

## USINAS E APROVEITAMENTOS HIDROELÉTRICOS

Desde início da década de 60, a THEMAG assume a liderança entre as empresas de engenharia brasileiras com capacidade de desenvolver projetos e estudos para os grandes empreendimentos hidroelétricos que se desenvolvem no país a partir dessa época.

Seu primeiro trabalho, em 1961, foi projetar o represamento do rio Paraná, na divisa entre os Estados de São Paulo e Mato Grosso, para a construção da Usina Hidroelétrica (UHE) de Jupiá, com 1.400 MW de potência instalada, da Centrais Elétricas de Urubupungá S.A - CELUSA, uma das empresas formadoras da futura Companhia Energética de S. Paulo S.A - CESP.

A partir de então, seu nome manteve-se presente no desenvolvimento dos grandes empreendimentos de geração e transmissão de energia elétrica desenvolvidos no país, como o projeto da casa de força da Usina Hidroelétrica de Itaipu, de 12.600 MW; nos estudos de transmissão de Itaipu, onde foram utilizadas as novas tecnologias em 765 kV-AC e em  $\pm 600$  kV-DC; nos estudos de transmissão a longa distância, como nos sistemas de interligação entre o Norte e o Nordeste do Brasil, com cerca de 2.500 km, em 500 kV, ou no projeto das usinas de Tucuruí, de 8.000 MW (1ª e 2ª fase), Ilha Solteira, de 3.200 MW, entre outros.

A Themag também tem participado em projetos e estudos de pequenas e médias centrais, com potências instaladas a partir de 150 kW

Na área de Aproveitamentos Hidroelétricos (AHE) os serviços oferecidos pela Themag abrangem:

- Investigações de campo
- Inventários de aproveitamentos hidráulicos
- Estudos energéticos
- Estudos de viabilidade técnico-econômica
- Testes e estudos em modelos hidráulicos reduzidos
- Estudos hidrológicos e climatológicos
- Projetos básico e executivo
- Avaliação patrimonial
- Gerenciamento de obras, controle de qualidade e diligenciamento
- Consultoria técnica
- Estudos ambientais (EIA/RIMA)

Apresenta-se a seguir um resumo dos principais trabalhos desenvolvidos pela THEMAG na área de Usinas e Aproveitamentos Hidroelétricos, que permitem avaliar melhor o vulto e a complexidade destes Empreendimentos, incluindo a ficha técnica de algumas delas.

## **USINA HIDROELÉTRICA DE ÁGUA BRANCA**

### **LOCALIZAÇÃO**

Rio do Sono (afluente do rio São Francisco) próximo a Pirapora - Minas Gerais.

### **CLIENTE**

ITALMAGNÉSIO S.A. Indústria e Comércio

### **OBJETO DO CONTRATO**

Estudos de viabilidade, projeto básico e executivo da Barragem e Obras de Geração.

### **CARACTERÍSTICAS BÁSICAS**

Descrição Geral: usina a fio d'água que aproveita o desnível natural existente e a vazão regularizada da PCH de Graças a montante. O desnível é de 16,0 m. O arranjo prevê uma barragem na parte superior da Cachoeira Água Branca, sendo uma soleira vertente de concreto de comprimento de 260,0 m.

Potência instalada: 12 MW

Tipo de turbina: FRANCIS de dupla sucção e eixo horizontal

Número de unidades: 02

Queda bruta nominal: 16,0 m

Vazão total do engolimento máxima: 60 m<sup>3</sup>/s

### **BARRAGEM**

Em concreto com comprimento de 250,0 m, com soleira vertente.

### **CANAL DE ADUÇÃO**

Escavado em rocha, com seção de (8,0 x 3,0) m<sup>2</sup> e comprimento de 950,0 m.

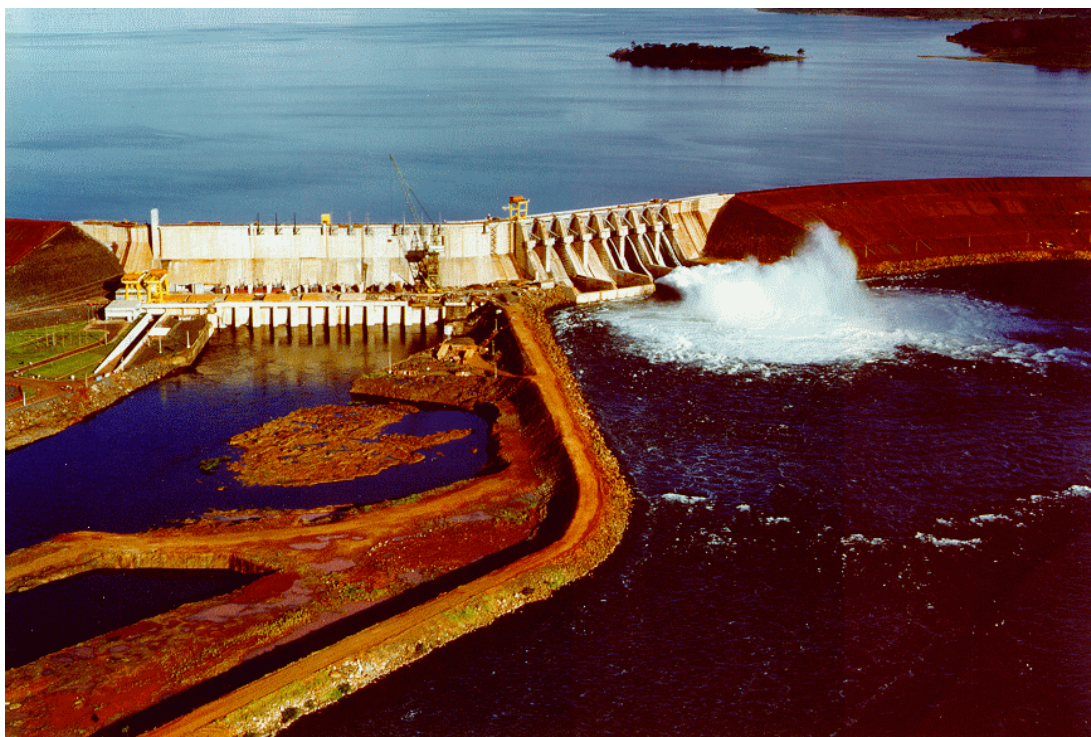
## USINA HIDROELÉTRICA DE ÁGUA VERMELHA

### LOCALIZAÇÃO

No rio Grande, afluente do rio Paraná, a 560 km da cidade de São Paulo, na fronteira entre os estados de São Paulo e Minas Gerais, na longitude 50°30'W e na latitude 20°S.

### CLIENTE

CESP - Companhia Energética de São Paulo (São Paulo - SP)



### SERVIÇOS EXECUTADOS

A THEMAG desenvolveu o projeto executivo, incluindo: estudos em modelo reduzido, estudos energéticos, especificações técnicas, documentos de licitação, assistência técnica durante a construção e montagem, a inspeção da fabricação e montagem dos equipamentos principais, em associação com a PROMON Engenharia S.A.

### DESCRIÇÃO

Este projeto de aproveitamento múltiplo compreende geração de energia hidroelétrica e regularização de vazões.

O barramento, que cria um desnível de 45 m, é integrado pela tomada d'água, de concreto gravidade, o vertedouro de superfície e barragens de terra nas suas ombreiras.

A casa de força, do tipo semi-abrigada, construída ao pé da barragem, aloja 6 unidades geradoras, que são ligadas a uma subestação localizada na margem direita do rio. Uma linha de transmissão de 460 kV de circuito simples, com 138 km, interliga esta usina com a de Ilha Solteira. Foram construídas duas linhas de transmissão de 460 kV de circuito simples, ligando a Usina de Água Vermelha com o sistema de transmissão já existente.

A construção das obras foi iniciada em 1974, e completada em 1979. Após instalações das 6 unidades geradoras, a usina se encontra operando em plena capacidade.

## DADOS TÉCNICOS DO PROJETO

### • GERAIS

Bacia hidrográfica	13.990 km <sup>2</sup>
Vazão média anual	1.950 m <sup>3</sup> /s

### • RESERVATÓRIO

Área	645 km <sup>2</sup>
Volume máximo	11.000 x 106 m <sup>3</sup>

### • BARRAGEM DE CONCRETO (TIPO GRAVIDADE)

Comprimento	660 m
Altura máxima (Fundação à crista)	67 m

### • BARRAGEM LATERAL, MARGEM DIREITA (TERRA COMPACTADA)

Comprimento	2.450 m
Altura máxima	54 m

### • BARRAGEM LATERAL, MARGEM ESQUERDA (TERRA COMPACTADA)

Comprimento	1.050 m
Altura máxima	63 m

### • VERTEDOURO

Tipo	de superfície
Comprimento	148 m
Capacidade (deca milênar)	20.000 m <sup>3</sup> /s
Comportas radiais (8 un)	19 m x 15 m

### • CASA DE FORÇA

Tipo	abrigada
Conduto forçados (6 un)	Diâm. 9 m
Turbinas Francis (6 un)	230 MW cada
Geradores (6 un)	250 MVA cada
Capacidade total instalada	1.380 MW
Comprimento e largura (completa)	170 m x 28 m

### • QUANTIDADES PRINCIPAIS

Escavação em rocha	1,4 x 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>
Aterros	19,6 x 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>
Concreto	1,5 x 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>

## **USINA HIDROELÉTRICA DE ALMAS**

### **LOCALIZAÇÃO**

Rio do Sono (afluente do rio São Francisco) próximo a Pirapora - Minas Gerais.

### **CLIENTE**

ITALMAGNÉSIO S.A. Indústria e Comércio

### **OBJETO DO CONTRATO**

Estudos de viabilidade, projeto básico e executivo da Barragem e Obras de Geração.

### **CARACTERÍSTICAS BÁSICAS**

Descrição Geral: usina a fio d'água que aproveitará o desnível natural da Cachoeira das Almas, de 22 m, associada a uma barragem de concreto rolado, com soleira vertente. Esta usina se beneficiará da regularização de vazões propiciada pelo Reservatório de Graças.

Potência instalada: 20 MW

Tipo de turbina: FRANCIS de eixo horizontal

Número de unidades: 3

Queda bruta nominal: 37,5 m

Vazão total de engolimento nominal: 60 m<sup>3</sup>/s

### **BARRAGEM**

Em concreto rolado, com comprimento de 195,0 m.

### **VERTEDOURO**

Associado à barragem, em soleira livre e comprimento 120,0 m

### **CANAL DE ADUÇÃO**

Escavado em rocha, com seção de (8,0 x 3,0) m<sup>2</sup> com comprimento de 280 m.

## USINA HIDROELÉTRICA DE ALTAMIRA

### LOCALIZAÇÃO

Rio Joá - Estado do Pará.

### CLIENTE

CELPA - Centrais Elétricas do Pará S.A.

### OBJETO DO CONTRATO

Estudo e pré-viabilidade de usina Hidroelétrica para substituição de geração diesel para a cidade Altamira.

### CARACTERÍSTICAS BÁSICAS

Potência instalada: 12 MW

Tipo de turbina: FRANCIS de rotor simples - eixo horizontal

Número de unidades: 4

Queda bruta nominal: 45 m

Vazão total de engolimento nominal: 33,3 m<sup>3</sup>/s

### BARRAGEM

Tipo: de terra

Altura máxima: 20 m

Comprimento de crista: 1.300 m

### VERTEDOURO

Inexistente pois a usina é de derivação.

## USINA HIDROELÉTRICA APARAÍ

### LOCALIZAÇÃO

Rio Maicuru - estado do Pará.

### CLIENTE

CELPA - Centrais Elétricas do Pará S.A.

### OBJETO DO CONTRATO

Estudo de viabilidade e projeto básico da Usina.

### CARACTERÍSTICAS BÁSICAS

Potência instalada: 35 MW

Tipo de turbina: FRANCIS

Número de unidades: 4

Queda bruta nominal: 55 m

Vazão total de engolimento nominal: 20 m<sup>3</sup>/s

### BARRAGEM

Tipo: de terra

Altura máxima: 68 m

Comprimento de crista: 600 m

### VERTEDOURO

Tipo: de superfície

Vazão de projeto: 3.120 m<sup>3</sup>/s

## USINA HIDROELÉTRICA DE BARRA GRANDE

### LOCALIZAÇÃO

O aproveitamento está localizado no rio Pelotas, a 140 km da sua foz, com coordenadas: Latitude 27°46'S e Longitude 51°13'W. O rio Pelotas se constitui na linha divisória entre os Estados de Santa Catarina e Rio Grande do Sul, e o aproveitamento abrange os Municípios de Anita Garibaldi-SC, pela margem direita, e Esmeralda-RS, pela margem esquerda.

### CLIENTE

ELETROSUL - Centrais Elétricas do Sul do Brasil S.A. (Florianópolis - SC)

### SERVIÇOS EXECUTADOS

Os serviços de consultoria prestados são relativos ao Estudo de Viabilidade Técnica e Econômica, incluindo investigações de campo, estudos básicos, estudos de alternativas, projeto a nível de viabilidade e estudos ambientais.

### DADOS BÁSICOS DO PROJETO

#### • HIDROLÓGICOS

Área de drenagem	13.000 km <sup>2</sup>
Vazão média de longo termo	281 m <sup>3</sup> /s

#### • RESERVATÓRIO

Volume total	5.200 x 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>
Volume útil	2.875 X 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>
N.A. mínimo	607,0 m
N.A. máximo	647,0 m
Área inundada	95 km <sup>2</sup>
Queda bruta máxima	177,0 m

#### • BARRAGEM

Tipo	enrocamento em face de concreto
Comprimento	630,0 m
Altura máxima	183,0 m

#### • VERTEDOURO

Tipo: vertedouro	de superfície com comportas
Vazão de projeto (TR = 10.000 anos)	19.200 m <sup>3</sup> /s
Comportas segmento	6 unidades
Dimensões do vão	17,0 m x 17,8 m



- **SISTEMA DE ADUÇÃO**

Tipo de tomada d'água:	gravidade aliviada
Número de vãos	4 unidades
Dimensões do vão	9,6 m x 14,0 m
Diâmetro do conduto forçado	6,3/5,5 m
Comprimento médio do conduto	321 m

- **CASA DE FORÇA**

Comprimento total	123,0 m
Potência instalada	920 MW
Turbinas (Francis, 4 un)	235 MW cada
Geradores (3 un)	256 MVA cada

- **PRINCIPAIS QUANTIDADES**

Escavação	11.345.000 m <sup>3</sup>
Aterro	12.617.000 m <sup>3</sup>
Concreto	333.000 m <sup>3</sup>

## USINA HIDROELÉTRICA REVERSÍVEL DE CACARIA

### LOCALIZAÇÃO

No rio Cacaria, a jusante do reservatório de Lajes, a cerca de 80 km do Rio de Janeiro, no estado do Rio de Janeiro, na longitude 43° 50' W e na latitude 22° 21' S.

### CLIENTE

LIGHT - Serviços de Eletricidade S.A. (Rio de Janeiro - RJ)

### SERVIÇOS EXECUTADOS

Os serviços de consultoria prestados incluíram a revisão dos estudos preliminares existentes e o estudo de viabilidade técnico-econômica.

### DESCRIÇÃO

O projeto da Usina Reversível de Cacaria destina-se a geração de energia hidroelétrica.

O lay-out determinou a instalação de uma casa de força com potência total de 1500 MW, com transformadores elevadores, sendo instalados em uma plataforma aberta, acima da casa de força, e uma subestação isolada em SF<sub>6</sub> de 500 kV.

### DADOS TÉCNICOS DO PROJETO

#### • CASA DE FORÇA

Tipo	subterrânea
Número de unidades convencionais	6
Número de unidades reversíveis	6
Turbinas	250 MW cada
Geradores	278 MVA cada
Válvulas de alta pressão (12 un)	400 MCA cada
Capacidade total instalada	1.500 MW

#### • QUANTIDADES PRINCIPAIS

Escavações (solo e rocha)	6,3 x 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>
Aterro	5,2 x 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>
Concreto	0,7 x 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>

## USINA HIDROELÉTRICA DE CANDONGA

### LOCALIZAÇÃO

No rio Doce, pouco a jusante do ponto onde seus formadores, rios Piranga e do Carmo, se encontram, próximo à cidade de Rio Doce, na região de Ponte Nova, no Estado de Minas Gerais.

### CLIENTES

EPP- Energia Elétrica, Promoção e Participações Ltda.

### SERVIÇOS EXECUTADOS

Os estudos consistiram na elaboração dos estudos de Viabilidade Técnica-Econômica e Ambiental do empreendimento e os Estudos de Impacto Ambiental (EIA/RIMA). Para tanto foram elaborados estudos topográficos e cartográficos, geológicos e geotécnicos, hidrológicos e hidrometeorológicos, custos, estudos mercadológicos, estudos energéticos, estudos ambientais, estudos de alternativas do aproveitamento. Detalhamento de engenharia da alternativa escolhida (arranjo, barragem, casa de força, etc.) e avaliação técnica e econômica do empreendimento.

### DADOS TÉCNICOS DO PROJETO

#### • GERAIS

Área de drenagem do Barramento	8.919 km <sup>2</sup>
Vazão MLT	137 m <sup>3</sup> /s

#### • RESERVATÓRIO

Área	2,74 km <sup>2</sup>
Volume Total	53,21 x10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>

#### • BARRAGEM

Comprimento	383 m
Altura máxima	55 m

#### • VERTEDOURO

Capacidade (vazão de projeto)	4.200 m <sup>3</sup> /s
Comportas segmento (3 un)	12,0 m x 15,5 m

#### • CASA DE FORÇA

Comprimento	60,0 m
Turbinas Francis – (3 un)	32,20 MW cada
Capacidade Total Instalada	95 MW
Geradores (3 unidades)	35,2 MVA cada

- **QUANTIDADES PRINCIPAIS**

Escavação comum	305.470 m <sup>3</sup>
Escavação em rocha a céu aberto	137.390 m <sup>3</sup>
Enrocamento	283.110 m <sup>3</sup>
Aterro compactado	327.030 m <sup>3</sup>
Concreto compactado a rolo	163.030 m <sup>3</sup>

## USINA HIDROELÉTRICA CASCA III

### LOCALIZAÇÃO

Rio da Casca - estado de Mato Grosso.

### CLIENTE

CEMAT - Centrais Elétricas Matogrossenses S.A.

### OBJETO DO CONTRATO

Projeto executivo de ampliação da usina.

### CARACTERÍSTICAS BÁSICAS

Potência instalada na ampliação: 4.500 kW

Tipo de turbina: FRANCIS

Número de unidades: 1

Queda bruta nominal: 56 m

Vazão total de engolimento nominal: 10 m<sup>3</sup>/s

### BARRAGEM

Tipo: de terra (existente antes da ampliação)

Altura máxima: 25 m

Comprimento de crista: 550 m

### VERTEDOURO

Tipo: de superfície (existente antes da ampliação)

Vazão de projeto: 1.200 m<sup>3</sup>/s

**USINA HIDROELÉTRICA CEL. ARLINDO EDUARDO CORREIA****LOCALIZAÇÃO**

Rio Amapá Grande - Amapá.

**CLIENTE**

CEA - Companhia de Eletricidade do Amapá S.A.

**OBJETO DO CONTRATO**

Estudo de viabilidade da Usina.

**CARACTERÍSTICAS BÁSICAS**

Potência instalada: 4 MW

Tipo de turbina: tubular

Número de unidades: 4

Queda bruta nominal: 8,5 m

Vazão total de engolimento nominal: 62 m<sup>3</sup>/s

**BARRAGEM**

Tipo: de terra

Altura máxima: 10 m

Comprimento de crista: 410 m

**VERTEDOURO**

Tipo: de superfície

Vazão de projeto: 350 m<sup>3</sup>/s

## **USINA HIDROELÉTRICA DE CONCEIÇÃO DO ARAGUAIA**

### **LOCALIZAÇÃO**

Rio Arraías do Araguaia - Estado do Pará.

### **CLIENTE**

CELPA - Centrais Elétricas do Pará S.A.

### **OBJETO DO CONTRATO**

Estudo de pré-viabilidade de usina hidroelétrica para substituição de geração diesel para a cidade de Conceição do Araguaia.

### **CARACTERÍSTICAS BÁSICAS**

Potência instalada: 10 MW

Tipo de turbina: FRANCIS de rotor duplo - eixo horizontal

Número de unidades: 4

Queda bruta nominal: 25 m

Vazão total de engolimento nominal: 50 m<sup>3</sup>/s

### **BARRAGEM**

Tipo: de terra

Altura máxima: 33 m

Comprimento de crista: 1.670 m

### **VERTEDOIRO**

Tipo: tulipa

Vazão de projeto: 900 m<sup>3</sup>/s

## **USINA HIDROELÉTRICA CORRENTE E CORRENTE MONTANTE**

### **LOCALIZAÇÃO**

Estado de Minas Gerais.

### **CLIENTE**

ITALMAGNÉSIO S.A. Indústria e Comércio

### **OBJETO DO CONTRATO**

Estudo técnico-econômico com a finalidade de gerar energia para consumo próprio.

### **CARACTERÍSTICAS BÁSICAS**

A queda natural de 350 m é aproveitada por meio de duas usinas em série, cujas características são apresentadas a seguir:

#### **a) PCH CORRENTE MONTANTE**

- . Potência instalada: 5 MW
- . Tipo de turbina: PELTON
- . Número de unidades: 2
- . Queda bruta: 175 m
- . Vazão firme: 1,8 m<sup>3</sup>/s

#### **b) PCH CORRENTE**

- . Potência instalada: 4,8 MW
- . Tipo de turbina: PELTON
- . Número de unidades: 2
- . Queda bruta: 167 m
- . Vazão: 1,8 m<sup>3</sup>/s

### **BARRAGENS E VERTEDOUROS**

De enrocamento com extravasor lateral e de concreto tipo gravidade com crista vertente.



## USINA HIDROELÉTRICA DE CORUMBÁ III

### LOCALIZAÇÃO

O Aproveitamento Hidrelétrico Corumbá III, distante da cidade de Brasília cerca de 130 km, está localizado no rio de mesmo nome (afluente pela margem direita do rio Paranaíba), no seu trecho superior, mais precisamente nas coordenadas geográficas 16°47'10" sul e 47°56'31" oeste, município de Luziânia, Goiás.

O reservatório ocupará somente áreas do município goiano de Luziânia.

### CLIENTE

ENERGÉTICA CORUMBÁ III S. A.

### SERVIÇOS EXECUTADOS

Os serviços de consultoria prestados são relativos ao Estudo de Viabilidade Técnico-Econômica e Projeto Básico, incluindo projetos ao nível de viabilidade e estudos ambientais, investigações de campo, estudos de alternativas, orçamentos e especificações técnicas.

### DADOS TÉCNICOS DO PROJETO

#### • GERAIS

Área de drenagem	8.906 km <sup>2</sup>
Vazão média de longo termo	155,8 m <sup>3</sup> /s

#### • RESERVATÓRIO

Área inundada	77,42 km <sup>2</sup>
Volume total	972 x 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>
N.A. máximo montante	772,0 m
N.A. mínimo jusante	768,0 m

#### • BARRAGEM

Tipo	terra/rocha
Comprimento	800,0 m
Altura máxima	54,0 m

#### • VERTEDOURO

Tipo:	de superfície com comportas
Vazão de projeto	1.854,0 m <sup>3</sup> /s
Comportas segmento	3 unidades
Dimensões da comporta	8,40 m x 11,36 m

#### • SISTEMA DE ADUÇÃO

Tipo:	túnel e conduto forçado
Número:	2
Comprimento total	168,7 m
Diâmetro do conduto forçado	5,80 m / 5,15 m

- **CASA DE FORÇA**

Tipo:	abrigada
Comprimento	47,70 m
Potência instalada	107,22 MW
Turbinas (Francis, 2 un)	53,61 MW cada
Geradores (2 un)	58,38 MVA cada

- **PRINCIPAIS QUANTIDADES**

Escavação comum	864.000 m <sup>3</sup>
Escavação em rocha	585.200 m <sup>3</sup>
Aterro	586.000 m <sup>3</sup>
Enrocamento	810.000 m <sup>3</sup>
Concreto	51.500 m <sup>3</sup>

## USINA HIDROELÉTRICA DE CORUMBÁ IV

### LOCALIZAÇÃO

O Aproveitamento Hidrelétrico Corumbá IV está localizado no rio de mesmo nome (afluente pela margem direita do rio Paranaíba), no seu trecho superior, mais precisamente nas coordenadas geográficas 16°20'47" sul e 48°10'44" oeste, município de Luziânia, Goiás.

O reservatório ocupará terras de cinco municípios goianos, a saber: Luziânia, Santo Antônio do Descoberto, Alexânia, Abadiânia e Silvânia.

### CLIENTE

VIA ENGENHARIA S.A. / CONSTRUTORA RV LTDA e CORUMBÁ CONCESSÕES S.A.

### SERVIÇOS EXECUTADOS

Os serviços de consultoria prestados são relativos ao Estudo de Viabilidade Técnico-Econômica e Projetos Básico e Executivo da Usina, Subestação e Linha de Transmissão, incluindo investigações de campo, estudos de alternativas, especificações de obras e equipamentos e estudos ambientais.

### DADOS TÉCNICOS DO PROJETO

#### • GERAIS

Área de drenagem	6.993,7 km <sup>2</sup>
Vazão média de longo termo	122 m <sup>3</sup> /s

#### • RESERVATÓRIO

Área inundada	184,0 km <sup>2</sup>
Volume total	3.679,8 x 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>
N.A. máximo montante	842,00 m
N.A. mínimo jusante	770,20 m

#### • BARRAGEM

Tipo	terra
Comprimento	1.290,0 m
Altura máxima	76,0 m

#### • VERTEDOURO

Tipo:	de superfície com comportas
Vazão de projeto	1.280 m <sup>3</sup> /s
Comportas segmento	3 unidades
Dimensões da comporta	7,0 m x 9,40 m

- **SISTEMA DE ADUÇÃO**

Tipo de tomada d'água:	gravidade
Número de vãos	2
Dimensões das comportas	6,0 m x 8,50 m
Diâmetro do conduto forçado	4,90 m
Comprimento do conduto	122,0 m

- **CASA DE FORÇA**

Tipo	abrigada
Comprimento	39,0 m
Potência instalada	127 MW
Turbinas (Francis, 2 un)	64,8 MW cada
Geradores (3 un)	68 MVA cada

- **PRINCIPAIS QUANTIDADES**

Escavação comum	2.476.000 m <sup>3</sup>
Escavação rocha	362.000 m <sup>3</sup>
Aterro	8.372.000 m <sup>3</sup>
Concreto	74.000 m <sup>3</sup>

## **APROVEITAMENTO HIDROELÉTRICO COUTO MAGALHÃES**

### **LOCALIZAÇÃO**

O AHE Couto Magalhães está localizado no rio Araguaia, e o reservatório afeta os municípios de Alto Araguaia (MT) e Santa Rita do Araguaia (GO).

### **CLIENTE**

REDE COUTO MAGALHÃES ENERGIA S.A

### **SERVIÇOS EXECUTADOS**

A THEMAG realizou Estudo de Alternativas de Projeto e elaborou a caracterização do empreendimento para o EIA/RIMA.

### **DADOS BÁSICOS DO PROJETO**

O Aproveitamento Hidrelétrico Couto Magalhães terá 150 MW de potência instalada e um reservatório de 9,11 km<sup>2</sup> de área total na cota 623,00 m. Será constituído por uma barragem de terra de 29 m de altura máxima, vertedouro com capacidade de escoamento superior a 2.166 m<sup>3</sup>/s, circuito de adução formado por uma tomada d'água, túnel de baixa pressão com comprimento de 5.297m, chaminé de equilíbrio, poço vertical e túnel de alta pressão com 970 m de comprimento, e uma casa de força dotada de 3 grupos hidrogeradores de 50 MW de potência unitária.

## **USINA HIDROELÉTRICA ELOY CHAVES**

### **LOCALIZAÇÃO**

Usina existente no rio Mogi Guaçu, localizado no Município de Espírito Santo de Pinhal, estado de São Paulo.

### **CLIENTE**

CPFL - Companhia Paulista de Força e Luz

### **OBJETO DO CONTRATO**

Elaboração do projeto executivo da ampliação da usina, duplicando a sua capacidade.

### **CARACTERÍSTICAS BÁSICAS**

Potência instalada da ampliação: 10 MW

Tipo de turbina: FRANCIS

Número de unidades: 1

Queda bruta: 72 m

Vazão: 16 m<sup>3</sup>/s

### **BARRAGEM E VERTEDOUROS**

Existentes.

## USINA HIDROELÉTRICA FOZ DO ARU

### LOCALIZAÇÃO

Rio Curuá-Una - estado do Pará.

### CLIENTE

CELPA - Centrais Elétricas do Pará S.A.

### OBJETO DO CONTRATO

Estudo de viabilidade e projeto básico da Usina.

### CARACTERÍSTICAS BÁSICAS

Potência instalada: 36 MW

Tipo de turbina: KAPLAN

Número de unidades: 3

Queda bruta nominal: 28 m

Vazão total de engolimento nominal: 150 m<sup>3</sup>/s

### BARRAGEM

Tipo: de terra

Altura máxima: 47 m

Comprimento de crista: 670 m

### VERTEDOURO

Tipo: de superfície

Vazão de projeto: 1.200 m<sup>3</sup>/s

## APROVEITAMENTO HIDROELÉTRICO DA FOZ DO RIO CLARO

### LOCALIZAÇÃO

No rio Claro, entre municípios de Caçu e São Limão, no estado de Goiás.  
Latitude 19°06'57" - Longitude 50°35'17"

### CLIENTE

Construtora Queiroz Galvão S.A.

### SERVIÇOS EXECUTADOS

A THEMAG desenvolveu os estudos de viabilidade técnico-econômica do empreendimento.

### DADOS TÉCNICOS DO PROJETO

- **GERAIS**

Área de drenagem do Barramento	13.975
Vazão MLT	220,9 m <sup>3</sup> /s
Potência Instalada Nominal	68 MW

- **RESERVATÓRIO**

Área	7,69 km <sup>2</sup>
Volume Total	95,33 x 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>
Volume útil	65,29 x 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>

- **BARRAGEM DE TERRA/ENROCAMENTO**

Comprimento Total Crista	760 m
Altura máxima (fundação à CRISTA)	42 m

- **VERTEDOURO**

Capacidade (vazão máxima efluente)	2.499 m <sup>3</sup> /s
Comportas segmento (13 un)	10,50 x 12,86 m

- **CASA DE FORÇA**

Comprimento	47 m cada
Turbinas Kaplan ( 2 un)	38 MVA cada
Capacidade Total Instalada	68,4 MW

- **QUANTIDADES PRINCIPAIS**

Escavação comum	622.645 m <sup>3</sup>
Escavação em rocha	655.385 m <sup>3</sup>
Enrocamento	204.460 m <sup>3</sup>
Aterro compactado	949.420 m <sup>3</sup>
Concreto	138.170 m <sup>3</sup>
Ensecadeira	405.950 m <sup>3</sup>



## **USINA HIDROELÉTRICA GAITAS**

### **LOCALIZAÇÃO**

Estado de Minas Gerais.

### **CLIENTE**

ITALMAGNÉSIO S.A. Indústria e Comércio

### **OBJETO DO CONTRATO**

Estudo técnico-econômico com a finalidade de auto-produção de energia dirigida a atividades agro-industriais.

### **CARACTERÍSTICAS BÁSICAS**

Potência instalada: 3,8 MW

Tipo de turbina: FRANCIS

Número de unidades: 2

Queda bruta: 36 m

Vazão firme: 8,6 m<sup>3</sup>/s

### **BARRAGEM E VERTEDOURO**

De concreto compactado com rolo, com crista vertente.

## **USINA HIDROELÉTRICA DE GRAÇAS**

### **LOCALIZAÇÃO**

Rio do Sono (afluente do rio São Francisco) próximo a Pirapora - Minas Gerais.

### **CLIENTE**

ITALMAGNÉSIO S.A. Indústria e Comércio

### **OBJETO DO CONTRATO**

Estudos de viabilidade, projeto básico e executivo da Barragem e Obras de Geração.

### **CARACTERÍSTICAS BÁSICAS**

Descrição Geral: barragem para regularização de vazão e geração de energia aproveitando um desnível de 40 m, consta de uma barragem de concreto rolado, com vertedouro de soleira livre.

Potência instalada: 20 MW

Tipo de turbina: FRANCIS de eixo horizontal

Número de unidades: 3

Queda bruta nominal: 36 m

Vazão total do engolimento nominal: 60 m<sup>3</sup>/s

### **BARRAGEM**

Em concreto rolado, com comprimento de 395 m.

### **VERTEDOURO**

Associado à barragem, com soleira livre e comprimento 105,0 m.

### **CONDUTOS DE ADUÇÃO**

Dois, com diâmetro 1,7 m e comprimento de 35,0 m cada um.

## USINA HIDROELÉTRICA DE GUAPORÉ

### LOCALIZAÇÃO

O Aproveitamento Hidrelétrico Guaporé está localizado no alto rio Guaporé, próximo a cidade de Pontes e Lacerda no Estado de Mato Grosso, com coordenadas aproximadas 15°07'S e 58°58'W.

### CLIENTE

TANGARÁ ENERGIA S.A.

### SERVIÇOS EXECUTADOS

Os serviços de consultoria prestados são relativos ao Estudo de Viabilidade Técnico-Econômica, Projeto Básico e Projeto Executivo da Usina, Subestação e Linha de Transmissão, incluindo investigações de campo, estudos de alternativas, especificações de obras e equipamentos e estudos ambientais.

### DADOS TÉCNICOS DO PROJETO

- **GERAIS**

Área de drenagem	1.282 km <sup>2</sup>
Vazão média de longo termo	44,8 m <sup>3</sup> /s

- **RESERVATÓRIO**

Área inundada	3,0 km <sup>2</sup>
Volume total	18,2 x 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>
N. A. máximo montante	481,20
N.A. mínimo jusante	303,80 m

- **BARRAGEM**

Tipo	solo e concreto
Comprimento	152,40 m
Altura máxima	32,00 m

- **VERTEDOURO**

Tipo:	soleira livre com dissipador em degraus
Vazão de projeto	360 m <sup>3</sup> /s
Comprimento	60 m

- **SISTEMA DE ADUÇÃO**

Canal adutor-comprimento	740 m
Seção trapezoidal	13,5 m / 4,0 m
Tipo de tomada d'água:	gravidade
Dimensões da comporta	4,0 m x 6,0 m
Diâmetro do conduto forçado	6,0 m
Comprimento do conduto	1.995,0 m

- **CASA DE FORÇA**

Tipo	semi-abrigada
Comprimento	57,40 m
Potência instalada	120,0 MW
Turbinas (Francis, 3 un)	41,6 MW cada
Geradores (3 un)	45,8 MVA cada

- **PRINCIPAIS QUANTIDADES**

Escavação comum	416.987 m <sup>3</sup>
Escavação em rocha	247.466 m <sup>3</sup>
Aterro	323.100 m <sup>3</sup>
Concreto	42.920 m <sup>3</sup>

## **USINA HIDROELÉTRICA HILDEBRAND - USA**

### **LOCALIZAÇÃO**

Estado de West Virginia - rio Monongahela.

### **CLIENTE**

APDC - ATLANTIC POWER DEVELOPMENT CORPORATION

### **OBJETO DO CONTRATO**

Estudo de viabilidade para obtenção de licença de construção.

### **CARACTERÍSTICAS BÁSICAS**

A usina aproveitará o desnível criado pela barragem de concreto existente no local. A casa de força será instalada num dos vãos do vertedouro existente.

Potência instalada: 5 MW

Tipo de turbina: tubular

Número de unidades: 2

Queda bruta nominal: 6,4 m

Vazão total de engolimento nominal: 88 m<sup>3</sup>/s

### **BARRAGEM**

Já existente.

### **VERTEDOURO**

Já existente.

## USINA HIDROELÉTRICA DE ICLA

### LOCALIZAÇÃO

No rio Pilcomayo, a cerca de 230 km SE de Sucre e  $\pm$  680 km SE de La Paz, na Bolívia, aproximadamente na longitude 64°W e na latitude 21°S.

### CLIENTE

ENDE S.A. - Empresa Nacional de Electricidad S.A. (Cochabamba/Bolívia)

### SERVIÇOS EXECUTADOS

A THEMAG foi encarregada de elaborar uma revisão completa do estudo de viabilidade existente para este empreendimento hidroelétrico.

### DESCRIÇÃO

A área do empreendimento localiza-se a jusante da confluência entre os rios Alisuyo Mayu e o Pilcomayo.

A casa de força subterrânea deste complexo hidroelétrico de 90 MW de potência total possui 3 unidades geradoras, assim como os equipamentos mecânicos e elétricos afins e o centro de comando e controle e será escavada no maciço rochoso, no lado oriental das montanhas Morokoyo, na margem direita do Rio Pilcomayo.

O túnel de acesso terá uma seção retangular, com a parte superior em semi-circunferência, com 5,2 m de largura e 6,2 m de altura. Terá 175 m de comprimento com declive máximo de 11%. Na entrada do túnel de acesso, será colocada uma porta metálica de proteção e, na entrada da casa de força, instalar-se-á uma comporta metálica de segurança.

A caverna de restituição será localizada paralela à caverna da casa de força, e será interligada aos tubos de sucção e ao canal de acesso. A água turbinada será descarregada através do túnel de restituição e do canal de fuga.

### DADOS TÉCNICOS DO PROJETO

- **GERAIS**

Bacia hidrográfica	13.200 km <sup>2</sup>
--------------------	------------------------

- **RESERVATÓRIO**

Volume máximo	1.100 x 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>
---------------	--

- **BARRAGEM**

Comprimento	500 m
Altura	110 m

- **TÚNEL DE DESVIO**

Comprimento	680 m
Descarga máxima	1.950 m <sup>3</sup> /s

- **VERTEDOIRO**

Número de comportas radiais	03
Largura	42 m

- **CASA DE FORÇA**

Turbinas Francis (03 un)	30 MW cada
Capacidade total instalada	90 MW

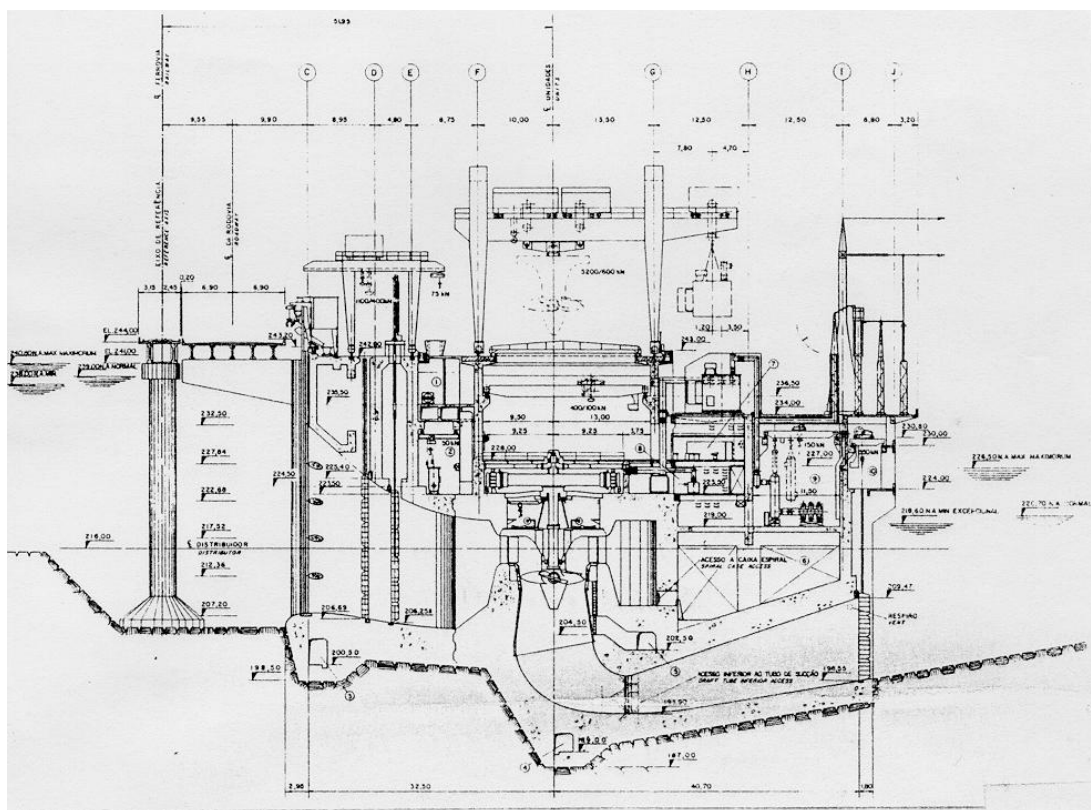
## USINA HIDROELÉTRICA DE ILHA GRANDE

### LOCALIZAÇÃO

No rio Paraná, 170 km ao Norte de Foz do Iguaçu, a montante da cidade de Guaira, na fronteira entre os Estados do Paraná e Mato Grosso do Sul, na longitude 54°W e na latitude 24°S.

### CLIENTE

Centrais Elétricas do Sul do Brasil S.A. - ELETROSUL (Florianópolis - SC)



### SERVIÇOS EXECUTADOS

A THEMAG foi inicialmente encarregada da elaboração dos estudos de alternativas e da revisão dos estudos de viabilidade elaborados anteriormente. Estes estudos iniciais foram realizados em conjunto com a ELETROSUL e posteriormente a THEMAG elaborou os estudos de viabilidade no padrão ELETROBRÁS, o qual teve continuidade com o projeto básico e os documentos de licitação.

A THEMAG também realizou o projeto básico da eclusa de navegação e os estudos ambientais.



## DESCRIÇÃO

Como projeto para aproveitamento múltiplo, Ilha Grande compreende a geração de energia hidroelétrica, regularização de vazões e navegação fluvial.

O barramento constituído de barragem de terra compactada na margem esquerda, barragem de enrocamento na margem direita e estrutura de concreto tipo gravidade para a tomada d'água e vertedouro, tem o comprimento aproximado total de 7.600 m e cria um desnível de 18,0 m entre o reservatório de água a montante e a restituição a jusante.

A casa de força, é planejada para ser de tipo convencional, formando parte integrante de barragem principal. Contendo 24 unidades hidrogeradoras com capacidade total de 2.400 MW. A subestação será completamente fechada, isolada em SF<sub>6</sub> e localizada dentro da casa de força propriamente dita.

## DADOS TÉCNICOS DO PROJETO

### • GERAIS

Bacia hidrográfica	802.000 km <sup>2</sup>
Vazão média anual	9.100 m <sup>3</sup> /s

### • RESERVATÓRIO

Área	3.270 km <sup>2</sup>
Volume máximo	30.000 x 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>

### • ESTRUTURAS DE CONCRETO (TIPO GRAVIDADE)

Comprimento	1.120 m
Altura máxima (fundação à crista)	28,5 m

### • BARRAGEM LATERAL, MARGEM DIREITA (ENROCAMENTO)

Comprimento	3.790 m
Altura máxima	29 m

### • BARRAGEM LATERAL, MARGEM ESQUERDA (TERRA COMPACTADA)

Comprimento	2.400 m
Altura máxima	28 m

### • VERTEDOURO

Comprimento	356 m
Capacidade (decamilenar)	62.700 m <sup>3</sup> /s
Comportas radiais (18 un)	15 m x 22 m

### • CASA DE FORÇA

Tipo	abrigada
Condutos forçados (24 un)	Diâm. 9,3 m
Turbinas Kaplan (24 un)	103 MW cada
Geradores (24 un)	112 MVA cada
Capacidade total instalada	2.400 MW
Comprimento e largura (completa)	768 m x 56 m

- **ECLUSA (01 CÂMARA, ELEVAÇÃO SIMPLES)**

Comprimento	210 m
Largura	17 m
Elevação máxima	21 m

- **QUANTIDADES PRINCIPAIS**

Escavações em rocha	$16,1 \times 10^6 \text{ m}^3$
Aterro	$18,1 \times 10^6 \text{ m}^3$
Concreto	$2,4 \times 10^6 \text{ m}^3$

## USINA HIDROELÉTRICA DE ILHA SOLTEIRA

### LOCALIZAÇÃO

No rio Paraná, na divisa entre os estados de São Paulo e de Mato Grosso do Sul, a 600 km da cidade de São Paulo, aproximadamente na longitude 51°30'W e na latitude 20°15'S.

### CLIENTE

CESP - Companhia Energética de São Paulo (São Paulo - SP)



### SERVIÇOS EXECUTADOS

Os serviços de consultoria prestados abrangeram a avaliação e atualização do estudo de viabilidade existente, análises hidrometeorológicas, estudos hidrológicos e hidráulicos, investigações geotécnicas, levantamentos técnicos, previsões de demanda de energia, estudos de mercado e comercialização, e estudos do sistema elétrico.

Foram elaborados de forma completa os projetos básico e executivo que incluíram, além dos desenhos e construção de obras de terra e de concreto, projeto de instrumentação, estudos de modelo hidráulico, especificações técnicas, documentos de licitação, análises de propostas, assistência técnica ao cliente para supervisão do contrato e demais serviços de consultoria. Foi também prestada assistência técnica na seleção dos equipamentos (turbinas, geradores, transformadores e comportas), bem como assistência técnica na inspeção de fabricação e montagem.

## DESCRIÇÃO

Este projeto de aproveitamento múltiplo compreende geração de energia hidroelétrica, regularização de vazões e navegação fluvial.

O barramento, que cria um desnível de 47 m, é formado pela tomada d'água, de 600 m de comprimento, o vertedouro de superfície, eclusa de navegação, barragem de gravidade de concreto e barragens de terra em ambas as margens.

A casa de força, ao pé da barragem, serve de base para a subestação elétrica de 400 kV.

Algumas soluções técnicas merecem destaque, como quase toda energia gerada em Ilha Solteira foi requerida para as áreas das vizinhanças imediatas da cidade de São Paulo, aproximadamente e totalidade das linhas de transmissão de saída em 460 kV foram orientadas para o leste. Sob estas circunstâncias, a ligação dos 20 transformadores principais localizados no topo da estrutura da casa de força, por linhas de transmissão suspensas até o pátio de manobras na margem esquerda teria requerido a construção de pelo menos 80 torres com 320 fundações dentro do leito do rio propriamente dito. Para evitar isto, assim como para atender as razões da construção do pátio de manobra sobre uma plataforma na forma de ponte acima do canal de fuga, a jusante da estrutura da casa de força, ligada aos transformadores por linhas aéreas, sem necessidade de torres fundadas no leito do rio. A plataforma foi construída na área ensecada servindo adicionalmente como meio do cruzamento do rio, durante o período em que este foi desviado através da estrutura da casa de força, eliminado-se assim a necessidade de outra ponte.

Neste projeto foi utilizado pela primeira vez no Brasil, o pré-resfriamento de agregados e água para controle térmico do concreto.

Também foram utilizadas pela primeira vez no Brasil, comportas de emergência do tipo "bulkhead", flutuantes, nas comportas do vertedouro, ao invés do tipo painéis deslizantes convencional, com vantagens econômicas e de tempo de construção.

## DADOS BÁSICOS DO PROJETO

### • GERAIS

Bacia hidrográfica	337.340 km <sup>2</sup>
Vazão média anual	5.380 m <sup>3</sup> /s

### • RESERVATÓRIO

Área	1.231 km <sup>2</sup>
Volume máximo	21.166 x 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>

### • BARRAGEM DE CONCRETO (TIPO GRAVIDADE)

Comprimento	985 m
Altura máxima (fundação à crista)	78 m

- **BARRAGEM LATERAL, MARGEM DIREITA (ENROCAMENTO)**

Comprimento	3.404 m
Altura máxima	72 m
  
- **BARRAGEM LATERAL, MARGEM ESQUERDA (TERRA COMPACTADA)**

Comprimento	1.796 m
Altura máxima	73 m
  
- **VERTEDOURO**

Tipo	superfície
Comprimento	355 m
Capacidade (decamilenar)	40.000 m <sup>3</sup> /s
Comportas radiais (19 un)	15 m x 15 m
  
- **CASA DE FORÇA**

Tipo	abrigada
Turbinas Francis (20 un)	160 MW cada
Geradores (20 un)	170 MVA cada
Capacidade total instalada	3.200 MV
Comprimento e largura (completa)	600 m x 41 m
  
- **QUANTIDADES PRINCIPAIS**

Escavações em rocha	5,8 x 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>
Aterros	25,2 x 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>
Concreto	3,6 x 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>

## USINA HIDROELÉTRICA DE IPUEIRAS

### LOCALIZAÇÃO

No rio Tocantins, junto à cidade de Ipueiras, cerca de 67km ao sul da cidade de Porto Nacional, no Estado do Tocantins.

### CLIENTE

IPUEIRAS Energia S.A.

### SERVIÇOS EXECUTADOS

Foram executados, pela THEMAG, os estudos de inventário do trecho do Médio Tocantins no qual se insere este aproveitamento. Posteriormente a THEMAG desenvolveu os estudos de viabilidade técnico-econômica e os estudos ambientais (EIA/RIMA) do empreendimento.

### DADOS TÉCNICOS DO PROJETO

#### • GERAIS

Área de drenagem	167.900km <sup>2</sup>
Vazão regularizada	2.278m <sup>3</sup> /s

#### • RESERVATÓRIO

Área inundada N.A. Máx. Normal	1.066,04km <sup>2</sup>
Volume total	6.947 x 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>
N.A. máximo montante	236,00m
N.A. mínimo montante	229,00m
N.A. mínimo jusante	212,78m

#### • BARRAGEM

Tipo	Terra/CCR/Concreto
Comprimento	3.310m
Altura máxima	34,50m

#### • VERTEDOURO

Tipo de superfície com comportas	
Vazão de projeto	42.000 m <sup>3</sup> /s
Comportas segmento	10
Dimensões da comporta	17,30m largura x 23,00m altura

#### • CASA DE FORÇA

Tipo Abrigada	
Comprimento e largura (completa)	199,4m x 63,0m
Potência instalada	480 MW
Turbinas (Kaplan / 4 un)	121,827 MW cada
Geradores (4 un)	126,3 MVA cada

- **QUANTIDADES PRINCIPAIS**

Escavação comum	2.912.033 m <sup>3</sup>
Escavação em rocha a céu aberto	2.075.466 m <sup>3</sup>
Aterro	3.442.596 m <sup>3</sup>
Enrocamento	287.063 m <sup>3</sup>
Concreto convencional	843.329 m <sup>3</sup>
Concreto compactado a rolo	257.984m <sup>3</sup>

## **USINA HIDROELÉTRICA DE ISAMU IKEDA**

### **LOCALIZAÇÃO**

Rio Balsas - Bacia do Tocantins - Cidade de Ponte Alta do Tocantins, estado de Tocantins.

### **CLIENTE**

CELTINS - Companhia de Energia Elétrica do Estado do Tocantins

### **OBJETO DO CONTRATO**

Estudo de viabilidade, projeto básico e projeto executivo da ampliação do potencial instalado de 16.800 kW para 28.400 kW.

### **CARACTERÍSTICAS BÁSICAS**

Projeto de uma nova casa de força do tipo abrigada com duas unidades hidrogeradora verticais com turbinas tipo KAPLAN com potência unitária de 5.800 kW cada e altura de queda de 17,5 metros. A nova casa de força foi encaixada na barragem de terra existente, incluindo uma tomada d'água alimentada por um canal de adução de concreto passando sobre a barragem.



## APROVEITAMENTO HIDROELÉTRICO ITAGUAÇU

### LOCALIZAÇÃO

O Aproveitamento Hidroelétrico Itaguaçu localiza-se no rio Claro, nos municípios de Caçu e São Simão no estado de Goiás. A latitude do AHE é 19°00' 26" e longitude 50°41'36".

### CLIENTE

CONSÓRCIO ITAGUAÇU (Companhia Energética de Brasília e Themag)

### SERVIÇOS EXECUTADOS

Os estudos de consultoria prestados referem-se ao Estudo de Viabilidade Técnico-econômica.

### DADOS TÉCNICOS DO PROJETO

- **GERAIS**

Área de drenagem	13.383 km <sup>2</sup>
Vazão MLT	217,7 m <sup>3</sup> /s

- **RESERVATÓRIO**

Área do reservatório	121,77 km <sup>2</sup>
Volume Total	1793,9 x 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>

- **BARRAGEM DE TERRA/ENROCAMENTO**

Comprimento Total	3.000 m
Altura máxima	46 m

- **VERTEDOURO**

Tipo – vertedouro de superfície segmento	
Vazão máxima afluente (decamilenar)	2.464 m <sup>3</sup> /s
Vazão máxima efluente	2.464 m <sup>3</sup> /s
Comportas segmento (3 un)	10,00 x 12,90 m

- **CASA DE FORÇA**

Turbinas tipo Francis (2 unid)	66,3 MW cada
Geradores (2 unidades)	73 MVA cada
Portaria instalada total	131,40 MW
Comprimento e Largura	38,45 m x 25,00 m

- **QUANTIDADES PRINCIPAIS**

Escavação comum	2.339.200,0 m <sup>3</sup>
Escavação em rocha a céu aberto	529.570,0 m <sup>3</sup>
Escavação em rocha subterrânea	58.200,0 m <sup>3</sup>
Enrocamento	742.060,0 m <sup>3</sup>
Aterro compactado	5.705.550 m <sup>3</sup>
Concreto convencional	282.720,0 m <sup>3</sup>

## USINA HIDROELÉTRICA DE ITAIPU

### LOCALIZAÇÃO

No rio Paraná, a 600 km da cidade de Curitiba, no Estado do Paraná, na fronteira entre Brasil e Paraguai, aproximadamente na longitude 54°30'W e na latitude 25°30'S.

### CLIENTE

ITAIPU BINACIONAL (Rio de Janeiro - RJ)



### SERVIÇOS EXECUTADOS

Os serviços de consultoria a cargo da THEMAG (associada com a empresa paraguaia GCAP), abrangeram os projetos básico e executivo da casa de força dessa usina, com capacidade instalada de 12.600 MW. Foram também realizadas as inspeções de fabricação dos equipamentos permanentes. Os serviços incluíram ainda estudos e projetos do sistema de transmissão e subestações, também em associação com outras empresas de consultoria.

## DESCRIÇÃO

O barramento, que cria um desnível de 120 m, é composto pela barragem principal, de gravidade aliviada de concreto sobre a qual está instalada a tomada d'água, a estrutura de desvio do rio em concreto gravidade, as barragens de contrafortes de concreto, as barragens de enrocamento e de terra e o vertedouro situado na ombreira direita. A casa de força está localizada ao pé da barragem principal, sendo alimentada por condutos de aço parcialmente embutidos no concreto.

Na casa de força foi construída uma subestação de manobra isolada a gás SF<sub>6</sub>, de onde saem 4 linhas em 50 Hz para a margem direita (Paraguai) e 4 linhas em 60 Hz para a margem esquerda (Brasil).

As obras civis foram começadas em 1975 e completadas em 1983, quando foi realizado o enchimento do reservatório e iniciada a geração.

## DADOS TÉCNICOS DO PROJETO

- **GERAIS**

Bacia hidrográfica	820.000 km <sup>2</sup>
Vazão média anual	8.463 m <sup>3</sup> /s

- **RESERVATÓRIO**

Área	1.350 km <sup>2</sup>
Volume máximo	29.000 x 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>
Volume útil	19.000 x 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>

- **BARRAGEM PRINCIPAL (TIPO CONTRAFORTES - CONCRETO)**

Comprimento	1.234 m
Altura máxima (Fundação à crista)	196 m

- **CONTRA-BARRAGEM LATERAL, MARGEM DIREITA  
(TIPO CONTRAFORTES - CONCRETO)**

Comprimento	986 m
Altura máxima	64,5 m

- **BARRAGEM LATERAL, MARGEM DIREITA (ENROCAMENTO)**

Comprimento	1.984 m
Altura máxima	70 m

- **BARRAGEM LATERAL, MARGEM ESQUERDA (TERRA COMPACTADA)**

Comprimento	2.294 m
Altura máxima	30 m

- **VERTEDOURO**

Comprimento	380 m
Capacidade	62.200 m <sup>3</sup> /s
Comportas radiais (13 un)	20 x 21,3 m

- **CASA DE FORÇA**

Condutores forçados (18 un)	Diâm. 10,5 m
Turbinas Francis (18 un)	715 MW cada
Geradores (18 un)	823,6 MVA/50Hz//737 MVA/60 Hz
Capacidade total instalada	12.600 MW
Comprimento e largura (completa)	968 x 90 m

- **QUANTIDADES PRINCIPAIS**

Escavações	56,6 x 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>
Aterros	25,0 x 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>
Concreto	13,2 x 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>

## USINA HIDROELÉTRICA DE ITAITUBA

### LOCALIZAÇÃO

Rio Itapacurá - estado do Pará.

### CLIENTE

CELPA - Centrais Elétricas do Pará S.A.

### OBJETO DO CONTRATO

Estudo de viabilidade e projeto básico de usina hidroelétrica para abastecimento ao polo consumidor de Itaituba.

### CARACTERÍSTICAS BÁSICAS

Potência instalada: 4 MW

Tipo de turbina: FRANCIS de rotor duplo

Número de unidades: 4

Queda bruta nominal: 18 m

Vazão total de engolimento nominal: 26 m<sup>3</sup>/s

### BARRAGEM

Tipo: de concreto

Altura máxima: 20 m

Comprimento de crista: 250 m

### VERTEDOURO

Tipo: de superfície

Vazão de projeto: 715 m<sup>3</sup>/s

## USINA HIDROELÉTRICA DE ITAOCARA

### LOCALIZAÇÃO

O aproveitamento de Itaocara, distante cerca de 200 km da cidade do Rio de Janeiro, localiza-se no trecho médio inferior do rio Paraíba do Sul, cerca de 13 km a montante da cidade de Itaocara (Estado do Rio de Janeiro). As suas coordenadas são: Latitude 21°41'26" S e Longitude 42°09'37" W.

A parte montante da área do reservatório desenvolve-se entre os Estados de Minas Gerais e do Rio de Janeiro até a confluência do rio Pirapetinga com o rio Paraíba do Sul. Pela margem esquerda, esses dois rios fazem a divisa desses Estados. O restante da área do reservatório situa-se no Estado do Rio de Janeiro.

### CLIENTE

FURNAS - Centrais Elétricas S.A. (Rio de Janeiro - RJ)

### SERVIÇOS EXECUTADOS

Os serviços de consultoria prestados são relativos ao Estudo de Viabilidade Técnico-Econômica, incluindo investigações de campo, estudos básicos, estudos de alternativas, projetos a nível de viabilidade e estudos ambientais.

### DADOS BÁSICOS DO PROJETO

#### • HIDROLÓGICOS

Área de drenagem	33.219 km <sup>2</sup>
Vazão média de longo termo	648 m <sup>3</sup> /s

#### • RESERVATÓRIO

Volume total	1.700 x 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>
N.A. mínimo	102,9 m
N.A. máximo	102,0 m
Área inundada	83,0 km <sup>2</sup>
Queda bruta máxima	41,2 m

#### • BARRAGEM

Tipo	terra/rocha/concreto
Comprimento	1.070,0 m
Altura máxima	47,0 m

#### • VERTEDOURO

Tipo: vertedouro	de superfície com comportas
Vazão de projeto	8.699 m <sup>3</sup> /s
Comportas segmento	8 unidades
Dimensões do vão	12,0 m x 13,8 m

- **SISTEMA DE ADUÇÃO**

Tipo de tomada d'água:	gravidade
Número de vãos	3 unidades
Dimensões do vão	16,0 m x 12,6 m
Diâmetro do conduto forçado	7,3 m
Comprimento médio do conduto	42,0 m

- **CASA DE FORÇA**

Comprimento total	95,0 m
Potência instalada	210 MW
Turbinas (Francis, 3 un)	72,2 MW cada
Geradores (3 un)	78 MVA cada

- **PRINCIPAIS QUANTIDADES**

Escavação	380.000 m <sup>3</sup>
Aterro	4.613.000 m <sup>3</sup>
Concreto	405.000 m <sup>3</sup>

## USINA HIDROELÉTRICA ITUMIRIM

### LOCALIZAÇÃO

No rio Corrente, estado de Goiás, nos municípios de Aporé, Serranópolis e Chapadão do Céu.

### CLIENTES

CELG- Companhia Energética de Goiás S/A

### SERVIÇOS EXECUTADOS

Os estudos consistiram na elaboração dos estudos de Viabilidade Técnica-econômica e Ambiental do empreendimento e os Estudos de Impacto Ambiental (EIA/RIMA). Para tanto foram elaborados estudos topográficos e cartográficos, geológicos e geotécnicos, hidrológicos e hidrometeorológicos, custos, estudos mercadológicos, estudos energéticos, estudos ambientais, estudos de alternativas do aproveitamento, Detalhamento de engenharia da alternativa escolhida (arranjo, barragem, casa de força, etc.) e avaliação técnico e econômica do empreendimento.

### DADOS TÉCNICOS DO PROJETO

#### • GERAIS

Área de drenagem do Barramento	2.921 km <sup>2</sup>
Vazão MLT	57,7 m <sup>3</sup> /s

#### • RESERVATÓRIO

Área	54,6 km <sup>2</sup>
Volume Total	335,65 x10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>

#### • BARRAGEM

Comprimento	780 m
Altura máxima	24 m

#### • VERTEDOURO

Capacidade (vazão de projeto)	300 m <sup>3</sup> /s
Comportas vagão (2 un)	3,6 m x 3,4 m

#### • CASA DE FORÇA

Comprimento	28,0 m
Turbinas Francis – ( 2 un)	28,35 MW cada
Capacidade Total Instalada	56,7 MW
Geradores (2 unidades)	31,5 MVA cada



- **QUANTIDADES PRINCIPAIS**

Escavação comum	1.582.700 m <sup>3</sup>
Escavação em rocha e céu aberto	143.400 m <sup>3</sup>
Enrocamento (barragem)	80.200 m <sup>3</sup>
Aterro compactado	638.050 m <sup>3</sup>
Concreto	59.441 m <sup>3</sup>

## USINA HIDROELÉTRICA JUCURUTU

### LOCALIZAÇÃO

Estado de Minas Gerais.

### CLIENTE

ITALMAGNÉSIO S.A. Indústria e Comércio

### OBJETO DO CONTRATO

Estudo técnico-econômico com a finalidade de gerar energia para consumo próprio.

### CARACTERÍSTICAS BÁSICAS

Potência instalada: 140 kW

Tipo de turbina: FRANCIS com caixa aberta

Número de unidades: 1

Queda bruta: 15 m

Vazão firme: 0,6 m<sup>3</sup>/s

### BARRAGEM E VERTEDOURO

Tipo "Ambursen" com paramento de concreto e crista vertente.

## USINA HIDROELÉTRICA DE JUPIÁ

### LOCALIZAÇÃO

No rio Paraná, divisa dos estados de São Paulo e Mato Grosso do Sul, a 600 km da cidade de São Paulo, na longitude 52º W e latitude 21º S.

### CLIENTE

CESP - Companhia Energética de São Paulo (São Paulo - SP)



### SERVIÇOS EXECUTADOS

Os serviços de consultoria prestados incluíram a avaliação do estudo de viabilidade existente, levantamentos e investigações de campo, investigações hidrometeorológicas, estudos hidráulicos e hidrológicos, estudos energéticos, e estudos do sistema elétrico. Posteriormente foram elaborados os projetos básico e executivo, incluindo, além dos desenhos de construção das obras de concreto e de terra, projetos de instrumentação, testes de modelos hidráulicos, preparação de especificações técnicas, planilhas de quantidades, documentos de contrato e documentos de concorrência. Foram também realizadas as atividades de assessoria às concorrências, supervisão de contratos, serviços de assistência e consultoria técnica, assistência na seleção de equipamentos, inspeção de fabricação de equipamentos e supervisão de montagem no local.

## DESCRIÇÃO

Este projeto de aproveitamento múltiplo, compreende geração de energia hidroelétrica e navegação fluvial.

O barramento, que cria um desnível de 20 m, está formado pelo conjunto tomada d'água-casa de força, o vertedouro de superfície, os descarregadores de fundo, a eclusa e as barragens laterais de terra, em ambas as margens.

A casa de força, do tipo abrigado convencional, é integrada por 14 unidades com turbinas tipo Kaplan e geradores, que alimentam 14 transformadores trifásicos de 150 MVA, de relação 13,8/460 kV. A subestação está localizada diretamente acima da cobertura da casa de força, de onde duas linhas de transmissão de 600 Km de circuito duplo fornecem energia para o sistema interligado do sudeste do Brasil.

## DADOS BÁSICOS DO PROJETO

### • GERAIS

Bacia Hidrográfica	471.900 km <sup>2</sup>
Descarga regularizada	3.220 m <sup>3</sup> /s

### • RESERVATÓRIO

Área	241 km <sup>2</sup>
Volume máximo	3.680 x 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>

### • ESTRUTURAS DE CONCRETO (TIPO GRAVIDADE)

Comprimento	1.200 m
Altura máxima (fundação à crista)	38 m

### • BARRAGEM LATERAL, MARGEM DIREITA (ATERRO COMPACTADO)

Comprimento	2.200 m
Altura máxima	40 m

### • BARRAGEM LATERAL, MARGEM ESQUERDA (ATERRO COMPACTADO)

Comprimento	2.440 m
Altura máxima	42 m

### • VERTEDOUROS DE FUNDO E SUPERFÍCIE

Capacidade (decamilenar)	50.000 m <sup>3</sup> /s
Fundo - Comportas radiais (37 un)	10 m x 7.6 m
Superfície - comportas radiais (4un)	15 m x 12 m

### • CASA DE FORÇA

Turbinas Kaplan (14 un)	100 MW cada
Geradores (14 un)	112 MVA cada
Capacidade Total instalada	1.400 MW
Comprimento e largura (completa)	427 m x 72 m

- **ECLUSA**

Tipo	Concreto gravidade
Dimensões da câmara	17,0 x 210,0 m
Queda máxima	26 m

- **QUANTIDADES PRINCIPAIS**

Escavação	$3,0 \times 10^6 \text{ m}^3$
Aterro	$6,0 \times 10^6 \text{ m}^3$
Concreto	$1,4 \times 10^6 \text{ m}^3$

**APROVEITAMENTO HIDROELÉTRICO LUÍS EDUARDO MAGALHÃES (LAJEADO)****LOCALIZAÇÃO**

No rio Tocantins, próximo à cidade de Palmas(capital do Estado), no Estado do Tocantins.

**CLIENTE**

GRUPO REDE e CELTINS

**SERVIÇOS EXECUTADOS**

Foram realizados, pela THEMAG, os estudos de inventário do trecho do Médio Tocantins no qual se insere este aproveitamento. Posteriormente a THEMAG desenvolveu os estudos de viabilidade técnico-econômica, os estudos ambientais (EIA/RIMA), o projeto básico do empreendimento, o projeto básico ambiental (PBA) e o projeto executivo.

**DADOS TÉCNICOS DO PROJETO****• GERAIS**

Área de drenagem	184.219 km <sup>2</sup>
Vazão regularizada	1.882 m <sup>3</sup> /s

**• RESERVATÓRIO**

Área inundada	700 km <sup>2</sup>
Volume total	4.982 x 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>
N.A. máximo montante	212,00 m
N.A. mínimo jusante	175,30 m

**• BARRAGEM**

Tipo	Terra / enrocamento
Comprimento	1.920 m
Altura máxima	30,0 m

- **VERTEDOURO**

Tipo	de superfície com comportas
Vazão de projeto	46.500 m <sup>3</sup> /s
Comportas segmento	12
Dimensões da comporta	21,0 m x 20,0 m

- **BARRAGEM DE CONCRETO**

Tipo	Gravidade / Compactado a rolo (CCR)
Comprimento	610,0 m
Altura Máxima	43,0 m

- **CASA DE FORÇA**

Tipo	abrigada
Comprimento e largura (completa)	160,0 m x 60,0 m
Potência instalada	950,0 MW
Turbinas (Kaplan / 6 un)	166,0 MW cada
Geradores (6 un)	175,0 MVA cada

- **QUANTIDADES PRINCIPAIS**

Escavações	6.850.000 m <sup>3</sup>
Aterro/enrocamento	3.945.000 m <sup>3</sup>
Concreto	643.400 m <sup>3</sup>

## USINA HIDROELÉTRICA MAHONING GREEK - USA

### LOCALIZAÇÃO

Estado de Pennsylvania - Condado de Armstrong.

### CLIENTE

APDC - ATLANTIC POWER DEVELOPMENT CORPORATION

### OBJETO DO CONTRATO

Estudo de viabilidade para obtenção de licença de construção; Projeto básico, incluindo arranjo geral, determinação das características e especificação dos equipamentos e determinação das quantidades necessárias para execução das obras civis e montagem. Seleção de um grupo de fabricantes brasileiros, para o fornecimento de todos os equipamentos principais, elétricos e mecânicos da usina. Obtenção de financiamento junto à CACEX para Equipamentos e Serviços de Engenharia; Assessoramento ao cliente, nas negociações para obtenção de financiamento e na seleção de empreiteiras das obras civis e de montagem.

### CARACTERÍSTICAS BÁSICAS

A usina aproveitará o desnível criado por uma barragem de concreto existente no local. Serão realizadas as obras da tomada d'água, instalação de um conduto forçado, construção da casa de força e canal de restituição.

Potência instalada: 5 MW

Tipo de turbina: FRANCIS de rotor duplo - eixo horizontal

Número de unidades: 4

Queda bruta nominal: 20 m

Vazão total de engolimento nominal: 32 m<sup>3</sup>/s

### BARRAGEM

Já existente.

### VERTEDOURO

Já existente.



## **USINA HIDROELÉTRICA MORGANTOWN - USA**

### **LOCALIZAÇÃO**

Estado de West Virginia - Rio Monongahela.

### **CLIENTE**

APDC - ATLANTIC POWER DEVELOPMENT CORPORATION

### **OBJETO DO CONTRATO**

Estudo de viabilidade para obtenção de licença de construção.

### **CARACTERÍSTICAS BÁSICAS**

A usina aproveitará o desnível criado por uma barragem de concreto existente no local. A casa de força será instalada em um dos vãos do vertedouro existente.

Potência instalada: 2,5 MW

Tipo de turbina: tubular

Número de unidades: 3

Queda bruta nominal: 5,2 m

Vazão total de engolimento nominal: 55 m<sup>3</sup>/s

### **BARRAGEM**

Já existente.

### **VERTEDOURO**

Já existente.

## USINA HIDROELÉTRICA DE NILO PEÇANHA II

### LOCALIZAÇÃO

No rio Lajes, a 85 km da cidade do Rio de Janeiro, no estado do Rio de Janeiro, aproximadamente na longitude 43°50'W e latitude 22°30'S.

### CLIENTE

LIGHT - Serviços de Eletricidade S.A. (Rio de Janeiro - RJ)

### SERVIÇOS EXECUTADOS

Os trabalhos a cargo da THEMAG tiveram início com o estudo de viabilidade técnico-econômica do empreendimento, e prosseguiram com a elaboração do projeto básico.

### DESCRIÇÃO

O projeto Nilo Peçanha II é uma ampliação do sistema de geração de energia existente, que compreende três usinas hidroelétricas, Fontes Velha (56 MW), Fontes Nova (144 MW) e Nilo Peçanha (380 MW), alimentadas pela água bombeada do rio Paraíba do Sul, através do sistema de desvio Paraíba-Piraí, de 160 m<sup>3</sup>/s de capacidade, que inclui as Estações de Bombeamento de Santa Cecília e de Vigário.

A usina de Nilo Peçanha será também alimentada pelo sistema de desvio Paraíba-Piraí, e localizar-se-á próxima à usina subterrânea já existente (Nilo Peçanha), sob uma queda nominal de 320 m.

A casa de força será alimentada pelo reservatório do Vigário, existente, e restituirá as águas ao reservatório de Pereira Passos, no ribeirão das Lajes.

O circuito de alimentação é independente para cada unidade e compreende túnel de baixa pressão, chaminé de equilíbrio e túnel de alta pressão. A casa de força é subterrânea, estando previstas cavernas para os transformadores e túneis para acessos e para a restituição hidráulica.

A construção desta usina não foi iniciada, sofrendo diversos adiamentos em função do planejamento de expansão do sistema elétrico da região sudeste.

### DADOS TÉCNICOS DO PROJETO

#### • GERAIS

Bacia hidrográfica	17.220 km <sup>2</sup>
Vazão média anual	160 m <sup>3</sup> /s

#### • RESERVATÓRIO

Área	40 km <sup>2</sup>
Volume máximo	57 x 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>

- **CASA DE FORÇA**

Tipo	subterrânea
Condutos forçados (05 un)	Diâm. 5,9 m
Turbinas francis (05 un)	250 MW cada
Geradores (05 un)	300 MVA cada
Capacidade total instalada	1.250 MW
Dimensões da caverna	300 x 20 x 52 m

- **QUANTIDADES PRINCIPAIS**

Escavação	$1,37 \times 10^6 \text{ m}^3$
Concreto	$0,16 \times 10^6 \text{ m}^3$

## **USINA HIDROELÉTRICA OPEKISKA - USA**

### **LOCALIZAÇÃO**

Estado de West Virginia - rio Monongahela.

### **CLIENTE**

APDC - ATLANTIC POWER DEVELOPMENT CORPORATION

### **OBJETO DO CONTRATO**

Estudo de viabilidade para obtenção de licença de construção.

### **CARACTERÍSTICAS BÁSICAS**

A usina aproveitará o desnível criado pela barragem de concreto existente no local. Um canal lateral escavado em solo, ligará o reservatório à Casa de Força.

Potência instalada: 4 MW

Tipo de turbina: tubular

Número de unidades: 3

Queda bruta nominal: 6,7 m

Vazão total de engolimento nominal: 68 m<sup>3</sup>/s

### **BARRAGEM**

Já existente.

### **VERTEDOURO**

Já existente.

## USINA HIDROELÉTRICA DE PAULO AFONSO IV

### LOCALIZAÇÃO

No rio São Francisco, a 440 km SW de Recife e 400 km NW de Salvador, na fronteira entre os Estados da Bahia e Pernambuco, aproximadamente na longitude 38°W e latitude 9°S.

### CLIENTE

CHESF - Companhia Hidroelétrica do São Francisco (Recife - PE)



### SERVIÇOS EXECUTADOS

Os serviços a cargo da THEMAG incluíram avaliação do estudo de viabilidade existente, projetos básico e executivo completos, incluindo especificação e supervisão dos serviços de campo e laboratório. Foi prestada assessoria técnica ao Cliente na licitação das obras civis e na seleção dos fornecedores dos equipamentos permanentes. Foi realizada também a inspeção e acompanhamento da fabricação dos equipamentos, bem como da montagem dos mesmos na usina.

### DESCRIÇÃO

A Usina de Paulo Afonso IV forma parte do complexo Paulo Afonso, que aproveita, através das usinas de Moxotó, Paulo Afonso I, II, III e IV, uma queda natural no rio São Francisco. O arranjo geral das obras compreende um canal de desvio do reservatório de Moxotó (onde se encontra a barragem do rio São Francisco) até a bacia de Paulo Afonso IV, fechada por diques de terra e pelas estruturas do vertedouro e da tomada d'água. A casa de força é

subterrânea, existindo poços verticais para os condutos forçados, para descida dos equipamentos, para elevadores de acesso, e para barramentos blindados. Foram construídos também túneis para restituição, para ventilação e para acesso.

Os transformadores estão ligados a um pátio de manobras em 500 kV, na margem esquerda do rio. As linhas de transmissão, ligam a usina com as cidades de Camaçari e Recife, totalizando cerca de 440 km.

A construção das obras foi iniciada em 1973, e a geração da primeira unidade começou em 1979. A partir de 1982 a usina está gerando com as 6 unidades instaladas.

## DADOS TÉCNICOS DO PROJETO

### • GERAIS

Bacia hidrográfica	616.000 km <sup>2</sup>
Vazão média anual	2.800 m <sup>3</sup> /s

### • RESERVATÓRIO

Área	16 km <sup>2</sup>
Volume máximo	128 x 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>

### • MUROS

Comprimento	325 m
Altura máxima (Fundação à crista)	35 m

### • BARRAGEM LATERAL, MARGEM DIREITA (ENROCAMENTO)

Comprimento	3.800 m
Altura máxima	30 m

### • BARRAGEM LATERAL, MARGEM ESQUERDA (ENROCAMENTO)

Comprimento	2.850 m
Altura máxima	33 m

### • VERTEDOURO

Tipo	de superfície
Capacidade (decamilenar)	10.000 m <sup>3</sup> /s
Comportas radiais (8 un)	11,5 m x 19,5 m

### • CASA DE FORÇA

Tipo	subterrânea
Condutos forçados (6 un)	Diâm. 8,7 m
Turbinas Francis (6 un)	417 MW cada
Gerradores (6 un)	456 MVA cada
Capacidade total instalada	2.500 MW
Dimensões da caverna	210 x 26 x 54 m



- **QUANTIDADES PRINCIPAIS**

Escavação (rocha)	$10,1 \times 10^6 \text{ m}^3$
Escavação (terra)	$6,00 \times 10^6 \text{ m}^3$
Aterro	$7,0 \times 10^6 \text{ m}^3$
Concreto	$0,6 \times 10^6 \text{ m}^3$



**USINA PAULO AFONSO IV**

## APROVEITAMENTO HIDRELÉTRICO PEIXE ANGICAL

### LOCALIZAÇÃO

O aproveitamento de Peixe Angical situa-se na divisa dos municípios de Peixe e São Salvador de Tocantins, no estado de Tocantins, em torno das coordenadas 12°14'S e 48° 22'W, cerca de 1 km a jusante da denominada ilha da Paz.

### CLIENTE

ENERPEIXE S.A.

### SERVIÇOS EXECUTADOS

Os serviços de consultoria prestados são relativos ao Estudo de Viabilidade Técnico-Econômica, Estudos de Impacto Ambiental (EIA/RIMA) do AHE e EIA/RIMA da LT 500 kV, Projeto Básico, e Projeto Básico Ambiental (PBA), incluindo investigações de campo, estudos de alternativas, campanha de campo para estudos ambientais, especificações de obras e equipamentos para a Usina Hidrelétrica, Subestação e Linha de transmissão.

### DADOS TÉCNICOS DO PROJETO

#### • GERAIS

Área de drenagem	313.130 km <sup>2</sup>
Vazão média de longo termo	1.760 m <sup>3</sup> /s

#### • RESERVATÓRIO

Área inundada	313,1 km <sup>2</sup>
Volume total	2.741 x 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>
N.A. máximo montante	265,2 m
N.A. mínimo jusante	234,0 m

#### • BARRAGEM

Tipo	terra/enrocamento/CCR
Comprimento	5.700,0 m
Altura máxima	39,0 m

#### • VERTEDOURO

Tipo:	superfície com comportas
Vazão de projeto	42.500 m <sup>3</sup> /s
Comportas segmento	9
Dimensões das comportas	17,0 m x 22,82 m



- **SISTEMA DE ADUÇÃO**

Tipo de tomada d'água:	gravidade
Número de vãos	9
Dimensões das comportas vagão	7,10 m x 15,28 m

- **CASA DE FORÇA**

Tipo	abrigada
Comprimento total	187,85 m
Potência instalada	459,36 MW
Turbinas (Francis, 3 un)	153,12 MW cada
Geradores (3 un)	175,0 MVA cada

- **PRINCIPAIS QUANTIDADES**

Escavação comum	6.115.200 m <sup>3</sup>
Escavação em rocha	1.057.800 m <sup>3</sup>
Enrocamento	1.088.800 m
Concreto	982.350 m <sup>3</sup>
CCR utilizado na barragem do leito do rio	350.000 m <sup>3</sup>

## USINA HIDROELÉTRICA DE PILAR

### LOCALIZAÇÃO

O Aproveitamento Hidrelétrico Pilar está localizado no rio Piranga, afluente do Rio Doce, próximo a cidade de Ponte Nova no Estado de Minas Gerais. Possui coordenadas aproximadas 20°30' S, 43°00' W.

### CLIENTE

ALCAN / FIAT

### SERVIÇOS EXECUTADOS

Os serviços de consultoria prestados são relativos ao Estudo de Viabilidade Técnico-Econômica, Projeto Básico da Usina, Subestação e Linha de Transmissão, Estudo de Impacto Ambiental (EIA/RIMA), incluindo investigações de campo, estudos de alternativas, especificações de obras e equipamentos.

### DADOS TÉCNICOS DO PROJETO

- **GERAIS**

Área de drenagem	5.833 km <sup>2</sup>
Vazão média de longo termo	91,2 m <sup>3</sup> /s

- **RESERVATÓRIO**

Área inundada	14,4 km <sup>2</sup>
Volume total	344 x 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>
N.A. máximo montante	530,00 m
N.A.mínimo jusante	413,00 m

- **BARRAGEM**

Tipo	gravidade em concreto / CCR
Comprimento	273,0 m
Altura máxima	80,00 m

- **VERTEDOURO**

Tipo:	soleira livre com dissipador em degraus
Vazão de projeto	2.465 m <sup>3</sup> /s
Comprimento	180 m

- **SISTEMA DE ADUÇÃO**

Tipo de tomada d'água:	gravidade
Dimensões do vão da comporta	7,0 m x 9,0 m
Diâmetro do conduto forçado	9,5m / 6,3 m
Comprimento do conduto	5.332,0 m

- **CASA DE FORÇA**

Tipo	abrigada
Comprimento	62,0 m
Potência instalada	180,0 MW
Turbinas (Francis, 3 un)	56,7 MW cada
Geradores (3 un)	62,5 MVA cada

- **PRINCIPAIS QUANTIDADES**

Escavação comum	394.000 m <sup>3</sup>
Escavação em rocha	204.000 m <sup>3</sup>
Escavação subterrânea	450.000 m <sup>3</sup>
Enrocamento	29.000 m <sup>3</sup>
Concreto	80.500 m <sup>3</sup>
Concreto compactado a rolo	289.000 m <sup>3</sup>

## PEQUENA CENTRAL HIDROELÉTRICA DE PIRAPORA

### LOCALIZAÇÃO

No rio Tietê, município de Pirapora, estado de São Paulo.

Latitude 23° 23' S - Longitude 46° 59' W

### CLIENTE

EMAE – Empresa Metropolitana de Águas e Energia S. A.

### SERVIÇOS EXECUTADOS

A THEMAG desenvolveu o Projeto Básico Completo, incluindo as investigações de campo e estudos em modelo hidráulico reduzido.

### DADOS TÉCNICOS DO PROJETO

#### • GERAIS

Área de Drenagem do Barramento	5.833 km <sup>2</sup>
Vazão Média de Longo Termo	120 m <sup>3</sup> /s
Potência Instalada Nominal	25 MW

#### • CASA DE FORÇA

Comprimento	47,90 m
Tipo de Turbina	Kaplan
Número de Unidades	2
Capacidade Instalada	25 MW

#### • QUANTIDADES PRINCIPAIS

Escavação comum	97.290 m <sup>3</sup>
Escavação em rocha	70.900 m <sup>3</sup>
Escavação em rocha subterrânea	14.710 m <sup>3</sup>
Ensecadeira	23.270 m <sup>3</sup>
Concreto	24.850 m <sup>3</sup>

## USINA HIDROELÉTRICA PORTOBELLO

### LOCALIZAÇÃO

Rio Garcia - estado de Santa Catarina.

### CLIENTE

CERÂMICA PORTOBELLO S.A.

### OBJETO DO CONTRATO

Estudos de viabilidade, projetos básico, executivo e Estudo de Impacto Ambiental (EIA/RIMA).

### CARACTERÍSTICAS BÁSICAS

Potência instalada: 15 MW

Tipo de turbina: FRANCIS

Número de unidades: 3

Queda bruta nominal: 128 m

Vazão total de engolimento nominal: 17,0 m<sup>3</sup>/s

### BARRAGEM

Tipo: de concreto rolado

### VERTEDOURO

Tipo: de concreto compactado com rolo, com crista vertente

## USINA HIDROELÉTRICA PORTO GOES

### LOCALIZAÇÃO

No rio Tietê, município de Salto, estado de São Paulo.

Latitude 23° 22' 27" S - Longitude 47° 18' 07" W

### CLIENTE

Construtora Gomes Lourenço Ltda.

### SERVIÇOS EXECUTADOS

A THEMAG desenvolveu o Projeto Executivo das Obras Civas, a Interface com o Projeto Executivo Eletromecânico e o Acompanhamento Técnico das Obras Civas da Ampliação da UHE Porto Góes, abrangendo o novo circuito de geração.

### DADOS TÉCNICOS DO PROJETO

- **GERAIS**

Área de Drenagem do Barramento	7.890 km <sup>2</sup>
Vazão Média de Longo Termo	154 m <sup>3</sup> /s
Potência Instalada Nominal (Existente)	14 MW
Potência Instalada Nominal (Ampliação)	13,56 MW

- **CASA DE FORÇA (AMPLIAÇÃO)**

Comprimento	21,40 m
Tipo de Turbina	Francis
Número de Unidades (Ampliação)	1
Capacidade Instalada (Ampliação)	13,56 MW

- **QUANTIDADES PRINCIPAIS (AMPLIAÇÃO)**

Escavação comum	11.100 m <sup>3</sup>
Escavação em rocha	9.100 m <sup>3</sup>
Ensecadeira	9.000 m <sup>3</sup>
Concreto	8.200 m <sup>3</sup>

## USINA HIDROELÉTRICA DE PORTO PRIMAVERA

### LOCALIZAÇÃO

No rio Paraná, a cerca de 870 km da cidade de São Paulo, na fronteira entre os estados de São Paulo e Mato Grosso do Sul, aproximadamente na longitude 53°W e na latitude 22°30'S.

### CLIENTE

CESP - Companhia Energética de São Paulo (São Paulo - SP)



### SERVIÇOS EXECUTADOS

Os serviços de consultoria a cargo da THEMAG tiveram início com a elaboração dos estudos de viabilidade técnico-econômica da usina.

Prosseguiram com a elaboração do projeto básico e do projeto executivo, incluindo documentos de licitação, ensaios em modelo reduzido, especificações e acompanhamento dos serviços de investigação de campo e laboratório. A THEMAG prestou assistência técnica ao cliente na licitação das obras durante a construção e na seleção e inspeção dos equipamentos permanentes da usina. A THEMAG também realizou os estudos ambientais - EIA/RIMA - do aproveitamento, e os projetos básico e executivo do sistema de transposição de desnível para a navegação.

### DESCRIÇÃO

O barramento, que cria um desnível de 20 m, é formado pelo conjunto tomada d'água-casa de força de 570 m, em concreto estrutural, pelo vertedouro, de 215 m de comprimento, em

concreto gravidade, e pela barragem de terra, que fecha a parte direita da calha do rio e a planície de inundação, de 10 km de comprimento.

A casa de força, que forma parte integrante com a barragem principal, é projetada para abrigar 18 unidades geradoras de 112 MVA cada, ligadas a transformadores trifásicos de 224 MVA, de relação 13,8/525 kV.

O sistema de transposição para navegação está situado na margem esquerda, composto da câmara da eclusa em concreto e dos canais de aproximação de montante e de jusante, escavados em rocha.

Para manutenção da navegação durante a construção foi implantado uma eclusa temporária, com câmara escavada na rocha.

A UHE começou a operar em 1998.

## DADOS TÉCNICOS DO PROJETO

### • GERAIS

Bacia hidrográfica	575.000 km <sup>2</sup>
Vazão média anual	6.000 m <sup>3</sup> /s

### • RESERVATÓRIO

Área	2.250 km <sup>2</sup>
Volume máximo	20.000 x 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>

### • ESTRUTURAS DE CONCRETO (TIPO GRAVIDADE)

Comprimento	888 m
Altura máxima (Fundação à crista)	56,5 m

### • BARRAGEM LATERAL, MARGEM DIREITA (ATERRO COMPACTADO)

Comprimento	10.400 m
Altura máxima	38 m

### • VERTEDOURO

Tipo	de superfície
Capacidade (decamilenar)	52.800 m <sup>3</sup> /s
Comportas radiais (16 un)	15 m x 18 m

### • CASA DE FORÇA

Tipo	abrigada
Tomada d'água (18 un)	28 m x 23 m
Turbinas Kaplan (18 un)	103 MW cada
Geradores (18 un)	112 MVA cada
Capacidade total instalada	1.800 MW
Comprimento e largura (completa)	573 m x 55,8 m

### • ECLUSA



Dimensões da câmara	17,0 x 210 m
Queda máxima	23,0 m

- **QUANTIDADES PRINCIPAIS**

Escavações em rocha	$14,2 \times 10^6 \text{ m}^3$
Aterros	$33,4 \times 10^6 \text{ m}^3$
Concreto	$2,1 \times 10^6 \text{ m}^3$

## USINAS HIDROELÉTRICAS RIACHÃO E SUMIDOURO

### LOCALIZAÇÃO

Estado de Minas Gerais.

### CLIENTE

ITALMAGNÉSIO S.A. Indústria e Comércio

### OBJETO DO CONTRATO

Estudo técnico-econômico com a finalidade de gerar energia para consumo próprio.

### CARACTERÍSTICAS BÁSICAS

O grande desnível natural existente é aproveitado por duas usinas em paralelo, cujas características principais são apresentadas a seguir:

#### a) PCH RIACHÃO

- . Potência instalada: 0,8 MW
- . Tipo de turbina: PELTON
- . Número de unidades: 2
- . Queda bruta: 205 m
- . Vazão firme: 0,26 m<sup>3</sup>/s

#### b) PCH SUMIDOURO

- . Potência instalada: 5,5 MW
- . Tipo de turbina: PELTON
- . Número de unidades: 2
- . Queda bruta: 365 m
- . Vazão: 1,0 m<sup>3</sup>/s

### BARRAGENS E VERTEDOUROS

De enrocamento com extravasor lateral e de concreto com crista vertente.

## **APROVEITAMENTO MÚLTIPLO DO RIO JEQUITAI**

### **LOCALIZAÇÃO**

Rio Jequitai - estado de Minas Gerais

### **CLIENTE**

CODEVASF - Companhia de Desenvolvimento do Vale do São Francisco

### **OBJETO DO CONTRATO**

Estudo de alternativas do aproveitamento múltiplo, energia e irrigação, estudo de viabilidade das usinas hidroelétricas, projeto básico das barragens e Estudos de Impacto Ambiental (EIA/RIMA).

### **CARACTERÍSTICAS BÁSICAS**

As Usinas aproveitarão os desníveis e a regularização de vazões criados pelas duas barragens de concreto compactado a rolo, previstas com a finalidade principal de atendimento à irrigação.

### **USINA DE MONTANTE/JUSANTE**

Potência instalada: 9 MW / 4 MW

Tipos de turbina: FRANCIS eixo horizontal / FRANCIS eixo horizontal

Número de unidades: 3 / 2

Queda bruta nominal: 27,6 / 26,9 (m)

Vazão total de engolimento nominal: 36,3 / 16,6 (m<sup>3</sup>/s)

### **BARRAGEM**

Montante: Em concreto rolado, com altura máxima de 44 m, e soleira vertente com comprimento de 106 m e dissipação em escada e Flip Bucket.

Juzante: Em concreto rolado, com altura máxima de 47 m e soleira vertente com comprimento de 80 m.

## USINA HIDROELÉTRICA ROCQUE DE SOUZA PENAFORT

### LOCALIZAÇÃO

Rio Cricou - Amapá.

### CLIENTE

CEA - Companhia de Eletricidade do Amapá S.A.

### OBJETO DO CONTRATO

Estudo de viabilidade da Usina.

### CARACTERÍSTICAS BÁSICAS

Potência instalada: 6 MW

Tipo de turbina: tubular

Número de unidades: 6

Queda bruta nominal: 10,5 m

Vazão total de engolimento nominal: 74 m<sup>3</sup>/s

### BARRAGEM

Tipo: de terra

Altura máxima: 10 m

Comprimento de crista: 117 m

### VERTEDOURO

Tipo: de superfície

Vazão de projeto: 610 m<sup>3</sup>/s

## USINA HIDROELÉTRICA DE RONDON II

### LOCALIZAÇÃO

O Aproveitamento Hidrelétrico Rondon II está localizado no trecho do rio Comemoração denominado “Apertado da Hora”, a cerca de 94 km, pelo rio, da confluência com o rio Pimenta Bueno, próximo à cidade de mesmo nome, com as seguintes coordenadas geográficas aproximadas do eixo do barramento: 12°00’ Latitude Sul e 60°41’ Longitude Oeste.

### CLIENTE

ELETROGOES S.A.

### SERVIÇOS EXECUTADOS

Os serviços de consultoria prestados são relativos ao Estudo de Viabilidade Técnico-Econômica e Projeto Básico da Usina, Subestação e Linha de Transmissão, incluindo investigações de campo, estudos de alternativas, especificações de obras e equipamentos e estudos ambientais.

### DADOS BÁSICOS DO PROJETO

#### • HIDROLÓGICOS

Área de drenagem	3.182 km <sup>2</sup>
Vazão média de longo termo	86,2 m <sup>3</sup> /s

#### • RESERVATÓRIO

Área inundada	83,83 km <sup>2</sup>
Volume total	478,29 x 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>
Volume útil	286,12 x 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>

#### • BARRAGEM

Tipo	solo e solo/enrocamento
Comprimento	1.108,0 m
Altura máxima	18,50 m

#### • VERTEDOURO

Tipo:	soleira livre
Vazão de projeto	1.270 m <sup>3</sup> /s
Comprimento	351 m

#### • SISTEMA DE ADUÇÃO

Canal adutor-comprimento	3.699 m
Tipo de tomada d’água:	gravidade
Número de vãos	1
Dimensões do vão	4,80 m x 7,00 m
Diâmetro do conduto forçado	6,20 m
Comprimento do conduto	280,0 m

- **CASA DE FORÇA**

Comprimento total	67,50 m
Potência instalada	67,50 MW
Turbinas (Francis,3 un)	23,40 MW cada
Geradores (3 un)	25 MVA cada

- **PRINCIPAIS QUANTIDADES**

Escavação	
- Comum	2.098.500 m <sup>3</sup>
- Rocha	243.700 m <sup>3</sup>
Aterro	853.000 m <sup>3</sup>
Concreto	176.600 m <sup>3</sup>
CCR usado no vertedouro e muro de abraço	50.000 m <sup>3</sup>

## APROVEITAMENTO HIDROELÉTRICO SALTO DO RIO VERDINHO

### LOCALIZAÇÃO

No rio Verde, sendo Itarumã o município da margem direita e Caçu o município de margem esquerda. A latitude é 19°08'44", a longitude 50°46'02" e a distância da foz é de 8,8 km.

### CLIENTE

CONSÓRCIO SALTO DO RIO VERDINHO (COMPANHIA ENERGÉTICA DE BRASÍLIA E THEMAG)

### SERVIÇOS EXECUTADOS

Foram realizados os estudos de viabilidade técnico e econômico.

### DADOS TÉCNICOS DO PROJETO

- **GERAIS**

Área de drenagem do Barramento	11.947 km <sup>2</sup>
Vazão MLT	200,5 m <sup>3</sup> /s

- **RESERVATÓRIO**

Área	36,55 km <sup>2</sup>
Volume Total	261,78 x 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>

- **BARRAGEM**

Comprimento	4.430 m
Altura máxima	41 m

- **VERTEDOURO**

Capacidade (vazão máxima efluente)	2.008 m <sup>3</sup> /s
Comportas segmento (3 un)	9,50 m x 11,90 m

- **CASA DE FORÇA**

Comprimento e largura total	67,0 m x 25 m
Turbinas Francis – eixo vertical ( 2 un)	47,45 MVA cada
Capacidade Total Instalada	94,90 MW
Geradores (2 unidades)	51,67 MVA cada

- **QUANTIDADES PRINCIPAIS**

Escavação comum	1.973.200 m <sup>3</sup>
Escavação em rocha e céu aberto	334.110 m <sup>3</sup>
Enrocamento (barragem)	328.450 m <sup>3</sup>
Aterro compactado	3.094.700 m <sup>3</sup>
Concreto	156.603 m <sup>3</sup>
Ensecadeiras	229.350 m <sup>3</sup>

## USINA HIDROELÉTRICA DE SÃO FÉLIX DE XINGU

### LOCALIZAÇÃO

Igarapé Carapaña - estado do Pará.

### CLIENTE

CELPA - Centrais Elétricas do Pará S.A.

### OBJETO DO CONTRATO

Estudo de pré-viabilidade de usina hidroelétrica para substituição de geração diesel para a cidade de São Félix do Xingu.

### CARACTERÍSTICAS BÁSICAS

Potência instalada: 1,5 MW

Tipo de turbina: FRANCIS de rotor duplo - eixo horizontal

Número de unidades: 3

Queda bruta nominal: 15 m

Vazão total de engolimento nominal: 12,5 m<sup>3</sup>/s

### BARRAGEM

Tipo: de terra

Altura máxima: 20 m

Comprimento de crista: 700 m

### VERTEDOIRO

Tipo: tulipa

Vazão de projeto: 340 m<sup>3</sup>/s



## **USINAS HIDROELÉTRICAS SÃO FRANCISCO E SÃO FRANCISCO MONTANTE**

### **LOCALIZAÇÃO**

Estado de Minas Gerais.

### **CLIENTE**

ITALMAGNÉSIO S.A. Indústria e Comércio

### **OBJETO DO CONTRATO**

Estudo técnico-econômico com a finalidade de gerar energia para consumo próprio.

### **CARACTERÍSTICAS BÁSICAS**

A queda natural de 395 m é aproveitada por meio de duas usinas em série, cujas características são apresentadas a seguir:

a) PCH São Francisco Montante

- . Potência instalada: 5 MW
- . Tipo de turbina: PELTON
- . Número de unidades: 2
- . Queda bruta: 155 m
- . Vazão firme: 2,0 m<sup>3</sup>/s

b) PCH São Francisco

- . Potência instalada: 5,4 MW
- . Tipo de turbina: PELTON
- . Número de unidades: 2
- . Queda bruta: 240 m
- . Vazão: 2,0 m<sup>3</sup>/s

### **BARRAGENS E VERTEDOUROS**

De enrocamento com extravasor lateral e de concreto tipo gravidade com crista vertente.

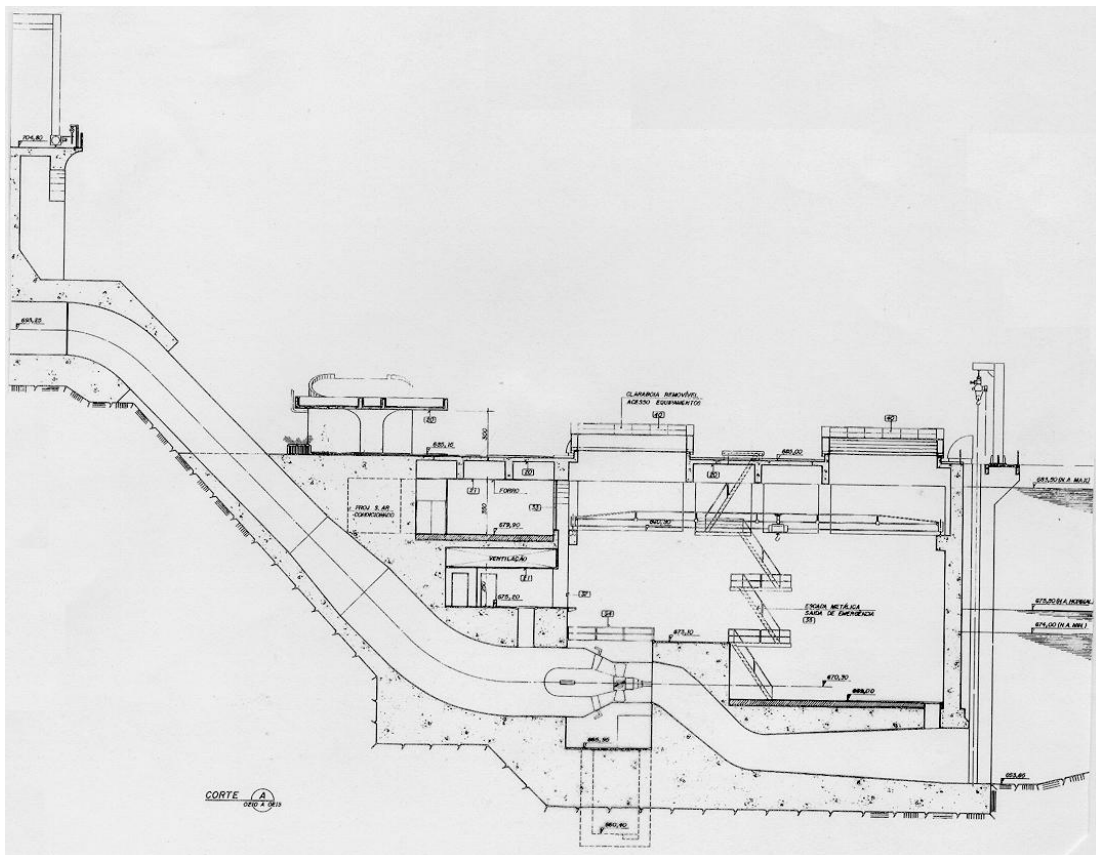
## USINA HIDROELÉTRICA DE SÃO JOSÉ

### LOCALIZAÇÃO

Rio Pardo, bacia do Rio Grande, em São José do Rio Pardo, Estado de São Paulo.

### CLIENTE

CESP - Companhia Energética de São Paulo



### OBJETO DO CONTRATO

Revisão e consolidação dos estudos de viabilidade existentes.

Elaboração do Projeto Básico do Aproveitamento, incluindo as especificações para obras civis e equipamentos mecânicos e elétricos.

### CARACTERÍSTICAS BÁSICAS

Usina a fio d'água implantada sobre um desnível natural existente e que se beneficia da vazão regularizada do aproveitamento HIDROELÉTRICO de CACONDE a montante.

O arranjo das estruturas prevê uma barragem em concreto de altura máxima igual a 30 metros, tomada d'água para o circuito da adução junto à Margem Direita, para vazão de 90 m<sup>3</sup>/s, e um vertedouro tipo soleira livre seguido de degraus, incorporado à barragem.

A casa de força é do tipo abrigada, com duas unidades geradoras, com capacidade total de 19 MW, com turbinas do tipo "S", Kaplan horizontal, e altura de queda de 24,50 m.

### **BARRAGEM**

Em concreto compactado a rolo (CCR), complementada com aterro compactado e enrocamento na ombreira esquerda.

### **VERTEDOIRO**

Soleira livre, com dissipador de energia tipo escada.

Vazão de projeto: 2.000 m<sup>3</sup>/s (decamilenar)

## APROVEITAMENTO HIDROELÉTRICO DE SÃO SALVADOR

### LOCALIZAÇÃO

O AHE São Salvador está localizado no rio Tocantins, cerca de 12 km a montante do município de São Salvador do Tocantins, com coordenadas aproximadas 12°48' Latitude Sul e 48°14' Longitude Oeste.

### CLIENTE

GRUPO REDE E EDP Brasil

### SERVIÇOS EXECUTADOS

A Themag realizou uma avaliação dos Estudos de Viabilidade do Aproveitamento Hidroelétrico São Salvador, elaborados pelo Grupo FURNAS, ENGEVIX, EDP-BRASIL e CELTINS, o que resultou no desenvolvimento do projeto pré-básico desenvolvido pela THEMAG ENGENHARIA.

### DADOS BÁSICOS DO PROJETO

O Aproveitamento Hidroelétrico São Salvador foi identificado no estudo de Reavaliação da Divisão de Queda do Rio Tocantins no Trecho Cana Brava-Lajeado. Esse estudo foi realizado pela THEMAG ENGENHARIA em 1.999.

A seguir são apresentados os principais dados do estudo de viabilidade:

Área do Reservatório	104 km <sup>2</sup>
Vazões de Desvio 1ª Etapa	6.480,00 m <sup>3</sup> /s
Vazões de Desvio 2ª Etapa	6.480,00 m <sup>3</sup> /s
Vazões Vertedouro	19.300,00 m <sup>3</sup> /s
Potência Instalada	240,00 MW
Energia Firme	153,04 MW/Médio

### • QUANTIDADES PRINCIPAIS

#### CONCRETO

Cimento	68.173,00 ton.
Concreto sem cimento	305.346,00 m <sup>3</sup>
Armadura	12.232,00 ton.

#### ESCAVAÇÃO

Comum	2.108.393,00
Em rocha	964.904,00
Aterro	1.690.898,00
Ensecadeiras	720.198,00

Com base nesses estudos, procedeu-se a uma reavaliação dos critérios de risco utilizados na fase de viabilidade, procurando incorporar informações adicionais obtidas em consultas a

empreiteiras e a fornecedores de equipamentos, principalmente no que diz respeito às dimensões do conjunto turbina-gerador e na redefinição dos espaços internos na casa de força e área de montagem.

Estas modificações levaram ao ajuste da solução apresentada na viabilidade, como resumidamente, apresenta as seguintes características:

- Desenvolvimento do arranjo pelo coroamento, na cota 290,00 m, em cerca de 1409 m;
- Barragem de terra na margem esquerda, com seção homogênea e filtros interceptores verticais e filtros-drenos horizontais de areia, numa extensão de 445 m;
- Barragem de terra no canal do rio, com seção homogênea e filtros interceptores verticais e filtros-drenos horizontais de areia, com encontro no muro do vertedouro em seção mista de terra e enrocamento, num comprimento de 470 m.
- Vertedouro com 6 vãos, em concreto armado, com perfil Creager, dotados de comportas segmento de 22,00 m de altura e 17,00 m de largura, projetado para a vazão de  $19.300 \text{ m}^3/\text{s}$ , num comprimento de 141 m, bacia de dissipação encurtada em cerca de 1/3 do seu comprimento teórico, na cota 250,00 m, e canal de aproximação na cota 256,00 m.
- Barragem de terra na margem direita, num comprimento de 230 m, com seção homogênea e filtros interceptores verticais e filtros-drenos horizontais de areia;
- Conjunto tomada d'água e casa de força, em concreto armado, com uma largura de 81 m, abrigando 3 unidades geradoras, com 241 MW de potência total instalada referida à queda de projeto da máquina, e vazão correspondente de  $2.246 \text{ m}^3/\text{s}$ , num arranjo típico de usinas de baixa queda;
- Área de montagem, em concreto armado, contígua à casa de força, com uma largura de 38,40 m;
- Canal de fuga escavado em rocha, com o fundo variável, desde a cota 242, 45 m até a cota 260,00 m;
- Subestação de 230 kV localizada na margem direita com platô na cota 280,00 m e dimensões de 175 m x 165m.

**USINA HIDROELÉTRICA SEN. MANOEL VALENTE FLEXA****LOCALIZAÇÃO**

Rio Iratapuru - Amapá.

**CLIENTE**

CEA - Companhia de Eletricidade do Amapá S.A.

**OBJETO DO CONTRATO**

Estudo de viabilidade da Usina.

**CARACTERÍSTICAS BÁSICAS**

Potência instalada: 9 MW

Tipo de turbina: tubular

Número de unidades: 6

Queda bruta nominal: 10,5 m

Vazão total de engolimento nominal: 111 m<sup>3</sup>/s

**BARRAGEM**

Tipo: de terra

Altura máxima: 15,5 m

Comprimento de crista: 73 m

**VERTEDOURO**

Tipo: de superfície (soleira normal)

Vazão de projeto: 1.050 m<sup>3</sup>/s

## USINA HIDROELÉTRICA DE SERRA QUEBRADA

### LOCALIZAÇÃO

No rio Tocantins, entre os estados de Tocantins e Maranhão, a cerca de 15 km da cidade de Imperatriz.

### CLIENTE

ELETRONORTE - Centrais Elétricas do Norte do Brasil S.A. (Brasília - DF)

### SERVIÇOS EXECUTADOS

A THEMAG realizou inicialmente uma revisão dos estudos de inventário do médio rio Tocantins. A usina de Serra Quebrada, foi incluída na divisão de quedas desse trecho do rio como consequência dessa revisão. Posteriormente a THEMAG desenvolveu os estudos de viabilidade técnico-econômica do empreendimento e estudos ambientais.

### DADOS TÉCNICOS DO PROJETO

- **GERAIS**

Bacia hidrográfica	299.750 km <sup>2</sup>
Vazão regularizada	3.727 m <sup>3</sup> /s

- **RESERVATÓRIO**

Área	420 km <sup>2</sup>
Volume máximo	119.000 x 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>

- **BARRAGEM DE TERRA/ENROCAMENTO**

Comprimento	3.200 m
Altura máxima (fundação à crista)	26,50 m

- **VERTEDOURO**

Capacidade (decamilenar)	3.500 m <sup>3</sup> /s
Comportas radiais (16 un)	22 m x 20 m

- **CASA DE FORÇA**

Turbinas kaplan ( 8 un)	166 MW cada
Geradores ( 8 un)	175 MVA cada
Capacidade total instalada	1.328 MW
Comprimento e largura (completa)	370 m x 60 m

- **QUANTIDADES PRINCIPAIS**

Escavações	4.300.000 m <sup>3</sup>
Aterro/enrocamento	6.786.000 m <sup>3</sup>
Concreto	1.055.000 m <sup>3</sup>

## USINA HIDROELÉTRICA DE SIMPLÍCIO

### LOCALIZAÇÃO

O aproveitamento está situado a cerca de 150 km da cidade do Rio de Janeiro, no trecho médio inferior do rio Paraíba do Sul, com coordenadas: Latitude 21°55'28" S e Longitude 42°46'42" W. Neste trecho, o rio Paraíba do Sul se constitui na linha divisória entre os Estados de Minas Gerais e Rio de Janeiro. O aproveitamento está situado no Município de Além Paraíba.

### CLIENTE

FURNAS - Centrais Elétricas S.A. (Rio de Janeiro - RJ)

### SERVIÇOS EXECUTADOS

Os serviços de consultoria prestados são relativos ao Estudo de Viabilidade Técnico-Econômica, incluindo investigações de campo, estudos básicos, estudos de alternativas, projetos a nível de viabilidade e estudos ambientais.

### DADOS BÁSICOS DO PROJETO

#### • HIDROLÓGICOS

Área de drenagem	30.292 km <sup>2</sup>
Vazão média de longo termo	584,8 m <sup>3</sup> /s

#### • RESERVATÓRIO

Volume total	114,2 x 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>
N.A. mínimo	177,5 m
N.A. máximo	177,5 m
Área inundada	64,0 km <sup>2</sup>
Queda bruta máxima	40,0 m

#### • BARRAGEM

Tipo	terra/rocha/concreto
Comprimento	370,0 m
Altura máxima	46,0 m

#### • VERTEDOURO

Tipo: vertedouro	de superfície com comportas
Vazão de projeto (TR = 10.000 anos)	7.911 m <sup>3</sup> /s
Comportas segmento	7 unidades
Dimensões do vão	12,0 m x 13,8 m



- **SISTEMA DE ADUÇÃO**

Tipo de tomada d'água:	gravidade
Número de vãos	3 unidades
Dimensões do vão	15,0 m x 14,0 m
Diâmetro do conduto forçado	7,0 m
Comprimento médio do conduto	42,0 m

- **CASA DE FORÇA**

Comprimento total	106,0 m
Potência instalada	195 MW
Turbinas (Francis, 3 un)	67 MW cada
Geradores (3 un)	72,2 MVA cada

- **PRINCIPAIS QUANTIDADES**

Escavação	480.000 m <sup>3</sup>
Aterro	1.205.000 m <sup>3</sup>
Concreto	380.000 m <sup>3</sup>

## USINA HIDROELÉTRICA THREE GORGES

### LOCALIZAÇÃO

No rio Yangtzé (Chang Jiang), a cerca de 350 km W de Wuhan, na China, aproximadamente na longitude 112°E e latitude 32°N.

### CLIENTE

Yangtzé River Planning Office (People's Republic of China)

### SERVIÇOS EXECUTADOS

A THEMAG foi responsável pela realização de estudos técnicos relativos a alternativas de "lay-out", para a construção de uma usina hidroelétrica, com capacidade total instalada de 10.000 MW.

### DESCRIÇÃO

O potencial hidroelétrico de Three Gorges tem sido há muito tempo estudado, pelo então Ministry of Water Preservation and Electric Power. Estes estudos foram recentemente reexaminados pelo Yangtzé Valley Planning Office, em Wuhan.

Os dois locais selecionados foram o eixo nº 3 em Tai Ping Xi e eixo nº 8, em San Tiago Ping, cerca de 7 km a jusante do primeiro local.

O Yangtzé Valley Planning Office também definiu o lay-out básico das estruturas principais nos locais propostos. Foram analisadas pela THEMAG outras alternativas de "lay-out" para Tai Ping Xi, sempre atendendo aos parâmetros básicos estabelecidos.

### DADOS TÉCNICOS DO PROJETO

#### • GERAIS

Bacia hidrográfica	1,8 x 106 km <sup>2</sup>
Comprimento total do rio	6.300 km
Vazão média anual	14.300 m <sup>3</sup> /s

#### • VERTEDOURO (SUPERFÍCIE)

Comportas segmento (21 un)	17 m x 13,6 m
----------------------------	---------------

#### • CASA DE FORÇA

Conduitos forçados (25 un)	Diâm. 22,5 m
Turbinas Francis (25 un)	410 MW cada
Capacidade total instalada	10.000 MW

- **ECLUSA (06 CÂMARAS)**

Comprimento

280 m

Largura

34 m

- **SUBESTAÇÃO**

Isolada em SF<sub>6</sub>

## USINA HIDROELÉTRICA DE TÓCOS

### LOCALIZAÇÃO

No rio Piraí, no município de Rio Claro, no Estado do Rio de Janeiro

### CLIENTE

LIGHT Serviços de Eletricidade S.A.

### SERVIÇOS EXECUTADOS

Foram executados, pela THEMAG, os estudos de viabilidade técnico-econômico-ambiental para o alteamento da Barragem de Tocos, compreendendo os estudos técnicos de engenharia para alteamento das estruturas da barragem-vertedouro, da tomada de água e dique de proteção à cidade de Rio Claro. Também foram realizados os orçamentos e avaliação-técnico-econômica de alternativas de alteamento das obras. Além dos estudos de engenharia foram realizados os estudos ambientais.

### DADOS TÉCNICOS DO PROJETO

#### • BARRAGEM-VERTEDOURO

Concreto-gravidade com 20m de altura e comprimento total de 63m. Perfil vertente tipo Creager sem comportas, com 37m de comprimento.

#### • TOMADA D'ÁGUA

Tipo gravidade com seção de escoamento de 3,0m x 4,0m e altura total de 20m, com duas comportas acionadas por talho elétrico com capacidade de 60KN.

#### • DIQUE

Aterro compactado com altura média de 9,0m e 428m de comprimento.

#### • RESERVATÓRIO

Cerca de 40 km<sup>2</sup> na situação de cheia máxima provável.

#### • VOLUMES PRINCIPAIS DAS OBRAS CIVIS

Escavação comum:	30.200m <sup>3</sup>
Aterro compactado:	56.500m <sup>3</sup>
Enrocamentos:	21.100m <sup>3</sup>
Filtros de areia	7.600m <sup>3</sup>
Concreto gravidade	5.500m <sup>3</sup>
Concreto armado	320m <sup>3</sup>

## USINA HIDROELÉTRICA DE TUCURUÍ

### LOCALIZAÇÃO

No rio Tocantins, a 320 km da cidade de Belém, no estado do Pará, na longitude 49°30'W e latitude 4°S.

### CLIENTE

ELETRONORTE - Centrais Elétricas do Norte do Brasil S.A. (Brasília - DF)



### SERVIÇOS EXECUTADOS

Os serviços de consultoria a cargo da THEMAG, em associação, com ENGEVIX S.A, abrangeram os estudos de viabilidade técnico-econômica e os projetos básico e executivo. Foram realizados também o gerenciamento da obra e o acompanhamento e a inspeção de fabricação e montagem de todos os equipamentos da usina.

A THEMAG foi incumbida também de elaborar o estudo de viabilidade e o projeto básico do sistema de infra-estrutura de apoio à obra, ou seja, sistemas de acesso e transporte tanto terrestre como marítimo e fluvial, para o suprimento de materiais de construção, estudo do suprimento de cimento, limpeza do reservatório, além do conjunto de canteiro de obras e vilas residenciais provisórias e permanentes.

A THEMAG realizou também o projeto básico do sistema de transposição de desnível, composto por duas eclusas e um canal intermediário.

## DESCRIÇÃO

Este projeto de aproveitamento múltiplo compreende geração de energia hidroelétrica e navegação fluvial.

O barramento do rio Tocantins, que cria um desnível de 65 m, está composto pela tomada d'água e o vertedouro, em concreto gravidade, a eclusa de montante, e as barragens de terra e de enrocamento. Na continuidade da tomada d'água existente foi deixado espaço e preparada a fundação para a tomada d'água e a casa de força da segunda etapa, que deve duplicar a potência instalada, quando da regularização do rio Tocantins pelos reservatórios de montante. A casa de força está situada ao pé da barragem e a subestação de manobra na margem esquerda.

As obras da barragem e da primeira casa de força foram iniciadas em 1976 e concluídas em 1984 com o enchimento do reservatório e o início da geração. Posteriormente foi construída a segunda casa de força e com início de geração em 2002.

## DADOS TÉCNICOS DO PROJETO

### • GERAIS

Bacia hidrográfica	760.000 km <sup>2</sup>
Vazão média anual	9.280 m <sup>3</sup> /s

### • RESERVATÓRIO

Área	2.875 km <sup>2</sup>
Volume máximo	43.000 x 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>

### • BARRAGEM DE CONCRETO

Comprimento	1.321 m
Altura máxima (Fundação à crista)	77 m

### • BARRAGEM LATERAL, MARGEM DIREITA (ATERRO COMPACTADO)

Comprimento	3.550 m
Altura máxima	85 m

### • BARRAGEM LATERAL, MARGEM ESQUERDA (ATERRO COMPACTADO)

Comprimento	520 m
Altura máxima	70 m

### • BARRAGEM DE PROTEÇÃO, MARGEM DIREITA (ATERRO COMPACTADO)

Comprimento	3.500 m
Altura máxima	10 m

- **BARRAGEM DE PROTEÇÃO, MARGEM ESQUERDA (ENROCAMENTO)**

Comprimento	780 m
Altura máxima	62 m

- **VERTEDOURO**

Tipo	de superfície
Capacidade máxima	110.000 m <sup>3</sup> /s
Comportas radiais (23 un)	21 m x 20 m

- **CASA DE FORÇA**

Tipo	abrigada
Condutores Forçados (12 un)	Diâm. 10,4 m
Turbinas Francis (12 un)	330 MW cada
Geradores (12 un)	350 MVA cada
Capacidade total instalada (1º Estágio)	3.960 MW
Capacidade prevista (estágio final)	8.125 MW
Comprimento e largura (completa)	470 m x 50 m

- **ECLUSA**

Dimensões da câmara	33,0 x 210 m
Elevação máxima	36,0 m cada
Canal intermediário (comprimento)	5 km
Volume de CCR usado	12.000 m <sup>3</sup>

- **QUANTIDADES PRINCIPAIS**

Escavação	25 x 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>
Aterros	41 x 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>
Concreto	5,3 x 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>
CCR utilizado na tomada d'água da 2ª Etapa	70.000 m <sup>3</sup>

## APROVEITAMENTO HIDRELÉTRICO DE TUPIRATINS

### LOCALIZAÇÃO

O AHE Tupiratins no Rio Tocantins, situa-se na divisa dos municípios de Itapiratins e Palmeirante no estado de Tocantins, em torno das coordenadas 8°04'S e 48° 01'W.

### CLIENTE

INVESTCO S.A.

### SERVIÇOS EXECUTADOS

Os serviços de consultoria prestados são relativos ao Estudo de Viabilidade Técnico-Econômica, Estudo de Impacto Ambiental (EIA/RIMA), incluindo campanhas de campo, estudos de alternativas, para a Usina Hidrelétrica, Subestação e Linha de Transmissão.

### DADOS BÁSICOS DO PROJETO

#### • HIDROLÓGICOS

Área de drenagem	249.465 km <sup>2</sup>
Vazão média de longo termo	3.627 m <sup>3</sup> /s

#### • RESERVATÓRIO

Volume total	3.878 x 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>
N.A. mínimo jusante	156,33 m
N.A. máximo montante	180,00 m
Área inundada	569,0 km <sup>2</sup>
Queda bruta máxima	23,67 m

#### • BARRAGEM

Tipo	terra
Comprimento	3.519,0 m
Altura máxima	32,0 m

#### • VERTEDOURO

Tipo:	superfície com comportas
Vazão de projeto	56.450 m <sup>3</sup> /s
Comportas segmento	16
Dimensões do vão	17,40 m x 22,00 m

#### • SISTEMA DE ADUÇÃO

Tipo de tomada d'água	gravidade
Número de vãos	6
Dimensões das comportas vagão	7,80 m x 16,50 m



- **CASA DE FORÇA**

Tipo	abrigada
Comprimento total	212,40 m
Potência instalada	620,0 MW
Turbinas (Kaplan, 6 un)	104,9 MW cada
Geradores (6 un)	109,0 MVA cada

- **PRINCIPAIS QUANTIDADES**

Escavação	
- Solo	15.928.900 m <sup>3</sup>
- Rocha	7.819.407 m <sup>3</sup>
Concreto	1.048.207 m <sup>3</sup>

## **INVENTÁRIO HIDROELÉTRICO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO AMAPÁ GRANDE**

### **LOCALIZAÇÃO**

Estado do Pará.

### **CLIENTE**

CELPA - Centrais Elétricas do Pará S.A.

### **OBJETIVO DO CONTRATO**

Inventário da bacia para a construção de Pequenas Centrais Hidroelétricas.

### **CARACTERÍSTICAS BÁSICAS**

Área de drenagem da bacia hidrográfica: 725 km<sup>2</sup>

Número de locais inventariados: 1

Faixa de potência a instalar: 3 - 5 MW

## **INVENTÁRIO HIDRELÉTRICO DAS BACIAS DOS RIOS CLARO E VERDE**

### **LOCALIZAÇÃO**

As bacias dos rios Claro e Verde estão localizadas no Estado de Goiás, entre os paralelos 17<sup>o</sup> e 19<sup>o</sup> 30' de latitude sul e entre os meridianos 50<sup>o</sup> 30' e 53<sup>o</sup> de longitude oeste, possuindo áreas de drenagem de 13.600 km<sup>2</sup>, para o rio Claro e 12.000 km<sup>2</sup>, para o rio Verde .

### **CLIENTE**

CELG – Centrais Elétricas de Goiás S/A

### **SERVIÇOS EXECUTADOS**

Os Estudos de Inventário desenvolvidos pela THEMAG levaram em consideração estudos realizados pela CELG no Estado de Goiás, critérios técnicos básicos como os preconizados pelo “Manual de Inventário Hidrelétrico de Bacias Hidrográficas” (MME/ELETROBRÁS), as características topográficas, os condicionantes geológico-geotécnicos, o aproveitamento integral da queda do rio, os aspectos energéticos, o tamanho dos reservatórios a serem formados, a minimização das interferências ambientais, com a infra-estrutura local, com os terrenos e as benfeitorias existentes.

A combinação dos eixos identificados e as variações dos níveis de seus reservatórios, resultaram na formulação de cerca de 70 alternativas de divisão de queda. Após nova análise foram selecionadas 16 alternativas de divisão de queda, na bacia do rio Verde e 12, na bacia do rio Claro. Com essas alternativas foram desenvolvidos os Estudos Preliminares de Inventário, nos quais foram estimados os custos e benefícios energéticos dos aproveitamentos e alternativas, e identificadas aquelas mais promissoras para seu detalhamento nos Estudos Finais. Nestes estudos se avalio novamente as perdas de queda natural entre os aproveitamentos excluídos do rio Claro, resultando na revisão das alternativas propostas nos Estudos Preliminares.

Os Estudos de Inventário foram desenvolvidos prevendo-se a possibilidade de interligação das duas bacias hidrográficas, mediante a construção de uma estrutura que desviaria o curso do rio Verde para o rio Claro, devido à sua proximidade e a que divisor de água é relativamente baixo.

Nos Estudos Finais de Inventário, além das alternativa selecionadas nos rios Claro e Verde, foram analisadas seis alternativas interligando as duas bacias.

Os estudos demonstraram a existência de um potencial hidrelétrico bastante significativo a ser explorado nas bacias dos rios Claro e Verde, através da possibilidade de implantação de doze aproveitamentos com índices custo-benefício energético bastante atraentes e impactos ambientais de pequena monta. Dos 12 aproveitamentos com potencial, 7 são no rio Claro, 4 no rio Verde e 1 no rio Doce. O potencial hidrelétrico inventariado foi estimado em quase 1.110 MW de potência a ser instalada e cerca de 600 MW médios firmes.

## **INVENTÁRIO HIDROELÉTRICO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CRICOU**

### **LOCALIZAÇÃO**

Estado do Pará.

### **CLIENTE**

CELPA - Centrais Elétricas do Pará S.A.

### **OBJETIVO DO CONTRATO**

Inventário da bacia para a construção de Pequena Central Hidroelétrica.

### **CARACTERÍSTICAS BÁSICAS**

Área de drenagem da bacia hidrográfica: 2.030 km<sup>2</sup>

Número de locais inventariados: 1

Faixa de potência a instalar: 5 - 7 MW

## **INVENTÁRIO DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DOS RIOS CURUÁ-UNA E MOJU**

### **LOCALIZAÇÃO**

Na bacia dos rios Curuá-Una e Moju, limitadas ao trecho entre a UHE Curuá-Una e as rodovias Transamazônica e a Cuiabá-Santarém. As bacias estão ao sul de Santarém, no Estado do Pará.

### **CLIENTE**

CELPA - Centrais Elétricas do Pará S.A.

### **SERVIÇOS EXECUTADOS**

Os estudos das bacias hidrográficas dos rios Curuá-Una e Moju (14.930 km<sup>2</sup>), para utilização hidroenergética, foram iniciados em 1982 com os “Estudos de Reconhecimento para Fins de Inventário das Bacias dos rios Curuá-Una e Moju”, realizados também pela THEMAG. O objetivo principal destes estudos foi analisar a capacidade existente no sistema elétrico regional, face à evolução da demanda energética, e caracterizar as bacias hidrográficas destes rios, de modo a definir-se o grau de interesse que as mesmas oferecem para efeito de geração. Os estudos identificaram 7 alternativas de divisão de queda, abrangendo 4 sítios de barramento no rio Curuá-Una e uma no Moju.

Posteriormente, em 1983, os estudos tiveram continuidade com o “Inventário das Bacias Hidrográficas dos rios Curuá-Una e Moju”.

Nos estudos de inventário, foram analisados os aspectos técnicos, energéticos, ambientais e de custos, concluindo-se que, das possíveis alternativas de aproveitamento, a mais interessante corresponde à exploração da queda do rio Moju em um único aproveitamento (Moju M-3) e um aproveitamento no rio Curuá-Una, no local denominado Aru. As potências a serem instaladas correspondem a 16 MW (2 unidades de 8MW) e 33 MW (3 unidades de 11 MW) respectivamente.

## **INVENTÁRIO HIDROELÉTRICO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DO SONO**

### **LOCALIZAÇÃO**

Rio do Sono, Sub-bacia do rio São Francisco, estado de Minas Gerais.

### **CLIENTE**

ITALMAGNÉSIO NORDESTE S.A.

### **OBJETIVO DO CONTRATO**

Estudo técnico-econômico de Pequenas Centrais Hidroelétricas com a finalidade de geração de energia para o consumo próprio.

### **CARACTERÍSTICAS BÁSICAS**

Área de drenagem da bacia hidrográfica: 5.430 km<sup>2</sup>

Número de locais inventariados: 3

Faixa de potência a instalar: 3 - 15 MW

## **INVENTÁRIO HIDROELÉTRICO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO GARCIA**

### **LOCALIZAÇÃO**

Rio Garcia na divisa dos Municípios de Angelina e Major Gercino no estado de Santa Catarina.

### **CLIENTE**

CERÂMICA PORTOBELLO S.A.

### **OBJETIVO DO CONTRATO**

Elaboração de diagnóstico técnico-econômico para a instalação de Pequena Central Hidroelétrica - PCH.

### **CARACTERÍSTICAS BÁSICAS**

Área de drenagem da bacia hidrográfica: 787 km<sup>2</sup>

Número de locais inventariados: 1

Faixa de potência a instalar: 3 - 12 MW

## **INVENTÁRIO HIDROELÉTRICO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO ITAPACURÁ**

### **LOCALIZAÇÃO**

Rio Itapacurá - estado do Pará.

### **CLIENTE**

CELPA - Centrais Elétricas do Pará S.A.

### **OBJETIVO DO CONTRATO**

Inventário da bacia para a construção de Pequenas Centrais Hidroelétricas.

### **CARACTERÍSTICAS BÁSICAS**

Área de drenagem da bacia hidrográfica: 1.300 km<sup>2</sup>

Número de locais inventariados: 1

Faixa de potência a instalar: 3 - 5 MW



## **INVENTÁRIO HIDROELÉTRICO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO IRATAPURU**

### **LOCALIZAÇÃO**

Estado do Pará.

### **CLIENTE**

CELPA - Centrais Elétricas do Pará S.A.

### **OBJETIVO DO CONTRATO**

Inventário da bacia para a construção de usinas hidroelétricas de pequeno porte.

### **CARACTERÍSTICAS BÁSICAS**

Área de drenagem da bacia hidrográfica: 5.000 km<sup>2</sup>

Número de locais inventariados: 1

Faixa de potência a instalar: 6 - 9 MW

## **INVENTÁRIO HIDROELÉTRICO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO MAICURU**

### **LOCALIZAÇÃO**

Estado do Pará.

### **CLIENTE**

CELPA - Centrais Elétricas do Pará S.A.

### **OBJETIVO DO CONTRATO**

Inventário da bacia para a construção de usinas hidroelétricas de pequeno porte.

### **CARACTERÍSTICAS BÁSICAS**

Área de drenagem da bacia hidrográfica: 13.000 km<sup>2</sup>

Número de locais inventariados: 2

Faixa de potência a instalar: 10 - 40 MW

## **INVENTÁRIO HIDROELÉTRICO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL**

### **LOCALIZAÇÃO**

Rio Paraíba do Sul, trecho entre a cidade de Sapucaia e a cidade de Itaocara, inclusive o rio Pomba, estado do Rio de Janeiro.

### **CLIENTE**

FURNAS - Centrais Elétricas S.A.

### **OBJETIVO DO CONTRATO**

Inventário da bacia para a construção de usinas hidroelétricas de pequeno e médio porte e posteriormente revisão do inventário.

### **SERVIÇOS EXECUTADOS**

Os estudos da Revisão de Inventário foram desenvolvidos em duas etapas: a primeira consistiu numa caracterização ambiental e sócio-econômica e institucional da Sub-bacia, compreendendo as porções mineira e fluminense, estando incluído o afluente rio Pomba. Nesta etapa também foi realizado um estudo sumário das possibilidades de usos múltiplos dos reservatórios da bacia.

A segunda etapa consistiu na elaboração dos Estudos Finais, consistindo no detalhamento dos estudos sobre indicadores ambientais; detalhamento dos estudos sócio-econômicos, das interferências nas áreas a serem atingidas pelos reservatórios e, por último, a elaboração das recomendações gerais para seleção da alternativa de divisão de quedas e para os usos múltiplos dos reservatórios.

Foram realizadas campanhas de campo.

Os estudos concluíram pela alternativa com dois aproveitamentos hidrelétricos no rio Paraíba do Sul e onze no rio Pomba e seus afluentes, com um potencial aproveitável de 657 MW, considerando um fator de capacidade 0,55.

## INVENTÁRIO DA BACIA DO MÉDIO TOCANTINS

### LOCALIZAÇÃO

No rio Tocantins a montante da confluência do rio Araguaia entre o paralelo 5,5°S e o paralelo 12°S, nos Estados do Tocantins e Maranhão.

### CLIENTE

ELETRONORTE Centrais Elétricas do Norte do Brasil S/A.

### SERVIÇOS REALIZADOS:

O Inventário do Médio Tocantins envolveu a análise das 21 alternativas de divisão de quedas dos Estudos Preliminares, com detalhamento de 35 aproveitamentos integrantes das 10 alternativas dos Estudos Finais. Para tanto foram desenvolvidas as atividades e os estudos de: Cartografia / Topografia, Investigações e Estudos geológico-geotécnicos, de sismicidade, estabilidade das encostas, estanqueidade, hidrológicos, meio ambiente, usos múltiplos, estudo de alternativas (definição de divisão de quedas, arranjos gerais, estruturas, equipamentos eletromecânicos), custos, orçamento Padrão Eletrobrás, Avaliação Técnica-econômica e Ambiental, Escolha de alternativa mais adequada do ponto de vista energético, econômico e Ambiental.

### CARACTERÍSTICAS GERAIS

Área de drenagem da bacia no trecho -160.000 km<sup>2</sup>

A tabela a seguir apresenta os principais dados da alternativa selecionada.

**DADOS PRINCIPAIS – ALTERNATIVA SELECIONADA**

NOME DO RIO	NOME DO APROVEI-TAMENTO	DISTÂNCIA  FOZ  (km)	RESERVATÓRIO					VAZÕES (m³/s)		POTÊNCIA  INSTALADA  (MW)	TURBINAS		CUSTO  TOTAL  (10 <sup>6</sup> US\$)
			NÍVEL D'ÁGUA (m)			VOLUME (10 <sup>6</sup> m³)	ÁREA (km²)				Nº	TIPO	
			MÁXIMO NORMAL NA max	MÍNIMO NORMAL NA min	NORMAL A JUSANTE NA jus	TOTAL	NA max normal	REGULARIZADA NO PERÍODO CRÍTICO	DE PROJETO DO VERTEDOURO				
Tocantins	Ipueiras	1532,8	239,0	230,0	212,3	10.774	1.310	1679,8	42.606	600	4	KAPLAN	873,74
Tocantins	Lajeado Montante	1347,5	212,0	208,0	184,2	4.982	630	1881,4	45.420	800	6	KAPLAN	904,64
Tocantins	Tupiratins	1130,0	183,0	183,0	158,5	5.039	545	2915,4	55.597	1.000	7	KAPLAN	1250,39
Tocantins	Estreito	854,0	158,0	158,0	133,1	6.381	710	3559,1	61.779	1.200	8	KAPLAN	1302,67
Tocantins	Serra Quebrada	739,0	132,0	132,0	104,0	3.190	370	3727,1	63.537	1.450	9	KAPLAN	1484,37
Manuel Alves da Natividade	Natividade 1	138,0	327,0	312,0	275,1	8.107	500	91,1	3.939	69	2	FRANCIS	263,87
Das Balsas	Balsas 1	135,0	341,0	328,4	264,3	5.103	188	73,0	2.526	95	2	FRANCIS	305,60
Do Sono	Sono 3B	52,0	250,0	231,9	183,0	38.800	1.942	811,0	14.643	900	2	FRANCIS	1103,60
Manoel Alves Grande	Manoel Alves Grande	81,0	220,0	205,1	173,0	7.490	440	157,6	4.550	130	2	FRANCIS	330,96
Farinha	Farinha 3	25,0	230,0	217,0	158,7	2.264	120	70,1	2.522	70	2	FRANCIS	192,79
TOTAL	—	-	-	-	-	92.110	6.755	-	-	6.314	-	-	8.012,63

## REAVALIAÇÃO DA DIVISÃO DE QUEDA DO RIO TOCANTINS TRECHOS CANA-BRAVA – LAJEADO e LAJEADO - ESTREITO

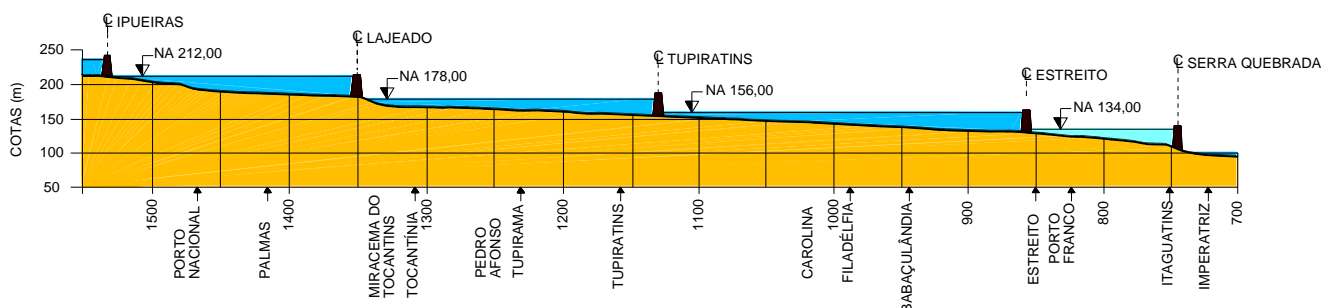
### LOCALIZAÇÃO

Na bacia do rio Tocantins, cobrindo o trecho entre a UHE Cana-Brava(GO) e UHE Luís Eduardo Magalhães (Lajeado) (TO) e Aguiarnópolis(TO)/Estreito(MA). Sendo analisados os aproveitamentos de Ipueiras, Peixe (eixos Angical e Santa Cruz) São Salvador, Tupiratins e Estreito no rio Tocantins; Paranã no rio Paranã; e, Barra do Palma no rio Palma. Todos estes empreendimentos localizados no Estado do Tocantins.

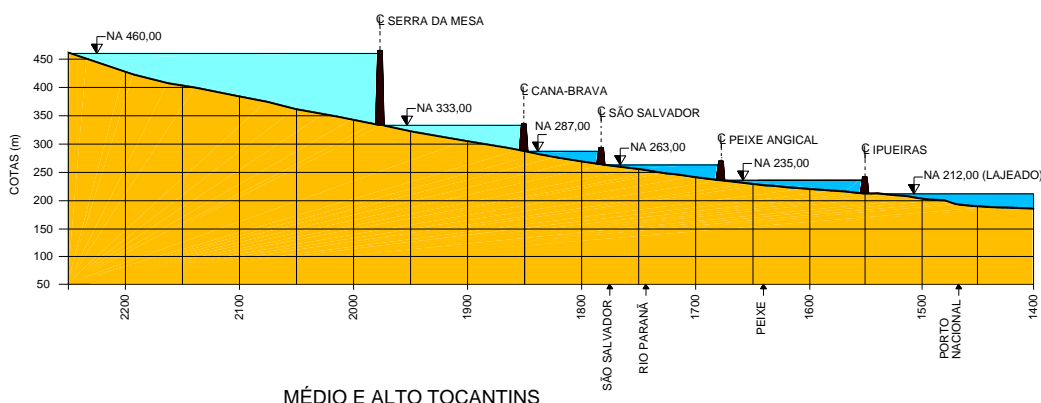
### CLIENTES

CELTINS – Centrais Elétricas do Estado do Tocantins

EDP Brasil – Eletricidade de Portugal



FURNAS – Centrais Elétricas S.A.



### SERVIÇOS EXECUTADOS

Tendo como base os estudos de inventário do trecho do Médio Tocantins, também realizados pela THEMAG, foi reavaliada a divisão de queda do rio Tocantins nos trechos Cana-Brava – Lajeado – Estreito. Foram reavaliados os estudos de engenharia, energéticos e ambientais dos aproveitamentos hidrelétricos ali localizados.

Os estudos levaram em conta a existência dos aproveitamentos Luís Eduardo Magalhães (Lajeado) e Cana-Brava (na época em construção), a atualização dos condicionantes ambientais e o incremento do conhecimento na área de engenharia, o resultado das investigações realizadas em topografia, geologia e geotecnia e a atualização de dados hidrológicos, energéticos e de custos.

Os estudos prévios de divisão de quedas do Médio e Alto Tocantins definiam os aproveitamentos de Peixe e Ipueiras respectivamente nas cotas 287,00m e 236,00m. O presente estudo avaliou a possibilidade de alteração dessa divisão de queda com o objetivo de se chegar a uma alternativa viável, que conciliasse melhor os aspectos técnicos, econômicos e ambientais. Dessa forma, foram analisadas alternativas de divisão de quedas considerando cotas de reservatório diferenciadas em alguns empreendimentos (Ipueiras 235,00m, 236,00m e 239,00m, Peixe Santa Cruz 263,00m e 287,00m); diferentes localizações (Peixe Santa Cruz e Peixe Faz. Angical) como também a inclusão de novos empreendimentos (São Salvador 287,00m, Paranã 287,00m e Barra do Palma 287,00m). Esses estudos também definiam os aproveitamentos de Tupiratins e Estreito nas cotas 183,00m e 158,00m respectivamente. Os estudos de engenharia mostraram que os eixos definidos na fase de inventário apresentaram-se superiores nos aspectos topográficos, geológicos e geotécnicos, aos pesquisados nesta fase dos trabalhos, e desta forma foram mantidos como alternativas.

Os estudos e análises efetuadas permitiram concluir que, considerando os aspectos técnicos, econômicos e ambientais de forma ponderada, fosse recomendada para o trecho do rio Tocantins a montante da usina Luís Eduardo Magalhães (Lajeado) a seguinte seqüência de aproveitamentos: Ipueiras, com NA 235,00m; Peixe Angical, com NA 263,00m; São Salvador, com NA 287,00m, Paranã com NA 287,00m, Tupiratins (183,00m) e Estreito (158,00m).