



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA  
CENTRO DE TECNOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA  
MECÂNICA GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA  
MECÂNICA

*Planejamento e Execução da Manutenção de Equipamentos Rotativos na Empresa Japungu Agroindustrial*

Por

Lédson Carlos Barbosa da Silva

Trabalho de conclusão de curso apresentado à Universidade Federal da Paraíba para obtenção do título de Graduado em Engenharia Mecânica

**Lédson Carlos Barbosa da Silva**

*Planejamento e Execução da Manutenção de Equipamentos Rotativos na Empresa Japungu Agroindustrial*

Trabalho de conclusão de curso  
apresentado à Universidade Federal da Paraíba  
para obtenção do título de Graduado em  
Engenharia Mecânica.

**Orientador: Prof. Dr. Koje Daniel Vasconcelos Mishina**

*Planejamento e Execução da Manutenção de Equipamentos Rotativos na Empresa  
Japungu Agroindustrial*

Por

**Lédson Carlos Barbosa da Silva**

*Trabalho de Conclusão de Curso aprovado em 17 de Maio de 2019*

Prof. Dr. Koje Daniel Vasconcelos Mishina

Orientador – UFPB

-----  
Examinador - UFPB

-----  
Examinador - UFPB

**Catálogo na publicação**  
**Seção de Catálogo e Classificação**

S586p Silva, Ledson Carlos Barbosa da.

Planejamento e Execução da Manutenção de Equipamentos  
Rotativos na Empresa Japungu Agroindustrial / Ledson  
Carlos Barbosa da Silva. - João Pessoa, 2019.

17 f. : il.

Orientação: Koje Daniel Vasconcelos Mishina Mishina.  
TCC (Especialização) - UFPB/CT.

1. manutenção, preditiva, rotor, ventilador. I.  
Mishina, Koje Daniel Vasconcelos Mishina. II. Título.

UFPB/BC

## SUMÁRIO

- 1 Introdução
- 2 Caracterização da Empresa
- 3 Objetivos
  - 3.1 Objetivo Geral
  - 3.2 Objetivos Específicos
- 4 Fundamentação Teórica
- 5 Materiais e Métodos
- 6 Resultados
- 7 Conclusões
- 8 Sugestões de Trabalhos Futuros

# **CAPÍTULO 1**

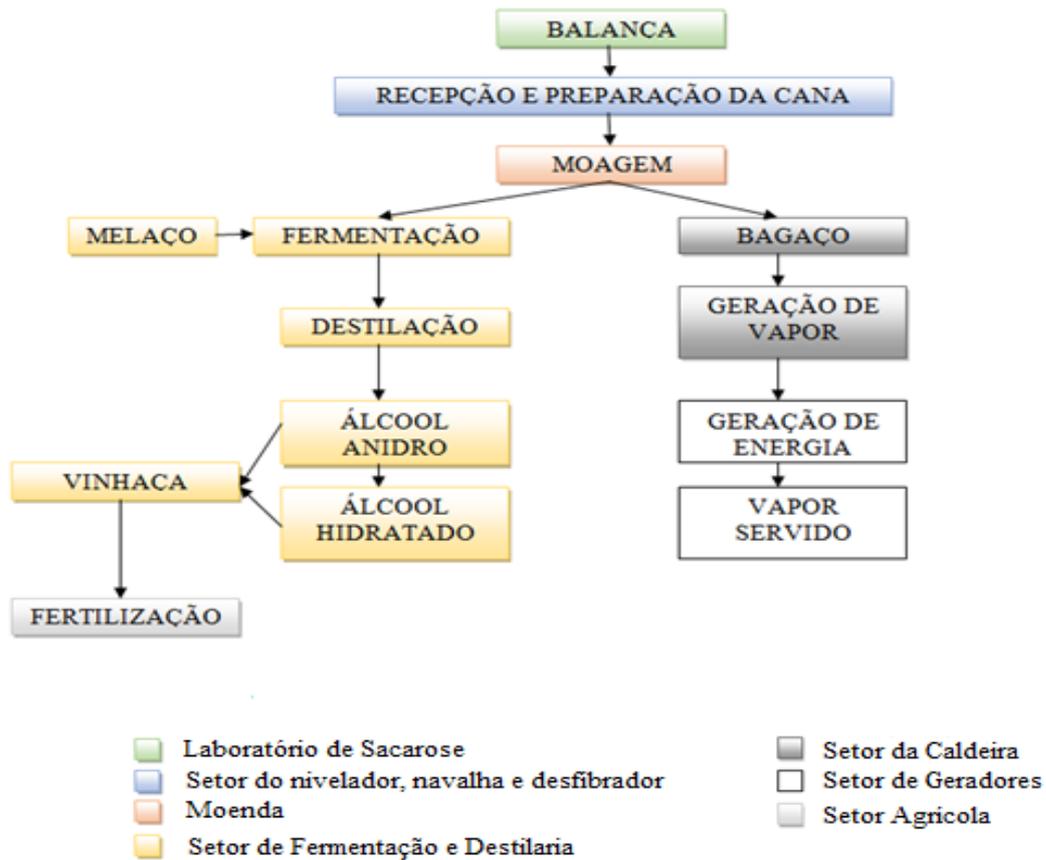
## **APRESENTAÇÃO**

### **1 INTRODUÇÃO**

O Trabalho de Conclusão de Curso, além de ser uma exigência legal para obtenção do diploma de conclusão de curso, é uma maneira de aplicar a metodologia científica para garantir a confiabilidade do estudo realizado, demonstrar uma compreensão aproximativa e pessoal de um determinado assunto, contribuir para o avanço científico e tecnológico, e estudar detalhadamente um tema bem delimitado. O mesmo consiste no desenvolvimento de um relatório científico baseado em um estudo dirigido ou trabalho realizado, conforme relatório em questão.

### **2 CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA**

- Trata-se da Empresa Japungu Agroindustrial Ltda, localizada no município de Santa Rita, no estado da Paraíba.
- A empresa tem como principal atividade a produção de álcool hidratado e anidro. Atualmente produz em média de 500 a 550 m<sup>3</sup> de etanol por dia.
- No período de safra, conta com 2.700 funcionários, e no período de entressafra, possui um quadro de 1.400 colaboradores efetivos. Por este motivo e por localizar-se numa região afastada da metropolitana, é considerada uma das mais importantes fontes de emprego e renda da localidade.



Genilton Filho, 2018

### 3 OBJETIVOS

#### 3.1 OBJETIVO GERAL

Planejar e acompanhar a execução das ações de manutenção preventiva nos equipamentos rotativos no setor de caldeiraria.

#### 3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Definir quais equipamentos serão priorizados no plano de manutenção preventiva;
- Verificar se já existe um histórico de manutenção dos mesmos;
- Descrever o planejamento e a execução das ações de manutenção;

- Analisar se existe correlação da falha apresentada no estudo em questão com falhas anteriores.

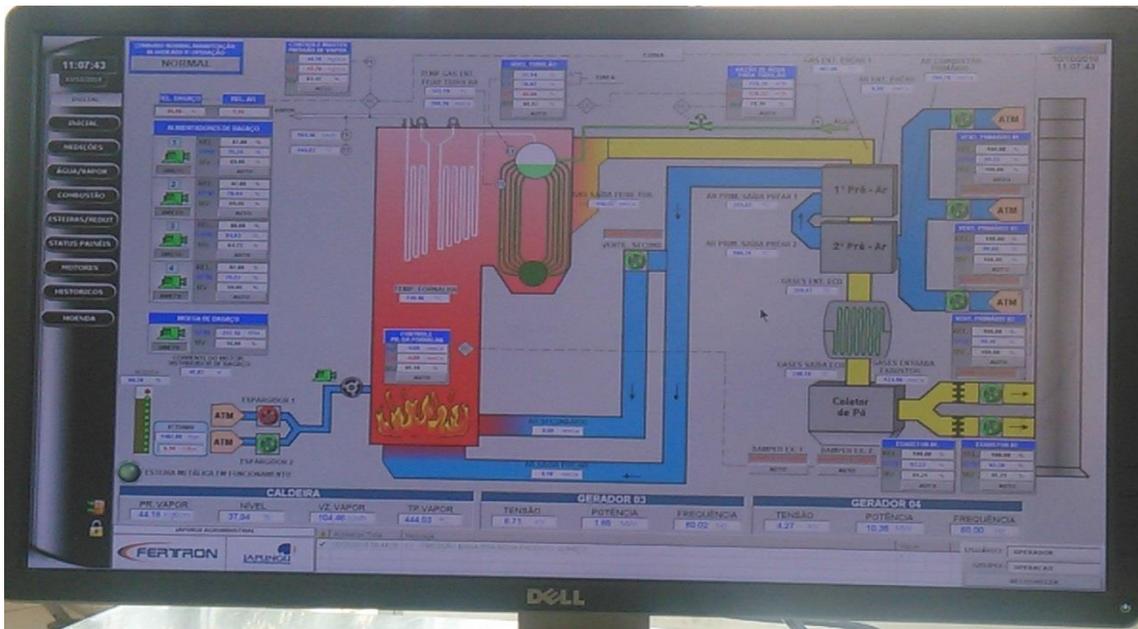
#### **4 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

- Parte-se do conceito moderno de manutenção, que consiste na combinação de todas as ações técnicas e administrativas, incluindo as de supervisão, destinadas a manter ou recolocar um item em um estado no qual possa desempenhar uma função requerida.
- Passa-se pela classificação da manutenção em:
  - Manutenção Corretiva Não Planejada;
  - Manutenção Corretiva Planejada;
  - Manutenção Preventiva ou Preventiva Sistemática;
  - Manutenção Preditiva ou Preventiva Condicional;
  - Manutenção Detectiva;
  - Engenharia de Manutenção.
- E chega-se à descrição dos principais tipos de manutenção do ponto de vista deste trabalho:
- Manutenção Corretiva é aquela efetuada após a ocorrência de uma pane, e é destinada a recolocar um item em condições de executar uma função requerida.
- Manutenção Preventiva é aquela efetuada em intervalos predeterminados, ou de acordo com critérios prescritos, destinada a reduzir a probabilidade de falha ou a degradação do funcionamento de um item.
- E Manutenção Preditiva é aquela que permite garantir uma qualidade de serviço desejada, com base na aplicação sistemática de técnicas de análise, utilizando-se de meios de supervisão centralizados ou de amostragem, para reduzir ao mínimo a manutenção preventiva e diminuir a manutenção corretiva.

#### **5 MATERIAIS E MÉTODOS**

- Na empresa é utilizada a manutenção preditiva através do monitoramento pelo sistema de controle Fertron.
- Com o auxílio deste *software*, são observadas em tempo real as temperaturas dos pré-ares 1 e 2, dos ventiladores primário, secundário e terciário bem como de todos outros componentes da caldeira.

- Além disso são realizadas medições de temperatura e pressão dentre outros parâmetros por meio de termógrafos e termopares próximo aos equipamentos, ou em pontos de tomada de temperatura e pressão.
- Também compreende a manutenção preditiva a observação, pela equipe, de sons emitidos pelos equipamentos rotativos que permitem intervir e se antecipar a uma eventual falha.



Fertron

Elaborado pelo autor, 2018



Termógrafos

Elaborado pelo autor, 2018



### Termopar

Elaborado pelo autor, 2018

A observação de ruído e vibração aconteceu nos ventiladores primário e secundário do exaustor e a partir desta identificação priorizou-se a manutenção neste equipamento antes que ocorresse sua falha e/ou de outro equipamento do setor do qual faz parte, que neste caso é caldeira.

Este equipamento consiste em um rotor onde existem pás com perfil semicircular distribuídas a uma mesma distância azimutal, ou seja, ao longo do comprimento do círculo de base do rotor.

Ele tem um certo histórico de paradas e manutenção, mas o que foi passado pela empresa ao estagiário é que elas ocorrem quando se identifica a necessidade, basicamente de balanceamento, e contrata-se o serviço terceirizado de um técnico para efetuá-lo, não armazenando este histórico, já que uma parada deste tipo de equipamento não implica numa parada do setor, no caso a caldeira, e muito menos da produção.



Ventilador do Exaustor  
Elaborado pelo autor, 2018



Manutenção no conduto de ar  
Elaborado pelo autor, 2018



Manutenção no conduto de ar

Elaborado pelo autor, 2018



Exemplo de rotor

Elaborado pelo autor, 2018



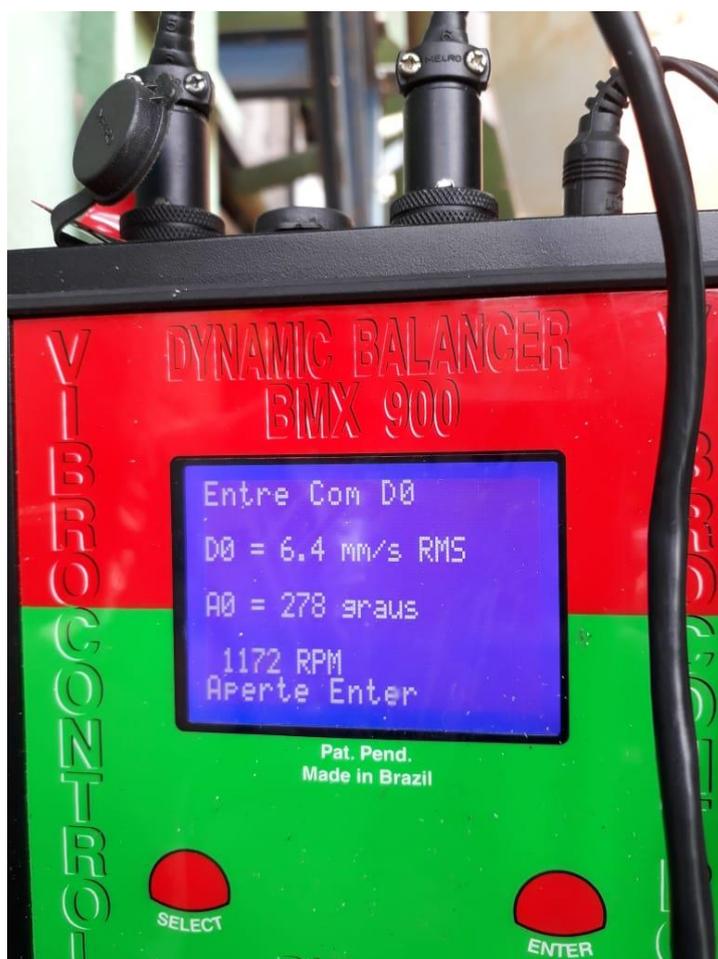
Balanceamento do rotor do ventilador primário

Elaborado pelo autor, 2018

O que acontece com a parada desse tipo de equipamento é apenas uma diminuição da pressão do vapor produzido na caldeira, uma vez que esse equipamento lida com o ar, e com menos ar, que age como comburente na queima do combustível, o bagaço de cana, se produz menos calor para aquecer os tubos da caldeira, por onde passa a água para a produção de vapor, uma vez que a caldeira é aquatubular.

Nesta intervenção preditiva especificamente, usou-se os recursos listados abaixo:

- Dynamic Balancer BMX 900 da Vibrocontrol;
- Extensão elétrica com fio medindo por volta de 80 m;
- Chaves sextavadas para abrir a tampa do ventilador primário;
- Chapas de aço retangulares como massa de balanceamento;
- Equipamento para soldagem das chapas nas pás.



Aparelho para o Balanceamento

Elaborado pelo autor, 2018



Massas para o Balanceamento

Elaborado pelo autor, 2018

## 5.1 A EXECUÇÃO DA MANUTENÇÃO

Inicialmente instala-se o aparelho utilizado para sanar o desbalanceamento. O equipamento possui três canais ligados por meio de cabos a sensores ligados ao mancal. Cada sensor, associado a um dos três canais, mede a velocidade de vibração em mm/s, a rotação em rpm e o ângulo em que deve ser inserida a massa de balanceamento em grau.

Em seguida coloca-se o rotor para girar e identifica-se onde deve ser colocada a massa que balancearia, naquela rotação, o sistema e usa-se equipamento de soldagem para unir a massa de balanceamento à pá do rotor.

Novamente coloca-se o motor para girar e mede-se a velocidade de vibração até que o equipamento mostre como 0 mm/s, que indica que a vibração está em um nível aceitável pela norma ISO 2372. Caso contrário refaz-se o mesmo processo encontrando novo ângulo para colocação da massa e medindo novamente a velocidade de vibração.

## 6 RESULTADOS

- O balanceamento aconteceu das 9 horas da manhã até por volta das 12 horas e 30 minutos.

- Foram realizados em média 12 ensaios até que se chegasse ao objetivo de tornar o nível de vibração e ruído aceitáveis tais quais estabelece a norma específica ISO 2372.
- Depois de executar a manutenção do ventilador primário, ter-se-ia que fazê-la no ventilador secundário do exaustor, uma vez que este também emitia muito ruído e apresentava considerável vibração. Mas se observou que cessaram tanto a vibração quanto o ruído deste equipamento após o balanceamento do anterior.

## **7 CONCLUSÕES**

- A manutenção foi feita em um espaço de tempo considerado adequado, pois por um lado o técnico é experiente, uma vez que presta consultoria nesta área à Japungu desde 1989, mas por outro lado há a dificuldade de comunicação, feita por rádio e complicada pelo enorme ruído dos motores, bombas, turbo-bomba e etc., com os operadores da caldeira, para que estes desligassem ou acionassem o rotor. Além disso há a dificuldade inerente ao processo, que é um método interativo, e até certo ponto, de tentativa e erro.
- O fato da manutenção feita do ventilador primário ter eliminado a necessidade de fazer o mesmo no secundário evidenciou que o desbalanceamento do primário foi o que causou o problema no secundário e também no conduto de ar.
- Esta experiência vivida na Japungu foi de grande importância para o aprendizado e formação do estagiário, pois a teoria vista em sala de aula é muito útil para que se tenha capacidade de planejamento e supervisão do trabalho. Mas nele está envolvida também a prática, e na presente atividade pôde-se unir os dois campos, teoria e prática.
- Também foi de grande proveito para o crescimento profissional, pessoal e para o aprendizado de como lidar com equipes de trabalho, seja em campo ou demais ambientes da empresa, a interação com os líderes, supervisores e colaboradores, que trataram o estagiário de maneira excelente.

## **8 SUGESTÕES DE TRABALHOS FUTUROS**

- Esta experiência com manutenção de equipamento rotativo na Japungu fez o estagiário contemplar algumas formas de otimizar as próximas intervenções nestes equipamentos. Dentre elas estão:
- A adequação, por parte da empresa, ao que sabem a academia e as empresas concorrentes sobre a teoria da manutenção, no sentido de diminuir o tempo logístico de reparo, pois o técnico passou um bom tempo esperando que chegassem recursos materiais e humanos.

- Testar outros pontos de tomada dos parâmetros que embasam a determinação da prioridade de manutenção em um equipamento específico.