



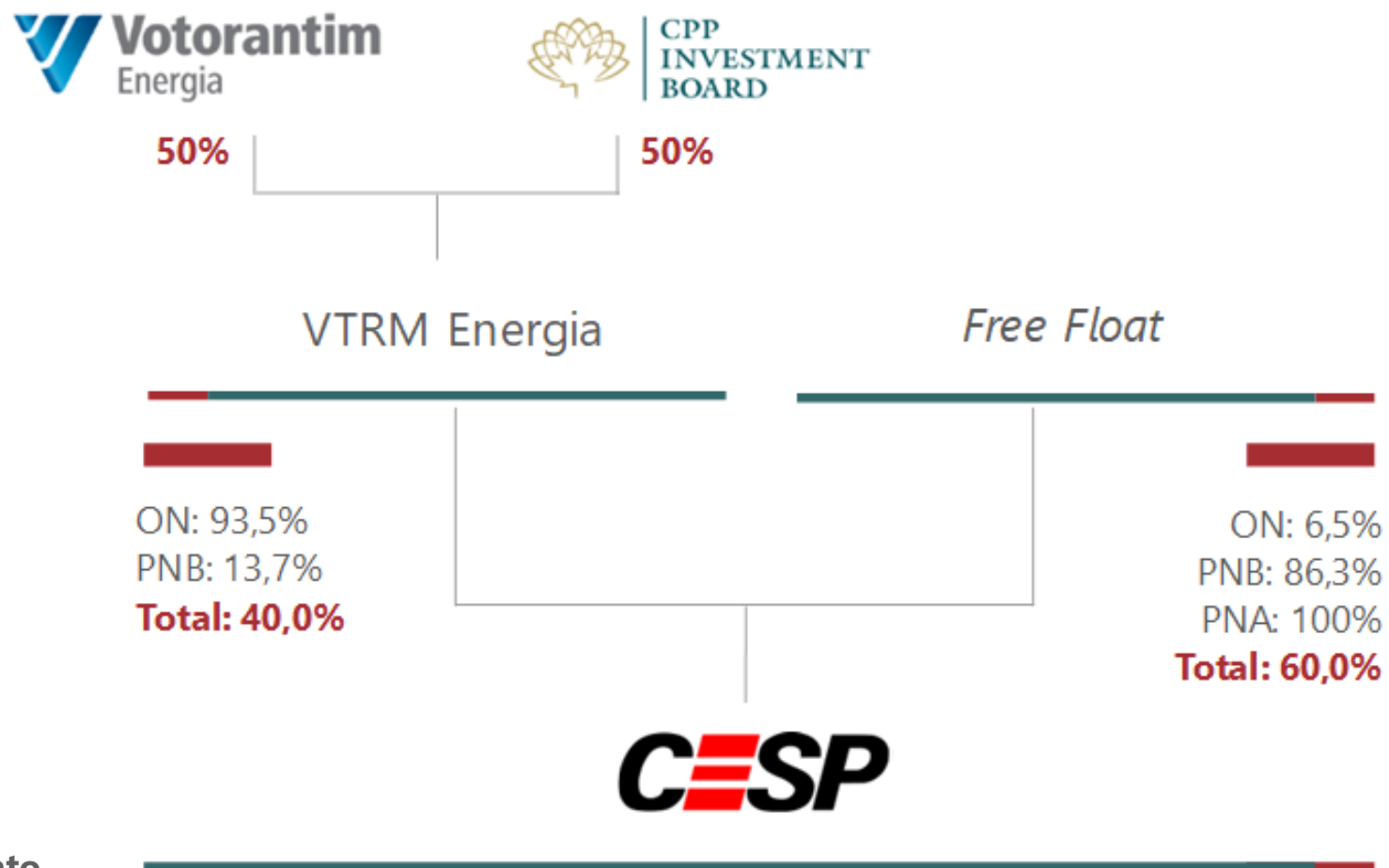
CESP

Projeto P&D TERMOSOLAR

ativ
Access

ESTRUTURA ACIONÁRIA

A CESP



PD&i
Pesquisa,
Desenvolvimento
& Inovação

NOSSAS USINAS

A CESP



USINAS

UHE Porto Primavera

Potência Instalada: 1540 MW

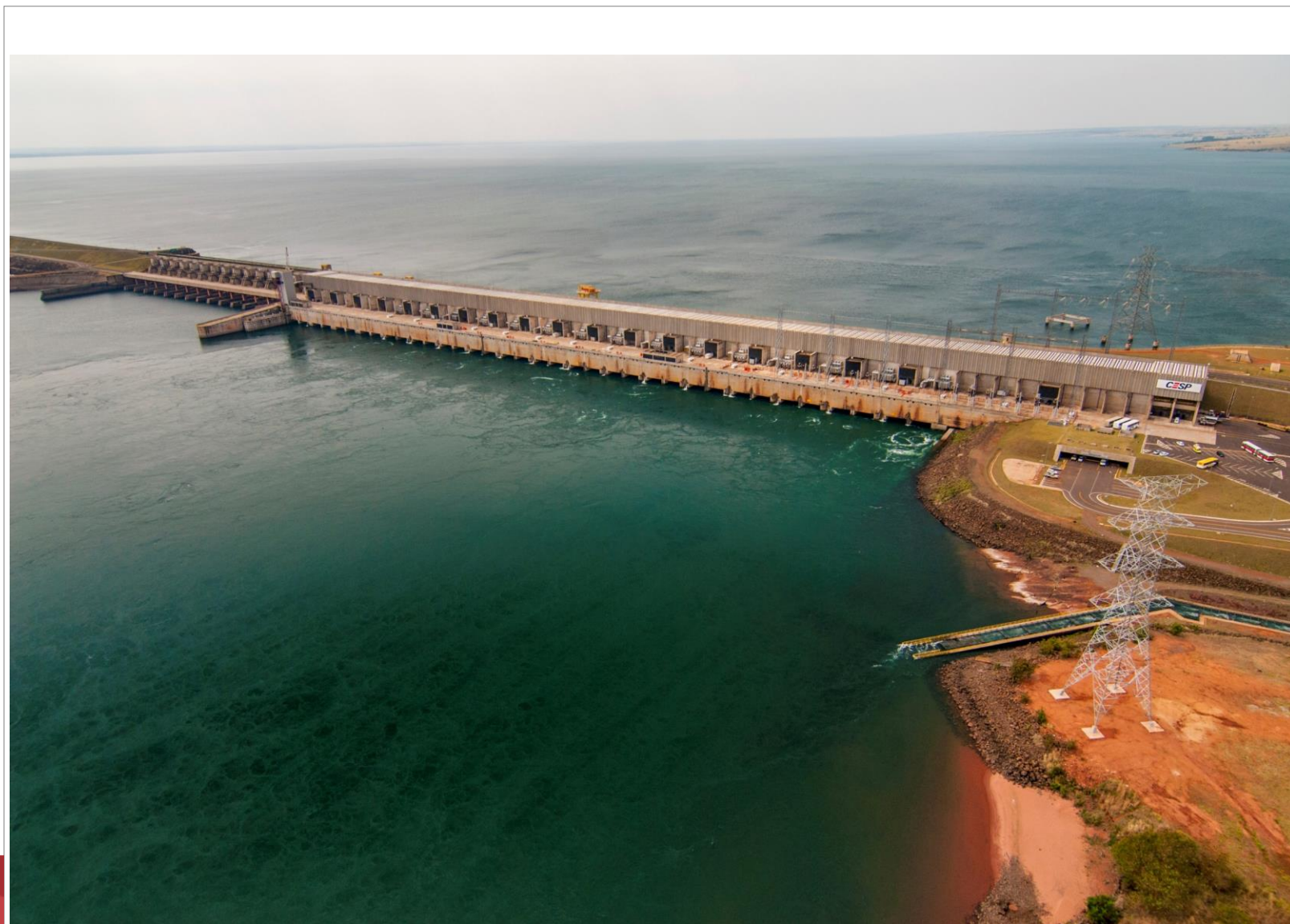
14 Unidades Geradoras

Vazão Média 7000 m³/s

Barragem de aprox. 11 km de extensão

16 Comportas VS – Vazão Máxima
53.600 m³/s

Tensão de saída – 440.000 V



USINAS

UHE Paraibuna

Potência Instalada: 87 MW

02 Unidades Geradoras

Barragem de aprox. 100 m de altura

Vertedouro Tulipa

Tensão de Saída – 138.000 V

Despacho Hidráulico – Controle do Rio
Paraíba do Sul -> Abastecimento RJ



USINAS

UHE Jaguari

Potência Instalada: 27,6 MW

02 Unidades Geradoras

Vertedouro Soleira Livre

Captação de água pela SABESP – Sistema Cantareira

Tensão de Saída – 88.000 V

Despacho Hidráulico – Controle do Rio Paraíba do Sul -> Abastecimento RJ



USINAS

**Complexo Energias
Alternativas P. Primavera**

1,05 MWp de UFVs

0,5 MW Termosolar – Primeira do Brasil

0,2 MW Eólico

Sistema de Armazenamento: Baterias
(500 kWh), Hidrogênio (900 kWh)



“Implantação de usina piloto por meio de integração da fonte de geração termosolar ao complexo de energias renováveis da UHE Porto Primavera”



Resumo

- **Chamada Nº 19/2015** – “Desenvolvimento de Tecnologia Nacional de Geração Heliotérmica de Energia Elétrica”
- **Empresas**
 - **Proponente: Companhia Energética de São Paulo (CESP)**
 - Executoras:
 - Lactec
 - RTB Holding Energia
 - Eudora Energia
 - MFAP
 - MRTS
- **Custo Total do Projeto: R\$ 50 milhões**
- **Duração: 48 meses**
- Produto:
 - Planta piloto de concentradores cilindro-parabólicos de 0,5 MWe**

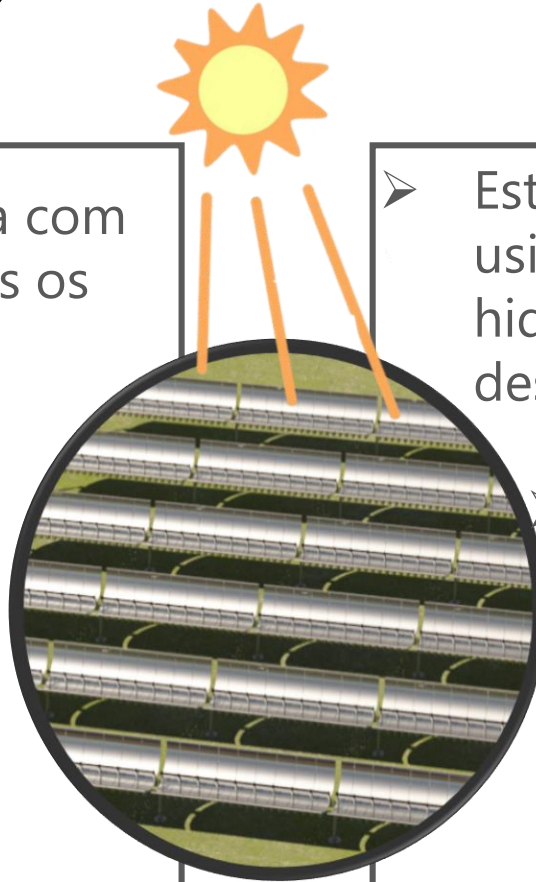
USINA TERMOSOLAR DE PORTO PRIMAVERA

Projeção 3D



Objetivos do Projeto

- Implementar uma usina heliotérmica com cilindros parabólicos, avaliando quais os seus componentes são passíveis de nacionalização
- Desenvolver sistema de monitoramento e metodologia para acompanhar o desempenho da planta piloto
- Adquirir conhecimentos sobre o funcionamento elétrico da usina termosolar e seus impactos na rede



- Estudar a complementariedade desta usina com as fontes eólica, fotovoltaica e hidrelétrica e identificar o seu papel no despacho eletro-energético brasileiro
- Descrever os locais mais apropriados para usar a tecnologia desenvolvida em diferentes regiões do Brasil
- Desenvolver um roadmap para aplicações em larga escala, determinar arranjos comerciais e modelo econômico para suporte à estratégias de comercialização

Resultados Esperados



- Usina termosolar de 0,5 MWe

- Manual de operação, montagem e manutenção da usina heliotérmica



- Treinamento da equipe da concessionária



- Estudo de proteção e fluxo de potência da planta piloto



- Estudo de operação e manobra considerando a automação da planta piloto termossolar

- Workshops para transferência de tecnologia



- Atlas com os locais mais apropriados para usar a tecnologia desenvolvida

- Roadmap para inserção da tecnologia em larga escala no contexto nacional



Resultados Esperados

- Qualificação profissional:

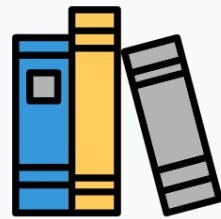
- **02 Doutorados USP,**

- **01 Mestrado UFPR,**

- **03 Mestrados desenvolvimento tecnológico**



- Edição de um Livro sobre energia heliotérmica com dados do projeto



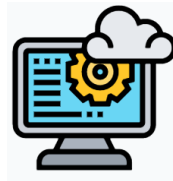
- Registro do software de simulação individualizada da operação ótima de usinas



- Publicação dos resultados dos projetos em revistas e congressos relevantes do setor elétrico e da comunidade científica



- Modelo de simulação individualizada da operação ótima de usinas hidrelétricas associadas com outras fontes de geração (Solar Fotovoltaica, Termosolar e Eólica)



- Análises da operação das fontes quando “despachadas” como um único conjunto, e seus ganhos de Garantia Física



USINA TERMOSOLAR DE PORTO PRIMAVERA

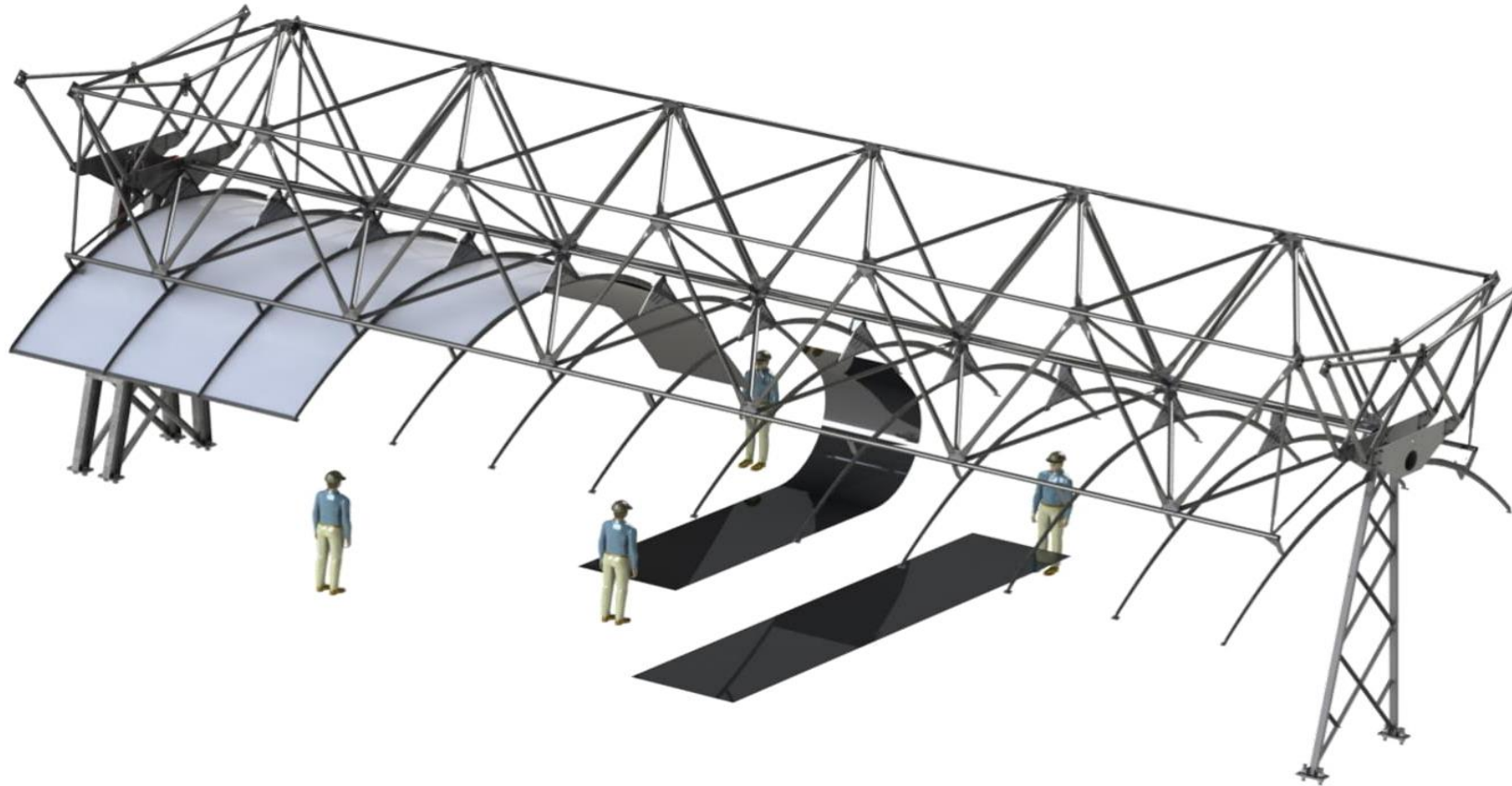
Números Principais



- Potência elétrica líquida = 0,5 MW (Pot. Térmica 4,1 MWt)
- Geração anual estimada = 640 MWh
- Tecnologia heliotérmica = concentrador cilindro-parabólico
- Tecnologia de espelhos = filme refletivo flexível
- Tamanho do concentrador = 7m x 150m
- Quantidade de concentradores = 6 SCAs → 3 loops
- Área de concentração = 5850 m²
- Tecnologia de armazenamento térmico = thermocline
- Tempo de armazenamento = 1,0 h
- Tecnologia de geração termoelétrica = microturbina a vapor

USINA TERMOSOLAR DE PORTO PRIMAVERA

Concentradores Solares



Tanque Thermocline

Capacidade de armazenamento: 1h (potência nominal)

Pressão máxima de trabalho admissível: 11bar(g)

Pressão mínima admissível: -0,5bar(g)

Pressão de teste: 15,75bar(g)

Temperatura máxima de operação: 360°C

Temperatura mínima de operação: 0°C

Material predominante: Aço SA 516 Gr.70

Altura Total: 22,5m

Diâmetro do casco: 2,178m

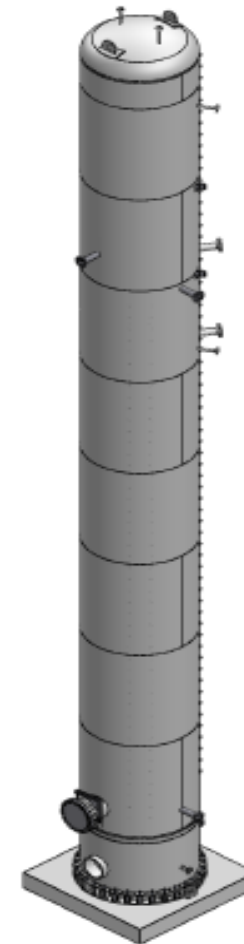
Volume total: 74,5m³

Espessura do isolamento: 300mm

Peso vazio: 23,7t

Peso em operação: 78,5t

Peso durante o teste hidrostático: 102,0t



Caldeira a óleo

Capacidade: 4 t/h de vapor

Pressão máxima de trabalho admissível: 23 bar(g)

Temperatura máxima de operação:
360°C

Temperatura mínima de operação:
0°C

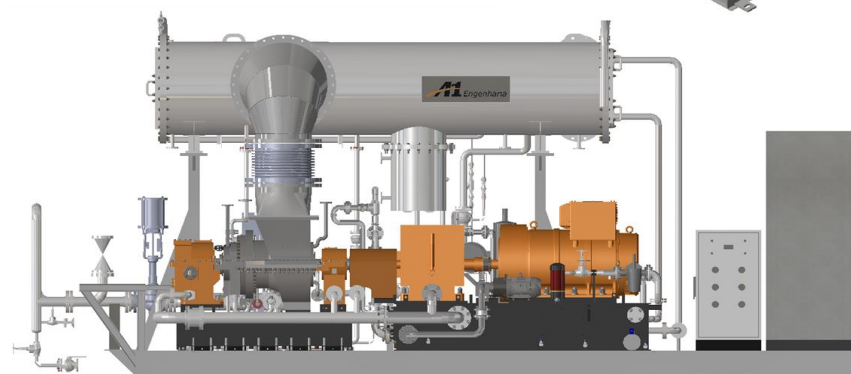
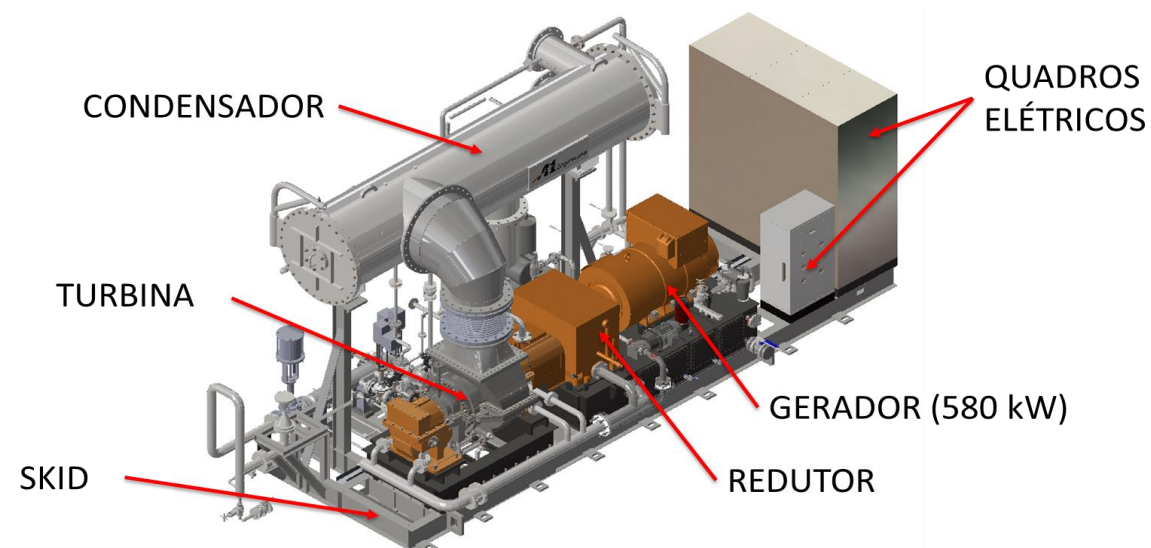
Tubulão principal: Tubo – Óleo | Casco
– Água

Superaquecedor: Casco – Óleo | Tubo
– Água



USINA TERMOSOLAR DE PORTO PRIMAVERA

Turbogerador a Vapor



VISTA FRONTAL

DADOS DO PROJETO

POTÊNCIA BRUTA	580 kW
TIPO DA TURBINA	CONDENSAÇÃO PURA
NÚMERO DE ESTÁGIOS	7 ESTÁGIOS
CONSUMO DE VAPOR	4,0 t/h
CONDIÇÃO DO VAPOR	310°C / 21 bar(g)

STATUS ATUAL

Engenharia e Implantação

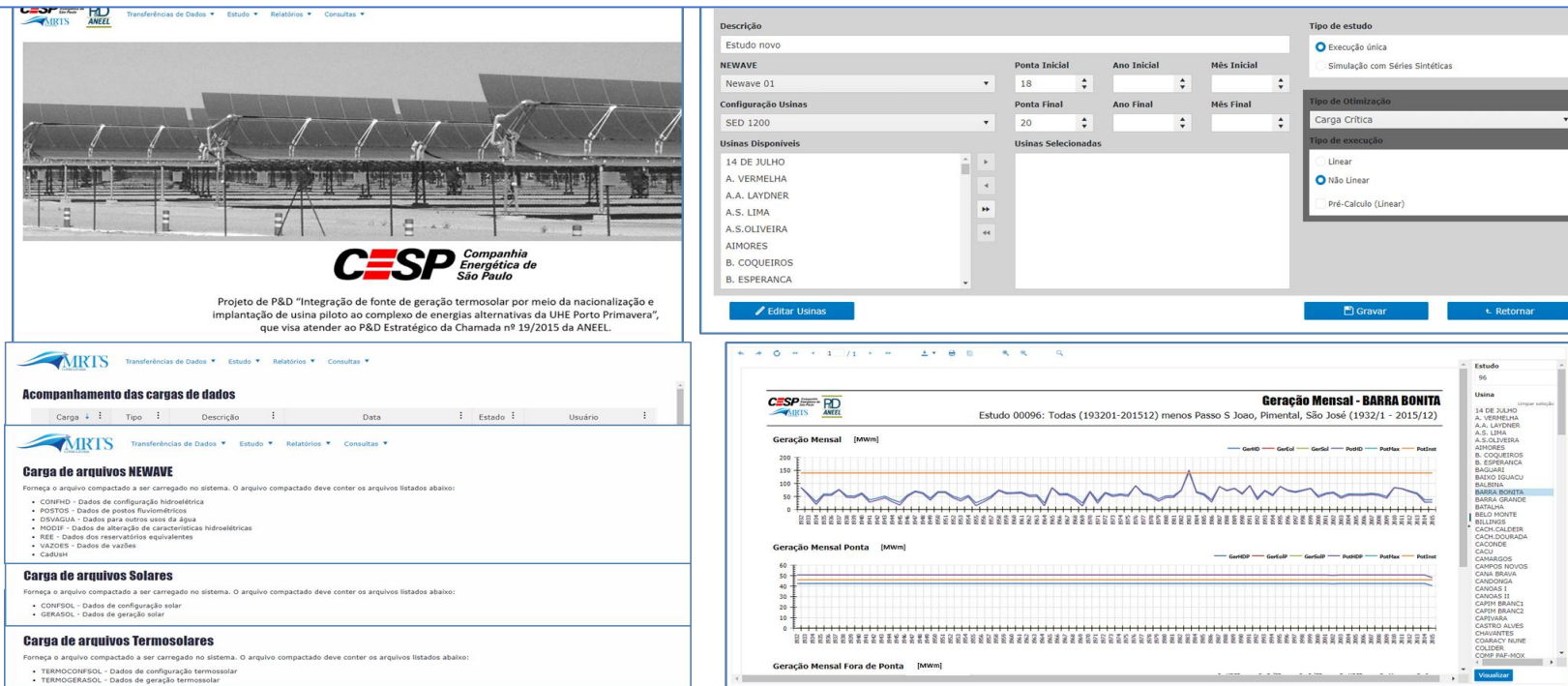
- Concepção e elaboração do sistema supervisorio
- Recebimento dos componentes importados do concentrador
- Obras civis no campo solar
- Instalação dos espelhos no campo solar
- Suporte à campanha de medição da radiação solar direta
- Finalização do modelo físico-matemático da planta
- Finalização do Atlas com os locais mais apropriados para usar a tecnologia desenvolvida
- Modelo Computacional de Simulação
- Modelo de Simulação Econômica e Financeira

STATUS ATUAL

Modelo de Simulação da Operação Ótima

Modelo Computacional de Simulação Individualizada da Operação Ótima de Usinas Hidrelétricas associadas, ou não, com outras Fontes de Geração (Solar Fotovoltaica, Termosolar e Eólica)

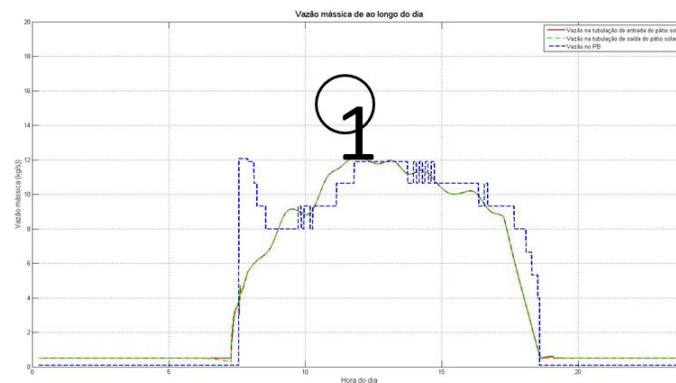
- Modelo Computacional robusto de **otimização linear/não-linear**. **Otimiza a Carga Crítica e Geração Total das Usinas.**
- Modelo **engloba a configuração das 152 UHEs do SIN**. Permite representar uma ou mais UHEs em cascata e a associação destas com Usinas Solar FV, Termosolar e Eólica, em diversas localidades.
- Ex: Termosolar acoplada na UHE Porto Primavera.



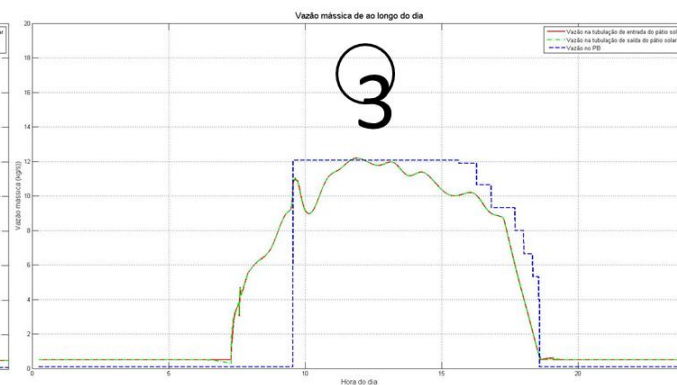
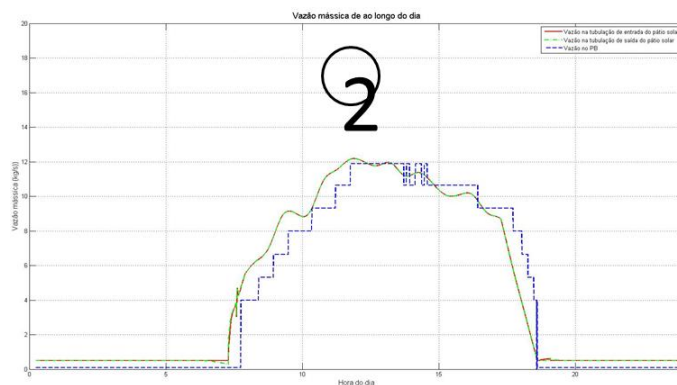
STATUS ATUAL

Modelo físico-matemático da planta termosolar

- Vazão Mássica de HTF 05/02/2018.

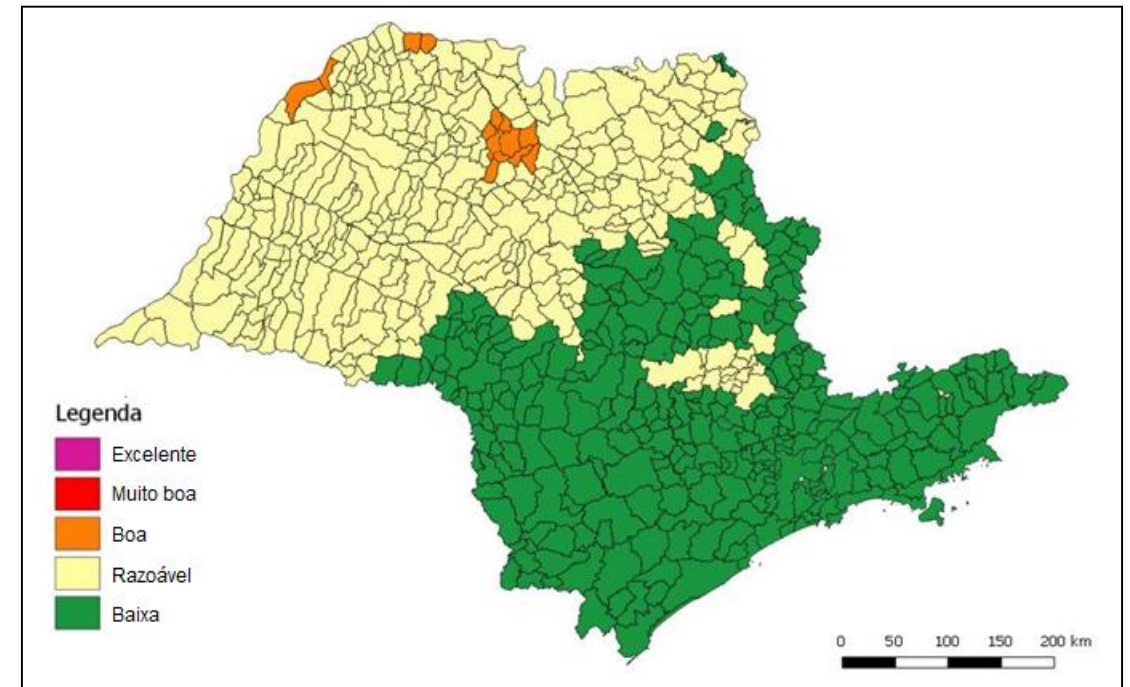
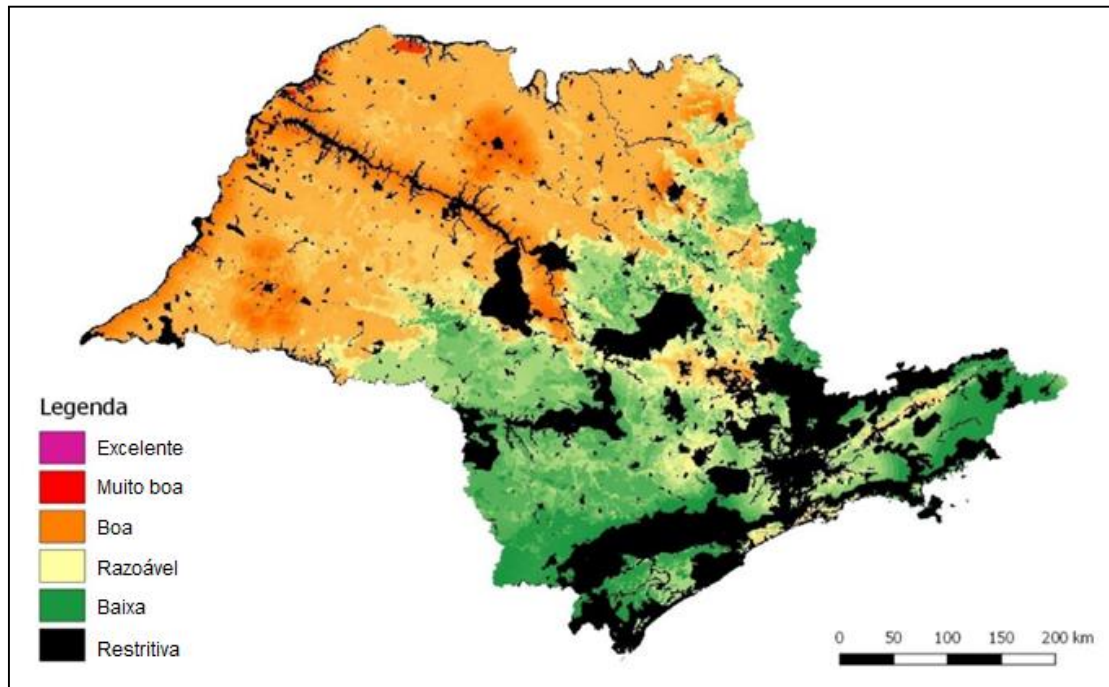


- 80% HTF quente, partida com 5 toneladas de HTF quente;
- 20% HTF quente, partida com 5 toneladas de HTF quente;
- 20% HTF quente, partida com 60 toneladas de HTF quente;



STATUS ATUAL

Atlas de uso da tecnologia CSP



STATUS ATUAL

Montagem das estruturas para o Campo Solar



STATUS ATUAL

Montagem do Campo Solar



STATUS ATUAL

Montagem do Campo Solar



STATUS ATUAL

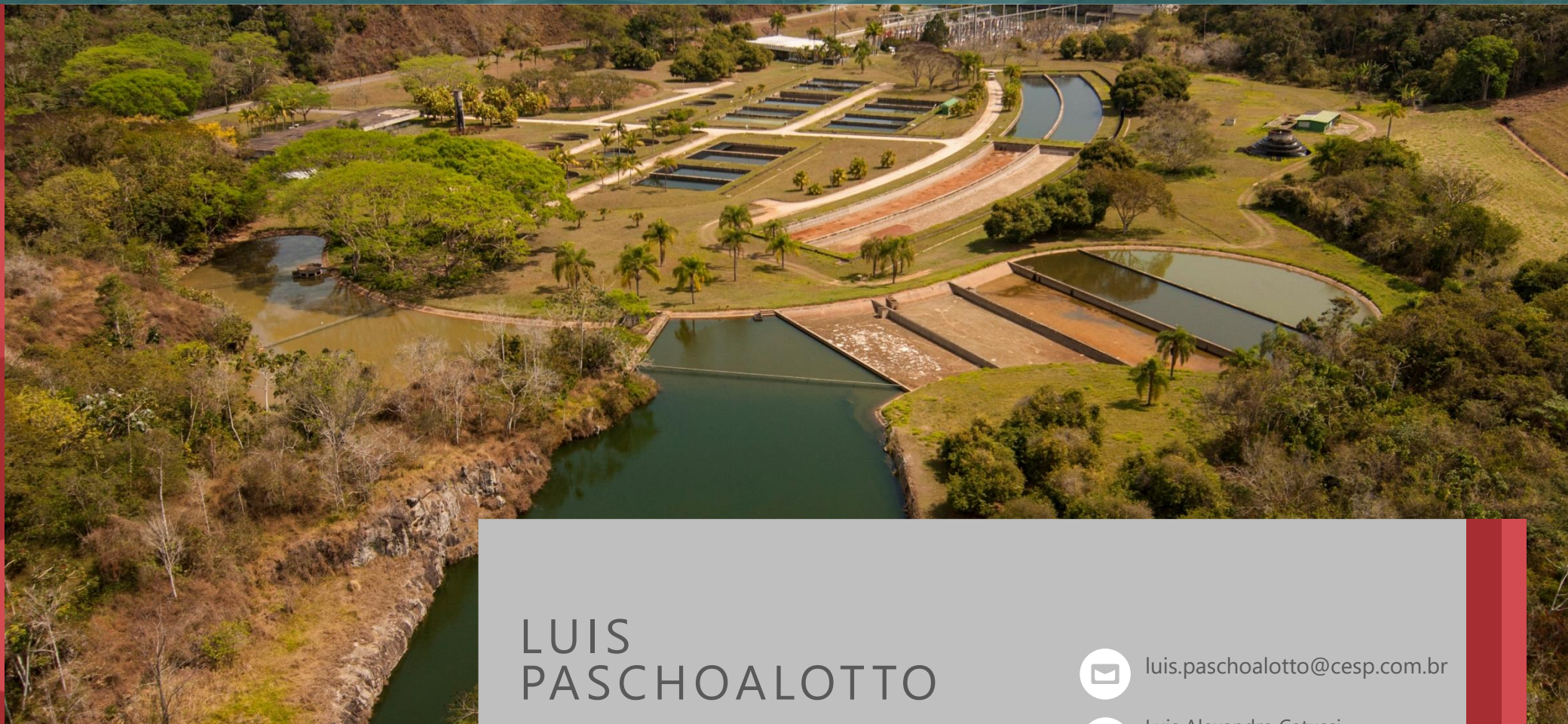
Casa de Força



STATUS ATUAL

Overview





LUIS PASCHOALOTTO

Gerente Eng. Eletromecânica

Gerente Projeto Termosolar



luis.paschoalotto@cesp.com.br



Luis Alexandre Catussi
Paschoalotto



*Pesquisa,
Desenvolvimento
& Inovação*

