



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 Açúcar 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/cm², 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/cm², caía para menos de 2 kg/cm², 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**.

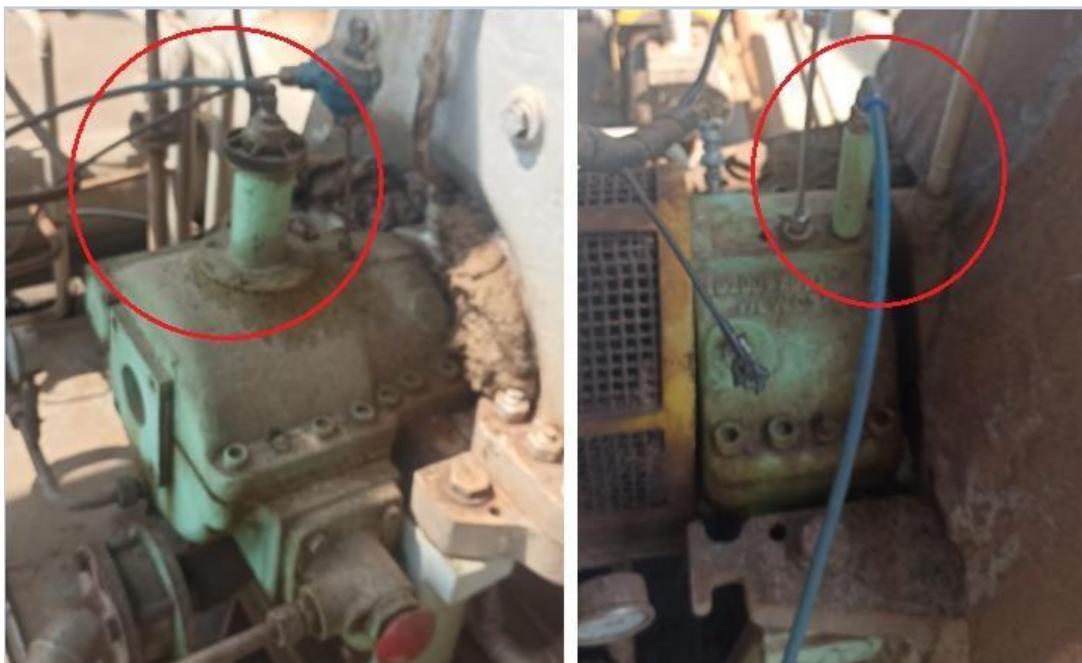
Assim, o impacto financeiro total da parada foi de aproximadamente R\$ 12.250.000,00, sem considerar os custos adicionais de manutenção e troca de componentes como o óleo lubrificante.

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/cm². 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.