

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE MINAS
GERAIS - *CAMPUS* BETIM

JEFERSON LUCAS ALEXANDRE

GESTÃO DA MANUTENÇÃO INDUSTRIAL: Implementação de um sistema
computadorizado de gestão de manutenção no setor de injeção de uma indústria
termoplástica – Um estudo de caso

JEFERSON LUCAS ALEXANDRE

GESTÃO DA MANUTENÇÃO INDUSTRIAL: Implementação de um sistema
computadorizado de gestão de manutenção no setor de injeção de uma indústria
termoplástica – Um estudo de caso

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
banca examinadora do curso de Engenharia
Mecânica do Instituto Federal de Educação,
Ciência e Tecnologia de Minas Gerais Campus
Betim, como parte dos requisitos para obtenção do
título de Bacharel em Engenharia Mecânica.

Orientador: Rogerio Eustáquio de Souza

Betim

2026

FICHA CATALOGRÁFICA

A381g Alexandre, Jeferson Lucas

Gestão da manutenção industrial: implementação de um sistema computadorizado de gestão de manutenção no setor de injeção de uma indústria termoplástica – um estudo de caso / Jeferson Lucas Alexandre. – 2026.

55 f. : il.

Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Engenharia Mecânica) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais, Câmpus Betim, 2026.

Orientação: Prof. Me. Rogério Eustáquio de Souza

1. Manutenção industrial. 2. Termoplásticos. 3. Injeção de plásticos. 4. Engenharia Mecânica. I. Alexandre, Jeferson Lucas. II. Título

CDU: 678



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE MINAS GERAIS

Campus Betim
Diretoria de Ensino
Docentes Mecânica

Rua Itamarati - CEP 32677-564 - Betim - MG
3135976360 - www.ifmg.edu.br

ATA DE DEFESA DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Aos 22 dias do mês de julho do ano de 2026, às treze e trinta horas, nas dependências do IFMG – Campus Betim, sala 01, reuniu-se a banca examinadora presidida por mim, Rogério Eustáquio de Souza e demais membros, Jaqueline das Graças Moura Oliveira e Vinícius Maia de Sá. Nesta ocasião o discente **Jeferson Lucas Alexandre** do curso de Bacharelado em Engenharia Mecânica, com registro acadêmico de número 0046974 do IFMG – Campus Betim, defendeu seu Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) intitulado “**GESTÃO DA MANUTENÇÃO INDUSTRIAL: Implementação de um software CMMS - Sistema Computadorizado de Gestão de Manutenção, no setor de injeção de uma indústria termoplástica - Um estudo de caso**” e foi APROVADO, com 70 (setenta) pontos. A sessão foi encerrada às quinze horas. Para constar, eu, Rogério Eustáquio de Souza, redigi a presente ata que, após lida publicamente, foi aprovada e assinada pelos membros da banca examinadora.

Betim, 23 de julho de 2026.



Documento assinado eletronicamente por **Rogério Eustáquio de Souza, Professor**, em 24/07/2026, às 11:06, conforme Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020.



Documento assinado eletronicamente por **Vinicius Maia de Sa, Professor**, em 27/07/2026, às 18:58, conforme Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020.



Documento assinado eletronicamente por **Jaqueline Das Gracas Moura Oliveira, Professora**, em 11/08/2026, às 20:30, conforme Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020.



A autenticidade do documento pode ser conferida no site <https://sei.ifmg.edu.br/consultadocs> informando o código verificador **2818537** e o código CRC **35D93E70**.

23792.000877/2026-74

2818537v1

Dedico este trabalho a minha esposa, filha e aos meus pais.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, a Deus, que fez com que meus objetivos fossem alcançados, durante todos os meus anos de estudos. Ao professor Rogério Eustáquio, por ter sido meu orientador e ter desempenhado tal função com dedicação. Aos meus colegas de curso, com quem convivi intensamente durante os últimos anos, pelo companheirismo e pela troca de experiências que me permitiram crescer não só como pessoa, mas também como formando. E por fim aos amigos, que sempre estiveram ao meu lado, pela amizade incondicional e pelo apoio demonstrado ao longo de todo o período de tempo em que me dediquei a este trabalho.

"O insucesso é apenas uma oportunidade para
recomeçar com mais inteligência." (Henry Ford)

RESUMO

A indústria automotiva de autopeças opera sob rigorosos padrões de qualidade e prazos no sistema Just-in-Time, exigindo altíssima disponibilidade de seus equipamentos. No setor de injeção plástica, considerado o gargalo produtivo, a eficiência da manutenção é o pilar da continuidade operacional. O presente trabalho tem como objetivo apresentar o processo de implementação de um Sistema Computadorizado de Gerenciamento da Manutenção (CMMS) — especificamente o módulo TOTVS Manutenção de Ativos (Linha Datasul) — em uma indústria de grande porte localizada em Betim/MG. O estudo detalha a transição de um modelo de gestão analógico, reativo e baseado em ordens de serviço de papel, para um ecossistema digital integrado e em tempo real. A metodologia aplicada abrangeu a estruturação em categorias da base de dados com a criação de códigos únicos de identificação para os ativos, a parametrização de equipes técnicas e a digitalização do fluxo de trabalho por meio do aplicativo Minha Manutenção. Os resultados demonstram que a integração do CMMS ao ERP corporativo eliminou a latência de informações, automatizou o fluxo de suprimentos com o almoxarifado e viabilizou a apropriação exata dos custos de manutenção. Conclui-se que a substituição de apontamentos manuais por soluções mobile conferiu confiabilidade ao banco de dados, permitindo à engenharia de manutenção calcular indicadores chave (como MTBF, MTTR e disponibilidade Física) com precisão, consolidando a mudança de uma cultura corretiva de apagar incêndios para uma gestão estratégica alinhada aos conceitos da Manutenção 4.0.

Palavras-chave: CMMS; Manutenção Industrial; Injeção Plástica e indicadores de Desempenho

ABSTRACT

The automotive parts industry operates under strict quality standards and tight schedules within the Just-in-Time system, demanding extremely high equipment availability. In the plastic injection sector often the production bottleneck maintenance efficiency is the cornerstone of operational continuity. This study presents the implementation process of a Computerized Maintenance Management System (CMMS) specifically the TOTVS Asset Maintenance module and its associated mobile app, Minha Manutenção – Datasul at a manufacturing plant in Betim, Minas Gerais. The study details the transition from an analog, reactive management model reliant on paper work orders to an integrated, real-time digital ecosystem. The methodology involved structuring the database into categories, creating unique asset identification codes, configuring technical teams, and digitizing workflows. Results show that integrating the CMMS with the Enterprise Resource Planning (ERP) software reduced information latency, automated the supply workflow with the warehouse, and enabled more accurate maintenance cost allocation. Replacing manual data entry with mobile solutions enhanced database reliability, allowing maintenance engineering to precisely calculate key performance indicators such as Mean Time Between Failures (MTBF), Mean Time to Repair (MTTR), and Availability thereby cementing the shift from a corrective culture to strategic management aligned with Maintenance 4.0 concepts.

Keywords: CMMS; Industrial Maintenance; Plastic Injection Molding and Performance Indicators

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 — Tipos de manutenção	22
Figura 2 — Operações industriais	32
Figura 3 — Processo de pesquisa	35
Figura 4 — Processo anterior a implementação	37
Figura 5 — Critério para criação do código de identificação dos ativos	40
Figura 6 — Dados solicitados para cadastro de ativos	41
Figura 7 — Criação da equipe de manutenção	42
Figura 8 — Criação do técnico no sistema.....	43
Figura 9 — Novo fluxo da manutenção	46
Figura 10 — Requisição de peças realizada pelo aplicativo	47

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 — Indicadores mais utilizados pelas equipes de manutenção.....	27
Gráfico 2 — Evolução do MTTR.....	49
Gráfico 3 — Evolução do MTBF.....	50
Gráfico 4 — Evolução da disponibilidade	51

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 — Evolução da manutenção	21
---	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
BI	Business Intelligence (Inteligência de Negócios)
CMMS	Computerized Maintenance Management System (Sistema Computadorizado de Gestão de Manutenção)
EAM	Enterprise Asset Management (Gestão de Ativos Empresariais)
ERP	Enterprise Resource Planning (Planejamento de Recursos Empresariais)
IA	Inteligência Artificial
IoT	Internet of Things (Internet das Coisas)
JIT	Just in Time (Justo a Tempo)
KPI	Key Performance Indicator (Indicador Chave de Desempenho)
MG	Minas Gerais
MTBF	Mean Time Between Failures (Tempo Médio Entre Falhas)
MTTR	Mean Time To Repair (Tempo Médio Para Reparo)
OM	Ordem de Manutenção
OS	Ordem de Serviço
PCM	Planejamento e Controle da Manutenção
RCM	Manutenção Centrada na Confiabilidade
ROI	Retorno Sobre Investimento

LISTA DE SÍMBOLOS

®	Marca registrada
t	Tonelada

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	16
1.1	Justificativa	17
1.2	Colocação do problema	17
1.3	Objetivos	17
1.4	Objetivos específicos	18
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	19
2.1	Gestão da Manutenção	19
2.2	Evolução da Manutenção	19
2.3	Tipos de manutenção	22
2.3.1	Manutenção corretiva	22
2.3.1.1	Corretiva planejada	23
2.3.1.2	Corretiva não planejada	23
2.3.2	Manutenção preventiva	24
2.3.3	Manutenção preditiva	25
2.4	KPIS - <i>Key performance indicators</i>	26
2.4.1	MTBF - <i>Mean time between failures</i>	27
2.4.2	MTTR - <i>Mean time to repair</i>	28
2.4.3	Disponibilidade	29
2.4.3.1	Disponibilidade física	29
2.4.3.2	Disponibilidade inerente	30
2.4.3.3	Disponibilidade operacional	30
2.5	CMMS – <i>Computer maintenance management system</i>	31
3	METODOLOGIA	34
3.1	Caracterização da empresa	35
3.2	Cenário operacional pré-implementação	36
3.3	Escolha do modelo de CMMS	37
3.4	Informações sobre o sistema	38
3.5	Implementação do CMMS	39
3.5.1	Cadastro dos ativos	40
3.5.2	Cadastro dos técnicos	41
3.5.3	Criação automática de ordens de manutenção preventiva	43
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES	44
4.1	Melhorias observadas	44
4.1.1	Redução no tempo de resposta da manutenção	45
4.1.2	Integração com o almoxarifado e compras	46
4.1.3	Histórico e rastreabilidade	47
4.1.4	Melhoria dos indicadores	48
4.2	Dificuldades enfrentadas	51
5	CONCLUSÃO	53

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	55
---	-----------

1 INTRODUÇÃO

A manutenção industrial desempenha um papel essencial para uma boa operação de uma empresa, sendo responsável por assegurar o funcionamento contínuo e eficiente dos equipamentos e sistemas produtivos. Em ambientes industriais cada vez mais automatizados e competitivos, falhas técnicas não representam apenas prejuízos financeiros, mas comprometem a produtividade, a segurança dos trabalhadores e a qualidade dos produtos (KANEKO; NEVES; TABAH, 2022). Dessa forma, a gestão da manutenção tornou-se um campo estratégico, que ultrapassa a simples correção de falhas para atuar na prevenção, monitoramento e melhoria contínua de processos. A evolução das práticas de manutenção acompanhou as transformações tecnológicas da Indústria 4.0. Nesse cenário, destaca-se o papel da gestão do conhecimento e da capacidade absorativa nas equipes de manutenção, que influenciam diretamente na eficiência operacional e na capacidade de inovação (ZYRIANOFF et al., 2021). Além dos aspectos tecnológicos, a manutenção eficaz exige uma abordagem sistemática e estruturada, com o uso de ferramentas de gestão como os indicadores chaves de desempenho (KPI) e softwares especializados. Esses elementos são fundamentais para reduzir custos, aumentar a confiabilidade dos equipamentos e garantir maior controle dos processos produtivos (de FARIA; LONGHINI, 2021). A integração entre ferramentas de *Business Intelligence* (BI) e sistemas de gestão como o Desk Manager® têm sido exploradas para melhorar a visibilidade dos processos e auxiliar na tomada de decisão estratégica (de PAULA; CORRÊA, 2020). Isso demonstra que a gestão da manutenção não pode ser tratada de forma isolada, mas integrada à cultura organizacional e à gestão global da empresa.

Nesse contexto, cabe destacar que o sistema computadorizado de gestão de manutenção (CMMS) atua como uma ferramenta fundamental para a coleta de dados em tempo real. Essa funcionalidade viabiliza a construção de um histórico operacional fidedigno, facilitando a posterior análise, o diagnóstico e o suporte à tomada de decisão, consolidando-se como um elemento indispensável para as diversas rotinas que compõem a gestão da manutenção (MARQUEZ; GUPTA, 2006). A implementação adequada de um CMMS, aliada à exploração plena de

todos os seus requisitos funcionais, reflete diretamente na melhoria da eficácia e da eficiência do setor de manutenção (WIENKER et al., 2016).

Nesse contexto, este trabalho busca analisar, por meio de revisão bibliográfica e estudo de caso, os principais conceitos, metodologias, dificuldades encontradas e benéficos trazidos à gestão da manutenção após a implementação de um sistema computadorizado de gestão de manutenção.

1.1 Justificativa

A escolha do estudo de caso para a implementação de um CMMS justifica-se pela sua importância estratégica para a sustentabilidade operacional das equipes de manutenção, especialmente no contexto de grandes empresas onde o custo de uma máquina parada pode ser muito elevado. A manutenção deixou de ser um setor meramente corretivo e passou a ocupar um papel central na estrutura organizacional, contribuindo para a confiabilidade dos ativos, redução de falhas e controle de custos (KANEKO; NEVES; TABAH, 2022). Nesse sentido, compreender as práticas modernas de manutenção é fundamental para atender às demandas de eficiência e competitividade da indústria atual. A constante evolução tecnológica, impulsionada pelo avanço da Indústria 4.0, impõe novas exigências à manutenção. Diante desse panorama, este trabalho teve seu início pela necessidade da implementação de um CMMS em uma empresa que estava com seu processo de gestão da manutenção atrasada em relação aos seus objetivos.

1.2 Colocação do problema

De que maneira um de CMMS pode contribuir para o aumento da eficiência operacional da manutenção numa indústria de injeção termoplástica?

1.3 Objetivos

O presente trabalho tem como objetivo geral descrever o processo de implementação de um CMMS em uma indústria de injeção termoplástica, bem como analisar os resultados obtidos.

1.4 Objetivos específicos

- a) Realizar um levantamento bibliográfico sobre gestão da manutenção, os tipos de manutenção, os principais indicadores chaves de desempenho (KPI) da manutenção e o que é um CMMS.
- b) Descrever o processo de implementação do CMMS.
- c) Analisar os resultados obtidos após a implementação.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Gestão da Manutenção

A gestão da manutenção é o processo de planejar, organizar, dirigir e controlar os recursos (humanos, materiais, tecnológicos e financeiros) para garantir que os ativos físicos de uma organização como máquinas, equipamentos e infraestrutura operem com o máximo de eficiência, segurança e confiabilidade ao longo de seu ciclo de vida. Na engenharia e na indústria moderna, a gestão da manutenção deixou de ser vista como um simples centro de custos focado em consertar o que quebra, sendo apenas uma manutenção corretiva, mas sim uma função estratégica. No atual contexto de globalização, a capacidade de inovar com agilidade e aplicar melhorias de forma constante tornou-se um requisito fundamental para a sobrevivência das empresas (OTANI; MACHADO, 2008). Conforme apontam Otani e Machado (2008), a manutenção atua hoje como uma peça estratégica dentro das empresas. Por ser a responsável direta por manter os equipamentos disponíveis, uma gestão eficiente dessa área torna-se fundamental para alavancar os resultados e o desempenho geral da organização.

2.2 Evolução da Manutenção

Segundo Kardec e Nascif (2009) a manutenção pode ser dividida em 4 gerações assim como as revoluções industriais.

Na primeira geração no período anterior à segunda guerra mundial, a simplicidade do maquinário e a ausência de pressão econômica por alta produtividade faziam com que a manutenção fosse puramente reativa. As máquinas recebiam apenas cuidados básicos e eram consertadas somente quando quebravam, caracterizando um modelo de manutenção corretiva sem planejamento (KARDEC; NASCIF, 2009).

A segunda geração da manutenção foi moldada pela necessidade de suprir um mercado em alta com pouca mão de obra. Isso tornou as fábricas dependentes de equipamentos complexos e confiáveis. Consequentemente, as intervenções corretivas deram lugar à manutenção preventiva e aos sistemas de controle e

planejamento, visando não apenas evitar paradas, mas também estender a vida útil de ativos cada vez mais caros (KARDEC; NASCIF, 2009).

A terceira geração da manutenção foi marcada pela urgência em evitar paradas na produção. Com a popularização do sistema Just-in-Time e a redução dos estoques, qualquer falha passou a gerar grandes prejuízos financeiros e de qualidade. Para atender a essa nova realidade e às crescentes exigências de segurança e meio ambiente, introduziu-se a manutenção preditiva apoiada pela informática. Apesar desses avanços tecnológicos e do foco na confiabilidade, o período enfrentou o desafio da "mortalidade infantil" dos equipamentos, falhas prematuras causadas pela falta de integração entre as áreas de engenharia, operação e manutenção (KARDEC; NASCIF, 2009).

A quarta geração da manutenção consolidou a confiabilidade como meta principal e a disponibilidade como seu indicador de excelência. Nessa fase, a engenharia de manutenção assumiu um papel estratégico na gestão para garantir a manutenibilidade dos ativos e mitigar as falhas prematuras. Como resultado, houve uma mudança nas estratégias de intervenção: as manutenções preventivas tradicionais perderam espaço para técnicas preditivas e de monitoramento contínuo, a análise de falhas se tornou essencial e a manutenção corretiva não planejada passou a ser fortemente encarada como um sinal de ineficiência (KARDEC; NASCIF, 2009).

Como destaca Machado *et al.* (2023), a concepção de manutenção passou por uma profunda transformação ao longo do tempo. O que antes era uma atividade puramente reativa, focada apenas no conserto após a quebra, evoluiu para as atuais estratégias preventivas, preditivas e prescritivas. Essa mudança de mentalidade prioriza a antecipação de falhas e o monitoramento contínuo dos ativos, garantindo a redução de custos operacionais, o aumento da produtividade e a minimização das paradas não planejadas. Essa evolução ocorreu conforme o quadro 1.

Quadro 1 — Evolução da manutenção

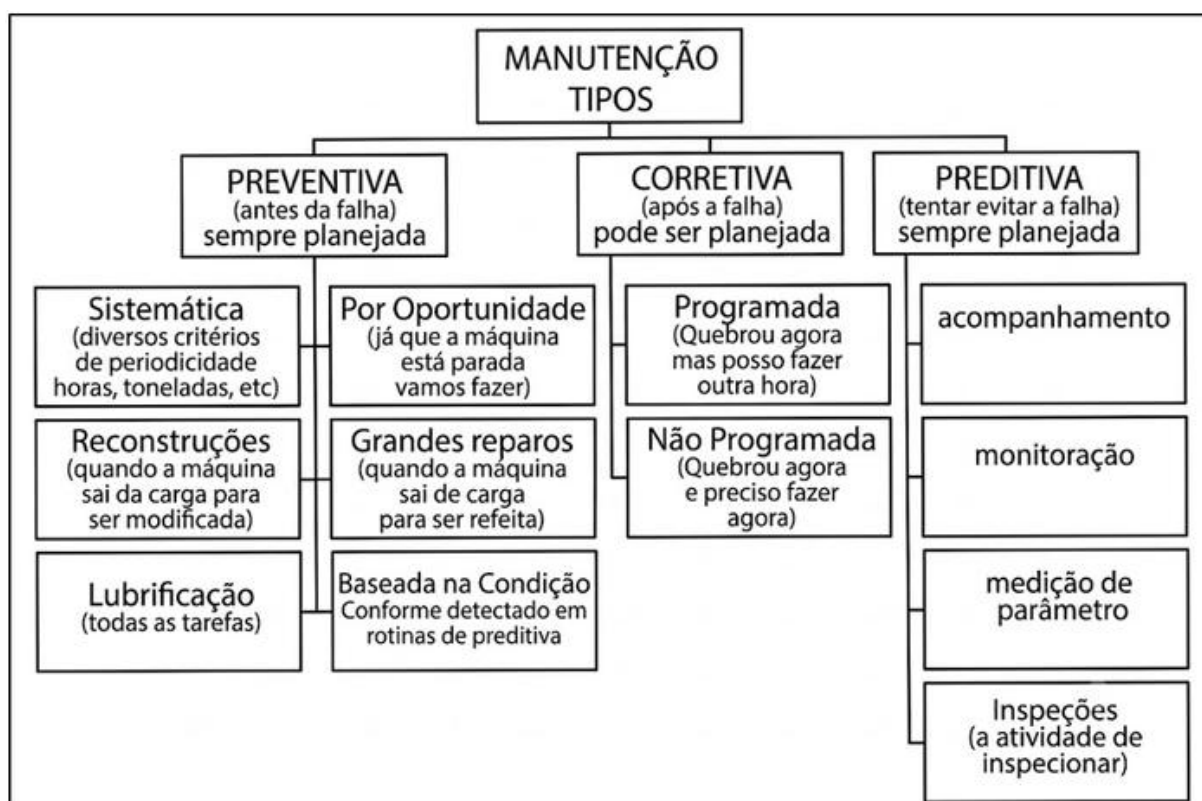
EVOLUÇÃO DA MANUTENÇÃO				
	PRIMEIRA GERAÇÃO	SEGUNDA GERAÇÃO	TERCEIRA GERAÇÃO	QUARTA GERAÇÃO
Aumento das expectativas em relação a manutenção	• Conserto após a falha	• Disponibilidade crescente • Maior vida útil do equipamento	• Maior confiabilidade • Maior disponibilidade • Melhor relação custo benefício • Preservação do meio ambiente	• Maior confiabilidade • Maior disponibilidade • Segurança • Preservação do meio ambiente • Influir nos resultados do negócio • Gerenciar ativos
Visão quanto a falha do equipamento	• Todos os equipamentos se desgastam por causa da idade e por isso falham	• Todos os equipamentos de comportam de acordo com a curva da banheira	• Existência de 6 padrões de falhas • Padrão A - Curva da banheira inicial • Padrão B - Desgaste tradicional • Padrão C - Ascensão gradual sem zona de desgaste distinta • Padrão D - Aumento inicial com uma desaceleração • Padrão E - Falha aleatória • Padrão F - Mortalidade infantil	• Reduzir drasticamente falhas prematuras dos padrões A e F
Mudança nas técnicas de manutenção	• Habilidades voltadas para o reparo	• Planejamento manual das manutenções • Computadores grandes e lentos • Manutenção preventiva por tempo	• Monitoramento da condição • Manutenção preditiva • Análise de risco • Computadores pequenos e rápidos • Softwares eficientes • Grupos de trabalhos multidisciplinares • Projetos voltados para confiabilidade • Contratação por mão de obra e serviço	• Aumento da manutenção preditiva e monitoramento da condição • Minimização nas manutenções preventivas e corretivas não planejadas • Análise de falhas • Técnicas de confiabilidade • Manutenibilidade • Engenharia de manutenção • contratação por resultados

Fonte: Adaptado de Kardec e Nascif (2009).

2.3 Tipos de manutenção

De acordo com Viana (2002), a tipologia da manutenção baseia-se na maneira como as intervenções são conduzidas nos instrumentos de produção. Sob essa ótica, há uma concordância quase unânime quanto a essas classificações. A fim de resumir os conceitos abordados e demonstrar visualmente a subdivisão dessas políticas, a Figura 1 detalha as estratégias de cada tipo de manutenção.

Figura 1 — Tipos de manutenção



Fonte: Adaptado de Branco Filho (2008).

Os principais tipos de manutenção são: corretiva não planejada, corretiva planejada, preventiva e preditiva.

2.3.1 Manutenção corretiva

AA literatura normativa define que a manutenção corretiva é a "manutenção efetuada após a ocorrência de uma pane, destinada a colocar um item em condições de executar uma função requerida" (ABNT, 1994, p. 7).

2.3.1.1 Corretiva planejada

A manutenção corretiva planejada ocorre quando a equipe detecta uma anomalia ou falha potencial (um ruído atípico, um pequeno vazamento, um aquecimento leve), mas o equipamento ainda consegue operar de forma segura e sem comprometer a qualidade do produto.

A partir dessa detecção, que geralmente vem da observação de operadores ou de rotinas de inspeção, a correção não é feita na mesma hora. A intervenção é programada para o momento mais adequado.

Para Viana (2002), a grande diferença aqui é o controle. A equipe de manutenção e a equipe de operação negociam a parada da máquina em um momento que gere o menor impacto produtivo (como um final de semana, uma troca de turno ou durante a espera por matéria-prima). As principais características são:

- a) Otimização de recursos: Antes de desligar o equipamento, o Planejamento e Controle da Manutenção (PCM) tem tempo para separar as peças no almoxarifado, preparar as ferramentas, emitir as permissões de trabalho e designar a mão de obra correta.
- b) Qualidade do serviço: Como os técnicos trabalham sem a pressão de uma linha parada inesperadamente, o reparo é feito em condições mais seguras e com maior precisão técnica, evitando o retrabalho.

A corretiva planejada é considerada uma política aceitável e até estratégica, especialmente para equipamentos cujo custo de monitoramento preditivo seria mais caro do que o próprio reparo.

2.3.1.2 Corretiva não planejada

Também conhecida como manutenção de emergência ou reativa, é a correção da falha que ocorre de forma imprevista. O equipamento sofre uma falha funcional, ou seja, para de trabalhar ou perde sua capacidade de operar com qualidade, exigindo uma intervenção imediata. Nesse cenário, a equipe de manutenção corre atrás do prejuízo, pois a máquina ditou o momento da parada. As principais características são:

- a) Custos elevados: Frequentemente exige a compra de peças em caráter de urgência (o que encarece fretes e preços), além da possível necessidade de pagamento de horas extras aos técnicos de manutenção.
- b) Perda de faturamento: A interrupção súbita afeta diretamente a linha de produção, gerando tempo de inatividade (*downtime*) e atraso nas entregas.
- c) Danos colaterais: Uma quebra abrupta costuma ser catastrófica para o equipamento. A falha de um componente simples, como o travamento de um rolamento, pode empenar um eixo ou destruir um motor elétrico, agravando o problema.
- d) Riscos operacionais: Falhas inesperadas elevam o risco de acidentes de trabalho e de impactos ambientais, como por exemplo os vazamentos de fluidos.

Segundo Kardec e Nascif (2009), esse é o tipo de intervenção que deve ser evitado a todo custo em uma planta, pois os gastos de uma corretiva emergencial costumam ser significativamente maiores do que os de qualquer outra política de manutenção.

2.3.2 Manutenção preventiva

"Manutenção efetuada em intervalos predeterminados, ou de acordo com critérios prescritos, destinada a reduzir a probabilidade de falha ou a degradação do funcionamento de um item" (ABNT, 1994, p. 7).

Diferente da abordagem corretiva, a Manutenção Preventiva foca obstinadamente em evitar que a falha aconteça. Em áreas onde a segurança é o critério máximo, como na aviação, sua aplicação é obrigatória. Contudo, Kardec e Nascif (2009) observam que definir os intervalos de manutenção é um desafio. Faltam dados precisos dos fabricantes e o ambiente de operação influencia fortemente o desgaste. Assim, os planos preventivos devem ser moldados à realidade de cada instalação. A adoção dessa estratégia é altamente recomendada quando há facilidade na troca de peças e quando o custo e o risco de uma falha inesperada são inaceitáveis. Se, por um lado, a preventiva otimiza a gestão ao

prever o uso de recursos e materiais, por outro, ela obriga a interrupção da máquina. Assim podendo ocorrer duas situações diferentes:

- a) Ocorrência de falhas antes de completar o período estimado, pelo mantenedor, para intervenção.
- b) Abertura do equipamento/reposição de componentes prematuramente.

Dessa forma, a viabilidade da preventiva sempre será colocada à prova em equipamentos onde os ganhos com essa parada não compensem as perdas de produção.

2.3.3 Manutenção preditiva

Para otimizar os recursos e aumentar a confiabilidade dos sistemas, a norma define a manutenção preditiva como a:

Manutenção que permite garantir uma qualidade de serviço desejada, com base na aplicação sistemática de técnicas de análise, utilizando-se de meios de supervisão centralizados ou de amostragem, para reduzir ao mínimo a manutenção preventiva e diminuir a manutenção corretiva (ABNT, 1994, p. 7).

De acordo com Kardec e Nascif (2009), a Manutenção Preditiva introduz uma mudança de paradigma fundamental ao utilizar o avanço tecnológico para avaliar equipamentos enquanto produzem. Essa abordagem apresenta as seguintes dinâmicas:

- a) Foco na disponibilidade: O objetivo é prever falhas monitorando parâmetros, evitando paradas desnecessárias e mantendo a máquina operando pelo maior tempo possível.
- b) Intervenção sob medida: A máquina só é desligada quando a sua degradação atinge um limite previamente estabelecido pelo monitoramento.
- c) Preparação: Esse aviso prévio permite a preparação detalhada de mão de obra e peças, além de facilitar a negociação de parada com a equipe de produção.

Em suma, os autores destacam que a função da preditiva é diagnosticar e acompanhar a saúde do equipamento; a intervenção que se segue a esse diagnóstico é, na realidade, uma manutenção corretiva planejada.

Fica evidente que cada tipo de manutenção possui características, custos e impactos operacionais distintos. O grande desafio da engenharia de manutenção é aplicar a estratégia certa, seja ela corretiva, preventiva ou preditiva no ativo certo e no momento adequado, visando a máxima confiabilidade da planta.

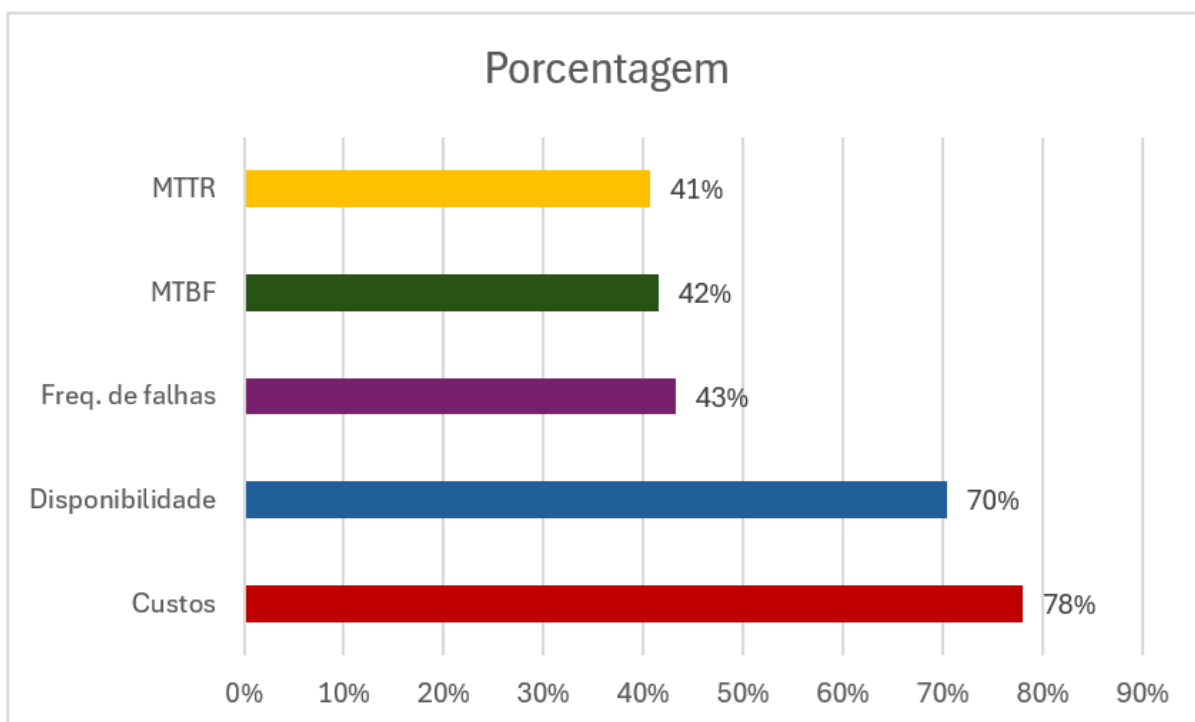
2.4 KPIS - *Key performance indicators*

Indicadores Chaves de Desempenho (KPI) representam o marco de transição entre uma manutenção empírica, baseada na intuição, e uma engenharia de manutenção analítica e orientada a dados. Implementar KPIs não se resume a gerar gráficos; trata-se de uma escolha estratégica para diagnosticar, controlar e otimizar cada etapa dos processos de manutenção. A otimização exige entender o estado atual da operação. A decisão de medir sistematicamente indicadores clássicos fornece um raio-X exato da saúde dos ativos e da equipe.

Dessa forma na manutenção industrial, os indicadores de desempenho são ferramentas de análise e controle essenciais para medir a eficiência das operações e embasar as tomadas de decisão da gestão. Conforme apontam Kardec e Nascif (2009), os indicadores de manutenção consistem em parâmetros objetivos que expressam o desempenho técnico, econômico e operacional dos ativos, viabilizando a avaliação da eficácia das estratégias previamente estabelecidas.

Os mesmos apontam que indicadores isolados, como Tempo Médio Entre Falhas (MTBF) e disponibilidade, focam no equipamento e não medem a real eficiência da equipe. O Tempo Médio de Reparo (MTTR) surge como contraponto essencial por avaliar a agilidade de reparo e a viabilidade de manutenção. Portanto, a avaliação conjunta de todas essas métricas é a estratégia mais recomendada para mensurar a eficiência da manutenção (FOGLIATO E RIBEIRO, 2009). Segundo Branco Filho (2008) o gráfico 1 corresponde os indicadores mais utilizados na manutenção.

Gráfico 1 — Indicadores mais utilizados pelas equipes de manutenção



Fonte: Adaptado de Branco Filho (2008).

2.4.1 MTBF - *Mean time between failures*

É um indicador de manutenção que mede o tempo médio em que um equipamento opera sem apresentar problemas. Quanto maior o Tempo médio entre falhas (MTBF), mais confiável e disponível é a máquina. O indicador MTBF tem a seguinte fórmula:

$$MTBF = \frac{TD - TTR}{P}$$

Onde:

MTBF = Tempo médio entre falhas;

TD = Tempo total de disponibilidade do equipamento;

TTR = Tempo total de reparo durante o período;

P = Quantidade de Paradas (ou quantidade de falhas no período).

Esse índice monitora a resposta do maquinário à manutenção. Um MTBF crescente é positivo, pois comprova a redução de manutenções corretivas e o aumento da disponibilidade do equipamento para a operação (VIANA, 2002).

2.4.2 MTTR - *Mean time to repair*

É um indicador de manutenção que mede o tempo médio que um equipamento, máquina ou sistema leva para ser consertado e voltar a operar normalmente após uma falha. Quanto menor o Tempo Médio Para Reparo (MTTR) melhor o andamento da manutenção, pois os reparos corretivos demonstram ser cada vez menos impactantes na produção. (VIANA, 2002). Para um MTTR preciso, deve-se registrar o tempo exato de detecção, diagnóstico e reparo das falhas. Esse controle permite otimizar os processos de manutenção, reduzindo o tempo de máquina parada e elevando a disponibilidade. O indicador MTTR tem a seguinte formula:

$$MTTR = \frac{TM}{P}$$

Onde:

MTTR = Tempo Médio de Reparo;

TTR = Tempo Total de Reparo durante o período;

P = Quantidade de Paradas (ou quantidade de falhas no período).

A função deste indicador é avaliar a eficiência e a agilidade da equipe de manutenção, bem como a qualidade dos componentes e ferramentas utilizados no reparo (IBM).

2.4.3 Disponibilidade

"Estado de um item caracterizado por ele poder desempenhar uma função requerida, desde que os recursos externos necessários sejam providos" (ABNT, 1994, p. 6).

2.4.3.1 Disponibilidade física

A disponibilidade física representa a métrica mais elementar de desempenho, quantificando o tempo em que um ativo consegue operar livre de falhas. Esse indicador desconsidera paradas programadas, como inspeções, revisões ou ociosidade planejada, refletindo essencialmente o potencial máximo de funcionamento do equipamento com base exclusivo em seu projeto. Embora seja uma ferramenta valiosa para compreender a capacidade ideal da máquina, essa métrica apresenta a limitação de não englobar os desafios e as interrupções inerentes à rotina prática do ambiente operacional. Na literatura de engenharia de manutenção, a fórmula clássica para calcular a disponibilidade Física é expressa da seguinte maneira:

$$DF = \left(\frac{HT - TPM}{HT} \right) \times 100$$

Onde:

DF = Disponibilidade Física (expressa em porcentagem);

HT = Horas Totais (também chamado de Tempo Calendário ou Tempo Base);

TPM: Tempo de Parada para Manutenção (corretivas e preventivas).

Esse cálculo reflete o percentual de tempo em que o equipamento esteve disponível para operação, excluindo o tempo de parada para qualquer tipo de manutenção.

2.4.3.2 Disponibilidade inerente

A disponibilidade inerente, também denominada intrínseca, avança na análise de desempenho ao incorporar o tempo de inatividade exigido pelas manutenções corretivas. Esse indicador é fundamental para mensurar a eficiência das intervenções, pois contabiliza o período em que o ativo está efetivamente apto para operar, livre de falhas. Para sua formulação, utilizam-se duas métricas consagradas da confiabilidade: o Tempo Médio Entre Falhas (MTBF) e o Tempo Médio para Reparo (MTTR). Dessa forma, a disponibilidade inerente proporciona uma visão significativamente mais realista sobre o comportamento operacional do equipamento, podendo ser expressa pela relação:

$$A_i = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR}$$

Onde:

A_i = Disponibilidade inerente;

MTBF = Tempo médio entre falhas;

MTTR = Tempo médio de reparo.

Ao considerar as interrupções inevitáveis provocadas por quebras, essa métrica reflete não apenas a robustez do projeto, mas também a agilidade da equipe na correção dos problemas.

2.4.3.3 Disponibilidade operacional

A disponibilidade operacional consolida-se como a métrica mais abrangente e alinhada à prática industrial, pois contabiliza todos os fatores que impactam diretamente o funcionamento do ativo. Diferentemente das disponibilidades física e inerente, essa variável engloba tanto as manutenções (planejadas e não planejadas) quanto os ajustes operacionais e as interrupções externas, a exemplo de falhas no fornecimento de energia ou problemas na cadeia de suprimentos. Por refletir com

exatidão a complexidade do dia a dia da fábrica, a disponibilidade operacional fornece subsídios indispensáveis para a melhoria contínua, permitindo o mapeamento de gargalos sistêmicos e direcionando ações para a mitigação das perdas de tempo. A fórmula geralmente utilizada para calcular a essa métrica é:

$$DO = \left(\frac{HT - (TPM + TPO)}{HT} \right) \times 100$$

Onde:

DO = Disponibilidade Operacional (expressa em porcentagem);

HT = Horas Totais (tempo de calendário ou tempo planejado);

TPM = Tempo de Parada para Manutenção (soma de todas as manutenções);

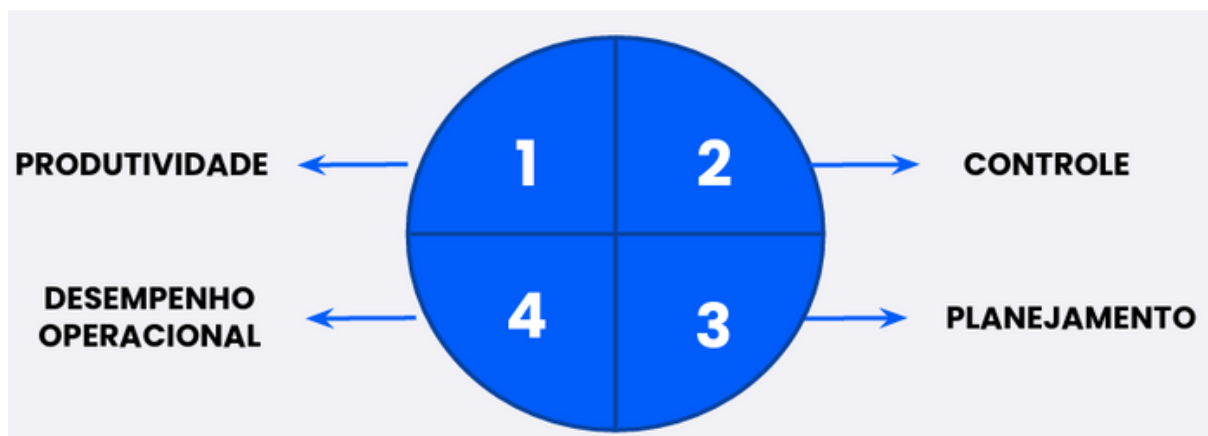
TPO = Tempo de Parada Operacional (soma das interrupções não ligadas à manutenção).

Desse modo, o indicador fornece uma métrica prática e abrangente, refletindo a probabilidade real de o equipamento operar em estrita conformidade com as exigências do sistema produtivo.

2.5 CMMS – *Computer maintenance management system*

Um Sistema Computadorizado de Gestão de Manutenção (CMMS) constitui uma ferramenta tecnológica fundamental para a modernização e eficiência das operações industriais conforme mostrado na figura 2.

Figura 2 — Operações industriais



Fonte: TRACTIAN (2021).

Conforme apontam Flinders e Smalley (2025), o CMMS atua como uma solução de software centralizadora que automatiza e otimiza as principais rotinas de manutenção, documentando atividades e aprimorando os fluxos de trabalho. A evolução destas plataformas permitiu a integração com tecnologias avançadas, como a Inteligência Artificial (IA) e a Internet das Coisas (IoT), transformando a gestão de ativos e permitindo que as organizações rastreiem as suas operações com elevada precisão.

No seu funcionamento diário, o sistema consolida diversas tarefas críticas. Flinders e Smalley (2025) destacam que um CMMS moderno automatiza a gestão de ordens de serviço, desde a solicitação inicial até à conclusão pelo técnico e controla rigorosamente o inventário de peças e ferramentas de reposição. Além disso, estas ferramentas facilitam a transição de um modelo reativo para a manutenção preventiva e preditiva, agendando intervenções automaticamente com base em dados de condição em tempo real e exibindo indicadores de desempenho (KPIs) em painéis visuais (dashboards).

A adoção de um CMMS proporciona vantagens operacionais e estratégicas significativas para as organizações de diversos setores. De acordo com Flinders e Smalley (2025), os principais benefícios desta implementação incluem:

- a) Redução do tempo de inatividade (*downtime*): Através da análise de dados coletados por sensores em tempo real, o sistema auxilia na monitorização do desempenho dos ativos, permitindo a identificação e correção de

pequenas anomalias antes que estas resultem em falhas catastróficas dos equipamentos.

- b) Otimização dos processos de manutenção: A plataforma viabiliza a aplicação da manutenção preditiva, permitindo que os gestores prevejam as condições dos equipamentos e agendem reparações para períodos em que o ativo não esteja em uso, o que prolonga o seu ciclo de vida sem interromper a produção.
- c) Redução de custos operacionais: Ao mitigar falhas inesperadas e automatizar a gestão de inventário, a organização evita a escassez de peças, reduz as compras de urgência dispendiosas e mantém a produtividade em níveis ótimos.
- d) Apoio à tomada de decisão: A centralização das informações fornece aos gestores de instalações dados precisos para otimizar estratégias. Este benefício é ampliado quando o CMMS opera integrado a sistemas ERP (*Enterprise Resource Planning*) e EAM (*Enterprise Asset Management*), cruzando dados técnicos com metas financeiras.
- e) Simplificação de fluxos e mobilidade: A automação reduz as ineficiências em processos complexos. Além disso, plataformas baseadas na *cloud* (nuvem) permitem que os técnicos de campo acessem, editem e compartilhem dados de ordens de serviço através de dispositivos móveis, o que aumenta substancialmente a produtividade e a comunicação da equipe.
- f) Garantia de conformidade: Para setores altamente regulamentados, o sistema mantém registros detalhados e gera trilhas de auditoria abrangentes, reduzindo a probabilidade de falhas humanas que poderiam resultar em penalizações ou multas.

Em suma, a transição de processos de manutenção manuais, dependentes de planilhas, para plataformas CMMS automatizadas permite que as empresas alcancem maiores níveis de confiabilidade, segurança e retorno sobre o investimento nos seus ativos físicos.

3 METODOLOGIA

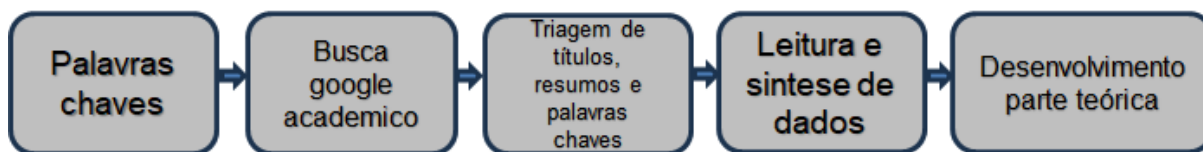
A metodologia utilizada para a elaboração do trabalho foi estudo de caso, por se tratar de um método adequado para a investigação padronizada de fenômenos. Segundo Yin (2015), o estudo de caso possibilita compreender em profundidade questões complexas e responder às perguntas como e por que determinados processos ocorrem, a partir da utilização de múltiplas fontes de evidência e de um protocolo de pesquisa estruturado. Assim, esta abordagem se mostra apropriada para discorrer sobre Implementação de um CMMS no setor de injeção de uma indústria termoplástica.

A pesquisa aplicada busca gerar conhecimentos para aplicação prática, voltados à solução de problemas específicos Gil (2010). No presente estudo, esse conhecimento será aplicado na área de manutenção do setor de injeção de uma indústria termoplástica. Quanto aos objetivos, trata-se de uma pesquisa descritiva, complementada por elementos explicativos. Segundo Vergara (2016), a pesquisa descritiva visa relatar características de um fenômeno específico, enquanto a pesquisa explicativa busca identificar as causas que contribuem para a ocorrência desse fenômeno.

A metodologia utilizada foi composta pelas etapas de descrição da empresa e do setor de manutenção onde foi feito o estudo, relato de como eram feitos os apontamentos de ordens de serviço (OS) anteriormente a implementação do CMMS, descrição da implementação do sistema, análise dos dados obtidos e avaliação da eficácia da implementação do CMMS para gestão da manutenção deste setor.

O estudo então tem como propósito levantar as principais mudanças na gestão da manutenção com a implantação de um sistema informatizado em uma empresa em constante crescimento, na qual o estado dos seus ativos pode impactar de forma direta, positivamente ou negativamente, no seu faturamento. A figura 3 demonstra como foi realizado o processo de pesquisa.

Figura 3 — Processo de pesquisa



Fonte: Elaborado pelo autor (2026).

3.1 Caracterização da empresa

A empresa é caracterizada como uma indústria de manufatura de autopeças de grande porte, localizada na cidade de Betim/MG e atua na área de injeção, pintura e montagem de componentes plásticos automotivos para a principal montadora da região.

A especialidade da empresa é o desenvolvimento e a fabricação de peças de acabamento interno e externo para automóveis. Isso inclui componentes como para-choques, painéis de instrumentos, difusores de ar, grades frontais e revestimentos de portas. Devido ao ritmo do setor automotivo, frequentemente operando no sistema *Just-in-Time* (JIT), a planta requer altíssima disponibilidade de máquina. O ambiente é altamente dependente de práticas sólidas de manutenção industrial em sistemas hidráulicos, pneumáticos, moldes de injeção e braços robóticos, visando a confiabilidade e a redução de perdas no processo produtivo.

O setor analisado, no qual foi implementado o sistema computadorizado de gestão de manutenção, é o de injeção. Este setor é composto por diversos equipamentos, destacando-se dezenove injetoras com força de fechamento variando entre 1.100 e 3.500 toneladas. Anteriormente à implementação do sistema, a manutenção desses equipamentos era realizada predominantemente por meio de ações corretivas e preventivas, e todos os registros eram mantidos em formato físico e em planilhas eletrônicas. Essa abordagem, no entanto, apresentava limitações significativas, como a dificuldade de rastreabilidade dos dados, a falta de integração entre os registros e a ineficiência na gestão de ordens de serviço, o que motivou a proposta de um sistema computadorizado.

3.2 Cenário operacional pré-implementação

Quando um ativo parava, o fluxo de comunicação dependia do papel. O operador ou o líder da linha de produção precisava preencher uma ordem de serviço à mão e caminhar até um quadro físico para fixá-la.

A partir desse momento, o equipamento entrava em uma fila de espera passiva. A retomada da produção dependia do tempo visual, o reparo só começava quando um técnico de manutenção passava pelo quadro, notava a ordem de serviço e estava livre para assumir a manutenção. Não havia um alerta em tempo real, apenas um papel esperando no quadro.

Após atuar na máquina e devolver o equipamento para a operação, o técnico precisava lidar com a burocracia. Muitas vezes com pressa e com as ferramentas na mão, ele preenchia a mesma ordem de serviço de papel, tentando detalhar as atividades executadas, o tempo gasto e as peças de reposição utilizadas, devolvendo o documento ao quadro em seguida.

O fechamento desse ciclo acontecia apenas no final do expediente. O Analista de Manutenção precisava recolher dezenas de ordens, muitas vezes amassadas, sujas e com letras difíceis de entender e iniciar o trabalho manual de digitar tudo em uma planilha de Excel. Era um processo suscetível a erros e, principalmente, com um grande atraso na informação. Como o processamento não ocorria em tempo real, os indicadores vitais como o MTBF, MTTR e a disponibilidade eram calculados com dias de atraso. O setor essencialmente gerenciava a confiabilidade da fábrica com um atraso. Esse mesmo gargalo se aplicava às pesadas rotinas de manutenção preventiva.

Cumpramos ressaltar que essa mesma sistemática analógica e engessada ditava as rotinas do Planejamento e Controle de Manutenção (PCM) para as ordens preventivas. Por fim, após a inserção dos dados na planilha, o acervo de ordens de serviço era arquivado fisicamente em armários, o que comprometia severamente a rastreabilidade técnica, dificultava auditorias e impedia o desenvolvimento de um banco de dados histórico e ágil para a engenharia de confiabilidade e análises de causa raiz. A figura 4 apresenta o organograma de como era a sequência das atividades.

Figura 4 — Processo anterior a implementação



Fonte: Elaborado pelo autor (2026).

3.3 Escolha do modelo de CMMS

Escolher um sistema adequado de gerenciamento de manutenção é muito importante para que o setor de uma indústria funcione bem. Existem vários tipos de sistemas no mercado. Alguns são especializados em manutenção, outros são feitos para funcionar em dispositivos móveis e na internet, e há também os que fazem parte de sistemas de gestão mais amplos.

Para mudar do modo antigo para o modo digital, é necessário analisar as principais opções de ferramentas que existem e ver os pontos positivos e negativos de cada uma, pensando em como elas se encaixam na realidade de uma fábrica. Após a análise das alternativas, a engenharia e a diretoria decidiram a implementação do TOTVS Módulo Manutenção de Ativos e do seu aplicativo móvel Minha Manutenção de Ativos. O fator decisivo para essa escolha não se limitou apenas às funcionalidades técnicas do *software*, mas sim ao ecossistema tecnológico já existente na organização. Como a empresa já operava a sua gestão corporativa envolvendo os setores de compras, almoxarifado, faturamento, recursos

humanos e controladoria sob a base do ERP da TOTVS, a adoção do módulo de manutenção de ativos apresentou-se como a decisão mais estratégica e eficiente por 2 motivos:

- a) Sincronismo entre PCM e almoxarifado: Quando o técnico de manutenção aponta a necessidade de um determinado componente o sistema verifica instantaneamente se o mesmo está disponível no almoxarifado, caso venha a não estar o sistema gera uma ordem para o time de compras criar uma solicitação de compras para o componente. Tudo isso dentro do mesmo sistema.
- b) Precisão no custo real da manutenção: O fechamento das ordens de serviço vai diretamente para o centro de custo cadastrado na máquina. Dessa forma é possível calcular o custo de mão de obra e dos materiais e os anexar diretamente no ativo envolvido.

Dessa forma, a escolha do TOTVS Manutenção de Ativos garantiu uma transição segura, aproveitando a estrutura já estabelecida na empresa.

3.4 Informações sobre o sistema

O ERP atua como a verdadeira espinha dorsal do TOTVS Manutenção de Ativos, transformando dados técnicos em ferramentas estratégicas para o dia a dia da fábrica. Mais do que um banco de dados, o sistema organiza o parque fabril em uma árvore lógica de ativos detalhada. Essa arquitetura permite que a engenharia de manutenção distribua e aproprie cada centavo investido em reparos com precisão cirúrgica, garantindo à controladoria e à auditoria financeira uma contabilização transparente e fiel do custo real da operação.

A rotina do PCM ganha máxima previsibilidade na emissão e controle das Ordens de Manutenção (OM). O sistema centraliza e direciona o fluxo de trabalho, seja pelo disparo automatizado dos cronogramas preventivos, pelo tratamento imediato de falhas corretivas ou pelo recebimento de solicitações de serviço vindas da produção. Para proteger o orçamento sem engessar a operação, o processo de compra e requisição de componentes de reposição o módulo conta com um fluxo de

aprovação eletrônica. Isso garante o controle rigoroso dos gastos e elimina a necessidade de assinaturas físicas ou e-mails perdidos.

O sistema liberta o técnico de campo do peso das pranchetas e dos relatórios de papel. Totalmente integrado ao aplicativo Minha Manutenção, o módulo permite o apontamento de mão de obra e o registro do histórico das intervenções diretamente de dispositivos móveis. Com funcionamento online, o aplicativo assegura que a realidade seja documentada no momento exato da ação, eliminando o desgaste do retrabalho de digitação ao final do turno.

Essa coleta de dados em tempo real alimenta instantaneamente o painel de gestão da liderança da manutenção. Sem a necessidade de compilar planilhas manuais, o gestor passa a acompanhar os indicadores fundamentais de engenharia de confiabilidade de forma automatizada. Por fim, o módulo otimiza as frentes mais críticas do cuidado diário com o maquinário ao gerar rotas otimizadas para equipes de inspeção e lubrificação. Ao garantir que cada ponto crítico seja verificado no momento exato, a ferramenta cria uma barreira contra paradas inesperadas, assegurando um ambiente de trabalho mais seguro, produtivo e com máxima disponibilidade de máquina para atender ao ritmo da produção.

3.5 Implementação do CMMS

A implementação de um Sistema Computadorizado de Gestão de Manutenção (CMMS) em um ambiente industrial, como no setor de injeção de uma indústria termoplástica, representa uma estratégia fundamental para otimizar processos e elevar a eficiência operacional. Segundo Wireman (2019), a adoção de um CMMS permite centralizar informações críticas, como históricos de manutenção, ordens de serviço, inventário de peças e cronogramas de intervenções preventivas, reduzindo falhas não planejadas e minimizando tempos de parada. No contexto do estudo de caso em questão, a implementação do sistema envolve etapas como a seleção da ferramenta adequada às necessidades da empresa, a integração com os processos existentes, o treinamento da equipe e a migração de dados históricos para a nova plataforma. Além disso, a análise de indicadores de desempenho (KPIs), como MTBF e MTTR, torna-se mais precisa, possibilitando uma gestão baseada em dados e alinhada às melhores práticas da manutenção industrial (Pinto;

Xavier, 2017). Dessa forma, o CMMS não apenas aprimora a confiabilidade dos equipamentos, mas também contribui para a redução de custos e o aumento da produtividade.

3.5.1 Cadastro dos ativos

O primeiro passo foi a criação de um código alfanumérico estruturado, assim eliminando nomes genéricos que costumavam gerar confusão entre produção e manutenção. A matriz para construir esse código levou em consideração três características:

- Rastreabilidade Corporativa: Integração do número do patrimônio que o ativo tem registrado na empresa, assim alinhando a manutenção com a contabilidade dos ativos.
- Subsistemas: A identificação das características do ativo, por exemplo (hidráulico ou pneumático).
- Categoria do ativo: A segmentação clara da área de atuação da manutenção, distinguindo a infraestrutura da máquina (a injetora em si) e do ferramental (os moldes).

Desta forma foi possível a criação do código de identificação dos ativos dentro da plataforma TOTVS. A figura 5 mostra um exemplo de como foi feita a criação.

Figura 5 — Critério para criação do código de identificação dos ativos

EXEMPLO DE EQUIPAMENTO: 1INHID000124578 - INJETORA SANDRETTO 2200 TON						
1	IN	HID	000124578	ITEM	DESCRIÇÃO	TABELA
				NUMERO DE PATRIMONIO	124578	N/A
				CARAC TERÍSTICA	HIDRAÚLICA	TABELA 03 - CARACTERÍSTICAS
				TIPO DE EQUIPAMENTO	INJETORA	TABELA 02 - TIPO DE EQUIPAMENTO
				ÁREA DE MANUTENÇÃO	MANUTENÇÃO DE MÁQUINAS	TABELA 01 - ÁREA DE MANUTENÇÃO

EXEMPLO DE FERRAMENTAL: 2MIHYD000253625 - BARRA TRASEIRA INJETADA						
2	MI	HYD	000253625	ITEM	DESCRIÇÃO	TABELA
				NUMERO DE PATRIMONIO	253625	N/A
				CLIENTE	CLIENTE 1	TABELA 03 - CARACTERÍSTICAS
				TIPO DE FERRAMENTAL	MOLDE DE INJEÇÃO	TABELA 02 - TIPO DE EQUIPAMENTO
				ÁREA DE MANUTENÇÃO	MANUTENÇÃO DE FERRAMENTAL	TABELA 01 - ÁREA DE MANUTENÇÃO

Fonte: Elaborado pelo autor (2026).

Após a criação do código é necessário o preenchimento dos dados solicitados pelo sistema. Segue o exemplo da figura 6.

Figura 6 — Dados solicitados para cadastro de ativos

Equipamento: 1INHID000335563

Descrição: Injetora Termo Hidraulica 2 HUSKY 1650T

Página 1 | Página 2 | Página 3 | Página 4 | Página 5

Empresa: 90

Bem: 335.563 00000 Alternativo: ITH-B2

Conta Patrimonial:

Estabelecimento: 51

Divisão: 5101 Manutenção de Máquinas - BTM

Grupo Máquina: 51INJ1650 HUSKY 1650T

Centro Custo: 51009 G9-B - INJETORA 1401 A 1800T

Família: 51INHKS INJETORA HUSK

Planejador: 51PLA05 Jeferson Lucas Alexandre

Situação: ☒ Ativo ☐ Suspenso ☐ Vendido ☐ Inutilizado

Criticidade: ☒ X ☐ Y ☐ Z

Data da Última Alteração da Situação:

Fonte: Elaborado pelo autor (2026).

Com estes campos preenchidos o ativo já está registrado no sistema de forma que é possível realizar um levantamento dos dados a respeito do histórico de manutenção de cada um e importar para dentro do software, desta forma os dados obtidos até 6 meses antes da implementação foram aproveitados.

3.5.2 Cadastro dos técnicos

Para realizar o cadastro do técnico de manutenção antes é necessário a criação das equipes de manutenção.

A criação das equipes de manutenção no TOTVS é o passo que organiza a distribuição de trabalho e garante que as ordens de manutenção cheguem aos

profissionais corretos. É essa parametrização que impede, por exemplo, que um eletricista receba em seu aplicativo uma ordem de mecânica hidráulica. O primeiro passo é definir um código (este não precisa seguir uma padronização para ser criado) e uma descrição clara para o grupo. A figura 7 mostra como deve ser preenchido.

Figura 7 — Criação da equipe de manutenção

Equipe Manutenção: 51104

Descrição: FERRAMENTARIA BETIM

Responsável: JULIO CESAR

Situação

☒ Ativo ☐ Inativo

Busca Ordens Mobile

Dias Antes da Data Atual: 15

Dias Depois da Data Atual: 15

☐ Carregar OMs de todas as equipes

Fonte: Elaborado pelo autor (2026).

Com a caixa da equipe criada, é hora de anexar os profissionais a ela. O sistema permite vincular os técnicos para as equipes criadas, um técnico pode ser o líder da equipe e, dependendo da flexibilidade da operação, um mesmo profissional pode até fazer parte de mais de uma equipe. Para a criação do usuário do técnico cadastra-se o código do técnico cedido pela TI, seu nome, o centro de custo ao qual a mão de obra dele pertence, sua especialidade e o seu calendário de turno. A figura 8 mostra a tela de criação do técnico.

Figura 8 — Criação do técnico no sistema

Técnico: 66360-0	
Usuário: jalexand	Jeferson Lucas Alexandre
Nome Completo: Jeferson Lucas Alexandre	
Centro Custo: 00323	MANUTENCAO INJECAO EST51
Calendário: mi-betim	Calendario Manutencao Industrial - BETIM
Equipe Manutenção: 51117	Manutenção Ele/Mec INJ BETIM
☐ Agenda Por E-mail ☐ Grupo ☐ Tarefa Simultanea	
Situação ☒ Ativo ☐ Inativo	
Capacidade Diária: 10,0000	
Código Mob Direta:	

Fonte: Elaborado pelo autor (2026).

3.5.3 Criação automática de ordens de manutenção preventiva

Antes da automatização do sistema para a criação de ordens automáticas de manutenção preventiva, é necessário criar os planos de manutenção de cada máquina dentro do sistema. Para uma injetora, por exemplo, o planejador de manutenção cria um plano com o nome "Preventiva do sistema hidráulico da injetora 1100t". Dentro desse plano de manutenção o sistema pede o preenchimento de certas informações, como a equipe de manutenção que irá realizar o serviço, o *check list* das atividades, qual o tempo estimado para a sua realização e quais os materiais necessários.

Com o plano criado e associado ao código da máquina o PCM decide qual será o gatilho para a abertura automática da ordem no sistema. São duas opções que podem ser escolhidas, por tempo ou por ciclo. Quando o prazo ou o ciclo limite é atingido o sistema gera automaticamente a ordem, no dia anterior um ticket é enviado para o almoxarifado informando quais os componentes que serão usados para a verificação e separação. Caso o material não tenha estoque um outro ticket é enviado para o time de compras solicitando a compra do mesmo.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A implementação do sistema computadorizado de gestão de manutenção no setor de injeção da indústria termoplástica demonstrou impactos significativos nos processos operacionais e na eficiência da manutenção. Os resultados obtidos, analisados à luz dos indicadores pré-estabelecidos, revelaram avanços em aspectos como redução de tempos de parada, otimização de recursos e aumento da confiabilidade dos equipamentos. Tais achados corroboram estudos anteriores como os de Kardec e Nascif (2009) e Wireman (2019) que destacam a importância de sistemas informatizados para a gestão proativa da manutenção. As discussões a seguir detalham as melhorias observadas, confrontando-as com o cenário anterior à implementação e evidenciando os benefícios tangíveis e intangíveis alcançados.

4.1 Melhorias observadas

A implementação do sistema computadorizado de gestão de manutenção no setor de injeção da indústria termoplástica trouxe melhorias significativas nos processos operacionais e na eficiência da manutenção. Entre os principais avanços observados, destacam-se a redução no tempo de resposta da manutenção, que permitiu intervenções mais ágeis e minimizou paradas não programadas, e o apontamento de indicadores em tempo real, que facilitou o monitoramento contínuo de métricas como MTBF e MTTR. Além disso, a integração com o almoxarifado e o setor de compras otimizou a gestão de peças de reposição, eliminando atrasos por falta de materiais e agilizando o ciclo de aquisições. Essas melhorias contribuíram diretamente para a melhoria dos indicadores de desempenho, como o aumento do MTBF e a redução do MTTR, resultando em maior disponibilidade dos equipamentos.

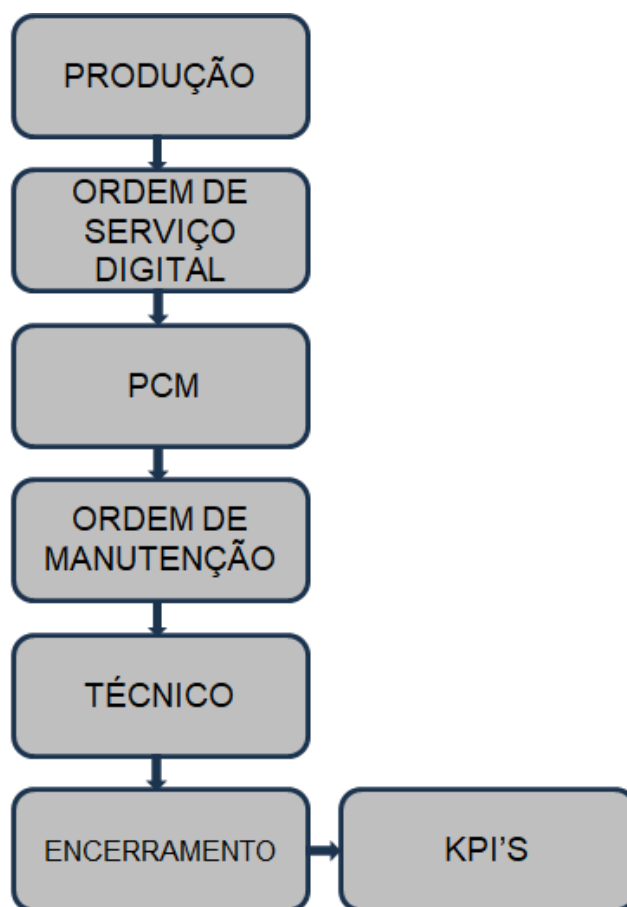
Outro benefício relevante foi a criação de um histórico detalhado e a rastreabilidade dos equipamentos, que permitiu a identificação de padrões de falhas recorrentes e a implementação de ações preventivas mais eficazes. A centralização dos dados em um sistema único não apenas aprimorou a gestão da manutenção, mas também forneceu uma base sólida para a tomada de decisões estratégicas. Esses resultados reforçam a importância de sistemas informatizados para a gestão

proativa da manutenção, alinhando-se às melhores práticas discutidas por autores como Kardec e Nascif (2009) e Wireman (2019).

4.1.1 Redução no tempo de resposta da manutenção

Após a implementação e o tempo de integração do CMMS, foi observado melhorias significativas no setor de manutenção junto ao time de PCM. Entre elas foi a otimização do tempo em que a produção abre a ordem de serviço até o momento em que o técnico de manutenção chega para atender a máquina. Esse gargalo que tinha anteriormente foi resolvido com a instalação do *software* mobile do CMMS. O líder de produção no lado da máquina pode abrir a ordem e no mesmo instante ela irá para o time de PCM e ele irá filtrar a criticidade dessa ordem de serviço e repassar para o aplicativo móvel do técnico disponível. Assim eliminando o tempo do líder ter que andar até o quadro, anexar a ordem e esperar que um técnico passe e a veja. A figura 9 mostra o novo processo de abertura das ordens de serviço.

Figura 9 — Novo fluxo da manutenção



Fonte: Elaborado pelo autor (2026).

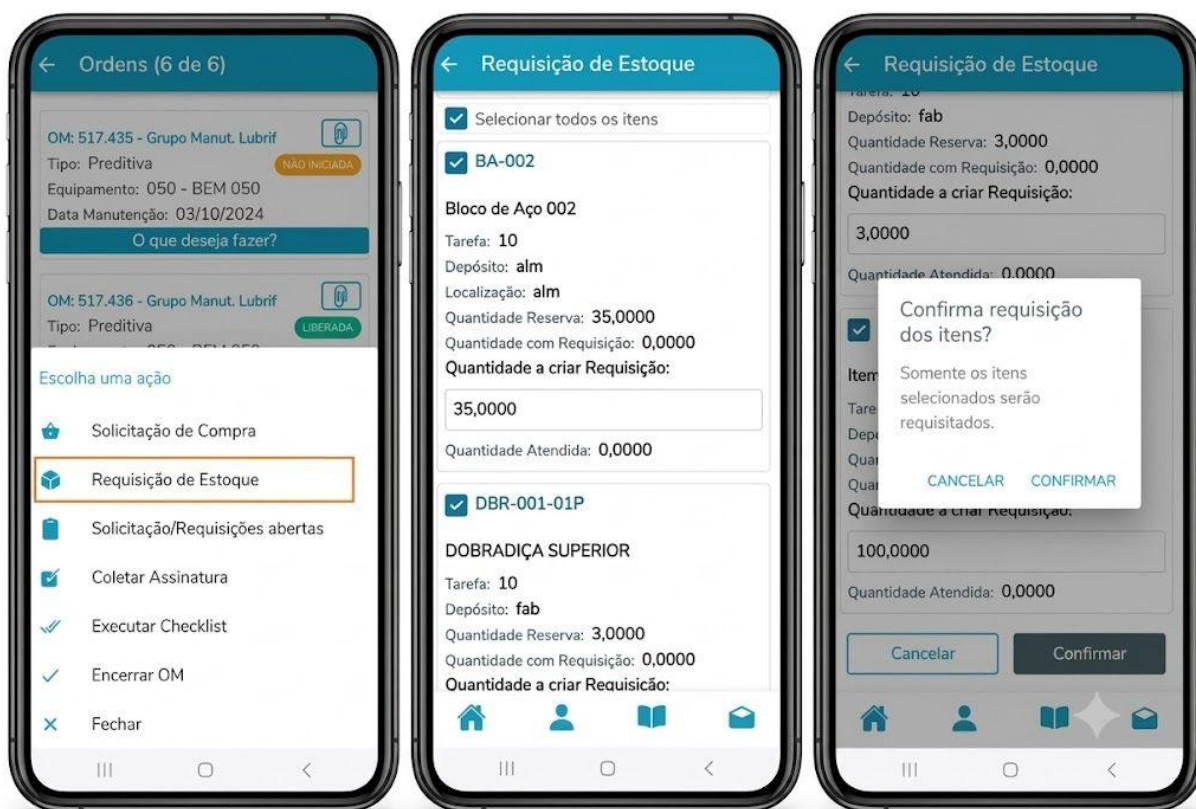
4.1.2 Integração com o almoxarifado e compras

A integração do sistema computadorizado de gestão de manutenção com os setores de almoxarifado e compras representou um avanço estratégico para a eficiência operacional do setor de injeção. Antes da implementação, a gestão de peças de reposição era realizada de forma descentralizada, com registros manuais e baixa rastreabilidade, o que frequentemente resultava em atrasos nas intervenções por falta de materiais ou excesso de estoque. Com a sincronização automática entre os sistemas, tornou-se possível monitorar em tempo real o consumo de peças, gerar alertas para reposição e evitar rupturas de estoque. Essa melhoria está alinhada às práticas de gestão de materiais, que destacam a importância da integração entre áreas para reduzir desperdícios e otimizar recursos.

Além disso, a integração com o setor de compras permitiu a automatização do processo de aquisição, com a geração de requisições diretamente vinculadas ao

consumo registrado no sistema de manutenção. Isso eliminou a necessidade de intervenções manuais e reduziu o tempo médio de reposição de peças. A rastreabilidade dos itens também facilitou a identificação de padrões de consumo, possibilitando negociações mais assertivas com fornecedores e a redução de custos com compras emergenciais. Esses resultados reforçam a relevância de sistemas integrados para a gestão da manutenção, assim aprimorando o alinhamento entre manutenção, logística e suprimentos para maximizar a disponibilidade dos equipamentos. A figura 10 mostra como é feito a requisição de uma peça para o estoque.

Figura 10 — Requisição de peças realizada pelo aplicativo



Fonte: TOTVS (2023).

4.1.3 Histórico e rastreabilidade

A implementação do sistema computadorizado de gestão de manutenção possibilitou a criação de um histórico detalhado e a rastreabilidade completa dos equipamentos do setor de injeção, eliminando a dependência de registros manuais e

planilhas descentralizadas. Cada intervenção realizada seja corretiva, preventiva ou preditiva passou a ser registrada automaticamente no sistema, com informações como data, tipo de serviço, peças substituídas, tempo de execução e responsável pela manutenção. Essa centralização de dados permitiu a identificação de padrões de falhas recorrentes, facilitando a análise de causas-raiz e a implementação de ações preventivas mais eficazes. Segundo Moubray (1997), a manutenção centrada na confiabilidade (RCM) depende diretamente da qualidade dos registros históricos para otimizar a gestão de ativos, o que reforça a relevância dessa melhoria.

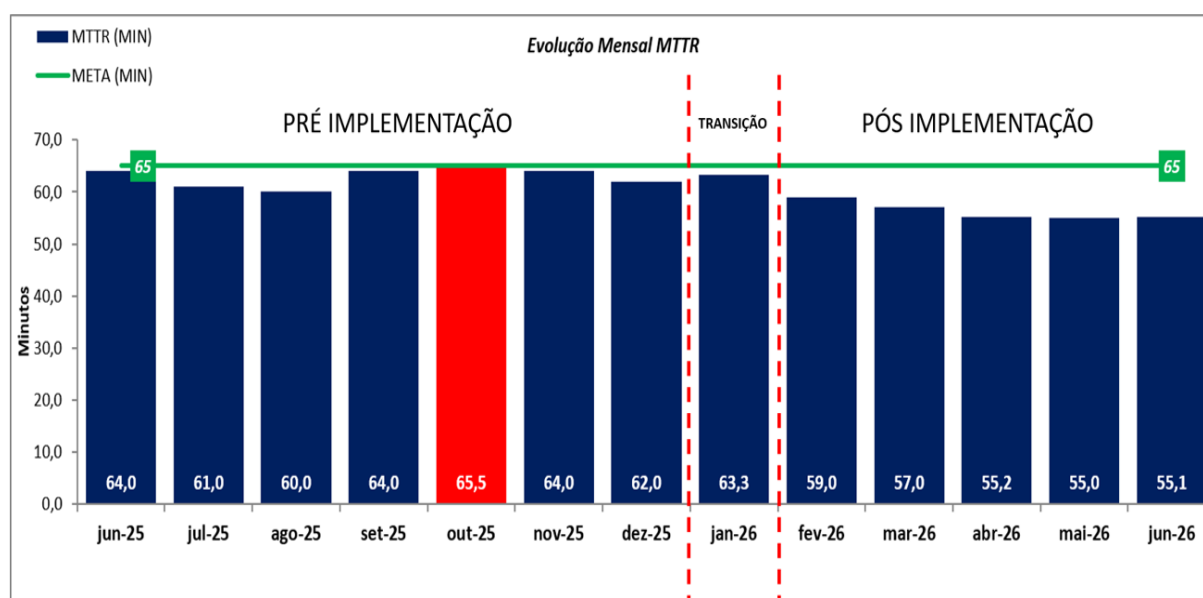
Além disso, a rastreabilidade proporcionada pelo sistema contribuiu para a melhoria da tomada de decisão em diferentes níveis da operação. Gestores passaram a ter acesso a relatórios personalizados, como o histórico de vida útil de componentes críticos, permitindo a antecipação de substituições e a redução de paradas não programadas. A possibilidade de filtrar dados por equipamento, período ou tipo de falha também agilizou auditorias internas e externas, garantindo conformidade com normas técnicas e regulamentações do setor. Esses benefícios estão em consonância com as recomendações de Dhillon (2002), que destaca a rastreabilidade como um dos pilares para a gestão eficiente da manutenção industrial, especialmente em ambientes com alta demanda por disponibilidade de máquinas.

4.1.4 Melhoria dos indicadores

A implementação do sistema computadorizado de gestão de manutenção resultou em uma redução significativa no MTTR do setor de injeção, refletindo ganhos diretos na eficiência das intervenções. Antes da adoção do sistema, o tempo médio para atendimento de chamados de manutenção era impactado por dois fatores críticos: a demora na identificação e priorização das ordens de serviço e a morosidade na obtenção de peças de reposição no almoxarifado. Com a automação dos processos, observou-se uma diminuição no tempo de resposta da equipe de manutenção, uma vez que as solicitações passaram a ser direcionadas de forma imediata e priorizadas com base em critérios como criticidade do equipamento e impacto na produção. Esse resultado está alinhado com a agilidade no atendimento, sendo um dos principais fatores para a redução do MTTR.

Além disso, a integração do sistema com o almoxarifado contribuiu decisivamente para a melhoria do indicador. Anteriormente, o processo de retirada de peças era manual e sujeito a erros, como a falta de registro ou a localização incorreta de itens, o que gerava atrasos nas intervenções. Com a sincronização dos dados, o tempo médio para obtenção de peças foi reduzido, uma vez que o sistema passou a indicar automaticamente a disponibilidade dos materiais e sua localização exata no estoque. Como consequência, a combinação desses fatores resultou em um MTTR menor em comparação ao período anterior à implementação do sistema, evidenciando a eficácia das medidas adotadas. O gráfico 2 mostra a diferença entre o MTTR geral do setor antes e depois da implementação.

Gráfico 2 — Evolução do MTTR



Fonte: Elaborado pelo autor (2026).

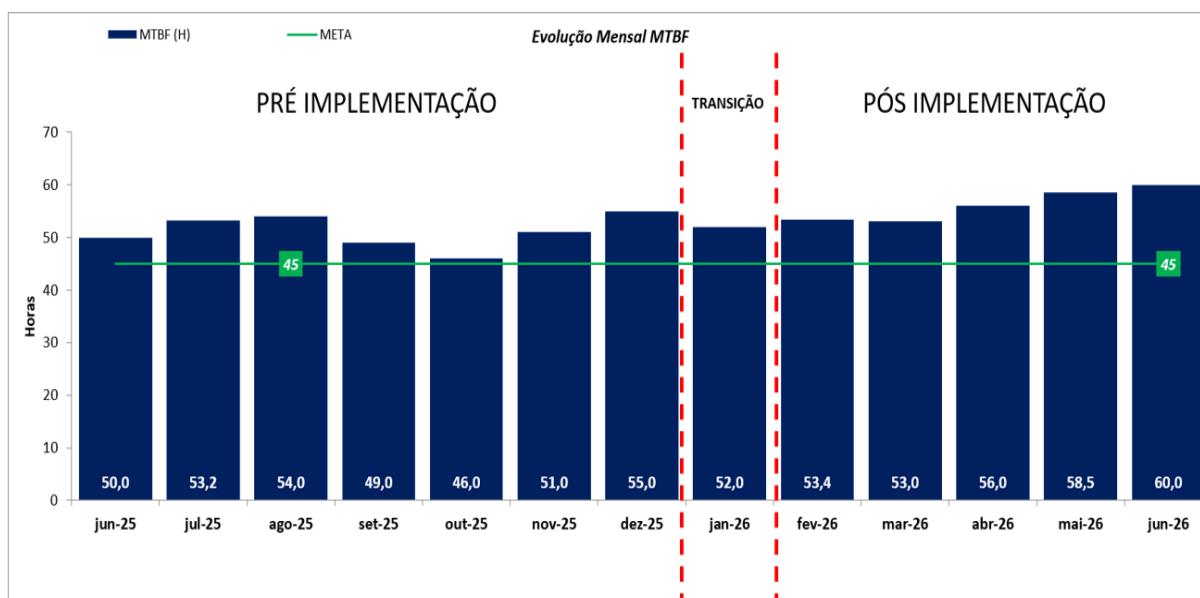
A média do MTTR no setor de injeção, calculada com base nos meses analisados, era de 62,9 minutos. Após a adoção do sistema, esse indicador apresentou uma melhora significativa, passando para uma média de 57,4 minutos. A redução de 5,5 minutos representa uma diminuição percentual de 8,8% no tempo médio de reparo.

Foi observado um aumento no MTBF do setor de injeção, refletindo uma maior confiabilidade dos equipamentos. Antes da adoção do sistema, o MTBF médio era impactado por dois fatores críticos: o tempo prolongado de reparo (MTTR) e a

ocorrência frequente de paradas não programadas, muitas vezes causadas pela falta de manutenções preventivas oportunas. Com a redução do MTTR em 8,8%, os equipamentos passaram a retornar à operação mais rapidamente, minimizando o desgaste adicional causado por falhas prolongadas. Além disso, o sistema passou a gerar automaticamente ordens de manutenção preventiva, baseadas em critérios como horas de operação, histórico de falhas e recomendações dos fabricantes. Essa abordagem proativa contribuiu para a redução nas paradas não programadas.

A combinação desses fatores, menor tempo de reparo e maior efetividade das manutenções preventivas, resultou em um aumento do MTBF. Esse avanço está alinhado às proposições de Moubray (1997), que enfatiza a importância da manutenção centrada na confiabilidade (RCM) para prolongar os intervalos entre falhas. A geração automática de ordens de serviço preventivas, aliada à rastreabilidade dos equipamentos, permitiu uma gestão mais assertiva dos ativos, evitando intervenções desnecessárias e focando em ações que realmente impactam a vida útil dos componentes. O gráfico 3 exibe a melhoria do MTBF ao longo dos meses após a implementação do CMMS.

Gráfico 3 — Evolução do MTBF



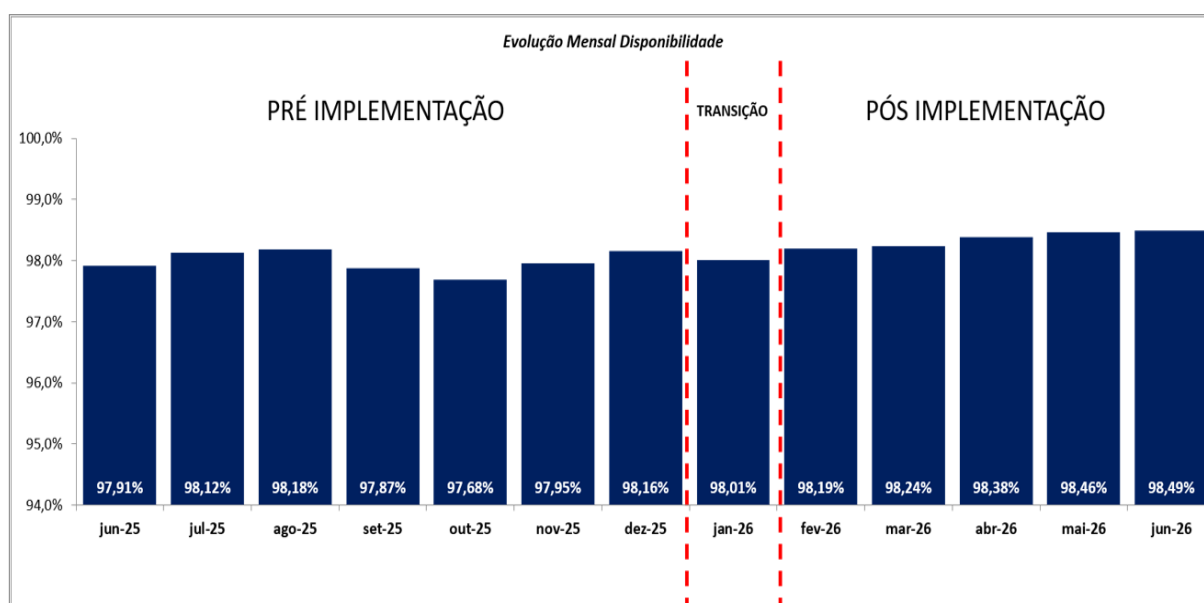
Fonte: Elaborado pelo autor (2026).

A média do MTBF no setor de injeção, calculada com base nos meses analisados, era de 51,2 horas. Após a adoção do sistema, esse indicador

apresentou uma melhora significativa, passando para uma média de 55,5 horas. O aumento de 4,3 horas representa um aumento percentual de 8,4% no tempo médio dentre falhas.

Como resultado, a melhoria no MTBF não apenas aumentou a disponibilidade dos equipamentos, mas também contribuiu para a redução de custos com peças de reposição e horas extras, reforçando a eficácia do sistema implementado. O gráfico 4 demonstra o aumento da disponibilidade inerente graças a redução do MTTR e ao aumento do MTBF.

Gráfico 4 — Evolução da disponibilidade



Fonte: Elaborado pelo autor (2026).

A média da disponibilidade antes da implementação era de aproximadamente 97,98%, após a implementação a média da disponibilidade passou para aproximadamente 98,30%, dessa forma tendo um aumento de 0,32% na disponibilidade. Essa porcentagem parece pequena, mas corresponde a um aumento em média de 104 minutos de produção para cada uma das injetoras do setor.

4.2 Dificuldades enfrentadas

A resistência cultural e a falta de engajamento foram uma das maiores barreiras para essa implementação. Essa tecnologia só funciona se as pessoas a

utilizarem de forma correta. Os técnicos mais antigos no início optavam por continuar a utilizar as ordens de papel, pois os mesmos pensavam que a utilização do CMMS era uma forma de monitoramento das atividades que eles estavam fazendo e não uma ferramenta facilitadora do trabalho da manutenção.

Os dados incompletos e incorretos também dificultaram no início. O envio de dados incorretos acabava sobrecarregando a equipe de PCM, pois era necessária a interpretação das ordens para que fossem passadas para o time de técnicos. Foram feitos diversos treinamentos com as equipes da manutenção e da produção, para que o preenchimento das ordens na hora da abertura e do fechamento condissesse com a realidade.

O TOTVS, por ser um ERP, focado em integrar contabilidade, faturamento e suprimentos foi desenhado com uma lógica transacional e administrativa, não operacional. Para a resolução desse problema o aplicativo Minha Manutenção que também faz parte do Módulo Manutenção de Ativos facilitou para os líderes de produção abrir as ordens de serviço e para os técnicos fecharem as ordens de manutenção.

A rotina de planejamento de manutenção exige muita visualização de tempo e recursos. No entanto, o sistema padrão é extremamente tabular. Para visualizar tendências de falha ou a evolução da disponibilidade e do MTBF de forma gráfica, o usuário frequentemente precisa exportar os dados para o Excel ou integrar com uma ferramenta de BI (Power BI, por exemplo), gerando retrabalho.

5 CONCLUSÃO

A gestão da manutenção industrial constitui um pilar estratégico para a competitividade e sustentabilidade das organizações, especialmente em setores intensivos em capital, como o de transformação termoplástica. Este estudo de caso, realizado no setor de injeção de uma indústria do segmento, demonstrou que a implementação de um sistema computadorizado de gestão de manutenção pode gerar impactos significativos na eficiência operacional, na redução de custos e na confiabilidade dos equipamentos.

Os resultados obtidos evidenciaram que a adoção do CMMS possibilitou a padronização dos processos de manutenção, a otimização do planejamento de intervenções e a redução do tempo médio de reparo (MTTR) e o aumento do tempo médio entre falhas (MTBF). Além disso, a centralização de dados em uma plataforma digital facilitou o monitoramento em tempo real dos indicadores de desempenho, como a disponibilidade dos equipamentos e o custo de manutenção por máquina, permitindo uma tomada de decisão mais ágil e baseada em evidências. Tais melhorias alinham-se a importância da manutenção como função estratégica, e não meramente operacional.

No entanto, a implementação do sistema não esteve isenta de desafios. A resistência inicial da equipe, a necessidade de capacitação técnica foram obstáculos identificados durante o processo. Esses pontos corroboram as observações de Wireman (2019), que ressalta que a mudança cultural e o engajamento da alta gestão são fatores críticos para o sucesso de iniciativas de digitalização na manutenção. Nesse sentido, recomenda-se que futuras implementações incluam planos de comunicação e treinamento contínuos, além de uma avaliação prévia da infraestrutura tecnológica da organização.

Do ponto de vista teórico, este estudo reforça a relevância dos modelos de gestão da manutenção preditiva e preventiva (Pinto e Xavier, 2017) como alternativas viáveis para indústrias que buscam reduzir paradas não programadas e aumentar a vida útil dos ativos. A análise dos dados coletados no setor de injeção demonstrou que a transição de uma manutenção predominantemente corretiva para uma abordagem sistematizada e baseada em dados pode resultar em ganhos de produtividade dependendo da maturidade do processo.

Por fim, destaca-se que os benefícios observados neste estudo de caso não se limitam ao contexto específico da indústria termoplástica. A metodologia adotada, que combinou diagnóstico inicial, seleção de indicadores-chave (KPI), implementação do CMMS e avaliação de resultados, pode ser replicada em outros setores industriais, desde que adaptada às particularidades de cada ambiente. Sugere-se, para pesquisas futuras, a avaliação do retorno sobre o investimento (ROI) em prazos mais longos, bem como a análise comparativa entre diferentes softwares de gestão de manutenção, a fim de identificar soluções mais adequadas a cada perfil de organização.

Em suma, este trabalho contribui para o campo da engenharia de manutenção ao evidenciar que a digitalização dos processos, quando aliada a uma gestão estratégica e participativa, é capaz de transformar a manutenção em um vetor de eficiência, inovação e vantagem competitiva.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

BRANCO FILHO, Gilio Alvares. **A organização, o planejamento e o controle da manutenção**. Rio de Janeiro: Ciência Moderna, 2008.

DHILLON, B. S. **Maintenance, replacement, and reliability**: theory and applications. 2. ed. Boca Raton: CRC Press, 2002.

FARIA, G. N. L. de; LONGHINI, T. M. Ciclo PDCA aplicado à gestão da manutenção de equipamentos laboratoriais de uma indústria de celulose. **Produto & Produção**, v. 22, n. 2, 2021.

FLINDERS, Mesh; SMALLEY, Ian. O que é um CMMS? **IBM Think**, 5 dez. 2025. Disponível em: <https://www.ibm.com/br-pt/think/topics/what-is-a-cmms>. Acesso em: 9 maio 2026.

FOGLIATO, Flávio Sanson; RIBEIRO, José Luís Duarte. **Confiabilidade e manutenção industrial**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2009.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

IBM. **MTTR (Mean Time to Repair)**. [S. l., s. d.]. Disponível em: <https://www.ibm.com/br-pt/think/topics/mttr>. Acesso em: 3 maio 2026.

KANEKO, F. P.; NEVES, L. O.; TABAH, J. Gestão da manutenção industrial. **Crear – Revista das Engenharias**, v. 4, n. 1, 2022.

KARDEC, Alan; NASCIF, Júlio. **Manutenção**: função estratégica. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2009.

MACHADO, Cristófer Oliveira *et al.* Manutenção Prescritiva: a evolução da manutenção na Indústria 4.0. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação**, v. 9, n. 9, p. 4444-4458, 2023.

MARQUEZ, Adolfo Crespo; GUPTA, Jatinder N. D. Contemporary maintenance management: process, framework and supporting pillars. **Omega**, v. 34, n. 3, p. 313-326, 2006.

MOUBRAY, J. **Reliability-centred maintenance**. 2. ed. Oxford: Butterworth-Heinemann, 1997.

OTANI, Mario; MACHADO, Waltair Vieira. A proposta de desenvolvimento de gestão da manutenção industrial na busca da excelência ou classe mundial. **Revista Gestão Industrial**, v. 4, n. 2, 2008.

PINTO, A. K.; XAVIER, J. A. N. **Manutenção: função estratégica**. 4. ed. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2017.

TOTVS. **Tudo sobre funcionalidades: interfaces**. [S. l., s. d.]. Disponível em: <https://tdn.totvs.com/pages/releaseview.action?pageId=605862425>. Acesso em: 11 maio 2026.

TRACTIAN. **Software de manutenção na nuvem - CMMS**. [São Paulo]: Tractian, [2021]. Disponível em: <https://traction-webpage.s3.amazonaws.com/ebooks/ebook-cmms.pdf>. Acesso em: 9 maio 2026.

VERGARA, S. C. **Projetos e relatórios de pesquisa em administração**. 17. ed. São Paulo: Atlas, 2016.

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

WIENKER, Michael; HENDERSON, Ken; VOLKERTS, Jacques. The computerized maintenance management system an essential tool for world class maintenance. **Procedia Engineering**, v. 138, p. 413-420, 2016.

WIREMAN, T. **Computerized maintenance management systems: a timesaving implementation process**. 2. ed. New York: Industrial Press, 2019.

YIN, Robert K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2015.

ZYRIANOFF, Wladimir *et al.* Práticas de Gestão do Conhecimento e Capacidade Absortiva Aplicadas à Melhoria de Desempenho e Qualidade na Manutenção Industrial. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 2, p. e47410212713, 2021.