



Faculdade

**EVANGÉLICA**

DE GOIANÉSIA

ASSOCIAÇÃO EDUCATIVA EVANGÉLICA

ASSOCIAÇÃO EDUCATIVA EVANGÉLICA  
FACULDADE EVANGÉLICA DE GOIANÉSIA– FACEG  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA MECÂNICA

JOSÉ LEVI DE OLIVEIRA BARROS

**IMPLEMENTAÇÃO DE MANUTENÇÃO PLANEJADA EM MÁQUINAS DO  
SETOR DE EMPACOTAMENTO NA USINA SUCROALCOOLEIRA JALLES  
MACHADO**

GOIANÉSIA

2021

JOSÉ LEVI DE OLIVEIRA BARROS

**IMPLEMENTAÇÃO DE MANUTENÇÃO PLANEJADA EM MÁQUINAS DO  
SETOR DE EMPACOTAMENTO NA USINA SUCROALCOOLEIRA JALLES  
MACHADO**

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) apresentado ao Departamento de Engenharia Mecânica, da Faculdade Evangélica de Goianésia - FACEG, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Graduação em Engenharia Mecânica.

GOIANÉSIA

2021

## FICHA CATALOGRÁFICA

F333s

Barros, José Levi de Oliveira.

Implementação de manutenção planejada em máquinas do setor de empacotamento de uma usina sucroalcooleira / José Levi de Oliveira Barros – Goianésia: Faculdade Evangélica de Goianésia, 2021 – FACEG, 2021.

54 p.; il. P&B.

Orientador: Profa. Dra. Marinés Chiquinquirá Carvajal Bravo Gomes.

Monografia de Graduação – Faculdade Evangélica de Goianésia: FACEG, 2021.

1. Manutenção Planejada. 2. Empacotadeiras 3. Indústria Sucroalcooleira

I. Barros, José Levi de Oliveira. II. Implementação de manutenção planejada em máquinas do setor de empacotamento de uma usina sucroalcooleira.

CDU 621

## REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

Barros, J.L.O. **Implementação de manutenção planejada em máquinas do setor de empacotamento na usina sucroalcooleira Jalles Machado.** Trabalho de conclusão Curso (Graduação em Engenharia mecânica) – Faculdade Evangélica de Goianésia, Goianésia-GO, 2021.

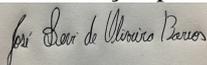
## CESSÃO DE DIREITOS

NOME: JOSÉ LEVI DE OLIVEIRA BARROS

GRAU: BACHAREL

ANO: 2021

É concedida à Faculdade Evangélica de Goianésia permissão para reproduzir cópias desta Monografia de Graduação, única e exclusivamente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva para si os outros direitos autorais de publicação. Nenhuma parte desta Monografia pode ser reproduzida sem a autorização por escrito do autor. Citações são estimuladas, desde que citada a fonte.



Nome: JOSÉ LEVI DE OLIVEIRA BARROS

CPF: 07296093161

Endereço: Goianésia, GO, Setor Sul

Email: j.levibarro7@gmail.com

JOSÉ LEVI DE OLIVEIRA BARROS

**IMPLEMENTAÇÃO DE MANUTENÇÃO PLANEJADA EM MÁQUINAS DO  
SETOR DE EMPACOTAMENTO NA USINA SUCROALCOOLEIRA JALLES  
MACHADO**

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) apresentado ao Departamento de Engenharia Mecânica, da Faculdade Evangélica de Goianésia - FACEG, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Graduação em Engenharia Mecânica.

Goianésia, \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ 2021.

**BANCA EXAMINADORA**

---

Profa. Dra. Marinés Chiquinquirá Carvajal Bravo Gomes - Orientador  
Faculdade Evangélica de Goianésia

---

Profa. Dra. Lauriane Gomes Santin - Avaliador  
Faculdade Evangélica de Goianésia

---

Prof. Me. Erick Rocha Vieira - Avaliador  
Faculdade Evangélica de Goianésia

*À minha mãe e à minha avó, as quais  
sempre me apoiaram e incentivaram a  
continuar lutando pelo meu sonho.*

## **AGRADECIMENTOS**

À orientadora, Prof. Dr. Marinés Chiquinquirá, pela criteriosa orientação, compreensão, confiança e paciência. Muito obrigado.

Aos professores que participaram da banca pelas correções e observações, os quais colaboraram para a melhoria do trabalho.

À Jalles Machado, que proporcionou o estudo deste trabalho.

Aos amigos da Jalles Machado – João Ítalo Faria, Eduardo Pimenta e Maurício de Sousa.

À minha irmã, Maria Luísa Barros, por ter ajudado na concretização deste trabalho.

À minha noiva, Amanda Xavier Lopes, por todo apoio e motivação.

Ao meu amigo Augusto César Galiza Magalhães Júnior e a minha irmã de coração, Maria Eduarda Peixoto.

## RESUMO

O setor da indústria sucroalcooleira é de suma importância para o desenvolvimento econômico nacional, vide seu amplo emprego tanto no que tange ao fornecimento de açúcar para o consumo da população brasileira, quanto na aplicação na indústria de combustíveis. Como todo processo produtivo, a produção do açúcar na indústria também apresenta gargalhos, tais quais as paradas de maquinário. O presente trabalho tem o objetivo de participar neste processo produtivo, propondo melhorias na disponibilidade do equipamento por meio do planejamento da manutenção, utilizando as técnicas da Manutenção Produtiva Total – TPM. A principal atividade preventiva aplicada foi de elaboração de rotas de inspeção para todas as máquinas do setor de empacotamento. Aplicando esta técnica, foi possível identificar os principais gargalos do processo produtivo, que foram corrigidos por meio das manutenções preventivas e preditivas. Através das técnicas aplicadas, num intervalo de uma safra, a Jalles Machado reduziu 87,6% das quebras do ano de 2020 para o ano de 2021, o que levou a um considerável aumento da disponibilidade dos equipamentos, reduzindo suas perdas por improdutividade em valores que se aproximam de R\$ 42 milhões.

**Palavras-chaves:** Indústria Sucroalcooleira, Empacotadoras, Manutenção Planejada.

## ABSTRACT

The sugar and ethanol industry are of utmost importance for the national economic development, as it is widely used both for the supply of sugar to the Brazilian population and for the fuel industry. Like every productive process, the production of sugar in the industry also presents bottlenecks, such as machinery stoppages. The present work has the objective of participating in this productive process, proposing improvements in equipment availability through maintenance planning, using Total Productive Maintenance - TPM techniques. The main preventive activity applied was by elaboration of inspection routes to all the sector machines. By applying this technique, it was possible to identify the main bottlenecks in the production process, which were corrected through preventive and predictive maintenance. Through the applied techniques, in an interval of one harvest, Jalles Machado reduced 87,6% of the breaks of 2020 to 2021, what took to a substantial increase in equipment availability, reducing the losses by unproductivity in values that are close to R\$ 42 million.

**Key words:** Sugar and Alcohol Industry, Packaging Machine, Planned Maintenance.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> - Elementos básicos do FMEA. ....	8
<b>Figura 2</b> - Curva de Falha Potencial. ....	9
<b>Figura 3</b> – Saída das empacotadoras. ....	10
<b>Figura 4</b> - Saída de fardos das enfardadeiras. ....	11
<b>Figura 5</b> – Diagrama de princípios do TPM. ....	12
<b>Figura 6</b> - Módulos SAP. ....	13
<b>Figura 7</b> - Layout Power BI. ....	14
<b>Figura 9</b> - Análise de produtividade de equipamento. ....	14
<b>Figura 10</b> - Ilustração da rota de "posição B" de uma empacotadora. ....	17
<b>Figura 11</b> - Exemplo de desgaste nos terminais rotulares da mordça. ....	18
<b>Figura 12</b> - Falha no equipamento por fadiga. ....	19
<b>Figura 13</b> –Áreas da indústria com maior número de quebras 2020. ....	19
<b>Figura 14</b> – Áreas da indústria com maior número de quebras 2021. ....	20
<b>Figura 15</b> - Exemplo de erros na identificação de falhas. ....	21
<b>Figura 16</b> –Gráfico de quebras geral da indústria (2020). ....	22
<b>Figura 17</b> - Mapa de quebras por estação (2020) ....	22
<b>Figura 18</b> - Comparativo de falhas 2020 vs 2021 filtrado pelo autor. ....	23
<b>Figura 19</b> - Resultados de janeiro a março/2020. Fonte: Elaborado pelo autor. ....	24
<b>Figura 20</b> - Resultados de agosto a outubro/2021. Fonte: Elaborado pelo autor. ....	25
<b>Figura 21</b> - Exemplo de conjunto do empacotamento feito em AutoCAD. Fonte: Elaborado pelo autor. ....	27
<b>Figura 22</b> - Número de etiquetas criadas de dezembro/2019 a dezembro 2020. ....	28
<b>Figura 23</b> -Número de etiquetas criadas de dezembro/2020 a outubro/2021. ....	28
<b>Figura 24</b> - Resultados do OEE (Overall EquipmentEffectiveness), 2019/2020 da empacotadora 7. ....	29
<b>Figura 25</b> - Resultados do OEE (Overall EquipmentEffectiveness), 2019/2020 da empacotadora 7. ....	29
<b>Figura 26</b> - Quebras de equipamentos geral da indústria 2020 vs 2021. ....	31

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> - Aplicação da Estratégia PICO .....	3
<b>Tabela 2</b> - Comparativo da Eficiência anual da máquina. Fonte: Elaborado pelo autor. ....	30
<b>Tabela 3</b> – Grupo/conjuntos de produção por peso do produto. Fonte: Elaborado pelo autor. .....	31
<b>Tabela 4</b> - Custo médio pela indisponibilidade do equipamento em R\$/(kg.h). Elaborado pelo autor. ....	32
<b>Tabela 5</b> – Comparativo das Produções das Safra 2020-21 e 2021-22.....	33

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

JM	Jalles Machado
ICN	Inspeção Corretiva Não Planejada
ICP	Inspeção Corretiva Planejada
PF	<i>Potential Failure</i> (Falha Potencial)
SAP	<i>Systemanalysis Programment Wicklung</i> (Desenvolvimento de Programas para Análise de Sistema).
ERP	Enterprise <i>Resource</i> Planning (Planejamento de Recursos Empresariais)
TPM	<i>Total Productive Maintenance</i> (Manutenção Produtiva Total)
PICO	Paciente, Intervenção, Comparação e Out comes (desfecho)
FEMEA	<i>Failure Mode and Effect Analysis</i> (Modo de Falha e Análise de Efeito)
CDA	Centro de Distribuição e Armazenagem
MP	Manutenção planejada
MA	Manutenção autônoma
OEE	<i>Overall Equipment Effectiveness</i> (Eficácia Geral do Equipamento)

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>1</b>
<b>1.1 Objetivo Geral</b> .....	<b>2</b>
<b>1.2 Objetivos específicos</b> .....	<b>2</b>
<b>1.3 Justificativa</b> .....	<b>2</b>
<b>1.4 Questão Problema</b> .....	<b>3</b>
<b>2 REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	<b>4</b>
<b>2.1 Manutenção Industrial</b> .....	<b>4</b>
<b>2.1.1 Manutenção Planejada</b> .....	<b>5</b>
2.1.1.1 Manutenção Corretiva .....	6
2.1.1.2 Manutenção Preventiva .....	7
<b>2.2 Principais Problemas Mecânicos pela Falta de Manutenção Planejada</b> .....	<b>7</b>
<b>2.2.1 Resistência à fadiga</b> .....	<b>7</b>
2.2.1.1 Resistência ao Desgaste .....	7
<b>2.3 Análise dos Modos de Falha e Efeitos (FMEA)</b> .....	<b>8</b>
<b>2.3.1 Curva de Falha Potencial (P-F)</b> .....	<b>9</b>
<b>2.4 Máquinas empacotadoras</b> .....	<b>9</b>
<b>3 METODOLOGIA</b> .....	<b>12</b>
<b>3.1 O TPM</b> .....	<b>12</b>
<b>3.2 Ferramentas de Sistemas de Informação</b> .....	<b>13</b>
<b>3.2.1 Sistema integrado de gestão empresarial</b> .....	<b>13</b>
<b>3.2.2 Software Power BI®</b> .....	<b>14</b>
<b>3.2.3 Software Perfor Control</b> .....	<b>14</b>
<b>3.3 Plano de Ação</b> .....	<b>15</b>
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	<b>16</b>
<b>4.1 Rotas de inspeção</b> .....	<b>16</b>
<b>4.1.1 Falhas causadas pela falta de manutenção preventiva</b> .....	<b>17</b>
<b>4.2 Resultados no Número de Quebras após Rotas de Inspeção</b> .....	<b>19</b>
<b>4.2.1 Códigos de inspeção de corretivas não planejadas (ICN) e corretivas planejadas (ICP)</b> ..	<b>20</b>
<b>4.2.2 Resultados de Número de Quebras no Setor de Empacotamento</b> .....	<b>22</b>
<b>4.2.3 Filtragem de Quebras do Setor de Empacotamento</b> .....	<b>23</b>
<b>4.2.4 Disponibilidade dos equipamentos do setor de empacotamento</b> .....	<b>24</b>
4.2.4.1 Fatores que interferem na disponibilidade dos equipamentos .....	26
<b>4.2.5 Máquina piloto (Empacotadora 7)</b> .....	<b>27</b>
<b>4.3 Implementação do TPM e impacto gerado na indústria</b> .....	<b>30</b>

<b>4.4 Ganhos econômicos a partir da implantação da manutenção planejada (MP)</b> .....	<b>31</b>
<b>4.4.1 Custo médio da falha do equipamento para 1kg de açúcar por hora</b> .....	<b>32</b>
<b>4.4.2 Cálculo do ganho financeiro por disponibilidade do equipamento</b> .....	<b>32</b>
<b>4.4.3 Receita Global das Safras 2020-21 e 2021-22</b> .....	<b>33</b>
<b>4.5 Análises de Falha</b> .....	<b>34</b>
<b>5 CONCLUSÃO</b> .....	<b>35</b>
<b>5.1 Proposta para trabalhos futuro</b> .....	<b>35</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	<b>36</b>
<b>APÊNDICES</b> .....	<b>38</b>
<b>APÊNDICE I – Análise de Falha Simplificada</b> .....	<b>38</b>
<b>APÊNDICE II – Rotas de Inspeção de Manutenção</b> .....	<b>39</b>
<b>APÊNDICE III – Gabarito de Inspeção</b> .....	<b>40</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O Brasil, por ser um país que investe na agricultura latifundiária de cana-de-açúcar, desde os primórdios da sua colonização, sempre buscou inovar o setor com a implantação de meios e técnicas que agilisassem e auxiliassem a produção do açúcar e dos seus derivados. Dentre elas, cabe destacar a manutenção planejada como um meio singular de ampliação do processo de fabricação de produtos e de minimização dos infortúnios.

Assim, por se tratar de um tema histórico no cenário brasileiro, há muita repercussão dos impactos das empresas sucroalcooleiras na economia nacional e mundial. Com o advento de novas tecnologias, as empresas do ramo de produção de açúcar e etanol buscam, em suas etapas, aplicar meios tecnológicos para aumentar a sua produtividade e reduzir as perdas, algo que, conseqüentemente, acarreta aumento dos seus lucros. Para isso, é necessário que a instituição aplique uma série de procedimentos, tais como a manutenção preventiva, a manutenção preditiva, e a manutenção corretiva, com o intuito de que o processo produtivo seja completo e eficiente.

O setor de empacotamento é o último estágio do processo de entrega de açúcar para o mercado. Na empresa Jalles Machado (JM), esse local é composto por 10 empacotadoras e 5 enfardadeiras, as quais sofrem com o talvez do pó de açúcar. Esse produto se acumula nos componentes que realizam trabalhos de transladação, rotação e outros. O efeito desse acúmulo de resíduos de açúcar gera aumento de desgaste acelerado e travamento de alguns componentes.

Com efeito de diminuir as perdas da indústria, aplica-se a técnica TPM (Manutenção Produtiva Total), conceito mais moderno de manutenção. Sua eficiência está em maximizar o uso das máquinas disponíveis e em seu caráter “perda zero”. Consiste na reestruturação e melhoria dos profissionais e dos equipamentos, com a participação de todos os níveis hierárquicos da empresa, o que altera a estrutura empresarial, visando a melhora (YAMAGUCHI, 2005).

Uma medida preventiva importante pode ser o uso de rotas de inspeção. Esse método consiste em especificar os pontos da máquina que são mais propícios a falhar e identificá-los em um documento que especifica as ações a serem tomadas para que seja evitada a quebra do equipamento.

Outra atividade de prevenção que auxilia a manutenção, são as análises de falha. Entende-se que este é um meio que também contribui para que as falhas específicas de um determinado equipamento não voltem a ocorrer. Diferente das rotas de inspeção que buscam evitar a quebra, essas análises agem em cima das quebras, identificando as causas da falha e tomando ações estratégicas para que não voltem a acontecer.

Isto posto, ciente da importância do ramo para a organização agrária e econômica da nação, o intuito deste trabalho é estudar aplicações dos métodos de manutenção planejada, como o de rotas de inspeção, para que assim sejam evitadas falhas antes do período desejado e não venha causar grandes prejuízos para empresa, como o de uma parada de produção.

### **1.1 Objetivo Geral**

Estudar a eficiência da implantação das técnicas de manutenção planejada em máquinas do setor de empacotamento, a fim de reduzir quebras e paradas de produção, com o propósito de diminuir custo atrelado às horas perdidas de produção.

### **1.2 Objetivos específicos**

- Analisar histórico de falhas das máquinas no setor de empacotamento.
- Desenvolver e implementar análise de falha e rotas de inspeção como ferramenta de manutenção planejada.
- Analisar os resultados gerais após a aplicação da manutenção planejada.
- Verificar os resultados, em termos econômicos, da aplicação da manutenção planejada.

### **1.3 Justificativa**

A área de empacotamento de açúcar é o último setor por onde o produto passa dentro da usina, antes que seja carregado e distribuído para todo o mercado. Problemas como a quebra de equipamentos nesse setor acarretam atrasos na oferta do produto, levando a grandes prejuízos, principalmente quando acontecem em grande escala.

Desta forma, a partir da observação diária dos indicadores de desempenho das máquinas de empacotamento, fica evidente que esse setor é o local onde há uma quantidade elevada de quebras na usina, gerando uma grande demanda de manutenção corretiva e levando a prejuízos com o custo de manutenção dos equipamentos e o de atrasos de demanda.

Diante disso, frente aos benefícios da aplicação da manutenção planejada que visa reduzir quebras em qualquer equipamento por onde é aplicado, o presente trabalho busca

apresentar implantação de sistema de manutenção que revela os ganhos econômicos e temporários decorrentes da eficiência e eficácia do processo a partir da aplicação da manutenção.

Diante do exposto, este trabalho torna-se importante para o cenário das instituições do ramo a fim de comprovar se esses métodos são realmente eficazes, para que futuramente venham a ser implantados em outros setores.

#### 1.4 Questão Problema

A estratégia **PICO** (SANTOS *et. al.*, 2007), bastante empregada na área da saúde, utiliza os parâmetros de entrada, tal que: **P** é o problema; **I** a intervenção; **C** a comparação; e **O** são os resultados. Trazendo a ideia deste estudo para o campo da análise a ser descrita da indústria açucareira, obtiveram-se os resultados da Tabela 1 para estes parâmetros:

**Tabela 1** - Aplicação da Estratégia PICO

<b>PICO</b>	
<b>Problema</b>	Interrupção do uso do equipamento
<b>Intervenção</b>	Aplicação da metodologia da manutenção planejada
<b>Comparação</b>	Não realização da manutenção preventiva
<b>Resultados Esperados</b>	Redução dos custos por parada das máquinas empacotadoras

**Fonte:** Santos, 2007.

Por meio dos parâmetros observados na Tabela 1, chegou-se na seguinte questão problema: **Qual a economicidade que a aplicação da metodologia de manutenção planejada pode fornecer, em termos de redução de custo, pela diminuição da interrupção do uso das máquinas empacotadoras?**

Hipoteticamente, respondendo a aplicação da manutenção planejada, irá reduzir o número de quebras, acarretando redução de custos, aumentando sucessivamente a disponibilidade dos equipamentos, ou seja, irá viabilizar estudo de contratação de funcionários para manutenção; estudo de mercado para aquisição de novos equipamentos, a fim de aumentar a eficiência da indústria; estudo de lubrificantes que permitem menor atrito nas juntas do equipamento; e estudo de líquido refrigerante para diminuir a temperatura, evitando corrosão.

## **2 REFERENCIAL TEÓRICO**

Nesse capítulo é apresentada a revisão bibliográfica sobre o tema proposto no projeto, baseado em uma pesquisa bibliográfica que dá suporte para a realização da parte prática do Trabalho de Conclusão de Curso.

### **2.1 Manutenção Industrial**

Inicialmente, frente à mecanização dos métodos de trabalho para a prevenção de problemas, torna-se fundamental a definição do que é manutenção industrial, de como ela se desenvolveu no tempo, e de como ela tem sido classificada pelos estudiosos da área. A manutenção tem procurado novos modos de pensar, técnicos e administrativos, já que as novas exigências de mercado tornaram visíveis as limitações dos atuais sistemas de gestão (MOUBRAY, 1997). Uma das modificações apontadas por Moubray é a incorporação de elementos da confiabilidade às estratégias usuais de manutenção encontradas nas empresas de fabricação e de serviços tecnológicos.

O processo evolutivo da manutenção industrial se desenvolveu em três gerações distintas. A Primeira Geração abrange o período antes da Segunda Guerra Mundial, quando a indústria era pouco mecanizada, os equipamentos eram simples e, na sua grande maioria, superdimensionados. A segunda geração inicia na Segunda Guerra Mundial até os anos 60, e as pressões do período da guerra aumentaram a demanda por todo tipo de produtos, ao mesmo tempo em que o contingente de mão de obra industrial diminuiu sensivelmente. Como consequência, neste período houve forte aumento da mecanização, bem como a complexidade das instalações industriais. Por fim, na terceira geração reforçou-se o conceito de uma manutenção preditiva. A manutenção preditiva é aquela que indica as condições reais de funcionamento das máquinas com base em dados que informam o seu desgaste ou processo de degradação (PINTO & XAVIER, 2001).

Os tipos de manutenção são as formas de encaminhar as intervenções nos instrumentos de produção, ou seja, nos equipamentos que compõem uma determinada planta. Neste sentido observa-se que existe um consenso, salvo algumas variações irrelevantes, quanto aos tipos de manutenção (VIANA, 2002). No presente trabalho, para fim de elucidação do processo de empacotamento de uma usina sucroalcooleira e dos principais pontos que se fazem presentes na manutenção, será abordada a manutenção planejada.

### 2.1.1 *Manutenção Planejada*

A Manutenção Planejada busca a garantia de competitividade, atuando diretamente na eliminação de perdas e na melhoria da eficiência, desempenho e qualidade. Os princípios fundamentais estão baseados no TPM / *Maintenance* (SUZUKI, 1994) e na implantação, adaptação e aprimoramento dos seus cinco fundamentos básicos implantação, adaptação e aprimoramento dos seus cinco fundamentos básicos (NASSAR & DIAS, 2008):

- i. Maximização da eficiência dos equipamentos;
- ii. Envolvimento dos operadores nas tarefas diárias de manutenção;
- iii. Implementação da eficiência da manutenção;
- iv. Treinamento permanente para a melhoria de desempenho; e
- v. Fortalecimento da prevenção.

A manutenção planejada é aquela na qual há diminuição ou eliminação da perda de produção, minimização do custo e do tempo de reparo. A manutenção planejada pode ser dividida em: (i) manutenção corretiva; (ii) manutenção preventiva; e (iii) manutenção por melhorias. Além dessa classificação, há a subdivisão da manutenção preventiva em: (i) manutenção de rotina; (ii) manutenção periódica; e (iii) manutenção preditiva (SOUZA, 2004).

Segundo Tavares (1999), o conceito básico da TPM é a reformulação e a melhoria da estrutura empresarial a partir da reestruturação e melhoria das pessoas e dos equipamentos, com envolvimento de todos os níveis hierárquicos e a mudança da postura organizacional.

Para Nakajima (1989), significa montar uma estrutura onde haja a participação de todos os escalões, desde a alta direção até os postos operacionais de todos os departamentos, ou seja, uma sistemática PM (Prevenção da Manutenção), com envolvimento de todos. Trata-se da efetivação de um "*Equipment Management*", isto é, a administração das máquinas por toda a organização.

Conforme Banker (1995), a TPM cria um autogerenciamento no local de trabalho, uma vez que os operadores "assumem" a propriedade de seu equipamento e, cuidam dele, eles

próprios, eliminando-se as paradas e defeitos, cria-se confiança. A TPM respeita a inteligência e o potencial de conhecimento de todos os empregados da empresa.

Uma manutenção preventiva mais ampla, baseada na aplicabilidade econômica vitalícia de equipamentos, matrizes e gabaritos que desempenham os papéis mais importantes na produção. Em harmonia com a definição do TPM, cada uma das letras possui um significado próprio como segue: - a letra "T" significa "*TOTAL*". Total no sentido de eficiência global, de ciclo total de vida útil do sistema de produção e de envolvimento de todos os departamentos que compõem a empresa; - a letra "P" significa "*PRODUCTIVE*". A busca do sistema de produção até o limite máximo da eficiência, atingindo "zero acidente, zero defeito e quebra/falha zero", ou seja, a eliminação de todos os tipos de perda até chegar ao nível zero; - a letra "M" significa "*MAINTENANCE*". Manutenção no sentido amplo, que tem como objeto o ciclo total de vida útil do sistema de produção e designa a manutenção que tem como objeto o sistema de produção de processo único, a fábrica e o sistema de vendas (TAHASHI & OSADA, 1993).

Para Tahashi e Osada, o TPM é um conceito gerencial que começa pela liberação da criatividade normalmente escondida e inexplorada em qualquer grupo de trabalhadores. Estes trabalhadores, frequentemente sobrecarregados em tarefas aparentemente repetitivas, têm muito a contribuir se, pelo menos, isto lhes for permitido. Seu objetivo é promover uma cultura na qual os operadores sintam que eles "possuem" suas máquinas, aprendem muito mais sobre elas, e no processo se liberam de sua ocupação prática para se concentrarem no diagnóstico do problema e do projeto de aperfeiçoamento do equipamento. Desta forma, há um ganho direto.

#### 2.1.1.1 Manutenção Corretiva

A manutenção corretiva é aquela de atendimento imediato para consertar equipamentos danificados ou que sofreram avarias. Normalmente, o número de avarias cresce à medida que não são tomadas medidas antecipadas para o perfeito funcionamento dos equipamentos. Este tipo de manutenção é considerado como um dos que mais onera a produção, porque, normalmente, tal manutenção implica na parada do equipamento e interrupção da produção. "Por isso, a equipe de manutenção deve trabalhar com eficácia para evitar que equipamentos, precisem de manutenção corretiva" (NETO& LIMA, 2002).

### 2.1.1.2 Manutenção Preventiva

Manutenção preventiva é aquela que é efetuada frequentemente, de acordo com critérios preestabelecidos, para reduzir a probabilidade de falhas de um bem ou de degradação de serviço executado. Pode-se notar que este tipo de manutenção que é aplicado, geralmente em grandes empresas e em uma fase mais evoluída do controle do processo, é uma expressão norte-americana definindo um tipo de manutenção condicional que permita reajustar as previsões das operações de manutenção a efetuar, estimando-se a tendência evolutiva do funcionamento não adequado detectado equipamento máquina e o tempo durante o qual é possível continuar a utilizá-lo antes da avaria (MIRSCHAWKA & OLMEDO, 1993).

## 2.2 Principais Problemas Mecânicos pela Falta de Manutenção Planejada

### 2.2.1 Resistência à fadiga

A fadiga é definida a partir do estudo dos materiais que compõem as peças das máquinas. Cada material comporta-se diferente frente às variações de cargas ou mesmo às cargas estáticas. As peças de máquinas estão sujeitas a sofrer devido às forças e tensões que variam com o tempo. A resistência do material a essas variações é o que caracteriza a sua resistência à fadiga, ou seja, quanto o material permanece utilizável para determinada função sem ocorrer seu comprometimento ou ruptura. Por isso, é de suma importância conhecer a resistência dos materiais em condições de descontinuidade de forças agindo sobre ele, para garantir a funcionalidade ao corpo ao qual foi aplicado (NORTON, 2013).

Frequentemente descobre-se que membros de máquina falharam sob a ação de tensões repetidas ou flutuantes, todavia, a análise mais cuidadosa revela que as tensões reais máximas estavam bem abaixo da resistência última do material, e muito frequentemente, até abaixo da resistência ao escoamento, ou seja, mesmo o material sendo submetido a tensões menores, deveria resistir e mesmo assim falhou. E essas falhas são tidas como características distinguíveis, e através dessas falhas, as tensões foram se repetindo a um elevado número de vezes (ciclos), (BUDYNAS, 2016).

#### 2.2.1.1 Resistência ao Desgaste

O desgaste de um material pode ser provocado por diversos fatores. Dentre eles, observa-se o desgaste por abrasão, que está diretamente ligado aos demais processos, como o de erosão-corrosão, causando a degradação de materiais.

A abrasão de um material também pode acontecer de forma positiva, quando usada apropriadamente, para polir, por exemplo. É de fundamental importância saber a resistência à abrasão de um material, intimamente ligado à sua composição e teor de carbono, para garantir o total desempenho do meio ao qual ele foi aplicado (CALLISTE; RETHWISCH, 2020). Desgaste por atrição em certas estruturas submetidas à baixa tensão é o tipo de desgaste que mais ocorre nos equipamentos e peças industriais (RIBEIRO, 2004).

As Usinas Sucroalcooleiras sofrem pesadas perdas devido alguns tipos de desgastes por adesão, abrasão, corrosão, fadiga, erosão, atrito e entre outros. Assim, os desgastes ou deterioração vão se intensificando e provocando as falhas e/ou quebras que precisam ser detidas por meio de algumas estratégias de manutenção, como a preventiva e preditiva.

### 2.3 Análise dos Modos de Falha e Efeitos (FMEA)

A Análise de Modo e Efeito de Falha (FMEA do inglês *Failure Mode and Effects Analysis*) é uma metodologia vastamente empregada na indústria, que tem o objetivo de reduzir o número de falhas em equipamentos, por meio da identificação dos sintomas das falhas (causas) antes que elas ocorram (STAMATIS, 2003).

O FMEA é um método sistemático, no qual há foco na prevenção de falhas de um sistema, projeto e/ou processo, por meio de um método de identificação, baseados na frequência e impacto dos modos de falhas (ALMANNAI et.al. 2008).

**Figura 1** - Elementos básicos do FMEA.



**Fonte:** Adaptado de Palady, 1997.

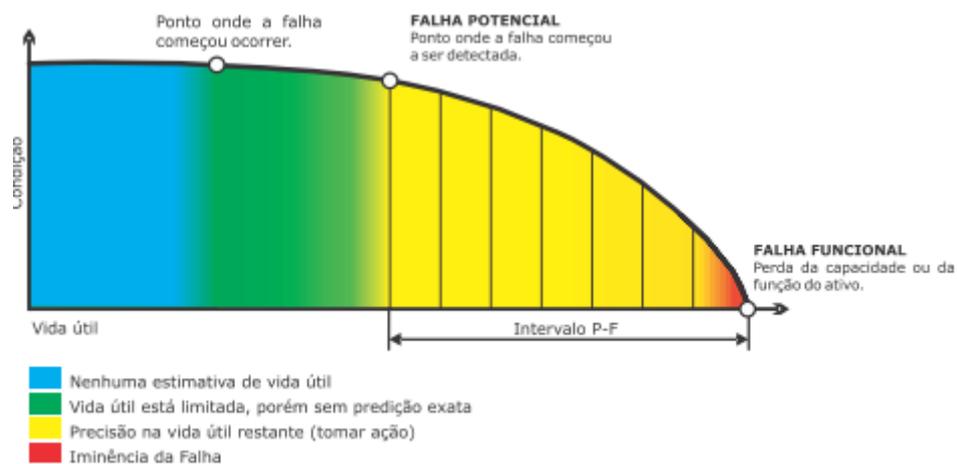
Para Palady (2007), esta ferramenta está relacionada a proatividade, tendo em vista que o seu intuito é identificar e eliminar os problemas antes que eles venham a suceder. Ainda segundo o autor, o FMEA deve atender a cinco elementos básicos destacados na Figura 1, na

qual Palady demonstra o passo a passo para se encontrar a causa raiz de uma falha. O apêndice I demonstra um exemplo da aplicação desse método na usina Jalles Machado. Geralmente, esta técnica está associada à manutenção preventiva, tendo em vista que ajuda na identificação das probabilidades de falhas.

### 2.3.1 Curva de Falha Potencial (P-F)

A Curva de Falha Potencial, conhecida como curva P-F, é um instrumento utilizado para a identificação e categorização de falhas, antes mesmo que elas ocorram. Por meio dela é possível determinar qual instrumento é indicado para verificação das possibilidades de falha, de acordo com as observações do analista que está utilizando a máquina ou equipamento. Segundo Baran (2011), o início de uma falha potencial é estabelecido quando o sistema começa a apresentar uma alteração do desempenho de sua função, podendo evoluir para uma falha funcional, conforme identificado na Figura 2.

**Figura 2** - Curva de Falha Potencial.



Fonte: Baran, 2012.

## 2.4 Máquinas empacadoras

A máquina empacadora é utilizada no processo pelas grandes empresas para tornar mais ágil e célere o processo de produção dos seus manufaturados. Ela é composta por uma esteira que direciona o produto para serem colocados em fardos plásticos de forma manual.

Após o enfardamento, o produto é armazenado e pronto para ser expedido, encerrando seu ciclo produtivo.

A seta vermelha na Figura 3 aponta para uma empacotadora da linha de empacotadoras. Esta imagem ilustra parte do processo, em que o açúcar é empacotado e logo em seguida cai nas esteiras que transportam os pacotes para as enfardadeiras.

**Figura 3** – Saída das empacotadoras.



**Fonte:** Próprio autor, 2021.

A Figura 4 mostra a continuação da Figura 3 que apresenta os pacotes enfardados saindo das enfardadeiras. Logo após saírem das enfardadeiras, esses fardos caem na esteira que leva para o centro de distribuição e armazenagem (CDA).

**Figura 4** - Saída de fardos das enfardadeiras.



**Fonte:** Próprio autor, 2021.

### 3 METODOLOGIA

A metodologia do presente trabalho irão se basear no recolhimento de dados históricos de falhas das máquinas empacotadoras, onde será utilizada a técnica TPM, por meio da qual serão estudadas as falhas que ocorrem nos equipamentos e serão fornecidos indicadores para a melhor definição do plano de adequação.

Além disso, serão realizadas análises por meio dos softwares SAP®, Power BI® e Microsoft Excel®, nos quais se pretende estudar e analisar os motivos de quebra citados pelos funcionários.

Feito isso, serão verificados se o plano de ação foi eficiente, e serão utilizados gráficos que apontam a comparação do antes e depois da implantação do plano de MP.

#### 3.1 O TPM

A metodologia TPM foi idealizada pela necessidade de eficiência das indústrias japonesas após a 2ª Guerra Mundial, período no qual se envidou grandes esforços e recursos para o enfrentamento da batalha. Assim, ela baseia-se em pilares que visam a garantia da qualidade de produtos, por meio dos princípios descritos na Figura 5

**Figura 5** – Diagrama de princípios do TPM.



**Fonte:** Próprio autor, 2021.

Dentre os princípios abordados por esta metodologia, será dado um enfoque especial nas manutenções planejada e preditiva.

### 3.2 Ferramentas de Sistemas de Informação

Um sistema de informação, de modo geral é uma base de dados ou qualquer local que te permita levantar informações, seja ele um sistema informacional computadorizado, seja manual. Um *software* é um programa que te auxilia a executar alguma tarefa, como por exemplo, processar os dados que você levantou.

#### 3.2.1 Sistema integrado de gestão empresarial

O sistema SAP® é um Sistema Integrado de Gestão Empresarial, - *Enterprise Resource Planning* – ERP - no qual é possível gerenciar diversas áreas de uma organização de maneira simultânea e integrada, conforme se observa na Figura 6.

**Figura 6** - Módulos SAP



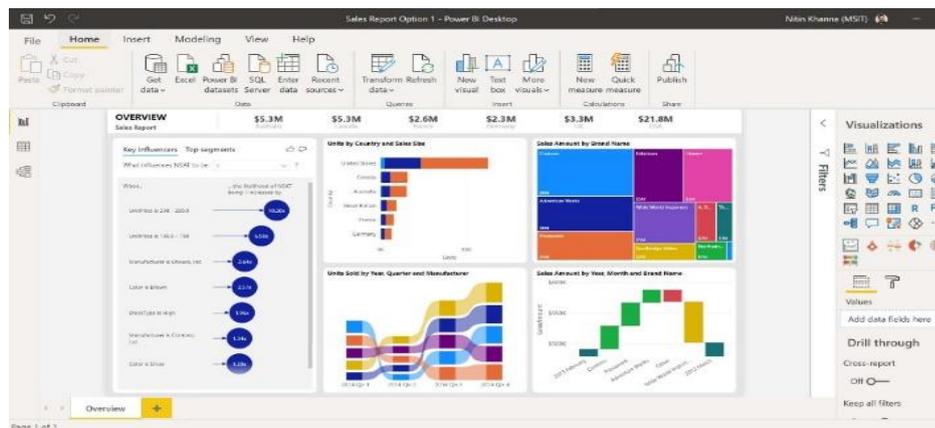
**Fonte:** Site Oficial da SAP Brasil, 2021.

A Figura 6 acima demonstra o sistema de gestão utilizado pela Jalles Machado. Por meio desta ferramenta, serão armazenados os dados referentes às falhas dos equipamentos para posteriormente serem extraídas utilizando a ferramenta Excel.

### 3.2.2 Software Power BI®

O sistema *Power BI*® é uma ferramenta de análise de dados que pode ser combinada com a utilização de bases de dados, para a obtenção de informações. Seu grande diferencial é sua capacidade de elaborar múltiplas opções de gráficos muito rapidamente. Por meio desta ferramenta é possível elaborar gráficos e verificar o ganho relacionado à aplicação do TPM nas falhas identificadas na indústria.

**Figura 7 - Layout Power BI.**

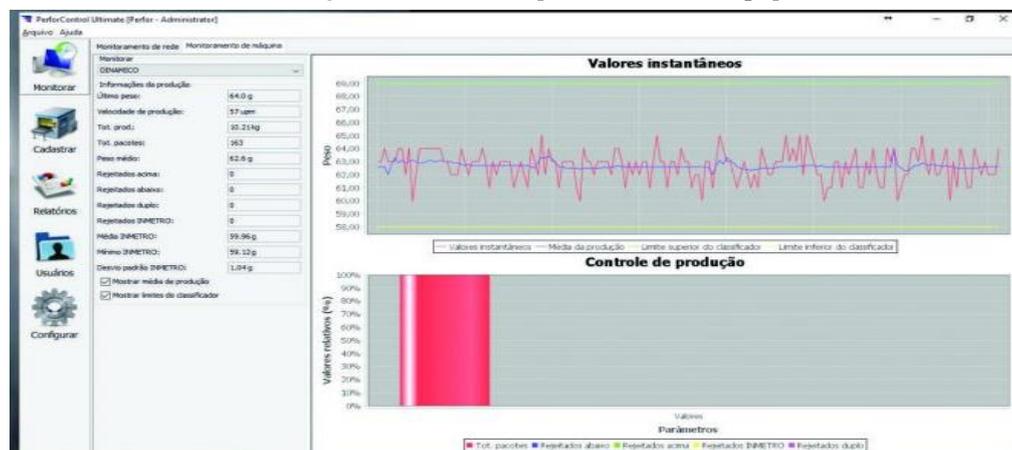


Fonte: Site Oficial do *Power BI*, 2021

### 3.2.3 Software PerforControl

A aplicação *PerforControl*® será utilizada para mapear a eficiência dos equipamentos *Perfor*®, com ela serão mapeados todos os dados dos processos produtivos relacionado ao equipamento, o que servirá de base para a manutenção planejada, conforme pode ser observado na Figura 8.

**Figura 8 - Análise de produtividade de equipamento.**



Fonte: Site Oficial da *PerforControl*, 2021

### **3.3 Plano de Ação**

O Plano de ação será composto de 3 etapas, baseadas no TPM. São elas:

- Desenvolvimento e implantação das rotas de inspeção.
- Análise dos resultados após a implementação das rotas de inspeção.
- Controle de qualidade do uso do equipamento, para manter o nível de eficiência do equipamento.

## **4 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **4.1 Rotas de inspeção**

Dentre as atividades de manutenção planejada preventiva aplicada na Jalles, as principais são as rotas de inspeção. Essas rotas têm como objetivo serem as mais intuitivas possíveis. Dessa forma, utilizam-se imagens e cores para facilitar a compreensão de qualquer trabalhador que vá executá-la, seguindo também uma sequência lógica para que seja executada no menor tempo possível, demandando menos tempo dos profissionais das oficinas.

O padrão das rotas de inspeção foi concretizado em identificar, por meio de imagens ou desenhos, as posições em que o executor deve se encontrar para que verifique os pontos da máquina a serem inspecionados, conforme apresentado no apêndice II. Essas posições são identificadas por letras maiúsculas seguindo a ordem alfabética, cada uma com uma cor diferente e da mesma forma que as posições são identificadas no papel (rota), também são aplicados adesivos com as mesmas cores e letras no equipamento, para que fique mais fácil a identificação. Isso vale para os pontos de inspeção, onde cada oficina possui sua cor, sendo que a oficina mecânica utiliza adesivos amarelos, e a elétrica e instrumentação, adesivos azuis.

Esses pontos foram estabelecidos estudando o histórico de quebras das máquinas e por meio de entrevistas com mecânicos, eletricitas e instrumentistas experientes, já que essas máquinas são compostas por componentes que englobam essas três áreas. A Figura 9 mostra parte de uma rota, onde a posição de uma empacotadora está identificada por uma posição “B” e os pontos que mais necessitavam de serem inspecionados.

A execução dessas rotas é realizada utilizando gabaritos que compõe os pontos e parâmetros de inspeção da rota. Os executores devem preencher o gabarito relatando as condições encontradas.

O apêndice III demonstra um exemplo de gabarito utilizado.

**Figura 9** - Ilustração da rota de "posição B" de uma empacotadora.

INSPEÇÃO POSIÇÃO B				
IMAGEM	PONTO	COMPONENTE	AÇÃO DE INSPEÇÃO	PARÂMETRO DE ACEITAÇÃO
	1	Eixo principal do dosador	Verificar lubrificação (bico graxeiro)	Graxa nova aparente e sem excesso
	2	Dosador	Verificar se há vazamento de açúcar Verificar se há acúmulo de açúcar	Sem vazamento Sem acúmulo de açúcar
	3	Regulador de peso	Verificar desgaste da rosca Verificar se há sujidade	Sem folga Sem resíduos de produto
	4	Redutor	Verificar se há vazamento Verificar se há sujidade	Sem vazamento Sem resíduos de produto
	5	Regulador de peso	Verificar desgaste da rosca Verificar se há sujidade Verificar coifa	Sem folga Sem resíduos de produto Totalmente vedada e sem rasgos
	6	Eixo da mesa (sobe-desce)	Verificar se há sujidade Verificar lubrificação (bico graxeiro)	Sem resíduos de produto Graxa nova aparente e sem excesso
	7	Eixo da mesa (sobe-desce)	Verificar se há sujidade Verificar lubrificação (bico graxeiro)	Sem resíduos de produto Graxa nova aparente e sem excesso
	8	Biela	Verificar se há folga nos rolamentos	Sem folga
	9	Biela	Verificar se há folga nos rolamentos	Sem folga
	10	Mancal	Verificar se há sujidade Verificar lubrificação (bico graxeiro)	Sem resíduos de produto Graxa nova aparente e sem excesso
	11	Mancal	Verificar se há sujidade Verificar lubrificação (bico graxeiro)	Sem resíduos de produto Graxa nova aparente e sem excesso
	12	Redutor	Verificar se há vazamento Verificar se há sujidade Verificar lubrificação	Sem vazamento Sem resíduos de produto Vazamento de graxa ao retirar
	13	Polia	Verificar desgaste da polia	Polia sem desgaste

Fonte: Próprio autor, 2021.

#### 4.1.1 Falhas causadas pela falta de manutenção preventiva

Essas máquinas produzem, em média, 45 pacotes de 1 kg por minuto. São constituídas por componentes que trabalham com muitas articulações e translações em eixos, o que permite observar que essas peças possuem um desgaste natural. No entanto, este desgaste se agrava bastante com a presença de resíduos de açúcar e falta de lubrificação.

A maioria das quebras do empacotamento, cerca de 90 %, é resultante da falta de limpeza e lubrificação, atividades que ainda hoje não estão sendo realizadas com maestria. No entanto, nas novas rotas de inspeção, executores verificam se há presença de sujidade e falta de lubrificação nos equipamentos, dando destaque para limpeza, pois o local é vítima de vazamentos de pó de açúcar constantemente.

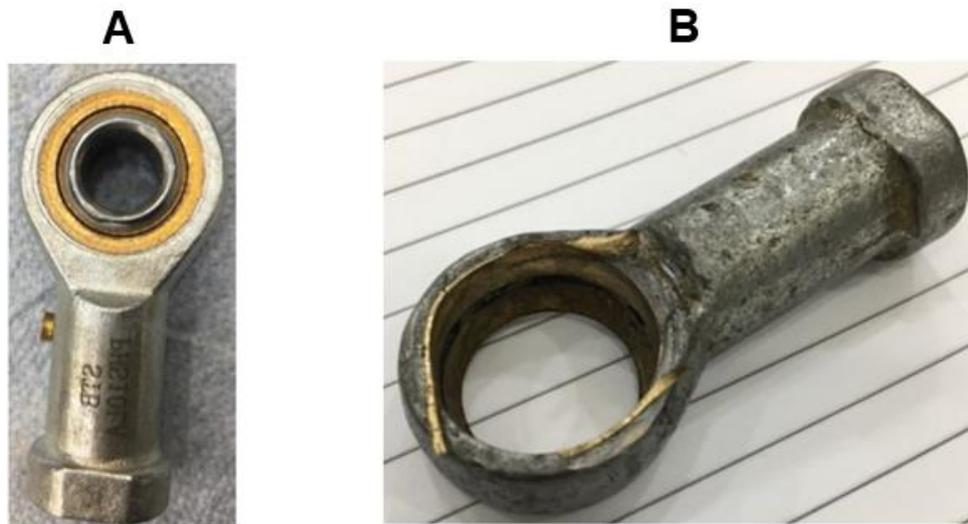
Essa inspeção é realizada por meio de análise visual e auditiva, tomando cuidado com a segurança, onde o inspetor pode encontrar a presença de anomalias e ruídos anormais. Juntamente com essas medidas preventivas, também foi empregado o uso de outra medida preditiva referente à temperatura (°C), a qual utiliza termômetro a laser, que permite

identificar anomalias em painéis elétricos, quadros de comando, motores elétricos e redutores de velocidade.

Algumas das quebras mais comuns são causadas por folga, gerada por desgaste excessivo, principalmente nos terminais rotulares. Também apresentam queima de motores, devido ao acúmulo de resíduos de açúcar que entram pela ventilação. As falhas por fadiga em eixos e hastes ocorrem quando os mesmos ficam incrustados de açúcar, restringindo a transladação, o que gera tensões e deformações cíclicas que levam a peça à falha.

A Figura 10 mostra um terminal rotular, peça que é encontrada tanto nas empacotadoras, quanto nas enfardadeiras, em componentes que trabalham com movimentos articulados. A parte 'A' da figura 11 demonstra uma peça nova e a parte 'B', a mesma peça (por abrasão) A, porém muito desgastada. A peça 'B' chegou nesse estado devido à um desgaste excessivo, causado pela contaminação de açúcar e principalmente a falta de inspeção.

**Figura 10** - Exemplo de desgaste nos terminais rotulares da mordça.



**Fonte:** Próprio autor, 2021.

A Figura 11 mostra um exemplo da quebra de uma haste por fadiga, na parte 'B'. Segundo análise dos especialistas no setor de empacotamento da empresa, a causa dessa falha deu-se por folga em um terminal rotular interno da máquina (parte 'A' na figura 11). Essa folga gerava pequenos travamentos que resultava em ciclos de tensão na haste.

**Figura 11** - Falha no equipamento por fadiga

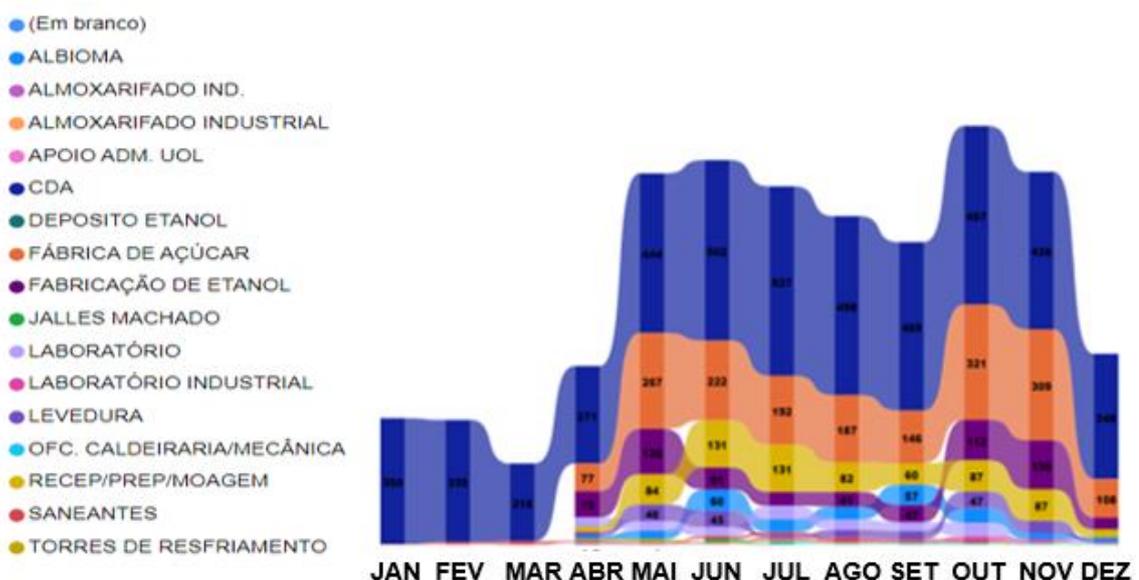


Fonte: Próprio autor, 2021.

## 4.2 Resultados no Número de Quebras após Rotas de Inspeção

A implementação das rotas de inspeção começou a ser realizada semanalmente no início, e em janeiro de 2021 até o mês de outubro, estava sendo realizada quinzenalmente em quase todas as áreas da indústria, com preferência nas áreas com maior índice de quebras. As Figuras 12 e 13 nos permitem observar a grande redução das quebras em toda indústria e principalmente no centro de distribuição e armazenagem (CDA) (destacado em azul escuro), assim que as rotas começaram a ser realizadas.

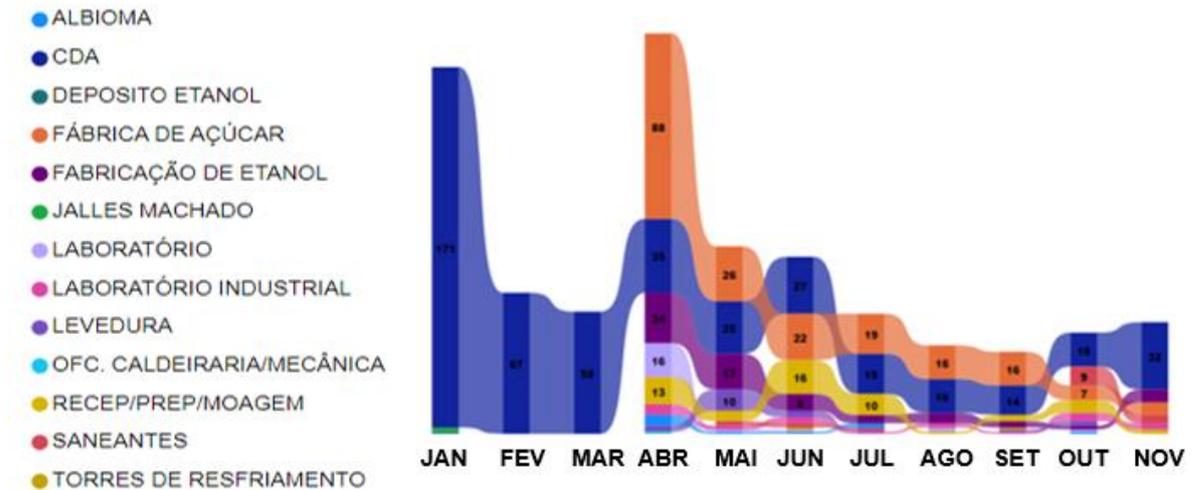
**Figura 12**–Áreas da indústria com maior número de quebras 2020.



Fonte: Jalles Machado, 2021.

A cor azul escuro se refere ao número de quebras do CDA e as outras cores à outras áreas da indústria.

**Figura 13** – Áreas da indústria com maior número de quebras 2021.



Fonte: Jalles Machado, 2021.

Visualizando os dois gráficos acima, pode-se constatar que o número de quebras do CDA durante o ano de 2021 foi muito inferior ao do ano de 2020, fato que se dá devido ao tempo de adaptação da implantação de uma nova forma organizacional.

#### 4.2.1 Códigos de inspeção de corretivas não planejadas (ICN) e corretivas planejadas (ICP)

O motivo pelo qual pode-se afirmar que o número de quebras real não é o mesmo mostrado no gráfico das figuras 10 e 11, é devido a que grande parte desses números foi lançada no sistema de gestão de dados da empresa (SAP) de forma errônea.

As quebras não programadas são reconhecidas no sistema quando são lançadas por um código, que se chama “ICN”. Esse código só deve ser usado quando o colaborador presencia uma falha visível do equipamento, em outras palavras, quando ele não pode mais operar, uma falha funcional.

Quando o operador encontra alguma anomalia no equipamento, que não impede o padrão de desempenho da máquina, a orientação é de que ele lance no sistema um código chamado de “ICP”, usado para corretivas planejadas. O motivo dessa orientação é porque as quebras não programadas (ICNs) necessitam de um tratamento emergencial, quando não há

equipamentos reservas. A planilha de Excel da Figura 14 mostra um exemplo de tratativas que deveriam ser de ICP (destacado em amarelo), mas foram lançadas como ICN no sistema.

**Figura 14** - Exemplo de erros na identificação de falhas.

	Ordem	Tipo de ordem	Tipo atividade.manut.	Txt.breve operação	Prioridade
1					
365	4226878	OMI2	ICN	verificar carimbo empacotadeira 10	1
366	4226892	OMI2	ICN	VERIF. BALANÇA DA EMPACOTADEIRA 10	1
367	4226908	OMI2	ICN	AJUSTAR ALINHAMENTO TUBO FORMADOR	1
368	4226909	OMI2	ICN	VERIFICAR TUBO FORMADOR	1
369	4226916	OMI2	ICN	ALTERAR FREQUENCIA ESTEIRA DE SAIDA	1
370	4226917	OMI2	ICN	ALTERAR FREQUECIA EMPACOTADEIRA 07	1
371	4227014	OMI2	ICN	verificar falha check peso empac 10	1
372	4227015	OMI2	ICN	ajustar velocidade empacotadeira 8	1
373	4227016	OMI2	ICN	ajustar tempo do dosador empacotadeira 5	1
374	4227019	OMI2	ICN	LIGAR MOTOR DE SAIDA	1
375	4227020	OMI2	ICN	SETAP DA TELA PENEIRA	1
376	4227021	OMI2	ICN	LIGAR MOTOR DE SAIDA	1
377	4227022	OMI2	ICN	DESTRAVAR VALVULA ROTATIVA	1
378	4227023	OMI2	ICN	MONTAR PENEIRA VIBRATORIA	1
379	4227024	OMI2	ICN	SUBSTITUIR VEDAÇÕES DAS PENEIRAS	1
380	4227039	OMI2	ICN	colocar rede check peso emp 10	1
381	4227061	OMI2	ICN	intertravamento da empacotadeira 7/8	1
382	4227105	OMI2	ICN	ajustar falha esteiras enfardadeiras 4	1
383	4227106	OMI2	ICN	verificar falha enfardadeira 4	1
384	4227138	OMI2	ICN	INSTALAR AUTOMAÇÃO NA VALVULA GUILHOTIN	2
385	4227149	OMI2	ICN	verificar falha empacotadeira 10	1
386	4227150	OMI2	ICN	verificar falha enfardadeira 5	1
387	4227112	OMI2	ICN	VERIFICAR SOLDA VERTICAL	1
388	4227113	OMI2	ICN	VERIFICAR DESARME ENFARDADEIRA 05	1
389	4227115	OMI2	ICN	FIXAR PE ESTEIRA DE SAIDA	1
390	4227116	OMI2	ICN	AJUSTAR TEMPO DE PROGRAMAÇÃO	1

**Fonte:** Jalles Machado, 2021.

O tipo de problema destacado na figura 14 não impede que o equipamento continue operando, e por causa disso observou-se a necessidade de treinamento para melhorar a operação do sistema, que vem sendo feito até o presente momento. Pode-se visualizar no gráfico de quebras geral da indústria (Figura 12), que mesmo grande parte da redução de quebras ilustrada no gráfico terem reduzido em resultados obtidos pelas preventivas, realizadas pelas oficinas de mecânica elétrica e instrumentação, também vem acontecendo uma mudança de mentalidade da operação para como o novo sistema de manutenção, resultando no lançamento de códigos de forma correta.

A motivação para a realização adequada das atividades, reduzindo cada vez mais quebras, vem de forma impactar em seus resultados de produção, pois a empresa utiliza de um método inteligente, pelo qual os trabalhadores participam cada vez mais dos lucros, quando atendem às metas estabelecidas.

### 4.2.2 Resultados de Número de Quebras no Setor de Empacotamento

O setor da indústria estudado pelo presente trabalho é o de empacotamento de açúcar, um local que se encontra dentro do depósito de açúcar, chamado de CDA (Centro de Distribuição e Armazenagem). O CDA é a área responsável pelo maior número de quebras da indústria, fato que podemos observar na Figura 15.

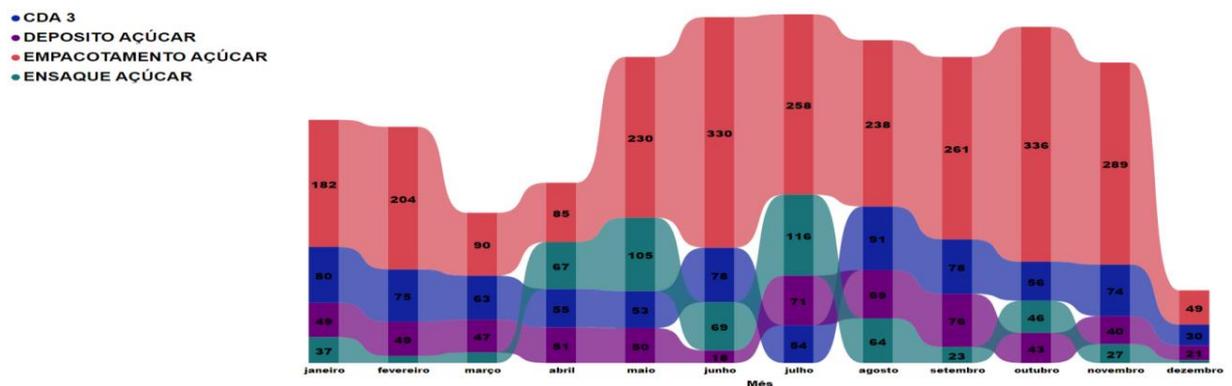
Figura 15 – Gráfico de quebras geral da indústria (2020).



Fonte: Jalles Machado, 2021.

Quando falamos de números, aproximadamente 54,37% das quebras da indústria do ano de 2020 foram do CDA. No entanto, mais da metade das quebras do CDA são oriundas do setor de empacotamento, como demonstrado na Figura 16.

Figura 16 - Mapa de quebras por estação (2020)



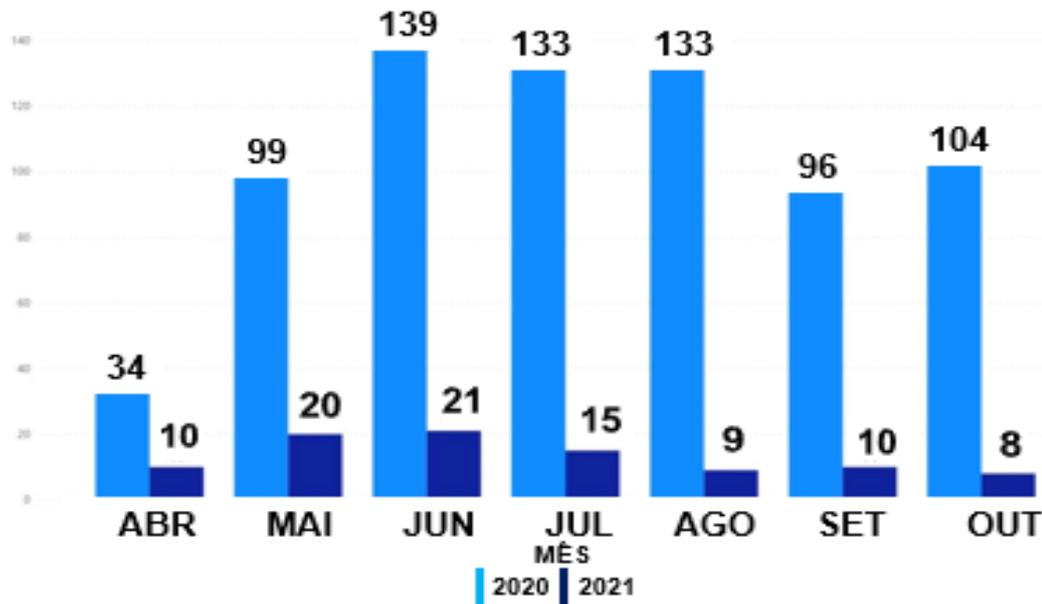
Fonte: Jalles Machado, 2021.

Os resultados filtrados pelo número de quebras do empacotamento de açúcar em relação ao resto da indústria são transparecidos na Figura 16. Destes números, depreende-se que mesmo que o empacotamento seja apenas um setor do CDA (responsável pelo maior número de quebras da indústria), ele continua se sobressaindo em relação as demais áreas da indústria.

#### 4.2.3 Filtragem de Quebras do Setor de Empacotamento

Em vista do problema de abertura de código de forma errônea, foi realizado um levantamento dos dados do histórico de quebras do setor de empacotamento disponíveis no SAP, *software* de gestão usado pelo grupo Jalles Machado e analisou detalhadamente cada ICN através de suas descrições, com base na curva *Potential Failure* (PF), dos anos de 2020 e 2021, o que nos permiti evidenciar de uma forma mais clara que os resultados obtidos com o TPM foram positivos.

**Figura 17** - Comparativo de falhas 2020 vs 2021.



**Fonte:** Jalles Machado, 2021.

A respeito da figura 17, a média de quebras por mês foi de 105 quebras/mês no ano de 2020 e 13 quebras/mês no ano de 2021, sendo assim, houve uma redução de aproximadamente 87,39% de quebras até o mês de outubro de 2021.

Diante dessa grande redução, mesmo que os parâmetros para montagem desse gráfico terem sido baseados na curva PF, ainda pode haver algumas notas (ICN`s) que não são

quebras. O motivo dessa observação é que, em conversa com o gestor de manutenção industrial, o mesmo afirmou que algumas ICN's eram lançadas com descrição de uma quebra, mas na verdade não eram. Segundo ele, esse tipo de situação acontece quando a operação quer resolver alguma atividade imediatamente e acabam lançando um evento como quebra para que se receba tratamento emergencial.

#### 4.2.4 Disponibilidade dos equipamentos do setor de empacotamento

A equipe administrativa do CDA (área onde se encontra o empacotamento de açúcar), também possui um software de gestão exclusivo, o *PerforControl*, do qual levantam seus próprios indicadores.

Para um melhor entendimento dos fatores que interferem na disponibilidade de um equipamento, podemos observar as figura 18 e figura 19, onde o primeiro expõe os resultados de janeiro a março de 2020 e o segundo mostra os resultados de agosto a outubro 2021 após a implementação das rotas de inspeção, respectivamente.

**Figura 18** - Resultados de janeiro a março/2020.



Fonte: Jalles Machado, 2021.

A Figura 18 apresenta 2084h de parada não programadas da produção num trimestre de safra de 2020. Deprende-se da imagem que esta quantidade representa 20.23% das horas totais de operação do equipamento.

**Figura 19** - Resultados de agosto a outubro/2021.



**Fonte:** Jalles Machado, 2021.

Por outro lado, na Figura 19 percebe-se que para um trimestre de produção na safra de 2021, destacam-se o número de 1922 horas de parada não programada, representando 7,8% das horas totais de operação do equipamento. Observa-se, portanto, uma melhoria de eficiência de 12,43% comparando-se a safra de 2020 e 2021.

Podemos observar que existe um ganho de 13,75 % de disponibilidade do ano de 2021 em relação ao ano de 2020, onde essa disponibilidade é medida de acordo com o tempo em que as máquinas estavam produzindo.

#### 4.2.4.1 Fatores que interferem na disponibilidade dos equipamentos

Como vimos nos pontos anteriores, existem outros fatores que interferem na medição de disponibilidade dos equipamentos, como o de paradas programadas, tempo em que ficou desligada e/ou sofreu pequenas paradas.

- **Pequenas paradas:** são consideradas como pequenas paradas, aquelas que duram menos que 10 minutos, podendo ser usada em caso de algum reparo no equipamento, como por exemplo, a troca de algum parafuso.
- **Paradas programadas:** o setor de empacotamento não para durante a entressafra, trabalha 24 horas por dia com divisão de 3 turnos, então, faz se necessário parar os equipamentos em ocasiões onde se precisa fazer limpezas mais rígidas nas máquinas, reparos, melhorias, realizar as rotas de inspeção, entre outros fatores.
- **Máquina desligada:** Os principais motivos que levam ao desligamento das máquinas são troca de turnos, horário de almoço, onde nem todos os conjuntos ficam funcionando pela falta de operadores, e quando os operadores precisam interferir nas máquinas para limpar, lubrificar e fazer troca de algum componente de reposição, como por exemplo, o plástico.

O fato mais importante que devemos notar é que o número de paradas programadas subiu bastante de um ano para o outro e o número de paradas não programadas caiu bastante, cerca de 12,25%.

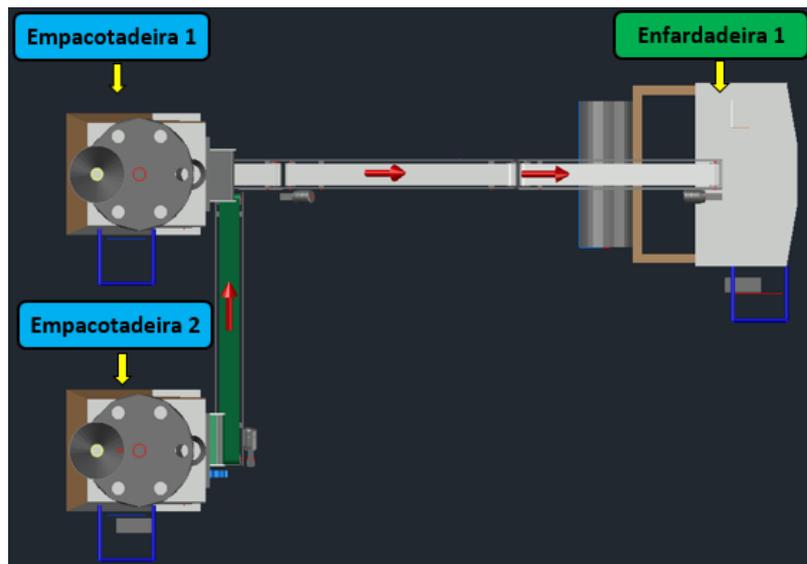
Um dos motivos pelo qual o número de paradas programadas terem aumentado, foi devido à necessidade de reposição de algumas peças, que foram solicitadas quando os trabalhos de manutenção preventiva começaram. Outra razão, e principal responsável pelo maior tempo de paradas programadas, foi a realização das rotas de inspeção que permitiram que as anomalias fossem corrigidas, antes que acarretassem uma quebra, podendo gerar prejuízos ainda maiores pela indisponibilidade dos equipamentos.

Outro problema que o empacotamento também enfrenta é que nem todas as peças das máquinas são encontradas em estoque. Um analista local relatou por meio de entrevista que algumas peças levam até 9 meses para sua chegada. Portanto, se o problema não for previsto com antecedência, em alguns casos uma máquina pode ficar parada por um tempo considerável, resultado da falta de peças de reposição, o que também incentiva a empresa a investir cada vez mais em manutenções preventivas e preditivas.

#### 4.2.5 Máquina piloto (Empacotadora 7)

O setor de empacotamento é formado por cinco conjuntos de máquinas, sendo que cada conjunto é composto por duas empacotadoras e uma enfardadeira, totalizando-se um número de 10 empacotadoras e 5 enfardadeiras, onde todos os conjuntos são interligados por esteiras. A Figura 20 ilustra o exemplo de como são formados estes conjuntos.

**Figura 20-** Exemplo de conjunto do empacotamento feito em *AutoCAD*.

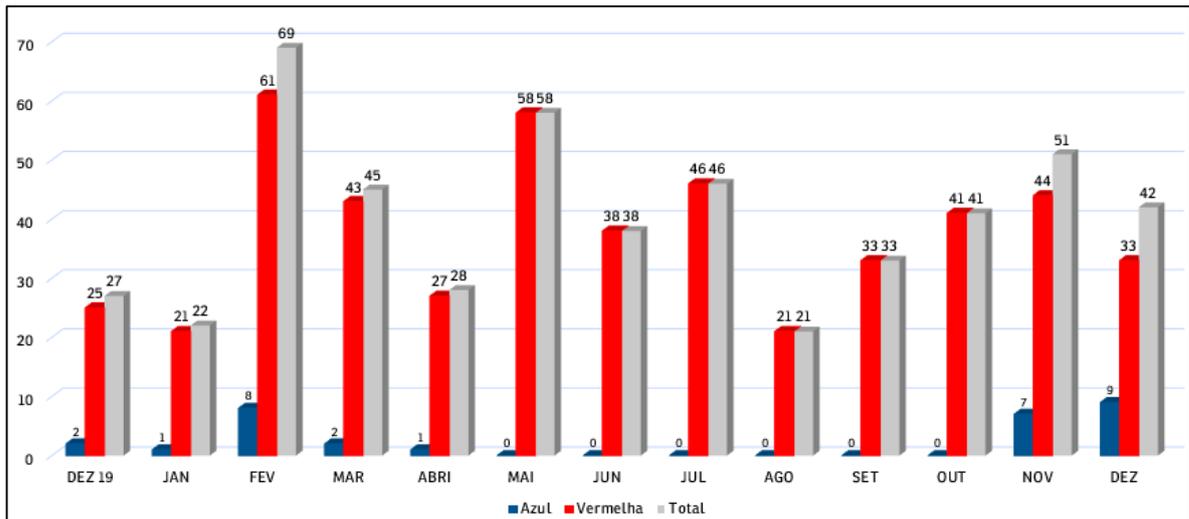


**Fonte:** Próprio autor, 2021.

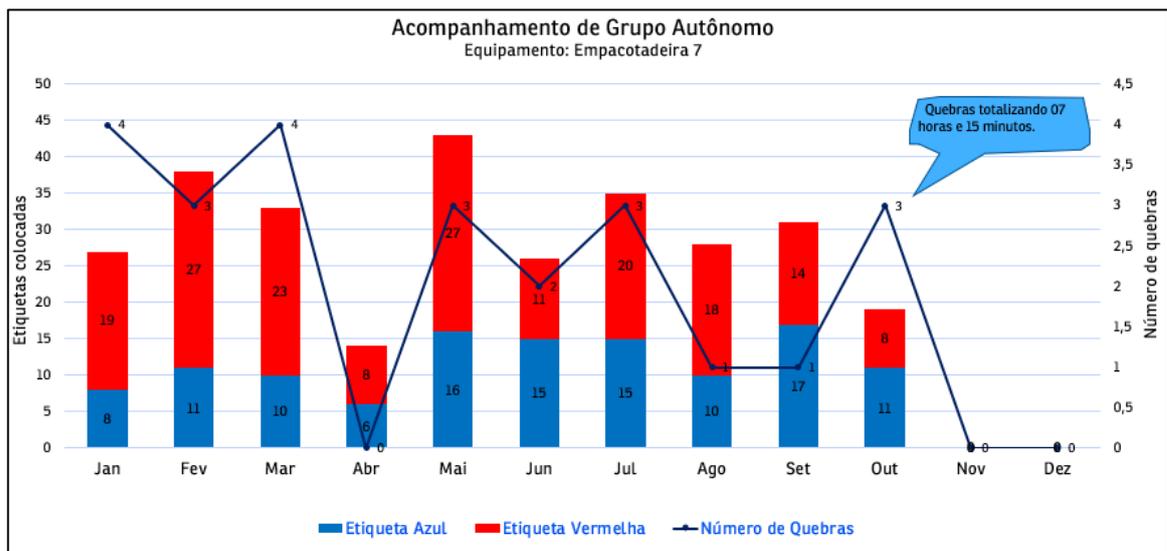
Como mostrado na Figura 20, essas três máquinas estão ligadas com missão de produzir os fardos de açúcar. O início desse processo se dá pela entrada de açúcar na parte superior das empacotadoras que ao passar por elas e serem empacotados, as esteiras seguem o fluxo para as enfardadeiras, como ilustrado acima.

Para uma análise mais específica, foi realizado um estudo mais detalhado sobre uma máquina do setor. A máquina escolhida foi a empacotadora 7, por ser a máquina de modelo mais antigo do empacotamento, e a responsável pelo maior número de quebras, antes da implantação das preventivas.

Outro pilar do TPM, chamado de manutenção autônoma (MA), foi responsável por instruir a operação na identificação das anomalias no equipamento por meio de etiquetas, que ficariam penduradas ou coladas no equipamento. Foi estipulado que haveria duas cores de etiquetas, as vermelhas e as azuis, onde as etiquetas azuis são para relatar problemas de operação e as vermelhas, problemas de manutenção.

**Figura 21** - Número de etiquetas criadas de dezembro/2019 a dezembro 2020.

Fonte: Jalles Machado, 2021.

**Figura 22** - Número de etiquetas criadas de dezembro/2020 a outubro/2021.

Fonte: Jalles Machado, 2021.

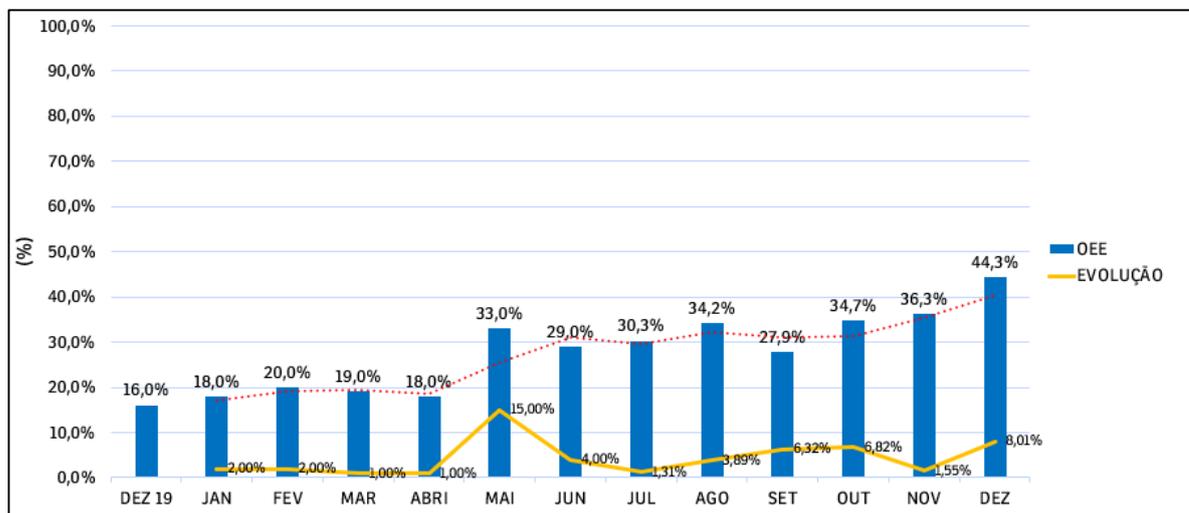
Como é possível observar nas Figuras 21 e Figuras 22 o número de anomalias para manutenção no ano de 2021 foi muito inferior ao ano de 2020, fato que nos permite evidenciar que o número de quebras e possíveis causadoras de quebras ou falhas estão reduzindo desde o início da aplicação do MP (Manutenção planejada).

Como podemos ver no gráfico da Figura 23, a eficiência geral do equipamento (OEE) cresceu consideravelmente até o mês de outubro de 2020, finalizando o mês de dezembro de 2019 com 16,0% e encerrando dezembro de 2020 com 44,3 %.

Seguindo da mesma observação, podemos ver que o ano 2021 a máquina obteve um número de OEE mais estabilizado que o ano anterior e que em média os resultados são melhores.

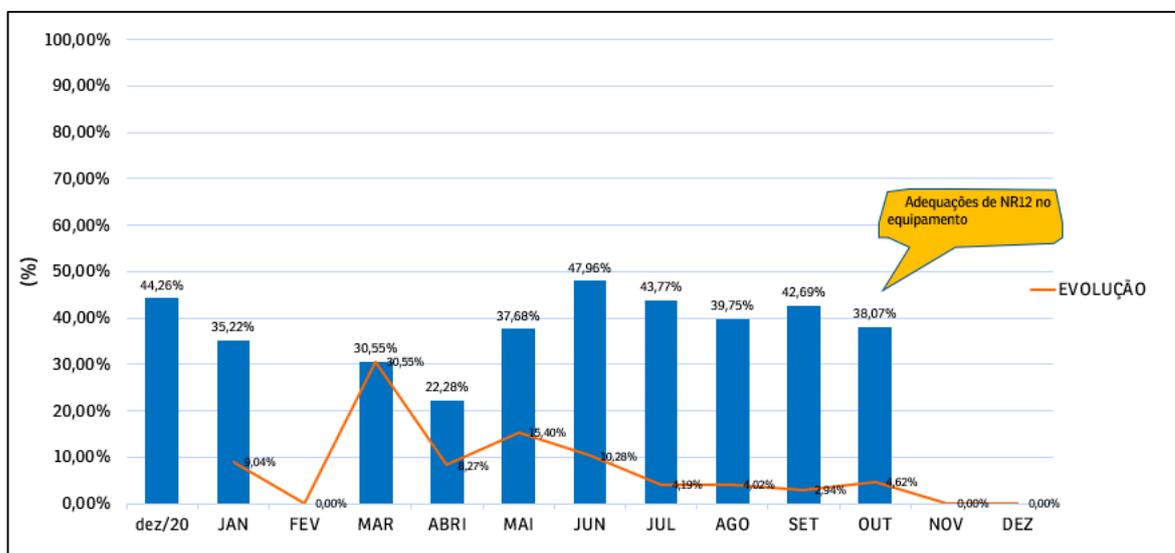
Segundo analistas de produção do CDA, no ano de 2021, o setor de empacotamento passou por algumas melhorias e mudanças que influenciaram na Eficiência Geral do Equipamento – OEE – da empacotadora 7, assim como no de todos os equipamentos. Um exemplo do que foi feito está ilustrado na figura 24, em “balão” amarelo, que é a adequação de uma norma de segurança, chamada de NR 12, na qual se definiram os padrões de segurança e qualidade nas rotinas produtivas de uso dos equipamentos.

**Figura 23** - Resultados do OEE (*Overall Equipment Effectiveness*), 2019/2020 da empacotadora 7.



Fonte: Jalles Machado, 2021.

**Figura 24**- Resultados do OEE (2019/2020) da empacotadora 7.



Fonte: Jalles Machado, 2021.

Para acompanharmos melhor os resultados da eficiência dessa máquina, podemos levar nossa atenção à Tabela 2 que mostra a média obtida nos anos de 2020 e 2021.

**Tabela 2** - Comparativo da Eficiência anual da máquina.

<b>Eficiência anual da máquina</b>	<b>Ganho em %</b>	<b>Fechamento</b>
Média OEE ano 2020	28,7%	Dez/2019 - Dez/2020
Média OEE ano 2021	40,07 %	Dez/2020 - Nov/2021
Aumento de ganho em %	11,07%	Nov/2021

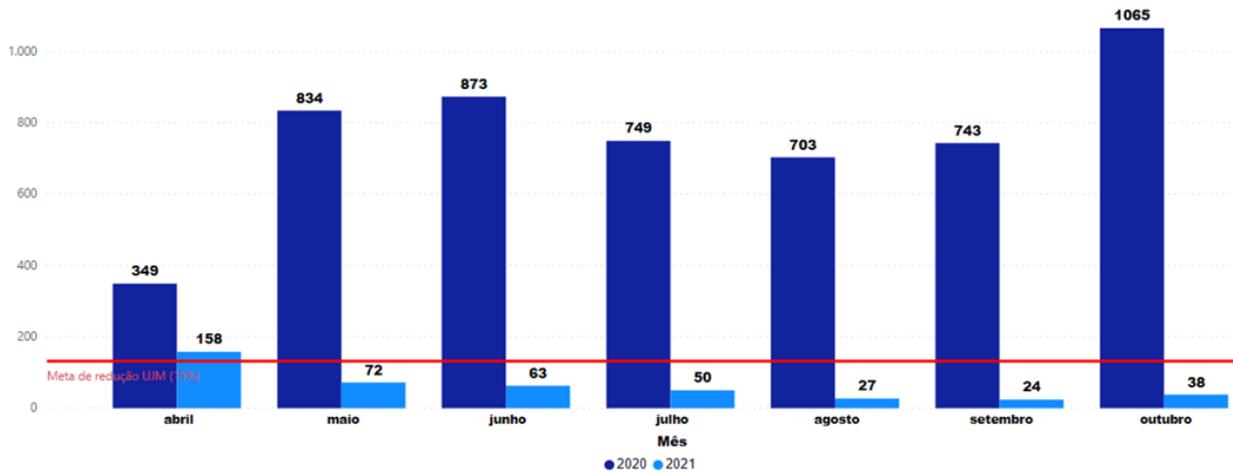
**Fonte:** Próprio autor, 2021.

### **4.3 Implementação do TPM e impacto gerado na indústria**

A manutenção preventiva já existia na usina Jalles Machado há algum tempo, porém, as atividades de manutenção não atendiam as expectativas, porque eram muito focadas na manutenção corretiva e pouco em preventivas e preditivas. A empresa usufrui de funcionários de grande experiência que levam um conhecimento concreto daquilo que presenciaram durante anos de trabalho na “na casa”. Mesmo esse sendo um fator positivo para resolução de problemas, também é o mesmo fator que dificulta a execução de uma nova mentalidade na empresa, mas a evolução desta mudança de pensamento vem acontecendo.

A manutenção planejada, derivada do TPM, veio para mudar a mentalidade da aplicação da manutenção corretiva não programada nos equipamentos, mas com objetivo de eliminar as quebras, ou seja, quebras zero. Os resultados desse novo sistema já vêm sendo evidenciados desde sua implantação no início de 2020, como ilustra o gráfico de quebras por mês geral da indústria na *Figura 25*.

Como podemos ver, o gráfico da figura 25 apresenta uma comparação do número de quebras do ano de 2020 (início da implantação do TPM), com o ano de 2021. A primeira impressão é de que o número de quebras na usina era bastante elevado, sendo que obteve uma média de aproximadamente 759 quebras nos meses de abril a outubro (temporada de safra), no entanto, pode-se dizer que esse não é um número 100 %

**Figura 25** - Quebras de equipamentos geral da indústria 2020 vs 2021.

Fonte: Jalles Machado, 2021.

#### 4.4 Ganhos econômicos a partir da implantação da manutenção planejada (MP)

Sabendo que na empresa, em média, um conjunto de máquinas que roda produzindo 45 pacotes por minuto (PPM) tem a capacidade de produzir 1440 fardos por turno de trabalho sem interrupções, ou seja, sem nenhuma parada no processo.

A produção de fardos por hora depende de qual produto será produzido, sendo que para cada tamanho de embalagem o número de produção pode subir ou diminuir como mostra a tabela abaixo.

A partir da tabela 3, é possível analisar o custo anual médio em perdas/h por indisponibilidade das 5 enfardadeiras do setor de empacotamento.

**Tabela 3**–Grupo/conjuntos de produção por peso do produto.

Conjunto	Peso prod.	Nº de fardos (FD) / h	Vlr. médio FD	Perda receita/h
1º Conjunto	1 kg	180	R\$ 65,38	R\$ 11.767,88
2º Conjunto	1 kg	136	R\$ 65,38	R\$ 8.891,29
3º Conjunto	2 kg	272	R\$ 65,38	R\$ 17.782,58
4º Conjunto	5 kg	400	R\$ 65,38	R\$ 26.150,85
5º Conjunto	10 lb	490	R\$ 65,38	R\$ 31.381,02

Fonte: Jalles Machado, 2021.

#### 4.4.1 Custo médio da falha do equipamento para 1kg de açúcar por hora.

Para analisar o custo anual médio, pela indisponibilidade dos equipamentos, é necessário primeiramente realizar uma aproximação média de custo por hora de utilização deste maquinário, tendo em vista que existem cinco tipos de processos e receitas diferentes.

A partir da tabela 3, é possível analisar o custo anual médio em perdas/h por indisponibilidade das 5 enfardadeiras do setor de empacotamento.

Tabela 3, montou-se a Tabela 4, constando o custo por kg de açúcar em cada conjunto de produção a cada hora de atividade.

**Tabela 4** - Custo médio pela indisponibilidade do equipamento em R\$/(kg.h).

Conjuntos	Peso prod.	Perda receita / h	Perda receita/kg.h
<b>1° Conjunto</b>	1 kg	R\$ 11.767,88	<b>R\$ 11.767,88</b>
<b>2° Conjunto</b>	1 kg	R\$ 8.891,29	<b>R\$ 8.891,29</b>
<b>3° Conjunto</b>	2 kg	R\$ 17.782,58	<b>R\$ 8.891,29</b>
<b>4° Conjunto</b>	5 kg	R\$ 26.150,85	<b>R\$ 5.230,17</b>
<b>5° Conjunto</b>	10 lb~4,5 kg	R\$ 31.381,02	<b>R\$ 6.973,56</b>
<b>Média</b>			<b>R\$ 8.350,84</b>

Fonte: Próprio autor, 2021.

#### 4.4.2 Cálculo do ganho financeiro por disponibilidade do equipamento.

Sabe-se que o custo médio da indisponibilidade de um equipamento por *kg h* é de R\$ 8.350,84, conforme calculado no item 4.4.1 Custo médio da falha do equipamento para 1kg de açúcar por hora. Além disso, no ano de 2021 houve um ganho de melhoria de eficiência de 12,43%, num total de 24084 horas, representando um ganho 2994 horas de operação. Como resultado, apresentou-se um ganho em safra de R\$ 11.042455,83, para uma taxa de 44,17% de produção.

#### 4.4.3 Receita Global das Safras 2020-21 e 2021-22.

Em vista do número de fardos mostrados na tabela 5, na safra de 2020-21 foram produzidos 2.768.498 fardos de açúcar. Com o valor de R\$ 65,38 por fardo, a Jalles ganhou por volta de R\$ 181.004.299,2 em vendas, já na safra 2021-22, foram produzidos 3.412.633 fardos que renderam cerca de R\$ 223.117.945,5.

Isto posto, a Jalles Machado ganhou na safra 2021-22 aproximadamente R\$ 42.113.646,34 a mais em relação ao ano anterior, fato que nos leva a concluir que a busca por melhorias, reduzindo quebras (paradas de equipamentos) tem gerado avanços no capital da empresa, representando cerca de 26% de sua receita global.

**Tabela 5** – Comparativo das Produções das Safras 2020-21 e 2021-22.

PRODUÇÃO SAFRA 2020-21		PRODUÇÃO SAFRA 2021-22	
MÊS	PRODUÇÃO DE FARDOS (Un)	MÊS	PRODUÇÃO DE FARDOS (Un)
ABRIL	92.686	Abril	166.887,00
MAIO	437.709	Maio	416.175,00
JUNHO	419.301	Junho	413.744,00
JULHO	330.996	Julho	314.023,00
AGOSTO	341.810	Agosto	421.357,00
SETEMBRO	377.689	Setembro	459.956,00
OUTUBRO	392.033	Outubro	399.513,00
NOVEMBRO	376.274	Novembro	414.121,00
DEZEMBRO		Dezembro	406.857,00
<b>TOTAL</b>	<b>2.768.498</b>	<b>TOTAL</b>	<b>3.412.633,00</b>

Fonte: Jalles Machado, 2021.

## 4.5 Análises de Falha

As análises de falha são uma ferramenta importante nas indústrias, através delas é possível se trabalhar nas falhas recorrentes com intuito de evitá-las. Através da implantação desta ferramenta, a Jalles Machado tem como objetivo uma mudança cultural na maneira de pensar das oficinas, fazendo com que a manutenção na empresa comece a transformar o trabalho corretivo em preventivo.

Atualmente, devido ao elevado número de ICNs produzidas no setor, as oficinas têm o trabalho de selecionar quais falhas foram mais impactantes para a produção, essa seleção se passa através de três principais critérios, sendo eles: o custo do equipamento que apresentou a falha, a frequência de quebras e se o equipamento é crítico em relação a parada de produção. O trabalho é feito através de análises

O trabalho é feito através de análises de falha simplificada, baseada em princípios do FEMEA, onde o próprio manutentor preenche um formulário, em que ele descreve qual equipamento falhou e como ocorreu a falha. O formulário (apêndice I) utiliza-se da ferramenta de qualidade dos “5 porquês” com objetivo de se encontrar a causa raiz do problema. Além desta ferramenta algumas perguntas são feitas para posterior análise crítica da gestão. A ideia destas análises é fazer com que as oficinas ajudem o trabalho de engenharia, mostrando como foi realizada a correção e oferecendo sugestões de melhoria, produzindo assim um pensamento de melhoria contínua na redução de quebras de equipamentos.

Após a realização das análises pelas oficinas, a engenharia examina cada uma, com o objetivo de que os problemas encontrados não voltem mais a ocorrer. Em seguida são geradas ações de correção para cada análise.

Não há dados específicos de indicadores de análises de falha simplificada, porém a equipe de engenharia afirma que alguns problemas que eram frequentes no empacotamento não ocorreram novamente após a implementação desse método.

## 5 CONCLUSÃO

Este trabalho veio com o objetivo de estudar um dos principais pilares do TPM, a manutenção planejada (MP), analisando o impacto econômico da aplicação desse método.

O setor escolhido foi o de empacotamento de açúcar que é o último estágio do processo para entrega de produto ao cliente. O motivo de escolha dessa área surgiu da análise dos indicadores da empresa, que demonstraram que aproximadamente 54,37% das quebras gerais da indústria do ano de 2020 vinham desse setor. As atividades desenvolvidas pelo setor de MP foram as de prevenção e predição. O principal trabalho desenvolvido foi o de elaboração de rotas de inspeção nos equipamentos do local.

No final do segundo semestre de 2020 as quebras no empacotamento já haviam apresentado uma redução, porém em 2021 tivemos uma redução ainda maior, cerca de 87,39% menor que o mesmo período do ano anterior. Os indicadores de disponibilidade das máquinas também subiram, o que impactou positivamente os ganhos em venda de fardos de açúcar. Os resultados obtidos foram de um aumento de aproximadamente R\$ 42.113.646,34 da safra 2020-21 para safra 2021-22. Assim sendo, torna-se evidente a importância da manutenção planejada em um ambiente industrial, através dela é possível maximizar os ganhos da empresa através do aumento da confiabilidade dos equipamentos.

### 5.1 Proposta para trabalhos futuro

Dada a presente análise realizada neste projeto. Indica-se como opções para trabalhos futuros:

- Estudo de viabilidade da contratação de funcionários para manutenção;
- Estudo de mercado para aquisição de novos equipamentos, a fim de aumentar a eficiência da indústria;
- Estudo de lubrificantes que permitem menor atrito nas juntas do equipamento; e
- Estudo de líquido refrigerante para diminuir a temperatura, evitando corrosão.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMANNAI, B., GREENOUGH, R., & KAY, J. (2008). **A decision support tool based on QFD and FMEA for the selection of manufacturing automation technologies.** . *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, v. 24, n. 4 , pp. 501-507.
- BANKER, S. (2021). **The Performance Advantage** - RevitalizingtheWorkplace.
- BARAN, L. R. (2012). **Manutenção centrada em confiabilidade aplicada na redução de falhas: um estudo de caso.**
- MIRSCHAWKA, V., & OLMEDO, N. L. (1993). **Manutenção: Combate aos custos da não-eficácia, A vez do Brasil.**
- MOUBRAY, J. (1996). **Introdução à manutenção centrada na confiabilidade.**
- NAKAJIMA, S. (2021). **Introdução ao TPM** - Total ProductiveMaintenance.
- PALADY, P. (1997). **FMEA: Analysis of failure modes and effects:** Predicting and preventing problems before they occur.
- PINTO, A. K., & XAVIER, J. N. (2007). **Manutenção: função estratégica.**
- SANTOS et. al. (2007). **The PICO strategy for the research question construction and evidence search.** *Revista latino-americana de enfermagem* .
- STAMATIS, D. H. (2003). **Failure mode and effect analysis:** FMEA from theory to execution. *Quality Press* .
- SUZUKI, T. (1994). **TPM in Process Industries Productivity press.**
- TAHASHI, Y., & OSADA, T. T. (1993). **Manutenção Produtiva Total.**
- TAVARES, L. (1999). **Administração Moderna da Manutenção.**
- VIANA, H. R. (2002). **PCM: planejamento e controle da manutenção.**
- NETO, João Cirilo; LIMA, Antônio Marcos Gonçalves. (2002). **Implantação do Controle de Manutenção. Disponível em:** <<http://www.mantenimentomundial.com/notas/11controle.pdf>>. Acesso em: 20 de out de 2021.
- SOUZA, Fábio Juaneiro de Souza. (2004). **Melhoria do Pilar “Manutenção Planejada” da Tpm através da utilização do RCM para nortear as estratégias de manutenção.** Disponível em: <<https://docplayer.com.br/5443389-Universidade-federal-do-rio-grande-do-sul-escola-de-engenharia-mestrado-profissionalizante-em-engenharia-fabio-januario-de-souza.html>>. Acesso em: 20 de out de 2021.

RIBEIRO, Rubens. **Avaliação da resistência ao desgaste abrasivo de revestimentos soldados do tipo FE-C-CR utilizados na indústria sucroalcooleira**, UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA FACULDADE DE ENGENHARIA DE ILHA SOLTEIRA PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA MECÂNICA, Ilha Solteira, 2004. Disponível em: < <https://docplayer.com.br/128752038-Estudo-e-projeto-de-maquina-para-ensaio-de-desgaste-abrasivo-em-metais.html> >. Acesso em: 20 de out de 2021.

## APÊNDICES

## APÊNDICE I – Análise de Falha Simplificada

JALLES MACHADO S/A		ANÁLISE DE FALHA SIMPLIFICADA			
OS	4.309.791	TAG		Data	10/11/2008
Local	EMPACOTADORA		EMPACOTADORA		
Oficina	Elétrica ( )	Instrumentação ( )	Mecânica ( )		
1. O EVENTO REPRESENTA UMA FALHA FUNCIONAL?				Sim <input checked="" type="checkbox"/>	Não ( )
2. QUAL COMPONENTE DO EQUIPAMENTO FALHOU?					
1- Retentor ( )	2- Junta ( )	3- Cabo Elétrico ( )	4- Inversor ( )	5- Motor ( )	6- Soft Start ( )
7- Placa eletrônica <input checked="" type="checkbox"/>	8- Rolamento ( )	9- Engrenamento ( )	10- Retentor ( )	11- Trava ( )	12- Bucha ( )
13- Eixo ( )	14- Sensor ( )	15- Caixa de ligação ( )	16- Componente elétrico ( )	17- Parafuso ( )	
18- Outros:					
DESCRIÇÃO DO COMPONENTE:					
3. COMO A FALHA SE APRESENTA?					
1- Aquecimento ( )	2- Vazamento ( )	3- Fratura (Quebra) ( )	4- Vibração ( )		
5- Corrente Alta ( )	6- Travamento ( )	7- Trinca ( )	8- Ruído ( )		
9- Outros: BOTÃO DANIFICADO					
4. 5 PORQUÊS					
EMPACOTADORA QZ PARADA					
- FALHA AO LIGAR DOSADOR					
- IHM COM PROBLEMA					
- TECLA FALHANDO					
- PLACA ESTA COM BOTÃO DANIFICADO					
5. QUAL A CAUSA DA FALHA DO COMPONENTE?					
1- Desgaste <input checked="" type="checkbox"/>	2- Empenamento ( )	3- Falta aperto ( )	4- Falta de Lubrificação ( )	5- Sobrecarga ( )	
6- Desbalanceamento ( )	7- Isolamento ( )	8- Contaminação ( )	9- Descarga atmosférica ( )		
10- Outros:					
6. O QUE FOI FEITO PARA CORREÇÃO?					
FOI SUBSTITUIDO TECLAS DANIFICADAS.					
7. HÁ POSSIBILIDADE DE OCORRER NOVAMENTE? ( ) POUCO PROVÁVEL ( ) MUITO PROVÁVEL					
POR QUÊ?					
FEITO REVISÃO E TROCADO TECLAS DANIFICADAS.					
SUGESTÃO DE MELHORIA:					
INSPEÇÃO, LIMPEZA E CONSIENTIZAÇÃO NA UTILIZAÇÃO DO EQUIPAMENTO. Avaliar o troca de módulos da IHM					
NÚMERO DA NOTA PARA MELHORIA:					
RESPONSÁVEL PELA ANÁLISE:	MARCELO	MATRÍCULA:	10453		
ASSINATURA DO COORDENADOR:		MATRÍCULA:	6752		

APÊNDICE II – Rotas de Inspeção de Manutenção

		ROTA DE INSPEÇÃO DE MANUTENÇÃO	RI Nº 1000-0430-0003-RM001	REVISÃO JOSÉ LEVI
UNIDADE	JALLES MACHADO	EQUIPAMENTO	EMPAÇOTADEIRAS 5 e 6	TIPO DE INSPEÇÃO SENSITIVA
ÁREA	EMPAÇOTAMENTO	TAG's	EP43005 e EP43006	CONDIÇÃO MÁQUINA RODANDO
MECÂNICA		VALIDADE		

**IMAGEM**

INSPEÇÃO POSIÇÃO A							
IMAGEM	PORTO	COMPONENTE	AÇÃO DE INSPEÇÃO	PARÂMETRO DE ACEITAÇÃO	MÉTODO/FERRAMENTA	TEMPO DE INSPEÇÃO	CRITICIDADE
	1	<b>Mancal eixo regulador de</b>	Verificar se há suidade	Sem resíduos de produto	Visual	5	
	2	<b>Mancal eixo regulador de</b>	Verificar lubrificação (bico)	Graxa nova aparente e sem	Visual	5	
	3	<b>Tubo</b>	Verificar integridade física	Em bom estado de	Visual	10	
	4	<b>Conjunto solda vertical</b>	Verificar se há folga do metal	Sem folga nas rosças	Visual	30	
	5	<b>Conjunto solda Horizontal</b>	Faca do metal de solda	Sem amassos ou dentes	Visual	30	
	6	<b>Terminal rótula</b>	Verificar se há folga	Sem folga	Visual e manu.	5	
	7	<b>Terminal rótula</b>	Verificar se há folga	Sem folga	Visual e manu.	6	
	8	<b>Terminal rótula</b>	Verificar se há folga	Sem folga	Visual e manu.	7	
	9	<b>Terminal rótula</b>	Verificar se há folga	Sem folga	Visual e manu.	8	
	10	<b>Terminal rótula</b>	Verificar se há folga	Sem folga	Visual e manu.	9	
	11	<b>Terminal rótula</b>	Verificar se há folga	Sem folga	Visual e manu.	10	
	12	<b>Eixo da mordaza</b>	Verificar se há suidade	Sem resíduos de produto	Visual	5	
	13	<b>Eixo da mordaza</b>	Verificar lubrificação (bico)	Graxa nova aparente e sem	Visual	5	

**PADRÃO PARA CONDIÇÃO DA PEÇA OU EQUIPAMENTO**

Padrão	Não aceitável	Padrão	Não aceitável	Padrão	Padrão
Faca do Metal de Solda		Terminal rotular		Conjunto formador	Mordaza e solda horizontal

## APÊNDICE III – Gabarito de Inspeção

JALLES MACHADO		GABARITO DE INSPEÇÃO			Data:	
					Hora:	
Área: Empacotamento		Equipamento: Empacotadeira 05		Executante: RONDEVAL		
Nota:	Ferramentas: Termômetro laser	Máquina em movimento	0430-0003-DM001	OS: 4310970		
INSPECIONAR						
POS IÇÃO	PO NT O	PARÂMETRO DE ACEITAÇÃO	STATUS		OBSERVAÇÕES	
			OK	NA O		
A	1	Sem resíduos de produto				
		Graxa nova aparente e sem excesso				
	2	Sem resíduos de produto				
		Graxa nova aparente e sem excesso				
	3	Sem resíduos de produto				
	4	Sem folga nas roscas				
		Sem amassos ou dentes quebrados				
	5	Sem folga nas roscas				
		Sem amassos ou dentes quebrados				
	6	Sem folga				
	7	Sem folga				
	8	Sem folga				
	9	Sem folga				
10	Sem folga					
11	Sem folga					
12	Sem resíduos de produto					
	Graxa nova aparente e sem excesso					
13	Sem resíduos de produto					
	Graxa nova aparente e sem excesso					
	1	Graxa nova aparente e sem excesso				
		Sem vazamento				
	2	Sem acúmulo de açúcar				
		Sem folga				
3	Sem resíduos de produto					