	
Comprimento (m)	1.984
Altura Máxima (m)	70
Volume Total (m <sup>3</sup> )	12,8 x 10 <sup>6</sup>

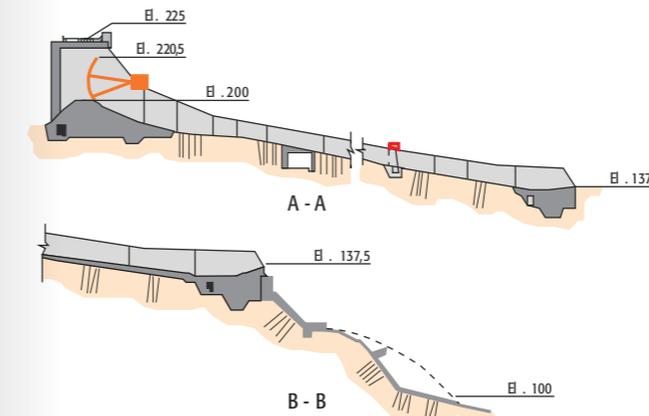
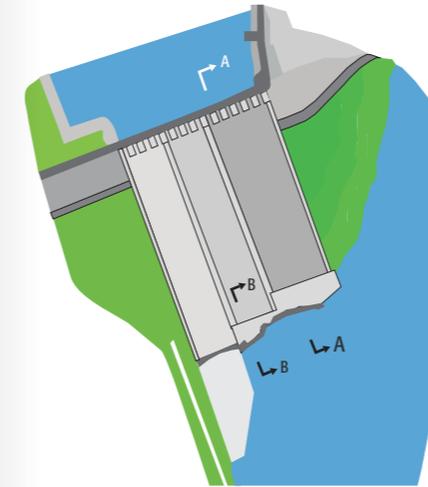


BARRAGEM DE TERRA ESQUERDA (TRECHO L)	
Comprimento (m)	2.294
Altura Máxima (m)	30
Volume Total (m <sup>3</sup> )	4,4 x 10 <sup>6</sup>



# Vertedouro

Vertedouro (trecho A)



CAPACIDADE MÁXIMA (m <sup>3</sup> /s )	62.200
--	--------

ESTRUTURA	
Número de blocos	15
Soleira do vertedouro	200,00
Largura (m)	362
Comprimento (m)	483

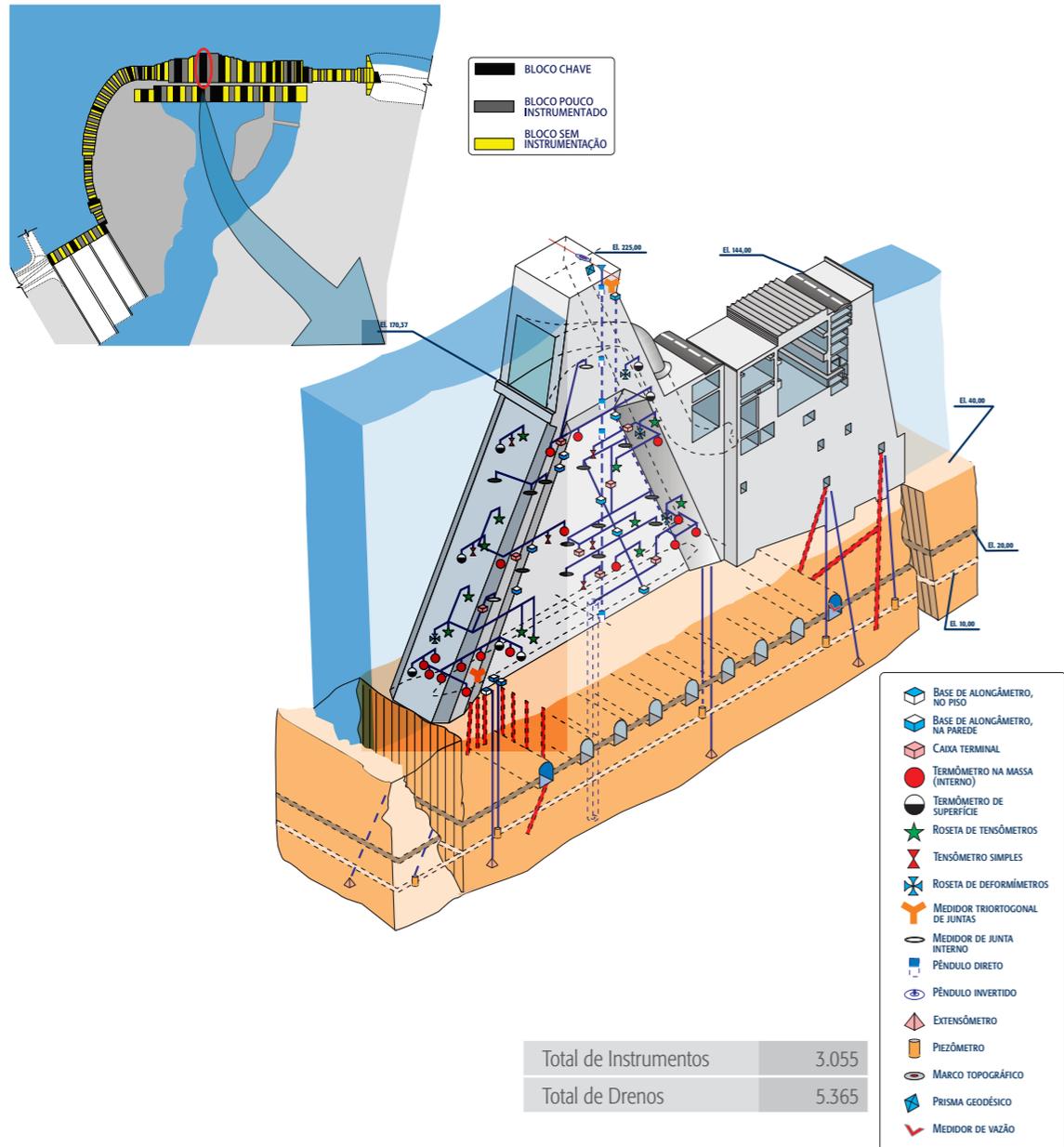
ESTRUTURA STOPLOG	
Largura (m)	20
Altura (m)	21,6
Número de elementos por abertura	6

COMPORTAS	
Quantidade	14
Tipo	de Segmento
Largura (m)	20
Altura (m)	21,34
Raio externo (m)	20
Cota da soleira (m)	200

PÓRTICO	
Quantidade	1
Capacidade (kN)	785

# Instrumentação da barragem e fundação

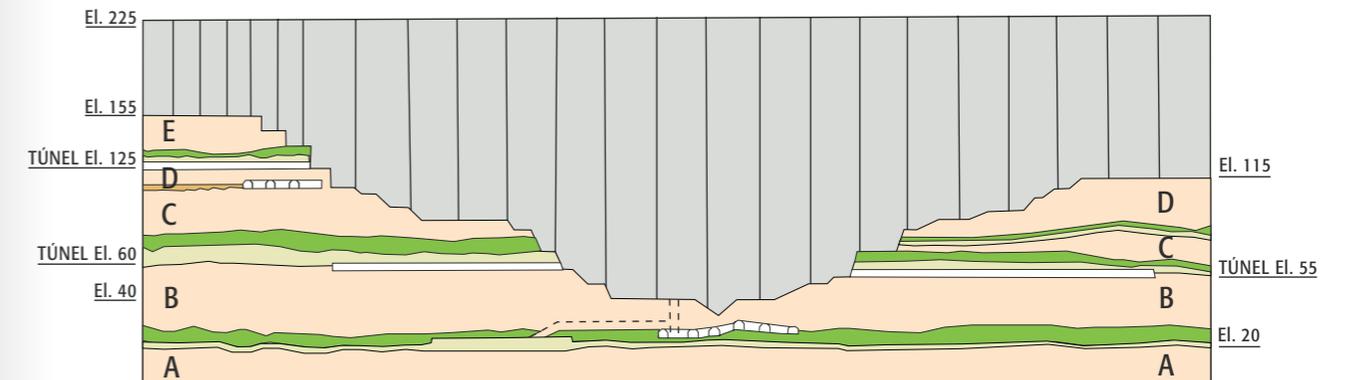
obs.: todas as elevações estão em metros sobre o nível do mar



# Dados principais

Escavação em terra (m³)	23.628 x 10³	Enrocamento (m³)	15.000 x 10³
Escavação em rocha (m³)	31.963 x 10³	Concreto estrutural com refrigeração (m³)	12.750 x 10³
Escavação submersa (m³)	858 x 10³	Concreto compactado a rolo (m³)	25 x 10³
Escavação subterrânea (m³)	33 x 10³	Cimento (kg)	2.501 x 10⁶
Argila compactada (m³)	6.482 x 10³	Aço (kg)	481.074 x 10³

## Características Geológicas

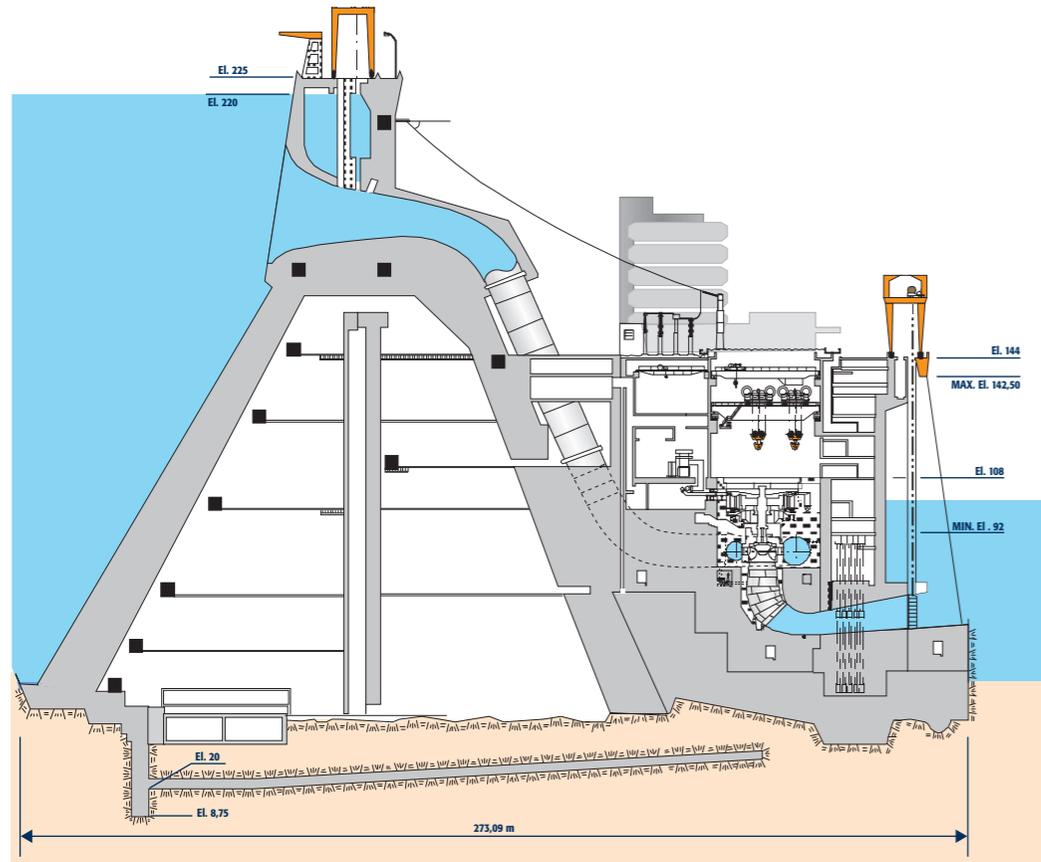


### CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS

[Orange layer]	Basalto denso
[Light green layer]	Basalto vesicular amigdalóide
[Dark green layer]	Brecha
[Yellow layer]	Zona de corte
[Grey layer]	Derrames basálticos
[Dotted line]	Contato de derrames
[White box]	Galerias de drenagem
[White box with arches]	Chavetas de concreto

# Localização dos equipamentos e principais cotas

obs.: todas as elevações estão em metros sobre o nível do mar



## CASA DE FORÇA 20 unidades geradoras, inclusive áreas de montagem (m)

Comprimento	968
Largura	99
Altura	112
Nível de cobertura	El. 148
Nível de piso dos geradores	El. 108
Espaçamento entre unidades	34

- 01 - El. 40 Fundação da barragem
- 02 - El. 92,4 Acesso ao poço da turbina
- 03 - El. 98,5 Serviço auxiliar da unidade - Sistema de água pura
- 04 - El. 98,5 Sistema de excitação, acesso ao "housing" do gerador e regulador de velocidade
- 05 - El. 108 Transformadores elevadores
- 06 - El. 108 Piso dos geradores e salas de controle local

- 07 - El. 122 Sistema de ventilação
- 08 - El. 127,6 Galeria de cabos
- 09 - El. 128,2 Subestação Isolada a Gás - SF<sub>6</sub>
- 10 - El. 133,2 Painéis principais do serviço auxiliar AC e sala dos geradores diesel
- 11 - El. 144 Serviço auxiliar da barragem
- 12 - El. 214 Central hidráulica das comportas

# Tomada d'água

obs.: todas as elevações estão em metros sobre o nível do mar

## CAMINHO DE ROLAMENTO

Distância entre eixos (m)	10,00
Comprimento total (m)	857,55
Cota do topo dos trilhos (m)	225

## CONDUTOS FORÇADOS

Quantidade	20
Peso de cada conduto (t)	883
Diâmetro interno (m)	10,5
Comprimento desenvolvido (m)	142,2
Descarga nominal (m <sup>3</sup> /s)	690

## GUINDASTES LIMPA-GRADES

Quantidade	2
Capacidade do gancho (kN)	200
Capacidade do rastelo (m)	61,5
Capacidade do rastelo (m <sup>3</sup> /kN)	2/2,5

## GRADES PARA TOMADA D'ÁGUA

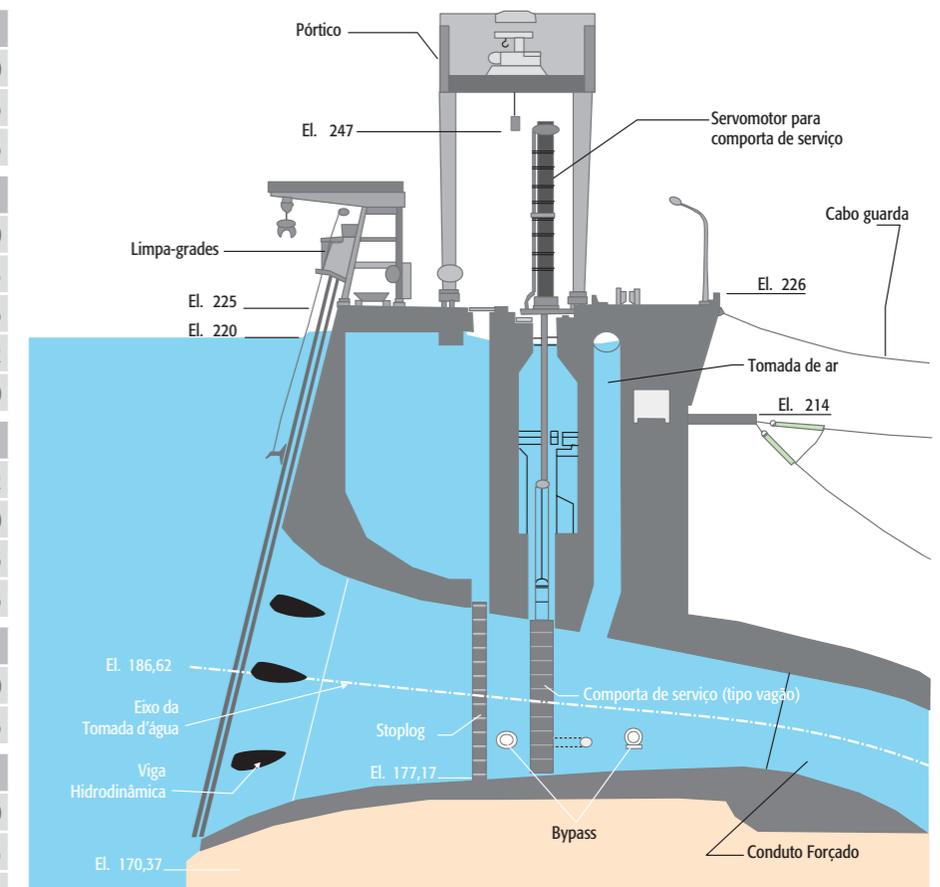
Quantidade	20
Painéis de grade por tomada 24 (m)	4,73 x 5,5

## COMPORTAS DE SERVIÇO (tipo vagão)

Quantidade	20
Largura (m)	8,23
Altura (m)	16,35
Cota da soleira (m)	177,56
Vazão máxima pela comporta (m <sup>3</sup> /s)	750

## STOPLOGS

Cota da soleira (m)	177,17
Largura (m)	7,46
Altura (m)	17,51
Quantidade	7



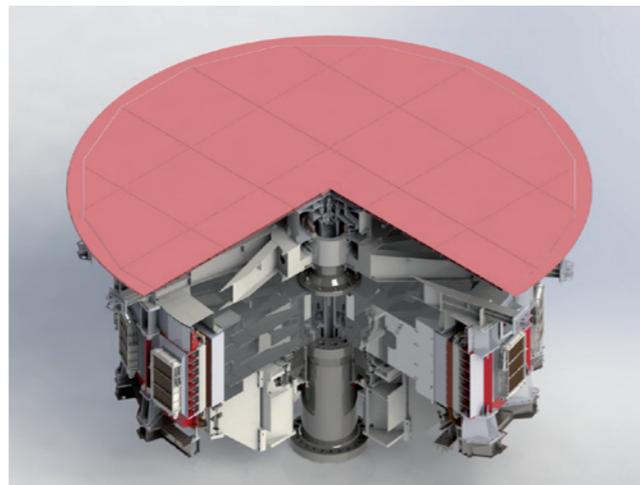
## PÓRTICOS

Quantidade	2
Capacidade (kN)	1.100/400
Velocidade máxima de levantamento do gancho - 50/60 Hz (m/min.)	5,45
Velocidade mínima de levantamento do gancho - 50/60 Hz (m/min.)	2,0
Velocidade nominal de translação - 50/60 Hz (m/min.)	30,0

# Unidade Geradora

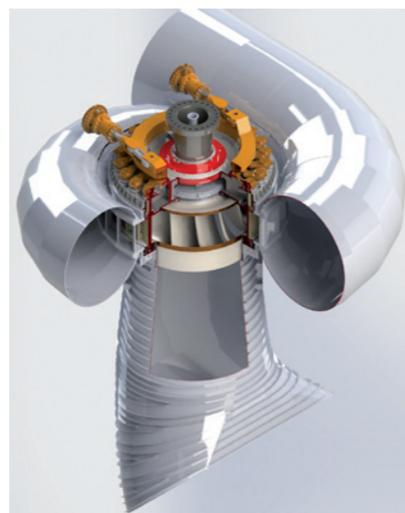
## GERADOR

Quantidade	20	
Frequência	60 Hz (10 un.)	50 Hz (10 un.)
Potência nominal	50 Hz (MVA)	823,6
	60 Hz (MVA)	737,0
Tensão nominal (kV)	18	
N.º de polos	50 Hz	66
	60 Hz	78
Momento de inércia - GD <sup>2</sup> (t.m <sup>2</sup> )	320.000	
Fator de potência	50 Hz	0,85
	60 Hz	0,95
Peça mais pesada - rotor (t)	2.060	

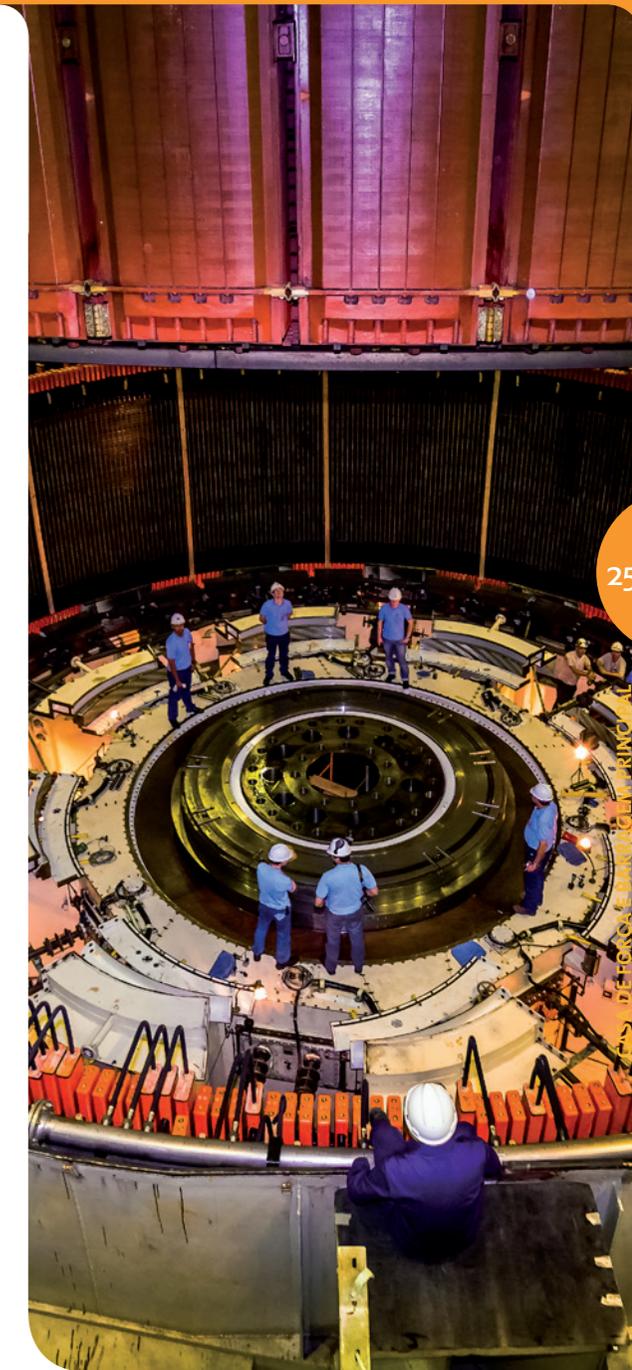
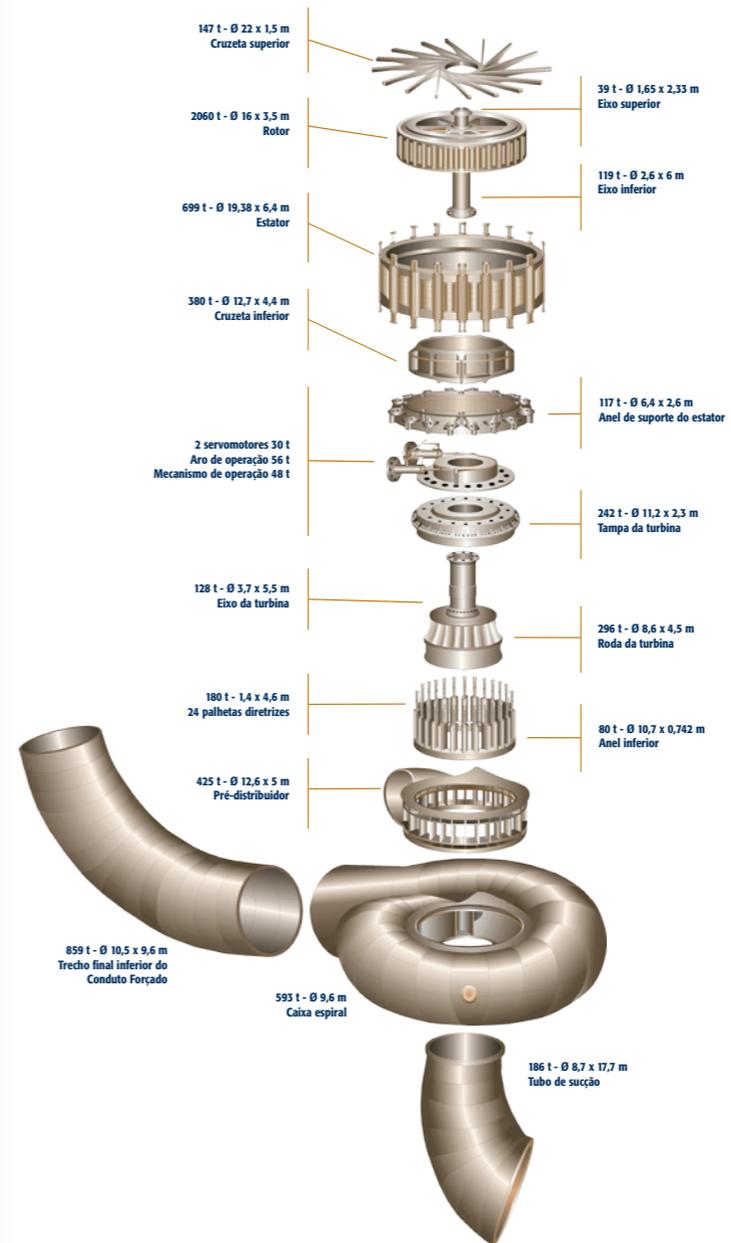


## TURBINA

Quantidade	20	
Tipo	Francis	
Potência nominal unitária (MW)	715	
Queda líquida de projeto (m)	118,4	
Velocidade de projeto	50 Hz (rpm)	90,9
	60 Hz (rpm)	92,3
Vazão nominal unitária (m <sup>3</sup> /s)	645	
Peça indivisível mais pesada - rotor (t)	296	



# Unidade Geradora



# Outros equipamentos

## TRANSFORMADORES ELEVADORES

### Banco de transformadores monofásicos

50 Hz 10 + 3 Unidades Reservas  
60 Hz 10 + 3 Unidades Reservas

### Potencial Nominal de cada Banco

50 Hz (MVA) 825  
60 Hz (MVA) 768

### Nível de Impulso (Fase/ Neutro)

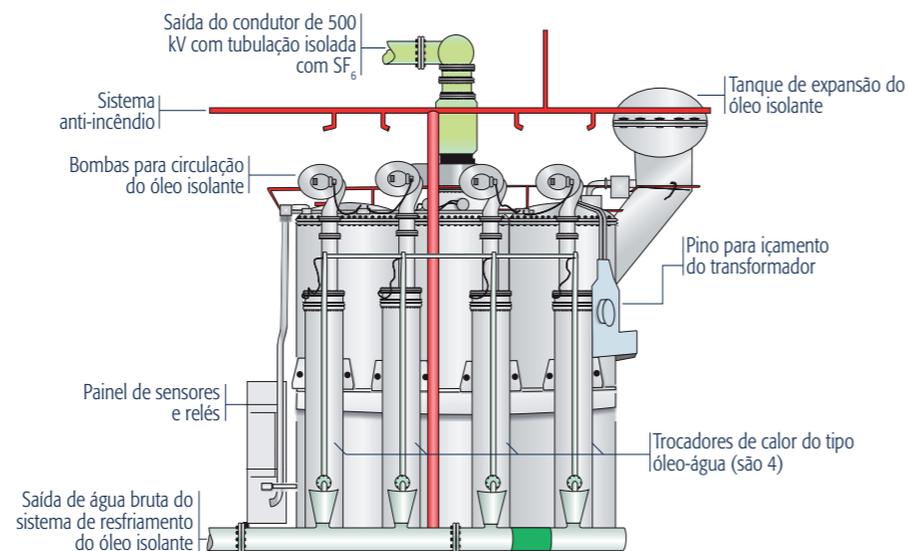
Tensão Superior (kV) 1.550/110  
Tensão Inferior (kV) 125

### Tipo de Ligação D - Y<sub>n</sub>

### Peso de cada Transformador (kg)

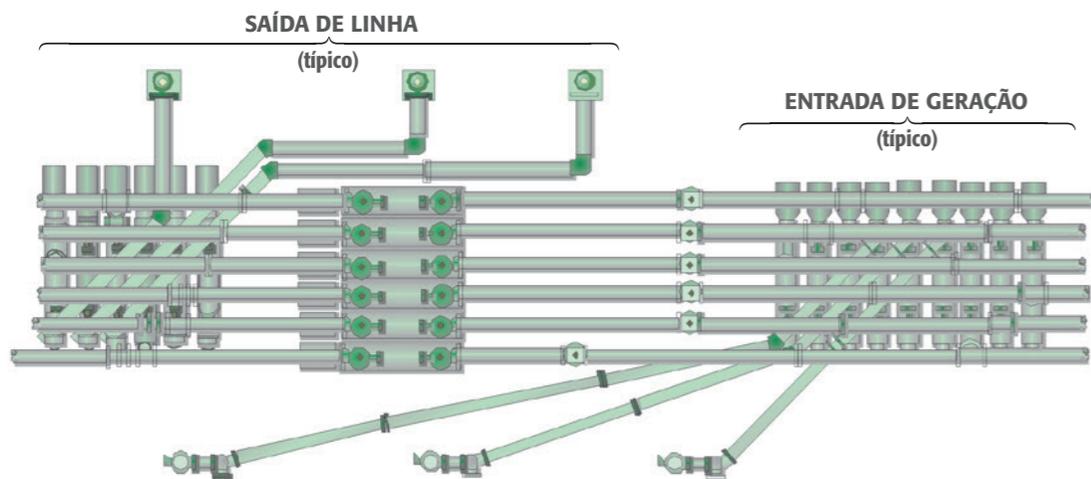
50 Hz 217 x 10<sup>3</sup>  
60 Hz 189 x 10<sup>3</sup>

### Resfriamento ODAF (óleo dirigido/água forçada)



## SUBESTAÇÃO ISOLADA A GÁS SF<sub>6</sub>

Tensão nominal máxima (kV)	550	Pressão de SF <sub>6</sub> nos disjuntores (kPA)	620
Corrente nominal (A)	4.000	Quantidade de chaves seccionadoras	128
Corrente de interrupção nominal (kA)	63	Quantidade de transformadores de corrente	414
Quantidade de disjuntores	54	Quantidade de transformadores de potencial	24
Comprimento de barramentos blindados e isolados a gás SF <sub>6</sub>	7.500	Quantidade de para-raios	132
		Massa de Gás SF <sub>6</sub> (kg)	110 x 10 <sup>3</sup>

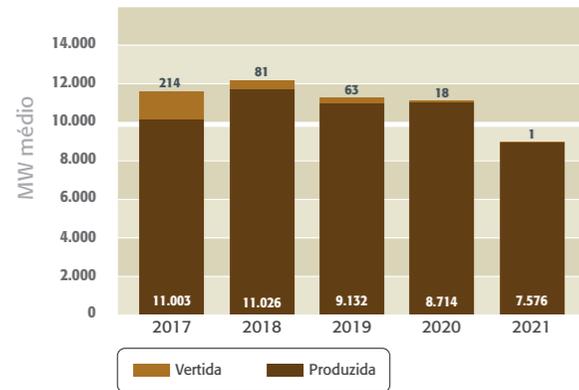


Subestação Isolada a Gás SF<sub>6</sub>

# Produção e disponibilidade energética

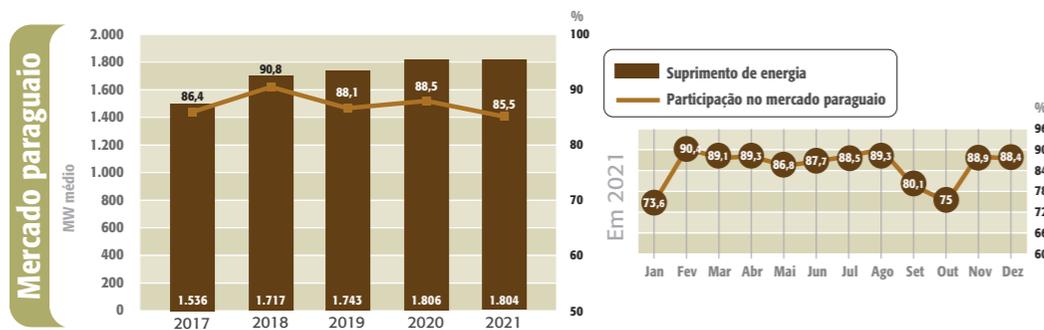
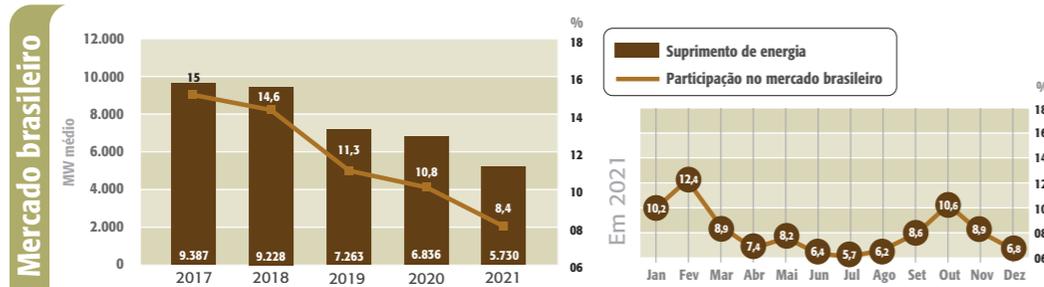
# Desempenho das unidades geradoras

## Energia disponível anual



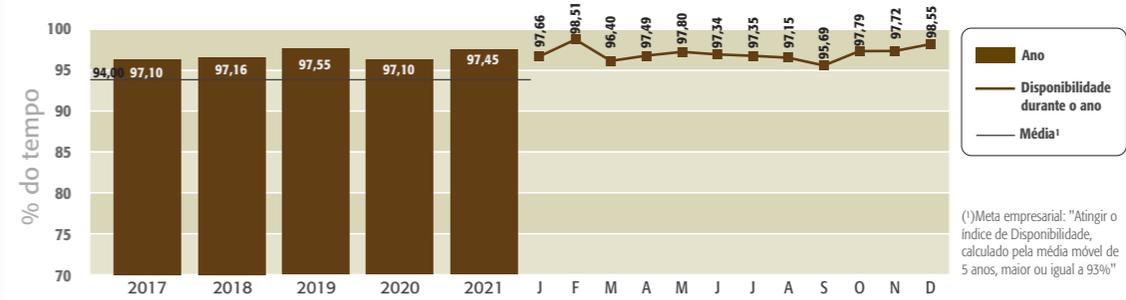
Em 2016, a Itaipu atingiu seu recorde histórico, produzindo 103.098.366 MWh.

## Participação nos mercados



### DISPONIBILIDADE

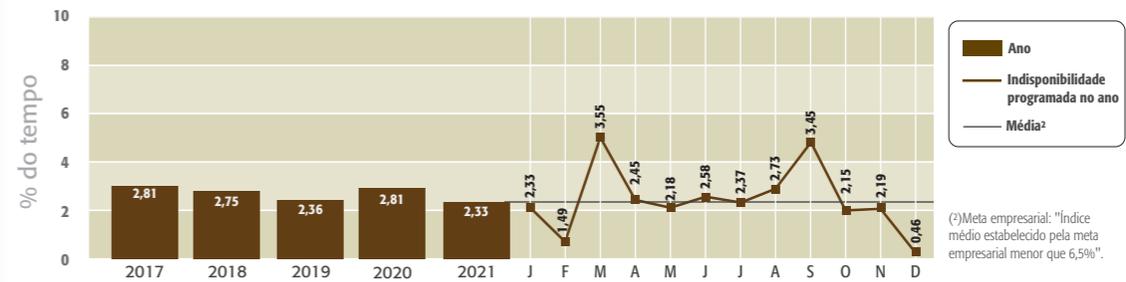
Percentual de tempo do período de observação durante o qual as Unidades Geradoras permaneceram em operação ou disponíveis para a operação.



(1) Meta empresarial: "Atingir o índice de Disponibilidade, calculado pela média móvel de 5 anos, maior ou igual a 93%".

### INDISPONIBILIDADE PROGRAMADA

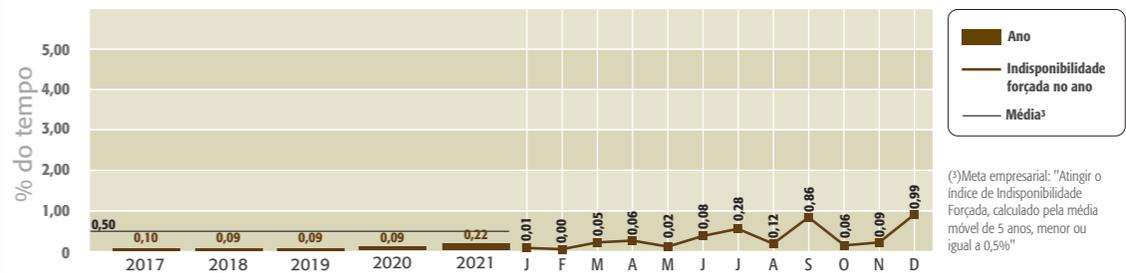
Percentual de tempo do período de observação durante o qual as Unidades Geradoras permaneceram fora de serviço para manutenção programada.



(2) Meta empresarial: "Índice médio estabelecido pela meta empresarial menor que 6,5%".

### INDISPONIBILIDADE FORÇADA

Percentual de tempo do período de observação durante o qual as Unidades Geradoras permaneceram indisponíveis devido a desligamentos forçados (falhas).



(3) Meta empresarial: "Atingir o índice de Indisponibilidade Forçada, calculado pela média móvel de 5 anos, menor ou igual a 0,5%".



Foto: Alexandre Marchetti

