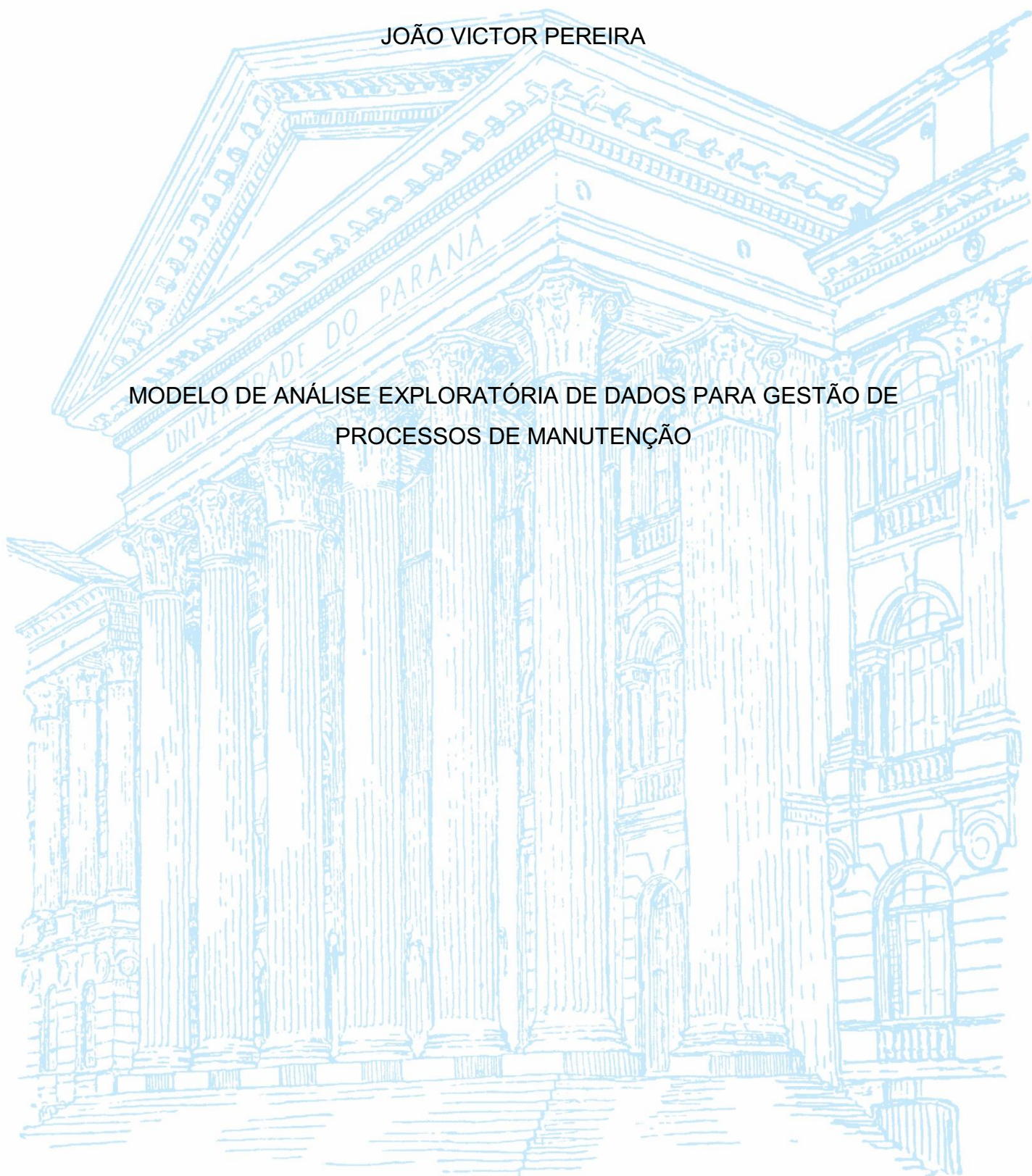


UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

JOÃO VICTOR PEREIRA

MODELO DE ANÁLISE EXPLORATÓRIA DE DADOS PARA GESTÃO DE  
PROCESSOS DE MANUTENÇÃO



JANDAIA DO SUL

2022

JOÃO VICTOR PEREIRA

MODELO DE ANÁLISE DE DADOS EXPLORATÓRIA PARA INDICADORES  
DE MANUTENÇÃO

Trabalho de conclusão de curso apresentada como requisito parcial à obtenção do título de Engenheiro Agrícola, Curso de Engenharia Agrícola, Campus Avançado em Jandaia do Sul, Universidade Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Maycon Diego Ribeiro

JANDAIA DO SUL  
2022





## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço ao meu pai João dos Reis Pereira, primeiramente pela educação e visão que me passou sobre a vida, nunca deixando de passar os conhecimentos que acumulou ao longo de sua jornada.

Agradeço à minha mãe Eliana Cristina do Nascimento pelo apoio emocional em momentos difíceis, demonstrando que as emoções são nossas aliadas para o processo de amadurecimento profissional e pessoal.

Agradeço aos meus irmãos Fábio Henrique de Souza e Leonardo Pereira por estarem ao meu lado indiferentemente das circunstâncias, mostrando o quão forte a palavra família é diante das adversidades.

Agradeço a minha noiva Thayná Felix dos Santos por estar ao meu lado todos os dias, por acompanhar meu crescimento profissional, pessoal e acadêmico dando suporte imprescindível ao longo do tempo.

Agradeço ao meu orientador Maycon Diego Ribeiro por sua atuação profissional durante todo o período do meu desenvolvimento, atuando como uma figura chave para meu crescimento acadêmico e pessoal.

Agradeço ao meu amigo e supervisor Wellington W. Garcia por ser a porta de entrada para oportunidades profissionais que mudaram a minha vida, assim como atuador no meu processo de desenvolvimento pessoal e profissional.

Por fim agradeço a todos os meus colegas, amigos e professores que fizeram parte do meu processo construtivo ao longo da vida.

“É um erro grave formular teorias antes de conhecer os fatos. Sem querer, começamos a mudar os fatos para que se adaptem às teorias, em vez de formular teorias que se ajustem aos fatos.”

Sherlock Holmes

## RESUMO

Os processos de manutenção industrial sofreram inúmeras alterações ao decorrer dos anos tanto na metodologia de execução quanto nos objetivos que os circundam, sendo que o cenário de que quanto mais rápido um problema for resolvido melhor é melhor para a empresa acabou ficando de lado e substituído pela visão de que os problemas devem ser cada vez mais previstos do que corrigidos. Com base nas necessidades dos setores de manutenção o vigente trabalho apresenta um estudo e a criação de um modelo para análise e controle dos indicadores de manutenção de Tempo Médio Entre Falhas (*Mean Time Beteen Failures* - MTBF), Tempo Médio Para Reparo (*Mean Time To Repair* - MTTR) e Disponibilidade integrado ao software de *Business Intelligence* Microsoft Power BI Desktop, através da metodologia de análise exploratório de dados e processos de Extração, Tratamento e Carregamento de dados (ETC) no banco de dados de uma empresa do ramo sucroenergético. Com o desenvolvimento do modelo foi possível realizar a identificação de quais tarefas afetaram de maneira direta os indicadores, assim como o levantamento da frequência que um determinado tipo de falhas ocorre, fazendo com que os tomadores de decisões possam elencar com mais clareza e confiabilidade quais pontos do processo produtivo apresentam falhas e de quais maneiras serão solucionadas.

Palavras-chave: manutenção industrial; indicadores de manutenção; *Business Intelligence*

## **ABSTRACT**

Industrial maintenance processes have undergone numerous changes over the years both in the methodology of execution and in the objectives that surround them, and the scenario that the faster a problem is solved, the better it is for the company ended up being left aside and replaced by the thought that problems must be predicted rather than corrected. Based on the needs of the maintenance sectors, the current work presents a study and the creation of a model for the analysis and control of the maintenance indicators of Mean Time Between Failures (MTBF), Mean Time To Repair (MTTR) and Availability integrated with the Business Intelligence software Microsoft Power BI Desktop, through the methodology of exploratory data analysis and processes of Extraction, Treatment and Loading of data (ETL) in the database of a company in the sugar-energy sector. With the development of the model, it was possible to visualize information that didn't seem to be significant for the process, allowing decision makers to list more clearly and reliably which points in the production process have failures and in which ways they will be resolved.

Keywords: industrial maintenance; maintenance indicators; Business Intelligence

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Seleção da extensão de fonte de dados para carregamento.....	22
Figura 2 – Ambiente de edição do Power Query no Microsoft Power BI Desktop.....	23
Figura 3 – Criação de nova variável com relação entre colunas da tabela “Ordens” .....	24
Figura 4 – Relação de cardinalidade no ambiente Modelagem no Microsoft Power BI Desktop.....	25
Figura 5 - Ambiente de desenvolvimento de relatórios no Microsoft Power BI Desktop .....	26
Figura 6 – Código DAX para cálculo de horas disponíveis no modelo.....	27
Figura 7 – Código para contagem de ordens de serviço.....	27
Figura 8 – Código para somatória de horas paradas.....	27
Figura 9 – Relação de medidas para criação do indicador MTBF.....	28
Figura 10 – Relação de medidas para criação do indicador MTTF.....	28
Figura 11 – Relação de indicadores para quantificação da disponibilidade.....	29
Figura 12 – Visualização do indicador MTBF.....	30
Figura 13 – Visualização do indicador MTTF.....	31
Figura 14 – Visualização do indicador de disponibilidade.....	32
Figura 15 – Aplicação de filtros para análise de dados.....	32
Figura 16 – Janela de visualização dos dados.....	33
Figura 17 – Ambiente de desenvolvimento da interface gráfica.....	34
Figura 18 – Dashboard para análise de indicadores de manutenção.....	35
Figura 19 – Análise geral dos equipamentos.....	37
Figura 20 – Análise da família de bombas centrífugas.....	38
Figura 21 – Análise da família de bombas centrífugas no ano de 2021 .....	38

Figura 22 – Análise das ordens de serviço do equipamento BBC-0117.....	40
Figura 23 – Análise da família de bombas centrífugas no ano de 2021 .....	41
Figura 24 – Análise das falhas mecânicas para família de motores elétricos.....	42
Figura 25 – Indicadores para a família das partidas elétricas até o mês de agosto .....	43

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Equipamentos da família de motores elétricos (MTE) com mais ordens de serviço.....	19
Gráfico 2 – Equipamentos da família de bombas centrífugas (BBC) com mais ordens de serviço.....	20
Gráfico 3 – Equipamentos da família de partidas elétricas (PAD) com mais ordens de serviço.....	20

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Identificação dos equipamentos utilizando TAG's.....	18
Quadro 2 – Criação do identificador de ordem de serviço – ID_OS.....	19
Quadro 3 – Critério para aplicação do filtro de datas.....	21
Quadro 4 – Definição de cardinalidade entre tabelas.....	25

## SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO.....	14
1.1.	OBJETIVOS.....	16
1.1.1.	Geral.....	16
1.1.2.	Objetivos Específicos.....	16
2.	METODOLOGIA.....	18
2.1.	TRATAMENTO DE DADOS.....	18
2.2.	CARREGAMENTO DE DADOS.....	21
2.3.	ANÁLISE DE DADOS.....	26
2.3.1.	Horas disponíveis.....	26
2.3.2.	Horas paradas.....	27
2.3.3.	MTBF ( <i>Mean Time Beteen Failures</i> ).....	27
2.3.4.	MTTF ( <i>Mean Time To Repaire</i> ).....	28
2.3.5.	Disponibilidade.....	29
2.4.	CONSTRUÇÃO DA INTERFACE GRÁFICA DE INTERAÇÃO ....	29
2.4.1.	MTBF.....	30
2.4.2.	MTTF.....	30
2.4.3.	Disponibilidade.....	31
2.4.4.	Criação de filtros.....	32
2.4.5.	Criação de janela de visualização de dados.....	33
2.4.6.	Criação do <i>Dashboard</i> .....	33
3.	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	36
4.	CONCLUSÃO.....	44
5.	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	45
6.	REFERÊNCIAS.....	46

## 1. INTRODUÇÃO

Todo o processo de produção industrial tem sua eficiência final diretamente relacionada com a disponibilidade e custos dos equipamentos envolvidos em todos os diversos setores. Sendo assim os indicadores de qualidade para os equipamentos industriais quando não acompanhados e realizados de maneira adequada e satisfatória podem acarretar em indisponibilidades elevadas e gastos desnecessários.

A implementação de metodologias para extração, tratamento e utilização das informações que circundam os equipamentos industriais, ou seja, a análise de dados propriamente dita vem ganhando cada vez mais espaço no cenário de planejamento e controle de manutenção devido a sua importância no processo de transformação de dados em informações para tomadas de decisão.

As análises exploratórias de dados (EDA – *Exploratory Data Analysis*) tem como propósito a extração e geração de hipóteses para construção de novas deduções com base em observações que dispomos (BATANERO; ESTEPA; GODINO, 1991). Processos de análises eficazes em *Data Science* contam com a aplicação do processo de Extração, Transformação e Carga (ETC), que consiste na extração dos dados necessários de um determinado Banco de Dados (BD), tratamento com a determinação correta dos tipos de variáveis a serem trabalhadas e carregamento em outro BD, para que a realização do processo de interpretação dos dados, após a devida preparação, ocorra de maneira mais fácil e intuitiva.

Com o avanço e desenvolvimento das tecnologias presente nos cenários industriais, os processos de manutenção foram sendo cada vez mais requisitados devido a busca pela diminuição do tempo de paradas por falhas nos processos, o que impacta diretamente na quantidade de produção.

O setor de manutenção sofreu alterações em seu propósito ao longo do tempo sendo que no passado a importância no setor produtivo era uma boa execução dos reparos. Já na atualidade tem-se como objetivo evitar que as falhas aconteçam e conseqüentemente há a redução da necessidade de trabalho devido ao número cada vez menor de manutenções corretivas e por fim o cenário do futuro é ter controle sobre todas as paradas para manutenção dos equipamentos (PINTO, 2022).

Para Pinto (2022) somente a idéia de reparar um equipamento no menor tempo possível não condiz com os parâmetros atuais e futuros para os setores de manutenção, eles devem contar também com o viés de que é preciso manter a função do equipamento disponível para operar, evitar falhas e reduzir a probabilidade de paradas não planejadas.

Nesse sentido, a introdução das metodologias de análise exploratória de dados nos setores de manutenção industrial torna possível ações de planejamento, controle qualitativo e temporal dos processos, sendo que este resultado é alcançado através da transformação de dados brutos em informações relevantes para as tomadas de decisões. Essa mudança de cenário com a implementação da tecnologia transforma a idéia antiquada de que os setores de manutenção são apenas fonte de custo, em uma ideologia em que toda realização bem-sucedida do planejamento proposto é na verdade aumento de produtividade e efetividade do processo.

Além do mais, o processo de transformação de dados brutos em informações que servem de base para tomadas de decisão, conta em sua última etapa com a justificativa de implementação de ferramentas de *Business intelligence* (BI), que por sua vez, tem por objetivo a análise de informações de um negócio através da exibição de cenários com interligações de pontos que não eram vistos tão facilmente.

Assim, um sistema de BI é composto por segmentos de *data warehouse* que é tido como o conjunto dos dados já tratados para a análise definitiva, e *dashboards* que tem por objetivo a demonstração gráfica das informações de maneira cada vez mais facilitada e intuitiva para o usuário final, o que torna o acompanhamento das métricas e indicadores mais confiáveis e seguros para os gestores (CLARK, 2007).

Segundo o site da Microsoft, o *Power BI* é uma ferramenta que une uma coleção de serviços de software, aplicativos e conectores, que tem por objetivo a transformação de dados não relacionados em informações coerentes, visualmente envolventes e interativas. O *Power BI Desktop* é a versão gratuita disponibilizada pela Microsoft que possibilita os usuários se conectarem com diversas fontes de dados, criar dashboards e transitarem entre as exibições de relatório, dados e modelo.

Desta forma, a implantação de um modelo de análise de dados exploratória dos indicadores de manutenção desenvolvida em um software de *Business intelligence*, é um recurso que torna os processos de interpretação, análise e tomada de decisão cada vez mais

intuitivo e ao mesmo tempo possibilita a visualização de informações cada vez mais específicas do processo que não eram julgadas como prioridade, o que amplia o potencial de decisão de uma empresa.

## **1.1. OBJETIVOS**

### **1.1.1. Geral**

Com base nas necessidades de planejamento e controle dos sistemas de manutenção dos setores industriais, o vigente trabalho tem por objetivo a criação de um modelo de análise dos fatores que envolvem os indicadores de manutenção utilizando as metodologias de análise exploratória de dados através do software de *Business intelligence* denominado Microsoft Power BI Desktop.

### **1.1.2. Objetivos Específicos**

- Retirar os dados armazenados em bancos de dados ou data warehouse para inserção em softwares de tratamento de dados, e realizar a limpeza e processamento dos dados.
- Realizar alterações, ajustes e operações nos dados extraídos para geração de tabelas que contenham apenas dados de alto nível para as análises no modelo final.
- Carregar os dados pela inserção das tabelas já tratadas dentro do software de *Business intelligence*, e fornecer os dados de maneira confiável e segura para o processo de análise de dados.

- Gerar informações no modelo criado, para munir os tomadores de decisões com informações condizentes com os processos aos qual o modelo está sendo aplicado.

## 2. METODOLOGIA

### 2.1. TRATAMENTO DE DADOS

Segundo JUNIOR (2020) a transformação dos dados primitivos em informações de alto nível pode variar de acordo com as necessidades e padrões do processo ao qual está inserido, sendo realizado após o processo de extração.

O processo de tratamento de dados teve início após a extração que foi realizada através do armazenamento das informações desejadas em tabelas para edição no software Excel, que neste caso foi feita por parte da empresa devido a existência de informações sigilosas no banco de dados.

O processo de extração gerou as tabelas que contém as ordens de serviço (OS), as tarefas contidas em cada OS, os equipamentos ativos e a identificação dos destinos de cada tipo de tarefa, sendo todas correspondentes ao período que contempla os anos de 2019, 2020 e 2021. Posteriormente, esses dados foram submetidos a um processo de tratamento para possibilitar sua correta análise.

O primeiro tratamento ocorreu nas identificações dos equipamentos, que dentro do processo fabril são definidas através de TAG's (Identificações alfa numéricas) e da descrição do equipamento, para auxiliar na troca de informações entre os setores (como abertura de ordens de serviço e requisições de materiais). Essas informações de identificação são relacionadas com os respectivos objetos de custo, que por sua vez são utilizados para identificar a qual setor o equipamento pertence conforme apresentado na Tabela 1.

**Quadro 1** - Identificação dos equipamentos utilizando TAG's

TAG	Descrição do equipamento	Objeto de Custo	Descrição
BBC-0117	BOMBA DE ÁGUA SUJA - DESTILARIA - 01	647	Destilaria de Cana
BBC-0118	BOMBA DE ÁGUA SUJA - DESTILARIA - 02	647	Destilaria de Cana
PAD-0338	ELEVADOR CANECA 1	645	Depósito de Açúcar
MTE-0039	ESTEIRA INTERMEDIÁRIA 2	639	Moagem Cana
MTE-0040	ESTEIRA INTERMEDIÁRIA 3	639	Moagem Cana
PAD-0376	PARTIDA DE ALIMENTAÇÃO DA GARRA	639	Moagem Cana

FONTE: Empresa (2022)

O processo de tratamento dos dados teve início por meio da criação do código único de ordem de serviço que foi gerado através da concatenação do ano e número da ordem de serviço, sendo assim a coluna denominada ID\_OS (Tabela 2). O ID\_OS será a chave identificadora para que não haja a contabilização de informações repetidas (Tabela 2).

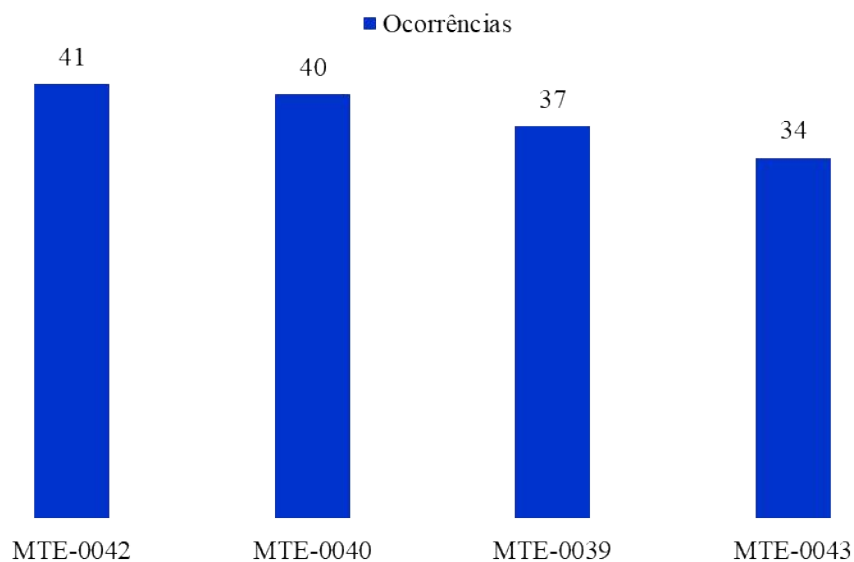
**Quadro 2** – Criação do identificador de ordem de serviço – ID\_OS.

Ano_OS	Cod_OS	ID_OS
2019	3741	2019-3741
2020	3741	2020-3741
2021	3741	2021-3741

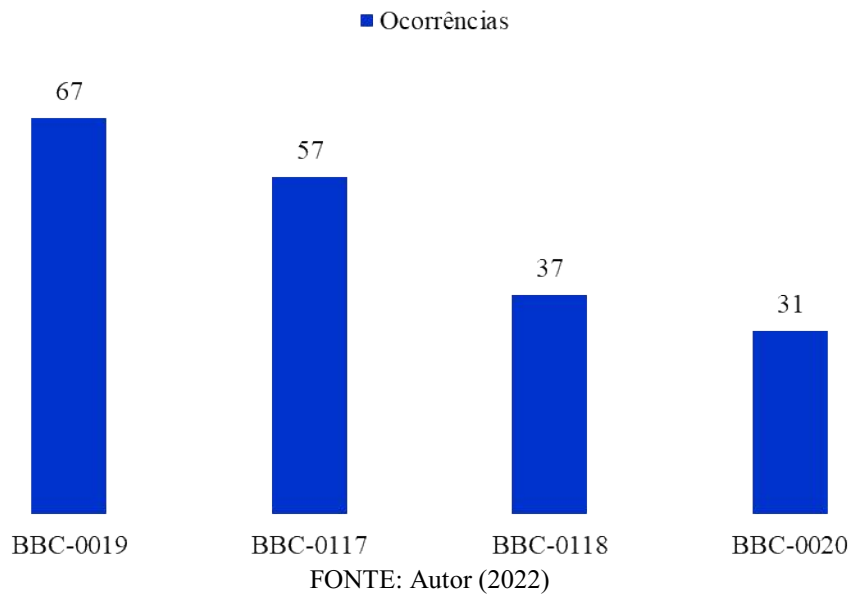
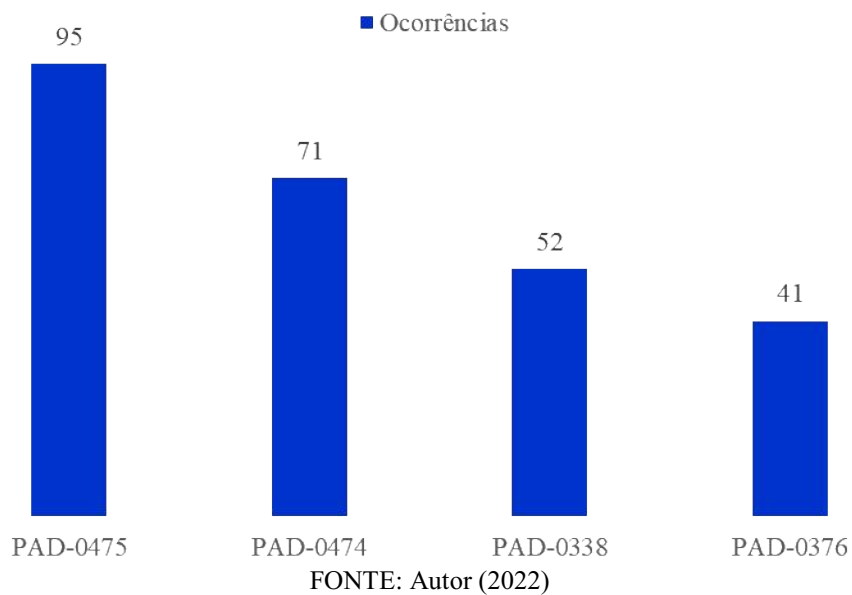
FONTE: Autor (2022)

Devido ao alto número de ocorrências no período de análise, optou-se por analisar os quatro equipamentos que mais apresentaram falhas no período de análise. Para selecionar os equipamentos foi realizado a contagem da quantidade total de OS's abertas para cada equipamento das famílias dos motores elétricos – MTE (Gráfico 1), bombas centrífugas – BBC (Gráfico 2) e partidas industriais - PAD (Gráfico 3), que estão presentes na maior parte dos processos.

**Gráfico 1** – Equipamentos da família de motores elétricos (MTE) com mais ordens de serviço.



FONTE: Autor (2022)

**Gráfico 2** – Equipamentos da família de bombas centrífugas (BBC) com mais ordens de serviço.**Gráfico 3** – Equipamentos da família de partidas elétricas (PAD) com mais ordens de serviço.

Como etapa final do processo de tratamento dos dados foi realizado a aplicação do filtro de datas para selecionar as ordens de serviço que ocorreram somente no período de safra, pois neste intervalo de tempo todo e qualquer equipamento do processo trabalha 24 por dia.

O período selecionado (Tabela 3) tem por justificativa analisar somente as ordens que impactaram diretamente o processo produtivo. Com isso tem-se o intervalo de tempo em que a empresa trabalha sem a abertura de ordens de serviço para manutenção programada.

**Quadro 3** – Critério para aplicação do filtro de datas.

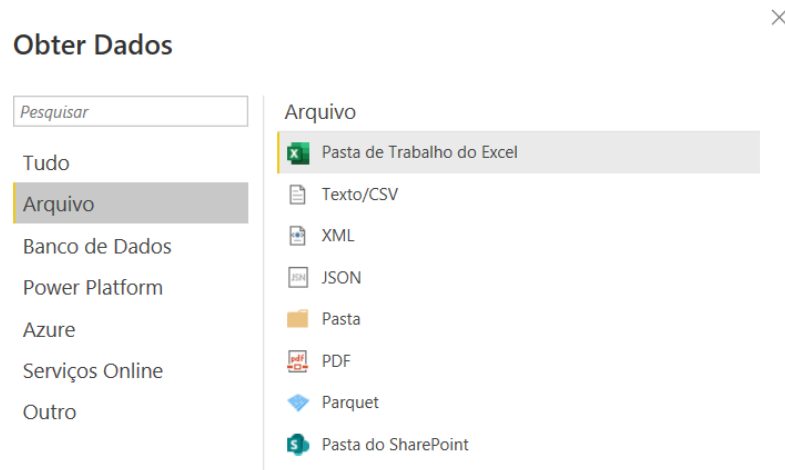
Ano da safra	Data de início	Data de término
2019	11/abr	07/nov
2020	16/abr	28/out
2021	13/abr	23/set

FONTE: Empresa (2022)

## 2.2. CARREGAMENTO DE DADOS

Tido como última etapa do processo de ETC o carregamento de dados é o processo que tem por objetivo a inserção dos dados tratados nos softwares que irão gerar relatórios de alto nível para tomadas de decisões cada vez mais assertivas e confiáveis (JUNIOR et al., 2020)

Após o tratamento, os dados foram importados para o software Power BI com o auxílio de ferramentas próprias (Figura 1). Como não foi utilizado um banco de dados secundário, as informações tratadas foram armazenadas em formato de tabelas no editor de planilhas Excel devido a compatibilidade entre os softwares.

**Figura 1** – Seleção da extensão de fonte de dados para carregamento.

FONTE: Microsoft Power BI Desktop (2022)

Com o processo de carregamento de dados concluído foram geradas ao todo 4 tabelas, sendo as tabelas: “Ordens”, que contém todas as informações que compreende as datas de abertura e encerramento de uma ordem de serviço; “Equipamentos”, que contém todos os equipamentos a serem analisados; “Destino”, que contém os dados dos destinos das manutenções abertas para cada ocorrência e; “Calendário”, contendo os dias dos anos de análise.

Com a seleção das tabelas e todos os dados devidamente carregados no Power BI, o processo foi redirecionado para o ambiente de trabalho na seção de Power Query (Figura 2), que é a área que possibilita a definição do tipo de todas as variáveis a serem trabalhadas e a relação entre as colunas.

**Figura 2** – Ambiente de edição do Power Query no Microsoft Power BI Desktop.

ID_OS	Data_Abertura	Data_Encerramento	Cod_Destino	Desc_Destino	TAG_Equip
2020-5648	13/07/2020 09:50:00	13/07/2020 13:20:00	2	MANUTENÇÃO ELÉTRICA	PAD-0475
2020-5837	17/07/2020 18:40:00	17/07/2020 19:02:00	2	MANUTENÇÃO ELÉTRICA	PAD-0475
2020-5866	18/07/2020 14:25:00	18/07/2020 15:18:00	2	MANUTENÇÃO ELÉTRICA	PAD-0475
2020-5936	20/07/2020 22:12:00	20/07/2020 22:32:00	2	MANUTENÇÃO ELÉTRICA	PAD-0475
2020-6072	23/07/2020 10:50:00	23/07/2020 11:35:00	2	MANUTENÇÃO ELÉTRICA	PAD-0475
2020-6131	25/07/2020 06:00:00	25/07/2020 06:23:00	2	MANUTENÇÃO ELÉTRICA	PAD-0475
2020-6143	25/07/2020 17:16:00	25/07/2020 17:41:00	2	MANUTENÇÃO ELÉTRICA	PAD-0475
2020-6516	03/08/2020 02:05:00	03/08/2020 02:13:00	2	MANUTENÇÃO ELÉTRICA	PAD-0475
2020-6576	05/08/2020 15:16:00	05/08/2020 15:40:00	2	MANUTENÇÃO ELÉTRICA	PAD-0475
2020-6627	06/08/2020 12:30:00	06/08/2020 13:22:00	2	MANUTENÇÃO ELÉTRICA	PAD-0475
2020-6705	07/08/2020 02:08:00	07/08/2020 02:30:00	2	MANUTENÇÃO ELÉTRICA	PAD-0475
2020-6859	12/08/2020 12:14:00	14/08/2020 01:15:00	2	MANUTENÇÃO ELÉTRICA	PAD-0475
2020-6908	13/08/2020 11:43:00	13/08/2020 12:30:00	2	MANUTENÇÃO ELÉTRICA	PAD-0475
2020-7397	24/08/2020 11:03:00	24/08/2020 18:07:00	2	MANUTENÇÃO ELÉTRICA	PAD-0475
2020-7454	24/08/2020 01:50:00	24/08/2020 02:35:00	2	MANUTENÇÃO ELÉTRICA	PAD-0475
2020-7630	30/08/2020 15:22:00	30/08/2020 15:43:00	2	MANUTENÇÃO ELÉTRICA	PAD-0475

FONTE: Autor (2022)

O editor Power Query possibilitou a realização de uma subtração entre as colunas “Data\_Abertura” e “Data\_Encerramento” dentro da tabela “Ordens”, gerando uma nova coluna denominada “Reparo”, que corresponde ao tempo efetivo para a realização das tarefas abertas para cada ordem de serviço presente no sistema. Também foi criada a coluna “Data” dentro da tabela “Ordens” que corresponde ao dia, mês e ano da abertura das ocorrências, para que seja possível a criação da relação dos dias de disponibilidade para trabalho dos equipamentos (Figura 3).

**Figura 3 – Criação de nova variável com relação entre colunas da tabela “Ordens”.**

The screenshot shows a data management interface with a table of maintenance orders and a sidebar for field selection. The table has the following columns: ID\_OS, Data\_Abertura, Data\_Encerramento, Cod\_Destino, Desc\_Destino, TAG\_Equip, Reparo [h], and Data. The sidebar, titled 'Campos', contains a search bar and a list of fields including Medidas, Calendario, Destino, Equipamentos, Ordens, Cod\_Destino, Data, Data\_Abertura, Data\_Encerramento, Desc\_Destino, ID\_OS, Reparo [h], TAG\_Equip, and Tarefas.

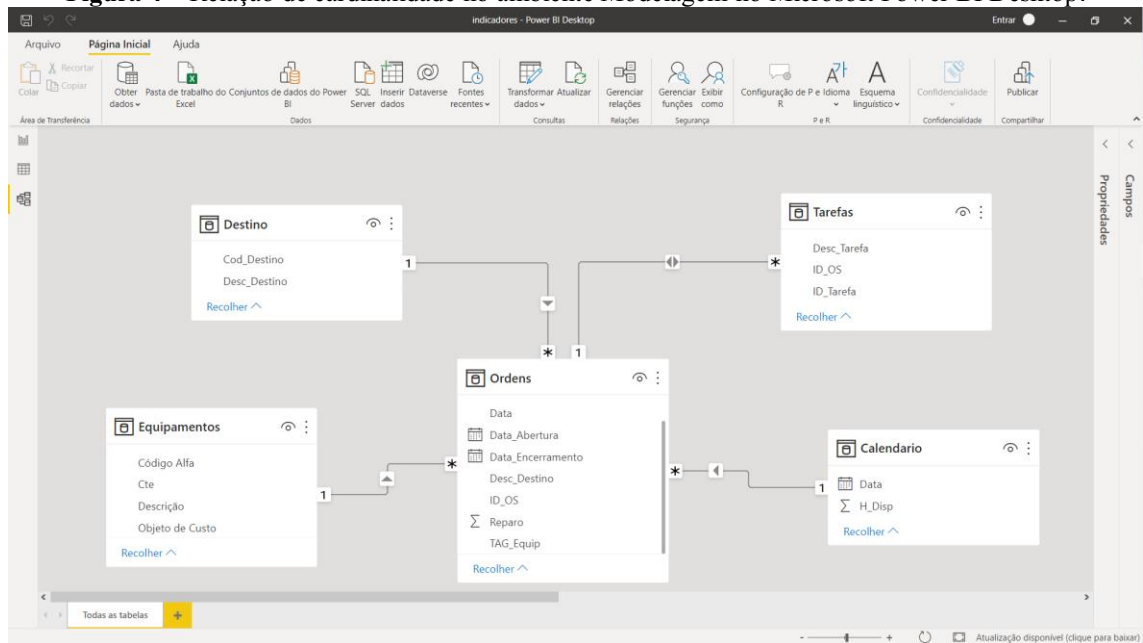
ID_OS	Data_Abertura	Data_Encerramento	Cod_Destino	Desc_Destino	TAG_Equip	Reparo [h]	Data
2020-5648	13/07/2020 09:50:00	13/07/2020 13:20:00	2	MANUTENÇÃO ELÉTRICA	PAD-0475	3,50	13/07/2020
2020-5837	17/07/2020 18:40:00	17/07/2020 19:02:00	2	MANUTENÇÃO ELÉTRICA	PAD-0475	0,37	17/07/2020
2020-5866	18/07/2020 14:25:00	18/07/2020 15:18:00	2	MANUTENÇÃO ELÉTRICA	PAD-0475	0,88	18/07/2020
2020-5936	20/07/2020 22:12:00	20/07/2020 22:32:00	2	MANUTENÇÃO ELÉTRICA	PAD-0475	0,33	20/07/2020
2020-6072	23/07/2020 10:50:00	23/07/2020 11:35:00	2	MANUTENÇÃO ELÉTRICA	PAD-0475	0,75	23/07/2020
2020-6131	25/07/2020 06:00:00	25/07/2020 06:23:00	2	MANUTENÇÃO ELÉTRICA	PAD-0475	0,38	25/07/2020
2020-6143	25/07/2020 17:16:00	25/07/2020 17:41:00	2	MANUTENÇÃO ELÉTRICA	PAD-0475	0,42	25/07/2020
2020-6516	03/08/2020 02:05:00	03/08/2020 02:13:00	2	MANUTENÇÃO ELÉTRICA	PAD-0475	0,13	03/08/2020
2020-6576	05/08/2020 15:16:00	05/08/2020 15:40:00	2	MANUTENÇÃO ELÉTRICA	PAD-0475	0,40	05/08/2020
2020-6627	06/08/2020 12:30:00	06/08/2020 13:22:00	2	MANUTENÇÃO ELÉTRICA	PAD-0475	0,87	06/08/2020
2020-6705	07/08/2020 02:08:00	07/08/2020 02:30:00	2	MANUTENÇÃO ELÉTRICA	PAD-0475	0,37	07/08/2020
2020-6859	12/08/2020 12:14:00	14/08/2020 01:15:00	2	MANUTENÇÃO ELÉTRICA	PAD-0475	37,02	12/08/2020
2020-6908	13/08/2020 11:43:00	13/08/2020 12:30:00	2	MANUTENÇÃO ELÉTRICA	PAD-0475	0,78	13/08/2020
2020-7454	24/08/2020 01:50:00	24/08/2020 02:35:00	2	MANUTENÇÃO ELÉTRICA	PAD-0475	0,75	24/08/2020
2020-7397	24/08/2020 11:03:00	24/08/2020 18:07:00	2	MANUTENÇÃO ELÉTRICA	PAD-0475	7,07	24/08/2020
2020-7630	30/08/2020 15:22:00	30/08/2020 15:43:00	2	MANUTENÇÃO ELÉTRICA	PAD-0475	0,35	30/08/2020
2020-7749	01/09/2020 00:37:00	01/09/2020 00:50:00	2	MANUTENÇÃO ELÉTRICA	PAD-0475	0,22	01/09/2020

FONTE: Autor (2022)

Com a etapa de carregamento finalizada, o ambiente de trabalho foi alterado para a seção Modelo, onde foi realizada a relação entre as pastas de trabalho respeitando a cardinalidade entre as tabelas.

As tabelas foram definidas como de origem para aquelas que contam com uma coluna de informações que não se repetem, e as de destino que são utilizadas como fonte de dados que serão puxados através da interligação das chaves de identificação. Com base nas relações de interligação criadas entre as fontes de informações, foi gerado o esquema de cardinalidade do projeto (Figura 4).

**Figura 4** – Relação de cardinalidade no ambiente Modelagem no Microsoft Power BI Desktop.



FONTE: Autor (2022)

A relação entre os dados de diferentes tabelas respeita o conceito de cardinalidade para que os futuros cálculos tenham informação de todas as tabelas do projeto, sendo assim os cálculos dos indicadores envolvem informações interligadas de todo o projeto (Tabela 4).

**Quadro 4** – Definição de cardinalidade entre tabelas

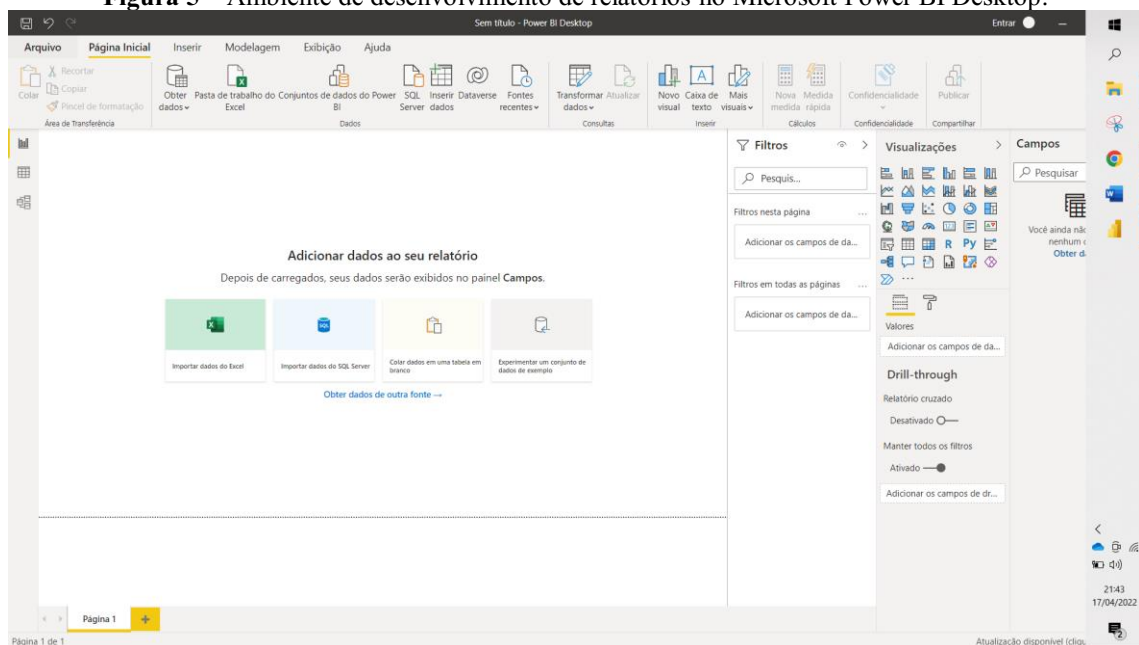
Origem	Destino	Relação de colunas	Cardinalidade	Descrição
Destino	Ordens	"Desc_Destino" = "Desc_Destino"	Um para muitos	O mesmo "Desc_Destino" da tabela "Destino" pode se repetir na tabela "Ordens"
Equipamentos	Ordens	"Código Alfa" = "TAG_Equip"	Um para muitos	O mesmo "Código Alfa" da tabela "Equipamentos" pode se repetir na tabela "Ordens"
Tarefas	Ordens	"ID_OS" = "ID_OS"	Muitos para um	Mais de um "ID_OS" da tabela "Tarefas" corresponde a um único "ID_OS" da tabela "Ordens"
Calendário	Ordens	"Data" = "Data"	Um para muitos	A mesma "Data" da tabela "Calendário" pode se repetir na tabela "Ordens"

FONTE: Autor (2022)

## 2.3. ANÁLISE DE DADOS

O processo de análise de dados no software Power BI pôde ser realizado após a conclusão das etapas de extração, tratamento e carregamento, sendo desenvolvido na guia Relatório (Figura 5) que tem por objetivo a criação de dashboard para geração de *insights* e transformação de dados em informações.

**Figura 5** – Ambiente de desenvolvimento de relatórios no Microsoft Power BI Desktop.



FONTE: Autor (2022)

Como primeira etapa do processo de criação de relatórios, foram criadas as medidas das variáveis que correspondem aos cálculos que serão realizados de maneira automática durante a interação do usuário com o produto final. A programação para a construção do modelo foi realizada em código DAX para cada um dos indicadores.

### 2.3.1. Horas disponíveis

Foi realizada através da subtração do dia do fechamento e o dia de abertura de uma ordem de serviço na tabela “Calendário”. Assim foi possível obter a quantidade de dias de duração de uma OS, que foi multiplicada por 24 horas/dia, resultando no tempo em horas que

o equipamento poderia ter trabalhado no período desejado dentro safra, sendo definida como a medida Horas Disponíveis. A programação para obtenção das horas disponíveis se encontra na Figura 6.

**Figura 6** – Código DAX para cálculo de horas disponíveis no modelo

```

1 Horas Disponíveis =
2 var vDataInicial = MIN(Calendario[Data])
3 var vDataFinal = Max(Calendario[Data])
4 var vQtd_Dias = datediff(vDataInicial,vDataFinal,day) + 1
5 return
6 vQtd_Dias * 24

```

FONTE: Autor (2022) .

### 2.3.2. Horas paradas

Para construção dos indicadores do processo, a fim de fazer a programação, foi necessário criar um código com a quantidade de paradas (Qtd Paradas), que representam a contagem do número ordens de serviço abertas no período de análise (Figura 7), e um código com a quantidade de horas paradas (Horas Paradas) (Figura 8), que representa a somatória do tempo para solução de cada ocorrência.

**Figura 7** – Código para contagem de ordens de serviço.

```

1 Qtd Paradas = COUNTROWS(Ordens)

```

FONTE: Autor (2022)

**Figura 8** – Código para somatória de horas paradas.

```

1 Horas Paradas = sum(Ordens[Reparo])

```

FONTE: Autor (2022)

### 2.3.3. MTBF (*Mean Time Beteen Failures*)

Segundo MARTINS (2012) o indicador MTBF (*Mean Time Between Failures*) faz referência a incidência de procedimentos de manutenção em um período de tempo específico para um equipamento.

Com as medidas base criadas o próximo passo foi a criação do MTBF, sendo definido como a diferença entre o tempo disponível e o tempo para manutenção divididos pelo número de ocorrências. A programação para obtenção do MTBF se encontra na Figura 9.

**Figura 9** – Relação de medidas para criação do indicador MTBF

```

1 MTBF =
2 divide(
3     [Horas Disponíveis] - [horas paradas],
4     [Qtd Paradas]
5 )

```

FONTE: Autor (2022)

#### 2.3.4. MTTF (*Mean Time To Repair*)

O termo manutenibilidade pode ser definido como a capacidade de manter ou recolocar um equipamento em seu devido funcionamento requerido, quando o processo de manutenção é realizado em condições determinadas e procedimentos prescritos (BRANCO FILHO, 2000, p.82).

O segundo indicador a ser criado é definido como MTTF (*Mean Time To Repair*), que por sua vez indica o tempo médio necessário para reparar as ordens de serviço, sendo a relação entre o total de horas paradas e a quantidade de ordens de ocorrências no período. A programação para obtenção MTTF se encontra na Figura 10.

**Figura 10** – Relação de medidas para criação do indicador MTTF.

```

1 MTTR =
2 divide(
3     [horas paradas],
4     [Qtd Paradas]
5 )

```

FONTE: Autor (2022)

### 2.3.5. Disponibilidade

Atuando como o indicador mais importante para os processos de manutenção, a disponibilidade dos equipamentos demonstra diretamente a relação de continuidade operacional (VERRI, 2012).

O indicador de disponibilidade é definido por MARTINS (2012) como a disponibilidade de um equipamento estar disponível para operar quando necessário, o que retrata o cenário de impacto direto no processo produtivo da empresa. Esse indicador foi gerado através da divisão do MTBF e a soma do MTBF com o MTTR, que demonstra a relação do tempo efetivo trabalhado médio no período de análise. A programação para obtenção disponibilidade se encontra na Figura 11.

**Figura 11** – Relação de indicadores para quantificação da disponibilidade.

```

1 Disponibilidade =
2 divide(
3     [MTBF],
4     [MTBF] + [MTTR]
5 )

```

FONTE: Autor (2022)

Com todos os indicadores desejados já criados, o projeto prosseguiu para a transformação dos dados na janela de desenvolvimento dentro do Power BI em informações gráficas de fácil entendimento ao usuário. Esse desenvolvimento foi realizado através da demonstração dos indicadores relacionados com os equipamentos previamente selecionados.

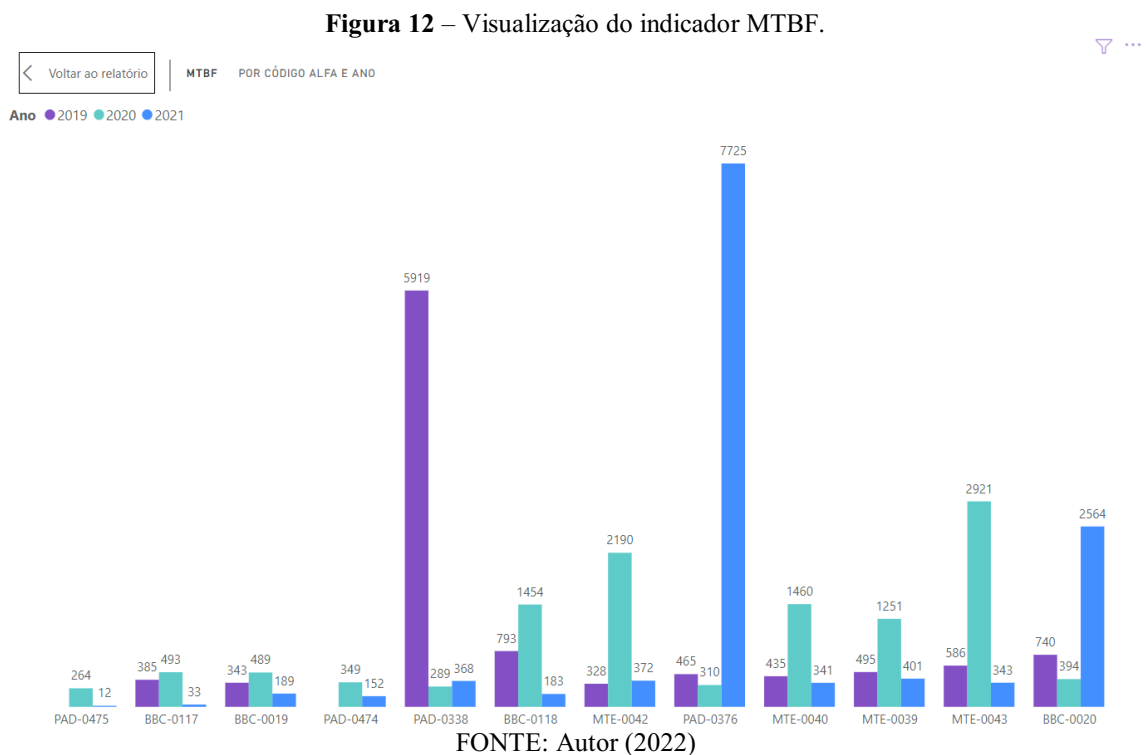
## 2.4. CONSTRUÇÃO DA INTERFACE GRÁFICA DE INTERAÇÃO

Para auxiliar no processo de transformação dos dados em informações para auxílio no processo de tomada de decisões, o modelo conta com a etapa de criação de uma interface gráfica que foi gerada com a base fornecida pela MICROSOFT (2022). Através da utilização

do software *open source* denominado Figma foi criado o layout para a organização do modelo e os elementos visuais que são vinculadas as informações como gráficos, filtros e indicadores foram confeccionados dentro do Power Bi Desktop.

### 2.4.1. MTBF

O MTBF foi indicado em formato de gráfico de colunas clusterizado, onde o eixo X foi representado pelos TAG's dos equipamentos, a legenda foi separada em três seções onde cada uma representa um ano de análise (2019, 2020, 2021) e os valores do eixo Y correspondem ao indicador MTBF classificado em ordem crescente (Figura 12).

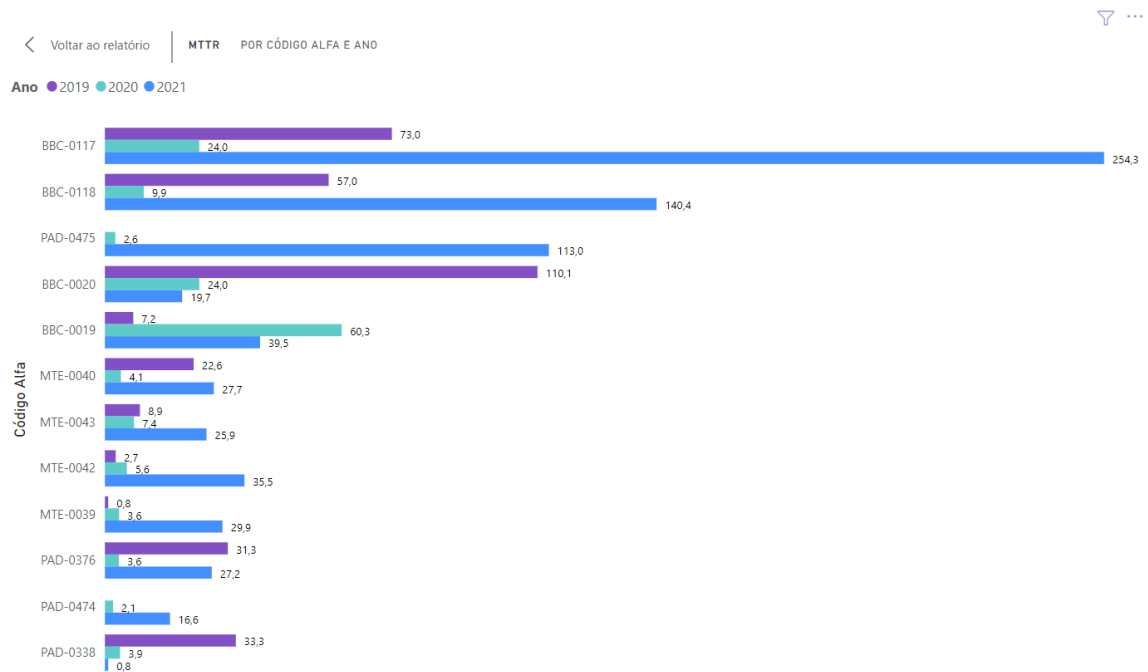


### 2.4.2. MTTF

A visualização do indicador MTTF foi feita através do gráfico de barras clusterizado com o eixo Y representando a coluna “Código Alfa” da tabela “Equipamentos”, o eixo X foi

composto pelo valor da medida MTTF classificado em ordem decrescente e a legenda foi separa pelos anos que contemplam a análise (Figura 13).

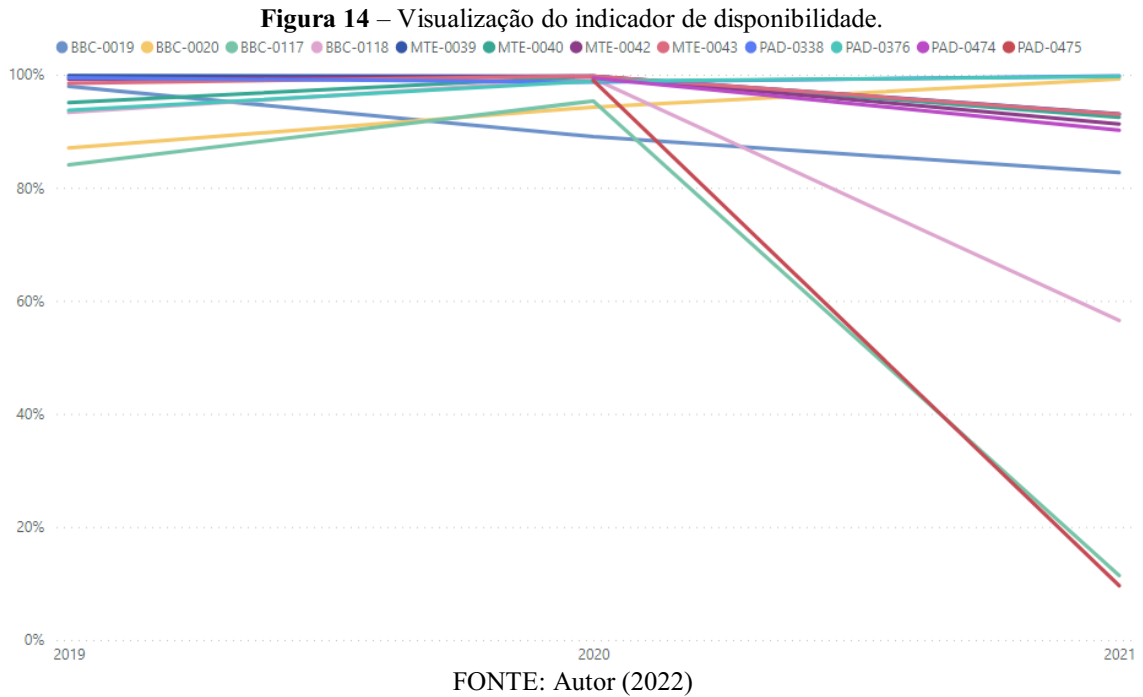
**Figura 13** – Visualização do indicador MTTF.



FONTE: Autor (2022)

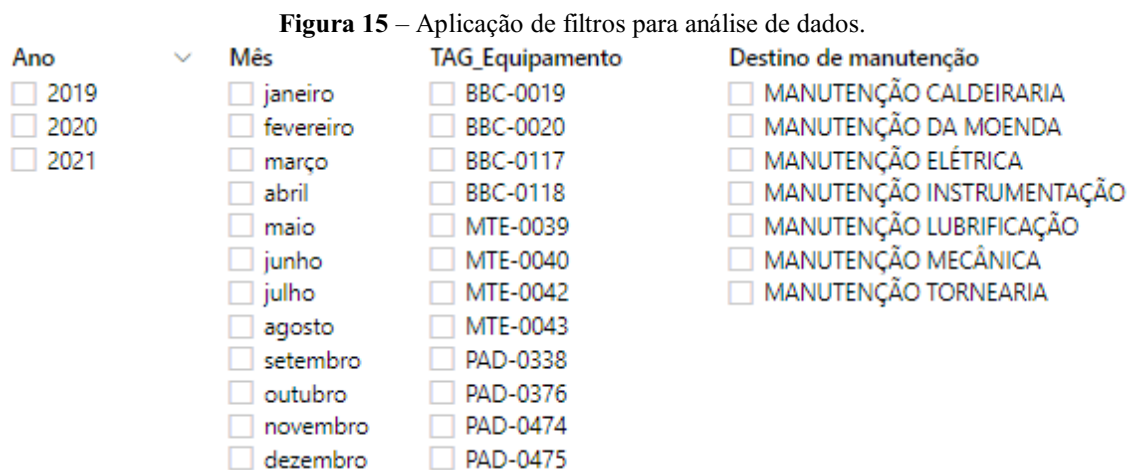
### 2.4.3. Disponibilidade

O indicador de disponibilidade foi disposto em um gráfico de linhas, tendo sua divisão em relação aos anos em questão com segmentação para todos os equipamentos e a variação dos valores em função do indicador criado através da medida de disponibilidade (Figura 14).



#### 2.4.4. Criação de filtros

A fim de facilitar o entendimento e aumentar a capacidade de geração de informações do dashboard, foram inseridos filtros dinâmicos (Figura 15) em formato de listas suspensas para que as relações de cardinalidade gerem informações atreladas entre os três gráficos. Sendo assim os fatores influentes para este projeto são o ano, mês, TAG do equipamento e o destino da manutenção.



FONTE: Autor (2022)

A separação dos filtros de maneira correta permite ao usuário uma autonomia no momento da segmentação dos dados, ou seja, proporciona uma possibilidade maior de investigação e entendimento das informações resultantes da pesquisa.

#### 2.4.5. Criação de janela de visualização de dados

Com os elementos gráficos finalizados foi criada uma segunda janela para que o usuário possa visualizar os dados de maneira isolada, para um melhor entendimento das informações a serem analisadas (Figura 16).

Figura 16 – Janela de visualização dos dados.

⏪ Voltar

ID_OS	TAG_Equip	Data_Abertura	Data_Encerramento	Reparo [h]	Desc_Destino
2019-5666	BBC-0020	23/10/2019 07:00:00	18/11/2019 16:35:00	633,58	MANUTENÇÃO TORNEARIA
2019-2007	BBC-0117	09/05/2019 14:30:00	22/05/2019 16:35:00	314,08	MANUTENÇÃO TORNEARIA
2019-5115	PAD-0376	04/10/2019 20:30:00	17/10/2019 22:30:00	314,00	MANUTENÇÃO ELÉTRICA
2019-3671	BBC-0118	08/08/2019 07:00:00	20/08/2019 19:25:00	300,42	MANUTENÇÃO MECÂNICA
2019-1992	BBC-0117	09/05/2019 07:00:00	20/05/2019 17:05:00	274,08	MANUTENÇÃO MECÂNICA
2019-4627	MTE-0040	20/09/2019 07:20:00	01/10/2019 02:35:00	259,25	MANUTENÇÃO ELÉTRICA
2019-2008	BBC-0117	09/05/2019 14:30:00	13/05/2019 16:35:00	98,08	MANUTENÇÃO CALDEIRARIA
2019-2290	BBC-0020	24/05/2019 08:00:00	27/05/2019 14:05:00	78,08	MANUTENÇÃO MECÂNICA
2019-5203	BBC-0019	09/10/2019 08:20:00	12/10/2019 11:15:00	74,92	MANUTENÇÃO MECÂNICA
2019-3672	BBC-0117	08/08/2019 07:00:00	10/08/2019 15:15:00	56,25	MANUTENÇÃO MECÂNICA
2019-3484	MTE-0043	30/07/2019 08:00:00	01/08/2019 14:55:00	54,92	MANUTENÇÃO ELÉTRICA
<b>Total</b>				<b>3093,22</b>	

ID_OS	Cod_Tarefa	Desc_Tarefa
2019-3645	225	ALINHAR MOTOR
2019-3671	756	ARRUMAR VÁLVULA
2019-3656	3340	BATER POLIA
2019-3676	483	ENCHER EIXO
2019-2008	935	ENCHER LUVA
2019-1973	232	ENGAXETAR BOMBA

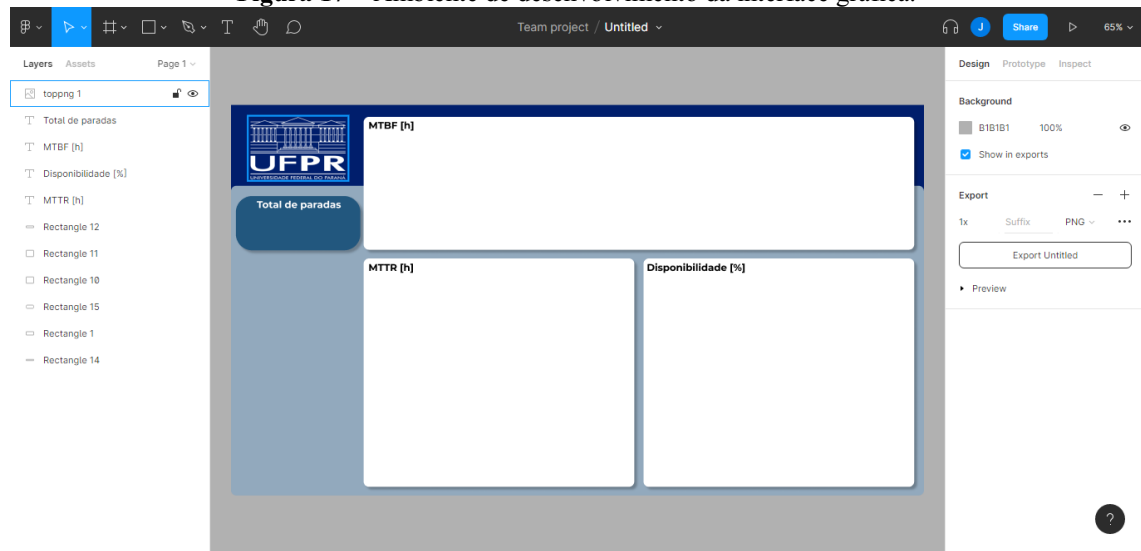
FONTE: Autor (2022)

Para melhor percepção dos dados as tabelas permitem a opção de ordenação por ordem alfabética, crescente ou decrescente, para garantia da liberdade de pesquisa e manipulação dos resultados.

#### 2.4.6. Criação do Dashboard

O processo de criação de *dashboard* tem como etapa final a criação da interface gráfica onde todos os gráficos e filtros serão dispostos, e o desenvolvimento foi realizado com a utilização do aplicativo de edição gráfica Figma (Figura 17).

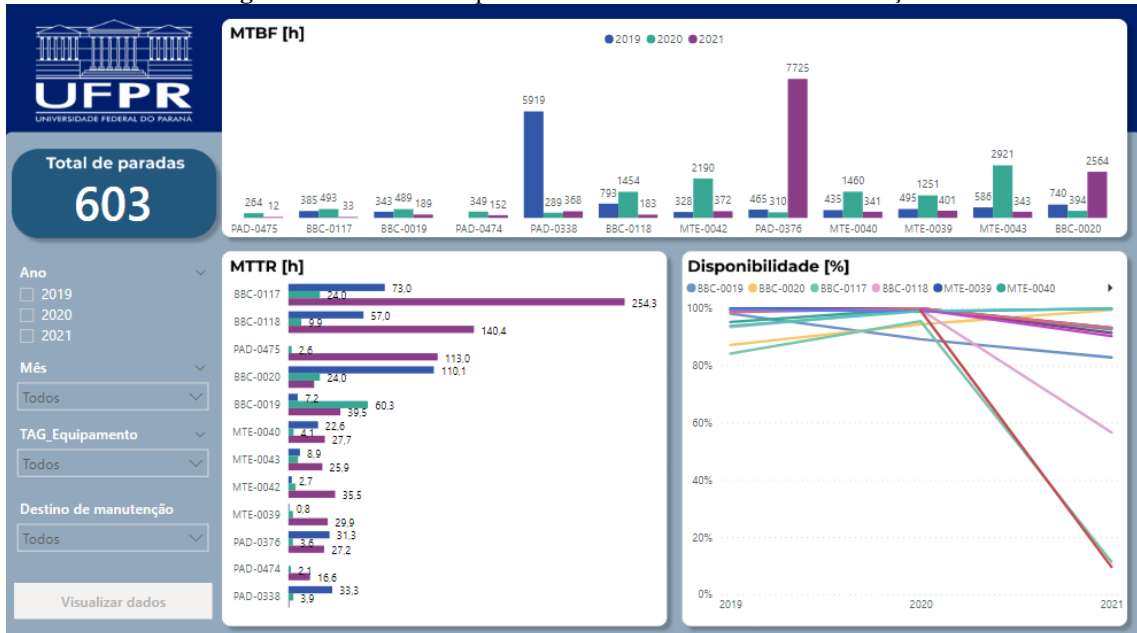
Figura 17 – Ambiente de desenvolvimento da interface gráfica.



FONTE: FIGMA (2022)

Com o layout inserido no *Power BI* em formato de imagem e definido como plano de fundo do *dashboard*, os gráficos e filtros foram posicionados nos seus respectivos lugares e redimensionados para uma melhor harmonia entre os elementos gráficos (Figura 18).

Figura 18 – Dashboard para análise de indicadores de manutenção



FONTE: Autor (2022)

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

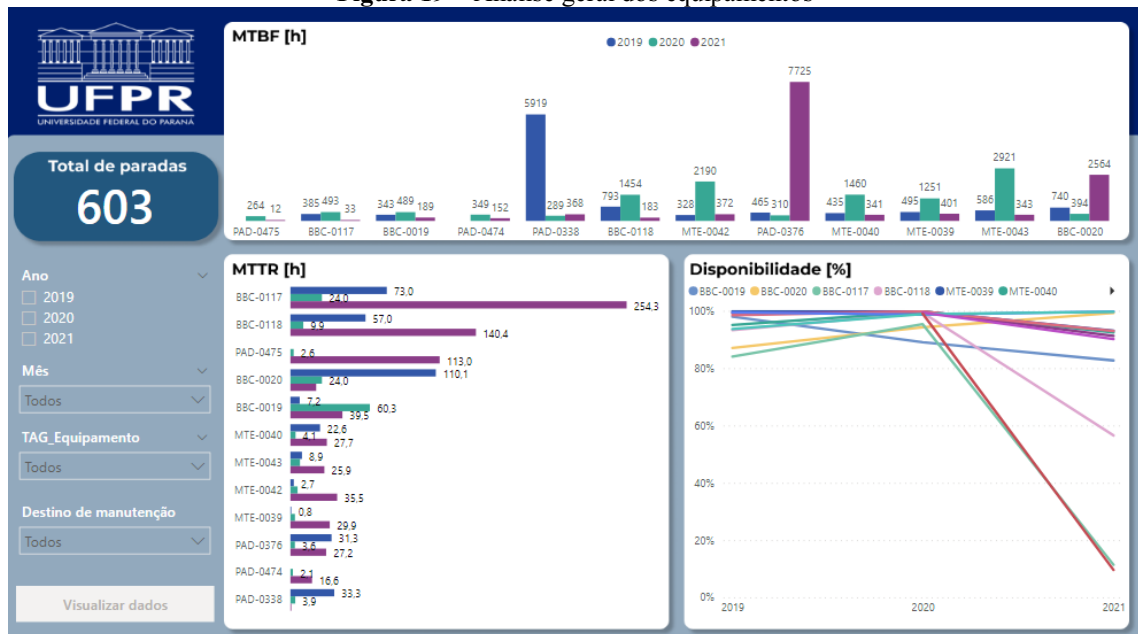
A criação de um dashboard para análise e controle dos indicadores de tempo médio entre falhas, tempo médio para reparo e disponibilidade pode ser visto como resultado principal do trabalho executado. Porém por trás desta primeira impressão reside um fator diferencial para o resultado que é a implementação, não somente de um simples controle fixo, mas sim uma proposta de metodologia para indicadores de manutenção que possa ser aplicada para qualquer tipo de equipamento que passe por processos de manutenção corretiva.

Assim, a aplicação de um modelo de planejamento de processos de manutenção baseando-se em indicadores de criticidade é tida como uma ferramenta para a elaboração de planos de tomada de decisões, como a redução do MTTR, aumento do MTBR e Disponibilidade (FABRO, 2003, p.87)

Nesse sentido, o processo de análise exploratória dos dados realizados no presente trabalho, juntamente com o sistema de filtros dinâmicos implementados ao *dashboard* permite a geração de inúmeros *insights* para um mesmo usuário, sendo assim é possível perceber de maneira intuitiva e prática informações mais complexas.

Já a visualização geral do *dashboard* permite que a atenção do usuário seja levada para os equipamentos que apresentam maior discrepância em seus indicadores. Por exemplo aquele que ficaram com uma disponibilidade muito baixa, como foi o caso do BBC-0117 e PAD-0475 (Figura 19).

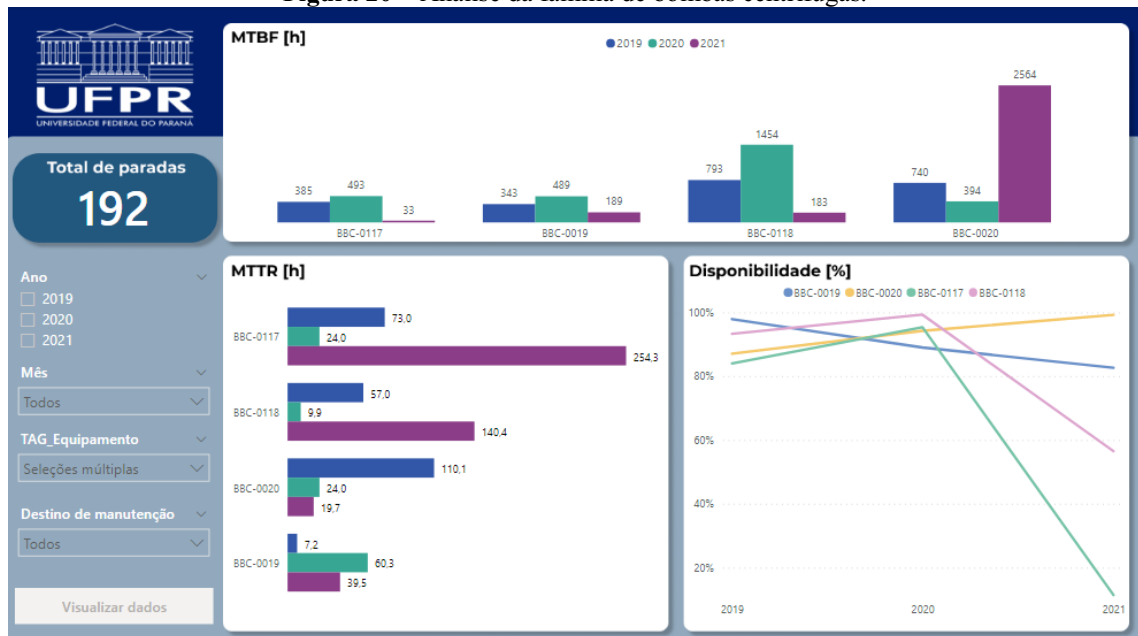
Figura 19 – Análise geral dos equipamentos



FONTE: Autor (2022)

Da análise geral dos dados, conforme apresentado na Figura 18, é possível perceber que a disponibilidade dos equipamentos identificados como BBC-0117 e PAD-0475 está muito baixa quando comparado com os outros itens, desta maneira é intuitivo o questionamento do “por que isto ocorreu?”. Para um aprofundamento da análise foi selecionado primeiramente a família das bombas centrífugas no filtro “TAG\_Equipamento” conforme mostra a Figura 20.

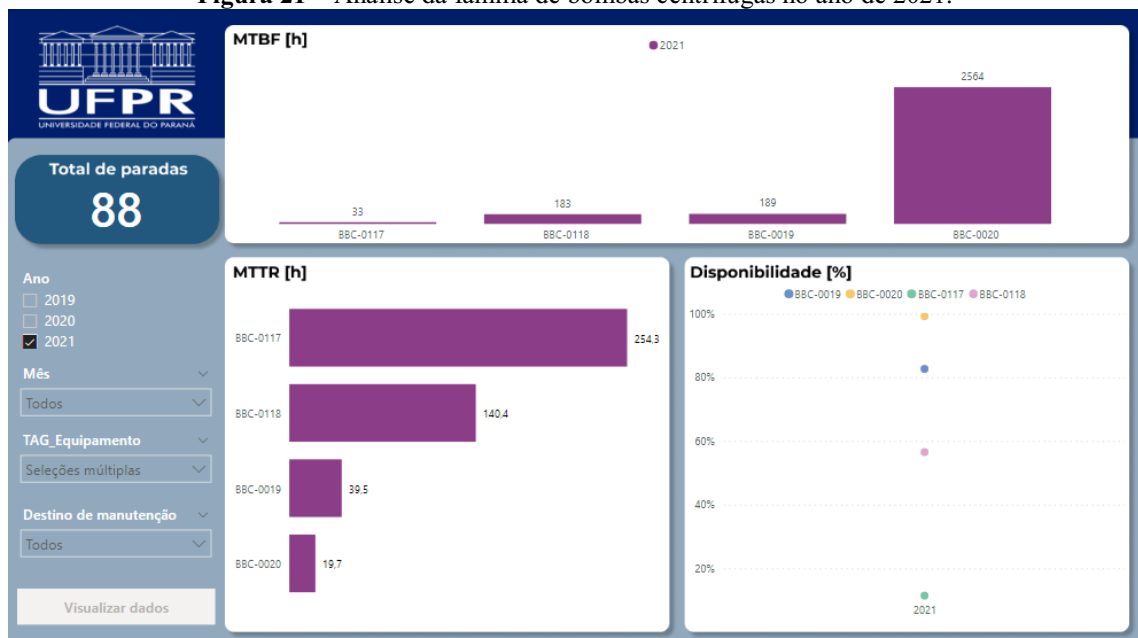
Figura 20 – Análise da família de bombas centrífugas.



FONTE: Autor (2022)

A partir do momento em que aplicou o filtro para análise sobre a família das bombas centrífugas, fica claro que o valor mais discrepante de todos é apresentado ao longo da safra de 2021, possibilitando assim a seleção do período em questão no filtro “Ano” para uma melhor visualização (Figura 21).

Figura 21 – Análise da família de bombas centrífugas no ano de 2021.

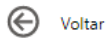


FONTE: Autor (2022)

A partir da definição de FABRO (2003, p.31) que determina o indicador MTTR como a facilidade para realização do processo de manutenção, é possível retirar da análise de aplicação do filtro do ano de 2021 para a família de bombas centrífugas que o equipamento BBC-0117 apresenta o maior tempo médio para reparo das ordens de serviço, sendo assim aproximadamente 13 vezes maior que o valor médio apresentado pelo equipamento BBC-0020.

Desta forma, acima da simples visualização de alguns números, este processo permite que os tomadores de decisões dos setores responsáveis da indústria, retirem diferentes *insights* para análise de toda a família de bombas de uma única vez. Por exemplo, a bomba centrífuga BBC-0117 trabalhou em média 33 horas para apresentar uma falha e ficar em manutenção por um período médio de 254,3 horas, apresentando uma disponibilidade de apenas 11% ; enquanto que o equipamento BBC-0019, que é similar, teve um tempo médio de operação de 189 horas entre suas falhas que duraram em média 39,5 horas para serem corrigidas, apresentando uma disponibilidade de 83%; já o equipamento BBC-0118 teve em média 140,4 horas dedicadas para o reparo das falhas que surgiram, e ficaram disponíveis em média de 183 horas operando entre duas falhas, o que acarretou em uma disponibilidade de 57%.

Assim, a análise intuitiva leva os responsáveis pelo processo a questionarem “o por que?” e “como?” os indicadores do equipamento BBC-0117 estão tão fora do padrão quando comparados com os outros equipamentos da mesma família. Aplicando os filtros de “TAG do equipamento”, e entrando na aba “tabela auxiliar de visualização de dados” o que leva a visualização dos dados brutos apresentados na Figura 22.



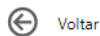
**Figura 22** – Análise das ordens de serviço do equipamento BBC-0117.

ID_OS	TAG_Equip	Data_Abertura	Data_Encerramento	Reparo [h]	Desc_Destino
2021-7764	BBC-0117	13/08/2021 11:20:00	30/03/2022 10:32:01	5495,20	MANUTENÇÃO MECÂNICA
2021-11255	BBC-0117	29/10/2021 16:01:00	19/11/2021 16:30:00	504,48	MANUTENÇÃO MECÂNICA
2021-11449	BBC-0117	03/11/2021 08:45:00	19/11/2021 15:10:00	390,42	MANUTENÇÃO TORNEARIA
2021-6758	BBC-0117	24/07/2021 11:40:00	30/07/2021 14:30:00	146,83	MANUTENÇÃO TORNEARIA
2021-8962	BBC-0117	08/09/2021 11:00:00	13/09/2021 14:30:00	123,50	MANUTENÇÃO MECÂNICA
2021-3421	BBC-0117	27/04/2021 15:10:00	01/05/2021 18:20:00	99,17	MANUTENÇÃO MECÂNICA
2021-11261	BBC-0117	01/11/2021 07:40:00	02/11/2021 11:50:00	28,17	MANUTENÇÃO TORNEARIA
2021-6726	BBC-0117	23/07/2021 15:20:00	24/07/2021 19:30:00	28,17	MANUTENÇÃO MECÂNICA
2021-11260	BBC-0117	01/11/2021 07:40:00	01/11/2021 16:25:00	8,75	MANUTENÇÃO CALDEIRARIA
2021-5882	BBC-0117	05/07/2021 07:50:00	05/07/2021 14:40:00	6,83	MANUTENÇÃO MECÂNICA
2021-10262	BBC-0117	06/10/2021 11:00:00	06/10/2021 16:30:00	5,50	MANUTENÇÃO LUBRIFICAÇÃO
<b>Total</b>				<b>6867,22</b>	

ID_OS	Cod_Tarefa	Desc_Tarefa
2021-8897	1392	APERTAR GAXETA
2021-6726	776	COLOCAR NO LUGAR
2021-11383	592	COLOCAR ÓLEO
2021-12077	592	COLOCAR ÓLEO
2021-2975	1041	DESENTUPIR BOMBA
2021-3421	3978	DESLOCAMENTO PARA SERVIÇO

FONTE: Autor (2022)

Uma vez esses dados organizados de maneira decrescente, fica claro para o usuário que a ordem de serviço de ID 2021-7764 apresentou um tempo para reparo de 5495,20 horas que é aproximadamente 11 vezes maior do que a segunda ocorrência com maior tempo de parada, sendo assim, é natural questionar qual foi a tarefa que deixou um equipamento indisponível por tanto tempo (Figura 23).

**Figura 23** – Análise da família de bombas centrífugas no ano de 2021.

ID_OS	TAG_Equip	Data_Abertura	Data_Encerramento	Reparo [h]	Desc_Destino
2021-7764	BBC-0117	13/08/2021 11:20:00	30/03/2022 10:32:01	5495,20	MANUTENÇÃO MECÂNICA
2021-11255	BBC-0117	29/10/2021 16:01:00	19/11/2021 16:30:00	504,48	MANUTENÇÃO MECÂNICA
2021-11449	BBC-0117	03/11/2021 08:45:00	19/11/2021 15:10:00	390,42	MANUTENÇÃO TORNEARIA
2021-6758	BBC-0117	24/07/2021 11:40:00	30/07/2021 14:30:00	146,83	MANUTENÇÃO TORNEARIA
2021-8962	BBC-0117	08/09/2021 11:00:00	13/09/2021 14:30:00	123,50	MANUTENÇÃO MECÂNICA
2021-3421	BBC-0117	27/04/2021 15:10:00	01/05/2021 18:20:00	99,17	MANUTENÇÃO MECÂNICA
2021-11261	BBC-0117	01/11/2021 07:40:00	02/11/2021 11:50:00	28,17	MANUTENÇÃO TORNEARIA
2021-6726	BBC-0117	23/07/2021 15:20:00	24/07/2021 19:30:00	28,17	MANUTENÇÃO MECÂNICA
2021-11260	BBC-0117	01/11/2021 07:40:00	01/11/2021 16:25:00	8,75	MANUTENÇÃO CALDEIRARIA
2021-5882	BBC-0117	05/07/2021 07:50:00	05/07/2021 14:40:00	6,83	MANUTENÇÃO MECÂNICA
2021-10262	BBC-0117	06/10/2021 11:00:00	06/10/2021 16:30:00	5,50	MANUTENÇÃO LUBRIFICAÇÃO
<b>Total</b>				<b>6867,22</b>	

ID_OS	Cod_Tarefa	Desc_Tarefa
2021-7764	232	ENGAXETAR BOMBA

FONTE: Autor (2022)

Por fim, o ponto final da análise descritiva dos indicadores juntamente com as ordens de serviço é a identificação de qual foi a ocorrência que causou a maior variação na disponibilidade, tempo médio entre as falhas e tempo médio para reparo do equipamento BBC-0117. Como resultado foi a resolução da tarefa de código 232 identificada como “engaxetar bomba”. Assim, com todas essas informações compiladas e colocadas à disposição dos tomadores de decisões das indústrias, fica mais fácil a pontuação e identificação de falhas ou para possíveis correções de processos daquele setor.

Diante do exposto, o modelo apresentado provou ser capaz de levar o usuário a identificar possíveis problemas em seu processo, porém o objetivo principal não é dado pela simples análise exploratória e sim pela implantação do início de um sistema de controle e planejamento de manutenções.

Assim como a análise do equipamento com TAG BBC-0117, todos os indicadores desenvolvidos variam de acordo com o equipamento, período de análise e destino de manutenção, que pode levar a empresa a perceber a necessidade da criação de novos controles qualitativos para o que já foi desenvolvido. A percepção de que um indicador é bom, aceitável ou ruim só pode ser alcançado com o desenvolvimento contínuo dos processos de controle.

Além de identificar quais tarefas afetaram de maneira direta os indicadores, o modelo é capaz de identificar a frequência que um determinado tipo de falhas ocorre, como por

exemplo a necessidade de saber qual foi a incidência de falhas mecânicas para a família dos motores nos anos de 2019, 2020 e 2021 (Figura 24).

**Figura 24** – Análise das falhas mecânicas para família de motores elétricos.



FONTE: Autor (2022)

Com a análise dos gráficos para a família dos motores elétricos (Figura 24), as informações proporcionam o pensamento de que o tempo médio para reparo aumentou para todos os equipamentos da família de motores elétricos no ano de 2021 quando relacionado com o ano anterior, levando a questionamentos sobre o porquê deste comportamento e quais decisões deverão ser tomadas para que os números apresentados se encaixem dentro de um padrão qualitativo.

Além do mais, a criação de *dashboards* com o objetivo de transformação de dados em informações não visa somente a disponibilização de um modelo eletrônico para solucionar possíveis problemas nos inúmeros processos fabris, mas também pode ser utilizado como ferramenta de consulta para o dia-a-dia dos responsáveis pelo controle e planejamentos das manutenções.

Como consequência da implementação desse sistema, os setores serão capazes de responder questionamentos quanto aos equipamentos de maneira assertiva e confiável, como por exemplo, a demonstração dos indicadores para a família das partidas elétricas até o mês

de agosto dos anos de 2019, 2020 e 2021 para comparação do comportamento levando em consideração o período desejado (Figura 25).

**Figura 25** – Indicadores para a família das partidas elétricas até o mês de agosto.



FONTE: Autor (2022)

Essas análises temporais atuam de maneira crucial nos processos de manutenção em ambientes industriais devido a necessidade do acompanhamento de acordo com as datas para execução dos serviços, sendo assim ferramentas de planejamento propiciam uma comparação do executado em anos anteriores para que haja processos de melhorias contínua.

#### 4. CONCLUSÃO

Em virtude dos resultados desenvolvidos no presente trabalho e com base no objetivo inicial do projeto que por sua vez foi o desenvolvimento de uma metodologia para a análise e controle dos indicadores referentes aos processos de manutenção, é possível concluir que o modelo de *dashboard* criado não é restrito apenas a aplicação em ambientes industriais, podendo ser aplicado para qualquer tipo de equipamento que passe por reparos em diferentes ramos de trabalho.

Com a metodologia aplicada e estruturada no software *Power BI* e com a devida implementação ao banco de dados a atualização é realizada de maneira automática, sendo assim o conceito desenvolvido será a porta de entrada para processos de melhorias que utilizam como fonte de informações o processo de desenvolvido neste projeto.

As metodologias de controle de indicadores de manutenção podem ser aplicadas em toda a empresa, a partir do momento em que o mesmo princípio de transformação de dados em informações pode ser aplicado para controle de colaboradores, estoques de materiais, satisfação de trabalhadores, análise de desempenho ou construção de fluxos de caixa, tornando possível a evolução constante dos processos empresariais sem discriminação de setor, aplicação ou objetivo.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Aspectos de comparação de equipamentos, famílias e períodos de tempo são as análises superficiais quando comparado ao potencial de desenvolvimento que o modelo criado proporciona para a empresa, como a percepção da falta de indicadores de custos, empenho de mão de obra, fluxo de retirada de materiais por equipamento e setores, tempo de troca de equipamentos e indicadores de confiabilidade de uso.

A aplicação de modelos de controle de indicadores de performance não fica restrita somente aos setores industriais, sendo assim a criação da cultura de utilização das ferramentas de *Bussines Intelligence* para acompanhamento do desenvolvimento dos processos pode ser aplicada em qualquer setor conte com equipamentos que necessitem de intervenções para realização de manutenção.

A geração de uma base de dados com o processo de ETC claro e definido proporciona o desenvolvimento de relatórios e análises cada vez mais seguras e assertivas, possibilitando também a expansão da visão dos tomadores de decisão para aspectos que não eram levados em considerações ou eram julgados como irrelevantes para o andamento do desenvolvimento da empresa.

A versatilidade garantida pelos modelos de controle e planejamento de indicadores não fica limitada somente aos fatores que circundam os setores de manutenção, garantindo para a empresa a aplicação e criação de modelos com a mesma metodologia de análise exploratória de dados para inúmeros setores que não são vinculados diretamente aos equipamentos.

## 6. REFERÊNCIAS

BATANERO C.; ESTEPA A.; GODINO J.D. **Análisis exploratorio de datos: sus posibilidades en la enseñanza secundaria**. Suma, 9, 25-31. 1991.

BRANCO FILHO, G.B. **Dicionário de termos de manutenção e confiabilidade**. 2 ed. Rio de Janeiro: Ciência Moderna, 2000.

CLARK JR, Thomas D.; JONES, Mary C.; ARMSTRONG, Curtis P. **The dynamic structure of management support systems: theory development, research focus, and direction**. Mis Quarterly, p. 579-615, 2007.

FABRO, Elton et al. **Modelo para planejamento de manutenção baseado em indicadores de criticidade de processo**. 2003.

JUNIOR, Fabio Casarotti; PARRÃO, Juliene Aglio O.; LANGHI, Paula Jurema Piloto. **BUSINESS INTELLIGENCE–DESMISTIFICANDO A CAMADA ETL (EXTRAÇÃO, TRANSFORMAÇÃO E CARGA)**. ETIC-ENCONTRO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA- ISSN 21-76-8498, v. 16, n. 16, 2020.

MARTINS, Ana Patrícia Riberio de Almeida Pires. **A Influência da Manutenção Industrial no Índice Global de Eficiência (OEE)**. Dissertação (Mestrado de Engenharia e Gestão Industrial) — Universidade Nova de Lisboa, 2012.

MEGIOLARO, Marcello Rodrigo de Oliveira. **Indicadores de manutenção industrial relacionados à eficiência global de equipamentos**. 2015. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

MICROSOFT (2022). **O que é Power BI?**.Disponível em: <https://docs.microsoft.com/pt-br/power-bi/fundamentals/power-bi-overview>. Acesso em: 27/04/2022.

MICROSOFT (2022). **Visão geral de Consulta no Power BI Desktop**. Disponível em: <https://docs.microsoft.com/pt-BR/power-bi/transform-model/desktop-query-overview>. Acesso em: 04/05/2022.

MICROSOFT (2022). **Adicionar uma coluna personalizada no Power BI Desktop**. Disponível em: <https://docs.microsoft.com/pt-BR/power-bi/create-reports/desktop-add-custom-column>. Acesso em: 04/05/2022.

MICROSOFT (2022). **Criar relatórios do Power BI para acessibilidade**. Disponível em: <https://docs.microsoft.com/pt-BR/power-bi/create-reports/desktop-accessibility-creating-reports>. Acesso em: 04/05/2022.

PINTO, Alan Kardec; RIBEIRO, Haroldo. **Gestão Estratégica e Manutenção Autônoma**. Rio de Janeiro. ABRAMAN. 2002

SOUZA, J. B. **Alinhamento das estratégias do planejamento e controle da manutenção (pcm) com as finalidades e funções do planejamento e controle da produção (pcp): uma abordagem analítica**. 2008.172p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Tecnológica do Paraná.

VERRI, Luiz Alberto. **Gerenciamento pela Qualidade Total na Manutenção Industrial plicação e Prática**. Rio de Janeiro. Qualitymark. 2012.