

# BANCADA DE TESTES DE TURBINAS CONSOLIDAÇÃO DA MANUTENÇÃO DE TURBO EXPANSORES NO BRASIL<sup>1</sup>

Antonio Martinho Neto<sup>2</sup>  
Antonio Luis dos Santos<sup>3</sup>

## Resumo

O objetivo deste trabalho é mostrar a viabilidade da implantação da bancada de testes de turbinas expansoras como etapa final do projeto de nacionalização da manutenção destes equipamentos pela Central de Confiabilidade e Manutenção – CCM, sediada em Santo André – SP, de modo que a White Martins Gases Industriais Ltda. garanta a confiabilidade operacional de suas plantas.

**Palavras-chave:** Bancada de testes; Turbinas expansoras

## TURBINE TEST STAND FINAL STEP TO INTRODUCE TURBO EXPANDER MAINTENANCE IN BRAZIL

## Abstract

The purpose of this document is to describe the importance of the turbine test stand as the final step of introducing the maintenance process of turbo expanders at the White Martins Gases Industriais Ltda reliability center in Santo André – SP in order to guarantee operational reliability for its units.

**Key words:** Test stand, Turbo expanders.

<sup>1</sup> *Contribuição técnica ao XXII Encontro de Produtores e Consumidores de Gases Industriais, 15 a 17 de agosto de 2007, Vitória – ES, Brasil.*

<sup>2</sup> *Gerente da Central Confiabilidade e Manutenção - White Martins Gases Industriais Ltda*

<sup>3</sup> *Engenheiro Especialista Mecânico da Central Confiabilidade e Manutenção - White Martins Gases Industriais Ltda*

## 1 INTRODUÇÃO

O mercado de gases chamados “gases do ar” (oxigênio, nitrogênio, argônio, hélio etc) é um dos mais competitivos. Em muitos casos, para a expansão no mercado e aquisição de bons contratos são necessários:

- Grande investimento de capital;
- Padronização de fábricas;
- Rede de distribuição estruturada;
- Suporte técnico com desenvolvimento de tecnologia;
- Modernização contínua para aumento de eficiência.

O custo de produção dos gases do ar é composto, basicamente, pelos seguintes itens: energia elétrica, recursos humanos e manutenção.

A manutenção de plantas de produção de gases envolve profissionais especializados, processos e componentes sofisticados e distintos dos demais ramos da indústria. Estas plantas operam com temperaturas criogênicas (da ordem de  $-180^{\circ}\text{C}$ ). Devido ao elevado número de fábricas, a estratégia da empresa é possuir além das equipes de manutenção rotineira (menos especializada) em cada uma de suas unidades, outras duas estruturas centrais para a manutenção de equipamentos, sendo:

- Uma central de manutenção de equipamentos rotativos, elétricos, instrumentação e confiabilidade (Central de Confiabilidade e Manutenção – CCM – São Paulo);
- Uma estrutura de manutenção de equipamentos criogênicos estacionários, junto à fábrica de equipamentos de processo para plantas de gases (Fábrica de Equipamentos Criogênicos – FEC – Rio de Janeiro).

A Central de Confiabilidade e Manutenção é responsável pela execução da manutenção de diversos equipamentos de instrumentação, elétricos e mecânicos, dentre eles, as turbinas expansoras, utilizados para expansão e resfriamento dos gases (atingindo temperaturas criogênicas) em plantas de separação de gases do ar em várias localidades do Brasil e da América do Sul.

As turbinas expansoras por serem essenciais à operação (sua parada produzirá perda total ou parcial da produção) possuem “cartuchos reservas” completos para serem substituídos rapidamente quando necessário, garantindo o atendimento às metas de confiabilidade operacional definidas pela empresa.

Uma planta é considerada *disponível* se a capacidade de produção é alcançada e entregue ao cliente quando este necessita de produto. O objetivo primário do Sistema de Reporte de Paradas é calcular as medidas de Disponibilidade e Confiabilidade para cada corrente de produto em cada localidade. Destas medidas obter-se-á uma média que será um valor total para cada usina e região.

A empresa fábrica hoje suas próprias turbinas nos Estados Unidos, visando otimizar prazos e custos e desenvolver sua própria tecnologia.

As turbinas da marca Praxair, atualmente, passam por manutenção nas instalações do fabricante nos Estados Unidos. A proposta deste projeto é nacionalizar a manutenção e os sobressalentes desta marca de turbinas expansoras.

## **2 A EMPRESA**

A *White Martins*, com 95 anos no mercado, é a maior empresa de gases industriais da América do Sul.

Seu portfólio de produtos inclui gases atmosféricos (oxigênio, nitrogênio e argônio), gases de processo (gás carbônico, acetileno, hidrogênio, misturas para soldagem), gases especiais e medicinais, cilindros de aço sem costura, equipamentos para soldagem e equipamentos para aplicação, transporte e armazenamento de gases.

A *White Martins* fornece seus produtos para todos os pólos petroquímicos e é uma das maiores parceiras da indústria siderúrgica brasileira. A empresa tem também uma forte presença no setor metal mecânico, de alimentos, bebidas, meio ambiente e no segmento de clientes de pequeno consumo, e no setor médico-hospitalar.

## **3 A MANUTENÇÃO DE TURBINAS EXPANSORAS**

As turbinas expansoras, objeto deste trabalho, atualmente, são recondiçionadas nas instalações do fabricante do equipamento em nos EUA, demandando um prazo entre envio, manutenção e retorno de até 12 meses, devido aos seguintes fatores:

- Desembaraço alfandegário em cada país, aproximadamente de um mês;
- Desmontagem e inspeção do equipamento, aproximadamente de um mês;
- Emissão e aprovação da proposta técnico-comercial, aproximadamente de três meses;
- Fabricação dos sobressalentes necessários, aproximadamente de quatro meses;
- Montagem e teste do equipamento, aproximadamente de dois meses;

Os custos de manutenção destes equipamentos, por ser esta realizada no exterior, são elevados, onerando os custos de manutenção das plantas.

## **4 OBJETIVOS DO TRABALHO**

O objetivo é demonstrar a importância estratégica da nacionalização da manutenção das turbinas expansoras já citadas, destacando o diferencial da empresa que é a implementação de uma bancada de testes de turbo expansores no Brasil.

## **5 RELEVÂNCIA DO TEMA**

Com a implantação deste projeto, estrategicamente teremos uma grande melhora no que tange ao aumento da confiabilidade que é um fator importantíssimo que envolve segurança operacional de diversos clientes, quando nos referimos à indústria petroquímica e siderúrgica.

A política de sobressalentes da *White Martins* (SMP-603) determina os itens, quantidade e local onde as peças devem ser mantidas.

“O objetivo do procedimento é definir critérios de sobressalentes a serem mantidos em estoque de modo a garantir a confiabilidade desejada em nossas unidades a custos otimizados.” Explorando ao máximo o conceito de intercambiabilidade. Abaixo exemplo de kit estratégico para turbinas expansoras.

**Tabela 1.** Sobressalentes Necessários às Turbinas 10/01/2007

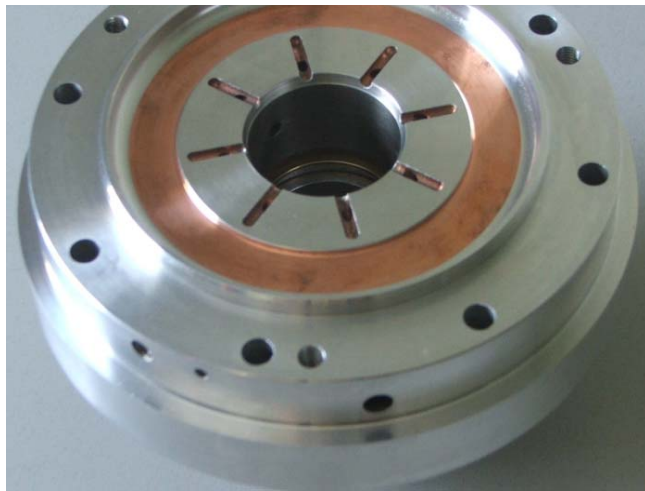
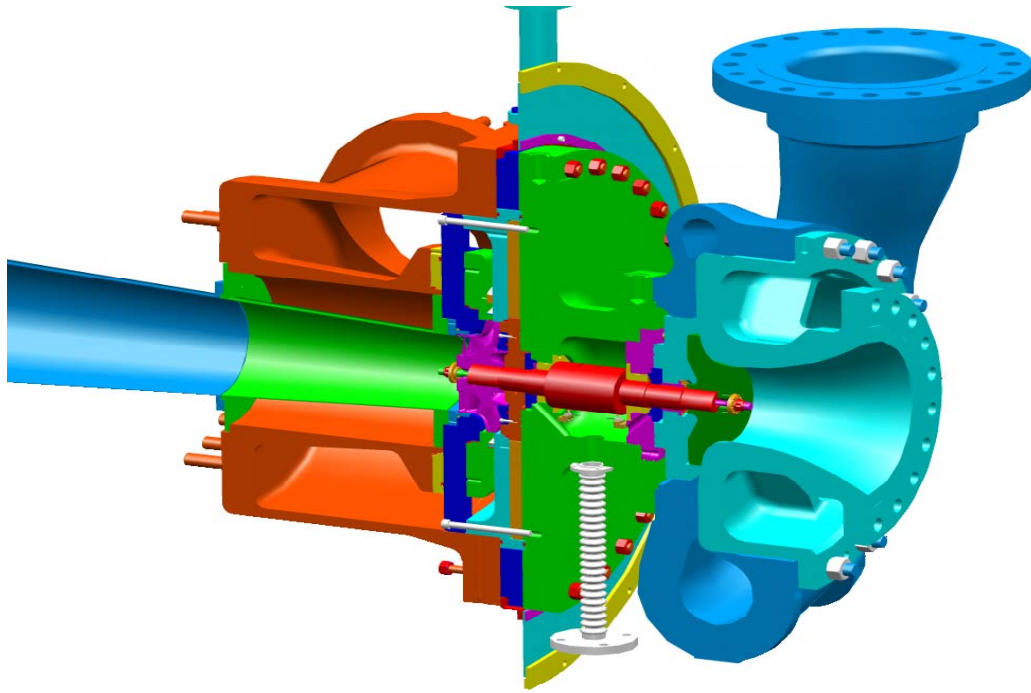
| Descrição               | Qtd    | Estoque Nacional | Estoque Fornecedor | Estoque Planta |
|-------------------------|--------|------------------|--------------------|----------------|
| Cartucho reserva        | 1      | x                |                    |                |
| Juntas                  | 1 Jogo | x                |                    |                |
| Bomba de óleo principal | 1      | x                |                    |                |
| Sêlo da bomba de óleo   | 1 Jogo | x                |                    |                |
| Bomba de óleo auxiliar  | 1      | x                |                    |                |
| Elemento filtro de óleo | 2 Jogo |                  |                    | x              |
| Filtro de óleo completo | 1 Jogo | x                |                    |                |

Fonte: Política de Sobressalentes White Martins

Conforme exposto, devemos possuir apenas um cartucho reserva por modelo de turbina, devido ao custo elevado deste ativo. Caso venha a ocorrer uma falha prematura em um cartucho recém-substituído, seria impossível retomar a produção da planta. Mesmo que se consiga efetuar o reparo nos Estados Unidos em emergência, isto demandaria, no mínimo, 30 dias de perda de produção. Com isso, deixar-se-ia de fornecer o produto ao cliente, comprometendo sua produção, podendo gerar enormes prejuízos financeiros pela perda de produção e, além disso, a empresa sofreria sanções contratuais. Os custos de manutenção destes equipamentos no exterior e, com a implantação do projeto, será gerada uma economia da ordem de 50%.

## 6 APRESENTAÇÃO DA TURBINA EXPANSORA

Uma turbina expansora possui, basicamente, uma carcaça chamada voluta e, internamente, um rotor montado em um eixo que é suportado por mancais. O gás entra por um bocal com alta pressão e movimentado o rotor. Ao passar pelo rotor, o gás perde pressão, se expande e a temperatura cai. A turbina é a principal fonte de refrigeração do processo de separação do ar. O rotor gira a altas rotações e esta energia mecânica é reaproveitada por um gerador, compressor ou dissipada por um freio.



*Fonte: Centro de Confiabilidade da White Martins*  
**Figura 2.** Foto de um Mancal da Turbina Modelo LDBC/W-701



*Fonte: Centro de Confiabilidade da White Martins*

**Figura 3** Foto do Conjunto Rotativo da Turbina Modelo LDBC/W-701

## **7 TESTE DE TUBINAS EXPANSORAS**

A manutenção de turbinas expansoras é crítica com relação a retrabalhos. Além dos custos altos de reparo e instalação, quando o equipamento não opera satisfatoriamente no campo o retrabalho implica em tempo adicional de parada muito grande, o que significa indisponibilidade. Este tipo de equipamento não é reparado ou desmontado no campo, sempre devendo retornar a oficina especializada. As turbinas são montadas em um invólucro isolado termicamente conhecido como caixa fria. Tanto a montagem como a desmontagem envolvem operações complexas como degelo da planta, retirada de isolante e conexões de utilidades como óleo de lubrificação, selagem, instrumentação etc. Um retrabalho implica em um atraso mínimo de 3 dias (caso haja disponível uma outra turbina para substituição).

O teste de uma turbina expansora tem por objetivo assegurar a qualidade do processo de reparo evitando retrabalhos e consequentemente indisponibilidade das plantas. É a última etapa do processo de nacionalização da manutenção de turbo expansores na empresa. Este teste não visa a medição de performance e eficiência dos equipamentos e sim o funcionamento mecânico e variáveis como: temperaturas de mancais, vazamentos de óleo e gás, níveis de vibração e eventuais correções de balanceamento na rotação de trabalho.

## **8 PROJETO DA BANCADA DE TESTES**

A estrutura para testar turbinas expansoras envolve altos custos. Para acionar um turbo expansor de grande porte é necessária uma vazão de ar da ordem de 10000 Nm<sup>3</sup>/h @ 10Kg/cm<sup>2</sup>. Vazão esta correspondente ao acionamento sem carga. O ar deve ser seco e isento de óleo uma vez que os turbo expansores não podem ser

contaminados por hidrocarbonetos e requerem uma limpeza típica para serviços com oxigênio. Para acionar estes equipamentos seria necessário um turbo compressor com sistema de purificação do ar.

A solução encontrada para acionamento da bancada de testes foi a utilização de parte da vazão de ar de uma planta existente em Santo André – SP. A planta da White Martins de Capuava é uma planta de separação de ar que atende ao Polo Petroquímico de Capuava. No mesmo site desta planta está instalado o Centro de Confiabilidade de Manutenção da empresa com a oficina especializada e estoque central de componentes. Abaixo foto ilustrativa da instalação.



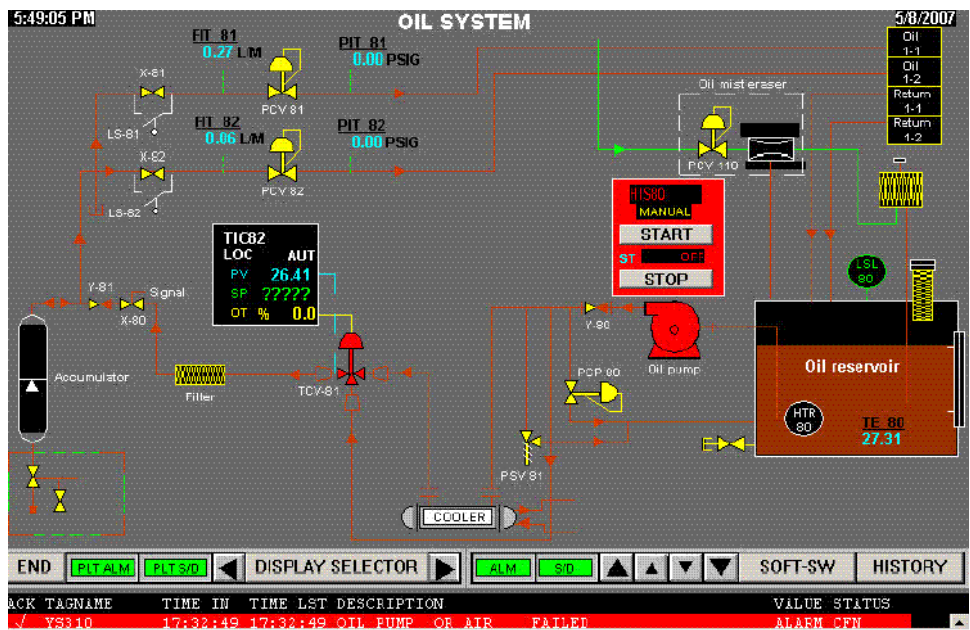
*Fonte: Centro de Confiabilidade da White Martins*

**Figura 4** Vista da Bancada de Testes de Turbinas

Para a lubrificação dos mancais das turbinas e acionamento de dinamômetro hidráulico foi instalado um sistema de lubrificação forçada com: demister, acumulador hidráulico, filtro de óleo 10microns, aquecedor com termostato, válvula automática de controle de temperatura, sistema de vácuo, controle de vazão e pressão.

A bancada permite o acionamento das turbinas até 10000 Nm<sup>3</sup>/h @ 10 bar de pressão de admissão. Todas as proteções existentes numa instalação real estão disponíveis. A instalação possui uma válvula de segurança na linha de admissão e uma válvula vent de escape rápido para desviar o fluxo instantaneamente da linha de admissão (1 seg).

O controle é feito por um PLC. reproduzindo também a mesma arquitetura da malha de controle existente nas plantas da empresa.



Fonte: Centro de Confiabilidade da White Martins

Figuras 5 Tela do sistema supervisorio



Fonte: Centro de Confiabilidade da White Martins

Figura 6 Painel com PLC

As turbinas são suportadas em uma estrutura metálica durante a instalação e suspensas na talha para teste. O acionamento de ar é feito por mangueira flexível de alta pressão. Desta maneira evita-se tensionamentos e influências externas nos níveis de vibração.





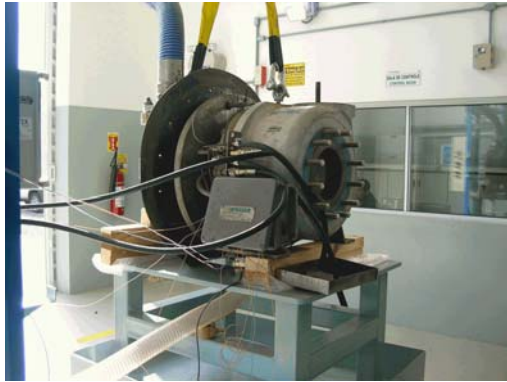
**Fonte:** Centro de Confiabilidade da White Martins  
**Figura 7** Vista Interna da Instalação



**Fonte:** Centro de Confiabilidade da White Martins  
**Figura 8** Fixação da Turbina



**Fonte:** Centro de Confiabilidade da White Martins  
**Figura 9** Alimentação de Ar



*Fonte: Centro de Confiabilidade da White Martins*  
**Figura 10** Turbina em Teste

O prédio possui isolamento acústica, uma vez que o ruído gerado é da ordem de 110dBA, assim como a sala de controle.



*Fonte: Centro de Confiabilidade da White Martins*  
**Figura 11** Sala de Controle

A função da estrutura de testes é atender as turbinas de fabricação Praxair, que hoje são o padrão da empresa, embora a instalação versátil permite o teste de qualquer turbina expansora dentro do range mencionado. O projeto foi adequado a todas as normas de segurança da empresa e a operação da instalação possui um procedimento específico integrado a planta de separação existente. A bancada permite o teste de um equipamento por vez e o tempo de instalação de uma turbina é em torno de 2 horas (Turbinas Praxair). A instalação já se encontra em funcionamento com os primeiros testes realizados em maio de 2007.

## 8 CONCLUSÕES

O projeto mostra-se viável já com resultados comprovados, considerando os seguintes aspectos:

- **Qualidade** – Colocando-se em prática as etapas detalhadas anteriormente, podemos garantir que a manutenção destes equipamentos no Brasil possuirão qualidade igual à executada nos EUA;
- **Prazo de Manutenção** – Efetuando-se a manutenção no Brasil, teremos o equipamento reparado num prazo consideravelmente inferior que quando reparado nos EUA;

- **Custo** – O custo da manutenção realizado no Brasil é cerca de 50% menor que no exterior;
- **Investimento** – Sob o ponto de vista estratégico, evitando falhas prematuras de equipamento recém-substituídos e conseqüentemente interrupção ao fornecimento de produto ao clientes justificam o investimento se comparado a ordem de grandeza das multas contratuais envolvidas e custo de fornecimento de produto por meio líquido vaporizado.
- **Confiabilidade Operacional** – Com este projeto, a *White Martins* obterá uma melhoria na confiabilidade operacional de suas plantas.

## **Agradecimentos**

Engenheiro Reinaldo Sheer - Especialista Automação White Martins  
Engenheiro Fábio Martins - Engenheiro Consultor Praxair E.U.A  
Praxair Incorporation - Financiamento do Projeto

## **REFERÊNCIAS**

- 1 WHITE MARTINS. Política de Sobressalentes. SMP 603, out 2002.