



AUMENTO DA DISPONIBILIDADE DAS CALDEIRAS DE ALTA PRESSÃO DA CENTRAL TERMOELETRICA 2 ¹

*Luiz Antônio da Silva ²
Edgar Franco de Moraes ³
José Francisco de Souza ⁴
Rogério Luís Risso ⁵*

Resumo

Este trabalho tem como objetivo eliminar as ocorrências de paradas não programadas por falhas do conjunto de tubos das Caldeiras e aumentar a absorção de combustível siderúrgico, para redução do consumo de gás natural da CTE-2. O estudo foi efetuado através da avaliação dos principais componentes da caldeira e da análise do processo da planta, aos quais permitiram diagnosticar as falhas nos tubos e definir a melhor configuração operacional. Os resultados apresentados foram significativos para as condições de operação atual, o que representa aumento da segurança operacional, redução do custo e impacto ambiental.

Palavras-chave: Disponibilidade; Caldeiras; Tubos.

INCREASE OF THE AVAILABILITY OF THE BOILERS OF HIGH PRESSURE OF THE THERMOELECTRICAL 2

Abstract

This work has as objective eliminates the occurrences of shutdown for flaws of the group of pipe of the boilers end to increase the absorption of metallurgical fuel, for reduction of the consumption of natural gas of CTE-2. The study was made through the evaluation of the main components of the boiler and of the analysis of the process of the plant, to the which allowed to diagnose the failure the tubes and to define the best operational configuration. The results were significant for the conditions of current operation, what represents increase of the operational safety, reduction of the cost and environmental impact.

Key words: Availability; Boilers; Pipe.

¹ *Contribuição técnica ao 33º Seminário de Balanços Energéticos Globais e Utilidades e 27º Encontro de Produtores e Consumidores de Gases Industriais, 22 a 24 de agosto de 2012, Belo Horizonte, MG.*

² *Engenheiro Mecânico – Engenheiro Especialista da Gerencia de Geração de Energéticos. Companhia Siderúrgica Nacional – Volta Redonda – RJ.*

³ *Engenheiro Mecânico – Engenheiro de Manutenção da Gerência de Geração de Energéticos. Companhia Siderúrgica Nacional – Volta Redonda – RJ.*

⁴ *Técnico Eletrônico – Técnico de Desenvolvimento da Gerência de Geração de Energéticos. Companhia Siderúrgica Nacional – Volta Redonda – RJ.*

⁵ *Técnico Mecânico – Técnico de Desenvolvimento da Gerência de Geração de Energéticos. Companhia Siderúrgica Nacional – Volta Redonda – RJ.*

1 INTRODUÇÃO

O Processo de Geração de Energéticos da Central Termoelétrica 2⁽¹⁾ é composto por três caldeiras⁽²⁾ constituídas por tubos especiais de aço refratários, conforme Figura 1, que fazem a geração de vapor para a produção de energia elétrica de 60HZ, Ar Soprado e Vapor de processo para as áreas de produção da Usina Presidente Vargas (UPV) utilizando como insumos água e combustíveis siderúrgicos (gás de alto forno (GAF), gás de aciaria (GLD) e gás de coqueria (GCO)) e combustíveis externos de alto valor agregado (Gás Natural (GN) e Óleo BPF(apenas emergências)).

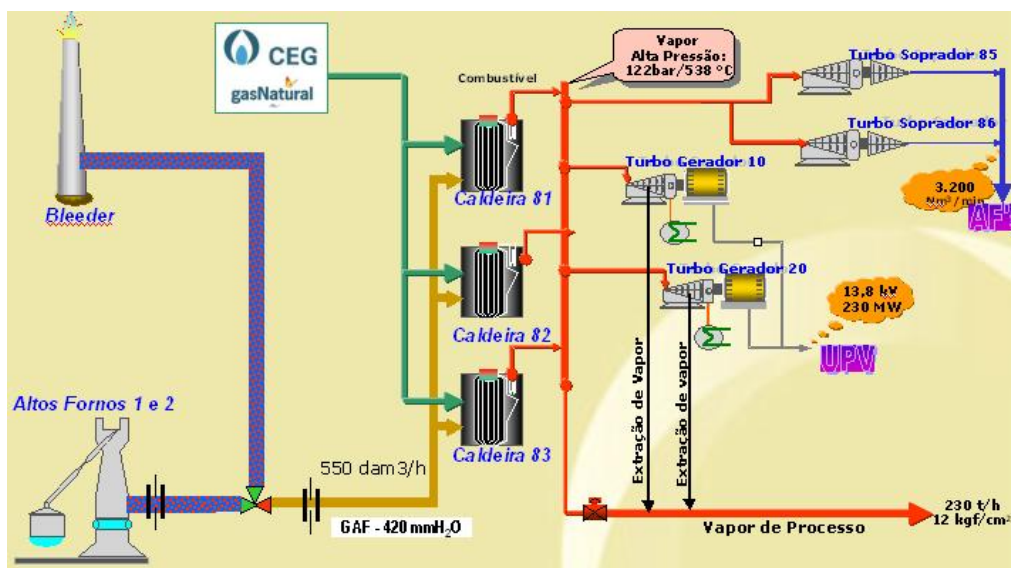


Figura 1. Fluxograma da unidade geradora de energia de 60Hz.

Este trabalho tem como objetivo apresentar os resultados do aumento da disponibilidade da caldeira, com a eliminação do processo de falhas nos tubos e reduzir o custo dos energéticos (vapor de processo, ar soprado e energia elétrica) através da redução do consumo de gás natural na Central Termoelétrica Nº 2 da Usina Presidente Vargas.

As Caldeiras da CTE-2 entraram em operação em 1999, afim de compor o sistema de geração da CTE-2 da CSN. As ocorrências de falha iniciaram a partir de abril de 2000, com uma maior incidência em dezembro de 2005.



Figura 2. Falha do tubo da caldeira.



Os conceitos utilizados permitiram interpretar o mecanismo de falha dos tubos e aumentar a confiabilidade operacional das Caldeiras, permitindo uma maior absorção de gás siderúrgico.⁽³⁾

2 DESCRIÇÃO DO EQUIPAMENTO

Os geradores de vapor da CTE-2 (81/82/83), mostrado abaixo na Figura 2, têm as seguintes características:

- Fabricante: Stein Muller;
- Tipo: Caldeira Monodrum;
- Ano de Fabricação: 1999;
- Modelo: Aquatubular;
- Pressão de Prova: 235,5 bar;
- Pressão de Operação: 120/139 bar;
- Capacidade de Produção: 337,6 Ton/h;
- Temperatura do Vapor: 540°C;
- Projeto dos Tubos: ASME SA 209 - SA 335 P1; e
- Dimensões: Ø 22,5 X 4,0 mm - Ø 1370 X 63,5 mm.

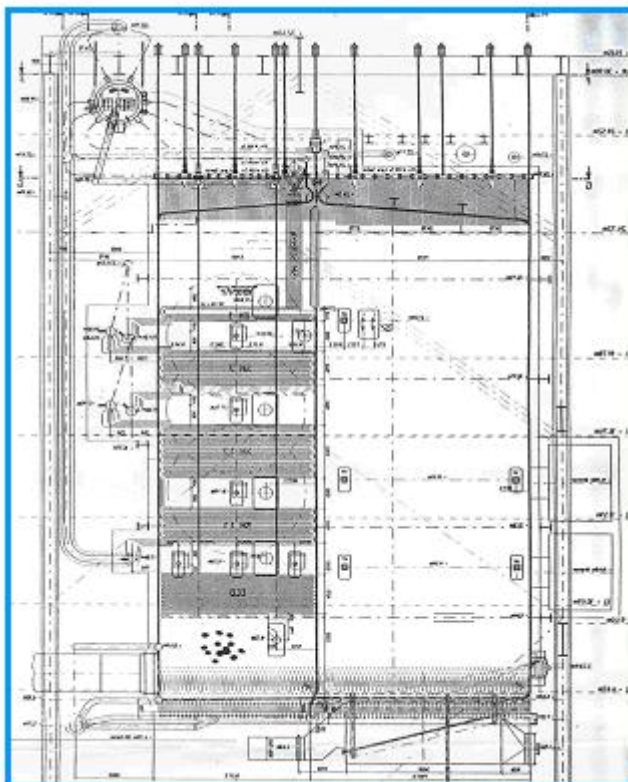


Figura 3. Ilustração das Caldeiras 81 / 82 / 83.

3 HISTÓRICO

As caldeiras da CTE-2 começaram a apresentar os problemas de indisponibilidade logo ao final do comissionamento.⁽⁴⁾ Sendo que nos anos de 2005 a 2010 tivemos a maior incidência de falhas conforme Figura 4, para um total de 27 ocorrências com interferência na produção, causando impacto na geração de



Energia Elétrica na CTE-2 de 100 MW/h por parada e uma perda total de 201.600 MW, conforme Figura 4.

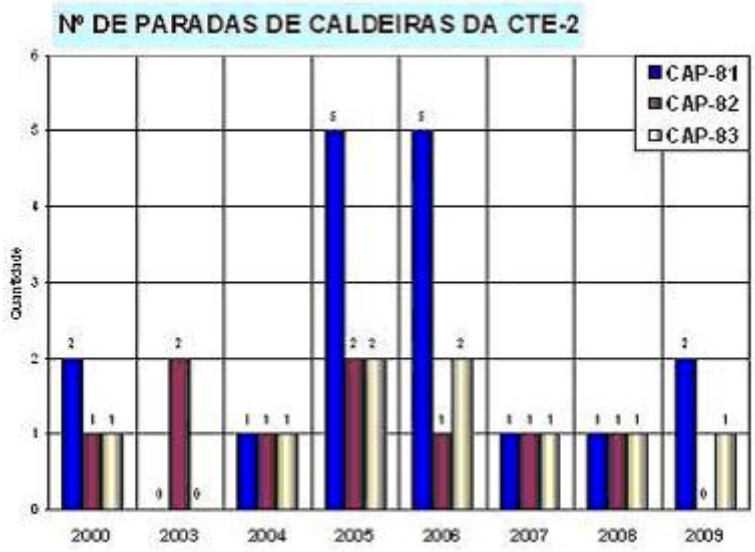


Figura 4. Gráfico do número de intervenção.

Estas ocorrências foram causadas pelas alterações das propriedades físicas da estrutura interna do material, levando as tubulações a fadiga térmica, devido aos mecanismos de fluência.⁽⁵⁾

Considerando que uma avaria mais séria nesse equipamento redundaria na paralisação das Caldeiras e conseqüentemente a não geração de 100 MW/h nominais da planta, o prejuízo foi em torno de R\$ 26.208.000,00 logo a CSN começou a estudar e desenvolver uma alternativa para solução do problema.

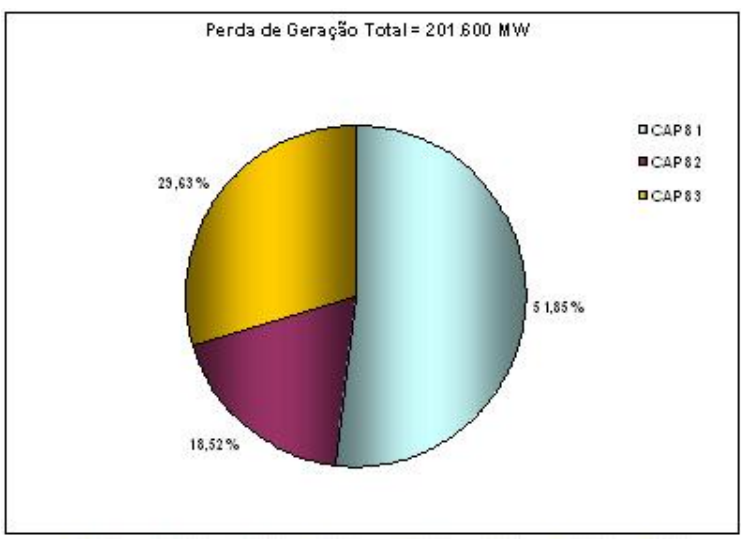


Figura 5 Gráfico da perda de geração.

Além do impacto na geração, a indisponibilidade das caldeiras leva ao aumento do consumo do gás natural. Conforme Figura 6, podemos observar no gráfico abaixo o gás natural tem uma participação volumétrica de 4,4% de todo o combustível usado nas caldeiras, sendo responsável por 93,7% de todo o custo dos



combustíveis usados na queima das caldeiras da CTE#2. Este histórico gerou uma motivação para redução do consumo deste combustível de alto valor agregado.

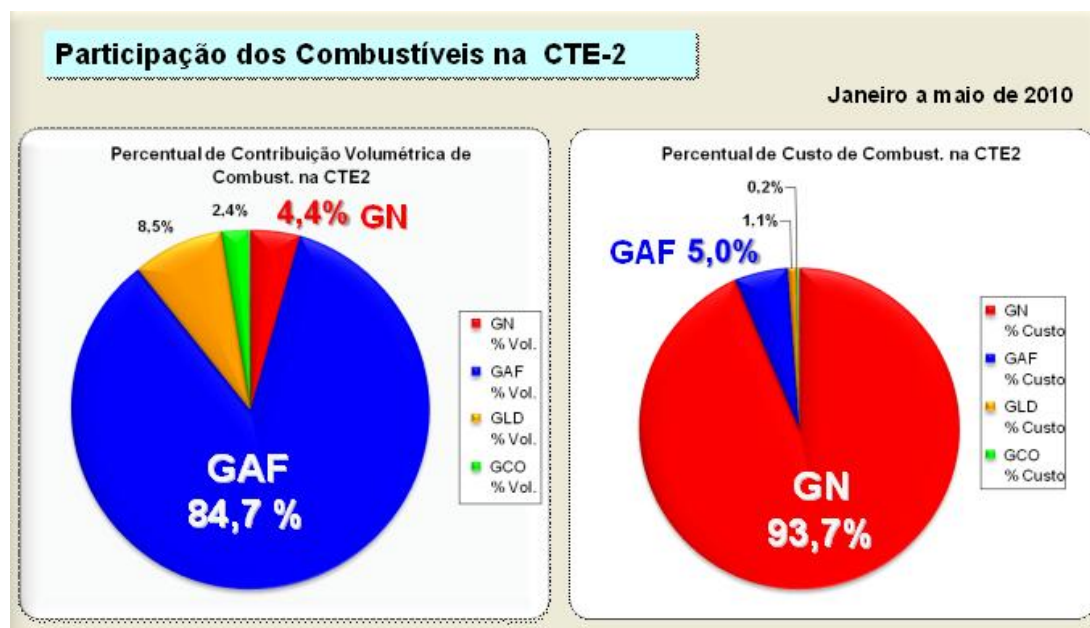


Figura 6. Percentual volumétrico e custo de combustível da CTE-2.

4 DESENVOLVIMENTO DO ESTUDO

Com o cenário supra citado, começaram as análises do projeto, verificando as especificações dos tubos, suas composições químicas e avaliação das condições operacionais.⁽⁶⁾

Conceito: Em função das características de funcionamento e das transformações endotérmicas, as caldeiras tem grandes possibilidades no desenvolvimento de processos de falhas nos seus componentes (tubos nas regiões internas e externas). Estes processos ficam mais acentuados e acelerados, quando submetidos a alta temperatura, cerca de 540°C com altas velocidades de escoamento. Estas condições severas, altera as propriedades físicas e a estrutura interna do material, além de aumentar significativamente a condição externa dos tubos e redução de sua resistência mecânica,⁽⁴⁾ (Figura 7). Integra ABM Disp Caldeiras CTE 2 rev0.doc



Figura 7. Mecanismo de falha das caldeiras.

4.1 Metodologia Aplicada

A avaliação do mecanismo de falhas atuantes nos tubos das caldeiras, seguiu o modelo desenvolvido na Figura 8, onde iniciou-se executando os END's⁽⁷⁾ padrões, com o mapeamento dos pontos críticos, afim de identificar a característica da avaria do tubo. Estas verificações foram em conjunto com avaliação do seu estado físico, com base nos registros dos históricos relevantes de inspeção, manutenção, operação e resultados dos exames executados.

Os exames aplicados foram definidos seguindo a metodologia (Figura 8): Análise crítica dos dados de projeto, determinação dos principais mecanismos de deterioração atuantes e danos associados em cada componente pressurizado, referendados pelas normas técnicas aplicáveis,⁽⁸⁾ na literatura especializada e em experiências adquiridas em outras avaliações de caldeiras.



Figura 8. Fluxograma da avaliação dos mecanismo de falha.



Os estudos indicaram que a integridade mecânica dos componentes (tubos) das caldeiras que se encontram com a sua estrutura metalúrgica comprometida por exposição a temperatura. Como solução, foi efetuado o reparo nos tubos aletados e desenvolvido em conjunto com o fabricante a modificação do material no conjunto de tubos do SCREEN - SH 3 (Superaquecedores) das Caldeiras, com o propósito de alterar a especificação química do material dos tubos, de SA-213 T91 pelo SA-213 TP347H FG.⁽⁹⁾

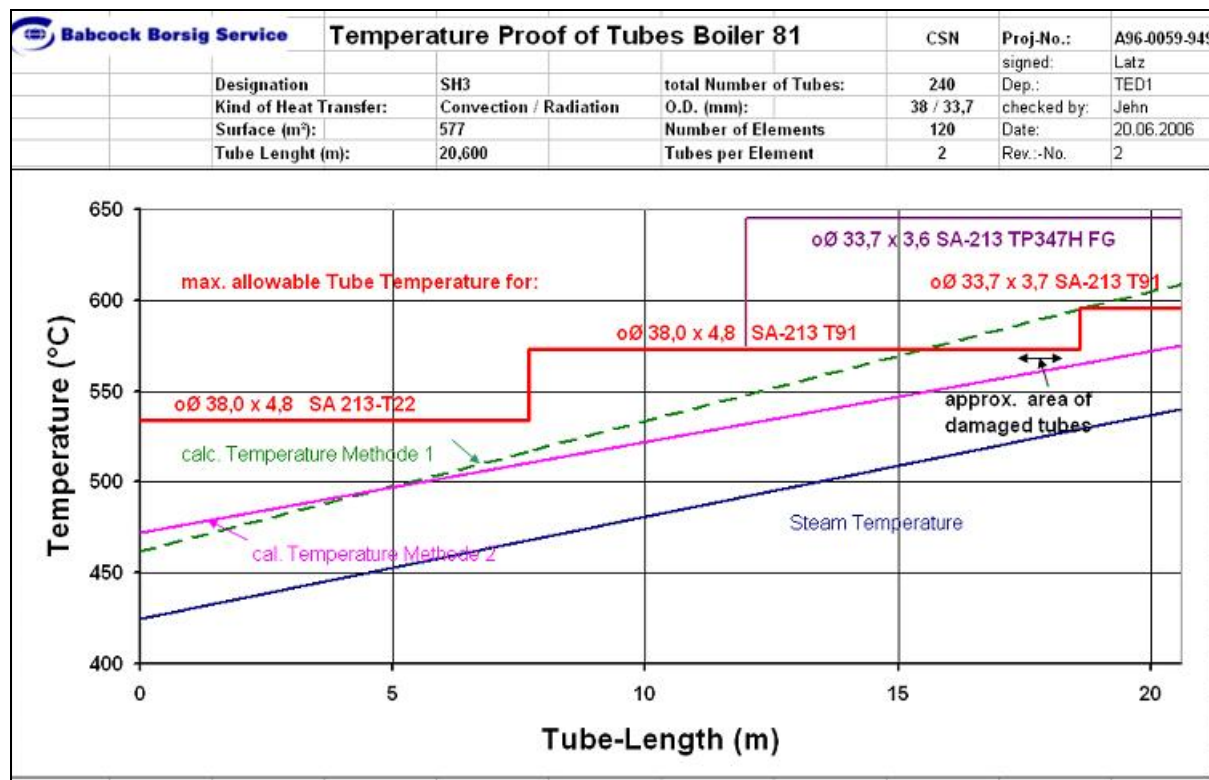


Figura 9. Cálculo termodinâmico tubos de Caldeira.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

As avaliações executadas e os procedimentos adotados,⁽⁶⁾ se mostraram efetivos, uma vez que ocorrências de falhas não mais aconteceram, conforme Tabela 1, levando a:

- aumento da disponibilidade da caldeiras;
- redução do consumo de gás natural nas caldeiras;
- redução do custo operacional; E
- redução do impacto ambiental (Queima do Bleeder).

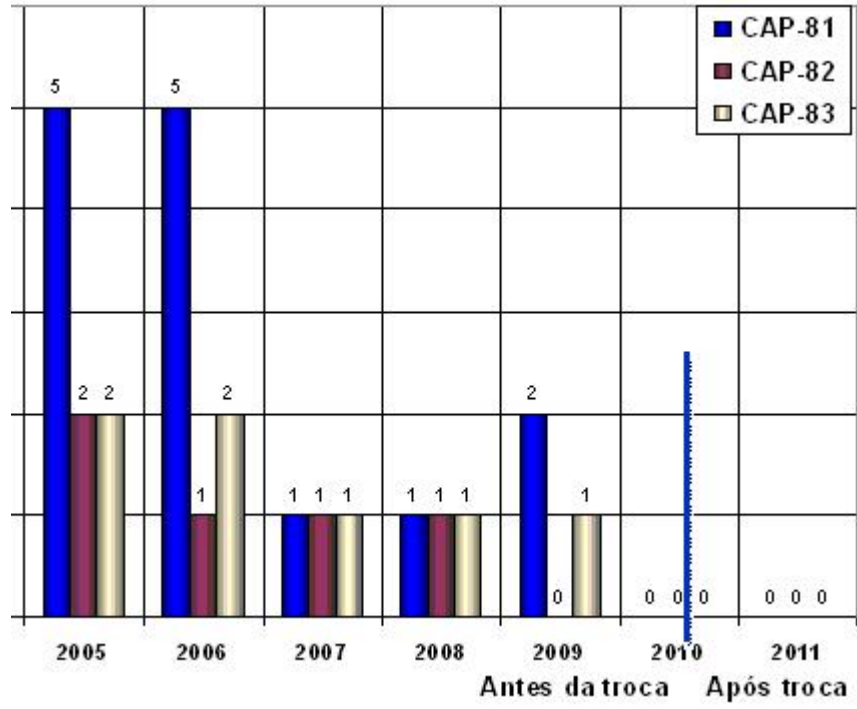


Figura 10. Números de falhas da Caldeiras após eliminação da falha.

Após realizações dos ensaios e testes nos principais componentes da caldeira⁽⁶⁾ pode ser verificado que as condições de falhas foram eliminadas. Então, pôde-se afirmar que a vida residual dos tubos foi prolongada, com a redução do número de falhas e aumento da disponibilidade das caldeiras conforme Figura 11.

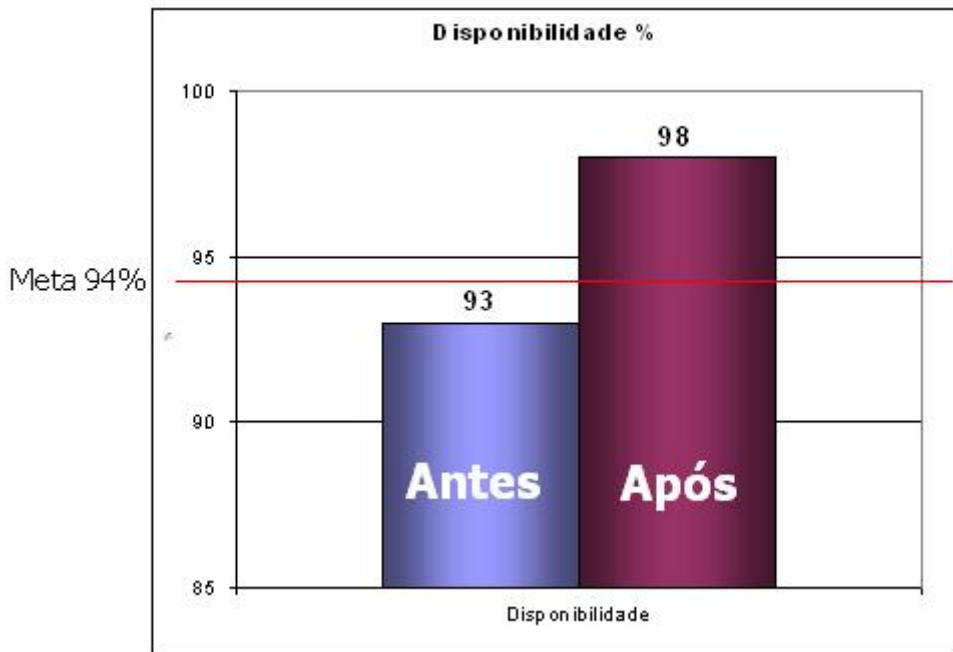


Figura 11. Disponibilidade das Caldeiras.

Com o aumento da disponibilidade pode-se oportunizar o novo modelo operacional, com a maior absorção de GAF e redução da consumo de GN, conforme Figura 12, observamos uma redução de 7,7% na contribuição do custo do GN nos combustíveis consumidos pela CTE#2.

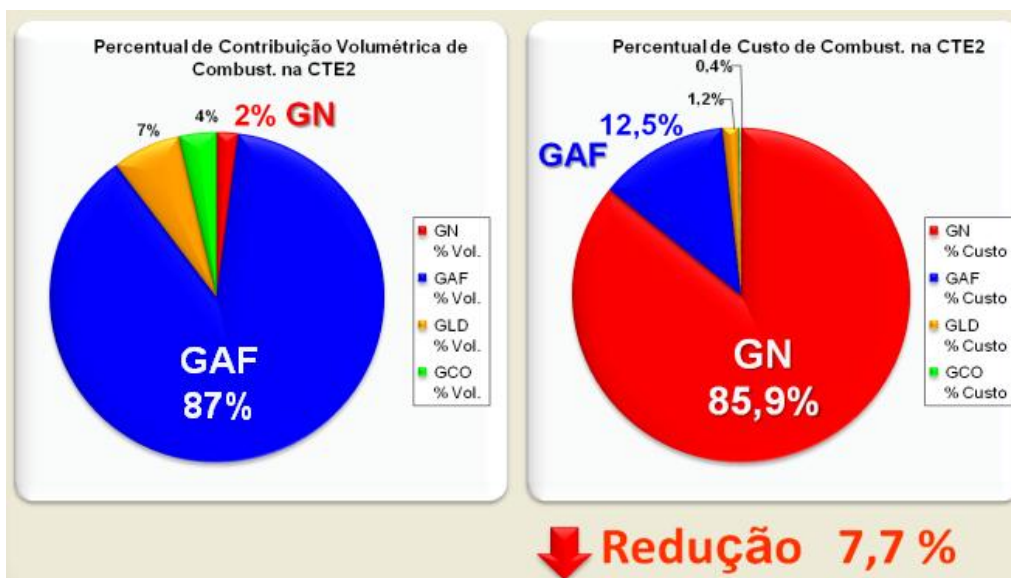


Figura 13. Contribuição Volumétrica e Custo dos Combustíveis da CTE#2.

5.1 Balanço Econômico

Mediante os resultados obtidos, desde a implantação a partir de Junho de 2010, esta contribuição técnica representou para a Empresa sob o ponto de vista de custo, a eliminação de gastos de R\$ 26.855.000,00 (vinte milhões, oitocentos e cinquenta e cinco mil reais) referente ao impacto na geração de energia elétrica e serviços de manutenção e uma economia de R\$ 20.169.080,77 (vinte milhões, cento e sessenta e nove mil, oitenta Reais e setenta e sete centavos) com a redução de gás natural, conforme Tabela 1 e Figura 13.

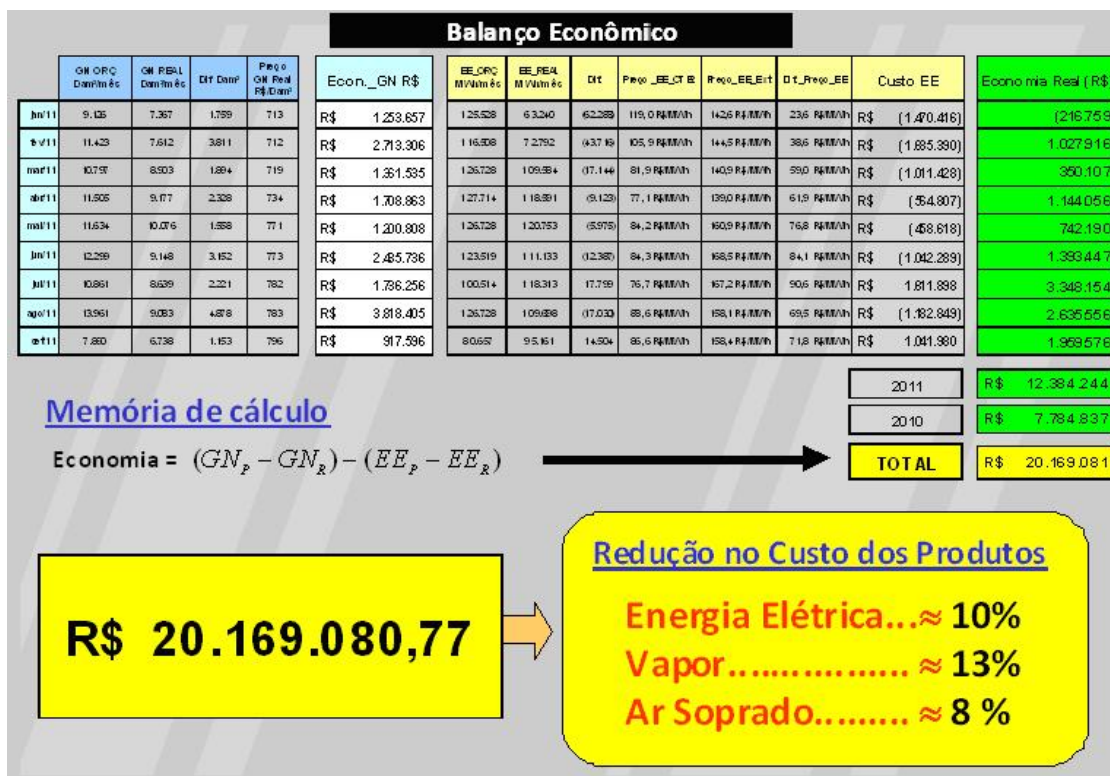


Figura 13. Balanço Econômico.

Tabela 1. Custo e disponibilidade das caldeiras antes e após EPC

	ANTES DA TROCA	APÓS TROCA
Nº PARADAS	27	0 (zero)
HORAS INDISPONÍVEL + HORAS REPARO	2268	0 (zero)
CUSTO MD (H/h)	R\$ 647.000,00	0 (zero)
PERDA GERAÇÃO	201.600 MW	0 (zero)
CUSTO DE GERAÇÃO	R\$ 26.208.000,00	
TOTAL	R\$ 26.855.000,00	0 (zero)

6 CONCLUSÃO

A metodologia aplicada foi eficaz, pois com o desenvolvimento dos estudos conseguiu-se interpretar o mecanismo de falha, conduzindo o equipamento ao aumento da disponibilidade, uma maior absorção de combustível siderúrgico e redução do consumo de gás natural.

Os resultados apresentados foram significativos para as condições de operação atual, o que representa aumento da segurança operacional, redução do custo e impacto ambiental.

O trabalho realizado pelo grupo permitiu a melhoria da performance da Caldeira e a produtividade da geração de vapor e energia elétrica da CTE-2.

REFERÊNCIAS

- 1 TORREIRA, Raul Paragallo. GERADORES DE VAPOR / Companhia Melhoramentos, 1995.



- 2 Manual de Instalação e Operação Steinmuller – Caldeiras MONODRUM da Central Termoeletrica 2, Volta Redonda, 1998.
- 3 WOODRUFF , Everett B. Steam Plant Operation; Seventh Edition; Hebert B. Lammers; Thomas F. Lammers ; Mc Graw – Hill , 1998.
- 4 BRAMBILA , P. A. Curso de Inspeção de Caldeiras – Instituto Santista de qualidade Industrial, 1998 (Apostila).
- 5 TELLES, Pedro Carlos da Silva. Tubulações Industriais; Rio de Janeiro, Livros Técnicos e Científicos, 1987.
- 6 Relatório de Avaliação de Integridade das Caldeiras - CAP 82 e 83- PAMPA / ARAUJO ENGENHARIA, CSN - Volta Redonda, 2010.
- 7 Manual Técnico - Norma Regulamentadora – NR- 13 , Ministério do Trabalho - MTb , Caldeiras e Vasos de Pressão, São Paulo , 2001.
- 8 API Risk Based Inspection 581, American Petroleum Institute , 1st EDITION May, 2005.
- 9 ASME – American Society of Mechanical Engineers – SECTIONS I – Rules for Construcion of Power Boiler, Edition 1995.