

# CENTRAL TERMELÉTRICA 4 DA CST <sup>1</sup>

*José Leal Neto<sup>2</sup>*  
*Alexandre Rosado Barbosa<sup>3</sup>*  
*Gustavo Queiroz de Souza<sup>4</sup>*  
*Cleber Torres<sup>5</sup>*  
*César Yoshikawa<sup>6</sup>*  
*Antonio Fernando Rennó<sup>7</sup>*

## **Resumo**

Apresentar o projeto e seus principais marcos de implantação assim como os principais resultados obtidos. A CTE 4 faz parte do plano de expansão da produção de aço da CST e tem como principal objetivo conferir estabilidade operacional para a geração de energia interna.

**Palavras-chave:** Central Termelétrica; Energia; Utilidades.

*XXVI Seminário de Balanços Energéticos Globais e Utilidades, 24 a 26 de agosto de 2005, Salvador - BA.*

<sup>1</sup> *Engenheiro Mecânico, Especialista Energia e Utilidades, Companhia Siderúrgica de Tubarão;*

<sup>2</sup> *Engenheiro Mecânico, Especialista Energia e Utilidades, Companhia Siderúrgica de Tubarão;*

<sup>3</sup> *Engenheiro Eletricista, Especialista Energia e Utilidades, Companhia Siderúrgica de Tubarão;*

<sup>4</sup> *Engenheiro Mecânico, Especialista de Desenvolvimento Mecânico, Companhia Siderúrgica de Tubarão;*

<sup>5</sup> *Engenheiro Eletrônico, Especialista de Automação, Companhia Siderúrgica de Tubarão;*

<sup>6</sup> *Engenheiro Eletricista, Coordenador de Engenharia, Companhia Siderúrgica de Tubarão.*

## **1 OBJETIVO**

Descrever a implantação do Projeto CTE 4 da CST, como parte integrante do Plano de Expansão de 5,0 Mt/ano; apresentar os marcos relevantes da construção e o resultado de seu primeiro ano de operação.

## **2 PLANO DE EXPANSÃO DE 5,0 MT/ANO DA CST**

O plano de 5,0 Mt/ano foi concebido com o objetivo de otimizar as instalações existentes de modo a atingir e obter a estabilidade da produção de aço neste novo patamar de produção (aumento de 250.000 t/ano). Foram definidos investimentos em várias áreas da usina e na área de utilidades os investimentos mais significativos foram: uma nova Fábrica de Oxigênio (terceirizada), novo compressor de nitrogênio, nova esfera de oxigênio, adequação do Centro de Energia, um gasômetro de Gás de Aciaria e uma nova Central Termelétrica (CTE 4).

## **3 MODELO ENERGÉTICO E BALANÇO DE GÁS COMBUSTÍVEL**

O modelo energético da CST foi concebido para otimizar o uso do carvão, aproveitar os gases gerados nos processo siderúrgicos e buscar a auto-suficiência energética e tem como resultado não consumir óleo combustível em sua matriz energética.

O Balanço de gás combustível na CST manteve-se equilibrado desde o início de sua operação, atendendo aos fornos de áreas consumidoras primordialmente e fornecendo o excedente para a geração de energia mecânica, elétrica e de vapor na Central Termelétrica.

Com a entrada em operação do LTQ em 2002 e o projeto de expansão para o 5,0 Mt/ano em 2004, foi necessário inclusão de projetos para sustentar com segurança a operação desta nova fase da usina e manter a filosofia original de seu modelo energético.

Desta forma, foram estabelecidos dois grandes projetos para recuperação e geração de energia, o Sistema de Recuperação de Gás de Aciaria e a Central Termelétrica 4, cujos principais objetivos operacionais e estratégicos são agregar ao sistema:

- Estabilidade Operacional, menor número de cargas da CST na barra A em paradas de outras unidades;
- Redução do número de paradas do Laminador de Tiras a Quente;
- Incremento na venda;
- Redução de Compra de energia, em média;
- Redução de Demanda de Compra em parada de outra unidade;
- Melhoraria na segurança operacional da usina;
- Redução da perda de geração por efeito do LTQ;
- Possibilidade de elevação da produção de BQ para 2,4 Mt/a;

## 4 CENTRAL TERMELÉTRICA DA CST

A CTE é responsável pelo fornecimento de ar soprado para o Alto Forno 1, geração de energia elétrica e fornecimento de vapor de processo para a usina.

As caldeiras utilizam gases siderúrgicos, as turbinas a vapor são do tipo de condensação e acionam geradores elétricos. As unidades 1 e 2 contam também com compressores axiais acoplados ao gerador de forma fornecer o ar soprado.



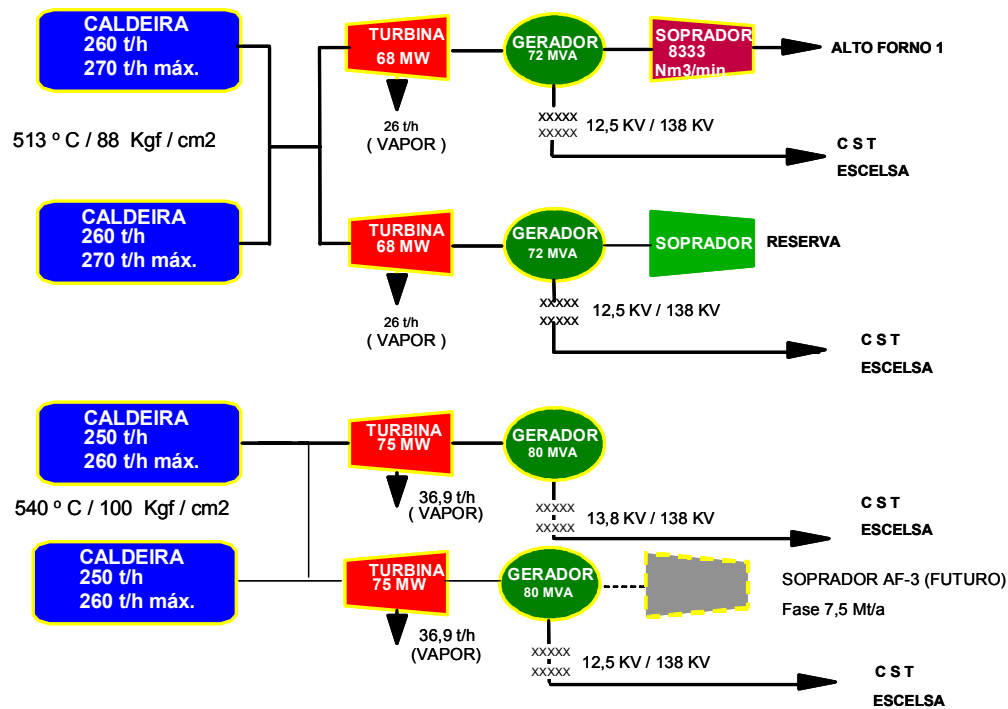
**Figura 1.** Foto da Central Termelétrica.

## 5 CTE 4

Considerando os estudos de expansão da usina e a entrada da recuperação de gás de aciaria, foram definidas as seguintes características para a CTE 4:

- Capacidade similar a da CTE 3 (75 MW), pelo fator de substituição;
- Utilização de instalações e estruturas existentes, tais como sala de controle, chaminé, sistema de água do mar, sistema de combustíveis;
- Utilização na caldeira de queimadores próprios de gás de aciaria, além dos queimadores de gases de coqueria, alto forno e de alcatrão;
- Possibilidade de futura conexão com soprador de alto forno;
- Instalação em área ao lado da CTE 3.

O arranjo básico com principais equipamentos da Central Termelétrica, incluindo a CTE 4 pode ser visto na Figura 2.



**Figura 2.** Equipamentos principais da CTE

As características e dados técnicos principais dos equipamentos da CTE 4, conforme especificação técnica para concorrência podem ser vistos na Tabela 1.

**Tabela 1.** Dados Técnicos Principais da CTE 4

Caldeira	Tipo circulação natural, dois tubulões, uso externo Vazão 243 t/h contínuo e 270 t/h máximo Pressão 103 kg/cm <sup>2</sup> operação e 117 kg/cm <sup>2</sup> projeto Temperatura 543 °C Combustíveis gases de alto forno, coqueria e aciaria Combustível líquido alcatrão
Turbina	Tipo Condensação, fluxo único, uso interno Potência 75 MW Pressão 100 kg/cm <sup>2</sup> Temperatura 540 °C Pressão exaustão - 710 mmHg (vácuo) Velocidade 3600 RPM Acoplamento rígido ao gerador
Gerador	Totalmente fechado Potência aparente 80 MVA Fator de potência 0,842 Tensão 12.500 V Frequência 60 Hz Isolamento classe F Temperatura classe B Número de pólos 2 Excitação tipo brushless com PMG Arrefecimento a ar e trocador de calor água/ar
Condensador	Tipo casco e tubo horizontal Fluido água do mar Pressão de Trabalho – 710 mmHg (vácuo) Vazão de água do mar 12.430 m <sup>3</sup> /h Vazão de Condensado 191 t/h Área de troca térmica 4.157 m <sup>2</sup>

## 6 HISTÓRICO DO PROJETO CTE 4

O Plano de 5,0 Mt/ano foi aprovado em 2001 e a concorrência para a CTE 4 foi definida em agosto 2002, com a assinatura do contrato de fornecimento em regime de “turn key” com a Mitsubishi Heavy Industries (MHI).

Os trabalhos da equipe técnica foram iniciados na elaboração da Especificação Técnica para contratação e prosseguiram na avaliação Técnica das Propostas.

Após a definição da empresa vencedora, um relevante marco do projeto foi o “kick off meeting”, reunião na qual foram definidas as premissas para a coordenação do projeto. Nesta reunião a CST e a MHI definiram a filosofia a ser empregada durante a montagem do empreendimento, as regras de comunicação entre as empresas e principalmente os pontos técnicos a serem focados para evitar problemas de operação e manutenção da unidade.

Considerando que a MHI havia feito o fornecimento da CTE 3, cujo “start up” ocorreu em julho de 1998, a CST já havia gerado um histórico consistente de ocorrências a serem evitadas na CTE 4. Estes pontos foram reunidos num relatório que serviu de base para o trabalho conjunto entre as equipes de engenharia das duas empresas.

Os principais problemas registrados na CTE 3 para os quais foram definidas contramedidas pela equipe da MHI em conjunto e concordância com a equipe da CST estão listados na Tabela 2.

**Tabela 2.** Principais problemas e contramedidas.

	<b>Problema da CTE 3 a ser evitado na CTE 4</b>	<b>Solução consensada entre MHI e CST</b>
1	Resfriador de Água de Mancais com corrosão e erosão nos espelhos	Mudanças do Projeto, com inclusão de anodo de sacrifício e de revestimento de borracha nos cabeçotes do trocador de calor e diminuição do número de passes para redução da velocidade da água do mar
2	Bombas de alimentação de caldeira com ruído excessivo na partida	Testes na CST para verificar o problema. Teste de performance na fábrica para verificar as condições de partida. Efetuada mudança das tubulações de descarga e fluxo mínimo das referidas bombas na instalação local.
3	Gerador foi reformado após 3 anos de operação	Troca de fornecedor, inspeção no fabricante do equipamento
4	Turbina com alta vibração, deslocamento de um bocal do primeiro estágio, temperatura alta de mancal	Inspeção na fabricação da turbina foi feita nos seguintes pontos, modificações no projeto visando aumento da área de solda do bocal 3 do primeiro estágio da turbina, modificação do fluxo de óleo nos mancais visando reduzir a temperatura de operação, primeira partida mais lenta e assistida, teste de vibração do rotor na fábrica e balanceamento
5	Longo tempo de aquecimento da linha de vapor da turbina	Aumento do diâmetro da linha de dreno e alteração no procedimento operacional
6	Rejeição de Carga deficitária	Aumento do poço quente do condensador, aumento da linha de reposição, mudança na lógica de rejeição de carga
7	Troca de combustível	Testes realizados na CST para verificar o problema, alteração na lógica de controle.
8	Sistema de limpeza de condensador deficitário	Troca do fornecedor

O início das obras civis ocorreu em outubro de 2002. Os principais resultados podem ser observados na tabela abaixo:

**Tabela 3.** Principais Resultados da Obra e Montagem.

Concreto Estrutural	4.512 m <sup>3</sup>
Estrutura da Caldeira	395 t
Equipamentos da Caldeira	1.357 t
Estrutura do Prédio	308 t
Tubulação	545 t
Painéis elétricos	296 unidades
Cabos de Controle	120 km
Cabos de Força	44,5 km
Instrumentos	354 unidades
Dutos	352 t
Homem-hora	900.516 (34% Civil e 66% montagem)
Acidentes	Com Perda de Tempo - 0 Sem Perda de Tempo + Sem Maior Significado - 1 Perdas Materiais – 38
Incidentes	1918

O serviço de interligação das CTEs 3 e 4 foi feito em julho 2003 para 31 pontos de conexão, incluindo vapor, combustíveis, gases exaustos, utilidades e condensado. A parada da CTE 3 para este serviço foi feita em 3 dias, contra 30 dias previstos inicialmente pela MHI. O trabalho de planejamento desta parada, feito em conjunto pelas equipes da MHI e CST, foi um dos pontos positivos a serem destacados neste projeto, devido ao retorno que proporcionou, reduzindo o impacto econômico causado pela parada de geração elétrica.

A Engenharia da CST avaliou e aprovou 1372 documentos técnicos, sendo 48% da especialidade mecânica, 32% das especialidades elétrica e automação e 20% para a especialidade civil e documentos gerais.

Após finalização dos testes isolados de cada sistema que compõe a CTE, foi iniciado a partir do início do mês de janeiro de 2004 o comissionamento do conjunto caldeira e turbina. O primeiro sincronismo foi realizado em 8 de janeiro de 2004 e em seguida foram iniciados os testes de performance. A capacidade nominal da unidade de 75 MW foi atingida em 21 de janeiro e os testes de performance foram concluídos em 3 de fevereiro de 2004.

A equipe de Operação da CST teve papel fundamental em todas as etapas citadas como apoio a equipe da Engenharia, assim como foi responsável pela elaboração dos padrões de operação da unidade, que estavam disponíveis desde sua entrada em operação, realização dos testes dos novos equipamentos, planejamento da entrada em operação da unidade e análises de interferência com demais equipamentos dos sistemas de energia.

O projeto foi concluído em fevereiro de 2004, dentro do prazo previsto de 20,5 meses, contados a partir da assinatura do contrato em agosto de 2002.

## 7 RESULTADOS DO PRIMEIRO ANO DE OPERAÇÃO DA CTE 4

Os indicadores escolhidos para demonstrar o resultado do projeto foram o número de paradas e a disponibilidade no primeiro ano de operação, uma vez que a CST depende de sua geração interna para sustentar com confiabilidade seu processo de produção de aço. Os gráficos 1 e 2 abaixo mostram o resultado do trabalho das equipes da MHI e da CST em evitar na CTE 4 os problemas ocorridos na CTE 3. O número de paradas foi sensivelmente reduzido, os ajustes necessários foram menores. Como consequência a disponibilidade da CTE 4 foi mais elevada que a da CTE 3 em seu primeiro ano de operação.

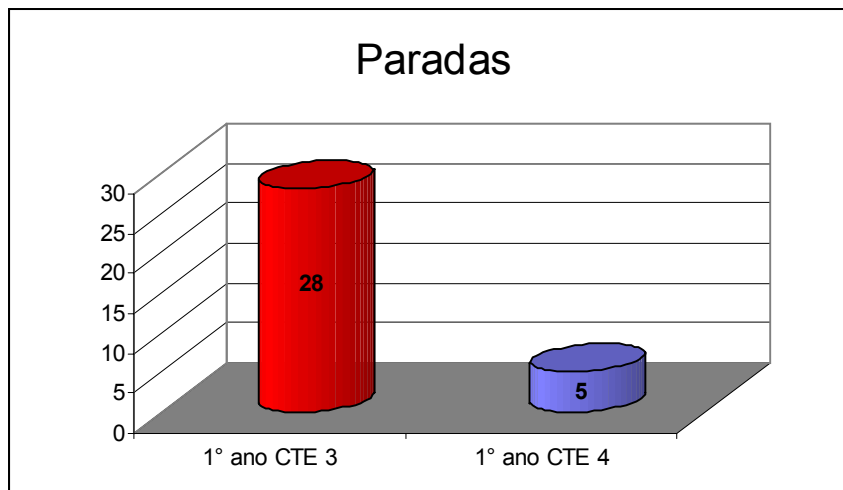


Gráfico 1. Paradas.

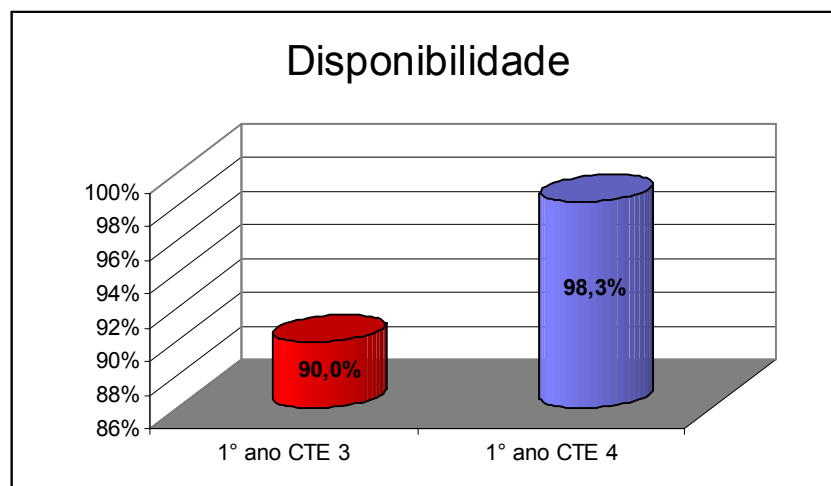


Gráfico 2. Disponibilidade.

## 8 CONCLUSÃO

O projeto CTE 4 foi concluído no prazo, com a qualidade esperada e dentro dos custos previstos. A CST conta com a sua capacidade de geração de energia e segurança no atendimento dos consumidores elevada com a entrada deste novo projeto.

# CST POWER PLANT 4 <sup>(1)</sup>

José Leal Neto<sup>(2)</sup>  
Alexandre Rosado Barbosa<sup>(3)</sup>  
Gustavo Queiroz de Souza<sup>(4)</sup>  
Cleber Torres<sup>(5)</sup>  
César Yoshikawa<sup>(6)</sup>  
Antonio Fernando Rennó<sup>(7)</sup>

## Abstract

This paper presents the Power Plant 4 project history, its milestones and the main results. The Power Plant 4 is part of the CST Expansion Phase to 5,0Mt/year which main objective is to assure stability to steel production through strong internal energy generation.

**Key-words:** Power Plant; Energy; Utilities.

<sup>1</sup> *Technical Paper to be presented in XXVI Energy and Utilities Seminar, August 24, 25 and 26, 2005 – Salvador – Bahia – Brasil.*

<sup>2</sup> *Mechanical Engineer, Utilities Specialist, Companhia Siderúrgica de Tubarão, Serra, ES – Brasil.*

<sup>3</sup> *Mechanical Engineer, Utilities Specialist, Companhia Siderúrgica de Tubarão, Serra, ES – Brasil.*

<sup>4</sup> *Electrical Engineer, Utilities Specialist, Companhia Siderúrgica de Tubarão, Serra, ES – Brasil.*

<sup>5</sup> *Mechanical Engineer, Mechanical Development Engineer, Companhia Siderúrgica de Tubarão, Serra – ES – Brasil.*

<sup>6</sup> *Electronic Engineer, Automation Specialist, Companhia Siderúrgica de Tubarão, Serra – ES – Brasil.*

<sup>7</sup> *Electrical Engineer, Engineering Coordinator, Companhia Siderúrgica de Tubarão, Serra, ES – Brasil.*