



**UNIVERSIDADE DE UBERABA**

**ANEDIR PERES DE SOUSA**

**RELATÓRIO DE CONSULTORIA**

ITUIUTABA - MG  
2024

**ANEDIR PERES DE SOUSA**

**RELATÓRIO DE CONSULTORIA**

Projeto Integrado apresentado ao curso de Engenharia de Produção da Universidade de Uberaba, como parte dos requisitos para obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Produção.

Orientador: Prof. Msc. Wagner Cardoso

## **PROBLEMA 1: BALANCEAMENTO DAS TORRES DE RESFRIAMENTO**

A presença de uma dificuldade significativa na realização do balanceamento das torres de resfriamento na fábrica de açúcar. O processo, atualmente terceirizado, envolve altos custos e atrasos devido à disponibilidade limitada de técnicos.

Ao aprofundar a análise, descobri que a empresa já possui uma equipe interna capacitada para realizar esse tipo de serviço, mas que não o faz devido à falta de cabos de comprimento adequado, o que gera riscos operacionais. Problema Identificado: A dependência de terceiros para o balanceamento das torres de resfriamento acarreta em:

- Custos elevados.
- Atrasos no serviço.
- Menor controle sobre a qualidade da manutenção.

**Proposta da Consultoria:** Avaliar a viabilidade de adquirir cabos de 5 metros para permitir que o balanceamento seja realizado internamente, considerando:

- O custo da aquisição em comparação com o custo contínuo da terceirização.
- A capacitação e autonomia da equipe interna.
- O impacto na eficiência operacional e no tempo de parada das máquinas.

### **Análise Econômica:**

- **Investimento Inicial:** R\$ 4.400,00 para a compra dos cabos necessários.
- **Custo da Terceirização:** R\$ 4.500,00 por dia, com capacidade de realizar dois balanceamentos diários.

**Comparação Financeira:** O investimento de R\$ 4.400,00 é recuperado após apenas dois dias de balanceamento terceirizado, gerando economia a partir do terceiro balanceamento realizado internamente.

Benefícios Adicionais:

- **Redução de Custos:** Eliminação dos custos de terceirização a partir do terceiro balanceamento.
- **Aumento da Autonomia:** Maior controle sobre o processo de manutenção, reduzindo a dependência de terceiros.
- **Capacitação Interna:** Fortalecimento das competências internas, aumentando a agilidade e a capacidade de resposta.
- **Melhoria na Eficiência:** Diminuição do tempo de parada das torres de resfriamento, com maior flexibilidade para agendar as manutenções.

**Conclusão:** A análise demonstra que a aquisição dos cabos é uma decisão economicamente vantajosa e estratégica, oferecendo um retorno sobre o investimento (ROI) claro e rápido. Essa proposta fortalece a autonomia da empresa, otimiza processos e alinha-se aos princípios da Engenharia de Produção, promovendo maior eficiência e controle sobre as operações.

## **Problema 2: Instalação de Sensores de Vibração Online para Otimização da Produção de Açúcar**

Durante uma análise detalhada dos desafios enfrentados pela fábrica de açúcar, observou-se que as torres de resfriamento não estão atendendo à demanda necessária para manter o processo produtivo em condições ideais. Este problema está diretamente relacionado a uma série de impactos negativos, como o aumento da temperatura da água de entrada no condensador barométrico, o que afeta todo o sistema de condensação e evaporação.

Quando a temperatura da água está elevada, a eficiência da condensação dos vapores dentro dos cozedores e evaporadores é reduzida, dificultando a remoção dos gases incondensáveis. Isso compromete a linha de pressão de vácuo, que idealmente deve estar entre -20 e -26 hg. Com a linha de vácuo comprometida, o xarope produzido no último efeito da evaporação não atinge o brix ideal de 60 a 65 °C, resultando em um xarope de brix inferior. Esse xarope com brix baixo provoca um cozimento mais lento, já que ainda há uma quantidade significativa de água a ser evaporada. Como consequência, o tempo de cozimento é prolongado, ou até mesmo o número de cortes

necessários para completar o processo é aumentado.

Esse prolongamento do cozimento leva à inversão da sacarose em frutose e glicose, resultando em uma perda significativa na produção de açúcar e um aumento na quantidade de mel gerado, que pode ser indesejável para o processo de fermentação. A parada de uma única torre de resfriamento resulta em uma perda diária de aproximadamente 1,08 mil toneladas na produção de açúcar, o que representa 12% da produção total de 9 mil toneladas por dia. Uma perda de R\$3.024 para cada torre parada.

**Imagem 1:** Fotos ilustrativa do processo de açúcar:



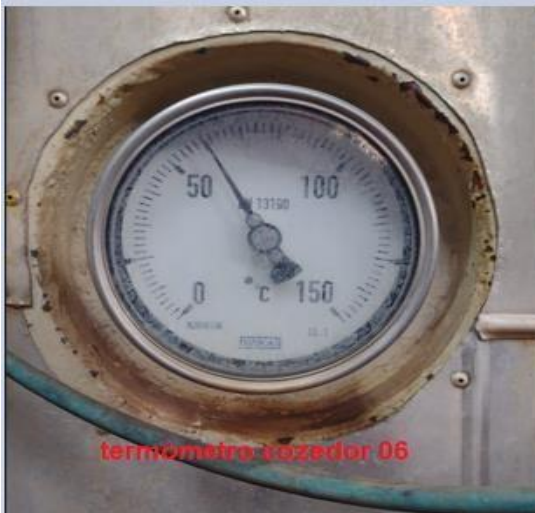
**Fonte:** Canápolis Açúcar e Etanol S.A (2024).



condensador barométrico  
caixa último efeito  
evaporação



condensador barométrico  
cozedor (B)



termômetro cozedor 06



termômetro caixa último efeito  
evaporação



vacuômetro caixa último efeito  
evaporação



vacuômetro cozedor 06

A análise realizada revelou que a planta está dimensionada com um número adequado de torres de resfriamento para atender aos evaporadores e cozedores. No entanto, a parada de uma única torre já é suficiente para comprometer a eficiência do sistema como um todo. Diante disso, é essencial garantir a disponibilidade e o funcionamento contínuo dessas torres.

Para alcançar esse objetivo, foi proposta a instalação de sensores de vibração online nos mancais das torres de resfriamento. O principal motivo para essa recomendação é que, atualmente, a manutenção preditiva realizada na planta enfrenta dificuldades em monitorar adequadamente as condições das torres de resfriamento devido ao difícil acesso ao acionamento das torres e à limitação do coletor de vibração existente.

### **Imagem 2:** Torres de resfriamento e Sensor



**Fonte:** Canápolis Açúcar e Etanol S.A (2024).

Os sensores de vibração online oferecem um monitoramento contínuo e em tempo real das condições operacionais dos mancais das torres. Eles detectam vibrações anormais que podem indicar desgaste, desalinhamento ou outros problemas mecânicos, permitindo que a equipe de manutenção intervenha de maneira planejada e preventiva, antes que uma falha grave ocorra.

## **Benefícios da Implementação**

- **Redução de Paradas Não Programadas:** Com a detecção precoce de problemas por meio do monitoramento online, é possível programar manutenções de forma mais eficaz, evitando paradas inesperadas que podem interromper a produção.
- **Melhoria na Qualidade do Processo:** Ao garantir que as torres de resfriamento operem em condições ideais, a qualidade do xarope produzido é mantida, assegurando que o brix esteja dentro da faixa desejada e evitando problemas no cozimento e na qualidade final do açúcar.
- **Otimização dos Custos Operacionais:** A redução das paradas corretivas e a minimização dos impactos negativos no processo produtivo resultam em uma economia significativa nos custos de manutenção e operação.
- **Aumento da Eficiência Produtiva:** Com as torres operando de forma confiável e eficiente, a fábrica pode manter a produção de açúcar em níveis ótimos, reduzindo o tempo de cozimento e evitando a perda de sacarose.
- **Capacitação e Desenvolvimento da Equipe:** A implementação da nova tecnologia também envolve o treinamento da equipe de manutenção para lidar com o monitoramento de vibração online, o que resulta em uma força de trabalho mais qualificada e capaz de realizar manutenções mais complexas e eficientes.

A instalação de sensores de vibração online nas torres de resfriamento é uma solução robusta e eficaz para enfrentar os desafios operacionais identificados na fábrica de açúcar. Ao garantir a operação contínua e eficiente dessas torres, a empresa pode não apenas reduzir custos e aumentar a produtividade, mas também melhorar a qualidade do produto. Essa consultoria demonstra que, com a adoção de tecnologia avançada e a aplicação de práticas de Engenharia de Produção, é possível alcançar melhorias significativas na eficiência operacional, no controle de custos e na capacidade de resposta às demandas do mercado.

## **Conclusão**

A proposta aqui apresentada oferece uma visão clara dos benefícios esperados e um caminho viável para a implementação da solução, reforçando a importância da manutenção preditiva e do monitoramento contínuo como pilares fundamentais para a sustentabilidade e o sucesso da produção de açúcar.



### Problema 3: Paradas de Moagem de Cana e Processo

A produção de açúcar e álcool em usinas depende fortemente da eficiência dos equipamentos industriais envolvidos no processo de moagem da cana. A presente consultoria aborda os impactos causados pelas paradas de moagem em decorrência da quebra do redutor no 3º e 4º terno e da troca do CPC (Controle de Pressão e Controle de rotação) da turbina no 1º e 2º terno.

As falhas ocorreram devido a problemas no sistema de lubrificação, contaminação de óleo e problemas mecânicos, resultando na perda de aproximadamente 6 mil toneladas de açúcar e 100 metros cúbicos de álcool, com impactos financeiros significativos. Além disso, houve troca do óleo nas unidades hidráulicas, totalizando 1200 litros de óleo CHEMLUB BV-T 68 ao custo de R\$ 20,00 por litro.

#### IMAGEM 3: Identificação do óleo contaminado



Fonte: Canápolis Açucar e Etanol S.A (2024).

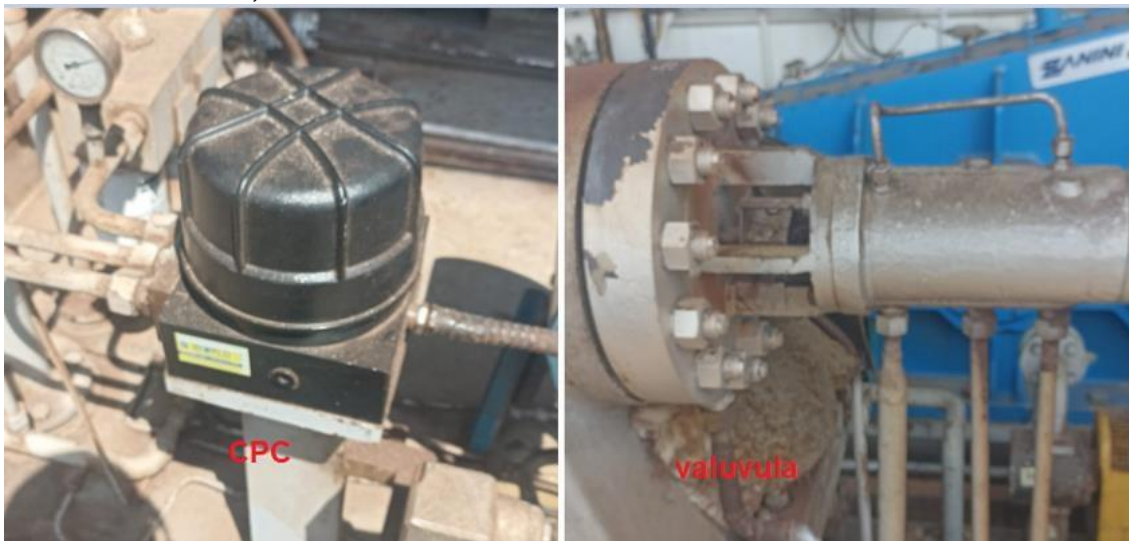
#### Problemas Identificados:

- **Quebra do Redutor no 3º e 4º Terno:** A quebra do redutor no 3º e 4º terno foi

atribuída a falhas nos mancais, especificamente pela contaminação do óleo lubrificante. Foi identificado arraste de material devido à falha no sistema de lubrificação, o que causou desgaste excessivo nas partes internas do redutor. A falha nos mancais de patente levou ao mau funcionamento e eventual quebra do redutor, paralisando a moagem.

- **Troca do CPC da Turbina no 1º e 2º Terno:** O CPC (Controle de Pressão e Controle de rotação) das turbinas do 1º e 2º terno apresentou falhas devido à presença de umidade no óleo, o que causou entupimentos e afetou o controle preciso da rotação das turbinas. Esse problema foi agravado pela contaminação da válvula de vapor, o que comprometeu ainda mais a eficiência do controle de velocidade da turbina.

**IMAGEM 4:** CPC; VALUVULA



**Fonte:** Canápolis Açucar e Etanol S.A (2024).

#### - **Contaminação no Sistema de Lubrificação**

Outro problema importante foi a contaminação do mancal da turbina com óleo contaminado por vapor. Isso ocorreu devido à passagem de vapor pela bucha do labirinto para a câmara do mancal, o que contaminou toda a caixa da unidade hidráulica, responsável por lubrificar o sistema de turbina, redutor e mancais. As tampas dos mancais estavam quebradas, o que facilitou a entrada de material externo, comprometendo ainda mais o sistema.

#### **Problemas nos Filtros das Turbinas**

Foi observado que a pressão P1 dos filtros das turbinas caía para 6,5 kg/cm<sup>2</sup>, gerando

um alarme no sistema de supervisão. O operador era forçado a fazer a inversão dos filtros e realizar a limpeza, o que gerava a trip da turbina. Além disso, a pressão P2, que normalmente opera em 4 kg/cm<sup>2</sup>, caía para menos de 2 kg/cm<sup>2</sup>, acionando o pressostato e desligando a turbina por segurança.

**IMAGEM 5** : Painél de controle e pressosato



**Fonte:** Canápolis Açúcar e Etanol S.A (2024).

### **- Impacto Financeiro da Parada de Produção**

Com base nos dados levantados, a parada de produção gerou perdas significativas em termos de volume e impacto financeiro. Estima-se que a parada resultou na perda de:

- **6.000 toneladas de açúcar**, a um preço médio de R\$ 2.000,00 por tonelada, resultando em uma perda de **R\$ 12.000.000,00**.
- **100 metros cúbicos de álcool** (equivalente a 100.000 litros), a um preço médio de R\$ 2,50 por litro, resultando em uma perda de **R\$ 250.000,00**.

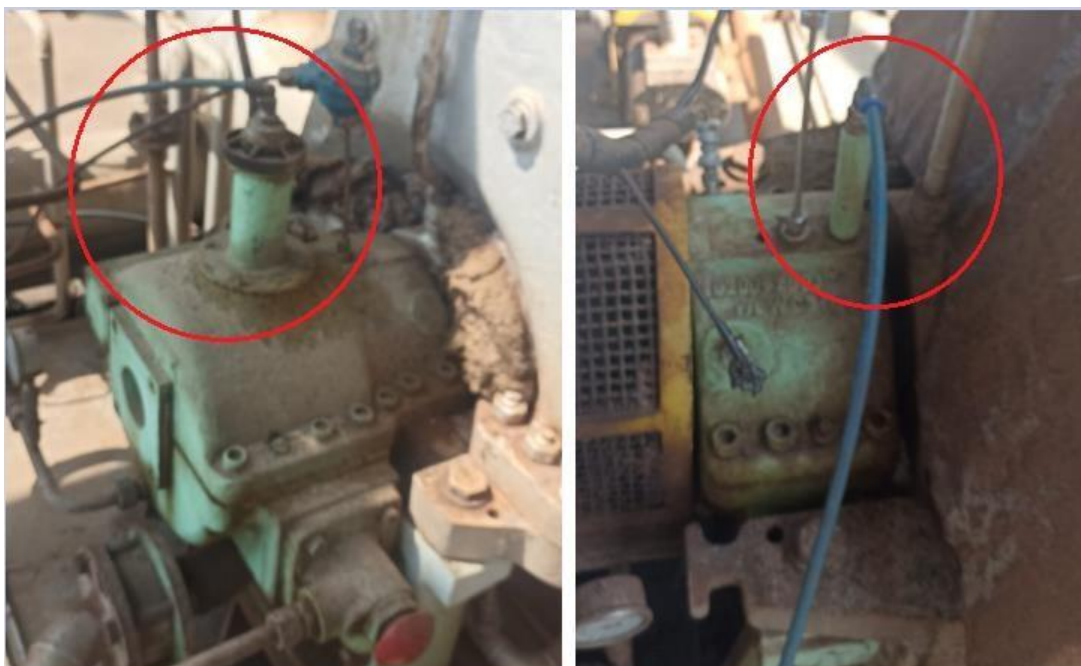
Assim, o impacto financeiro total da parada foi de aproximadamente R\$ 12.250.000,00, sem considerar os custos adicionais de manutenção e troca de componentes como o óleo lubrificante.

### **Propostas de Melhoria**

#### **- Implementação de Ar Comprimido no Mancal**

Como solução para os problemas de contaminação do óleo, foi proposto a introdução de ar comprimido na caixa do mancal com uma pressão de 0,200 kg/cm<sup>2</sup>. Essa medida pressuriza a câmara, impedindo a entrada de vapor e a contaminação do óleo, garantindo a proteção de todo o sistema de turbina, redutor e mancais.

#### **IMAGEM 6 : Instalação de ar comprimido nos mancais das turbinas**



Fonte: Canápolis Açúcar e Etanol S.A (2024).

### **Monitoramento Contínuo e Manutenção Preventiva**

Sugere-se a instalação de sensores de vibração para monitorar o desempenho dos

mancais em tempo real, permitindo a detecção precoce de falhas e a realização de manutenção programada. Isso pode reduzir significativamente as paradas não programadas e aumentar a disponibilidade industrial.

- **Revisão do Sistema de Lubrificação** É recomendável a revisão completa do sistema de lubrificação, incluindo a substituição das tampas dos mancais e a implementação de filtros mais eficientes. A limpeza periódica dos sistemas de lubrificação e a troca de óleo devem seguir um cronograma rigoroso, com base em análises periódicas da qualidade do óleo.

### **Conclusão**

As paradas de moagem de cana em função de falhas mecânicas e contaminação do sistema de lubrificação geraram prejuízos significativos à usina, tanto em termos de produção quanto de custos operacionais. A consultoria propôs medidas técnicas para melhorar a confiabilidade dos equipamentos, como a pressurização do mancal com ar comprimido e o uso de sensores de monitoramento. Essas soluções visam aumentar a disponibilidade industrial, minimizar as perdas produtivas e reduzir os custos de manutenção a longo prazo.

### **REFERÊNCIAS**

ABEPRO – Associação Brasileira de Engenharia de Produção. Áreas de Atuação do Engenheiro de Produção. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/>. Acesso em: 11 set. 2024.

MOREIRA, Daniel Augusto. **Pesquisa operacional**: curso introdutório. 3. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2011.