

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ**

**IGOR TEIXEIRA  
MURILO FERRARI OLIVEIRA**

**ANÁLISE DE OPORTUNIDADES PARA A OTIMIZAÇÃO DOS PROCESSOS DE  
MANUTENÇÃO EM UMA OFICINA DE CARRETAS**

**PONTA GROSSA  
2022**

**IGOR TEIXEIRA  
MURILO FERRARI OLIVEIRA**

**ANÁLISE DE OPORTUNIDADES PARA A OTIMIZAÇÃO DOS PROCESSOS DE  
MANUTENÇÃO EM UMA OFICINA DE CARRETAS**

**Analysis of opportunities for optimization of maintenance processes in a truck  
workshop**

Trabalho de conclusão de curso de graduação  
apresentada como requisito para obtenção do título de  
Bacharel em Engenharia Mecânica da Universidade  
Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).  
Orientador: Roger Navarro Verastegui

**PONTA GROSSA  
2022**



Esta licença permite compartilhamento, remixe, adaptação e criação a partir do trabalho, mesmo para fins comerciais, desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es). Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.

**IGOR TEIXEIRA**  
**MURILO FERRARI OLIVEIRA**

**ANÁLISE DE OPORTUNIDADES PARA A OTIMIZAÇÃO DOS PROCESSOS DE  
MANUTENÇÃO EM UMA OFICINA DE CARRETAS**

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação  
apresentada como requisito para obtenção do título de  
Bacharel em Engenharia Mecânica da Universidade  
Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).  
Orientador: Roger Navarro Verastegui

Data de aprovação: 30/06/2022

---

Gilberto Zammar  
Doutor  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

---

Oscar Regis Junior  
Doutor  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

---

Roger Navarro Verástegui  
Doutor  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

**PONTA GROSSA**  
**2022**

## RESUMO

Uma indústria de papel e celulose tem como um de seus objetivos a manutenção da competitividade de mercado frente aos seus concorrentes, para isso, criaram-se diversos projetos de melhoria em todos os setores da indústria, que compõe um grande programa de abrangência nacional. O presente trabalho faz parte de uma das iniciativas desse programa, que ocorre na área de manutenção florestal e tem como objetivo a aplicação da ferramenta *Wrench Time*, afim de buscar as principais oportunidades de melhoria nos processos de manutenção, que acontecem em uma oficina de carretas de transporte de toras de madeira. Para garantir uma maior confiabilidade nos resultados, utilizou-se em paralelo os métodos DILO, que foi apoiado por uma ficha de acompanhamento desenvolvida durante o estudo e o tour, método amostral que utilizou um aplicativo, também desenvolvido ao longo do trabalho. Tendo os dados em mãos, realizou-se uma análise para apontar as principais oportunidades de melhoria que existiam nos processos de manutenção. Foi possível propor alterações que geraram uma mudança na distribuição, alocação e escala de trabalho dos colaboradores, criando uma nova disposição para oficina. Entende-se que a ferramenta foi devidamente aplicada e de grande utilidade para gerar as propostas de melhoria.

Palavras-chave: *wrench time*; indústria; otimização; manutenção.

## **ABSTRACT**

A pulp and paper industry has as one of its objectives the maintenance of market competitiveness against its competitors. For this, several improvement projects were created in all sectors of the industry, composing a large nationwide program. The present work is part of one of the initiatives of this program, which takes place in the forest maintenance area and aims to apply the Wrench Time tool in order to seek the main opportunities for improvement in the maintenance processes that take place in a workshop of log-carrying trucks. To ensure greater reliability of the results, were used in parallel the methods DILO, supported by a follow-up sheet developed during the study and the tour, a sampling method that used a mobile app, also developed throughout the work. Having the data in hand, an analysis was carried out with the goal to point out which were the main improvement opportunities that existed in the maintenance processes. It was possible to propose actions that changed the distribution, allocation, and work scale of employees, creating a new disposition for the workshop. It was understood that the tool was properly applied and very useful to generate improvement proposals.

Keywords: wrench time; industry; optimization; maintenance.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Processo de manutenção idealizado por Dederichs .....	21
Figura 2 – Ciclo PDCA .....	23
Figura 3 – Exemplo de resultados estratificados de análise <i>Wrench Time</i> .....	25
Figura 4 – Ficha de acompanhamento DILO .....	28
Figura 5 – Aplicativo de acompanhamento por <i>tour</i> .....	29
Figura 6 – Estatísticas de acompanhamento por DILO.....	31
Figura 7 – Estatísticas de acompanhamento por <i>tour</i> .....	31
Figura 8 – Disposição e escala da equipe em uma representação da oficina ...	32
Figura 9 – Resultado geral da oficina.....	33
Figura 10 – Diagrama de Pareto para desperdícios.....	34
Figura 11 – Resultado por atividade .....	35
Figura 12 – Resultado por atribuição .....	36
Figura 13 – Resultado da atividade de lubrificação .....	37
Figura 14 – Resultado da atividade de lubrificação após realocação .....	38
Figura 15 – Resultado dos mecânicos do CALUIN .....	39
Figura 16 – Resultado dos mecânicos da corretiva .....	40
Figura 17 – Resultado soldadores preventiva .....	41
Figura 18 – Resultado dos eletricitas .....	42
Figura 19 – Comparação de resultados DILO e <i>tour</i> .....	44
Figura 20 – Disposição e escala da equipe em uma representação da oficina proposta.....	45

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>13</b>
<b>1.1</b>	<b>Contextualização</b> .....	<b>13</b>
<b>1.2</b>	<b>Objetivos</b> .....	<b>14</b>
1.2.1	Objetivo geral .....	14
1.2.2	Objetivos específicos.....	14
<b>2</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	<b>15</b>
<b>2.1</b>	<b>Manutenção</b> .....	<b>15</b>
2.1.1	Manutenção corretiva .....	16
2.1.2	Manutenção preventiva .....	17
<b>2.2</b>	<b>CALUIN (calibragem, lubrificação e inspeção)</b> .....	<b>18</b>
<b>2.3</b>	<b><i>Lean maintenance</i> (manutenção enxuta)</b> .....	<b>19</b>
<b>2.4</b>	<b>Ciclo PDCA</b> .....	<b>21</b>
<b>2.5</b>	<b><i>Wrench time</i></b> .....	<b>23</b>
<b>2.6</b>	<b>DILO (<i>day in life of</i>)</b> .....	<b>25</b>
<b>2.7</b>	<b><i>Tour</i></b> .....	<b>26</b>
<b>3</b>	<b>METODOLOGIA EXPERIMENTAL</b> .....	<b>26</b>
<b>3.1</b>	<b>Preparação para a coleta de dados</b> .....	<b>26</b>
<b>3.2</b>	<b>Coleta de dados</b> .....	<b>29</b>
<b>3.3</b>	<b>Tratamento dos dados obtidos na coleta</b> .....	<b>30</b>
<b>3.4</b>	<b>Análise dos dados tratados</b> .....	<b>30</b>
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÕES</b> .....	<b>30</b>
<b>4.1</b>	<b>Estatísticas de acompanhamentos</b> .....	<b>31</b>
4.1.1	Acompanhamento por DILO.....	31
4.1.2	Acompanhamento por <i>tour</i> .....	31
<b>4.2</b>	<b>Análises de resultados</b> .....	<b>32</b>
4.2.1	Resultado geral da oficina .....	32
4.2.2	Resultado por atividade.....	34
4.2.3	Resultado por atribuição.....	35
4.2.4	Resultados lubrificadores e mecânicos CALUIN .....	36
4.2.5	Resultado mecânicos corretiva.....	39
4.2.6	Resultado soldadores preventiva .....	41
4.2.7	Resultado eletricitas .....	42
4.2.8	Resultado borracheiros .....	43

<b>4.3</b>	<b>Comparação de resultados <i>tour</i> e <i>DILO</i> .....</b>	<b>44</b>
<b>4.4</b>	<b>Propostas de melhoria e nova disposição da oficina .....</b>	<b>45</b>
<b>5</b>	<b>CONCLUSÃO .....</b>	<b>46</b>
<b>6</b>	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>47</b>



# 1 INTRODUÇÃO

## 1.1 Contextualização

Com o processo de globalização, as empresas iniciaram um grande movimento de aplicação de esforços em busca da máxima eficiência. Eficiência essa, baseada em processos cada vez mais enxutos, com capital humano altamente qualificado e engajado, além da utilização de equipamentos com elevado nível de confiabilidade. Premissas de redução de desperdícios, que não podem fugir da visão das empresas que buscam os melhores espaços no competitivo mercado atual. (FOGLIATTO e RIBEIRO, 2009)

Entretanto, a mesma competitividade que estimula grandes iniciativas em busca de excelência operacional, acaba pressionando para que alterações aconteçam de forma acelerada. Tais mudanças podem se tornar grandes desafios, principalmente para empresas que já possuem uma estrutura consolidada e uma alta demanda de mercado. A soma desses fatores gera um ambiente mais desafiador para aplicação de grandes transformações, tanto estruturais quanto culturais. (LIKER e FRANZ, 2013)

Tendo em vista os pontos citados acima, torna-se possível inferir que o conceito de melhoria contínua pode ser uma ótima alternativa para as grandes empresas. Uma vez que esta ferramenta permite a realização de grandes mudanças de forma fracionada, reduzindo assim as dificuldades citadas anteriormente. (LIKER e FRANZ, 2013)

Um ponto importante a se avaliar dentro dos aspectos mencionados, está a manutenção, setor de grande relevância para todas as indústrias. Discute-se que os gastos com manutenção podem representar até mais de 5% dos custos totais de ativos. Porém, mesmo apresentando um valor considerável, inúmeras vezes a manutenção é negligenciada em sua capacidade de participação nos projetos de melhoria, já que seus resultados são de difícil interpretação e várias empresas têm uma visão de que a manutenção é uma rival ou um impasse para produção. (DEDERICHS E BLANCO, 2018)

Partindo da observação do processo de manutenção das carretas, que ocorre em um setor específico de uma indústria de papel e celulose, tornou-se possível enxergar que existem inúmeras oportunidades de melhoria. Visto todos os pontos, pode-se imaginar como a melhoria do processo pode trazer resultados benéficos para

a empresa. Entendendo a existência dessas oportunidades, viu-se a necessidade do desenvolvimento das atividades que serão propostas nesse trabalho.

O objetivo deste trabalho é aplicar a ferramenta *Wrench Time* para identificar as principais oportunidades de melhoria nos processos de uma oficina, que realiza a manutenção de carretas que transportam a matéria prima da indústria em questão. Sabendo que uma grande parcela dos custos com a manutenção seja proveniente da folha de pagamento, justifica-se a necessidade de aplicar esforços para encontrar oportunidades de melhoria na produtividade da mão de obra. Com planos de expansão da frota, viu-se a oportunidade de melhorar o processo a fim de reduzir a necessidade de um grande aumento do quadro de funcionários.

## **1.2 Objetivos**

### 1.2.1 Objetivo geral

Identificar as principais oportunidades de melhoria nos processos de manutenção em uma oficina de carretas, utilizando a análise dos resultados obtidos pela aplicação da ferramenta *Wrench Time*.

### 1.2.2 Objetivos específicos

- Fazer a coleta dos dados necessários para medir-se o *Wrench Time* da oficina de forma que seja possível garantir a alta confiabilidade dos resultados.
- Avaliar os resultados obtidos, classificando-os por grupos e assim permitindo a avaliação estratificada dos dados.
- Identificar e listar as principais oportunidades de melhoria nos processos de manutenção que ocorrem na oficina.
- Implantar uma rotina de avaliação do *Wrench Time* por meio de amostragem, para que se possa avaliar a efetividade das possíveis melhorias implantadas.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 Manutenção

Para se ter um melhor entendimento da importância da manutenção, pode-se começar buscando a origem da palavra. O termo manutenção é derivado do latim '*manus tenere*', que traz uma ideia de manter o que se tem. Esse significado remete uma das principais funções da manutenção, que seria fazer com que os ativos permaneçam em condições de plena operação, atendendo sempre as especificações declaradas pelos seus fabricantes. (VIANA, 2002)

Pensamento alinhado também à definição de manutenção dada pela norma (NP EN 13306:2007), a qual reafirma a função da manutenção em manter ou devolver a capacidade dos equipamentos de operarem como se espera. Outro aspecto presente na norma citada, de grande importância, é a de que todo processo de manutenção deve ocorrer de forma planejada, controlada e sempre se levando em conta os aspectos econômicos. (OLIVEIRA, 2017; MOUTA, 2011)

As questões econômicas atreladas a manutenção tiveram maior destaque após o fim da segunda guerra mundial, período onde a produção em massa de bens teve grande influência nos meios de fabricação da época. Com o grande volume de produção, percebeu-se que o custo de uma máquina parada se tornou cada dia mais caro, uma vez que isso afetava diretamente a produção de um maior número de bens e produtos. (GREGÓRIO e SILVEIRA, 2018; VIANA, 2002)

Por conta desses fatores, citados anteriormente, a manutenção sofreu evoluções não só no modo como são realizados os procedimentos, mas também em como organizar sua gestão e a planeja-la. Tendo conhecimento desses avanços, com o passar dos anos foram surgindo diferentes tipos de manutenções, uma das maneiras de análise é dividir a manutenção em cinco tipos diferentes. (ALMEIDA, 2014)

- Corretiva;
- Preventiva;
- Preditiva;
- Manutenção Centrada na Confiabilidade (MCC);
- Manutenção Produtiva Total (*Total Productive Maintenance-TPM*).

O foco deste trabalho está em dois dos cinco tipos de manutenção, sendo esses a manutenção corretiva e a manutenção preventiva, as quais são utilizadas na oficina onde o estudo será baseado.

### 2.1.1 Manutenção corretiva

Com base na NBR 5462:1994, a manutenção corretiva é definida como “manutenção efetuada após a ocorrência de uma pane, destinada a colocar um item em condições de executar uma função requerida”. Já para Kardec e Nascif (2009), a manutenção corretiva é a atuação para correção da falha ou do desempenho menor do que o esperado. (VIANA, 2002)

Percebe-se que pela definição da NBR 5462:1994, a manutenção corretiva é somente realizada após uma pane, sendo a pane definida pela própria norma como o estado adquirido pela máquina após perder sua capacidade de desempenhar a função a qual ela foi projetada. Já para Kardec e Nascif (2009), essa forma de manutenção pode ocorrer quando acontece uma pane, mas também pode ser aplicada em máquinas que não entraram em estado de pane, porém estão com performance abaixo do esperado. Por conta dessas duas possibilidades de aplicação, foi proposta uma divisão da manutenção corretiva, sendo elas a manutenção corretiva não planejada e a planejada. (GREGORIO e SILVEIRA, 2018; MURÇA, 2012)

A manutenção corretiva não planejada é aquela aplicada após um equipamento entrar em pane ou apresentar repentinamente uma performance baixa. Essa forma de manutenção normalmente traz os maiores custos e prejuízos para a produção. Os altos custos são justificados pois a quebra inesperada de um equipamento faz com seja necessária uma tomada de ação imediata, a qual requer disponibilização de mão de obra e ferramentas. Já os maiores prejuízos vêm do tempo necessário para poder planejar e assim executar a manutenção, o que aumenta o tempo em que a máquina permanece parada. (KARDEC E NASCIF, 2009; GREGORIO E SILVEIRA, 2018)

Já a manutenção corretiva planejada é aquela onde ocorre uma decisão na qual a máquina permanecerá operando até que ocorra uma quebra. Porém até a ocorrência da quebra, existirá alguma forma de acompanhamento do estado do ativo, esse acompanhamento irá auxiliar na tomada de decisão de qual ação será tomada, na hora de realizar a manutenção. Com essa filosofia de operação é possível preparar previamente o que será realizado, como a separação de um conjunto de ferramentas

para realizar o reparo ou seleção e ordenação dos mantenedores que irão realizar a atividade. Essa maneira de utilizar a manutenção corretiva, comumente gera um trabalho mais rápido, de maior qualidade e economicamente mais atraente. (KARDEC E NASCIF, 2009; GREGORIO E SILVEIRA, 2018; MURÇA, 2012)

### 2.1.2 Manutenção preventiva

Como citado anteriormente, com o passar do tempo e o desenvolvimento dos processos fabris, notou-se que os gastos com máquinas paradas se tornaram cada vez mais elevados. Evidenciando que uma prática de manutenção mais elaborada poderia trazer grandes economias as empresas, pensando principalmente na eliminação de desperdícios com equipamentos não operando adequadamente. De acordo com Kardec e Nascif (2009),

Manutenção preventiva é a atuação realizada de forma a reduzir ou evitar a falha ou queda no desempenho, obedecendo a um plano previamente elaborado, baseado em intervalos definidos de tempo. (KARDEC e NASCIF, 2009, p. 42).

Por meio dessa definição, percebe-se que uma das principais características desse estilo de manutenção é o planejamento de processos que serão realizados em datas específicas. (VIANA, 2002)

As datas e processos citados anteriormente tem o objetivo de evitar que ocorram falhas e aparições de defeitos repentinos, sendo uma das principais filosofias, da manutenção preventiva, a exclusão da possibilidade de parada de máquinas por conta de falhas. Imaginando que toda parada do equipamento deve ser previamente planejada, isso traz consigo diversos benefícios comparados a manutenção corretiva. (KARDEC e NASCIF, 2003; VIANA, 2002; MURÇA 2012)

O conhecimento prévio de componentes e ferramentas necessário para os serviços dos mantenedores, gera um ambiente favorável para se desenvolver um almoxarifado mais organizado, enxuto e eficiente. Outro grande benefício dessa modalidade é o aumento da qualidade dos serviços executado. Uma das justificativas para essa melhora na qualidade, é que os procedimentos são previamente estudados e analisados por técnicos, criando assim um procedimento menos propício para utilização de processos não convencionais, como os famosos improvisos. Seguindo na linha de pensamento das vantagens, torna-se importante destacar que o conhecimento das datas para paradas de manutenção, auxilia na redução do impacto

dessa parada na produção em geral, uma vez que se pode programar a execução de outras ações necessárias em outros setores, no período de parada da máquina. (VIANA, 2002; KARDEC e NASCIF, 2003)

## **2.2 CALUIN (calibragem, lubrificação e inspeção)**

Devido à alta intensidade de trabalho a qual são expostos alguns equipamentos, se tratando da empresa em que o estudo é direcionado, esta optou por criar um plano de manutenção preventiva adicional e diferenciado. O setor de papel e celulose é um grande adepto de práticas semelhantes, onde, por exemplo, as carretas que transportam toras de madeira são submetidas a cargas sempre pesadas e a um alto ciclo de carga e descarga, além de enfrentarem estradas que estão longe das condições ideais de rodagem.

Pensando nisso, a empresa que sedia o estudo descrito neste trabalho, elaborou um plano de manutenção chamado CALUIN. O CALUIN, que tem o objetivo de manter os equipamentos operando próximos ao estado ideal, mas que tem como diferencial a não substituição de peças em sua programação e uma frequência de execução reduzida. Portanto, o CALUIN, que será mencionado diversas vezes neste trabalho é uma manutenção preventiva que ocorre com intervalos quinzenais, onde é feita apenas a calibragem dos pneus, o engraxamento dos pontos de lubrificação da carreta e uma inspeção visual geral, a fim de aproveitar as paradas dos equipamentos para detectar previamente possíveis desgastes prematuros de componentes, trincas estruturais e falhas de sinalização ou iluminação. (MOBLEY, 2004)

Segundo levantamentos da empresa, os gastos com pneus representam quase 50% dos custos de manutenção, por essa razão, torna-se importante garantir que os pneus trabalhem com a pressão adequada, o que é uma prática recomendada pelos fabricantes e que pode elevar significativamente a vida útil desses componentes. A respeito das composições das carretas, diversos componentes móveis, desde partes da suspensão, freios e mecanismos de acoplamento também são pontos de atenção com extrema importância, tais componentes devem estar sempre lubrificados com graxa em quantia suficiente e livres de contaminantes. (MOBLEY, 2004)

### 2.3 *Lean maintenance* (manutenção enxuta)

O termo *Lean Maintenance* pode ser definido, através de uma tradução livre, como manutenção enxuta. O termo enxuto, para esse caso, traz consigo uma ideia de manutenção com redução máxima de desperdícios. O principal ponto de ter um processo enxuto, é o de realizar uma atividade utilizando para isso o mínimo de recursos, criando assim o ambiente de sempre fazer mais com menos. (LEVITT, 2008; SMITH e HAWKINS, 2004; BLANCO e DEDERICHES, 2018)

O termo *Lean Maintenance* foi originado do termo *Lean Manufacturing*, utilizado pela primeira vez no livro “*The Machine That Changed the World*” publicado por James P. Womack em 1990, onde ele usou de observações para descrever o sistema de produção da empresa Toyota, sistema conhecido como TPS (*Toyota Production System*). Alguns dos princípios do TPS, que baseiam o *Lean Manufacturing*, são a eliminação de desperdícios, a produção programada (*Just In Time*) e o foco em qualidade. (LEVITT, 2008; SMITH e HAWKINS, 2004)

Com o tempo percebeu-se que os meios de pensamento da manufatura de forma enxuta, eram totalmente cabíveis para o caso da manutenção. Essa visão veio pelo entendimento de que a manutenção é uma forma de serviço prestado, onde as atividades fornecem um produto desejado pelo cliente, que neste caso trata-se um equipamento funcionando da forma desejada. A partir daí percebeu-se que a manutenção não pode mais ser enxergada como uma inimiga da produção, uma vez que ela fornece produtos e serviços desejáveis. Isso fez com que a visão da *Lean Manufacturing* se expandisse para a manutenção, desenvolvendo assim o pensamento do *Lean Maintenance*. (LEVITT, 2008)

Entendendo o desperdício como qualquer atividade ou produto aplicado de forma desnecessária, pode-se citar alguns pontos de maior importância para a manutenção. Grandes desperdícios podem ser reduzidos na manutenção, no sentido de evitar contratações desnecessária, aluguel de equipamentos, compras de ferramentas, utilização de matérias primas cruas, má utilização energética, entre outros. (LEVITT, 2008; SMITH e HAWKINS, 2004)

Já avaliando a parte de benefícios de uma manutenção enxuta, os principais tópicos que podem ser abordados são, a otimização do tempo dos mantenedores, através da padronização de serviços repetitivos, o aumento da segurança dos

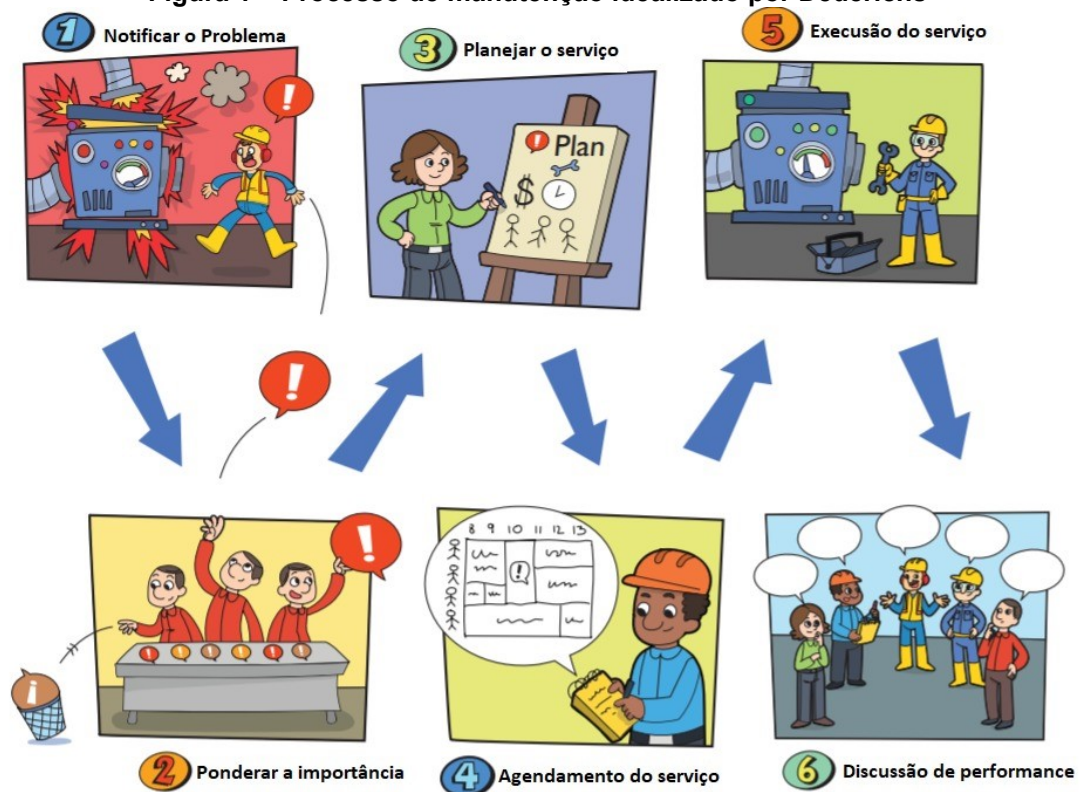
colaboradores e principalmente a melhora da qualidade dos serviços executados. (LEVITT, 2008; SMITH e HAWKINS, 2004)

De maneira simplificada, o autor Dederichs (2018) propõem uma forma que julga como ideal, com o objetivo de tornar um processo de manutenção cada dia mais efetivo. Sua proposição é de um passo-a-passo, o qual auxilia os colaboradores a desenvolver suas atividades mantenedoras de forma mais eficiente. Tendo em mente que um serviço mais eficiente aborda a realização dos serviços solicitados frequentemente, de forma mais ágil, prática, segura e principalmente com maior qualidade.

O primeiro passo seria notificação de um problema no processo, através de algum documento formal. O segundo passo é selecionar os colaboradores que irão analisar e ponderar a importância da notificação. O terceiro passo vem da parte da gestão, a qual irá desenvolver e planejar a ordem de serviço a ser executada. O quarto passo é dedicado ao agendamento do serviço, indicando a todos quem, quando e onde a atividade será desenvolvida. A quinta etapa é destinada a realização da manutenção em si, tudo de acordo com o que foi planejado anteriormente. Por fim, o sexto passo do processo é a realização de uma discussão da performance do que foi feito, indicando os pontos positivos e negativos, para o caso onde tudo venha a ocorrer da forma esperada, tornar o procedimento padrão. Então, o processo descrito acima pode ser observado na Figura 1. (DEDERICHS, 2018)



Figura 1 – Processo de manutenção idealizado por Dederichs



Fonte: Adaptado de Dederichs (2018)

## 2.4 Ciclo PDCA

O Ciclo PDCA (*Plan-Do-Check-Act*), é uma ferramenta poderosa e muito utilizada pela gestão da qualidade. Esse conceito foi largamente aplicado pela empresa Toyota, por meio do conhecimento repassado pelo Dr. Deming, o qual possuía estudos sobre o controle estatístico de processos. O ciclo PDCA é baseado em 4 etapas, cada uma descrita por uma letra da sigla. (LIKER e FRANZ, 2013; MIRON, 2019; WERKEMA, 2013)

- **P** – *Plan* (Planejamento);
- **D** – *Do* (Executar);
- **C** – *Check* (Verificar);
- **A** – *Act* (Corrigir).

A primeira etapa do ciclo (*Plan*) é a mais importante, representada pela fase de planejamento, onde deve-se localizar os problemas e definir quais metas deseja-

se alcançar, quais os parâmetros aceitáveis de resultados e também quais os meios serão utilizados para atingir tais metas e resultados. Dentro da manutenção, essa etapa é utilizada para definição de datas de paradas, procedimentos que serão executados nessas datas, quais mantenedores executarão a manutenção, quais ferramentas deverão estar disponíveis no momento, qual será o tempo disponível e qual o valor financeiro será disposto para realização de toda a atividade. (CAMARGO, 2011; LIKER e FRANZ, 2013; WERKEMA, 2013)

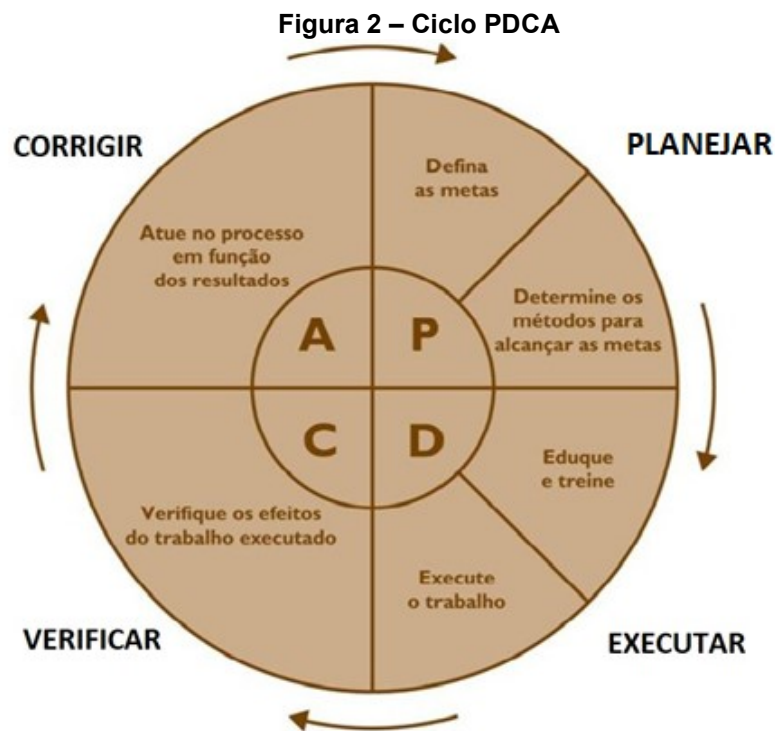
A segunda etapa do PDCA (*Do*) é o momento de se aplicar dentro do processo o que foi planejado anteriormente. Essa é a fase onde deve-se preparar e treinar as equipes competentes pela realização das atividades, para que o planejamento seja executado exatamente como o planejamento. Por meio dessa etapa, busca-se atingir as metas e resultados impostos anteriormente através do trabalho organizado e ordenado, isso cria a necessidade de executar uma coleta de dados, a fim de mensurar a qualidade dos processos. (CAMARGO, 2011; LIKER e FRANZ, 2013; WERKEMA, 2013)

A terceira etapa do ciclo PDCA (*Check*) é a hora de verificar os resultados reais das ações executadas, através dos dados que devem ser coletados durante a etapa de execução. A principal atividade nesse momento é comparar os resultados reais com os resultados estipulados no planejamento, para poder assegurar que eles estejam dentro da meta planejada. Com a base de dados gerada, torna-se possível a criação de tabelas e gráficos que tornam visível a qualidade das atividades praticadas. Lembrando que as ações devem ser executadas de forma eficiente, com bom desempenho, de forma eficaz e da forma como foi definida no planejamento. (CAMARGO, 2011; LIKER e FRANZ, 2013; WERKEMA, 2013)

Por fim, a última etapa do ciclo (*Act*) pode seguir por dois caminhos diferentes, dependendo da comparação de resultados, realizada na etapa anterior. O primeiro cenário possível é a documentação e padronização dos processos, isso deve acontecer quando os resultados reais estão em conformidade com os resultados planejados na primeira etapa, comprovando assim, que as ações tomadas são eficientes e capazes de atingir as metas propostas. O segundo cenário se refere a situação de divergência entre os resultados reais dos planejados, isso cria um ambiente onde deve ocorrer aplicações de esforços, com objetivo de identificar os motivos das divergências, para que seja possível a execução de alterações e correções das atividades executadas. O objetivo das correções é a melhoria do

processo, a fim de atingir as metas do planejamento, criando assim um cenário de melhoria contínua. (CAMARGO, 2011; LIKER e FRANZ, 2013; WERKEMA, 2013)

Para facilitar a visualização das etapas do PDCA, é comum o desenvolvimento de Figuras com um fluxo circular, como o exemplificado na Figura 2, onde ficam expostos as quatro etapas do ciclo e os principais objetivos de cada uma delas.



Fonte: Adaptado de Werkema (2013)

## 2.5 Wrench time

*Wrench Time*, comumente traduzido como “tempo de ferramenta na mão” ou “tempo de chave na mão” é a parcela do tempo empregado em atividades de manutenção que de fato agregam valor ao trabalho, não contemplando o tempo em que os trabalhadores estão em deslocamento, reuniões, esperas, entre outras diversas atividades que devem ser classificadas como atividades incidentais ou de desperdício. (DEDERICHS e BLANCO, 2018)

Com base nisso, surge a análise ou o estudo do *Wrench Time*, que é uma ferramenta voltada para a área de manutenção, muito poderosa nas etapas de diagnóstico, onde observando e classificando de forma detalhada como é empregado

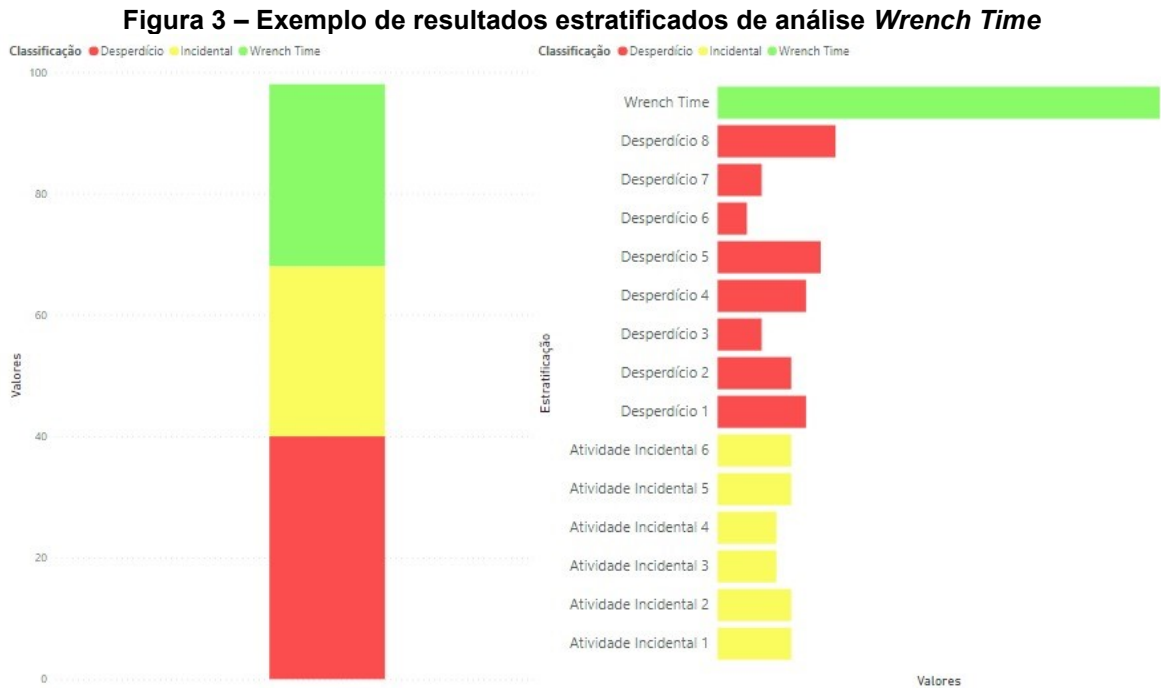
o tempo dos mantenedores, procura-se por oportunidades de melhorias nos processos. Existem diversas formas de se fazer o estudo, e todas elas contam com a observação. O *Wrench Time* é medido em percentual do tempo total da atividade. (PALMER, 2006)

Embora medido pela equipe de execução, o resultado do *Wrench Time* é diretamente influenciado por todas as competências da manutenção, especialmente pelas de responsabilidade dos gestores, uma vez que diversas das métricas acompanhadas pela gestão são as principais responsáveis pelos resultados que serão obtidos no estudo. Alguns exemplos claros podem ser listados, como a confiabilidade dos equipamentos, que quando apresentarem resultados insatisfatórios tenderão a aumentar a necessidade de manutenções de emergência, fora de turno e em momentos inoportunos, causando assim um impacto no *Wrench Time*. Problemas de planejamento ou programação também causam grandes impactos nos resultados, já que a falta de portfólios estruturados e padronizados de manutenção irão causar ineficiências no processo, criando a falta de clareza na prioridade de sequência das atividades, a falta de ferramentas básicas ou peças que poderiam ser facilmente garantidas com antecedência. (DEDERICHS e BLANCO, 2018)

Além das atividades classificadas como *Wrench Time*, onde mantenedor executa os serviços, de fato, com a ferramenta na mão e agregando valor à atividade, existem outras duas classificações de atividades empregados no estudo do *Wrench Time*. As atividades classificadas como incidentais são aquelas que geram maior confusão no momento do acompanhamento, já que são atividades que precisam necessariamente serem feitas, mas que não agregam valor a tarefa, como reuniões de segurança, análises de riscos, transporte de pessoas ou equipamentos e preparação de ferramentas ou materiais. Por fim, atividades que não agregam valor a atividade e nem fazem, necessariamente, parte do processo, são classificadas como desperdício. Alguns exemplos claros de desperdício são as esperas, que podem ser de todas as naturezas, devido à falta de clareza nas atividades, falta de ferramentas e peças, falta de autorização de trabalho, entre outras, além de desperdícios que comumente aparecem ao longo do dia a dia de trabalho, como tempo gasto com a procura de peças ou ferramentas perdidas, tempo de retrabalho, bate papo e demora excessiva durante as trocas de turno. (PALMER, 2006)

Ao longo da coleta de dados, realiza-se uma breve descrição das atividades acompanhadas, as quais são agrupadas nas três classificações abordadas

anteriormente. Estratificando as atividades de cada classe em forma de lista, torna-se possível ter uma visão mais detalhada das atividades que compõem e afetam de forma mais contundente cada um dos grupos da classificação. A Figura 3 é uma exemplificação genérica de gráficos que podem ser gerados a partir da compilação dos dados coletados. (DEDERICHS e BLANCO, 2018)



Fonte: Autoria Própria

## 2.6 DILO (*day in life of*)

Sabendo que o *Wrench Time* é uma ferramenta que se baseia na observação, torna-se necessário apresentar meios que serão capazes de apoiar tais atividades de forma concreta. Para Andler (2011), a observação é a forma ideal para se entender como uma atividade ou corporação funciona.

O DILO, sigla em inglês para “*Day in life of*” ou “Um dia na vida de” em tradução livre, é uma observação em tempo real que deve acontecer ao longo de todo o dia ou de uma atividade completa. Desta forma, o observador deverá acompanhar de perto a atividade de interesse, e então ser capaz de entender e quantificar como as pessoas envolvidas nas atividades estão empregando seu tempo, além da ferramenta fornecer a oportunidade para o observador conhecer a vida real e as raízes das atividades. (ANDLER, 2011)

## **2.7 Tour**

A observação, um elemento básico da investigação científica, é uma técnica de coleta de dados e informações que não se limita apenas a ver ou ouvir, mas examinar fatos e trazer à tona aspectos da realidade. (MARCONI e LAKATOS, 1990)

Pensando em sustentar as observações do *Wrench Time*, o *tour* se apresenta como uma ferramenta alternativa ao DILO, onde as observações não ocorrem mais em tempo real, mas sim por amostragem de observação direta. Ao optar-se por utilizar o *tour*, o observador precisa conhecer o trajeto que irá realizar, além de todos os colaboradores e atividades que o aguardam ao longo do percurso. A partir de um ponto inicial, o observador deverá percorrer o trajeto pré-determinado sem interrupções ou retrocessos, é importante que o trajeto seja avaliando e determinado com antecedência afim de garantir que todos os setores, atividades e colaboradores sejam abordados pela observação. Aconselha-se que o observador tome nota imediatamente após a primeira observação de cada atividade visualizada, tal nota representará melhor a realidade, além de evitar possíveis imparcialidades involuntárias. (MARCONI e LAKATOS, 1990)

## **3 METODOLOGIA EXPERIMENTAL**

### **3.1 Preparação para a coleta de dados**

A fim de conhecer as atividades da forma em que de fato elas acontecem, foram reservados alguns dias onde realizaram-se acompanhamentos iniciais, sem fichas ou metodologias definidas, apenas com o objetivo de conhecer de perto as etapas que envolvem os processos de manutenção da oficina, sendo eles a manutenção preventiva, a manutenção corretiva e o CALUIN. Além de permitir que fossem listadas as principais atividades que descrevem os processos, o acompanhamento possibilitou um mapeamento das atribuições de cada colaborador envolvido, onde atuam mecânicos, soldadores, lubrificadores, eletricitas e borracheiros.

As informações obtidas nestes acompanhamentos iniciais foram importantes no momento da elaboração de um cronograma e também na criação de uma ficha padrão, que foi utilizada durante os acompanhamentos individuais por meio da metodologia DILO. A dedicação de um tempo para a criação desta ficha padrão se mostra uma parte muito importante do estudo, já que, pensando nas etapas seguintes

de estratificação e análises dos dados obtidos, tem-se a preocupação de que as classificações e descrições das atividades tenham, ao mesmo tempo, uma boa fidelidade às atividades observadas, mas sem que haja uma gama muito grande de descrições para atividades semelhantes, o que poderia prejudicar a etapa de estratificação e análise. Além da elaboração da ficha, o mapeamento das atribuições exercidas por cada colaborador envolvido favoreceu as tomadas de decisão a respeito das distribuições dos acompanhamentos ao longo do cronograma.

Após a realização do acompanhamento inicial e com as devidas notas em mãos, tornou-se possível a elaboração da ficha padrão de acompanhamento, que conta com campos para o preenchimento de informações básicas, como data, hora de início, hora de fim, nome do responsável pelo acompanhamento, atividade que será realizada pelo acompanhado, além de sua atribuição dentro da oficina. E o mais importante, a ficha também traz uma lista com as principais descrições das atividades a serem executadas ao longo dos processos acompanhados, conforme mostra a Figura 4.

**Figura 4 – Ficha de acompanhamento DILO**

Atividade:		Atribuição:		Avaliador:	
Data:		Hora Início:		Hora Fim:	
Tempo		Atividade		Cod	Descrição da Atividade
Início:	Fim:	Cod:	Observação:		
				100	Wrench time
				101	W.T outra atividade
				102	W.T outra atribuição
				200	Incidental em outra área
				201	Limp/organ do ambiente
				202	Limpeza de peças
				203	Transportante de material
				204	Reunião
				205	Inspeção
				206	Discutindo como fazer
				207	Check-List / Ordem
				208	Macaco e cavalete
				209	Equipando EPI's
				210	Atendimento externo
				211	Preparando material
				212	Espera calibrar pneu
				213	Buscando ferramenta
				214	
				215	
				216	
				217	
				218	
				219	
				220	
				300	Aguardando peças
				301	Aguardando ferramenta
				302	Aguardando material
				303	Água/Banheiro
				304	Café
				305	Reunião
				306	Aguardando ordem
				307	Procurando material
				308	Procurando ferramenta
				309	Na área
				310	Ausente
				311	Retrabalho
				312	Cigarro
				313	Fora da oficina
				314	No celular
				315	Esperando para usar vestiário
				316	No vestiário
				317	Aguardando outro colaborador
				318	Arrumando Ferram/Equipamm
				319	
				320	

**Fonte: Autoria Própria**

Também de acordo com as observações iniciais, tornou-se possível a elaboração de um cronograma otimizado para o estudo, onde foram definidos os dias nos quais ocorreram os acompanhamentos, com cada um dos colaboradores que se julgou necessário. Permitindo assim, reduzir o prazo total do cronograma ao eliminar a necessidade de acompanhar, por exemplo, atividades repetidas realizadas por colaboradores diferentes, mas que tenham as mesmas atribuições.



### 3.2 Coleta de dados

Com a ficha padrão de acompanhamentos elaborada, pode-se iniciar a coleta dos dados, seguindo o cronograma definido e de acordo com a metodologia da ferramenta DILO, o responsável pelo acompanhamento preparou-se com antecedência e se fez presente desde a chegada do colaborador acompanhado. O observador classificou cada atividade exercida pelo acompanhado ao longo do dia, de acordo com a lista de atividades presente na ficha, pontuando os horários de início e fim de cada atividade, também tomando notas de toda situação que julgou importante, além de adicionar novas classificações de atividades a lista da ficha padrão, mas apenas em casos que se mostraram estritamente necessários.

A fim de garantir uma maior confiabilidade dos dados obtidos, optou-se por realizar paralelamente ao DILO, acompanhamentos utilizando o *tour*. Além de reforçar a confiabilidade dos dados obtidos nos acompanhamentos iniciais, a inclusão de um colaborador de liderança para a realização do *tour*, na etapa de coleta de dados, tornou possível a preparação do mesmo, para posteriormente, manter uma rotina de avaliação do *Wrench Time*. Com o objetivo de otimizar os acompanhamentos realizados pelo líder da oficina, que ocorreram na forma de *tour*, elaborou-se um aplicativo com o auxílio do *Power Apps (Microsoft Corporation, Redmond, WA., Estados Unidos)*. O aplicativo criado permitiu que fossem registradas as mesmas informações da ficha, porém sem notas de tempo, já que se trata do *tour*, uma metodologia baseada em amostragem, conforme demonstra a Figura 5 abaixo.

Figura 5 – Aplicativo de acompanhamento por *tour*.

The figure displays three screenshots of a mobile application interface for tracking activities. The first screenshot shows a menu with three main categories: 'Preventiva', 'Corretiva', and 'Caluim', each with a right-pointing arrow. The second screenshot shows the 'Preventiva' screen with a list of activities and status indicators (checkboxes and dropdowns). The activities listed are: Atribuição, Localizar itens, Wrench Time, Água/ Banheiro, Aguardando Ferramenta, Aguardando Material, Aguardando Ordem, Aguardando Peça, Atendimento Externo, Ausente, Café, Cigarro, Conversando, and Discutindo como fazer. The third screenshot shows the same 'Preventiva' screen, but with a dropdown menu for 'Atribuição' open, showing a search bar and a list of roles: Mecânico (selected), Soldador, Eletricista, Lubrificador, Borracheiro, and Aguardando Peça. The 'Wrench Time' field is also visible, showing a value of 1.

Fonte: Autoria Própria

### **3.3 Tratamento dos dados obtidos na coleta**

Após o cumprimento de todo o cronograma de acompanhamentos, realizou-se a etapa de tratamento de dados, compilando-os de modo a favorecer a fase de análises. Dentro de uma planilha eletrônica, adicionou-se os horários de início e término das atividades executadas pelo observado e também se distribuiu tais atividades em suas devidas classificações, permitindo assim que fossem elaborados gráficos como o representado anteriormente na Figura 3. Durante a etapa de tratamento dos dados, também se criaram grupos, onde permitiu-se que as análises não fossem feitas apenas com base nos resultados obtidos para a oficina como um todo, mas sim análises diferenciadas e focadas para determinados setores, atividades, atribuições ou até combinações dos mesmos.

### **3.4 Análise dos dados tratados**

Com os dados compilados, tratados em uma planilha eletrônica, grupos definidos por meio da observação dos dados e gráficos gerados com auxílio de um *software* de análise de dados, pode-se iniciar as análises a fim de buscar as principais oportunidades de melhorias. Com o objetivo de listar as maiores oportunidades de ganho, as análises partiram dos resultados obtidos para a oficina de um modo geral, e após a identificação dos desperdícios que representam os maiores impactos neste resultado, se iniciaram as buscas pelos principais responsáveis pela geração deles dentro de cada um dos grupos ou combinações criadas na etapa anterior. E então, ao fim da etapa de análises, foi possível o levantamento das principais oportunidades identificadas dentro de cada setor, atribuição ou atividade.

## **4 RESULTADOS E DISCUSSÕES**

Após realizar-se a coleta de todos os dados de tempos das atividades, elaborou-se os gráficos e tabelas necessários para a realização das análises dos processos. Feitas as análises, iniciou-se a etapa de levantamento de oportunidades e a partir dessas, ocorreram as sugestões de alterações visando a otimização da produtividade e conseqüentemente tornado os custos de operação mais competitivos.

## 4.1 Estatísticas de acompanhamentos

Nesta seção serão expostas as estatísticas dos acompanhamentos, onde poderão ser verificados os tempos de acompanhamento para cada atividade, além do número de *tours* realizados e amostragens observadas.

### 4.1.1 Acompanhamento por DILO

Na Figura 6, exposta abaixo, é possível observar o tempo total de acompanhamento para cada atividade, além do número de acompanhamentos para cada atribuição.

**Figura 6 – Estatísticas de acompanhamento por DILO.**

Atividade	Tempo [h]	Mecânico	Eletricista	Soldador	Borracheiro	Lubrificador	Total de Amostras
Corretiva	20,38	4	1	2	1	0	8

Fonte: Autoria Própria

### 4.1.2 Acompanhamento por *tour*

De maneira semelhante ao item anterior, podemos observar, na Figura 7, as estatísticas relacionadas aos dados coletados com o *tour*.

**Figura 7 – Estatísticas de acompanhamento por *tour*.**

Atividade	Tours Realizados	Mecânico	Eletricista	Soldador	Borracheiro	Lubrificador	Total de Amostras
Corretiva	12	2	0	1	1	0	4

Fonte: Autoria Própria

## 4.2 Análises de resultados

Com a finalidade de exemplificar e tornar mais clara a visão do funcionamento da oficina, a Figura 8 esquematiza como o espaço é dividido para cada tipo de serviço e como os colaboradores se distribuem dentro desse espaço, além de demonstrar a escala de trabalho na qual cada colaborador está ajustado, sendo elas (5x2), onde o colaborador trabalha de segunda a sexta-feira e folga aos finais de semana ou (6x2), onde o colaborador atua 6 dias consecutivos e folga os próximos 2, independente de finais de semana.

Figura 8 – Disposição e escala da equipe em uma representação da oficina

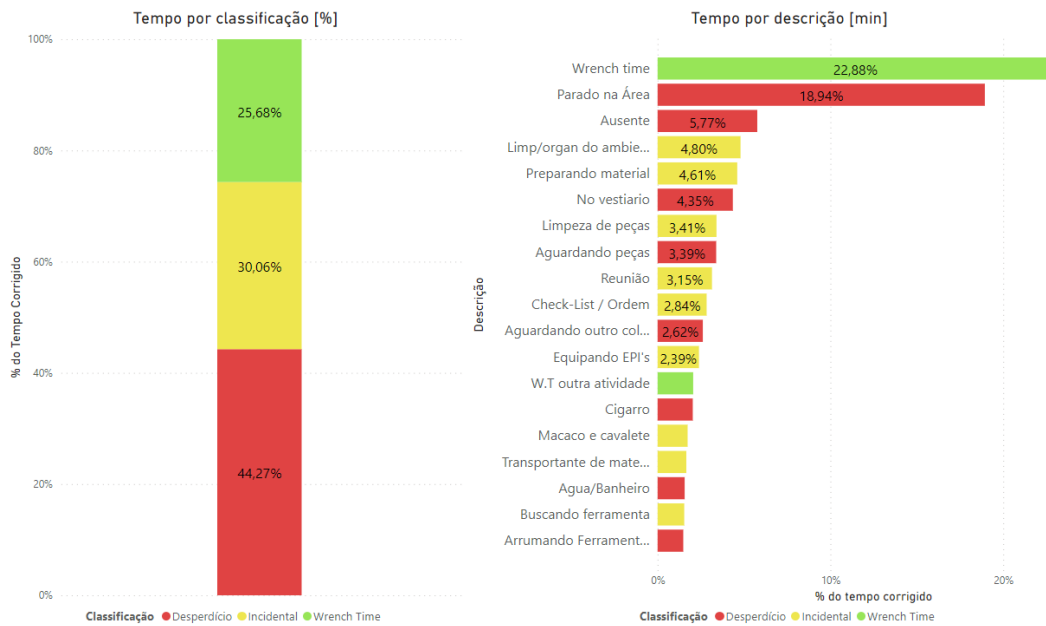
BOX 1 <i>Preventiva</i>	BOX 4 <i>Preventiva</i>	BOX 2 <i>Corretiva</i>	BOX 3 <i>Corretiva</i>	BOX 5 <i>Caluin</i>	BOX 6 <i>Caluin</i>
Mecânico (5x2) Mecânico (5x2)	Mecânico (5x2) Mecânico (5x2)	Mecânico (5x2) Mecânico (5x2)	Mecânico (5x2) Mecânico (5x2)	Mecânico (5x2)	Mecânico (6x2)
Elettricista (5x2)		Borracheiro (5x2)		Soldador (5x2)	Lubrificador (5x2)
Soldador (5x2)	Soldador (5x2)			Lubrificador (5x2)	Lubrificador (5x2)
				Elettricista (6x2)	
				Borracheiro (5x2)	

Fonte: Autoria Própria

### 4.2.1 Resultado geral da oficina

Partindo da premissa de que uma primeira avaliação deve ser feita de forma geral, a Figura 9 representa o conjunto de dados coletados para a oficina como um todo, tornando possível uma visão macro de como o processo se comporta durante todo o período avaliado.

**Figura 9 – Resultado geral da oficina.**



Fonte: Autoria Própria

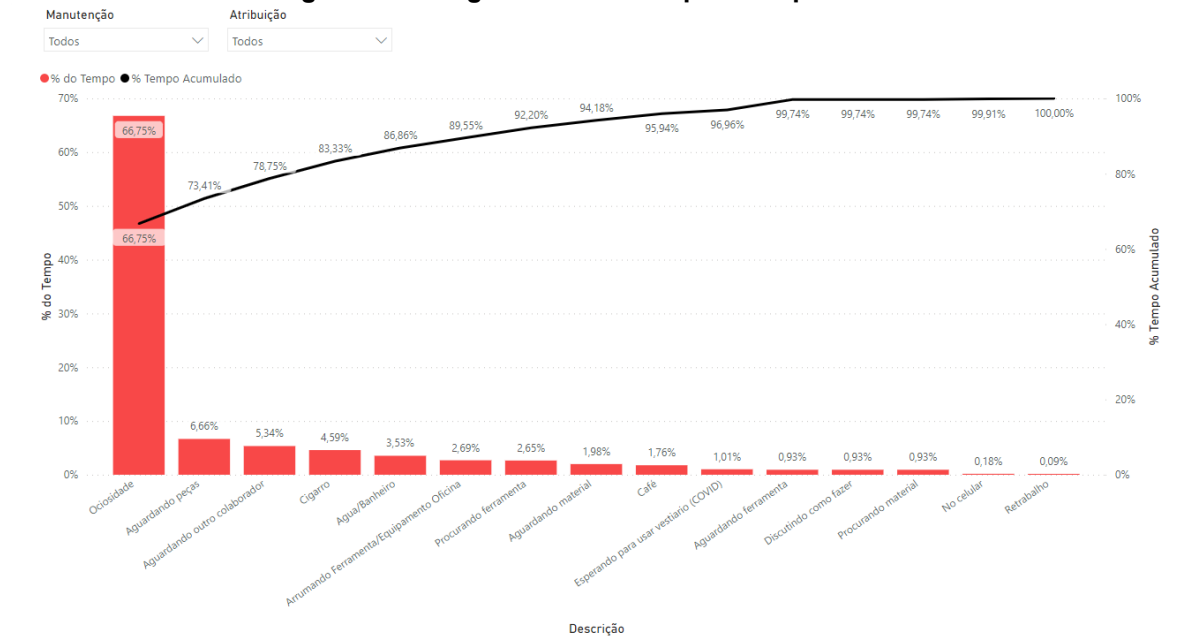
A Figura apresentada acima mostra que o resultado de *Wrench Time* obtido para a oficina no geral foi de (25,68%), o que indica que os colaboradores permanecem com suas ferramentas em mãos por aproximadamente um quarto do período de trabalho. Já as atividades incidentais representaram (30,06%) do tempo total, enquanto os desperdícios ficaram com a maior parcela do tempo, sendo essa de (44,27%) referente ao total.

Atentando-se ao gráfico estratificado, percebe-se que as principais atividades incidentais estão relacionadas a organização, limpeza e preparo, tanto dos materiais que se utilizam nos serviços, quanto do ambiente onde ocorrem os processos de manutenção, que quando somados representam (12,82%) do total. Quando se analisa os desperdícios, percebe-se que o grande destaque está relacionado a ociosidade, quando os colaboradores permanecerem parados na área ou no vestiário após a conclusão das atividades, fato que ocorre entre um serviço e outro, e por essa razão também acabam se ausentando do local, esses desperdícios consomem (29,06%) do tempo total.

Partindo da análise realizada, existe um ponto muito importante a se levantar. Mesmo que as atividades incidentais somem (30,06%) do tempo total, da oficina, essa parcela está dividida em pequenos grupos, os quais, individualmente, não ultrapassam (4,8%) do total. Já os desperdícios, são muito impactados por questões

de ociosidade, que como citadas anteriormente, ocupam mais de um quarto do tempo total. Para tornar esse impacto mais claro, elaborou-se um diagrama de Pareto, representado na Figura 10.

**Figura 10 – Diagrama de Pareto para desperdícios.**

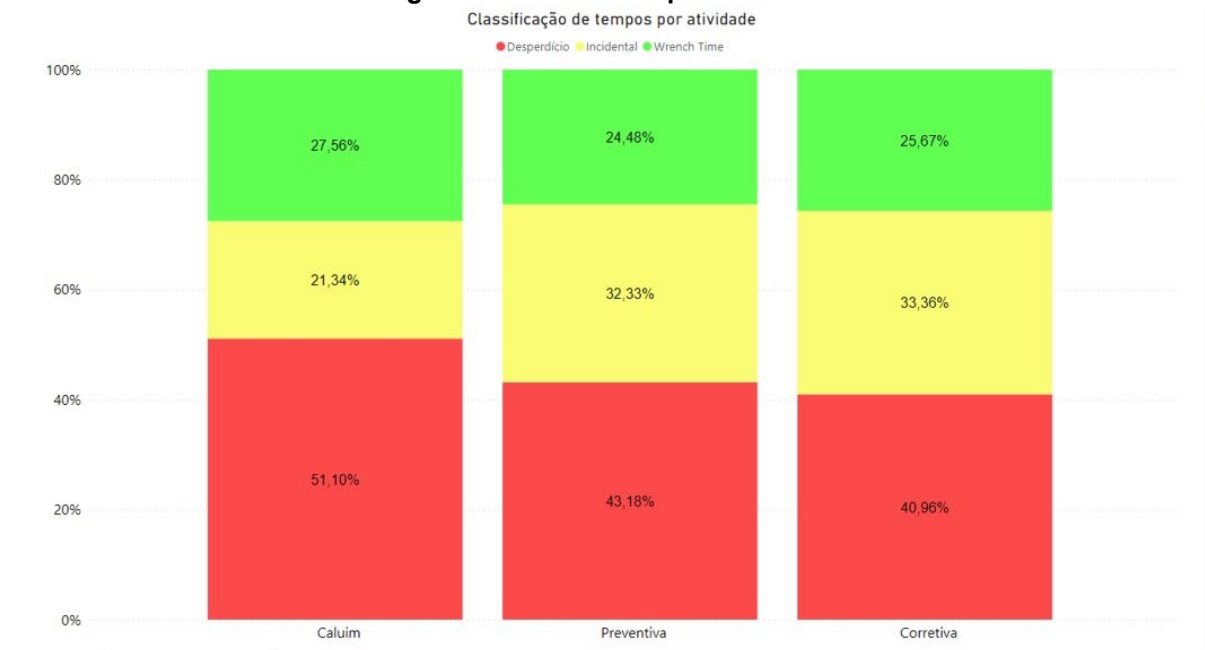


**Fonte: Autoria Própria**

No diagrama de Pareto, demonstrado na Figura 10, agrupou-se os tempos descritos como “Parado na área”, “No vestiário” e “Ausente” como uma única descrição chamada de “Ociosidade” e ao compara-la com os demais desperdícios, nota-se que este agrupamento representa (66,75%) dos desperdícios de toda a oficina, fato que incentivou a decisão de que a abordagem deste trabalho seguiria concentrando esforços em buscar soluções para as oportunidades relacionadas a ociosidade.

#### 4.2.2 Resultado por atividade

Após se avaliar o resultado da oficina como um todo, optou-se por analisar os resultados de cada atividade executada dentro dela, sendo elas, as manutenções corretivas, preventivas e o CALUIN. Esses resultados estão expostos na Figura 11.

**Figura 11 – Resultado por atividade**

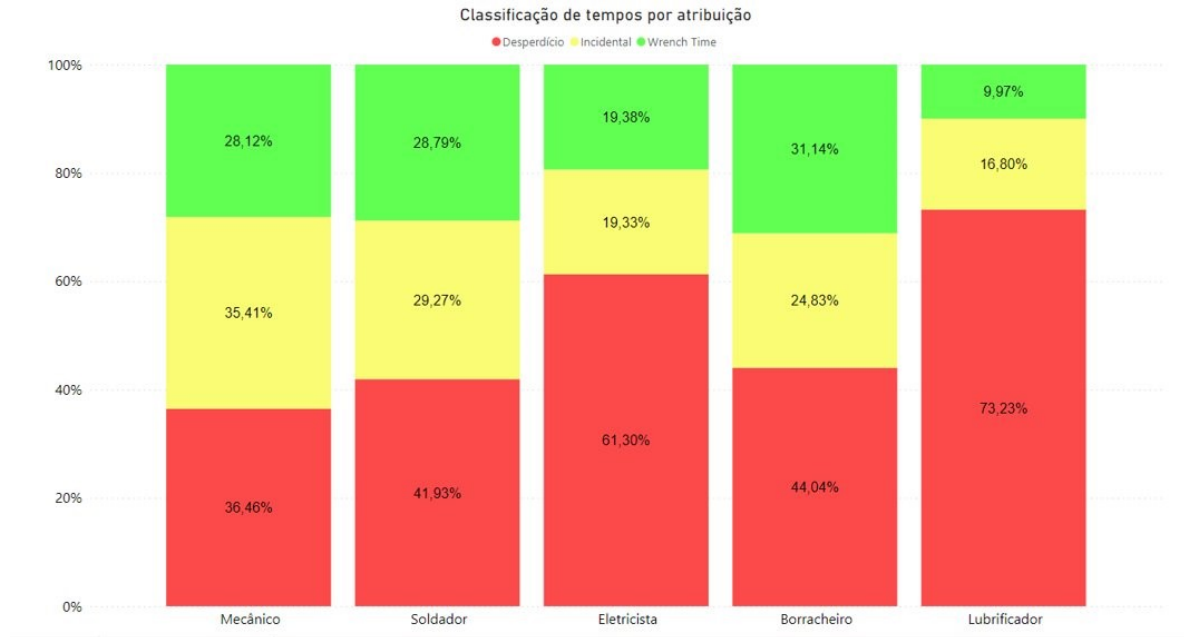
Fonte: Autoria Própria

Os pontos que mais chamam a atenção, pela visualização dos gráficos são, como os resultados do *Wrench Time* foram próximos para os três serviços, variando 3,08 pontos percentuais e como o percentual de desperdício (51,10%) no CALUIN é superior ao das outras duas atividades. Quando comparados os gráficos entre manutenções preventivas e corretivas, percebe-se uma grande similaridade entre eles, já para o CALUIN, é possível notar que sua maior diferença para as outras duas atividades, é que seu percentual de atividades incidentais é menor, o que é compensado pelo seu maior percentual de desperdícios.

Essa percepção cria um sinal de direcionamento para as análises seguintes, indicando que se deve iniciar as análises dentro do CALUIN, onde podem haver maiores oportunidades de melhorias.

#### 4.2.3 Resultado por atribuição

Visto os resultados para os serviços prestados, decidiu-se por observar agora os percentuais de cada uma das atribuições que compõem as atividades, sendo as atribuições, mecânicos, soldadores, eletricitas, borracheiros e lubrificadores, os quais tem seus resultados expostos na Figura 12.

**Figura 12 – Resultado por atribuição**

Fonte: Autoria Própria

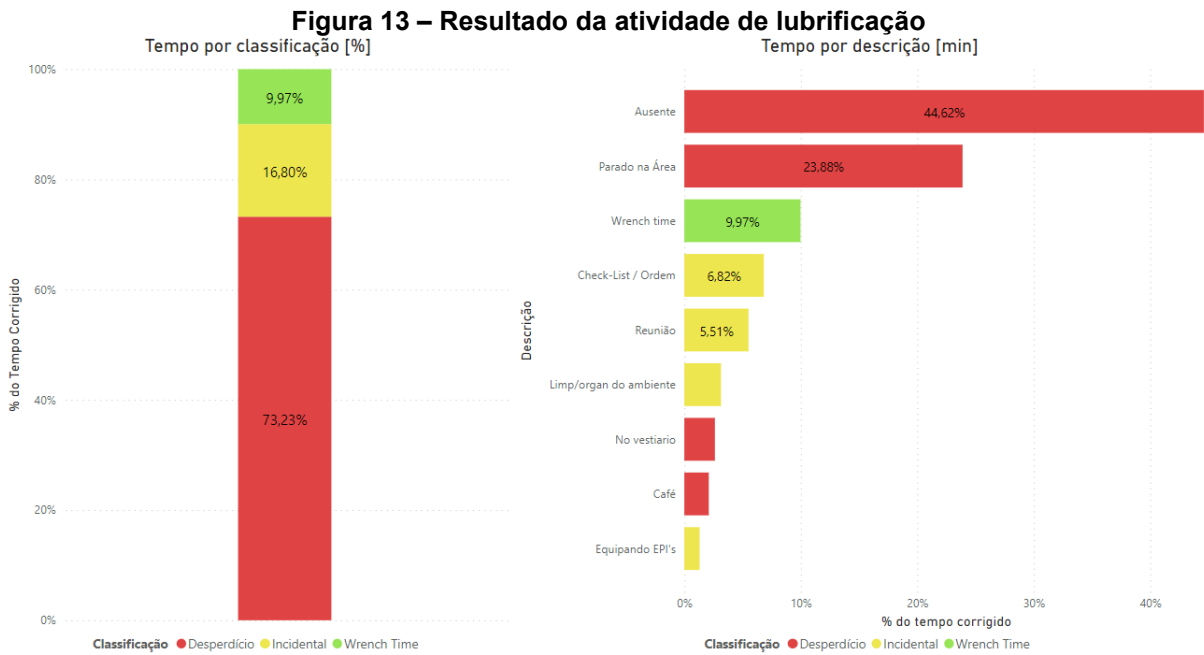
Com a observação dos gráficos é notável como alguns resultados chamam mais as atenções do que outros. Baseando-se na mesma observação, percebe-se duas atribuições que devem receber destaque, por apresentarem maiores indícios de oportunidades de melhoria, sendo elas a do lubrificador que apresentou o menor resultado de *Wrench Time* (9,97%), o maior resultado de desperdício (73,23%) e o do eletricista, que apresentou um baixo resultado de *Wrench Time* (19,38%) e um alto valor de desperdício (61,30%). Embora essas duas atribuições sejam as de maior destaque, as demais não deixaram de passar por um processo de análise em busca de oportunidades.

Feitas as análises anteriores, chega o momento de realizar a avaliação dos dados de maneira mais específica, sendo essa avaliação a de cada atribuição dentro da sua atividade. A análise desses dados cria a possibilidade de propor as primeiras medidas visando a melhoria dos processos.

#### 4.2.4 Resultados lubrificadores e mecânicos CALUIN

A primeira análise, representada na Figura 13, é a que expõe os resultados dos lubrificadores, os quais ficam responsáveis por atividades dentro do CALUIN.





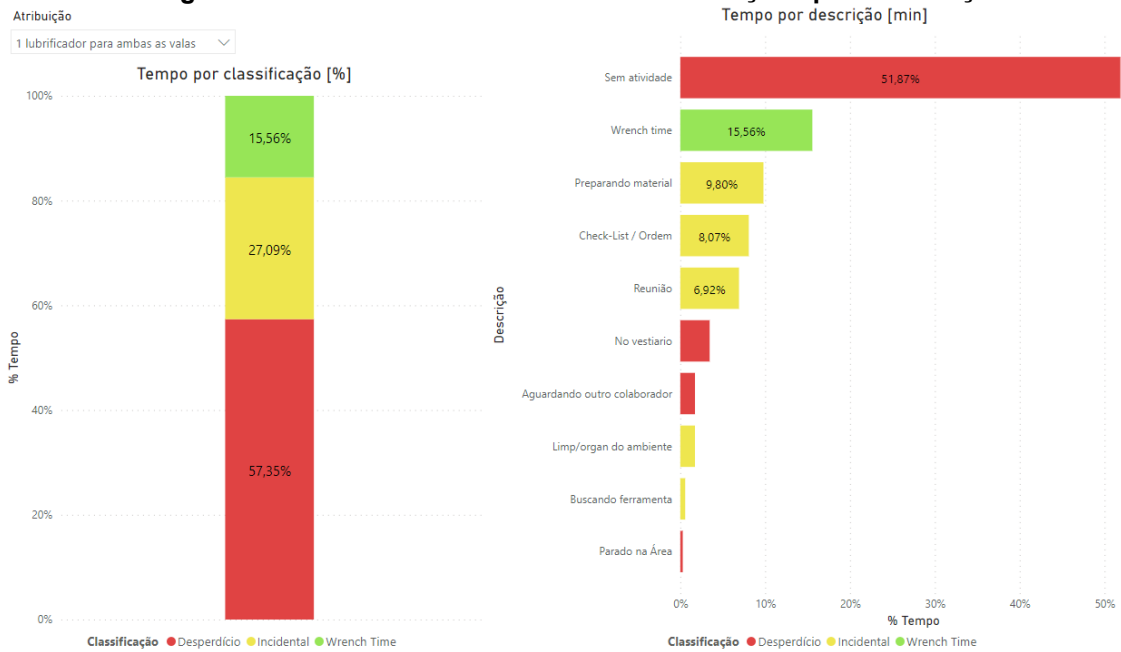
Fonte: Autoria Própria

Os resultados de *Wrench Time* (9,97%) e atividades incidentais (16,80%) se apresentaram abaixo da expectativa, principalmente quando comparados com as demais atribuições e o resultado de desperdícios (73,23%) é o maior dentre todas as análises realizadas.

Com o resultado do trabalho apresentado grande oportunidade de melhoria, a gestão da oficina optou por realocar imediatamente um dos colaboradores envolvidos nesta atividade, já que além de haver uma posição em aberto, devido a saída de um mecânico da preventiva ao longo dos acompanhamentos, havia o interesse do colaborador envolvido em atuar como mecânico.

Por conta da opção em realizar a realocação do colaborador durante o processo de coleta de dados, optou-se por aproveitar esforços e realizar uma reavaliação da atividade com a nova disposição, onde apenas um colaborador seria responsável pela execução da lubrificação nos *box 5* e *box 6*, afim de mensurar os ganhos e seguir com o trabalho tomando os novos resultados como referência. Os resultados estão expostos na Figura 14 abaixo.

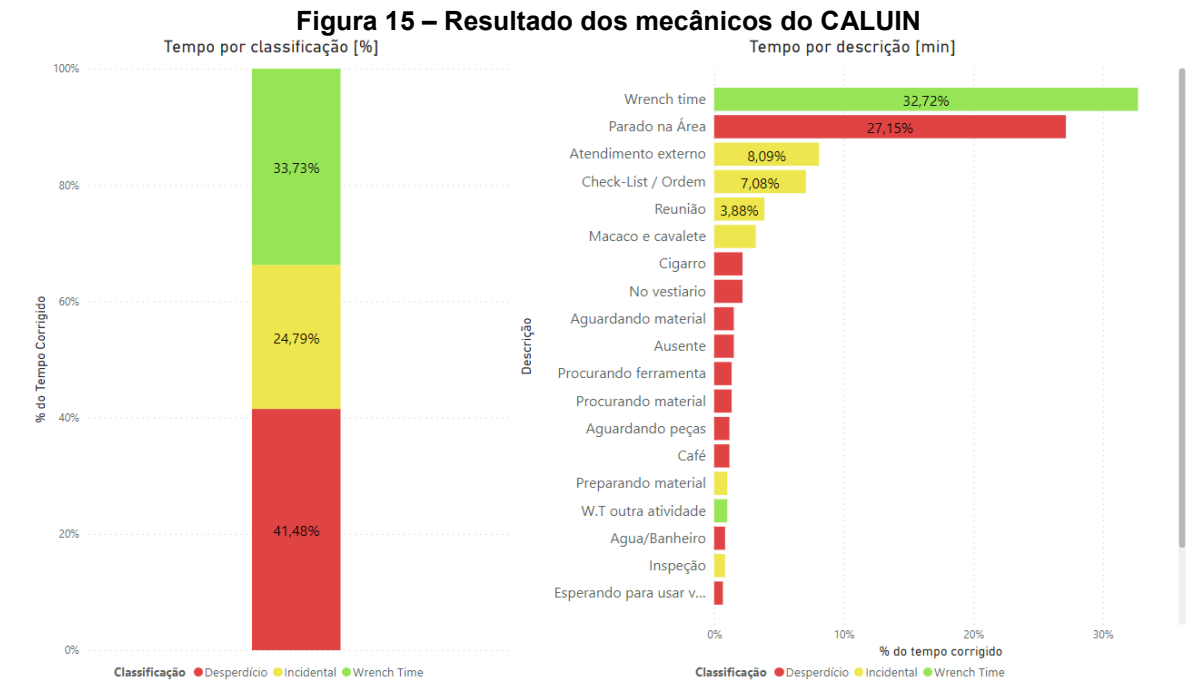
**Figura 14 – Resultado da atividade de lubrificação após realocação**



Fonte: Autoria Própria

Após a alteração realizada, os resultados para a atribuição melhoraram, com o *Wrench Time* passando de (9,97%) para (15,56%), os resultados para atividades classificadas como incidentais foram de (16,8%) para (27,09%) e os desperdícios de (73,23%) para (57,35%). Apesar da evolução apresentada, que comprova a eficácia da medida, o resultado demonstra que ainda há margem de oportunidades, motivando que novas possibilidades de alteração fossem avaliadas.

Observando os resultados obtidos para os mecânicos atuantes no CALUIN, demonstrados na Figura 15 abaixo, percebe-se uma concentração de desperdício relacionado a ociosidade, quando se tem (27,15%) do tempo onde os colaboradores encontram-se parados na área, aguardando pelo próximo ciclo.

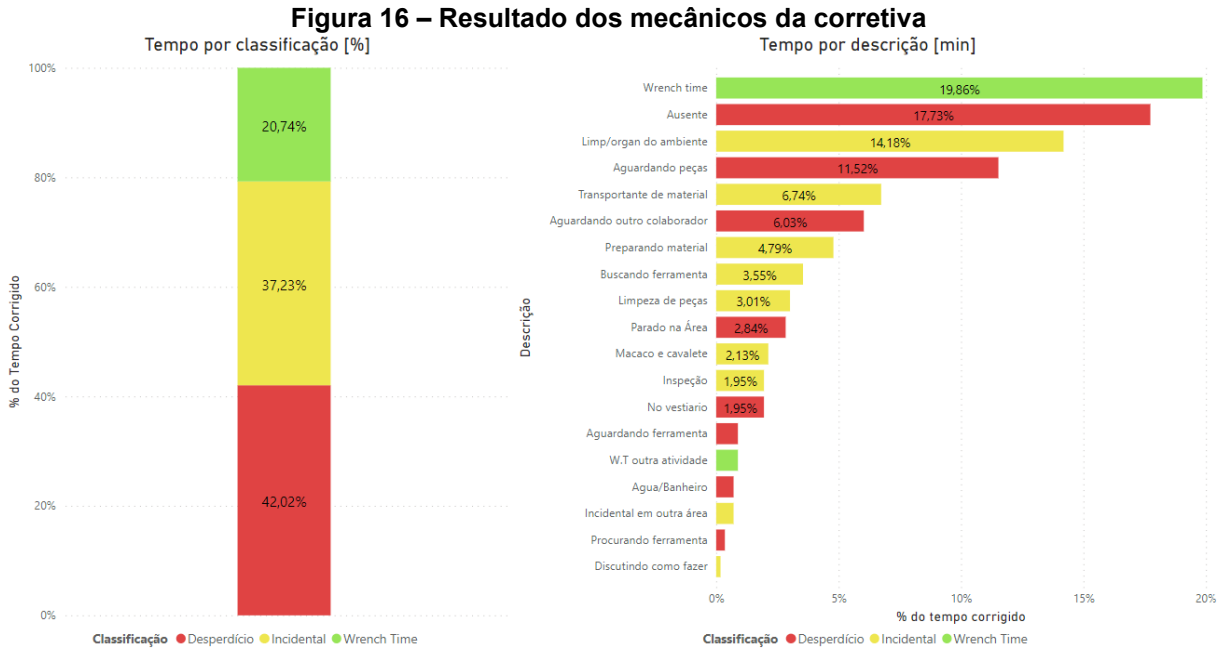


Fonte: Autoria Própria

Combinando as observações dos resultados demonstrados pelas Figuras 14 e 15, onde na Figura 14 o lubrificador atuando nos *box* 5 e 6 ocupa (25,16%) do tempo com atividades relacionadas diretamente à lubrificação, sendo (15,36%) do tempo com atividades de *Wrench Time* e (9,8%) do tempo preparando materiais. Já a Figura 15 nos mostra que os mecânicos atuantes passam (27,15%) do tempo em ociosidade e então surge a proposta de que os mecânicos do CALUIN absorvam as atividades de lubrificação, reduzindo drasticamente os desperdícios observados. Além dos ganhos de produtividade, a alteração proposta possibilitou a alocação do lubrificador para a atuação em outra oficina da empresa.

#### 4.2.5 Resultado mecânicos corretiva

Uma importante análise a se realizar, que possui uma abordagem mais específica, é referente aos resultados dos mecânicos que atuam nas atividades de manutenções corretivas, expostos na Figura 16.



Fonte: Autoria Própria

Com os resultados dos mecânicos que realizam as manutenções corretivas, percebeu-se que comparando os mecânicos das três atividades, os que atuam na manutenção corretiva apresentaram o menor *Wrench Time* (20,74%). Os resultados também apontam atividades incidentais (37,23%) bastante relacionadas com a parte de limpeza e organização tanto do ambiente, quanto dos materiais utilizados nas rotinas. Também se destacou que dos desperdícios (42,02%), grande parte está atrelada a ociosidade e a necessidade de aguardar tanto peças, quanto outros colaboradores.

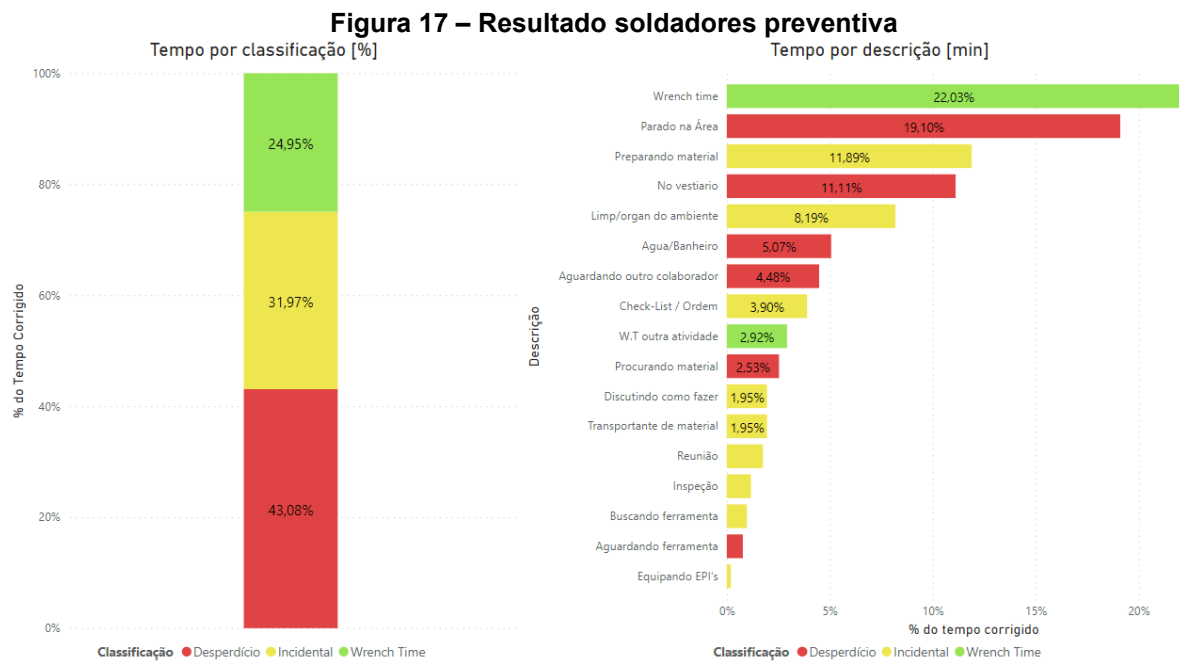
Como os mecânicos das atividades corretivas apresentam um menor *Wrench Time* e um dos desafios da oficina é a não disposição de uma equipe completa disponível aos finais de semana, gerando assim a necessidade de contratação de horas extras em todos os finais de semana, propõe-se a alteração da escala de um dos mecânicos da corretiva para 6x2. Essa alteração faz com que as equipes estejam sempre completas nos finais de semana, excluindo a necessidade de realização de horas extras, mas deve-se perceber que essa mudança cria o cenário de trabalhar, eventualmente, com 3 mecânicos nas manutenções corretivas durante a semana.

Os desperdícios relacionados a aguardo por peças e outros colaboradores é característica de manutenção que ocorrem de forma corretiva e, portanto, sem planejamento prévio. Por tratar-se de uma característica da atividade, entende-se que

a melhor forma de reduzir tais desperdícios está relacionada a redução de suas incidências. Esforço que ocorre, porém fora das competências do presente estudo.

#### 4.2.6 Resultado soldadores preventiva

Referente a atribuição dos soldadores, temos os resultados expressos na Figura 17, abaixo.



Fonte: Autoria própria

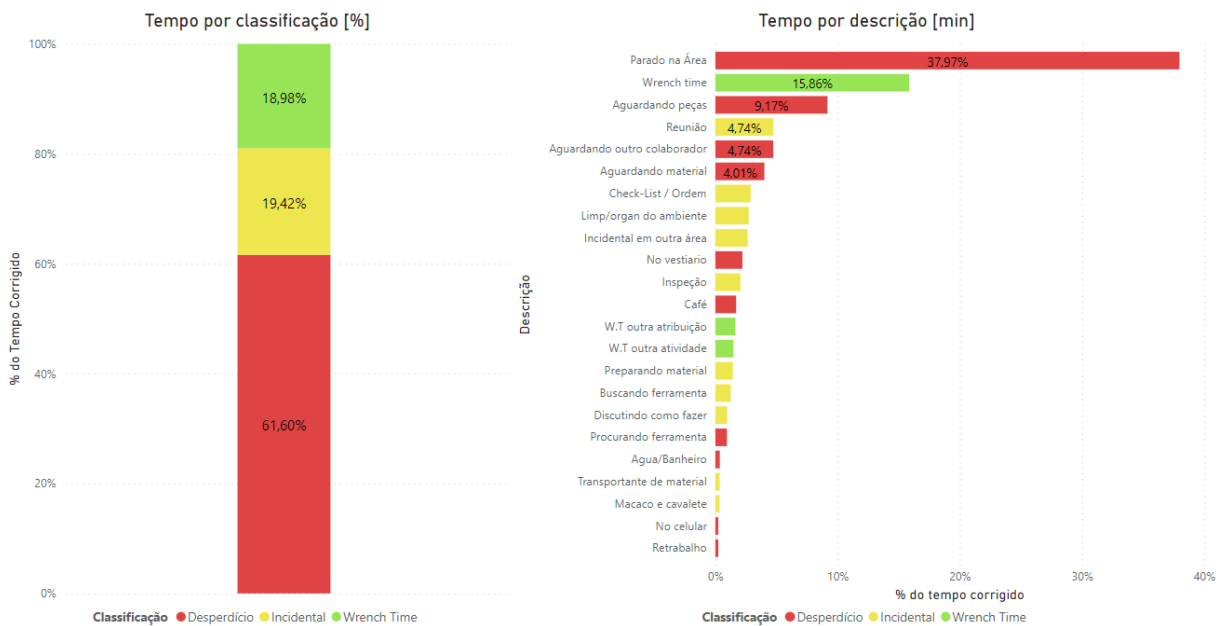
Com o gráfico gerado, pode-se verificar que os soldadores possuem resultados muito próximos comparados com o resultado geral da oficina, sendo eles *Wrench Time* de (24,95%) e (25,68%), atividades incidentais de (31,97%) e (30,06%) e desperdícios de (43,08%) e (44,27%), respectivamente. Um ponto a se destacar nesses resultados, é a grande parcela (30,21%) do tempo em desperdícios relacionados a ociosidade, quando eles permaneces parados na área ou no vestiário.

Tendo em mente os resultados expressos anteriormente e levando em consideração que a atribuição de soldador é uma das necessidades da equipe fixa dos finais de semana, também propõe-se que seja feita a alteração da escala de um dos colaboradores responsável pela atribuição de soldador atuando nas manutenções preventivas, alterando-o de escala (5x2) para (6x2).

#### 4.2.7 Resultado eletricitas

Nota-se, visualizando a Figura 18, que os resultados de *Wrench Time* e atividades incidentais foram muito próximos, sendo eles (18,98%) e (19,42%) respectivamente, também apresentando grandes oportunidade, quando o resultado é de (61,60%) para os desperdícios.

**Figura 18 – Resultado dos eletricitas**



Fonte: Autoria própria

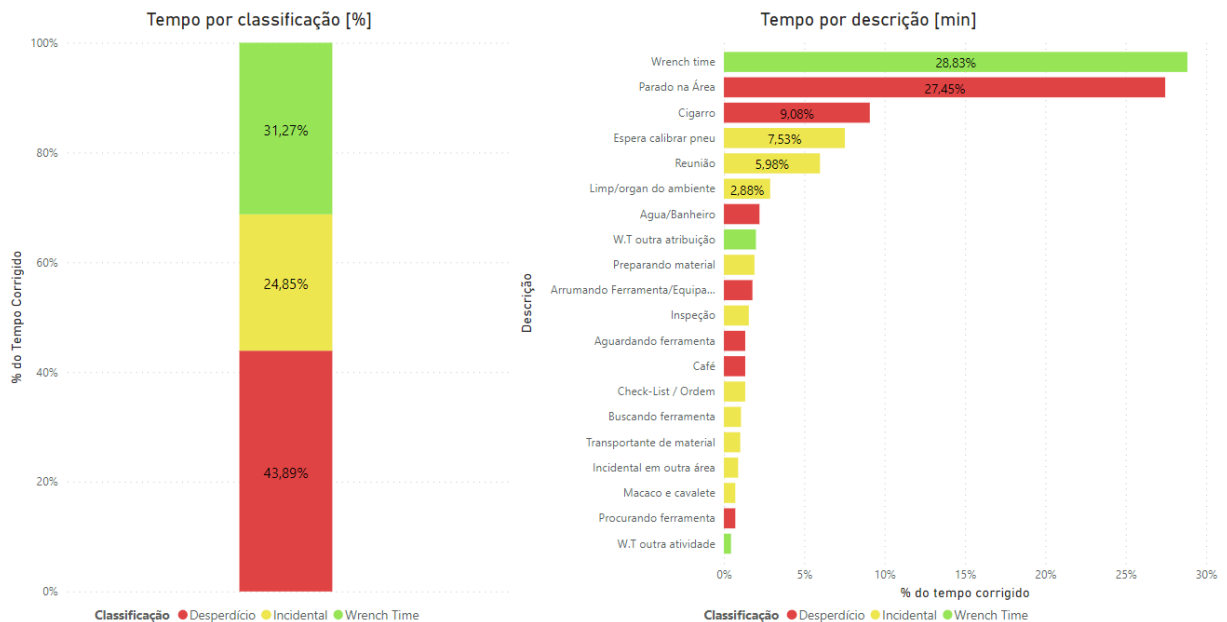
Por meio da Figura 18, torna-se fácil a percepção de que a principal causa de desperdício observada também é a ociosidade, que ocorre quando o colaborador finaliza todas as suas tarefas previstas e necessita aguardar por novas demandas. Apesar do resultado apresentado mostrar grandes oportunidades de melhorias, encontra-se um impeditivo importante quando cogita-se propor a realocação de algum dos colaboradores envolvidos, que além de exercer uma atividade de manutenção elétrica, divergente de outras atividades empregadas na rotina da oficina, apresentam-se em um quadro menor de profissionais, onde atuam apenas dois colaboradores, número mínimo necessário para se fazer presente ao menos um colaborador durante todos os dias de trabalho da oficina, já que a operação ocorre sete dias por semana, enquanto os colaboradores podem trabalhar no máximo seis dias.

Portanto, novamente propõe-se a alteração de escala de trabalho, onde as escalas de ambos os colaboradores responsáveis por manutenções elétricas passariam a ser de (6x2), diferente da disposição original, onde, conforme demonstrado na Figura 8, apenas um dos colaboradores atua na escala de (6x2).

#### 4.2.8 Resultado borracheiros

Na última análise deste trabalho, temos expresso abaixo conforme a Figura 19 os resultados obtidos para a atribuição de borracheiros.

**Figura 19 – Resultado dos borracheiros**



Fonte: Autoria própria

Partindo dos resultados apresentados no gráfico acima, nota-se que para essa atribuição, o resultado do *Wrench Time* apresenta um valor que pode ser considerado satisfatório (31,27%), uma porcentagem de atividades incidentais (24,85%) um pouco abaixo do resultado encontrado para oficina como um todo, e desperdícios (43,89%) próximo do valor da oficina de forma geral, porém com grande parte associada a ociosidade dos borracheiros.

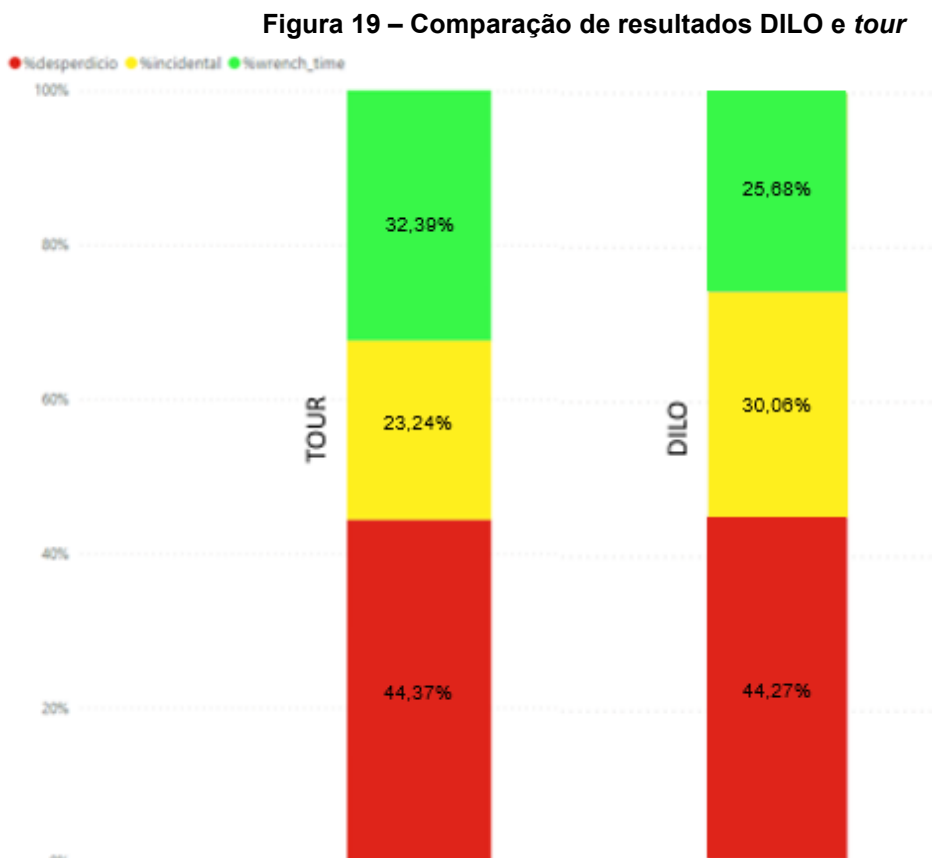
Embora os resultados apresentem margem para melhorias, observou-se ao longo dos acompanhamentos que a atribuição de borracheiro é a mais exposta a altas variações de demanda, apesar dos esforços empregados durante o acompanhamento do desgaste de pneus, tais componentes estão mais sujeitos a sofrerem com danos

imprevistos, como furos, rasgos e bolhas, causando uma alta variabilidade de demanda ao longo dos dias. Além da alta variação de demanda observada, existem novos projetos relacionados a ergonomia e segurança dos colaboradores envolvidos. Espera-se que tais projetos tragam impactos positivos não só na segurança e ergonomia, mas que também causem ganhos de produtividade.

De acordo com as análises acima, optou-se por não propor alterações no regime de trabalho da atribuição avaliada.

### 4.3 Comparação de resultados *tour* e *DILO*

Os acompanhamentos por *tour* foram realizados em paralelo aos acompanhamentos por *DILO*, embora todo o desenvolvimento do trabalho tenha se baseado nos dados dos acompanhamentos em tempo real *DILO*, método com maior precisão, percebeu-se a importância de expressar os resultados obtidos por meio dos acompanhamentos por amostragem, com estatística expostas de acordo com a Figura 7 e resultados demonstrados na Figura 19, abaixo.



Fonte: Autoria própria



A Figura 19 nos traz uma comparação entre os resultados gerais da oficina obtidos por meio da metodologia DILO, disposto a direita da imagem, enquanto o gráfico a esquerda nos demonstra o resultado obtido por meio de amostragens coletadas por *tour*. Percebe-se a grande proximidade entre os resultados, atestando a confiabilidade da metodologia e incentivando que se siga utilizando-a e tornando-a uma rotina de avaliação da produtividade da oficina.

#### 4.4 Propostas de melhoria e nova disposição da oficina

De forma geral, as propostas de melhoria para a oficina foram as seguintes:

- Realocação de ambos os lubrificadores;
- Alteração da escala de trabalho de um mecânico da corretiva;
- Alteração da escala de trabalho de um soldador da preventiva;
- Alteração da escala de trabalho de um eletricitista;

Agrupando-se as propostas elaboradas, gerou-se uma representação de uma nova disposição para a oficina, conforme pode-se observar na Figura 20.

**Figura 20 – Disposição e escala da equipe em uma representação da oficina proposta**

BOX 1 <i>Preventiva</i>		BOX 4 <i>Preventiva</i>		BOX 2 <i>Corretiva</i>		BOX 3 <i>Corretiva</i>		BOX 5 <i>Caluin</i>		BOX 6 <i>Caluin</i>	
Mecânico (5x2)	Mecânico (5x2)	Mecânico (5x2)	Mecânico (5x2)	Mecânico (5x2)	Mecânico (5x2)	Mecânico (5x2)	Mecânico (5x2)	Mecânico (5x2)	Mecânico (6x2)		
Mecânico (5x2)	Mecânico (5x2)	Mecânico (5x2)	Mecânico (5x2)	Mecânico (5x2)	Mecânico (6x2)			Soldador (5x2)			
Eletricista (6x2)										Eletricista (6x2)	
Soldador (5x2)	Soldador (6x2)			Borracheiro (5x2)						Borracheiro (5x2)	

Fonte: Autoria própria

## 5 CONCLUSÃO

Com os resultados obtidos através dos métodos DILO e *tour*, os quais convergiram, pode-se deduzir que se alcançou uma alta confiabilidade nos dados coletados durante o trabalho. Garantida a precisão dos dados, tornou-se possível classifica-los em grupos de atividades e atribuições, permitindo a realização de uma análise estratificada, quando necessário. Com os gráficos gerados para cada grupo proposto, identificou-se que a ociosidade representava a parcela mais significativa dos desperdícios, sugerindo uma concentração de esforços para minimiza-la.

Durante a realização do trabalho se desenvolveu um aplicativo para coleta de dados por meio de amostragem, o qual se esperava ser utilizado também em avaliações posteriores as alterações propostas, porém devido uma limitação de adesão por parte da equipe de liderança da oficina, não foi possível se obter os resultados desejados para avaliar os ganhos obtidos.

Realizada a metodologia proposta dentro do trabalho, percebe-se que a aplicação da ferramenta *Wrench Time* foi adequada para a situação de estudo, uma vez que gerou dados confiáveis para a elaboração de propostas que permitiriam a redução das horas extras convocadas aos finais de semana e uma melhor alocação dos colaboradores ao longo da semana o que proporcionaria o aumento da produtividade. As proposições realizadas foram acatadas pela gestão da oficina, validando a efetividade da ferramenta utilizada.

## 6 REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT. **NBR 5462:1994.**

Confiabilidade e Manutenibilidade. Rio de Janeiro: ABNT, 1994.

ANDLER, N. ***Tools for Project Management, Workshops and Consulting.*** 2. ed.

Alemanha: Publicis, 2011. E-book.

ALMEIDA, Paulo Samuel de. **Manutenção Mecânica Industrial: Conceitos Básicos e Tecnologias Aplicadas.** São Paulo: Érica, 2014.

CAMARGO, Wellington. **Controle de Qualidade Total.** Curitiba: Instituto Federal do Paraná, 2011. E-book.

DEDERICHS, T.; BLANCO, J. G. ***Lean Maintenance: A practical, Step-by-Step Guide for Increasing Efficiency.*** Boca Raton, FL: CRC Press, 2018.

FOGLIATTO, F. S.; RIBEIRO, J. L. D. **Confiabilidade e manutenção industrial.** Rio de Janeiro: Elsevier, 2009.

GREGÓRIO, G. F. P.; SILVEIRA, A. M. **Manutenção Industrial.** Porto Alegre:

SAGAH, 2018. E-book.

KARDEC, A.; NASCIF, J. **Manutenção: Função estratégica.** 3. ed. Rio de Janeiro:

Qualitymark Ed., 2009.

LEVITT, Joel. ***Lean Maintenance.*** New York, NY: Industrial Press, Inc., 2008.

LIKER, J. K.; FRANZ, J. K. **O modelo Toyota de melhoria contínua.** Porto Alegre:

Bookman, 2013.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Técnicas de Pesquisa**. 2. ed. São Paulo: Editora Atlas S.A., 1990.

MIRON, B. G. **Gestão Estratégica da Manutenção**: Melhoria contínua nos resultados operacionais. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Mecatrônica) – Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2019.

MOBLEY, R. K. **Maintenance Fundamentals**. 2. ed. Burlington, MA: Elsevier, 2004.

MOUTA, Carla Sofia Pereira. **Gestão da Manutenção**. 2011. Dissertação (Mestrado em Engenharia Eletromecânica) – Faculdade de Engenharia, Universidade da Beira Interior, Covilhã, 2011.

MURÇA, Vítor Armando de Almeida. **Aplicação da filosofia Lean na área da Manutenção**. 2012. Tese (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Área Departamental de Engenharia Mecânica, Instituto Superior de Engenharia de Lisboa, Lisboa, 2012.

OLIVEIRA, Marcelo Albuquerque. **Sistema de gestão da manutenção baseada no grau de maturidade da organização no âmbito da manutenção**. 2017. Tese (Doutorado em Engenharia Industrial a Sistemas) – Escola de Engenharia, Universidade do Minho, Braga, 2017.

PALMER, R. D. **Maintenance Planning and Scheduling Handbook**. 2. ed. Estados Unidos da América: McGraw-Hill, Inc., 2006.

SMITH, R.; HAWKINS, B. **Lean Maintenance: Reduce Costs, Improve Quality, and Increase Market Share**. Burlington, MA: Elsevier, 2004.

VIANA, Herbert Ricardo Garcia. **PCM, Planejamento e Controle da Manutenção.**  
Rio de Janeiro: Qualitymark Ed., 2002.

WERKEMA, Cristina. **Métodos PDCA e DMAIC e suas Ferramentas Analíticas.**  
Rio de Janeiro: GEN I Grupo Editorial Nacional, 2013. E-book.