



REFORMA DAS CENTRAIS TERMOELÉTRICAS 1 E 2 DA ARCELORMITTAL TUBARÃO¹

Luiz Enrique Sturião²
Heron Domingues de Oliveira³

Resumo

A Central termelétrica da ArcelorMittal Tubarão é composta por seis unidades geradoras com início de operação respectivamente em: 1983 (Unidades 1 e 2), 1998 (Unidade 3), 2004 (Unidade 4) e 2007 (Unidades 5 e 6). O relatório elaborado por empresa especializada em inspeção e avaliação indicou o fim da vida útil de várias partes das instalações das Centrais termelétricas 1 e 2 além da necessidade de digitalização de seu sistema de controle (analógico). Indicou ainda, que a condição de não-operação dos sopradores de fuligem causou efeitos negativos na eficiência térmica da caldeira e na vida útil de seus tubos, além da precariedade do sistema de detecção de chama. Adicionalmente, o governador da turbina e os sistemas elétricos/instrumentação/control das Centrais termelétricas 1 e 2 possuem dificuldade de peças sobressalentes e contratação de serviços especializados causando prazos maiores e custos de manutenção. O objetivo deste trabalho é mostrar como foi o planejamento da reforma das Centrais termelétricas 1 e 2, as modificações dos principais equipamentos da caldeira, turbina, gerador e sistema elétrico, a fase de comissionamento e os resultados obtidos após a reforma das Centrais termelétricas.

Palavras-chave: Termelétrica; Reforma.

ARCELORMITTAL TUBARÃO POWER PLANT UNIT 1 AND UNIT 2 REVAMP

Abstract

The ArcelorMittal Tubarão Power Plant has six generating units that started-up respectively: 1983 (Units 1 and 2), 1998 (Unit 3), 2004 (Unit 4) and 2007 (Units 5 and 6). The specialized inspection company report indicated the end of useful life in many parts of the unit 1 and unit 2 power plants adding the need to digitalize its control system. Also, it was necessary to replace other parts like soot blowers that caused adverse effects on the thermal efficiency of the boiler and in the lifetime of its super heater tubes and the flame detection system that was not working properly. Additionally, it was very costly and difficult to find spare parts for the turbine governor and the electrical/instrumentation/control for those power plants. The purpose of this presentation is to show the planning, execution, commissioning and the results regarding to the power plants Unit 1 and Unit 2 revamp.

Key words: Power plant; Revamp.

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. Gerente da Área de Produção de Energia – ArcelorMittal Tubarão.*

³ *Técnico mecânico. Supervisor de Operação Área de Produção de Energia – ArcelorMittal Tubarão*



1 INTRODUÇÃO

As Centrais termelétricas 1 e 2 estão em operação desde o início da operação da Usina em 1983. Cada central individualmente é composta por uma caldeira de vapor e um conjunto de turbina, gerador e soprador (TGS) em um único eixo, sendo que o soprador pode ser desacoplado quando necessário.

O relatório elaborado por empresa especializada em inspeção de caldeiras juntamente com a avaliação da equipe de manutenção e engenharia indicou o fim da vida útil de várias partes das instalações das Centrais termelétricas 1 e 2. Verificou – se ainda, que a condição de não-operação dos sopradores de fuligem causou efeitos negativos na eficiência térmica da caldeira e na vida útil dos tubos dos superaquecedores. Havia ainda séria deficiência do sistema de detecção de chama. Adicionalmente, o governador da turbina, os sistemas elétricos de instrumentação e controle das Centrais termelétricas 1 e 2 possuem dificuldade de peças sobressalentes e contratação de serviços especializados causando prazos maiores de manutenção e elevados custos.

1.1 Justificativas para Reforma

Principais justificativas:

- partes da planta em final de vida útil;
- garantia de atendimento para os altos fornos e estabilidade do sistema elétrico da companhia (geração própria);
- retornar a operação normal com os sopradores de fuligem e sistema de detecção de chama melhorando eficiência e segurança; e
- garantia de confiabilidade operacional através de serviços e peças sobressalentes de manutenção para o governador da turbina e sistemas elétricos/instrumentação/controle.

1.2 Escopo do Projeto

O escopo básico do projeto da reforma parcial das Centrais termelétricas 1 e 2 incluía as caldeiras e seus periféricos, os conjuntos TGS e seus periféricos, os sistemas elétricos/instrumentação/controle e estruturas metálicas e tubulações em geral desenvolvendo- se as seguintes atividades:

- engenharia básica e detalhada;
- contratação de fornecedores e prestadores de serviços
- fabricação e fornecimento de componentes e acessórios;
- serviços de desmontagem, montagem, jateamento e pintura;
- eliminação e/ou adequação de interferências;
- execução de montagem e desmontagem; e
- testes de campo, comissionamento e testes de performance.



2 PLANEJAMENTO

2.1 Segurança

A segurança foi tratada como prioridade na execução das atividades inclusive com indicativo de atividades críticas, onde especial atenção foi dedicada na execução. Objetivo permanente ao Zero acidente. Equipe exclusiva para a segurança foi dedicada ao projeto, com adoção de campanha utilizando - se faixas e pulseiras especiais (utilizadas para controle de efetivo na obra).

A premissa básica era que a obra fosse realizada individualmente em uma Central Termelétrica sem interferir na operação normal das outras unidades. Esquema especial de isolamento entre as unidades em reforma e operação foi adotado.

Cuidados especiais para análise de interferência para intervenção em partes comuns entre as áreas paradas e em operação foi requerido.

2.2 Garantia de Atendimento

Por se tratar de um período prolongado de indisponibilidade das unidades durante a reforma e visando garantia de atendimento aos Altos fornos, foi executado o projeto de interligação dos sistemas de vapor e água das caldeiras #1, #2 e #3 – Figura 1, de forma que a caldeira 3 que alimenta um grupo turbo gerador (TG) poderia ser utilizada para alimentar uma das caldeiras (1 ou 2) que estivesse em operação e viesse a falhar estando a outra em reforma. Esta interligação demandou adequação operacional que foi testada previamente antes de início da execução das reformas.

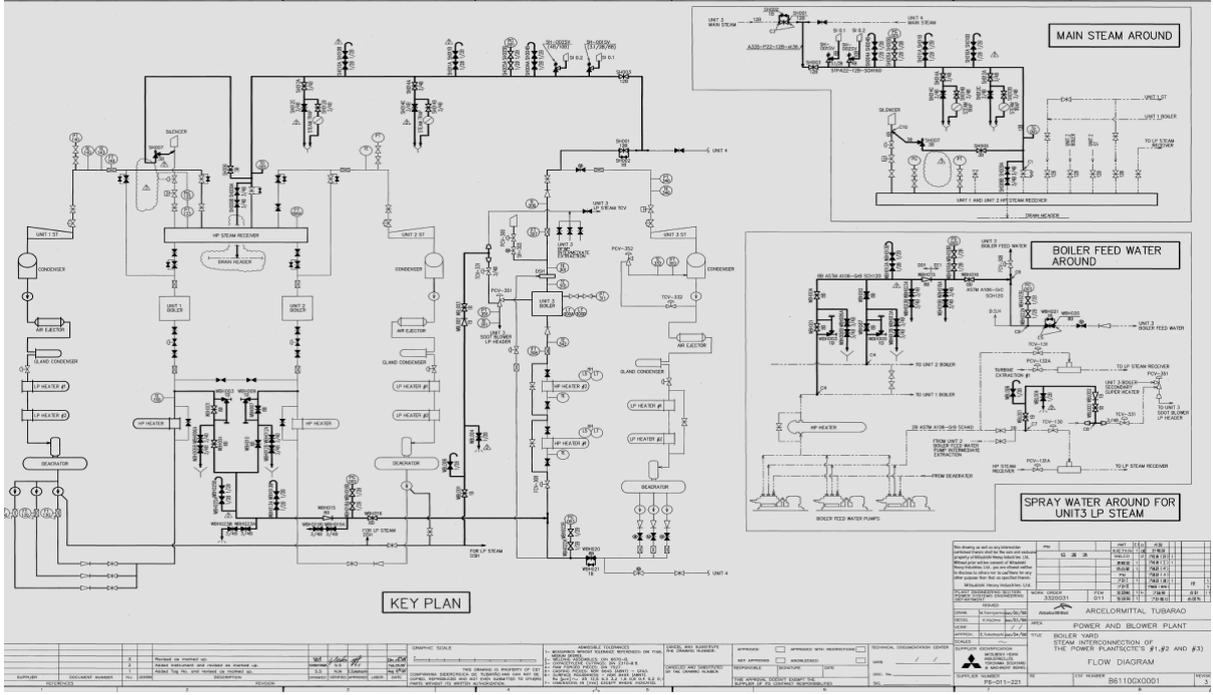


Figura 1. Esquemático da interligação.



2.3 Parceiros Contratados

Tabela 1. Empresas Contratadas e Efetivos

| Area | Fornecedor | Quantidade |
|--------------------------------|-------------------------------|------------|
| Investimento | IMETAME | 120 |
| | CLYDE | 2 |
| | MHI | 8 |
| | YOKOGAWA | 10 |
| | CHLORIDE | 2 |
| | TEREME | 18 |
| | CONVERTEAM | 105 |
| | TURBOTECH | 10 |
| | REFRAMAX | 20 |
| | Sub-total | 295 |
| IGEG Manutenção Mecânica | TURBOTECH | 120 |
| | IMETAME | 170 |
| | SERVMAN | 60 |
| | BOSCH Rex Roth | 30 |
| | TECNOFINK | 20 |
| | ISQ | 40 |
| Sub-total | 440 | |
| IGEE Manutenção Elétrica | W-SERVICE | 13 |
| | PRYSMIAN | 4 |
| | JJMG Engenharia e Consultoria | 2 |
| | GEVISA | 5 |
| | LOOP | 12 |
| | MINAS ENGENHARIA | 8 |
| Sub-total | 44 | |
| TOTAL | | 779 |

3 EXECUÇÃO DOS PROJETOS

A execução da reforma durou em média 98 dias por unidade para a realização dos serviços nos principais equipamentos e seus periféricos.

3.1 Caldeira

Substituição superaquecedores e coletores que apresentavam fim de vida útil e degradação metalúrgica variando entre o estágio inicial e avançado (Figura 2).

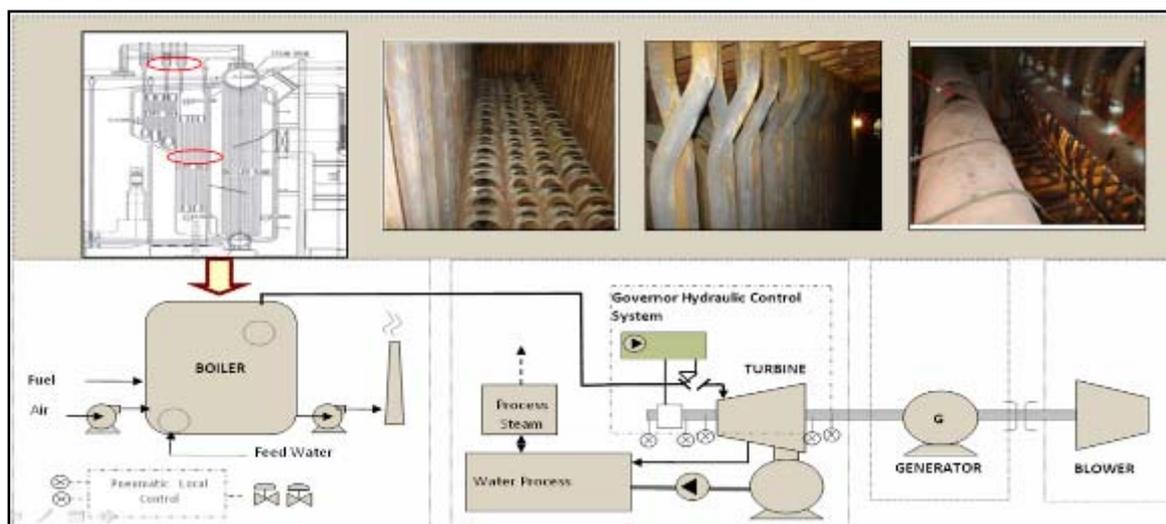


Figura 2. Substituição superaquecedores e coletores.

Substituição dos sopradores de fuligem das caldeiras, inoperantes há vários anos. Com a recomposição há um ganho de eficiência da caldeira (~1,5%). Os pontos interferentes foram modificados (Figura 3).

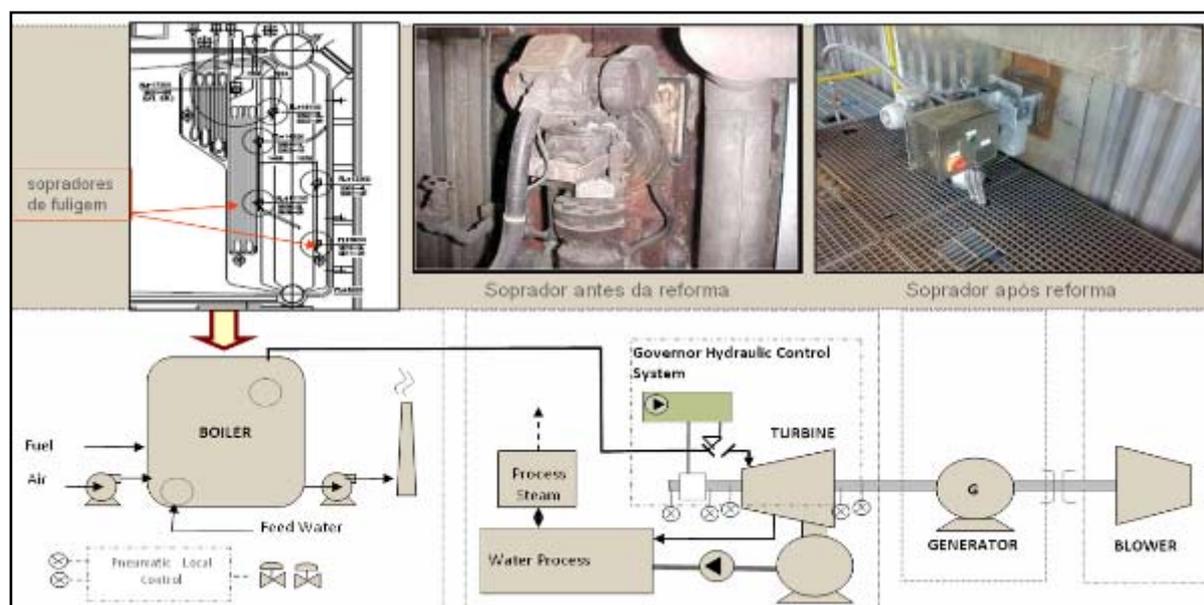


Figura 3. Substituição dos sopradores de fuligem das caldeiras.



Principais pontos de atuação da manutenção na parte interna da caldeira (Figuras 4 e 5).

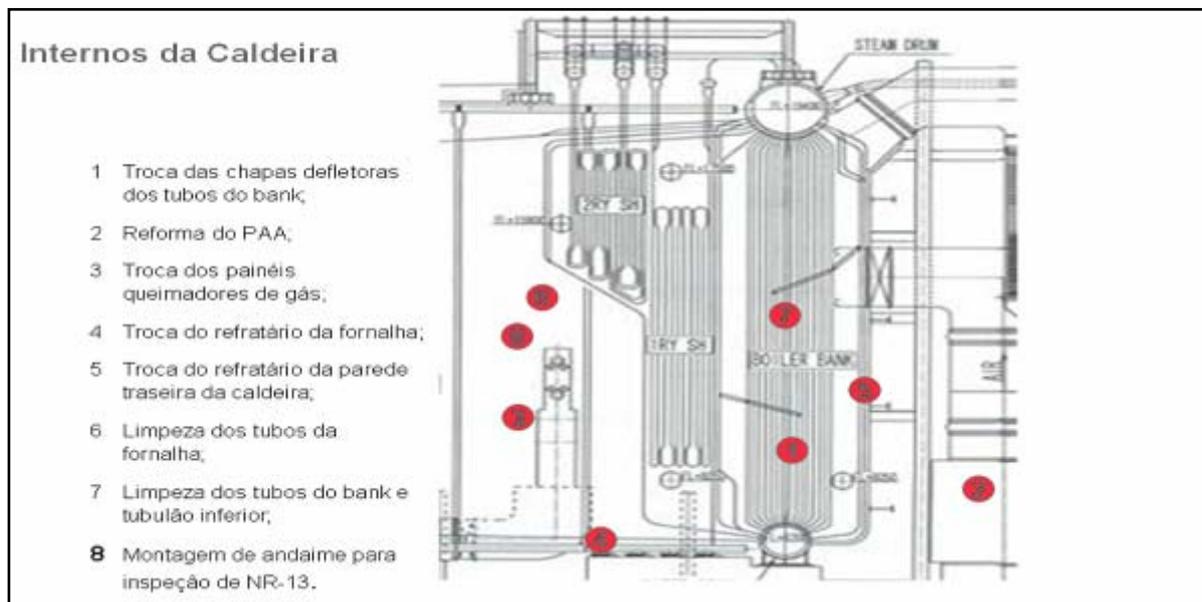


Figura 4. Manutenção na parte interna da caldeira.

Principais pontos de atuação da manutenção na parte externa da caldeira (Figura 5).

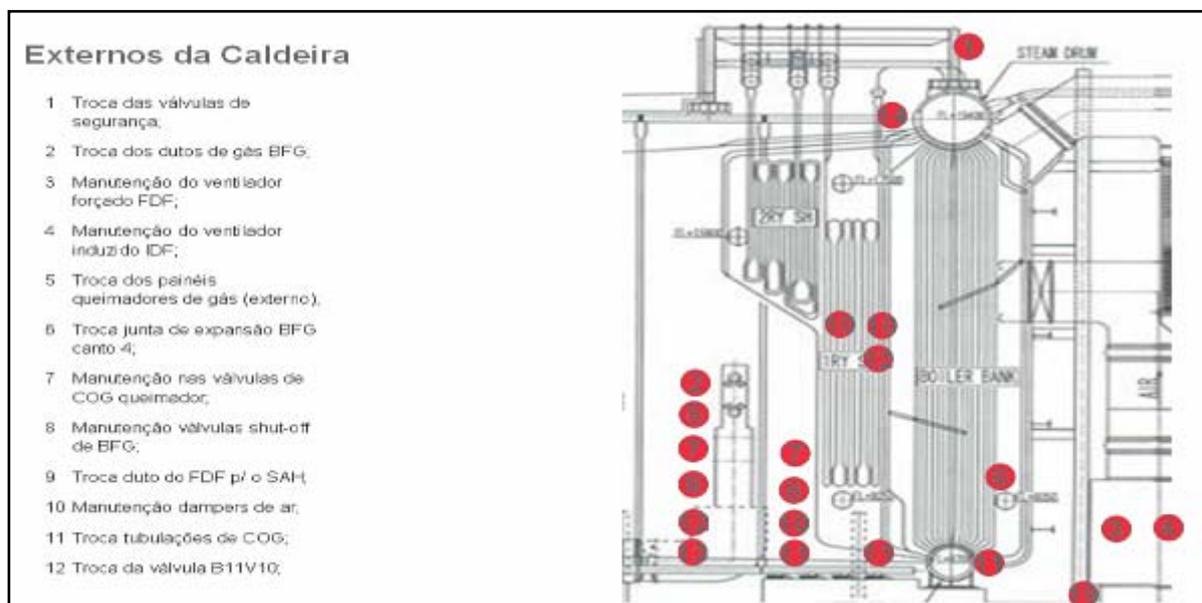


Figura 5. Manutenção na parte externa da caldeira.



A seguir, fotos ilustrativas das intervenções nas Caldeiras (Figuras 6, 7, 8 e 9)



Figura 6. Substituição dos superaquecedores.



Figura 7. Substituição das tubulações de gás.



Figura 8. Substituição da sede de válvulas de gás.



Figura 9. Substituição do rotor de ventilador.

3.4 Sistema de Controle

Substituição aos sistemas de controle analógico e de lógica a relés existentes, para os circuitos de água, vapor, ar, combustíveis, óleo de lubrificação e controle por Sistema de controle e supervisão digital (Figura 10).



Figura 10. Sala de Controle – Interface Homem-Máquina.

Substituição aos sistemas de controle analógico e de lógica a relés existentes, para os circuitos de água, vapor, ar, combustíveis, óleo de lubrificação e controle por Sistema de controle e supervisão digital (Figura 11).

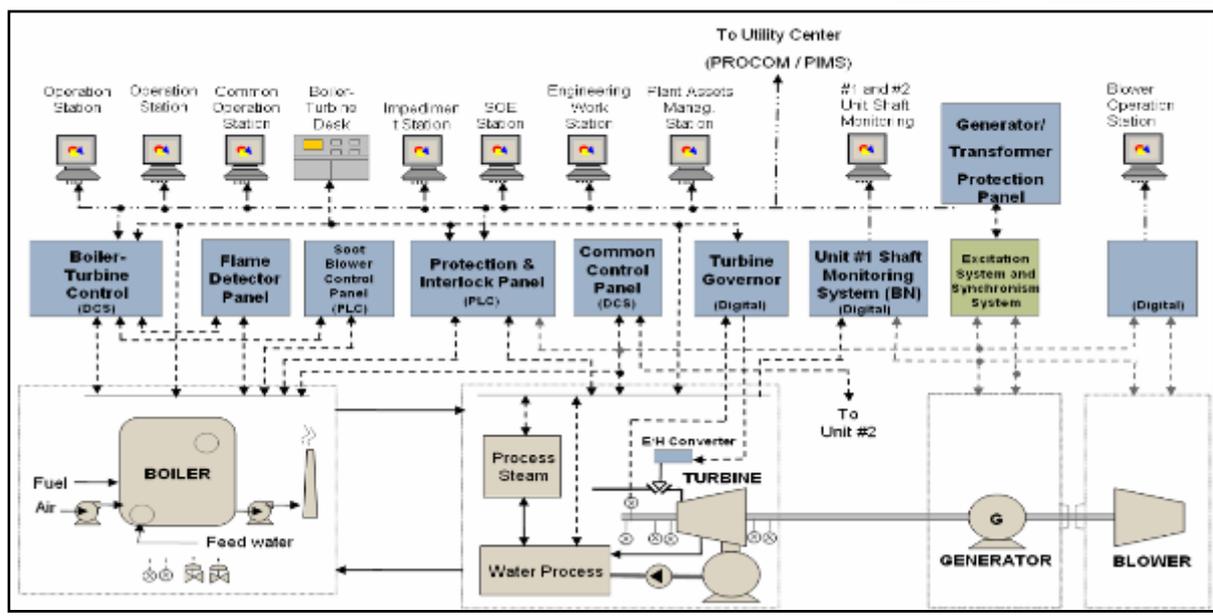


Figura 11. Arquitetura do sistema.

O plano de testes e comissionamento foi elaborado de forma que suas atividades tivesse uma seqüência para colocar a planta em operação de forma a garantir a estabilidade do processo (Figura 12).

| Grupo de Atividades | Atividade |
|---------------------|--|
| 1º | 1.1 Teste de Interlock Integrado |
| | 2.1 Preparativos da Caldeira |
| 2º | 2.2 Partida da Caldeira para comissionamento da Turbina |
| | 2.3 Ajuste dos Controles da Caldeira |
| 3º | 3.1 Partida da Turbina |
| | 3.2 Teste de Sobre Velocidade da Turbina |
| 4º | 4.1 Ajuste do Detector de Chama |
| | 5.1 Teste de Curto Circuito do Gerador/Transformador |
| 5º | 5.2 Teste de curto-circuito envolvendo somente o Gerador |
| | 5.3 Teste a Vazio do Gerador |
| | 5.4 Teste de curto-circuito monofásico |
| | 5.5 Teste de Energização reversa (Turbina Parada) |
| | 5.6 Teste de Primeiro Sincronismo |
| | 5.7 Testes de Bloqueio / Trip do Gerador e Transformador |
| | 5.8 Teste de Motorização |
| 6º | 5.9 Teste de Funções de Proteção |
| | 6.1 Teste de Carga com a Turbina e de Rejeição |
| 7º | 6.2 Regulagem do Governador |
| | 7.1 Teste do Soprador de Fuligem |
| 8º | 8.1 Comissionamento do Soprador |

Figura 12. Programação de atividade de comissionamento.

As inovações tecnológicas implementadas nas Centrais Termelétricas 1 e 2 proporcionaram uma surpreendente integração com as demais Centrais termelétricas.

Sistemas que antes operavam isolados entre si foram revistos e reprogramados para operarem integrados, como se fossem um único sistema, aumentando a estabilidade dos processos nos quais eles estão inseridos.

A substituição dos sistemas de controle analógico, constituído por imensos e ultrapassados painéis pelo sistema de controle digital, similar aos já existentes nas Centrais Termelétricas 3 e 4 representou redução imediata no índice de manutenções corretivas nestes sistemas e maior confiabilidade



3.2 Turbina

Principais pontos de atuação da manutenção na Turbina (Figuras 13 e 14).



Figura 13. Substituição do eixo da turbina.



Figura 14. Manutenção no eixo do soprador.

Substituição do governador hidráulico por um eletro-hidráulico, incluindo nova instrumentação e funções de proteção e controle (Figura 15).

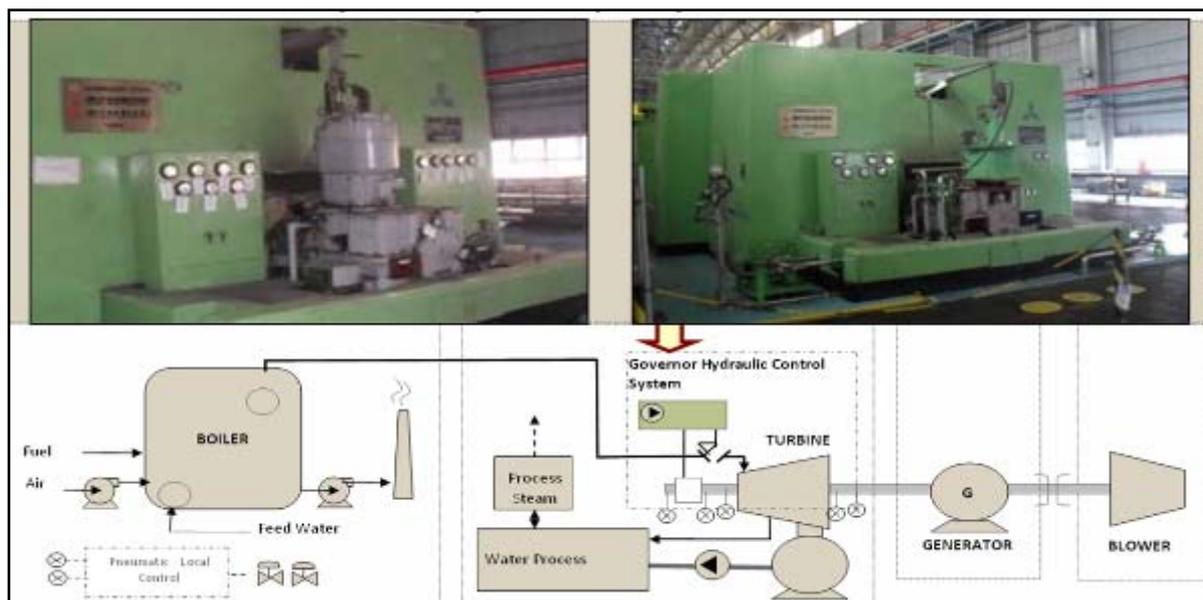


Figura 15. Substituição do governador hidráulico por um eletro-hidráulico.



3.3 Sistema Elétrico

Substituição dos sistemas de comando e proteção eletromecânicos dos geradores, transformadores e modificações nos painéis do sistema de distribuição de energia para sistema digital de controle (Figura 16).



Figura 16. Substituição dos sistemas de comando e proteção eletromecânicos

4 COMISSIONAMENTO E TESTES

A fase de Testes e Comissionamento compreendeu as atividades de execução dos testes de lógicas e equipamentos para comprovação da performance. As atividades de testes iniciaram-se com a energização dos equipamentos, contemplando, dentre outros, os testes das redes de comunicação, funcionais e intertravamento individuais e grupo dos equipamentos e partida da planta (Figura 17).

| | | |
|--|--|--|
| <p>ARCELORMITTAL TUBARAO</p> <p>AREA POWER AND BLOWER PLANT – UNIT 1 & 2</p> <p>TITLE REVAMPING OF THE POWER PLANT #1&#2</p> <p>BOILER YARD</p> <p>SITE TEST PROCEDURE FOR SUPERHEATER</p> | <p>ARCELORMITTAL TUBARAO</p> <p>AREA POWER AND BLOWER PLANT – UNIT 1 & 2</p> <p>TITLE REVAMPING OF THE POWER PLANT #1&#2</p> <p>BOILER YARD</p> <p>COMMISSIONING PROCEDURE FOR GENERAL SOOT BLOWERS</p> | <p>ARCELORMITTAL TUBARAO</p> <p>AREA POWER AND BLOWER PLANT – UNIT 1 & 2</p> <p>TITLE REVAMPING OF THE POWER PLANT #1&#2</p> <p>BOILER YARD</p> <p>BOILING OUT PROCEDURE</p> |
| <p>ARCELORMITTAL TUBARAO</p> <p>AREA POWER PLANT – UNIT 1 & 2</p> <p>TITLE REVAMP OF THE TURBINE GOVERNING SYSTEM OF THE POWER PLANTS (GTE'S #1 AND #2)</p> <p>Commissioning Test Procedure</p> | <p>ARCELORMITTAL TUBARAO</p> <p>AREA POWER AND BLOWER PLANT – UNIT 1 & 2</p> <p>TITLE REVAMPING OF THE POWER PLANT #1&#2</p> <p>BOILER YARD</p> <p>BLOWING OUT PROCEDURE</p> | <p>COMPANHIA SIDERURGICA DE TUBARAO</p> <p>AREA POWER AND BLOWER PLANT – UNIT 1 & 2</p> <p>TITLE REVAMPING OF THE POWER PLANT #1 & #2</p> <p>BOILER YARD</p> <p>ALARM & INTERLOCK TEST PROCEDURE FOR BOILER & TURBINE</p> |
| <p>ARCELORMITTAL TUBARAO</p> <p>AREA POWER AND BLOWER PLANT – UNIT 1 & 2</p> <p>TITLE REVAMPING OF THE POWER PLANT #1&#2</p> <p>BOILER YARD</p> <p>LOOP CHECK PROCEDURE</p> | <p>ARCELORMITTAL TUBARAO</p> <p>AREA POWER AND BLOWER PLANT – UNIT 1 & 2</p> <p>TITLE REVAMPING OF THE POWER PLANT #1&#2</p> <p>BOILER YARD</p> <p>FLAME DETECTOR SITE TEST PROCEDURE</p> | <p>ARCELORMITTAL TUBARAO</p> <p>AREA POWER AND BLOWER PLANT – UNIT 1 & 2</p> <p>TITLE REVAMPING OF THE POWER PLANT #1 & #2</p> <p>BOILER YARD</p> <p>ALARM & INTERLOCK TEST PROCEDURE FOR BOILER & TURBINE</p> |

Figura 17. Procedimentos de testes.

5 RESULTADOS

A experiência adquirida com a operação das Centrais Termelétricas 3 e 4, que foram concebidas sob o conceito de maximização da automatização de seus sistemas, nos permitiu rever conceitos arcaicos antes presentes nas Centrais Termelétricas 1 e 2.



Sob esta nova ótica, revimos o funcionamento de alguns sistemas de controle imprescindíveis à operação destas unidades pós digitalização.

Sistemas desativados durante os longos anos de operação das Centrais Termelétricas 1 e 2 por falta de funcionalidade ou mesmo por falta de peças sobressalentes foram revistos, revitalizados e reintegrados às caldeiras aumentando a confiabilidade dos sistemas de segurança e controle destas unidades.

As otimizações advindas da digitalização das Centrais Termelétricas 1 e 2 ainda hoje estão sendo contabilizadas. A operação, engenharia e manutenções se preparam a cada dia, revendo procedimentos e propondo melhorias que condizem com a rotina de operação otimizada destas unidades.

Com este princípio em mente, é possível vislumbrar as inúmeras oportunidades de melhoria que jazem contidas no contexto “Reforma das Centrais Termelétricas 1 e 2”.

Os principais ganhos obtidos com a reforma foram:

- maior estabilidade operacional;
- maior segurança operacional;
- maior facilidade de aquisição de sobressalentes;
- maior rendimento da caldeira;
- maior conservação e elevação da vida útil do banco de tubos;
- melhor interação homem máquina;
- levantamentos de dados operacionais com maior precisão; E
- melhor rendimento nos superaquecedores (Figura 18).

AVALIAÇÃO DE RESULTADOS DA TROCA DO SUPERAQUECEDOR

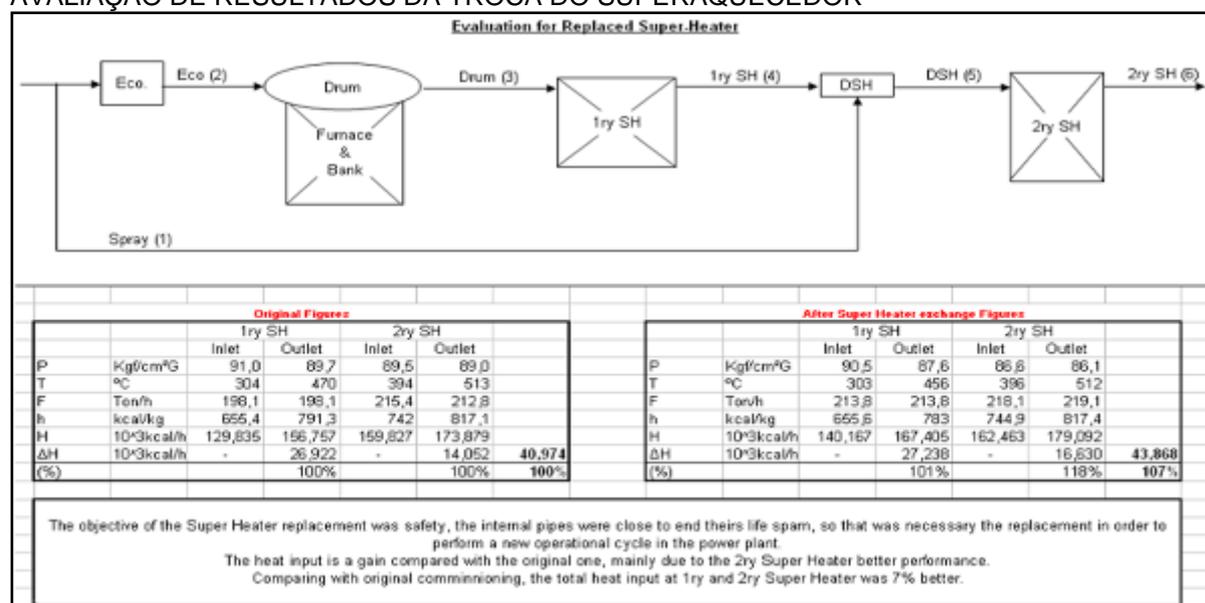


Figura 18. Evolução dos superaquecedores.

6 CONCLUSÃO

O Planejamento adequado associado à integração entre as empresas contratadas, as equipes de Operação, Manutenção, Engenharia e Segurança do Trabalho, nos levaram à obtenção de excelentes resultados e sucesso na execução deste desafiador projeto, restabelecendo a confiabilidade e a garantia operacional, tudo isso com excelentes resultados em Segurança Pessoal.