

Ana Clara Altoé de Oliveira

**USO DE DADOS NA ESTRUTURAÇÃO DE
INDICADORES DE ACOMPANHAMENTO,
CONTROLE E PLANEJAMENTO DA
MANUTENÇÃO**

Viçosa, MG

2022

Ana Clara Altoé de Oliveira

**USO DE DADOS NA ESTRUTURAÇÃO DE
INDICADORES DE ACOMPANHAMENTO, CONTROLE E
PLANEJAMENTO DA MANUTENÇÃO**

Monografia apresentada ao Departamento de Engenharia Elétrica do Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas da Universidade Federal de Viçosa, para a obtenção dos créditos da disciplina ELT 402 - Projeto de Engenharia II - e cumprimento do requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Elétrica.

Orientador Prof. Dr. Rodolpho Vilela Alves Neves

Viçosa, MG

2022

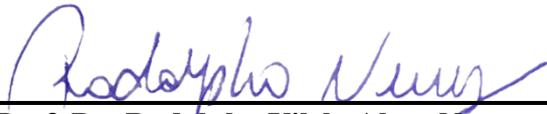
ANA CLARA ALTOÉ DE OLIVEIRA

**USO DE DADOS NA ESTRUTURAÇÃO DE INDICADORES DE
ACOMPANHAMENTO, CONTROLE E PLANEJAMENTO DA
MANUTENÇÃO**

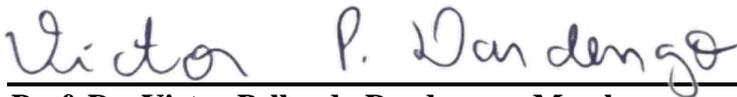
Monografia apresentada ao Departamento de Engenharia Elétrica do Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas da Universidade Federal de Viçosa, para a obtenção dos créditos da disciplina ELT 402 – Projeto de Engenharia II e cumprimento do requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Elétrica.

Aprovada em 15 de dezembro de 2022.

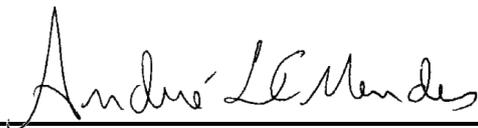
COMISSÃO EXAMINADORA



Prof. Dr. Rodolpho Vilela Alves Neves – Orientador
Universidade Federal de Viçosa



Prof. Dr. Victor Pellanda Dardengo – Membro
Universidade Federal de Viçosa



Me. André Luis Carvalho Mendes – Membro
Universidade Federal de Viçosa

Este trabalho é dedicado aos meus pais e toda minha família.

Agradecimentos

Agradeço a Deus, meu sustento diário. Ele é a força na caminhada em busca da realização dos meus sonhos. Ele é clareza e tranquilidade. Obrigada por nunca me abandonar!

Agradeço aos meus pais e familiares. Obrigada por todo apoio, mesmo tantas vezes à distância. Vocês me deram segurança e coragem para continuar até o fim. Obrigada por serem facilitadores e me proporcionaram conquistar mais esse passo!

Agradeço a todos os amigos. Vocês deixaram meus dias mais leves. Obrigada por cada momento vivido na faculdade, na república, na Igreja, nos projetos de extensão, na BBT, nos dias intermináveis de estudos, em cada almoço e café.

Agradeço aos professores e funcionários da UFV. Obrigada por todos os ensinamentos, conselhos e atividades prestadas.

“Tudo concorre para o bem daqueles que amam a Deus e são chamados segundo os seus desígnios.” (Rm 8,28)

Resumo

Para que se alcance bons resultados produtivos dentro das indústrias é importante que se tenha disponibilidade de suas máquinas e equipamentos. É dever da manutenção garantir que as linhas de produção estejam disponíveis, buscando sempre boas estratégias a fim de se antecipar às falhas e aos imprevistos. Para a otimização deste processo são utilizadas técnicas de gestão da manutenção e diferentes formas de acompanhamento dos mesmos. Dessa forma, este trabalho tem como objetivo a análise do uso de dados para acompanhamento, controle e planejamento dentro da gestão da manutenção. Como resultado final, foi realizada a estruturação dos principais indicadores de manutenção dentro de uma fábrica de conversão de papel higiênico e a revisão das estratégias de manutenção adotadas. O trabalho foi realizado durante cerca de quatro meses em uma equipe de manutenção composta por cerca de 15 pessoas, entre elas engenheiros, técnicos e planejadores.

Palavras-chaves: Indústria; Manutenção; Estratégias; Indicadores.

Abstract

In order to achieve good productive results within industries, it is important to have availability of your machines and equipments. It is the duty of maintenance to ensure that the production lines are available, always looking for good strategies in order to anticipate failures and unforeseen events. To optimize this process, maintenance management techniques and different ways of monitoring maintenance are used. Thus, this work aims to analyze the use of data for monitoring, control and planning within maintenance management. As a final result, the main maintenance indicators were structured within a toilet paper conversion factory and the adopted maintenance strategies were reviewed. The work was carried out over about four months by a maintenance team made up of around 15 people, including engineers, technicians and planners.

Key-words: Industry; Maintenance; Strategies; Indicators.

Lista de figuras

Figura 1 – Evolução da Manutenção.	18
Figura 2 – Exemplo de indicador de MTBF	20
Figura 3 – Interface <i>software Power BI</i>	22
Figura 4 – Exemplo de linha de conversão de papel.	24
Figura 5 – Exemplo de tela inicial do <i>software SAP PM</i>	26
Figura 6 – Exemplo de indicador no <i>Power BI</i>	27
Figura 7 – Exemplo de tela do indicador de custos de manutenção no <i>Power BI</i>	29
Figura 8 – Exemplo de tela do indicador de tempo de parada no <i>Power BI</i>	30
Figura 9 – Exemplo de tela do indicador de grau de realização semanal no <i>Power BI</i>	30
Figura 10 – Gráfico de horas de paradas de manutenção corretiva antes das revisões propostas pelas análises.	33
Figura 11 – Gráfico de horas de parada de manutenção corretiva depois das revisões propostas pelas análises.	33

Lista de tabelas

Tabela 1 – Exemplo de coleta de dados de parada de manutenção.	31
Tabela 2 – Exemplo de coleta de dados de atividades de manutenção.	31

Lista de abreviaturas e siglas

MTTR	Tempo Médio de Reparo
MTBF	Tempo Médio Entre Falhas
CMMS	Sistema de Gerenciamento da Manutenção
CAPEX	Despesas de Capital
OPEX	Despesas Operacionais
FMEA	Análise de Modo e Efeito de Falha
RCM	Manutenção Centrada na Confiabilidade
TPM	Manutenção Produtiva Total
PCM	Planejamento e Controle da Manutenção

Sumário

1	INTRODUÇÃO	13
1.1	Objetivos	14
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	16
2.1	Tipos de Manutenção	16
2.2	Gestão da Manutenção	18
2.3	PCM	19
2.4	Indicadores de Manutenção	19
2.4.1	MTBF	19
2.4.2	MTTR	20
2.4.3	Tempo de Parada de Máquina	20
2.4.4	Grau de Realização da Programação Semanal	21
2.4.5	Custos de Manutenção	21
2.5	CMMS	21
2.6	<i>Power BI e Dashboard</i>	21
3	MATERIAIS E MÉTODOS	23
3.1	Cenário	23
3.2	Análise dos Indicadores	24
3.2.1	Indicadores Escolhidos	25
3.3	Coleta dos Dados	25
3.4	Criação do <i>Dashboard</i>	26
3.5	Estudo dos Dados	27
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	28
4.1	Definição de Indicadores	28
4.1.1	Custos de manutenção	28
4.1.2	Tempo de parada de máquina	29
4.1.3	Grau de realização da programação semanal	29
4.2	Estruturação do <i>Dashboard</i>	31
4.2.1	Criação das bases de dados	31
4.2.2	Desenvolvimento das telas no <i>Power BI</i>	31
4.2.3	Atualização dos dados	32
4.3	Revisão das Estratégias	32
4.3.1	Exemplo	32

5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	34
	REFERÊNCIAS	35

1 Introdução

A manutenção é um dos setores mais importantes dentro da indústria. Independente do ramo no qual uma empresa se enquadra, busca-se sempre uma alta produtividade com um baixo custo. Além disso, esforça-se para que todas as atividades sejam realizadas de forma segura, com o mínimo de danos ao meio ambiente e sempre executadas com qualidade. Nesse setor, comumente trabalha-se com atividades divididas em algumas classes. Portanto, a manutenção, quanto aos seus tipos, seguirá a seguinte divisão neste trabalho: Manutenção Corretiva Não Planejada, Manutenção Corretiva Planejada, Manutenção Preventiva, Manutenção Preditiva, Manutenção Detectiva e Engenharia de Manutenção (KARDEC; NASCIF, 2009).

Atualmente, para que o setor de manutenção desempenhe um bom trabalho, algumas estratégias de manutenção têm sido utilizadas, como por exemplo: Análise de Falha, Análise de Modo e Efeito de Falha, do inglês *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA), Manutenção Centrada na Confiabilidade, do inglês *Reliability Centered Maintenance* (RCM), e Manutenção Produtiva Total, do inglês *Total Productive Maintenance* (TPM). Essas estratégias estão englobadas na gestão da manutenção, que compreende o gerenciamento e a tomada de decisões com base no monitoramento das atividades da equipe de manutenção (SLACK et al., 2009).

Para o planejamento e controle das atividades e estratégias de manutenção, utiliza-se os indicadores de manutenção. Os principais indicadores utilizados são: Tempo Médio Entre Falhas, do inglês *Mean Time Between Failures* (MTBF), Tempo Médio de Reparo, do inglês *Mean Time To Repair* (MTTR), Disponibilidade, Grau de Realização dos Planos de Manutenção, Backlog, Tempo de Parada de Máquina e Custos (LAMEIRINHAS, 2021). Esses indicadores são desenvolvidos através de *softwares* de geração de gráficos, como o Excel e o *Power BI*.

Uma pesquisa foi realizada no Brasil, pela escola de gestão da manutenção ENGETELES, partindo do princípio de que o objetivo principal da manutenção é garantir disponibilidade e confiabilidade, de forma produtiva. Os dados foram coletados entre os anos de 2016 e 2018, com cerca de 200 empresas, e apontam que 53% delas não medem a disponibilidade dos seus ativos, e 81% desconhecem a confiabilidade desses ativos. Apenas 38% das empresas medem seus resultados, e das que medem, apenas 45% conseguem atingir as metas propostas. Em relação aos custos de manutenção, 23% das empresas entrevistadas alegaram um alto gasto com a manutenção dos ativos, com o valor alcançando até 11% do faturamento bruto da empresa. Na maioria das vezes o alto custo com a manutenção está diretamente ligado ao alto número de falhas nos equipamentos, que elevam o número

de manutenções corretivas não planejadas, e estas custam, no mínimo 7 vezes mais que as manutenções de perfil preditivo (TELES, 2018).

Portanto, dentro de qualquer empresa é importante que se tenha um bom controle dos fluxos de manutenção, por isso, segundo Facchini e Sellitto (2014), é necessário que as organizações mantenham uma política de melhorias contínuas na gestão da manutenção. Através desse controle, bons resultados são alcançados, e não apenas no setor de manutenção, mas em toda entrega da organização. Os dados de gestão da manutenção auxiliam nas tomadas de decisão, e um acompanhamento correto desses dados contribui para que estratégias assertivas sejam tomadas. O controle realizado por meios dos indicadores de manutenção busca reduzir desperdícios e melhorar o desempenho de equipamentos e linhas de produção.

Segundo Filho (2016), cada empresa deve adaptar seus indicadores às suas estratégias organizacionais, e esses indicadores devem ser amigáveis e de fácil compreensão para que sejam utilizados em todos os níveis da organização. Portanto, este trabalho dará foco nos indicadores de manutenção a fim de levantar as oportunidades geradas no acompanhamento, controle e planejamento da manutenção realizada por meio destes.

Uma importante representação que o Brasil tem na indústria mundial é na produção de papel tissue, que engloba a fabricação de produtos de higiene e da área sanitária, sendo os principais papel higiênico, guardanapo e lenços de papel. O Brasil é o 5^o maior produtor de tissue do mundo, ficando atrás apenas de EUA, China, Itália e Japão. A participação do mercado industrial de papéis tissue cresceu 4% em menos de 15 anos segundo a Indústria Brasileira de Árvores (IBA). De toda a produção de papel no Brasil, o setor tissue representa cerca de 11%, e em 2022 teve uma alta de 21% no primeiro trimestre segundo a Associação Brasileira da Indústria de Higiene Pessoal, Perfumaria e Cosméticos (Abihpec) (TENORIO, 2022).

Neste contexto, o presente trabalho propõe uma otimização de duas linhas de produção de uma fábrica de conversão de papel higiênico, através da estruturação de indicadores de manutenção, análise dos dados e revisão das estratégias de manutenção adotadas. A duração do trabalho foi de cerca de 4 meses, onde foram analisados dados dos 4 meses anteriores e dos 4 meses posteriores às ações tomadas durante o

1.1 Objetivos

O objetivo geral deste trabalho é gerenciar dados de gestão da manutenção em uma fábrica de conversão de papel higiênico, a fim de melhorar os fluxos dos processos de manutenção e otimizar os resultados produtivos de suas linhas de produção. Os objetivos específicos são:

- Definir e coletar os principais dados utilizados na gestão da manutenção desta fábrica;
- Tratar, apresentar e analisar os dados coletados através da estruturação de um *dashboard* dos principais indicadores de manutenção;
- Revisar as estratégias de manutenção em função dos dados levantados e analisados.

2 Fundamentação Teórica

Para um melhor entendimento do trabalho, serão apresentados os principais conceitos utilizados na gestão da manutenção, bem como no desenvolvimento deste trabalho.

2.1 Tipos de Manutenção

Segundo [Kardec e Nascif \(2009\)](#), a manutenção pode ser dividida em seis tipos ou políticas, sendo eles: Manutenção Corretiva Não Planejada, Manutenção Corretiva Planejada, Manutenção Preventiva, Manutenção Preditiva, Manutenção Detectiva e Engenharia de Manutenção.

Manutenção Corretiva Não Planejada

Quando a manutenção corretiva ocorre de forma emergencial, ou seja, sem que haja ao menos uma espécie de programação para a mesma, temos a manutenção corretiva não planejada. Nesse tipo de atividade as falhas ocorrem de maneira aleatória e muitos prejuízos podem ser causados aos equipamentos ([KARDEC; NASCIF, 2009](#)). A manutenção corretiva não planejada é a menos desejada dentro do meio industrial, já que, em sua grande maioria, gera alto custo e elevado tempo de parada de máquina.

Manutenção Corretiva Planejada

Como o próprio nome já diz, a manutenção corretiva planejada passa por um planejamento antes de ser executada. Esse tipo de manutenção é mais vantajosa do que a citada no tópico anterior, já que um trabalho planejado é sempre mais barato, mais rápido e mais seguro ([KARDEC; NASCIF, 2009](#)).

Nesse tipo de atividade o equipamento ainda está em funcionamento, mas alguma falha ou desgaste já foi detectado anteriormente para que a atividade tenha sido colocada em planejamento. O melhor momento para a intervenção seja realizada será analisado e programado, geralmente pelos planejadores e engenheiros de manutenção responsáveis.

Manutenção Preventiva

Quando se atua de forma preventiva, ou seja, buscando-se reduzir o dano ou evitar a falha ou que o desempenho do equipamento não reduza, trata-se de uma manutenção preventiva ([KARDEC; NASCIF, 2009](#)).

A manutenção preventiva segue os planos de manutenção. Esses planos são criados para que a equipe de manutenção atue periodicamente nos seus equipamentos. Temos

como itens principais do plano: as atividades a serem realizadas (lista de tarefas), o ciclo do plano, ou seja, de quanto em quanto tempo as atividades deverão ser realizadas, o tempo de execução das atividades e quantas pessoas são necessárias para a realização dessas tarefas.

Manutenção Preditiva

A manutenção preditiva é o monitoramento das condições de um equipamento através de técnicas preditivas, como por exemplo a análise de vibração e a termografia. Essas técnicas são utilizadas para prever as condições dos equipamentos sem que haja a intervenção, e sem interferir na disponibilidade de máquina. Se alguma anomalia for detectada e haja a necessidade de intervenção, será realizada então uma manutenção corretiva planejada (KARDEC; NASCIF, 2009).

Manutenção Detectiva

As manutenções detectivas são as inspeções realizadas pelos mantenedores, onde testes são realizadas nos componentes e sistemas a fim de que falhas ocultas sejam encontradas (KARDEC; NASCIF, 2009).

Por meio de inspeções visuais, ou mesmo de testes de botões e válvulas, ou ainda de sistemas de segurança, falhas são detectadas e acidentes são evitados. As anomalias encontradas são programadas para serem realizadas em paradas de manutenção como manutenções corretivas planejadas.

Engenharia de Manutenção

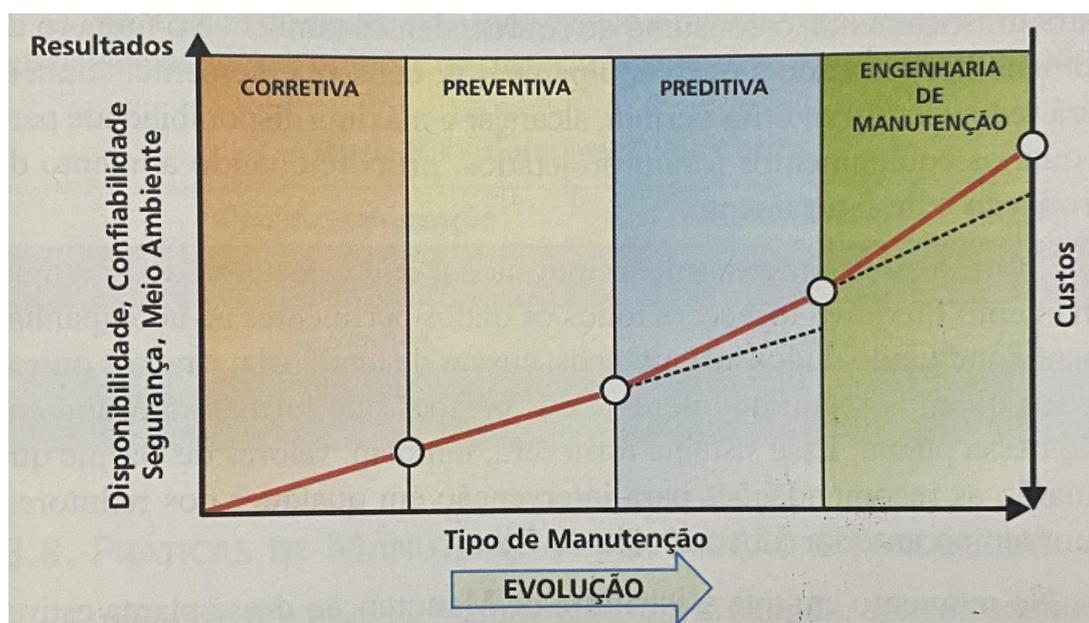
Segundo Kardec e Nascif (2009), a Engenharia de Manutenção é responsável por consolidar a rotina e implantar melhorias. Suas principais atribuições são:

- Aumentar a confiabilidade.
- Aumentar a disponibilidade.
- Melhorar a manutenibilidade.
- Garantir a segurança.
- Eliminar problemas crônicos.
- Solucionar problemas tecnológicos.
- Capacitar pessoas.
- Gerir materiais e sobressalentes.

- Apoiar novos projetos.
- Dar suporte à execução.
- Realizar análises de falha.
- Elaborar planos de manutenção.
- Acompanhar indicadores.
- Zelar a documentação técnica.

Temos na Figura 1, uma comparação dos tipos de manutenção e seus impactos nos custos e resultados da empresa. Pode-se observar como a evolução dos tipos de manutenção traz bons resultados em disponibilidade, confiabilidade, segurança e meio ambiente, e ao mesmo tempo reduz drasticamente os custos. As linhas pontilhadas mostram a tendência na evolução da manutenção, e as linhas vermelhas como realmente acontece esta evolução.

Figura 1 – Evolução da Manutenção.



Fonte: Kardec e Nascif (2009).

2.2 Gestão da Manutenção

A gestão da manutenção é o conjunto de métodos e metodologias que norteiam a manutenção a fim de que suas metas sejam alcançadas (ROMÃO, 2021). Na indústria atual, uma boa gestão da manutenção busca o aumento da disponibilidade de máquinas, bem como a confiabilidade de seus equipamentos. Para isso, é necessária uma boa gestão da rotina, uma estratégia de manutenção assertiva e uma melhoria contínua nos processos e no desenvolvimento de pessoas.

Algumas ferramentas podem ser utilizadas nesse processo, como por exemplo: Análise de Falha, Análise de Modo e Efeito de Falha, do inglês *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA), Manutenção Centrada na Confiabilidade, do inglês *Reliability Centered Maintenance* (RCM), e Manutenção Produtiva Total, do inglês *Total Productive Maintenance* (TPM).

2.3 PCM

O PCM (Planejamento e Controle da Manutenção) é um setor da manutenção responsável por toda estratégia de manutenção. Sua função vai desde o planejamento das atividades de manutenção, até o acompanhamento das mesmas. É o setor de PCM que gerencia e controla as atividades de manutenção em uma empresa (TELES, 2017). Esse setor estrutura, junto ao time de engenharia, os cronogramas de atividades semanais, de paradas sensíveis e preventivas. Também é o PCM que estrutura e analisa os dados e indicadores de manutenção.

As três chaves do PCM são pessoas, processos e ativos. A chave mais importante é o time, não existe melhoria contínua sem o desenvolvimento de pessoas, por isso três fatores precisam ser acompanhados nessa chave: treinamentos, liderança e dimensionamento da equipe. As pessoas melhoram os processos, por isso também a importância da segunda chave, onde englobam-se tipos de manutenção, formas de trabalho e gestão dos processos. O foco das pessoas e dos processos está em manter a disponibilidade e confiabilidade dos ativos, a terceira chave. Nela temos os bancos de dados, as criticidades dos equipamentos e os planos de manutenção (TELES, 2017).

2.4 Indicadores de Manutenção

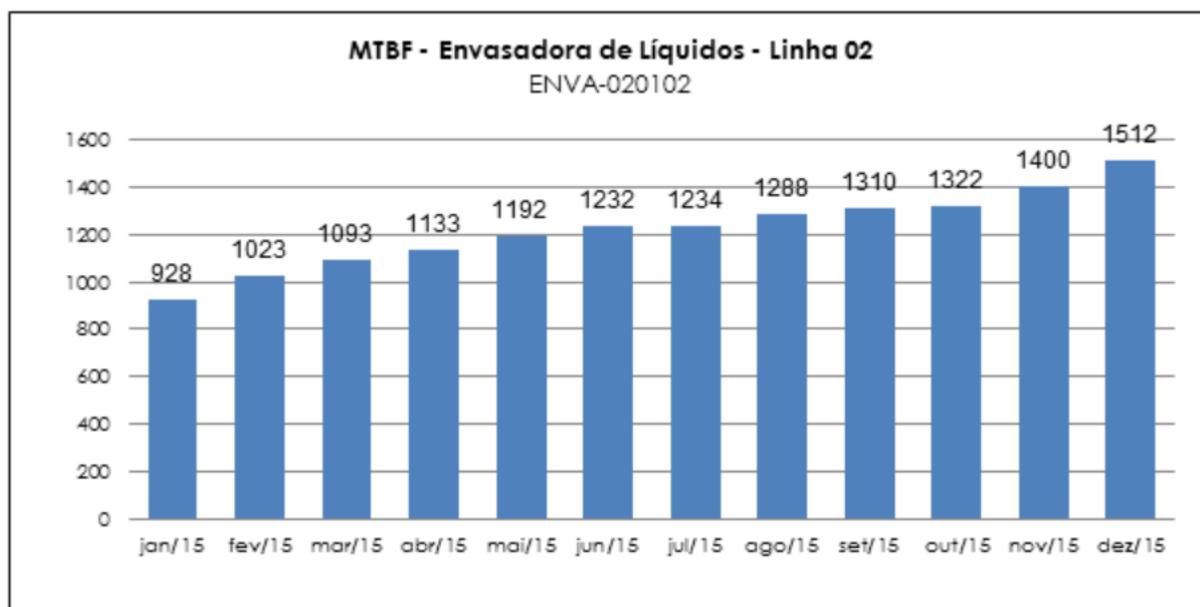
Alguns indicadores utilizados na gestão da manutenção serão: MTBF (*Mean Time Between Failures* - Tempo Média Entre Falhas), MTTR (*Mean Time To Repair* - Tempo Médio de Reparo), Disponibilidade, Confiabilidade, Grau de Realização Semanal, *Backlog*, Custos, Tempo de Parada de Máquina. Os principais deles serão apresentados a seguir.

2.4.1 MTBF

O tempo médio entre falhas de um equipamento é medido pela divisão do número de horas de trabalho em bom funcionamento pelo número de paradas corretivas realizadas no mesmo (LAMEIRINHAS, 2021). Esse indicador auxilia na programação das atividades preventivas de cada uma das máquinas e no processo de planejamento e controle da manutenção como um todo.

Na Figura 2 temos um exemplo do indicador de MTBF de acompanhamento mensal de um determinado equipamento em uma linha de produção. Observamos a evolução desse indicador ao longo do ano medido, com dados crescentes, sendo justamente esse o reflexo de um bom trabalho quanto tratamos de MTBF. (TELES, 2016)

Figura 2 – Exemplo de indicador de MTBF



Fonte: (TELES, 2016)

2.4.2 MTTR

Já o MTTR, o tempo médio de reparo, é encontrado pela divisão do somatório dos tempos de reparo pelo número de intervenções realizadas no equipamento (LAMEIRINHAS, 2021). Com esse indicador consegue-se analisar a facilidade com que o time de manutenção recoloca os equipamentos em funcionamento após uma falha.

2.4.3 Tempo de Parada de Máquina

É importante e desejável que todo tempo de parada de máquina seja medido, seja ele proveniente de uma causa operacional, de manutenção, de fatores externos, ou qualquer outra. Esse indicador pode levar em conta e medir as paradas em dias, horas, minutos, e também se dividir em paradas por mês, por equipamento, por causa, e tantas outras divisões. Cada equipe de manutenção deve avaliar aquilo que é mais importante ser medido e acompanhado na sua realidade, e o que pode ajudar em uma visão melhor dos seus resultados e como melhorá-los.

2.4.4 Grau de Realização da Programação Semanal

No indicador de realização semanal é medido o grau de realização das atividades semanais programadas para o time de manutenção de acordo com a estratégia adotada. O grau é medido pela porcentagem de ordens de trabalho realizadas em comparação ao total de ordens programadas. O cronograma semanal é composto de atividades de inspeção, corretivas programadas e preventivas, sempre guiado pelo time de PCM.

2.4.5 Custos de Manutenção

Um importante indicador a se acompanhar é o de custos de manutenção. Segundo a revista ([ONLINE, 2021](#)), dentro de uma organização temos custos classificados como CAPEX (Capital Expenditure ou Despesas de Capital) ou OPEX (Operational Expenditure ou Despesas Operacionais). No CAPEX estão os itens de investimento, seja em equipamento, em máquina ou em estrutura. Já no OPEX estão os custos como sobressalentes, insumos, serviços de terceiros e folha de pagamento. Os custos são balanceados conforme a estratégia da organização e devem ser bem controlados para que se alcance melhores resultados.

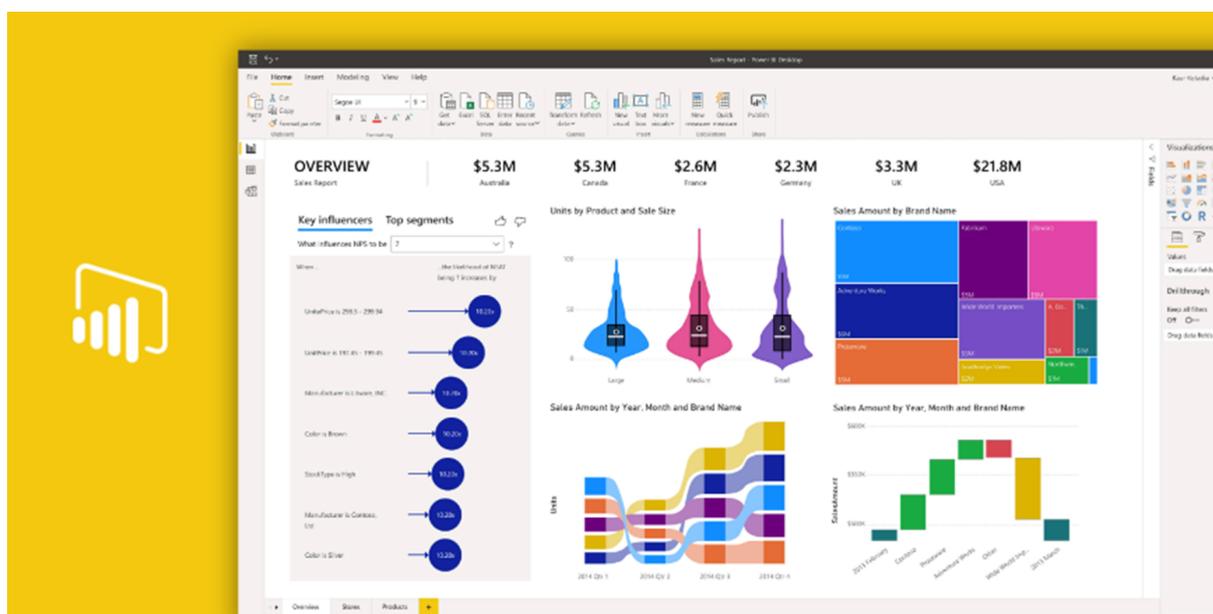
2.5 CMMS

É por meio de um Sistema de Gerenciamento da Manutenção Computadorizado, do inglês *Computerized Maintenance Management System* (CMMS), que os dados mais importantes para um equipe de manutenção são coletados, processados e analisados. Cada empresa faz a escolha de um ou mais sistemas adequados para os seus processos. [Filho \(2016\)](#) define o uso do CMMS para processamento de dados da manutenção, fornecimento de relatórios, estatística de desempenho das máquinas e demais funcionalidades, como gestão da informação da manutenção.

2.6 *Power BI e Dashboard*

Os indicadores de manutenção são acompanhados, estudados e analisados através de planilhas e *dashboards*. Esse tipo de visualização permite um análise mais clara e objetiva dos dados. Um moderno software da *Microsoft* utilizado na construção de *dashboards* é o *Power BI*. A Figura 3 apresenta esse software que permite a construção de gráficos e tabelas interativas através da extração de dados e planilhas do *Excel*.

Figura 3 – Interface *software Power BI*.



Fonte: Lattine (2022).

3 Materiais e Métodos

Neste capítulo serão apresentados os passos seguidos no desenvolvimento deste trabalho. A fim de alcançar os objetivos propostos, o mesmo foi dividido em quatro etapas. Na primeira delas realizou-se a fundamentação teórica do trabalho, onde foram estudadas e discutidas as principais definições utilizadas na gestão da manutenção. A partir daí, seguiu-se para a coleta de dados, a segunda parte deste trabalho, onde foram coletados dados dos principais indicadores de manutenção de uma fábrica de conversão de papel higiênico. Os dados coletados foram tratados na terceira etapa: a criação de um *dashboard*. Como última fase do trabalho, os dados coletados foram então analisados e tratados, a fim de que fossem revisadas as estratégias de manutenção da fábrica em questão.

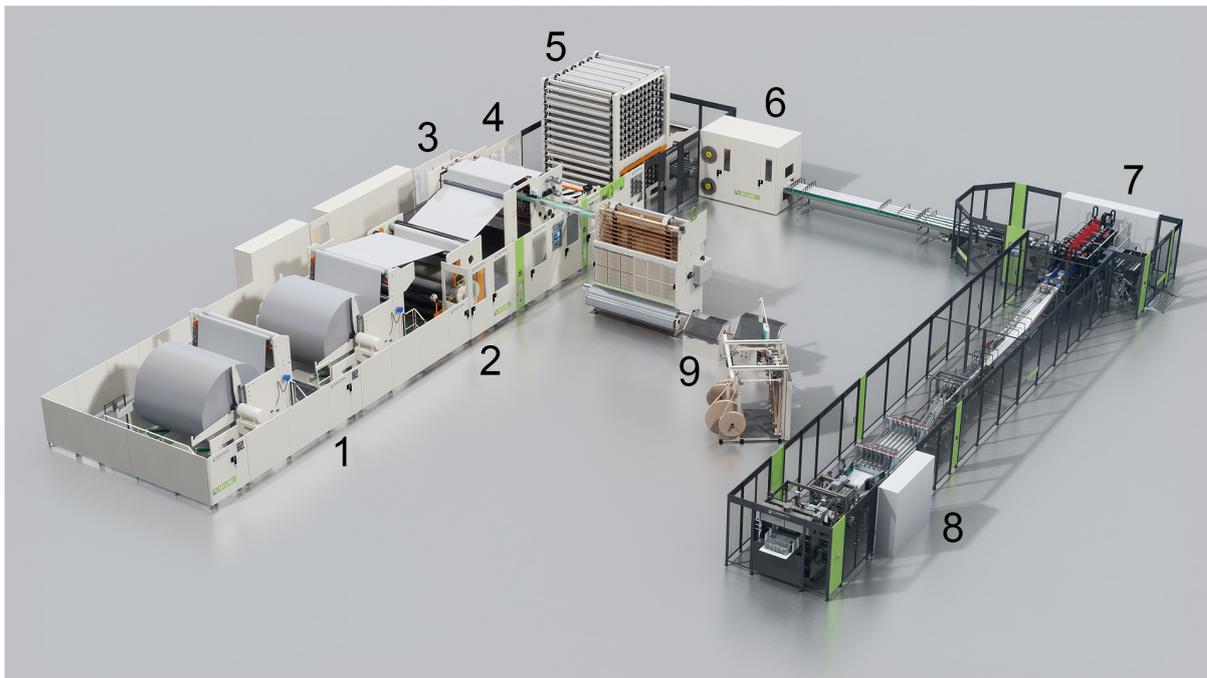
3.1 Cenário

Na fábrica onde o trabalho foi realizado, temos um processo produtivo de conversão das bobinas de papel, conhecidas como bobinas jumbo, em rolos de papel higiênico comercializáveis. Todo o processo, desde o desenrolar as grandes folhas até a formação dos fardos de pacotes de rolinhos de papel higiênico, conta-se com uma gama de etapas, máquinas e pequenos processos. O processo de conversão de papel higiênico não é simples e, nesta fábrica, conta com uma alta tecnologia e automatização das máquinas, por isso a equipe de manutenção tem uma importante participação nos processos e resultados.

A Figura 4 nos apresenta um exemplo de linha de conversão de papel. Nela temos 9 grupos de máquinas principais, sendo eles desroladores (1), gofrador (2), rebobinadeira (3), colador (4), acumulador de log (5), cortadeira (6), empacotadeira (7), enfardadeira (8) e tubeteira (9). Este exemplo de linha de conversão é fabricada pelo grupo Korber, grupo de gestão estratégica com sede em Hamburgo na Alemanha. Nesse tipo de linha de produção temos o valor produtivo diário de aproximadamente 600.000 rolinhos de papel higiênico a partir do consumo de 12 bobinas de papel.

O trabalho considerou a equipe de manutenção da fábrica que atende duas linhas de produção e é formada por cerca de 15 pessoas, entre eles engenheiros, técnicos e planejadores. Os técnicos de manutenção, tanto mecânicos, quanto elétricistas, são responsáveis pela realização de atividades corretivas, sensíveis, preventivas e preditivas. A equipe de engenharia, junto à equipe de PCM, é responsável pela priorização e planejamento das atividades a serem realizadas. Toda a equipe de manutenção esteve envolvida no trabalho, até mesmo de demais áreas, como a área operacional, que é responsável pelo apontamento de muitos dados que podem alimentar os indicadores de manutenção, como tempo de parada de máquina.

Figura 4 – Exemplo de linha de conversão de papel.



Fonte: [Tissue \(2022\)](#).

3.2 Análise dos Indicadores

Primeiro foi necessário levantar todos os principais conceitos utilizados na gestão da manutenção, para que assim os dados corretos fossem coletados e os indicadores mais adequados fossem estruturados. Só então é possível analisar dados úteis no fluxo da manutenção e revisar as estratégias tomadas no contexto levado em conta. Por isso, o estudo dos conceitos para a definição dos indicadores foi o primeiro passo.

Os conceitos utilizados foram retirados dos principais trabalhos já realizados na área e das principais referências no assunto. Uma clássica referência é: "Manutenção - Função Estratégica", de [Kardec e Nascif \(2009\)](#), onde encontramos as definições de gerações e tipos de manutenção, além de o que é a engenharia de manutenção e algumas técnicas utilizadas por ela. Outro importante trabalho é o realizado pela TRACTIAN, empresa brasileira que, além de oferecer um serviço de monitoramento online de equipamentos, disponibiliza um blog com muitas definições, conceitos e experiências do ramo da gestão da manutenção. Um exemplo é a definição dos principais indicadores de manutenção e como utilizá-los.

Nesta etapa foram definidos, com base no processo desta empresa, os indicadores a serem estruturados, antes de partir para a coleta dos dados em campo. Observou-se a necessidade inicial de se controlar custos de manutenção, grau de realização da programação semanal de atividades de manutenção e tempo de parada de máquina.

3.2.1 Indicadores Escolhidos

O primeiro indicador escolhido foi o de custos, que apresentará os valores orçados para cada área da manutenção, sejam eles para gastos com materiais, sejam com gastos de serviços. Além do orçado, a estruturação do acompanhamento do valor real gasto em cada baixa e os valores comprometidos com gastos futuros foram incluídos. Esse indicador possibilitará uma visão ampla dos custos de manutenção, onde pode-se comparar valor real x planejado, analisar os maiores impactantes e as mudanças necessárias nas estratégias de compras futuras.

No indicador de tempo de parada de máquina, mede-se todas as paradas realizadas pela máquina, sejam elas de manutenção, operação, limpeza, ou outras. Mas, nesse caso, serão acompanhadas de perto as paradas, em horas, de manutenção corretivas não planejadas, sendo elas divididas por linhas de produção, por máquina, por causa, entre outras classificações. Isso porque o foco do trabalho está no acompanhamento e controle dos dados de manutenção.

Já no indicador de grau de realização da programação semanal será possível analisar quantas ordens de manutenção estão sendo programadas para cada técnico ou equipe de técnicos, e se essas atividades estão sendo realizadas dentro do tempo estipulado. Com isso, é possível analisar tanto o desempenho individual dos executantes, quanto o desempenho do time, e isso traz oportunidades de treinamento e desenvolvimento das pessoas, além realocações e atividades executadas com maior qualidade e menor tempo.

3.3 Coleta dos Dados

Após serem definidos os indicadores de manutenção a serem analisados nesse trabalho, os dados utilizados para esta estruturação foram coletados. A coleta foi realizada através de *softwares* utilizados na fábrica de conversão de papel higiênico onde este trabalho se aplica.

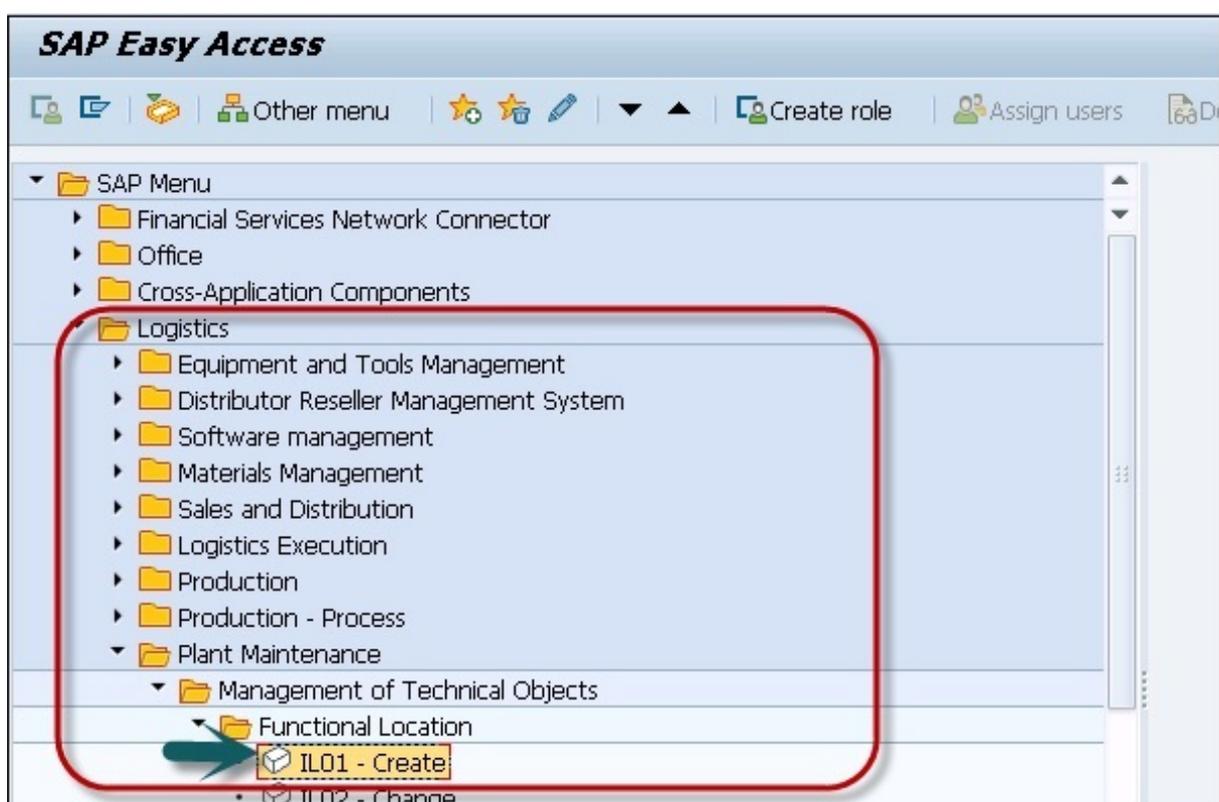
Os principais *softwares* utilizados foram o *SAP* e o *OptiVision*, softwares de gerenciamento de dados desenvolvidos pela empresa alemã *SAP SE* e pela multinacional estadunidense *Honeywell*, respectivamente. O módulo do *SAP* utilizado foi o *SAP PM*, do inglês *Plant Maintenance*, utilizado no gerenciamento de atividades de manutenção em uma empresa ou organização (ALMEIDA, 2019).

No *SAP PM* foram coletados os dados dos indicadores de custo e de grau de realização da programação semanal. No *OptiVision* foram coletados os dados dos tempos de parada de máquina. Esses *softwares* possuem diversas outras informações, como o cumprimento dos planos de manutenção, dados de *backlog* e dados de materiais, mas inicialmente optou-se por trabalhar com os dados dos indicadores de maior prioridade para

a empresa.

A Figura 5 mostra um exemplo de tela inicial do *SAP PM*, onde são inseridas e coletadas diversos dados e informações. Cada perfil pode ser personalizado conforme o escopo de trabalho, e essa personalização é dividida nas chamadas transações, como a IL01 mostrada na imagem. Esta transação, por exemplo, é onde são criados os locais de instalação da empresa, também conhecidos como *TAG*, que traduzido do inglês significa etiqueta.

Figura 5 – Exemplo de tela inicial do *software* SAP PM.



Fonte: (SAP..., 2022)

3.4 Criação do *Dashboard*

Com os dados levantados, e as bases de dados criadas, um *dashboard* foi estruturado com os indicadores de manutenção, possibilitando um acompanhamento frequente dos gráficos e dados e uma melhor análise dos mesmos. O *dashboard* foi desenvolvido no *Power BI*, um serviço oferecido pela *Microsoft*, empresa multinacional desenvolvedora de *softwares* com sede nos Estados Unidos.

O *Power BI* é utilizado em diversas áreas, pois permite a conexão com dados do Excel e o desenvolvimento de telas interativas com, por exemplo, gráficos e tabelas. Na Figura 6 temos um exemplo da construção de um indicador de manutenção utilizando o *Power BI*.

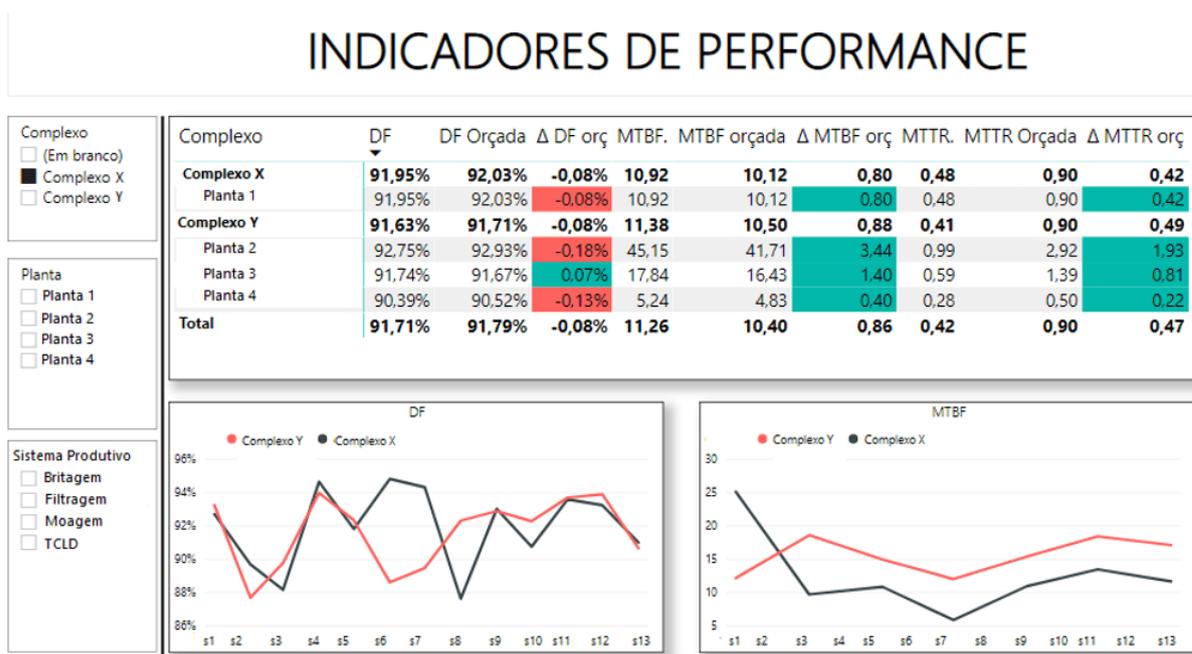
3.5 Estudo dos Dados

A última etapa deste projeto é o estudo dos dados apresentados no *dashboard* de indicadores de manutenção. A análise de cada um dos indicadores estruturados e dos resultados obtidos, a fim de avaliar os impactos dos dados analisados na gestão da manutenção, é o objetivo principal deste trabalho. Cada indicador auxiliará na revisão das estratégias de manutenção tomadas na fábrica de conversão de papel higiênico em questão, e nas ações a serem tomadas para otimizar os fluxos e resultados da manutenção.

As estratégias de manutenção englobam todas as decisões e ações tomadas no dia a dia de manutenção, como a escolha do tipo de manutenção a ser realizada, o desenho do calendário de paradas preventivas e as horas investidas na investigação das falhas. Um exemplo de ação a ser tomada nesta etapa é a mudança na estratégia de paradas preventivas. Conforme a análise dos tempos de parada de manutenção corretiva, pode-se decidir atuar mais em uma máquina específica, ou em determinada seção de uma linha de produção. Pode-se ainda intercalar atividades entre as linhas de produção ou redefinir os tempos de paradas sensíveis e preventivas.

Outro exemplo de mudança é na estratégia de pessoas, conforme a análise de produtividade individual, ou ainda pelo estudo do MTTR. Se temos tempos de reparo elevados, pode haver a necessidade de trazer mais capacitações ao time. A etapa de estudo dos dados é contínua. A cada dia, semana ou mês os dados se atualizam e novas medidas precisam ser tomadas ou mantidas.

Figura 6 – Exemplo de indicador no *Power BI*.



Fonte: (CASTRO, 2020).

4 Resultados e Discussão

Neste capítulo serão apresentados os resultados obtidos no desenvolvimento deste trabalho. Por meio da estruturação dos indicadores de manutenção na fábrica de conversão de papel higiênico em questão, melhores resultados foram alcançados nos meses no qual as ações foram tomadas. Observou-se uma melhora não apenas no setor de manutenção, mas também na entrega da empresa, onde houve uma redução no número de horas de manutenção corretiva e um aumento da disponibilidade dos equipamentos. Mesmo sendo um trabalho que continua vivo, os resultados de curto prazo foram alcançados segundo o esperado, e se sucederam conforme apresentado abaixo.

4.1 Definição de Indicadores

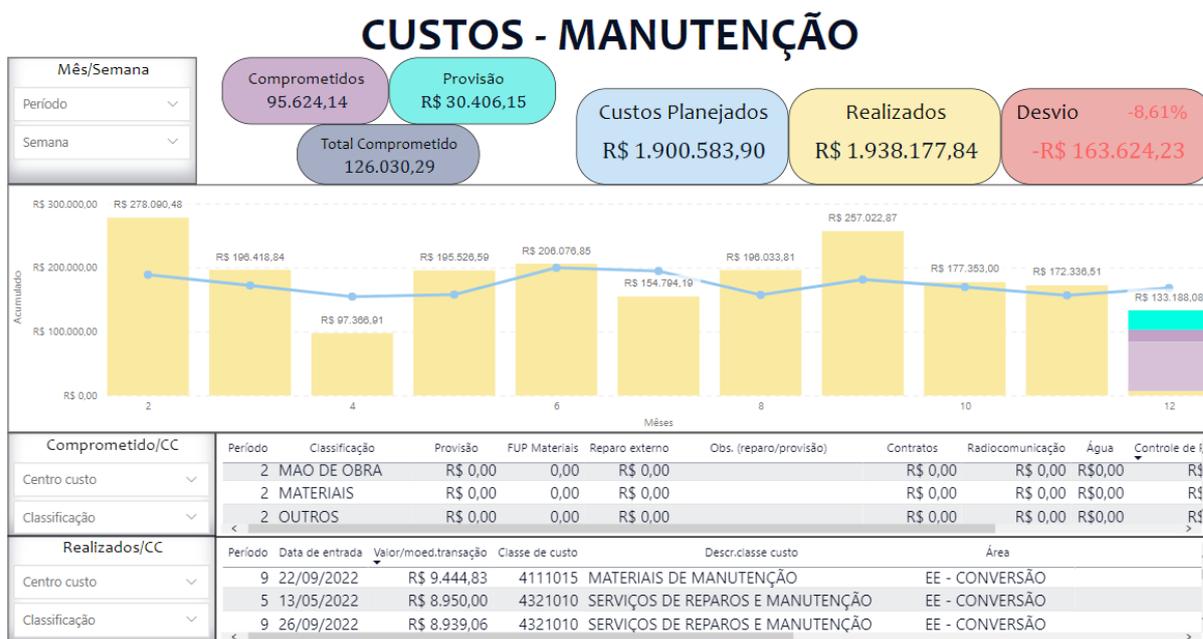
Os indicadores de manutenção, conforme a estratégia organizacional e prioridade do time de manutenção de que se trata esse trabalho, foram escolhidos a partir do estudo realizado, da experiência do time e da necessidade por visão da liderança. Serão apresentados e discutidos abaixo os indicadores de manutenção estruturados.

4.1.1 Custos de manutenção

A partir da necessidade de acompanhamento dos custos de manutenção, foi estruturado uma tela do *dashboard* para o acompanhamento diário deste indicador. O custo de manutenção está diretamente ligado aos objetivos da empresa em questão, onde busca-se custos cada vez menores e aplicações mais efetivas dos valores orçados. O controle dos custos de manutenção faz parte de uma boa gestão da manutenção dentro de qualquer negócio.

A Figura 7 mostra um exemplo de tela de indicador de custos de manutenção estruturado no *Power BI*. Nela observamos um gráfico de linhas com os valores planejados e um gráfico de colunas com os valores realizados. É possível também acompanhar os valores de entradas futuros, chamados de compromissados, e antes não controlados. Com o indicador foi possível ter um acompanhamento diário de todas as baixas e observar o desvio já com total compromissado do mês. Cada líder consegue, agora com uma visão ampla, definir as estratégias de compra ou contratação de serviços ao longo dos meses.

Figura 7 – Exemplo de tela do indicador de custos de manutenção no Power BI.



Fonte: Próprio autor.

4.1.2 Tempo de parada de máquina

O acompanhamento e controle dos tempos de parada de máquina tem grande importância dentro da estratégia de manutenção. Saber onde ocorrem as principais paradas, e quais máquinas e equipamentos são mais críticas no processo, auxilia nas tomadas de decisão, a traçar melhores estratégias de preventiva e a entender onde estão os principais gargalos da manutenção.

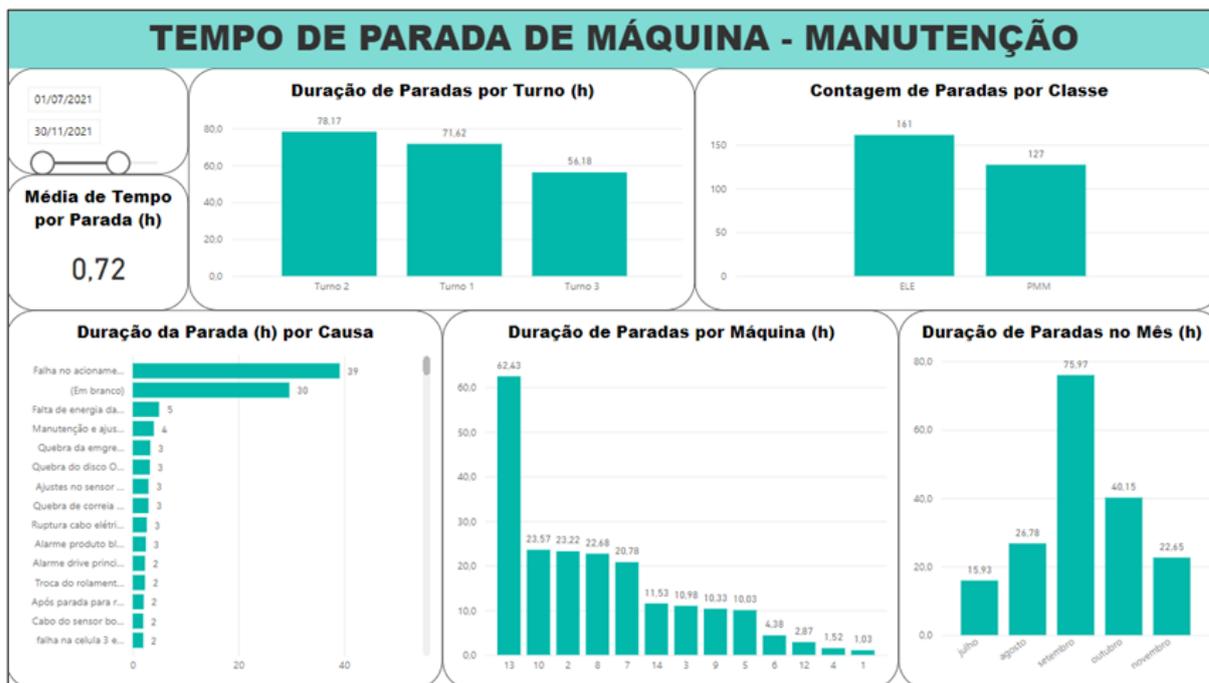
A tela criada com os tempos de parada de manutenção, Figura 8, abrange tempos por disciplina (manutenção elétrica e manutenção mecânica), tempos divididos por data, causas, máquinas, e ainda o tempo médio das paradas.

4.1.3 Grau de realização da programação semanal

A medição do grau de realização da programação semanal está diretamente ligado à produtividade da equipe de manutenção. É possível analisar tanto a assertividade de priorização das atividades realizada pela equipe de engenharia e de PCM, quando a disciplina e maturidade da equipe técnica de execução. Um bom planejamento e uma boa execução das atividades de manutenção sensível e preventiva realizadas diariamente, oferece um resultado a curto e longo prazo no desempenho e confiabilidade dos equipamentos.

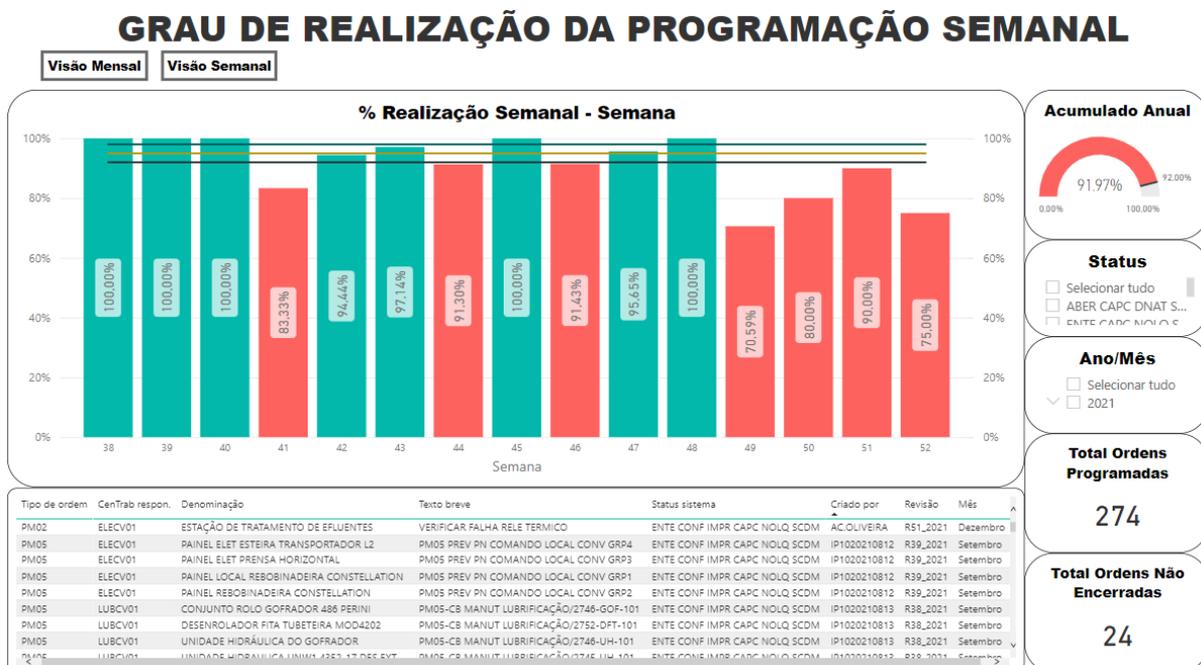
Na Figura 9 observamos a estruturação desse indicador. Nele podemos analisar o percentual de realização da programação semana a semana, além do acumulado no ano. Observamos o total de ordens programadas e o total de ordens não executadas, a fim de tratar cada não cumprimento.

Figura 8 – Exemplo de tela do indicador de tempo de parada no *Power BI*.



Fonte: Próprio autor.

Figura 9 – Exemplo de tela do indicador de grau de realização semanal no *Power BI*.



Fonte: Próprio autor.

4.2 Estruturação do *Dashboard*

4.2.1 Criação das bases de dados

Para cada indicador citado acima foram definidos os dados a serem coletados, os modos de coleta e os sistemas de coleta dos mesmos. Como visto anteriormente, nos indicadores de custos e de grau de realização da programação utilizou-se o *SAP PM*, enquanto os dados dos tempos de parada de máquina foram coletados do *Optivision*. A definição desses sistemas foi tomada com base na já utilização dos mesmos pela empresa.

A Tabela 1 nos mostra um exemplo de montagem de base de dados para o indicador de tempo de parada de máquina. Ela traz um resumo das informações coletadas, assim como a Tabela 2, que mostra um exemplo dos dados coletados para o indicador de grau de realização da programação semanal.

Tabela 1 – Exemplo de coleta de dados de parada de manutenção.

Máquina	Duração	Classe	Tipo	Local	Causa
2	00:06	ELÉTRICA	GOF-007	EQUIP.1	Rompimento de cabo
2	00:23	ELÉTRICA	S-003	EQUIP.2	Quebra de resistência
1	00:30	MECÂNICA	OUTRO	EQUIP.3	Perda de referência
2	00:10	ELÉTRICA	TUB-001	EQUIP.4	Desarme térmico
1	00:11	MECÂNICA	ENF-001	EQUIP.5	Quebra de engrenagem

Fonte: Próprio autor.

Tabela 2 – Exemplo de coleta de dados de atividades de manutenção.

Ordem	Data	CenTrab	Loc.instalação	Texto breve	Status
123	xx/xx/xxxx	MEC	273-EMP	Mont. elevador	Encerrada
234	xx/xx/xxxx	MEC	255-SUB	Insp. robô	Encerrada
345	xx/xx/xxxx	INS	279-OFI	Conf. rolamento	Encerrada
456	xx/xx/xxxx	MEC	29-AL-001	Fabr. calha	Encerrada
567	xx/xx/xxxx	ELE	12-PRA	Org. cabos	Encerrada
678	xx/xx/xxxx	ELE	27-MAN-001	Limp. Ar-cond.	Aberta
789	xx/xx/xxxx	MEC	100-SUB	Estudo melhoria	Encerrada

Fonte: Próprio autor.

4.2.2 Desenvolvimento das telas no *Power BI*

As telas de cada um dos indicadores foram desenvolvidas no *Power BI* junto ao time de manutenção, sempre entendendo cada necessidade e cada melhoria proposta. Ao longo do desenvolvimento foram estudadas as melhores formas de apresentação, os gráficos mais adequados para cada situação, além da configuração de cores e interações.

4.2.3 Atualização dos dados

A atualização das bases de dados é uma importante tarefa no dia a dia da equipe de manutenção. Dados atualizados e coerentes possuem extrema importância na indústria atual, onde encontramos processos e gestões tão dinâmicas e onde espera-se ações rápidas e certeiras.

Os dados utilizados para o indicador de custos de manutenção são atualizados diariamente, assim como os tempos de parada de máquina. Já o indicador de grau de realização das ordens é atualizado semanalmente, sempre no início de cada semana.

4.3 Revisão das Estratégias

O acompanhamento e estudo diário dos dados e indicadores de manutenção possibilitou um conhecimento melhor da atuação e dos resultados do time de manutenção em questão. Desse modo, melhores estratégias de manutenção puderam ser tomadas, como a priorização das atividades de paradas programadas de forma mais efetiva e com base em dados reais.

Além da análise realizada diariamente pelos líderes das áreas, formou-se um grupo de trabalho que semanalmente analisa cada indicador em conjunto. O grupo envolve todo o time, e a cada semana um executante apresenta e faz a análise dos indicadores com os demais. Isso possibilitou o desenvolvimento de todos nos conceitos e uma visão mais crítica dos processos.

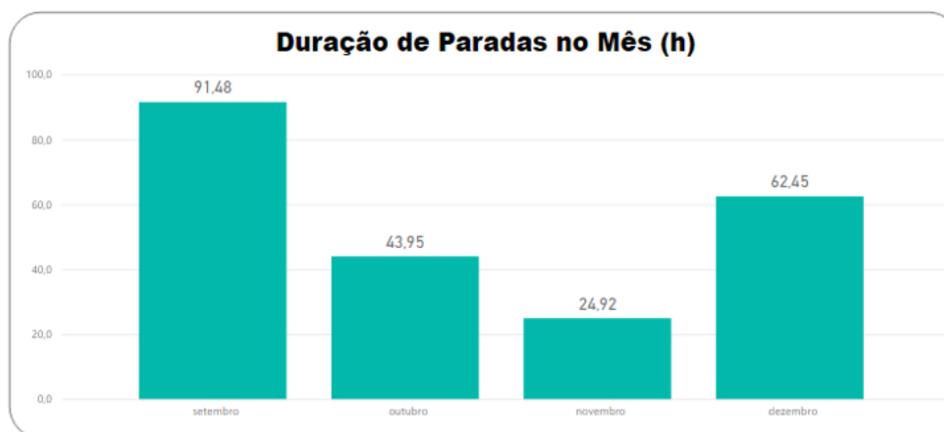
Esse trabalho de estruturação tornou possível um comparativo entre as linhas de produção, entre fábricas com estruturas semelhantes, entre outras análises. Foi possível construir uma linha de evolução ao longo das semanas e meses, onde pode-se analisar as decisões tomadas, revisar as estratégias específicas adotadas e compartilhar as boas práticas desenvolvidas.

4.3.1 Exemplo

Um resultado obtido após as análises realizadas e as ações tomadas foi a redução do número de horas corretivas de manutenção nesta fábrica. A Figura 10 mostra os valores de quatro meses antecedentes às ações tomadas, onde tínhamos uma média de 55,7 h de corretivas mensais. Já na Figura 11, nos quatro meses do andamento do trabalho, observamos uma média de 39,7 h de corretivas mensais. Isso representa uma redução de 16 horas na média mensal de manutenção corretiva, aumentando a disponibilidade da máquina e entregando mais horas de máquina produtiva à operação. Nesse indicador em específico obteve-se uma otimização de cerca de 29%, um importante resultado. Entre as ações tomadas estão a revisão dos planos de manutenção, estruturação das análises de

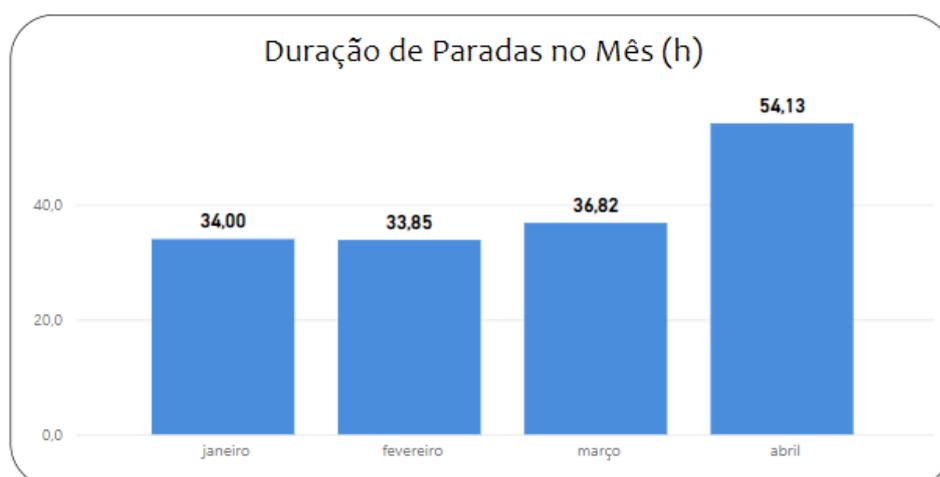
falhas na busca das causas raízes dos problemas e a criação de guias para saídas rápidas dos principais problemas.

Figura 10 – Gráfico de horas de paradas de manutenção corretiva antes das revisões propostas pelas análises.



Fonte: Próprio autor.

Figura 11 – Gráfico de horas de parada de manutenção corretiva depois das revisões propostas pelas análises.



Fonte: Próprio autor.

5 Considerações Finais

Por meio da estruturação dos indicadores de manutenção na fábrica de conversão de papel higiênico em questão, melhores resultados de manutenção foram alcançados nos meses no qual as ações foram tomadas. Observou-se ainda uma melhora não apenas no setor de manutenção, mas na entrega da empresa, onde houve uma redução no número médio de horas de manutenção corretiva não planejada e um conseqüente aumento da disponibilidade dos equipamentos. Com isso, obtém-se ainda uma redução de custos, onde a engenharia de manutenção consegue trabalhar antecipadamente e preventivamente nas falhas.

O trabalho nos mostra a importância de um bom acompanhamento dos indicadores de manutenção. Esse acompanhamento proporciona uma equipe de manutenção com maior visão estratégica e que busca uma melhoria contínuo nos seus processos, fluxos e resultados. Mesmo sendo um trabalho contínuo, e que permanece vivo, os resultados de curto prazo foram alcançados conforme o esperado. Como sugestão de melhoria, além da otimização dos indicadores já existentes, outros indicadores podem ser estruturados e acompanhados, como MTTR, MTBF e grau de cumprimento dos planos de manutenção.

Referências

- ALMEIDA, F. *SAP PM PLANT MAINTENANCE*. 2019. Disponível em: <https://planningit.files.wordpress.com/2020/07/sap-pm.pdf>. Acesso em: 08/12/2022. Citado na página 25.
- CASTRO, L. A. *Dashboard em Power BI: Consolidação e análise de indicadores de performance de usinas de beneficiamento*. 2020. Disponível em: <https://www.nucleodoconhecimento.com.br/engenharia-mecanica/dashboard-em-power>. Acesso em: 07/12/2022. Citado na página 27.
- FACCHINI, S. J.; SELBITTO, M. A. Análise estratégica da gestão da manutenção industrial de uma empresa de metalmecânica. *Revista E-Tech: Tecnologias para Competitividade Industrial-ISSN-1983-1838*, v. 7, n. 1, p. 49–66, 2014. Citado na página 14.
- FILHO, G. B. *Indicadores e índices de manutenção*. [S.l.]: sn, 2016. Citado 2 vezes nas páginas 14 e 21.
- KARDEC, A.; NASCIF, J. *Manutenção-função estratégica*. [S.l.]: Qualitymark Editora Ltda, 2009. Citado 5 vezes nas páginas 13, 16, 17, 18 e 24.
- LAMEIRINHAS, G. *8 indicadores indispensáveis para gestão da manutenção*. 2021. Disponível em: <https://www.tractian.com/>. Acesso em: 11/07/2022. Citado 3 vezes nas páginas 13, 19 e 20.
- LATTINE. *O que é o Power BI e como funciona?* 2022. Disponível em: <https://www.lattinegroup.com/>. Acesso em: 11/07/2022. Citado na página 22.
- MEGIOLARO, M. R. d. O. Dissertação (B.S. thesis) — Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2015. Nenhuma citação no texto.
- NAGAI, F. H.; BATISTA, G. B.; DAGNONI, V. Dissertação (B.S. thesis) — Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2015. Nenhuma citação no texto.
- ONLINE, R. *Entenda a diferença entre OPEX e CAPEX*. 2021. Disponível em: <https://www.remessaonline.com.br/>. Acesso em: 01/12/2022. Citado na página 21.
- ROMÃO, D. *O que é Gestão da Manutenção?* 2021. Disponível em: <https://engeteles.com.br/>. Acesso em: 09/12/2022. Citado na página 18.
- SAP PM - Technical Objects. 2022. Disponível em: <https://www.tutorialspoint.com/>. Acesso em: 05/12/2022. Citado na página 26.
- SLACK, N. et al. *Administração da produção*. [S.l.]: Atlas São Paulo, 2009. v. 2. Citado na página 13.
- TELES, J. *Indicadores de Manutenção: conheça os principais KPI's para gestão da manutenção!* 2016. Disponível em: <https://engeteles.com.br/>. Acesso em: 08/12/2022. Citado na página 20.

- TELES, J. *PCM Descomplicado - Planejamento e Controle de Manutenção*. 2017. Disponível em: <https://engeteles.com.br/>. Acesso em: 09/12/2022. Citado na página 19.
- TELES, J. *Gestão da Manutenção: o mercado, as oportunidades e os desafios*. 2018. Disponível em: <https://engeteles.com.br/>. Acesso em: 08/12/2022. Citado na página 14.
- TENORIO, A. *O MERCADO DE PAPEL TISSUE NO BRASIL*. 2022. Disponível em: <https://propel.com.br/o-mercado-de-papel-tissue-no-brasil/>. Acesso em: 22/12/2022. Citado na página 14.
- TISSUE, K. *MyPerini*. 2022. Disponível em: <https://www.koerber-tissue.com/pt/solucoes/rolos/myperini>. Acesso em: 21/12/2022. Citado na página 24.
- ZACARIAS, J. D. S. Dissertação (B.S. thesis) — Universidade Federal de Viçosa, 2021. Nenhuma citação no texto.