

DESENVOLVIMENTO DE DASHBOARD EM POWER BI PARA GESTÃO DE INDICADORES DE MANUTENÇÃO INDUSTRIAL

DEVELOPMENT OF A POWER BI DASHBOARD FOR INDUSTRIAL MAINTENANCE INDICATOR MANAGEMENT

Giovanna Paula Oliveira de Lima

gpol@discente.ifpe.edu.br

Fábio Xavier Lobo

fabio.lobo@pesqueira.ifpe.edu.br

RESUMO

Este trabalho apresenta o desenvolvimento de um dashboard para monitoramento de indicadores da manutenção industrial, utilizando a ferramenta Power BI integrada aos dados provenientes do sistema ERP SAP PM. O modelo foi desenvolvido com o objetivo de centralizar informações anteriormente descentralizadas, padronizar indicadores e ampliar a rastreabilidade dos dados operacionais da manutenção. Foram estruturados indicadores relacionados à confiabilidade, manutenibilidade e desempenho da manutenção, permitindo acompanhamento integrado das informações operacionais. Os resultados evidenciaram maior agilidade no desenvolvimento e acompanhamento dos indicadores, redução da dependência de controles manuais, melhoria na organização das informações e maior suporte à análise e tomada de decisão. Além disso, o modelo apresentou potencial de replicação para diferentes operações industriais com estrutura padronizada de gestão da manutenção.

Palavras-chave: Manutenção Industrial. Power BI. Business Intelligence. Indicadores de Manutenção.

ABSTRACT

This study presents the development of a dashboard for monitoring industrial maintenance indicators using the Power BI tool integrated with data from the SAP PM ERP system. The proposed model was developed to centralize previously decentralized information, standardize indicators, and improve the traceability of operational maintenance data. Data processing included standardization, data typing, inconsistency removal, and table merging using common keys to ensure consistency and reliability of the analyses. Indicators related to reliability, maintainability, and maintenance performance were structured to enable integrated monitoring of operational information. The results demonstrated greater agility in the development

and monitoring of indicators, reduced dependence on manual controls, improved information organization, and enhanced support for analysis and decision-making. In addition, the model showed potential for replication in different industrial operations with standardized maintenance management structures.

Keywords: Industrial Maintenance. Power Bi. Business Intelligence. Maintenance Indicators.

1 INTRODUÇÃO

A manutenção industrial tem evoluído significativamente ao longo das últimas décadas, passando de uma abordagem predominantemente corretiva para uma função estratégica dentro das organizações. Esse avanço está diretamente relacionado à crescente competitividade industrial e à necessidade de maximizar a disponibilidade dos ativos produtivos. De acordo com Kardec e Nascif (2013), a manutenção moderna está associada à confiabilidade, disponibilidade e desempenho dos equipamentos, sendo um fator determinante para a redução de custos operacionais e aumento da produtividade.

Nesse contexto, a Engenharia de Manutenção assume papel fundamental na gestão dos ativos industriais, sendo responsável pelo planejamento, controle e otimização das intervenções. A aplicação de técnicas estruturadas e metodologias específicas permite reduzir falhas, aumentar a vida útil dos equipamentos e garantir a continuidade dos processos produtivos, contribuindo diretamente para os resultados operacionais das organizações.

Para viabilizar essa gestão eficiente, torna-se indispensável a utilização de indicadores de desempenho. Métricas como MTTR (*Mean Time to Repair* – Tempo Médio para Reparo), MTBF (*Mean Time Between Failures* – Tempo Médio Entre Falhas), disponibilidade física e custos de manutenção são amplamente utilizadas para avaliar o comportamento dos equipamentos e a eficiência das ações de manutenção. A norma ABNT NBR 5462 (1994) estabelece conceitos fundamentais de confiabilidade e manutenibilidade, enquanto Tavares (1999) destaca que a utilização sistemática de indicadores é essencial para a transição de uma manutenção reativa para uma abordagem orientada ao desempenho.

Entretanto, muitas organizações ainda enfrentam dificuldades na gestão e consolidação dos dados de manutenção, que frequentemente se encontram dispersos em diferentes fontes, como planilhas, registros manuais e sistemas não integrados. Essa fragmentação compromete a confiabilidade das análises, dificulta o acompanhamento das ordens de serviço e limita a identificação de padrões de falhas e ativos críticos. Segundo Viana (2002), a ausência de padronização e integração das informações reduz a efetividade da gestão da manutenção e impacta diretamente a qualidade da tomada de decisão.

Diante desse cenário, torna-se necessária a utilização de ferramentas capazes de transformar dados operacionais em informações estruturadas e acessíveis. O uso de soluções de *Business Intelligence*, como o Power BI, permite integrar diferentes fontes de dados, automatizar o tratamento das informações e disponibilizar indicadores por meio de *dashboards* interativos. Como resultado, observa-se maior agilidade na análise dos dados, melhoria na visualização dos indicadores e suporte

mais eficiente à tomada de decisão, reduzindo a dependência de processos manuais e aumentando a confiabilidade das informações gerenciais.

Assim, este trabalho tem como objetivo desenvolver um *dashboard* em Power BI para monitoramento de indicadores estratégicos da manutenção industrial, visando apoiar a análise do desempenho dos processos de manutenção, ampliar a rastreabilidade das informações e contribuir para a tomada de decisão.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A manutenção industrial pode ser definida como o conjunto de atividades técnicas e administrativas voltadas a manter ou restaurar as condições de funcionamento dos equipamentos, garantindo que operem dentro dos níveis de desempenho para os quais foram projetados. Nesse sentido, sua atuação não se limita apenas à correção de falhas, mas também à preservação das condições operacionais dos ativos ao longo do tempo. Segundo Xenos (1998), o objetivo da manutenção não é somente restaurar equipamentos, mas assegurar sua capacidade de funcionamento por meio de métodos técnicos e ações gerenciais.

A ausência de uma gestão adequada da manutenção pode gerar impactos diretos no desempenho organizacional, como aumento de falhas, elevação dos custos operacionais, redução da produtividade e menor disponibilidade dos ativos. Nesse contexto, a manutenção deixa de ser apenas uma atividade corretiva e passa a exercer papel relevante no suporte à continuidade operacional e à eficiência dos processos. Dessa forma, a manutenção não deve ser vista apenas como uma atividade de suporte, mas como um elemento que influencia diretamente o desempenho produtivo e financeiro das organizações. Segundo Kardec e Nascif (2013), a manutenção deve estar alinhada aos objetivos estratégicos da empresa, contribuindo para a competitividade por meio do aumento da confiabilidade e disponibilidade dos ativos.

Além disso, a manutenção moderna passou a incorporar atividades de gestão, como planejamento das intervenções, controle de custos, padronização de procedimentos e capacitação das equipes, consolidando-se como uma área essencial para a eficiência operacional. Diante dessa realidade, a manutenção passa a exigir uma estrutura organizacional bem definida, com funções e responsabilidades distribuídas de forma a garantir o planejamento, execução e controle das atividades.

2.1 Estrutura organizacional da manutenção

A organização da manutenção influencia diretamente o desempenho das atividades e a gestão dos recursos. De acordo com Viana (2002), a manutenção deve possuir uma estrutura bem definida, a Figura 1 apresenta um exemplo de estrutura organizacional da manutenção.

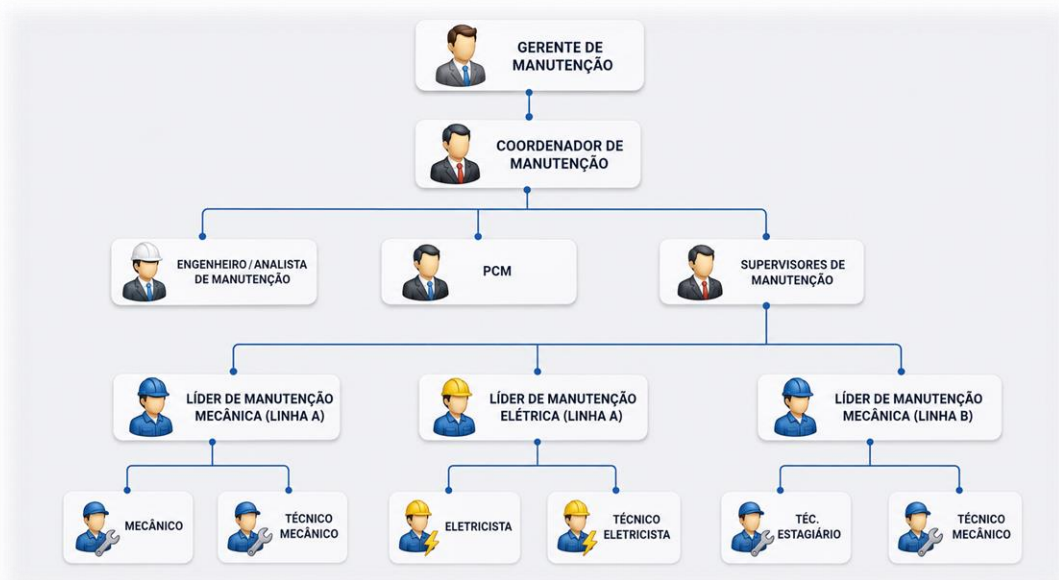
Conforme ilustrado, a manutenção pode ser dividida em três níveis principais:

- Supervisão: responsável pela tomada de decisão no curto prazo, priorização de atividades e garantia da execução dos serviços;
- Planejamento (PCM): responsável por organizar as atividades, controlar indicadores, gerenciar controle das demandas pendentes (*backlog*) e estruturar as ordens de serviço;

- Engenharia de Manutenção: responsável pela análise de falhas, melhoria contínua e aumento da confiabilidade dos ativos.

Essa estrutura permite maior controle das atividades e melhor direcionamento dos recursos, contribuindo para a redução de falhas e melhoria da disponibilidade dos equipamentos.

Figura 1 – Principais cargos na gestão da manutenção



Fonte: Próprio Autor (2026)

2.2 Metodologias e práticas da manutenção

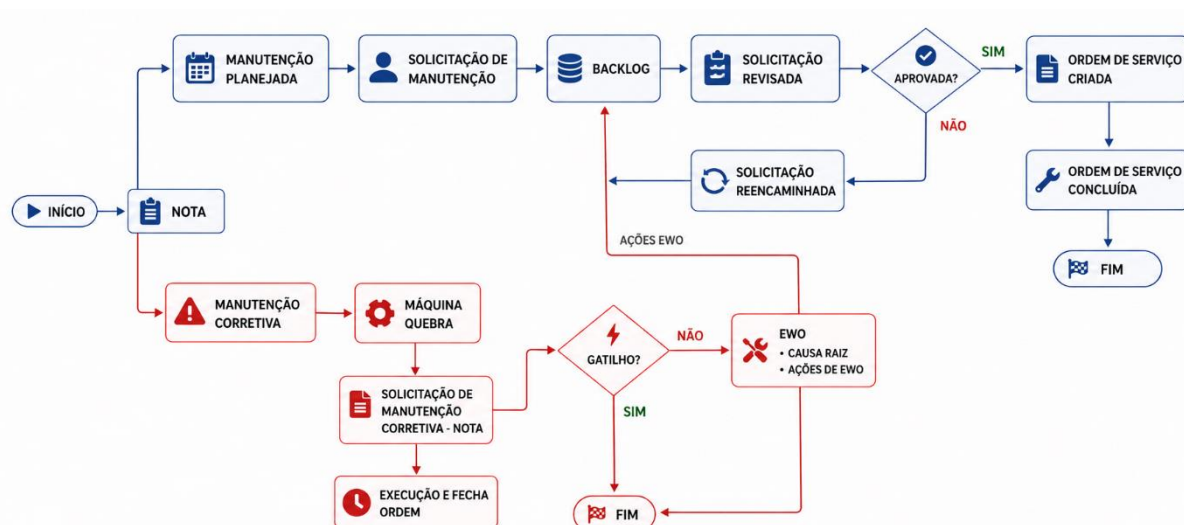
O processo de manutenção industrial é estruturado a partir do registro, planejamento, execução e acompanhamento das intervenções realizadas nos ativos, permitindo rastrear as atividades executadas e gerar informações para monitoramento do desempenho da manutenção.

De forma geral, o processo inicia-se com a identificação de uma necessidade de intervenção, registrada no sistema por meio de uma nota de manutenção. Após análise do Planejamento e Controle da Manutenção (PCM), a solicitação pode ser convertida em uma ordem de serviço (OS), na qual são definidos os recursos e informações necessárias à execução da atividade.

A Figura 2 apresenta o fluxo simplificado de solicitação e execução da manutenção, desde a abertura da nota até o encerramento da ordem de serviço.

Após a execução, os registros das ordens de serviços passam a compor a base histórica da manutenção, sendo posteriormente utilizados para acompanhamento das atividades e construção dos indicadores de desempenho. As notas de serviço também integram o backlog da manutenção, que representa o conjunto de demandas pendentes aguardando planejamento ou execução. Segundo Correia (2022), a utilização do backlog contribui para a organização das atividades, permitindo priorizar intervenções conforme critérios como criticidade, urgência e disponibilidade de recursos.

Figura 2 – Fluxo de solicitação e execução da manutenção



Fonte: Próprio Autor (2026)

2.3 Engenharia de Manutenção e PCM

A Engenharia de Manutenção e o Planejamento e Controle da Manutenção (PCM) desempenham funções complementares na gestão da manutenção industrial, sendo responsáveis pela organização das atividades, planejamento das intervenções e acompanhamento do desempenho dos ativos.

Segundo Viana (2002), o PCM atua no planejamento, programação e controle das atividades de manutenção, sendo responsável pela organização das ordens de serviço, definição de recursos e acompanhamento das intervenções realizadas, contribuindo para maior previsibilidade operacional.

A Engenharia de Manutenção possui atuação voltada à análise do desempenho dos equipamentos e interpretação dos dados gerados pelas atividades executadas, auxiliando na identificação de falhas recorrentes, oportunidades de melhoria e aumento da confiabilidade dos ativos. A atuação integrada entre PCM e Engenharia de Manutenção permite maior organização das demandas e melhor suporte às decisões relacionadas ao planejamento, execução e melhoria contínua da manutenção.

2.4 Indicadores de desempenho na manutenção

A gestão da manutenção industrial depende da utilização de indicadores de desempenho capazes de medir e acompanhar o comportamento dos equipamentos e das atividades de manutenção. Esses indicadores transformam dados operacionais em informações gerenciais, apoiando a tomada de decisão e o monitoramento do desempenho da manutenção.

Os indicadores, também conhecidos como KPI (*Key Performance Indicators*), fornecem informações objetivas sobre o desempenho dos processos, permitindo que decisões sejam baseadas em dados reais e possibilitando a identificação de desvios e oportunidades de melhoria ao longo do tempo (PINTO, 2013). Segundo Kardec e

Nascif (2013), a competitividade das organizações está relacionada à capacidade de manter os ativos operando com menor tempo de parada, envolvendo aumento do tempo entre falhas e redução do tempo necessário para reparos.

Nesse sentido, as ordens de serviço (OS) constituem a principal fonte de dados da manutenção, reunindo registros relacionados ao tipo de intervenção, tempo executado, falhas, recursos utilizados e custos associados. Conforme Viana (2002), a qualidade dessas informações influencia diretamente a confiabilidade dos indicadores e a efetividade do processo de gestão da manutenção.

Entre os principais indicadores utilizados destacam-se o MTBF, MTTR, disponibilidade inerente, backlog, custos de manutenção e tratamento de quebras. O MTBF representa o tempo médio entre falhas de um equipamento, sendo utilizado como indicador de confiabilidade, conforme Equação (1)

$$MTBF = \frac{\text{tempo total disponível} - \text{tempo de reparo}}{\text{número de paradas}} \quad (1)$$

O MTTR corresponde ao tempo médio necessário para realização dos reparos, sendo empregado como indicador de manutenibilidade e eficiência das intervenções, conforme Equação (2).

$$MTTR = \frac{\text{tempo de reparo}}{\text{número de paradas}} \quad (2)$$

A disponibilidade inerente representa a capacidade do equipamento permanecer em operação, relacionando os tempos de funcionamento e reparo, conforme Equação (3):

$$Disponibilidade = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR} \quad (3)$$

Esse indicador permite avaliar de forma integrada a confiabilidade e a manutenibilidade dos ativos, sendo amplamente utilizado para análise do desempenho global dos equipamentos.

O backlog de manutenção representa o volume de atividades pendentes, geralmente expresso em homem-hora, sendo utilizado como suporte ao planejamento das intervenções, conforme Equação (4).

$$Backlog = \frac{HH \text{ pendentes}}{HH \text{ disponível}} \quad (4)$$

Os custos de manutenção representam os recursos empregados na execução das atividades, incluindo mão de obra, materiais, serviços e demais despesas associadas às intervenções. Seu acompanhamento permite avaliar o desempenho econômico da manutenção e apoiar decisões relacionadas à alocação de recursos e definição das estratégias de intervenção. Segundo Kardec e Nascif (2013), a análise desses custos deve estar associada aos indicadores de desempenho da manutenção, permitindo equilibrar confiabilidade, disponibilidade e eficiência operacional, sem comprometer a competitividade da organização

Outro aspecto relevante refere-se à gestão de materiais críticos, frequentemente realizada por meio do Kanban Crítico, utilizado para acompanhar a disponibilidade de

componentes estratégicos e reduzir impactos relacionados à indisponibilidade de peças.

Por fim, o tratamento de quebras, geralmente realizado por meio de ferramentas como EWO (*Emergency Work Order*), permite analisar falhas emergenciais de forma estruturada. Esse processo envolve o registro detalhado da ocorrência, identificação da causa raiz e definição de ações corretivas e preventivas. Segundo Xenos (1998), a análise sistemática de falhas é essencial para a melhoria contínua, pois permite eliminar causas recorrentes e aumentar a confiabilidade dos equipamentos.

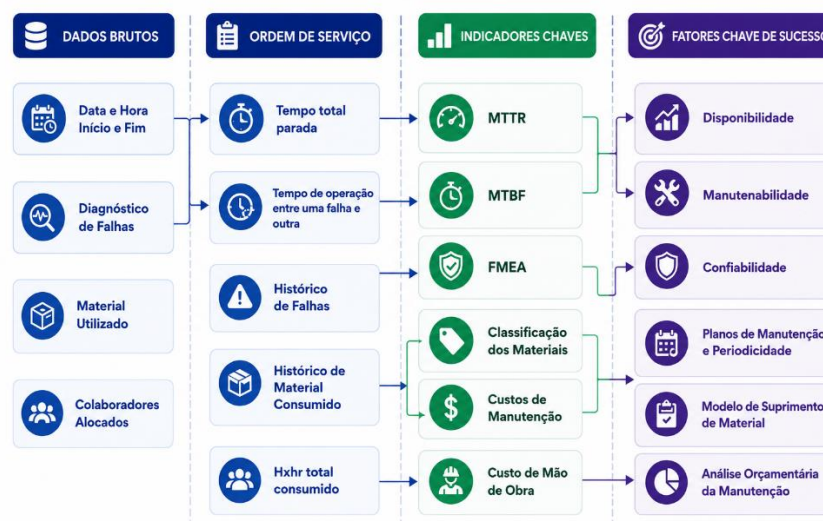
A utilização integrada desses indicadores permite acompanhar o desempenho da manutenção sob diferentes perspectivas, incluindo confiabilidade, manutenibilidade, planejamento e custos, reforçando a importância da organização e estruturação dos dados para suporte às análises da manutenção.

2.5 Dados de manutenção e estruturação da informação

Os registros das ordens de serviço constituem a base para construção dos indicadores da manutenção. Informações registradas nas ordens de serviço, como tempo de parada, histórico de falhas, materiais consumidos e homem-hora empregado, permitem consolidar análises relacionadas ao comportamento dos equipamentos e à execução das intervenções.

Esses registros são normalmente armazenados em sistemas de gestão empresarial ERP (*Enterprise Resource Planning* – Planejamento de Recursos Empresariais), como o SAP PM (*Plant Maintenance* – Planejamento Manutenção), permitindo centralizar informações operacionais e disponibilizar dados históricos para análise da manutenção. A Figura 3 apresenta a relação entre os dados registrados nas ordens de serviço e sua aplicação na construção dos principais indicadores de manutenção. A partir dessas informações, torna-se possível estruturar análises relacionadas ao desempenho dos ativos, custos, planejamento das intervenções e confiabilidade operacional.

Figura 3 – Estruturação dos dados de manutenção para geração de indicadores



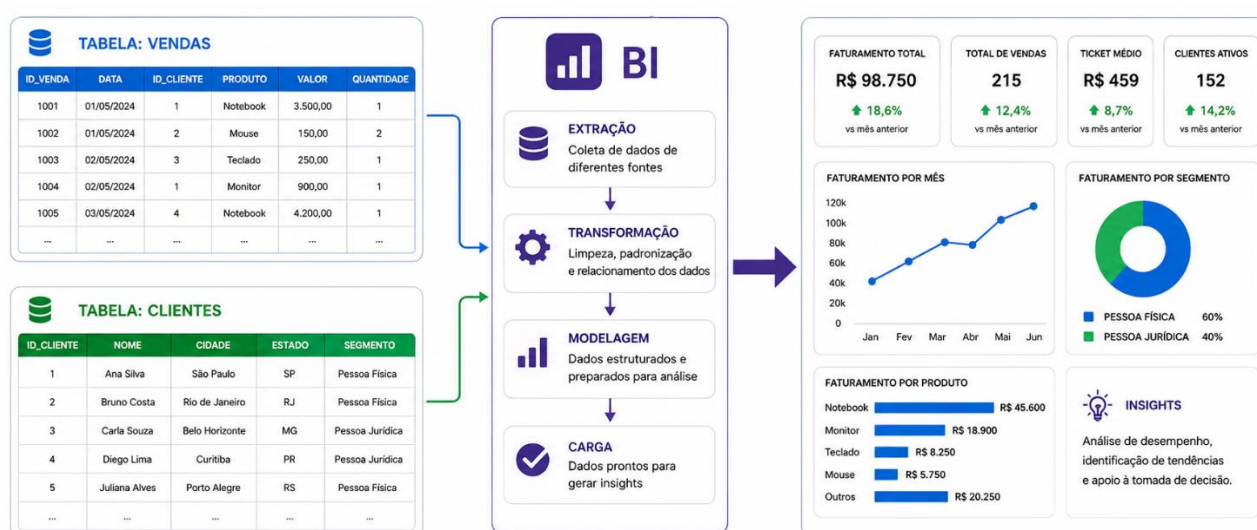
Fonte: Próprio Autor (2026)

2.6 Business Intelligence aplicado à manutenção

O aumento do volume de dados gerados pelas atividades de manutenção tornou a análise das informações um desafio para a gestão industrial. O *Business Intelligence* (BI) consiste em um conjunto de métodos e ferramentas voltados à organização e análise de dados, permitindo transformar registros operacionais em informações estruturadas para apoio à gestão.

De forma geral, o BI realiza a integração e tratamento de dados provenientes de diferentes fontes, organizando as informações para facilitar sua análise. A Figura 4 ilustra esse processo, evidenciando a transformação dos dados brutos em informações consolidadas.

Figura 4 – Processo de transformação de dados em informações por meio de BI



Fonte: Próprio Autor (2026)

Na manutenção industrial, os dados gerados nas ordens de serviço concentram informações relacionadas a falhas, tempo de execução, materiais consumidos, custos e recursos empregados nas intervenções. Quando analisados de forma isolada ou distribuídos em diferentes bases, esses registros dificultam o acompanhamento do desempenho da manutenção.

O *Business Intelligence* (BI) surge como abordagem voltada à organização e integração das informações, permitindo transformar dados operacionais em suporte à tomada de decisão. Segundo Campos (2022), a consolidação de diferentes fontes de dados favorece análises mais consistentes e confiáveis, ampliando a capacidade de interpretação das informações. Assim, a aplicação do BI permite estruturar grandes volumes de dados em informações organizadas, apoiando o acompanhamento de indicadores e a gestão das atividades de manutenção.

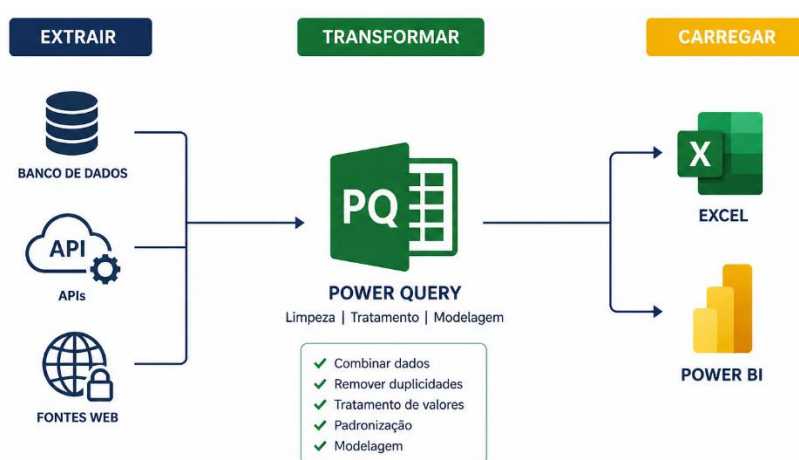
2.7 Power BI como ferramenta de monitoramento

Entre as ferramentas utilizadas para aplicação de Business Intelligence, destaca-se o *Power BI*, plataforma desenvolvida pela Microsoft para consolidação, análise e visualização de dados por meio de painéis interativos. Sua utilização permite reunir

informações provenientes de diferentes fontes em um ambiente único, favorecendo o acompanhamento de indicadores e a interpretação dos dados de forma visual e estruturada.

No ecossistema do *Power BI*, destaca-se o *Power Query*, ferramenta utilizada para extração, transformação e organização dos dados antes da construção das análises. Esse processo envolve a conexão com diferentes bases de dados, padronização das informações, tratamento de inconsistências e organização das tabelas. Para execução dessas etapas, o *Power Query* utiliza a linguagem M, responsável pela estruturação e transformação dos dados de forma automatizada, a Figura 5 apresenta de forma simplificada o fluxo.

Figura 5 – Processo de extração, transformação e carregamento de dados no Power Query



Fonte: Próprio Autor (2026)

Após o tratamento das informações, o Power BI permite consolidar os dados em um ambiente visual de acompanhamento, utilizando a linguagem DAX (*Data Analysis Expressions* - Expressões de Análise de Dados) para construção de cálculos, métricas e indicadores analíticos, favorecendo a interpretação das informações de forma mais acessível.

Considerando esse contexto, o presente trabalho propõe o desenvolvimento, no Power BI, de um modelo padronizado de monitoramento da manutenção, baseado na integração de dados operacionais provenientes do sistema ERP e na construção de indicadores voltados ao acompanhamento da confiabilidade, manutenibilidade, planejamento, custos e gestão dos ativos. A proposta busca estruturar um ambiente único de análise capaz de centralizar informações anteriormente descentralizadas, ampliar a rastreabilidade dos dados e apoiar o processo de acompanhamento das atividades da manutenção industrial.

3 METODOLOGIA

A abordagem da pesquisa é quantitativa, uma vez que utiliza dados reais de manutenção, como ordens de serviço, tempos de intervenção e custos, para cálculo e análise de indicadores de desempenho.

3.1 Padronização e aplicabilidade do modelo

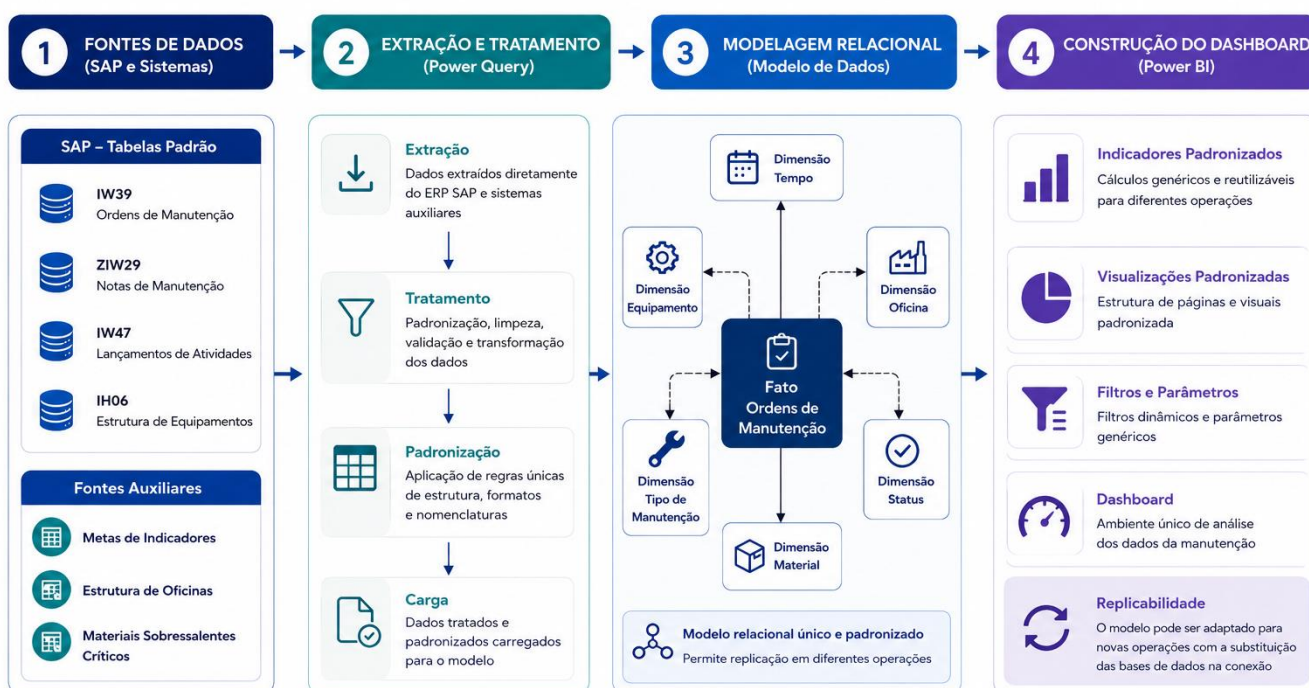
A proposta do *dashboard* foi desenvolvida com base em uma estrutura padronizada de integração dos dados da manutenção, utilizando informações provenientes do sistema ERP SAP e de tabelas auxiliares de apoio. A ideia principal do modelo consistiu em reunir, em um único fluxo de processamento, as etapas de extração, tratamento, modelagem e construção das visualizações utilizadas no acompanhamento dos indicadores da manutenção.

Para isso, foram utilizadas tabelas padrão do SAP relacionadas às ordens de manutenção, notas, lançamentos das atividades e estrutura dos equipamentos, além de tabelas auxiliares contendo metas dos indicadores, estrutura das oficinas e informações de materiais sobressalentes críticos. A Figura 6 apresenta a arquitetura utilizada na construção do modelo, demonstrando o fluxo entre as fontes de dados, o processo de tratamento realizado no Power Query, a modelagem relacional das tabelas e a construção das visualizações no Power BI.

A estrutura foi organizada utilizando relacionamentos e indicadores genéricos, permitindo que a mesma lógica de modelagem pudesse ser aplicada em diferentes operações industriais que utilizam o SAP como sistema de gestão da manutenção. Dessa forma, o modelo foi concebido para permitir adaptação por meio da substituição das bases de dados utilizadas na conexão do sistema, mantendo a mesma estrutura de tratamento, relacionamentos e construção dos indicadores.

Essa abordagem permitiu definir um padrão único para organização das informações da manutenção, servindo como base para as etapas de extração, modelagem dos dados e desenvolvimento das análises apresentadas nas seções seguintes.

Figura 6 – Arquitetura padronizada do modelo de integração dos dados da manutenção



Fonte: Próprio Autor (2026).

3.2 ETL – *Extract Transform Load*

A etapa de tratamento e organização dos dados foi realizada com base no processo de ETL (Extração, Transformação e Modelagem). Nessa fase, foram definidas as fontes de dados, realizada a extração das informações, o tratamento dos dados e a organização das tabelas para posterior análise.

3.2.1 *Extração dos dados*

A extração dos dados foi realizada a partir do sistema ERP da empresa, utilizando o módulo de manutenção do SAP, no qual estão registradas as informações operacionais das atividades de manutenção. Os dados foram obtidos por meio de transações específicas do sistema, sendo as principais:

- IW39: ordens de manutenção;
- IW29: notas de manutenção;
- IW47: lançamentos e confirmações das ordens de serviço;
- IH06: estrutura dos locais de instalação dos ativos.

Além dos dados extraídos do sistema ERP, foram utilizados arquivos auxiliares em formato Excel, contendo informações complementares, como metas de indicadores, classificação das oficinas e controle de materiais críticos. Também foram utilizados dados provenientes da área de controladoria, responsáveis pelo registro dos custos de manutenção, permitindo a análise financeira das atividades executadas.

Após a extração, os dados foram armazenados em ambiente de nuvem, permitindo sua centralização e posterior integração com a ferramenta de análise. O acesso a essas informações foi realizado por meio do Power BI, utilizando o recurso de conexão com fontes externas, especificamente através do Power Query.

Cabe destacar que, por se tratar de dados provenientes de um ambiente industrial real, as informações utilizadas neste estudo possuem caráter confidencial, não sendo possível a divulgação dos dados originais, sendo apresentados apenas resultados consolidados e anonimizados.

3.2.2 *Transformação dos dados*

A etapa de transformação dos dados foi realizada utilizando o Power Query, ferramenta responsável pelo tratamento, padronização e organização das informações extraídas do sistema ERP. Nessa fase, os dados brutos foram ajustados para garantir consistência e adequação para análise. Para automatização dessas transformações, foi empregada a linguagem M para execução sequencial das etapas de tratamento dos dados.

Inicialmente, os dados provenientes do sistema ERP SAP foram importados e consolidados para composição da base analítica do estudo. Em seguida, foram realizadas etapas de padronização, tipagem, remoção de inconsistências e tratamento dos registros, permitindo estruturar as informações para posterior modelagem e construção dos indicadores.

A Figura 9 apresenta exemplos das principais transformações realizadas nas bases utilizadas neste trabalho. Na transação ZIW29, foram executadas operações de seleção de colunas, renomeação de campos, definição dos tipos de dados e

remoção de registros em branco. Na IW39, foi realizada a junção com a ZIW29 por meio da chave comum "Nota", permitindo relacionar as ordens de manutenção às respectivas notas. Na IW47, foram aplicados filtros para remover registros inconsistentes e lançamentos sem tempo de execução válido. Por fim, na tabela METAS_KPI_KAI, foram realizadas operações de tipagem e estruturação dos campos utilizados para comparação entre os indicadores calculados e suas respectivas metas.

A Figura 7 apresenta um exemplo da linguagem M utilizada no Power Query para tratamento dos dados da transação IW29.

Figura 7 – Principais etapas de transformação dos dados realizadas no Power Query

1 ZIW29
Padrão – Seleção, renomeação e filtragem de linhas

```

1 let
2 Fonte = Excel.Workbook(, null, true),
3 Sheet1_Sheet = Fonte[[Item="Sheet1",Kind="Sheet"]][Data],
4 #Cabeçalhos Promovidos = Table.PromoteHeaders(Sheet1_Sheet, [PromoteAllScalars=true]),
5 #Tipo Alterado = Table.TransformColumnTypes(#Cabeçalhos Promovidos,{
6     {"Ordem", Int64.Type}, {"Nota", Int64.Type}, {"GUT", Int64.Type},
7     {"Priorização", Int64.Type}, {"Local de instalação", type text},
8     {"Denominação do objeto técnico", type text}, {"Descrição", type text},
9     {"Romem (H)", Int64.Type}, {"Hora (H)", type number}, {"HM", type number},
10    {"Data da nota", type date}, {"Notificador", type text},
11    {"Trabalho princ...", type text}, {"Exec.pessoa/usuario", Int64.Type},
12    {"Parada", type text}, {"Status do sistema", type text}
13 })),
14 #Linhas em Branco Removidas = Table.SelectRows(
15     #Tipo Alterado, each not List.IsEmpty(List.RemoveMatchingItems(
16         Record.FieldValues(_), {"", null})))
17 in
18 #Linhas em Branco Removidas
        
```

2 IW39
Junção entre tabelas (Consultas Mescladas)

```

1 let
2 Fonte = Excel.Workbook(, null, true),
3 Sheet1_Sheet = Fonte[[Item="Sheet1",Kind="Sheet"]][Data],
4 #Cabeçalhos Promovidos = Table.PromoteHeaders(Sheet1_Sheet, [PromoteAllScalars=true]),
5 #Tipo Alterado = Table.TransformColumnTypes(#Cabeçalhos Promovidos,{
6     {"Ordem", Int64.Type}, {"Local de instalação", type text},
7     {"Denominação do loc.instalação", type text}
8 })),
9 #Consultas Mescladas = Table.NestedJoin(
10     #Tipo Alterado, {"Nota"}, ZIW29, {"Nota"}, JoinKind.LeftOuter),
11 #ZIW29 Expandido = Table.ExpandTableColumn(
12     #Consultas Mescladas, "ZIW29", {"Parada"}, {"ZIW29.Parada"})
13 in
14 #ZIW29 Expandido
        
```

3 IW47
Filtros aplicados

```

1 let
2 Fonte = Excel.Workbook(, null, true),
3 Sheet1_Sheet = Fonte[[Item="Sheet1",Kind="Sheet"]][Data],
4 #Cabeçalhos Promovidos = Table.PromoteHeaders(Sheet1_Sheet, [PromoteAllScalars=true]),
5 #Tipo Alterado = Table.TransformColumnTypes(#Cabeçalhos Promovidos,{
6     {"Ordem", Int64.Type}, {"Criado em", type date}, {"W pessoal", Int64.Type},
7     {"Nome do empregado", type text}, {"Data de início de execução real", type datetime},
8     {"Hora de início de execução real", type time},
9     {"Data real do fim de execução real", type datetime}
10 })),
11 #Outras Colunas Removidas = Table.SelectColumns(#Tipo Alterado,
12     {"Ordem", "Nome do empregado", "Data de início de execução real",
13     "Hora de início de execução real", "Data real do fim de execução real"}),
14 #Linhas Filtradas = Table.SelectRows(#Outras Colunas Removidas,
15     each [Trabalho real] <> ""),
16 #Linhas Filtradas1 = Table.SelectRows(#Linhas Filtradas,
17     each [Trabalho real] >= 0)
18 in
19 #Linhas Filtradas1
        
```

4 METAS_KPI_KAI
Tipagem e inclusão de data

```

1 let
2 Fonte = Excel.Workbook(, null, true),
3 Tabela1_Table = Fonte[[Item="METAS_KPI_KAI",Kind="Table"]][Data],
4 #Tipo Alterado = Table.TransformColumnTypes(Tabela1_Table,{
5     {"META", type number}, {"INDICADOR", type text}, {"SETOR", type text},
6     {"CENTRO TRABALHO", type text}, {"MÉS", type text}, {"ANO", Int64.Type}
7 })),
8 #Data Inserida = Table.AddColumn(#Tipo Alterado, "Data",
9     each DateTime.Date([Data Complete]), type date)
10 in
11 #Data Inserida
        
```

Fonte: Próprio Autor (2026)

As demais tabelas seguiram a mesma lógica de tratamento, priorizando a padronização dos dados e a consistência das informações, sem a necessidade de detalhamento individual, uma vez que os procedimentos adotados foram semelhantes aos apresentados.

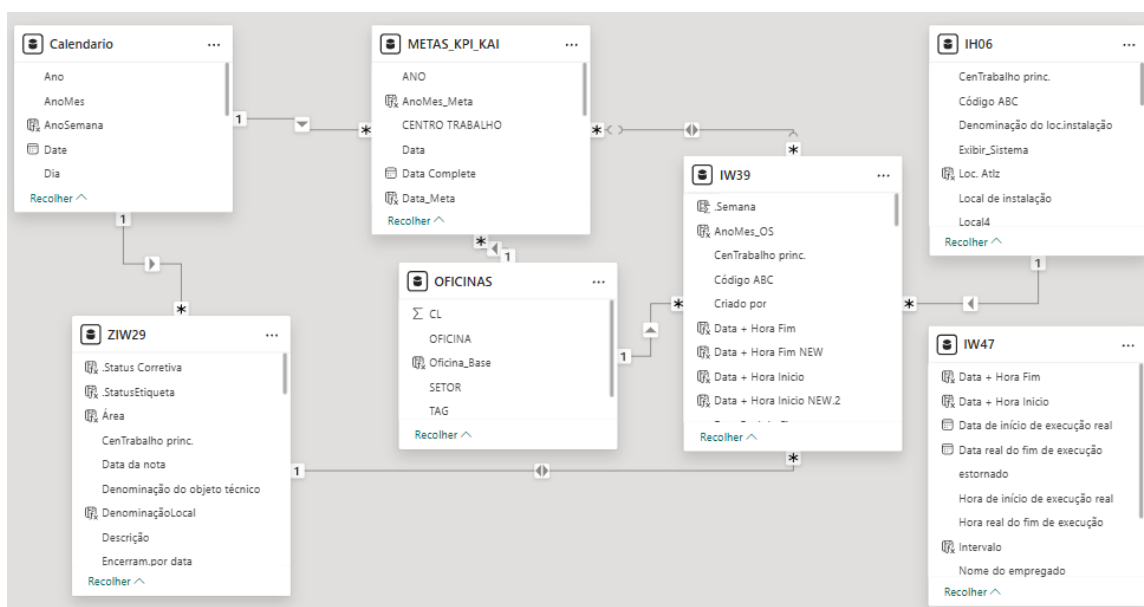
3.2.3 Modelagem dos dados

Após a etapa de transformação, foi realizada a modelagem dos dados no Power BI, com o objetivo de estruturar os relacionamentos entre as tabelas e possibilitar a consolidação das informações utilizadas na construção dos indicadores da manutenção.

O modelo foi organizado a partir de tabelas operacionais e tabelas auxiliares. As tabelas operacionais concentram os dados provenientes do sistema ERP, como ordens de manutenção (IW39), notas de manutenção (ZIW29), apontamentos de execução (IW47) e locais de instalação (IH06). Já as tabelas auxiliares, como Calendário, OFICINAS e METAS_KPI_KAI, foram utilizadas para complementar as análises, permitindo segmentações por período, centro de trabalho e comparação entre os indicadores calculados e suas respectivas metas.

A Figura 8 apresenta a estrutura geral do modelo de dados desenvolvido. A tabela IW39 foi utilizada como tabela central, estabelecendo relacionamentos com as demais tabelas por meio de campos comuns, como número da nota, local de instalação, centro de trabalho e datas. Essa estrutura permitiu integrar informações provenientes de diferentes bases, garantindo consistência nos cálculos e possibilitando análises consolidadas em diferentes níveis de detalhamento.

Figura 8 – Modelagem e relacionamento entre tabelas no Power BI



Fonte: Próprio Autor (2026)

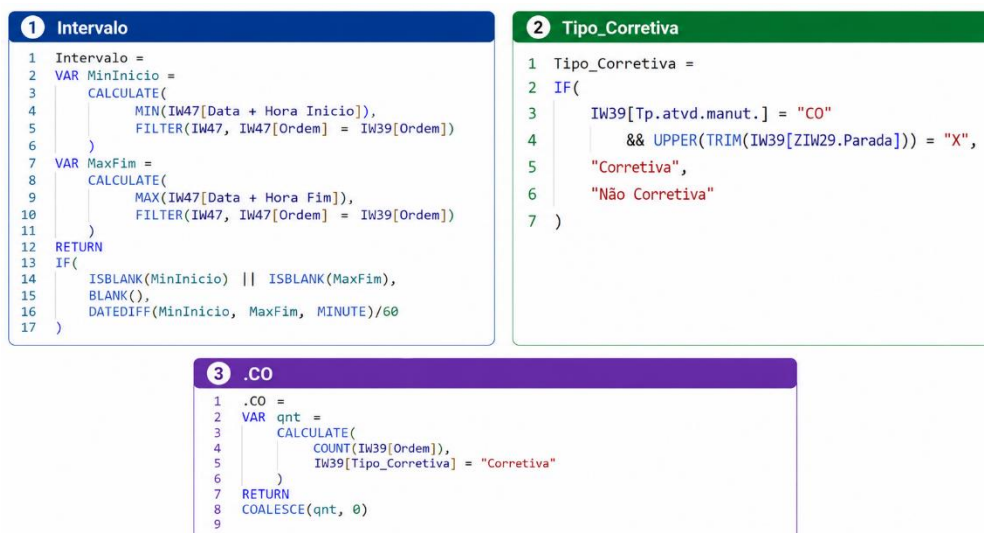
A modelagem adotada possibilitou que as informações fossem compartilhadas entre as diferentes tabelas do modelo, permitindo a construção dos indicadores de forma integrada e reduzindo redundâncias no tratamento dos dados. As demais tabelas auxiliares seguiram a mesma lógica de relacionamento, contribuindo para a organização e confiabilidade das informações utilizadas no *dashboard*.

3.3 Construção dos indicadores

Após a etapa de modelagem dos dados, foram desenvolvidos os indicadores utilizados no *dashboard* por meio da linguagem DAX (Data Analysis Expressions), responsável pela criação de cálculos e medidas analíticas no Power BI. Para isso, foram utilizadas informações provenientes das tabelas do sistema ERP SAP, incluindo dados de notas de manutenção (ZIW29), ordens de serviço (IW39), lançamentos das ordens (IW47), locais de instalação (IH06) e custos da controladoria, além de tabelas auxiliares de calendário, metas, oficinas, sobressalentes críticos e tratamento de falhas.

Inicialmente, foram implementadas medidas responsáveis pela preparação das informações utilizadas nos indicadores de confiabilidade. Nessa etapa, foi calculado o intervalo de execução das ordens de serviço a partir das datas e horários de início e fim das intervenções, bem como a classificação das ordens corretivas válidas e a contagem das falhas consideradas para análise. Essas medidas constituíram a base para os cálculos dos indicadores de desempenho. A Figura 9 apresenta exemplos dessas implementações em linguagem DAX

Figura 9 – Estrutura de preparação dos dados para os indicadores de confiabilidade em linguagem DAX



Fonte: Próprio Autor (2026).

Com base nessas medidas, foram desenvolvidos os principais indicadores relacionados à confiabilidade e manutenibilidade dos ativos, incluindo MTTR, MTBF e disponibilidade inerente. Os cálculos foram automatizados em linguagem DAX, permitindo consolidar os resultados de forma dinâmica para diferentes equipamentos, setores e períodos de análise. A Figura 10 apresenta exemplos dos cálculos implementados.

Além dos indicadores de confiabilidade, também foram desenvolvidas medidas voltadas ao acompanhamento gerencial da manutenção, contemplando a classificação dos status das notas e das ordens de serviço, bem como o cálculo da aderência das atividades executadas. Esses indicadores possibilitaram monitorar o andamento das demandas, acompanhar a programação da manutenção e apoiar o processo de análise operacional. A Figura 11 apresenta exemplos das medidas desenvolvidas.

Além dessas medidas, foram estruturados indicadores destinados ao acompanhamento dos custos de manutenção, tratamento de falhas e gestão de sobressalentes críticos, utilizando dados provenientes da controladoria, do banco de dados de Emergency Work Order (EWO) e da base de materiais críticos. Essas informações foram posteriormente incorporadas às páginas analíticas do dashboard, permitindo integrar diferentes perspectivas da gestão da manutenção em um único ambiente de monitoramento

Figura 10 – Exemplos dos cálculos dos indicadores de confiabilidade em linguagem DAX

1 .MTBF <pre> 1 .MTBF = 2 VAR DataMin = 3 MIN(IW39[Data + Hora Inicio NEW.2]) 4 5 VAR DiasMes = 6 DAY(EOMONTH(DataMin, 0)) 7 8 VAR TempoDisp = 9 DiasMes * 24 10 11 VAR TempoReparoHoras = 12 CALCULATE(13 SUM(IW39[Intervalo]) / 60, -- minutos → horas 14 IW39[Tipo_Corretiva] = "Corretiva" 15) 16 17 VAR Quebras = 18 CALCULATE(19 COUNT(IW39[Ordem]), 20 IW39[Tipo_Corretiva] = "Corretiva" 21) 22 23 RETURN 24 IF(25 Quebras = 0, 26 BLANK(), 27 DIVIDE(28 TempoDisp - TempoReparoHoras, 29 Quebras 30) 31) </pre>	2 .MTTR - KPI <pre> 1 .MTTR - KPI = 2 VAR TempoReparoHoras = 3 CALCULATE(4 SUM(IW39[Intervalo]), 5 IW39[Tipo_Corretiva] = "Corretiva" 6) 7 8 VAR Falhas = 9 CALCULATE(10 COUNT(IW39[Ordem]), 11 IW39[Tipo_Corretiva] = "Corretiva" 12) 13 14 RETURN 15 DIVIDE(TempoReparoHoras, Falhas) </pre>	3 .Disponibilidade <pre> 1 .Disponibilidade = 2 VAR MTBF_Val = [.MTBF] 3 VAR MTTR_Val = [.MTTR - KPI] 4 5 RETURN 6 DIVIDE(7 MTBF_Val, 8 MTBF_Val + MTTR_Val 9) </pre>
--	---	---

Fonte: Próprio Autor (2026).

Figura 11 – Exemplos dos cálculos dos indicadores gerenciais em DAX

1 StatusNota <pre> 1 StatusNota = 2 VAR S = UPPER(TRIM(ZIWI9[Status do sistema])) 3 4 RETURN 5 SWITCH(6 TRUE(), 7 8 -- CANCELADAS / CONCLUÍDAS → NÃO CONTAM 9 S = "MREL MSEN", "Encerrada", 10 S = "MREL MSEN ORDA", "Encerrada", 11 S = "MSSEN", "Encerrada", 12 S = "MSSEN ORDA", "Concluída", 13 14 -- PENDENTES / PLANEJADAS → ENTRAM NA GUT 15 S = "MSPN", "Pendente", 16 S = "MSPR ORDA", "Planejada", 17 S = "MSPR", "Planejada", 18 "Outro" 19) </pre>	2 StatusOS <pre> 1 StatusOS = 2 3 IF(LEFT(IW39[Status do sistema],3) = "LIB", "EXECUÇÃO", 4 IF(LEFT(IW39[Status do sistema],3) = "ENT", "CONCLUÍDA", 5 IF(LEFT(IW39[Status do sistema],3) = "ENC", "CANCELADA", 6 IF(LEFT(IW39[Status do sistema],3) = "ABE", "PLANEJADA"))) </pre>
3 %Aderencia_Conclusao_Mensal <pre> 1 %Aderencia_Conclusao_Mensal = 2 VAR Concluidas = 3 CALCULATE(4 COUNT(IW39[Ordem]), 5 IW39[StatusOS] = "CONCLUÍDA" 6) 7 8 VAR Demandadas = 9 CALCULATE(10 COUNTROWS(IW39), 11 IW39[StatusOS] IN {"PLANEJADA", "EXECUÇÃO", "CONCLUÍDA", "CANCELADA"} 12) 13 14 RETURN 15 DIVIDE(Concluidas, Demandadas) </pre>	

Fonte: Próprio Autor (2026).

3.4 Desenvolvimento do *dashboard*

Após a modelagem dos dados e a construção dos indicadores, foi desenvolvido um dashboard no Power BI com o objetivo de centralizar as informações da manutenção em um ambiente único de monitoramento. A estrutura do sistema foi organizada em módulos funcionais, permitindo acompanhar diferentes aspectos da gestão da manutenção por meio de visualizações interativas e padronizadas.

Inicialmente, foi definido um padrão de filtros para todas as páginas do *dashboard*, contemplando segmentações por oficina, setor, local de instalação, equipamento, criticidade, tipologia de manutenção e período, conforme apresentado na Figura 12. Essa padronização permite que os indicadores sejam analisados sob diferentes

perspectivas operacionais, mantendo consistência entre as páginas e proporcionando maior flexibilidade na consulta das informações.

Figura 12 – Filtros de segmentação utilizados no *dashboard*

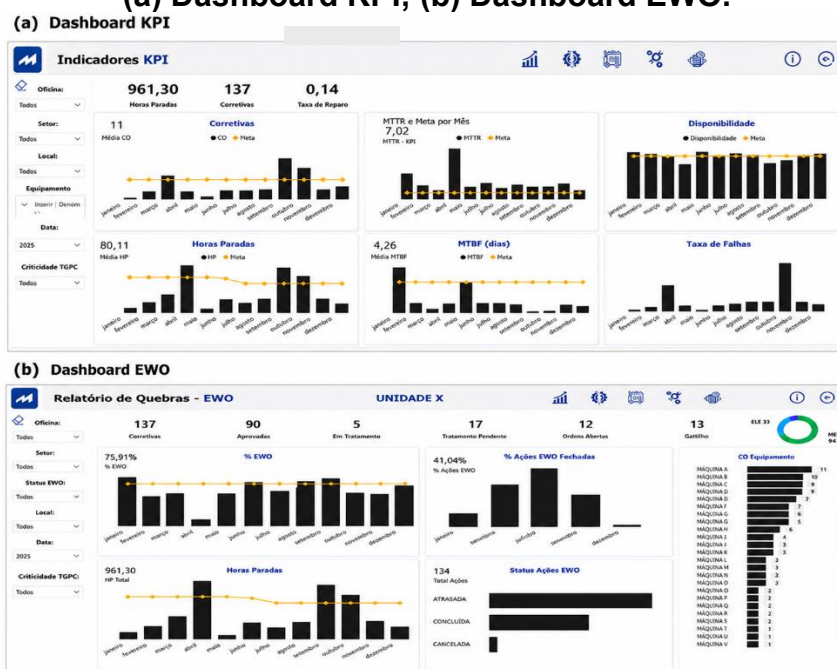
The figure displays five filter panels for different dashboard views:

- KPI:** Oficina (Todos), Setor (Todos), Local (Todos), Equipamento (Inserir Denom), Data (2026), Criticidade TGPC (Todos).
- Backlog:** Oficina (Todos), Setor (Todos), Área (Todos), Local/Equipamento (Todos), Data (Todos), Status Nota (Seleções múltiplas), Tipo de Nota (Todos).
- Programação/Planejamento:** Oficina (Todos), Setor (Todos), Tipologia (Todos), Local (Todos), Data (2026).
- Custos:** Oficina (Todos), Tipo Oficina (Todos), CL (Todos), Local (Todos), Data (2026).
- Kanban Crítico:** Setor (Todos), Oficina (Todos), Data (2026), Componente (Inserir COMP).

Fonte: Próprio Autor (2026).

O primeiro módulo desenvolvido foi destinado ao acompanhamento dos indicadores operacionais da manutenção, reunindo informações relacionadas à confiabilidade, manutenibilidade e gestão das falhas. O painel de indicadores KPI (Figura 13a) consolida métricas como MTTR, MTBF, disponibilidade, quantidade de corretivas, taxa de falhas e horas paradas, permitindo o monitoramento do desempenho dos ativos. Complementando essa análise, o painel EWO (Figura 13b) concentra informações relacionadas ao tratamento das falhas, acompanhamento das ações corretivas e identificação dos equipamentos com maior recorrência de problemas.

Figura 13 – Módulo de indicadores operacionais da manutenção:
(a) Dashboard KPI; (b) Dashboard EWO.



Fonte: Próprio Autor (2026).

Além dos indicadores consolidados, foi implementado um mecanismo de consulta detalhada dos registros operacionais por meio do botão de informação ("i"). Esse recurso permite acessar os dados que originam cada indicador, incluindo ordens de serviço, equipamentos, responsáveis, horas executadas e situação das intervenções, aumentando a transparência das análises e a rastreabilidade das informações utilizadas no processo decisório. A Figura 14 apresenta um exemplo dessa funcionalidade.

Figura 14 – Consulta detalhada dos registros operacionais

Oficina:	Ordem	Local de instalação	Data L	Descrição	Área	Resp.	HP (Min)	Status
Todos	100862731	Linha 01 - Misturador Principal	15/01/2025	Falha no redutor SEW R67 DRN132	MEC	João Silva	720,00	Aprovada
Setor:	100764928	Prensa Hidráulica - Setor A	20/01/2025	Vazamento na bomba hidráulica	MEC	Carlos Lima	360,00	Aprovada
Todos	100917345	Painel Elétrico - Linha 03	25/01/2025	Disjuntor geral desarmando	ELE	Marcos Souza	240,00	Aprovada
Local	100635482	Transportador de Correia 02	28/01/2025	Correia desgastada - substituição	MEC	João Silva	660,00	Tratamento Pendente
Todos	100297641	Compressores - Sala 01	02/02/2025	Válvula de retenção com defeito	MEC	Carlos Lima	180,00	Aprovada
Equipamento	100835769	Elevador de Canecas	05/02/2025	Rolamento do mancal travado	MEC	João Silva	540,00	Tratamento Pendente
Inserir Denom	100176354	Painel de Comando - Linha 02	08/02/2025	Contator queimado	ELE	Marcos Souza	120,00	Tratamento Pendente
Data:	100542876	Caldeira - Sistema de Vapor	10/02/2025	Vazamento na tubulação de vapor	MEC	Carlos Lima	300,00	Aprovada
2025	100918237	Esteira de Alimentação 01	12/02/2025	Motorreductor superaquecendo	MEC	João Silva	90,00	Aprovada
Criticidade TGPC	100647281	Iluminação - Galpão 02	15/02/2025	Lâmpadas queimadas	ELE	Marcos Souza	45,00	Aprovada
Todos	100352619	Bomba Centrífuga - Água Gelada	18/02/2025	Selo mecânico com vazamento	MEC	Carlos Lima	840,00	Ordem Aberta
	100785912	Sistema de Exaustão - Filtro	20/02/2025	Filtro saturado - troca	MEC	João Silva	150,00	Aprovada
	100629374	Painel Elétrico - CCM	23/02/2025	Relé térmico com defeito	ELE	Marcos Souza	135,00	Aprovada
	100413875	Máquina de Embalagem 01	26/02/2025	Sensor de presença inoperante	MEC	João Silva	210,00	Ordem Aberta
	100288549	Ventilador Industrial - Telhado	01/03/2025	Rolamento com ruído excessivo	MEC	Carlos Lima	270,00	Ordem Aberta
	100976315	CLP - Linha 04	04/03/2025	Falha de comunicação	ELE	Marcos Souza	60,00	Aprovada
	100134786	Prensa Mecânica - Setor B	07/03/2025	Embreagem patinando	MEC	João Silva	480,00	Aprovada
	100468291	Sistema Pneumático - Linha 01	10/03/2025	Solenóide queimada	ELE	Marcos Souza	75,00	Galtilho
	100753642	Transportador de Correntes	13/03/2025	Corrente esticada - ajuste	MEC	Carlos Lima	330,00	Aprovada
	100603218	Painel de Força - Linha 05	16/03/2025	Fusível queimado	ELE	Marcos Souza	105,00	Aprovada
	100829175	Separador Magnético	19/03/2025	Correia danificada	MEC	João Silva	300,00	Aprovada
	100239876	Bomba Química - Dosagem	22/03/2025	Diáfagma rompido	MEC	Carlos Lima	420,00	Ordem Aberta
	100647398	Sistema de Resfriamento	25/03/2025	Troca de ventoinha	MEC	João Silva	240,00	Aprovada
	100958374	Iluminação de Emergência	28/03/2025	Bateria descarregada	ELE	Marcos Souza	90,00	Aprovada
	100381756	CLP - Backup	31/03/2025	Substituição de módulo I/O	ELE	Marcos Souza	540,00	Tratamento Pendente
	100712649	Soprador de Ar - Linha 02	02/04/2025	Correia desgastada - troca	MEC	Carlos Lima	360,00	Aprovada
	100895412	Painel de Automação - Linha 06	04/04/2025	Falha no inversor de frequência	ELE	Marcos Souza	720,00	Tratamento Pendente

Fonte: Próprio Autor (2026).

O segundo módulo foi desenvolvido para apoiar as atividades de planejamento e controle da manutenção, sendo composto pelos painéis de programação (Figura 15a), planejamento (Figura 15b) e backlog (Figura 15c). Esses painéis permitem acompanhar a distribuição das ordens de serviço, o homem-hora planejado e executado, a aderência da programação e o volume de demandas pendentes, fornecendo suporte às atividades do Planejamento e Controle da Manutenção (PCM). Assim como no módulo de indicadores, essas páginas também permitem acessar os registros detalhados das ordens por meio do recurso de consulta integrado.

O terceiro módulo reúne os painéis de custos da manutenção (Figura 16a) e de gestão dos materiais sobressalentes críticos (Figura 16b). O painel de custos permite analisar despesas por oficina, local de instalação, tipologia de manutenção e materiais consumidos, enquanto o painel Kanban Crítico possibilita acompanhar a cobertura dos itens estratégicos, identificar necessidades de reposição e avaliar o impacto financeiro dos estoques.

Dessa forma, o dashboard foi estruturado em módulos integrados capazes de consolidar informações operacionais, técnicas e gerenciais da manutenção em um único ambiente analítico. A padronização das visualizações, associada à segmentação dos dados e aos recursos de detalhamento das informações, permitiu organizar o acompanhamento dos indicadores de forma mais estruturada, favorecendo a rastreabilidade dos dados e o suporte às atividades de monitoramento da manutenção.

Figura 15 – Módulo de planejamento e controle da manutenção:
(a) Programação; (b) Planejamento; (c) Backlog.

(a) Dashboard Programação



(b) Dashboard Planejamento



(c) Dashboard Backlog



Fonte: Próprio Autor (2026).

Figura 16 – Módulo de custos e gestão de sobressalentes:
(a) Custos da manutenção; (b) Kanban Crítico.

(a) Dashboard Custos da Manutenção



(b) Dashboard Materiais Sobressalentes Críticos



Fonte: Próprio Autor (2026).

3.5 Análise de dados

Após a construção do *dashboard*, os dados foram examinados de forma integrada, com base nos indicadores definidos para o acompanhamento das atividades de manutenção. O processo considerou informações oriundas das ordens de serviço, tempos de intervenção, registros operacionais, custos e histórico de falhas.

A interpretação das informações ocorreu por meio de segmentações e filtros disponíveis nos painéis, possibilitando a organização dos dados por oficina, setor, equipamento, tipo de manutenção e período avaliado. Indicadores de confiabilidade e manutenibilidade, como MTBF e MTTR, foram utilizados para monitorar o desempenho dos equipamentos e das intervenções executadas.

Adicionalmente, a análise contemplou diferentes dimensões gerenciais, como planejamento, programação, custos de manutenção e gestão de materiais sobressalentes, favorecendo uma visão integrada das atividades acompanhadas pelo PCM, pela Engenharia de Manutenção e pelas lideranças operacionais.

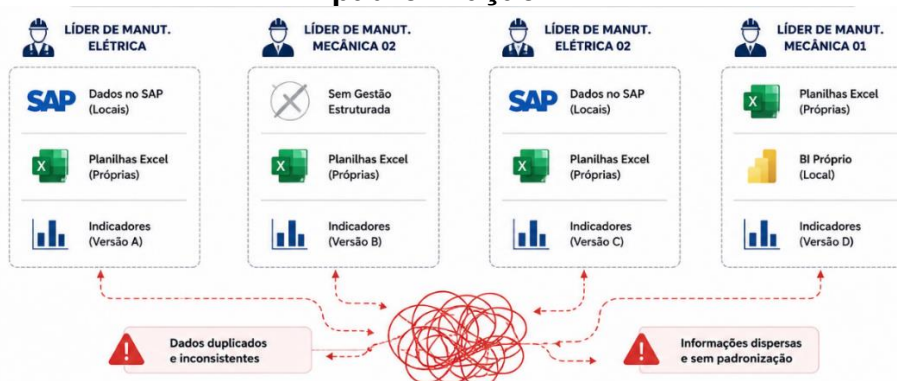
4 RESULTADOS E ANÁLISE

Os resultados apresentados a seguir demonstram os impactos obtidos com o desenvolvimento e aplicação do dashboard proposto para gestão da manutenção industrial. Inicialmente, é caracterizado o cenário existente antes da implementação do modelo, evidenciando as limitações relacionadas à descentralização das informações e à ausência de padronização dos indicadores. Em seguida, são discutidos os resultados alcançados com a centralização dos dados, a utilização dos indicadores no acompanhamento das atividades de manutenção e os benefícios observados para o suporte à tomada de decisão.

4.1 Cenário anterior ao *dashboard*

Antes da implementação do dashboard, a gestão da manutenção era realizada de forma descentralizada, utilizando consultas ao sistema ERP, planilhas eletrônicas e controles desenvolvidos individualmente pelas oficinas e lideranças. Essa estrutura dificultava a padronização dos indicadores, comprometia a rastreabilidade das informações e tornava o processo de consolidação dos dados dependente de atividades manuais, conforme ilustrado na Figura 17.

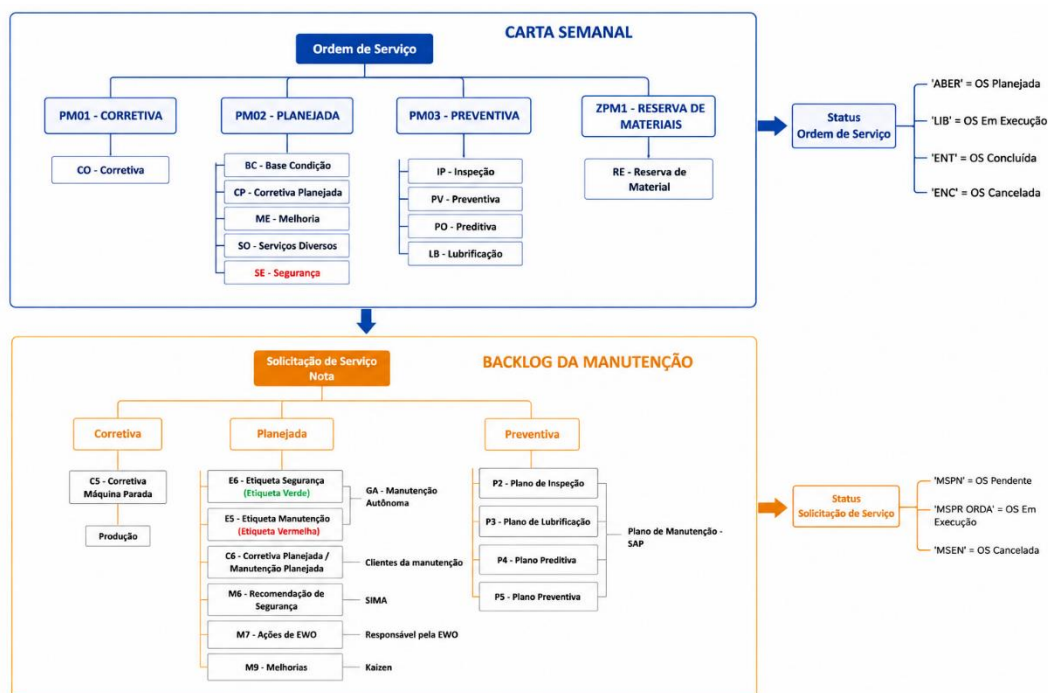
Figura 17 – Estrutura descentralizada da gestão da manutenção antes da padronização



Fonte: Próprio Autor (2026).

Com o objetivo de reduzir essas limitações, foi definida uma padronização para as tipologias de manutenção, classificação das ordens de serviço e solicitações registradas no sistema, estabelecendo critérios únicos para tratamento das informações utilizadas nos indicadores. Essa estrutura serviu como base para organização dos dados e construção do modelo analítico desenvolvido, conforme apresentado na Figura 18.

Figura 18 – Fluxo padronizado das tipologias e classificação das ordens e solicitações de manutenção



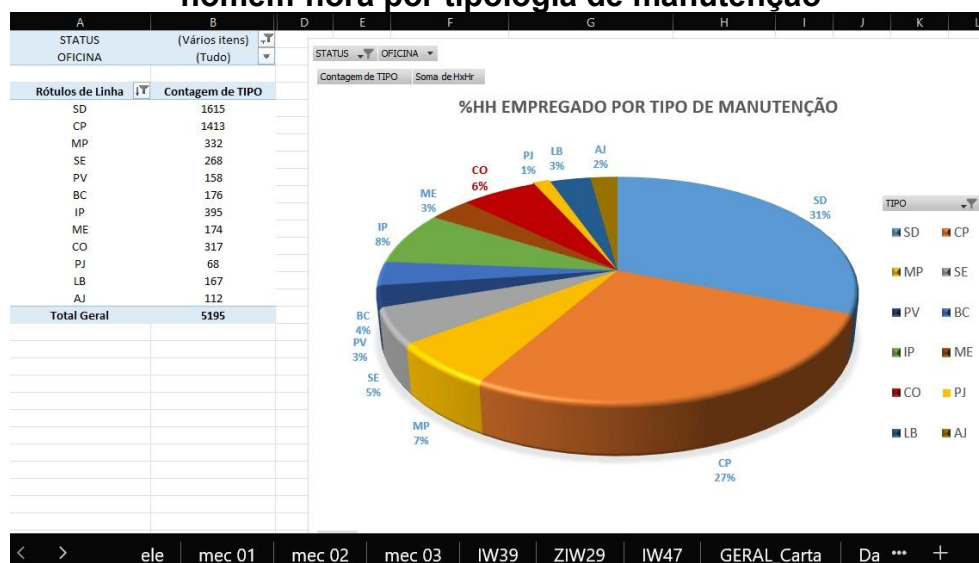
Fonte: Próprio Autor (2026).

Mesmo após a definição desses critérios, a obtenção dos indicadores ainda exigia a consolidação manual de diferentes bases de dados. Informações provenientes de planilhas das oficinas, exportações do sistema SAP e controles complementares precisavam ser tratadas e integradas para geração dos relatórios gerenciais, demandando elevado tempo de processamento e aumentando a possibilidade de inconsistências, como exemplificado na Figura 19.

Após a implementação do modelo proposto, esse processo passou a ser realizado de forma automatizada por meio do *dashboard* desenvolvido em *Power BI*. Os dados passaram a ser consolidados em um único ambiente analítico, permitindo acompanhar indicadores relacionados ao homem-hora, tipologia das intervenções, programação das ordens de serviço e demais informações operacionais sem necessidade de consolidação manual das bases, conforme apresentado na Figura 20.

A implantação dessa estrutura representou a transição de um processo baseado em controles descentralizados para um ambiente integrado de monitoramento, proporcionando maior padronização dos indicadores, rastreabilidade das informações e suporte às análises realizadas pela manutenção.

Figura 19 – Exemplo de consolidação manual de dados para análise do homem-hora por tipologia de manutenção



Fonte: Próprio Autor (2026).

Figura 20 – Visualização automatizada do homem-hora por tipologia de manutenção no dashboard Power BI



Fonte: Próprio Autor (2026).

4.2 Aplicação prática do dashboard na gestão da manutenção

Para demonstrar a aplicação prática do modelo desenvolvido, foi realizada uma análise dos indicadores de confiabilidade e manutenibilidade da oficina mecânica, utilizando o fluxo operacional apresentado na Figura 21. A partir da visualização consolidada dos KPI, foi identificado um comportamento atípico no indicador MTBF durante os meses de fevereiro e março de 2026, indicando aumento da frequência de falhas e redução da confiabilidade dos equipamentos.

Figura 21 – Fluxo de análise dos indicadores da manutenção utilizando o *dashboard*

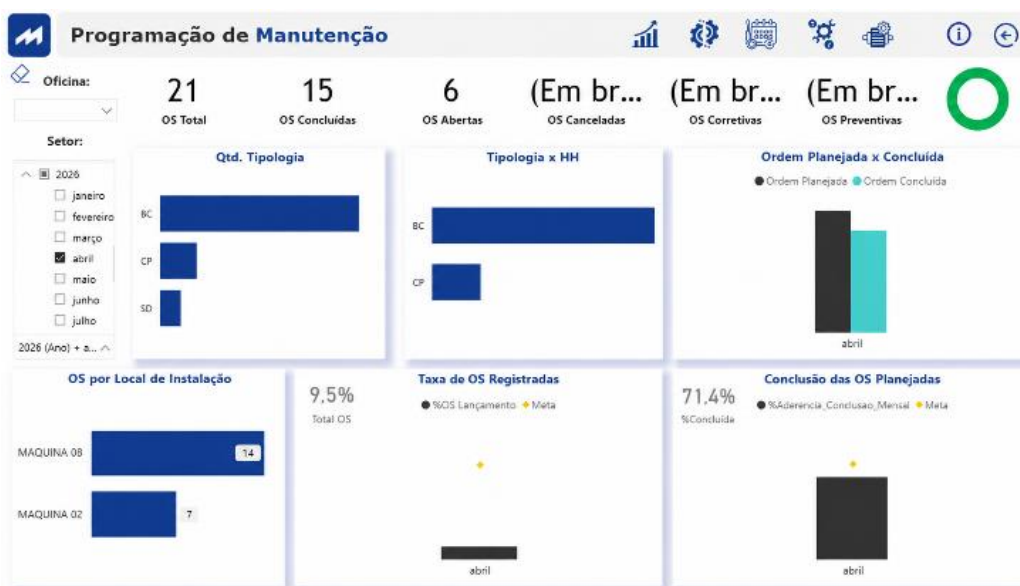


Fonte: Próprio Autor (2026).

O detalhamento dos indicadores permitiu rastrear as ordens de serviço relacionadas às ocorrências e identificar os equipamentos com maior recorrência de falhas, destacando-se a Máquina 08, com três intervenções corretivas, e a Máquina 02, com duas ocorrências no período analisado. A centralização das informações possibilitou realizar essa investigação diretamente no dashboard, eliminando a necessidade de consultas independentes ao sistema ERP e de consolidação manual de planilhas.

Com base nessas informações, a Engenharia de Manutenção direcionou a análise para os equipamentos críticos, avaliando padrões de falha e definindo ações corretivas específicas. Paralelamente, o PCM acompanhou a programação das ordens de serviço, verificando predominância de intervenções corretivas emergenciais, evidenciando um perfil operacional mais reativo da manutenção.

Após a implementação das ações de tratamento das falhas, observou-se alteração no perfil das intervenções, com redução das ordens corretivas e predominância de atividades planejadas do tipo Base Condição (BC), conforme ilustrado na Figura 22. Esse comportamento indica que a utilização integrada dos indicadores contribuiu para direcionar as ações da Engenharia de Manutenção e do PCM, favorecendo o acompanhamento das ocorrências e o planejamento das intervenções.

Figura 22 – Programação após tratativas das falhas identificadas

Fonte: Próprio Autor (2026).

4.3 Benefícios obtidos com a implantação do modelo

A Tabela 1 apresenta uma comparação entre o processo de acompanhamento da manutenção antes e após a implementação do modelo proposto. Observam-se mudanças relacionadas à centralização das informações, redução do tempo de elaboração dos relatórios, padronização dos indicadores e ampliação da rastreabilidade dos dados operacionais.

Tabela 1 – Comparação do processo de gestão da manutenção após a implementação do *dashboard*.

Aspecto	Antes	Após implementação
Fonte de dados	SAP + 7 planilhas auxiliares	Dados integrados diretamente do SAP
Consolidação das informações	Manual	Automático
Tempo de relatório	≈ 3 dias	≈ 20 minutos
Padronização	Crêterios distintos entre oficinas	Crêterio único para todas as oficinas
Rastreabilidade	Dependência de consultas ao SAP	Consulta diretamente no dashboard
Usuários	Uso individual	PCM, Engenharia, Gerência e Líderes
Aplicação	Relatórios pontuais	Auditorias, *RMP e acompanhamento diário

*RMP – Reunião de Performance

Fonte: Próprio Autor (2026).

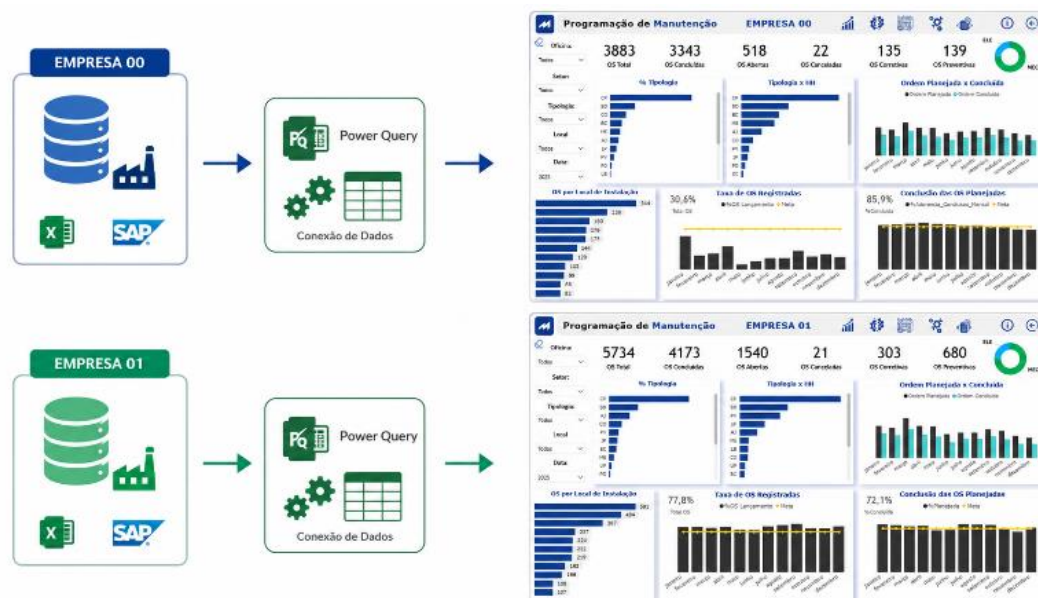
A adoção do modelo transformou um processo baseado em controles descentralizados em um ambiente único de análise, proporcionando maior agilidade na obtenção das informações e padronização dos indicadores utilizados pela manutenção. A integração dos dados provenientes do SAP eliminou a necessidade de controles paralelos e ampliou a rastreabilidade das informações, permitindo que análises anteriormente realizadas em diferentes planilhas fossem executadas diretamente no dashboard.

Além de apoiar as atividades do PCM e da Engenharia de Manutenção, o dashboard passou a ser utilizado em auditorias, reuniões de desempenho (RMP) e acompanhamento das operações, consolidando-se como uma ferramenta de suporte à tomada de decisão. Embora não tenha sido possível comparar indicadores históricos, devido à inexistência de uma base padronizada antes da implantação, o modelo estabeleceu uma estrutura confiável para o monitoramento contínuo da manutenção.

4.4 Potencial de replicação do modelo

A estrutura desenvolvida neste trabalho foi concebida para permitir sua utilização em diferentes operações industriais que utilizam o sistema ERP SAP PM. Conforme ilustrado na Figura 23, a replicação do modelo é realizada por meio da atualização da conexão com a base de dados da operação e da configuração das tabelas auxiliares utilizadas para definição das metas e parâmetros específicos de cada unidade.

Figura 23 – Estrutura de replicação do modelo proposto para diferentes operações industriais



Fonte: Próprio Autor (2026).

A capacidade de replicação foi validada durante a adaptação do dashboard para outra operação da empresa, preservando toda a estrutura de modelagem, indicadores, relacionamentos e visualizações desenvolvidas neste trabalho. Nessa etapa, foram necessários apenas ajustes na origem dos dados do SAP e nas tabelas auxiliares de metas, sem alterações na lógica de tratamento dos dados ou nos cálculos implementados.

Essa característica demonstra que o modelo proposto pode ser facilmente adaptado para outras operações que utilizem o SAP PM ou sistemas capazes de fornecer informações equivalentes, reduzindo o esforço de implantação e favorecendo a padronização dos indicadores e do acompanhamento da manutenção entre diferentes unidades industriais

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho teve como objetivo desenvolver um dashboard em Power BI para o monitoramento de indicadores estratégicos da manutenção industrial, utilizando dados operacionais provenientes do sistema ERP SAP. O modelo desenvolvido permitiu integrar, tratar e consolidar informações da manutenção em um ambiente único de análise, atendendo ao objetivo proposto e proporcionando maior padronização, rastreabilidade e disponibilidade das informações.

Os resultados demonstraram que a utilização de ferramentas de *Business Intelligence* contribuiu para substituir processos descentralizados por uma estrutura integrada de monitoramento, reduzindo o tempo de elaboração dos relatórios gerenciais de aproximadamente três dias para cerca de vinte minutos por oficina e fortalecendo o suporte às atividades do PCM, da Engenharia de Manutenção e das lideranças operacionais. Além disso, o modelo passou a ser utilizado no acompanhamento dos indicadores, auditorias e reuniões de desempenho, consolidando-se como ferramenta de apoio à tomada de decisão.

Outro aspecto relevante refere-se ao potencial de replicação do modelo, cuja estrutura permitiu adaptação para outras operações industriais por meio da atualização das bases de dados e das tabelas auxiliares, preservando a lógica de tratamento, modelagem e construção dos indicadores. Essa característica amplia as possibilidades de aplicação da proposta em diferentes contextos industriais que utilizem sistemas de gestão da manutenção com estrutura de dados equivalente.

Como continuidade deste trabalho, recomenda-se a integração automática entre o sistema ERP e o Power BI, eliminando a necessidade de atualização manual das bases de dados e permitindo a disponibilização das informações em tempo real. Também se sugere a realização de estudos de longo prazo para avaliar quantitativamente os impactos da utilização do dashboard sobre indicadores de desempenho da manutenção.

REFERENCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5462: confiabilidade e manutenibilidade – terminologia**. Rio de Janeiro, 1994.

CAMPOS, Vitor Luís de Araújo. **Business Intelligence aplicado à manutenção de equipamentos de mineração**. 2022. 54 f. Monografia (Graduação em Engenharia de Controle e Automação) – Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2022.

CORREIA, Luan A. P. Duarte. **Aumento de produtividade de mão de obra técnica aplicando o Scrum e técnicas de gerenciamento de backlog na rotina de times de manutenção**. Recife: Instituto de Pós-Graduação (IPOG), 2022.

KARDEC, Allan; NASCIF, Júlio. **Manutenção: função estratégica**. 4. ed. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2013.

PINTO, J. P. **Manutenção *Lean***. 1. ed. Portugal: Lidel Editora, 2013.

TAVARES, Lourival Augusto. **Administração moderna da manutenção**. Rio de Janeiro: Novo Polo, 1999.

VIANA, Herbert Ricardo Garcia. **PCM: planejamento e controle da manutenção**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2002.

XENOS, Harilaus Georgius D'Philipos. **Gerenciando a manutenção produtiva: o caminho para eliminar falhas nos equipamentos e aumentar a produtividade**. Belo Horizonte: Editora DG, 1998.