

**APLICATIVO COM AUTOMAÇÃO INTEGRADA PARA CONTROLE NA
FERRAMENTARIA DE MANUTENÇÃO EM UMA MONTADORA AUTOMOTIVA**

*APPLICATION WITH INTEGRATED AUTOMATION FOR CONTROL OF
MAINTENANCE TOOLING IN AN AUTOMOTIVE MANUFACTURER*

Breno de Barros Torres - Faculdade de Tecnologia “Adib Moisés Dib” de
São Bernardo do Campo
breno.torres@fatec.sp.gov.br

Ramon de Oliveira Damacena - Faculdade de Tecnologia “Adib Moisés
Dib” de São Bernardo do Campo
ramon.damacena@fatec.sp.gov.br

Romero Albuquerque de Oliveira - Faculdade de Tecnologia “Adib
Moisés Dib” de São Bernardo do Campo
romero.oliveira@fatec.sp.gov.br

Prof. Me. William Aparecido Celestino Lopes - Faculdade de Tecnologia “Adib
Moisés Dib” de São Bernardo do Campo
william.lopes17@fatec.sp.gov.br

RESUMO

Este artigo aborda o controle da realização de serviços no setor de ferramentaria de manutenção de uma montadora de veículos pesados. No estudo, foram identificados alguns pontos de melhorias no setor, como erros de preenchimento, ineficiência no monitoramento de entrada de insumos e dificuldades no controle do atendimento das demandas, em decorrência de tais atividades serem realizadas manualmente. Com base nesse levantamento, por meio do método *Design Science Research (DSR)*, foi desenvolvido e implementado um aplicativo voltado ao gerenciamento das requisições do departamento. No sistema proposto, foram desenvolvidas algumas interfaces para propagar um melhor controle do setor, como o módulo de checklists de manutenção preventiva total (TPM), utilizado diariamente para verificação do funcionamento e do estado de conservação dos equipamentos; o módulo de controle de entrada de insumos; o módulo de controle de solicitações e atendimentos, entre outras funcionalidades. Para auxiliar na redução dos erros de lançamentos, foi desenvolvido um sistema de apontamento automático dos serviços realizados, utilizando *Robotic Process Automation (RPA)*, responsável por monitorar os recursos por meio de um banco de dados e acompanhar as demandas em tempo real. Após a conclusão do estudo, foram obtidos resultados significativos com a implementação da aplicação, os erros de preenchimento apresentaram uma redução de 75% nas ocorrências, as solicitações repetidas tiveram a mesma redução percentual. O tempo médio de lançamento das ordens de serviço foi reduzido em 27,1%, além da eliminação das impressões de formulários no setor, demonstrando ganho de eficiência, melhor controle operacional do departamento e redução de custos internos, confirmando o atendimento da aplicação à proposta inicial.

Palavras-chave: RPA; Controle da manutenção; Monitoramento; Ferramentaria automotiva; Confiabilidade operacional.

ABSTRACT

This article addresses the control of service delivery in the maintenance tooling sector of a heavy vehicle assembly plant. The study identified several areas for improvement in the sector, such as data entry errors, inefficiency in monitoring the inflow of supplies, and difficulties in controlling the fulfillment of demands due to the manual execution of these activities. Based on this findings, using the Design Science Research (DSR) method, an application focused on managing the department's requisitions was developed and implemented. The proposed system includes several interfaces to promote better control of the sector, such as a total preventive maintenance (TPM) checklist module, used daily to verify the operation and condition of equipment; a supply entry control module; a request and service control module, among other functionalities. To help reduce data entry errors, an automatic service reporting system was developed using Robotic Process Automation (RPA), responsible for monitoring resources through a database and tracking demands in real time. After the study was completed, significant results were obtained with the implementation of the application. Data entry errors were reduced by 75%, and repeated requests saw the same percentage reduction. The average time for issuing service orders was reduced by 27.1%, in addition to the elimination of printed forms in the department, demonstrating increased efficiency, better operational control of the department, and reduced internal costs, confirming that the application met its initial objectives.

Keywords: *RPA; Maintenance control; Monitoring; Automotive tooling; Operational reliability.*

1 INTRODUÇÃO

A manutenção dentro dos ambientes industriais sempre se fez muito importante, pois além de impedir o prejuízo causado por grandes paradas ou atrasos, se aplicada de modo preventivo, mitiga as chances de ocorrência de problemas causados por falhas inesperadas (Achouch et al., 2022).

A indústria atual busca cada vez mais a interligação eficaz entre os processos, para que se atinja um gerenciamento cada vez mais eficiente, através de sistemas de análises e organização de dados coletados (Ngcobo et al., 2024). Dentre os vários desafios, a manutenção busca cada vez mais responder às demandas fabris com agilidade, e a eliminação de erros que possam causar grandes paradas para manutenções corretivas. Para isso, um sistema digital eficaz se torna extremamente importante, pois além de unir todos os dados, melhora significativamente a comunicação entre os departamentos (Nunes; Santos; Rocha, 2023).

Ainda são facilmente encontrados, diversos problemas ligados à realização manual destes gerenciamentos, como os erros de preenchimento, ou a não realização dos mesmos, a não disponibilidade de equipamentos para todos os profissionais que devem realizar estes registros, a ausência do monitoramento das solicitações e atendimento das mesmas, e a não existência de um método padronizado (Bechinie et al., 2024). Diante desse cenário, o projeto parte do seguinte problema de pesquisa: Os métodos atuais de controle das atividades da ferramentaria de manutenção da montadora apresentam uma ineficiência que compromete a comunicação, a rastreabilidade das demandas do setor.

Com os equipamentos da indústria cada vez mais complexos, onde um dos principais objetivos é a redução dos custos associados para a obtenção de produtos, se faz necessário o aprofundamento no conhecimento destes sistemas de gerenciamento, para que se possa alcançar os objetivos desejados. Com isso, o modelo atual da manutenção industrial, seja ela preventiva ou preditiva, vem em constante evolução para que se obtenha cada vez mais, sistemas robustos que auxiliem nas tomadas de decisões em tempo real, a diminuição de falhas nos equipamentos, e redução nos tempos de paradas de máquinas. Para isso, as manutenções prévias vêm sendo aprimoradas por melhores sistemas de apoio e tomada de decisão, que levam a menos falhas de máquinas e menos tempos de inatividade (Shaheen; Németh, 2022). Assim, justifica-se a relevância deste estudo,

dada a necessidade de digitalizar processos críticos e mitigar erros provenientes de controles manuais.

A realização deste artigo se deu por meio da metodologia Design Science Research (DSR), uma metodologia utilizada para a construção e avaliação de artefatos que são capazes de solucionar problemas reais nas organizações. Essa sistemática nos permite elaborar um artefato ou produto que proporciona a solução de uma problemática, e junto a isso, registra os conhecimentos e teorias que envolvem o problema e os meios percorridos para a solução (Jesus et al., 2023).

Dessa forma, o objetivo deste artigo é desenvolver e avaliar um aplicativo digital destinado a melhorar o controle das atividades da ferramentaria de manutenção, buscando reduzir erros causados por métodos manuais, aprimorar a comunicação entre setores, garantir rastreabilidade e principalmente reduzir custos internos causados pelos pontos citados.

O sistema desenvolvido com este estudo busca atingir a melhoria para o setor de controle de uma ferramentaria de manutenção automotiva, e a contribuição no avanço da digitalização de processos manuais da empresa. O aplicativo desenvolvido aborda desde o cadastro de novos itens, controle de entradas de suprimentos, realização de verificações dos equipamentos com envio de demandas em tempo real, até um histórico avançado de falhas e periodicidade, tendo como objetivo reduzir os erros e retrabalhos relacionados aos métodos atuais, diminuição do número de impressões, contribuição no controle das demandas do setor e redução do tempo necessário para lançamentos.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Gestão de ordens de serviço na manutenção industrial automotiva

Em um setor de manutenção de uma indústria automotiva, a gestão das ordens de serviços, pode ser uma tarefa desafiadora, isso devido à alta demanda de tarefas a serem monitoradas. Conforme uma indústria se expande, também há um aumento na quantidade de máquinas e equipamentos, e no volume de uso destes equipamentos de acordo com a demanda produtiva. Isso demanda uma alta exigência do controle administrativo destes equipamentos, pois caso fiquem indisponíveis por problemas ou defeitos, podem impactar grandemente no rendimento e desempenho de uma indústria. Diante deste desafio, tornar o processo de manutenção robusto, é

um dos maiores desafios para a gestão, pois há cada vez mais, a necessidade da diminuição do tempo de resposta às solicitações de correções nos equipamentos (Menon; Tuladhar, 2024).

A automatização por meio de softwares nas empresas gera muitos benefícios, como o aumento da eficiência no dia a dia. Isso acontece porque a união de vários sistemas e etapas de trabalho cria uma rede maior de dados, e ao juntar tudo isso, a empresa ganha uma visão completa, o que auxilia no gerenciamento e na tomada de decisões importantes e torna os processos mais rápidos. Dentro do aspecto tecnológico, não há a necessidade da existência de computadores dedicados à utilização destes softwares, pois se simplificados em forma de aplicativos móveis, podem tornar a utilização destes modelos mais eficiente e prática, com a utilização de equipamentos compactos, como smartphones e tablets por exemplo (Ajiga D. et al. 2024).

A ausência da utilização de sistemas digitais robustos e de automação nos processos de gestão das operações, são de grande importância para um gerenciamento produtivo eficiente, e impactam diretamente na produtividade dos setores da indústria. Em casos em que os responsáveis por decisões importantes de uma indústria, não estão interessados em investimentos em tecnologias, tendo como foco outros assuntos, há grandes chances de um impacto negativo direto na manufatura e operação dessas empresas (Wang; Shao, 2024).

A eficiência operacional na ferramentaria automotiva deve trabalhar fortemente integrada aos sistemas de produção, manutenção, compras e qualidade. Quando esses sistemas operam de forma isolada, há perda de conexão e aumento do retrabalho. A adoção de plataformas integradas pode auxiliar no fluxo contínuo de informações entre os departamentos, eliminando barreiras de comunicação e facilitando a análise sistêmica dos processos. Essa integração favorece a execução sincronizada das atividades, a resposta proativa a falhas e a conquista de uma cultura organizacional orientada por dados e resultados concretos (Pandy et al., 2024).

2.2 Automação de Processos Robóticos (RPA) na Indústria Automotiva

A automação de processos robóticos, ou RPA como é conhecida, é um tipo de sistema capaz de realizar tarefas de maneira eficiente, pois são capazes de reproduzir as mesmas ações humanas dentro de um determinado sistema, sendo elas, muitas

vezes atividades repetitivas. Ele simula o comportamento humano ao acessar sistemas, preencher formulários, mover arquivos e até mesmo interpretar dados, tudo com uma alta precisão e consistência. Com isso, libera os profissionais para tarefas mais importantes do dia a dia, contribuindo para um ambiente de trabalho mais produtivo e inteligente. Estes softwares não necessitam de frequentes intervenções humanas, e são programados para interagir diretamente com interfaces de usuário já existentes, isto significa que o RPA pode ser utilizado em diversos setores sem a necessidade de grandes mudanças na infraestrutura tecnológica da empresa (Ribeiro et al., 2021).

Na indústria automotiva, atualmente o RPA é utilizado na automatização de muitas tarefas, em sua maioria administrativas, como o processamento de solicitações de serviços, a realização do controle de inventários e estoques, e inclusive para o monitoramento da qualidade dos produtos. Das diversas aplicações práticas, nos deparamos também com a automatização no planejamento da produção, gerenciamento de atividades logísticas, e lançamentos de dados, que ao serem utilizados, podem promover um melhor fluxo operacional, de forma rápida e eficiente. Este modelo de automação, também pode integrar alguns sistemas de informação, e garantem uma maior precisão na comunicação entre as equipes e trazem a diminuição do tempo necessário para uma tomada de decisão (Madakam; Holmukhe; Jaiswal, 2019).

Um estudo de caso foi realizado em três empresas automotivas para identificar os desafios e boas práticas na utilização de RPA, com base no ciclo de desenvolvimento destes softwares. Os casos analisados mostraram ganhos significativos em eficiência, redução de erros manuais e aumento da produtividade em tarefas como processamento de pedidos, emissão de relatórios e consolidação de dados, reforçando que o RPA, quando bem implementado, pode integrar-se de forma positiva à cadeia automotiva, trazendo melhorias operacionais sem comprometer a qualidade (Wewerka; Reichert, 2021).

A implementação de RPA no controle de demandas e solicitações, proporcionam diversos benefícios, como a redução dos erros que podem ser causados pelo trabalho manual, a melhoria na rastreabilidade e maior agilidade na execução de tarefas. Com esse modelo de automação, também é possível acompanhar serviços em tempo real e identificar rapidamente os gargalos no processo. Além disso, o RPA pode oferecer maior consistência para a padronização

das atividades, contribuindo com uma melhor experiência para os usuários envolvidos e promovendo a redução dos custos operacionais (Khan et al., 2022).

Embora o RPA ofereça diversos benefícios, a sua implementação também enfrenta muitos desafios, como a impossibilidade de tomada de decisão que consiga reproduzir o julgamento humano de forma igualitária, também é necessária a adaptação de tarefas extremamente complexas para a utilização deste modelo. Falhas no sistema também podem impactar muito na utilização do RPA, estas falhas podem estar relacionadas à problemas de comunicação direta, bem como ao funcionamento da internet, principalmente quando utilizada a comunicação entre longas distancias por exemplo, isso pode demandar a disponibilidade de uma internet de alta performance. Estas falhas podem acarretar diversos transtornos caso não sejam feitos planos de reação eficazes para mitigar estas falhas (Fernandez; Aman, 2021).

2.3 Impactos da digitalização na manutenção industrial automotiva

Com a modernização das empresas a partir da revolução industrial e início do século XXI, novas tecnologias foram lançadas trazendo ferramentas mais avançadas, buscando uma transformação digital na indústria 4.0 sendo implementadas por empresas de manufatura de diversas áreas, e com a manutenção industrial não foi diferente, que passou a ser denominada como manutenção 4.0 (Jimenez-Cortadi et al., 2019; Maktoubian; Taskhiri; Turner, 2021).

Para uma digitalização eficaz no processo de manutenção industrial, a disponibilidade dos dados é essencial para um monitoramento efetivo, porém, as empresas ainda encontram dificuldades para dispor dados para dar início a modelos de gestão (Maktoubian; Taskhiri; Turner, 2021). Independente da tecnologia de automatização já fazer parte, e ser facilmente encontrada em grande parte das indústrias atuais, a interação humana ainda se faz extremamente importante para as análises conclusivas, e tomadas de decisão no aspecto técnico industrial (Nikitin; Kaski, 2022).

Aplicativos modernos para controlar o atendimento à de ordens de serviço devem oferecer rastreabilidade, agilidade e visibilidade do status em tempo real e integração com sensores e dashboards inteligentes, permitindo maior controle sobre cada solicitação de manutenção ou ajuste em ferramentas (Zheng; Paiva; Gurciullo,

2020). Para uma comunicação por tecnologia eficaz, diferentemente dos sistemas computacionais tradicionais, a tecnologia da informação baseada nesse meio de gerenciamento possibilita o *pooling* de recursos computacionais, que são então disponibilizados pela internet, permitindo que as transações ocorram em servidores remotos (Khan; Tian; Buyya, 2021). Os usuários podem desfrutar de diversas vantagens, como economia de custos com despesas reduzidas de hardware e infraestrutura, escalabilidade de recursos para atender à demanda em constante mudança e capacidade de acessar serviços de qualquer local onde haja conexão à internet (Deochake, 2023).

As tendências apontam para uma digitalização ainda mais integrada e inteligente, com uso de manutenções prévias baseadas em dashboards centralizados, e aumento da automação. Além disso, espera-se um crescimento no uso de plataformas colaborativas com o uso de *Big Data* para auxiliar no monitoramento de serviços, proporcionando acesso rápido a dados operacionais e antecipação de problemas, e facilitando a tomada de decisão baseada em dados concretos (Patrício; Varela; Silveira, 2025).

3 METODOLOGIA

Foram utilizados dois métodos científicos para o desenvolvimento projeto. Primeiro foi realizada uma pesquisa bibliográfica de artigos científicos publicados em bancos acadêmicos. A ideia dessa pesquisa foi encontrar e analisar artigos científicos que tenham vínculo com o tema. Foram realizadas pesquisas com o uso de palavras-chave, que foram definidas a partir dos objetivos da pesquisa. Também foram levados em conta alguns critérios, como o ano em que o artigo foi publicado, buscando sempre artigos recentes, o quanto ele era importante para o assunto e a qualidade da fonte onde foi divulgado. Esta etapa serviu para construir uma base teórica sólida, com algo que ajudasse a entender melhor o tema e o que já se sabe sobre. A pesquisa ajudou a perceber o que ainda falta ser explorado, ou seja, as lacunas na literatura, importantes para guiar os próximos passos do projeto, mostrando onde valeria mais a pena o aprofundamento no estudo.

Como segundo método para a elaboração do artefato tecnológico, este projeto foi conduzido com base na abordagem e estruturação do *Design Science Research* ou DSR, tendo como principal meta, a execução e análise dos artefatos, para detectar

e solucionar problemas, através de análises práticas. O método DSR, é a união entre práticas científicas, junto a práticas de engenharia. Este método, é aplicado em três principais etapas no estudo, sendo o diagnóstico do problema, desenvolvimento do artefato e avaliação do artefato. Ao decorrer deste estudo, foram descritas e exploradas as fases envolvidas em cada uma dessas etapas, alinhadas com os princípios do método DSR. (Giunti; Doherty, 2024). A primeira fase, é a identificação do problema, em seguida, a segunda etapa, é atribuída à definição da solução, a terceira etapa é focada no desenvolvimento da solução, a demonstração do funcionamento da proposta está associada à quarta etapa do método, na quinta e última etapa, é realizada a avaliação e validação com os especialistas (Peffer et al., 2007). A estrutura do DSR pode ser mostrada conforme a figura 1.

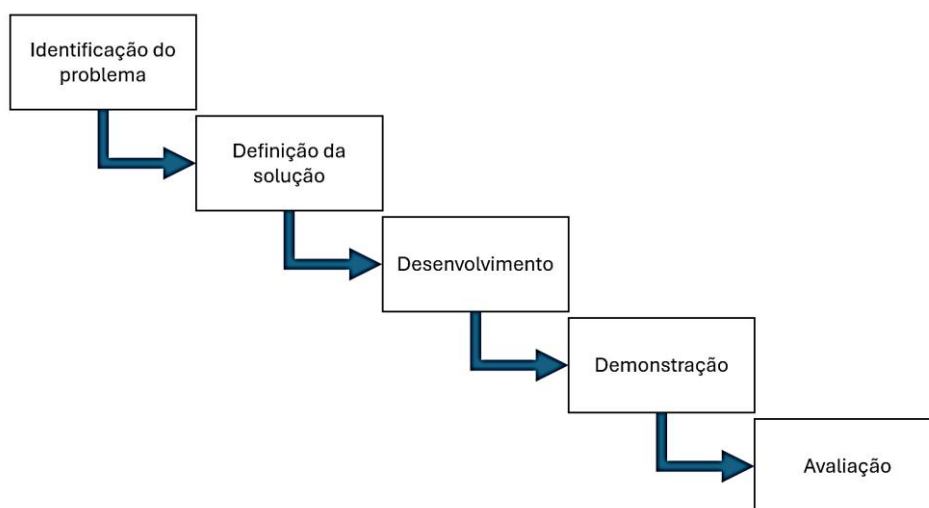


Figura 1: Estrutura DSR
Fonte: Adaptado de PEFFERS, et al. (2007)

3.1 Identificação do problema

Na primeira etapa do DSR, a equipe de desenvolvimento realizará um diagnóstico detalhado do atual sistema de controle da ferramentaria de manutenção da montadora. Serão realizadas entrevistas e observações diretas com técnicos, planejadores e gestores do setor para mapear as principais dificuldades operacionais.

Após a conclusão da primeira etapa a equipe espera identificar quais são os problemas do setor. Essa etapa permite compreender como os problemas impactam no tempo de resposta, na produtividade e a confiabilidade das informações. Com base nessas constatações, será delimitado o escopo do problema que o artefato tecnológico proposto buscará solucionar.

3.2 Definição da solução

Com os problemas identificados, a segunda etapa consistirá na elaboração da proposta de solução, para isso, será realizado o levantamento dos requisitos do projeto que será desenvolvido. A equipe planeja realizar reuniões participativas com os colaboradores e gestores do setor da ferramentaria de manutenção, coletando o máximo de informações possíveis e documentando às necessidades de acordo com os apontamentos e comentários feitos, buscando centralizar as ações para sanar o problema com o desenvolvimento do artefato proposto.

3.3 Design e Desenvolvimento

O projeto de desenvolvimento do aplicativo será estruturado em fases, contemplando desde a modelagem até a implementação das interfaces e validação funcional. A equipe irá realizar a documentação do máximo de informações coletadas, e a captura de imagens para formação do banco de dados de produtos e informações do setor.

O artefato tecnológico proposto será desenvolvido utilizando uma interligação entre as plataformas Microsoft Power Apps, Microsoft SharePoint, interligada a uma automação com Microsoft Power Automate, e para o monitoramento dos dados, a proposta é a junção das informações no Microsoft Power BI. Essa solução visa digitalizar, automatizar e integrar as etapas do processo de solicitação, execução e auxiliar no controle das ordens de serviço no setor de ferramentaria de manutenção.

O SharePoint é um aplicativo com base em navegadores, que possibilita o armazenamento e compartilhamento de arquivos online. Ele trabalha com o carregamento de documentos em bibliotecas, a criação de sites de equipe e de comunicação e o trabalho colaborativo entre usuários. O acesso pode ser feito pela página inicial do Microsoft 365 ou diretamente pela URL do site do SharePoint, utilizando uma conta corporativa ou escolar. O SharePoint, também oferece suporte ao uso de múltiplas contas por meio de perfis diferentes do navegador ou do modo privado. Dessa forma, o SharePoint se torna uma plataforma central para a gestão de informações e colaboração dentro das organizações (Microsoft, 2025).

O Power Apps, é uma plataforma de desenvolvimento que facilita a criação de aplicativos de forma intuitiva, mesmo para quem não domina programação. Ele oferece recursos que permitem integrar dados do SharePoint, Microsoft 365,

Dynamics 365 e SQL Server, funcionando como um imenso conjunto de aplicações. Com uma interface leve, os aplicativos gerados no Power Apps operam com fluidez tanto em desktops quanto em dispositivos móveis. Além disso, é possível utilizar o Microsoft Copilot, que atua como um assistente inteligente, para descrever o aplicativo que o usuário desenvolvedor deseja, auxiliar na sua construção e realizar ajustes de forma autônoma (Microsoft, 2025).

O Power Automate, é um sistema que auxilia na automatização de tarefas e processos. Esse sistema, nos ajuda na criação de métodos de trabalho de forma automática, realizando a interligação entre uma gama de aplicativos. O software tem como principal função, a redução de tarefas repetitivas, auxiliando da redução da intervenção humana, o que pode propagar a redução de erros, economia de tempo, e agilidade na comunicação em tempo real. Além disso, é possível ativar fluxos no sistema através da definição de eventos específicos, como fluxos pré-programados que podem realizar atividades em horários definidos. O Power Automate, também conta com recursos da inteligência artificial, possibilitando a criação de processos inteligentes e analíticos, apoiando nas decisões e operações diárias (Microsoft, 2025).

O Power BI, é um sistema empresarial, desenvolvido com o objetivo de transformar uma alta coleta de dados, em representações visuais. A ferramenta torna possível a utilização de usuários em diversos níveis, desde analistas à gerentes, permitindo que estes organizem, visualizem, e compartilhem os dados de maneira fácil e interativa. Formada por dois principais elementos, o PBI Desktop, que tem como principal objetivo a criação e modelagem de relatórios, e o serviço PBI, que integra um sistema de publicação, colaboração e compartilhamento em nuvem. Fazendo parte do Microsoft Fabric, esse sistema conta com várias funcionalidades de integração de dados, segurança e inteligência artificial, auxiliando na geração automática de relatórios, e análises com linguagem simples. Garantindo às empresas, a capacidade do desenvolvimento de painéis dinâmicos, monitoramento de indicadores, criação de relatórios paginados, e a manipulação de dados em tempo real, contribuindo com a tomada de decisão e administração das informações (Microsoft, 2025).

Após a coleta de todas as informações e definição das ferramentas a serem utilizadas, e equipe irá planejar a arquitetura de comunicação do artefato tecnológico, que deve interligar todos os tópicos que serão utilizados, com todas as interfaces

tendo sua comunicação em tempo real. A figura 2 demonstra a comunicação da aplicação em tempo real.

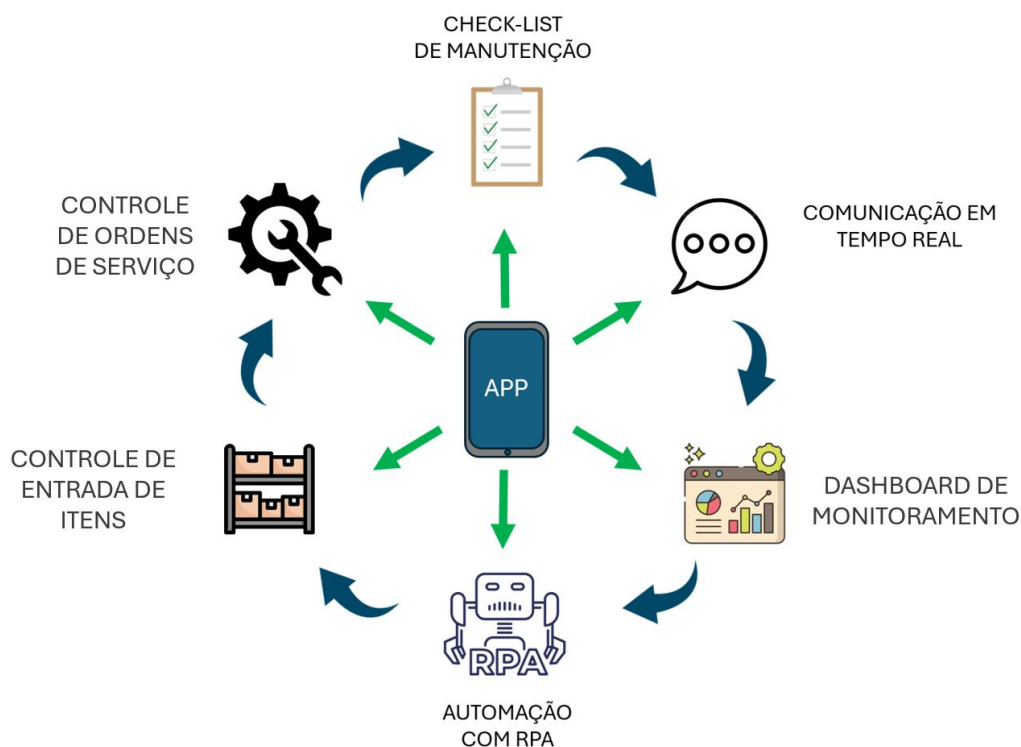


Figura 2: Comunicação da aplicação
Fonte: Autores (2025)

3.4 Demonstração do artefato

Após o desenvolvimento, o aplicativo será instalado nos tablets que são utilizados pelos colaboradores da ferramentaria. A fase de demonstração tem como objetivo testar o funcionamento do sistema no ambiente real de trabalho, sob as condições operacionais do setor. Durante a demonstração, os usuários selecionados para os testes utilizarão as funções do aplicativo. O processo permitirá observar a eficiência e o tempo de resposta do sistema, e o nível de aceitação dos usuários. Eventuais ajustes de interface, desempenho e fluxo de informação serão identificados a partir do feedback coletado nessa etapa. A demonstração servirá como um protótipo funcional para comprovar a viabilidade do artefato e sua aderência às necessidades do setor.

3.5 Validação

Com o objetivo de validar o nível de satisfação do artefato tecnológico desenvolvido, a equipe irá desenvolver um formulário utilizando a ferramenta de questionários do Google Forms, contendo este, questões abertas para coletar as opiniões, experiências ou ideias detalhadas de acordo com as descrições dos colaboradores, e fechadas para análise de dados quantitativos que possam ser comparados. O objetivo buscado com a pesquisa, é entender se o aplicativo desenvolvido irá auxiliar na resolução dos problemas, e atender aos requisitos encontrados nas etapas iniciais do DSR.

Após o desenvolvimento do formulário com as questões, será disponibilizado um link para os colaboradores realizarem o preenchimento das informações. Os colaboradores serão selecionados no departamento de acordo com suas atribuições, experiência e tempo na função. Essa classificação da seleção dos responsáveis por avaliar o artefato, tem o objetivo de diversificar as opiniões coletadas, e com isso entender o nível de atendimento às diferentes atividades do setor.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Identificação do problema

A pesquisa foi iniciada com a identificação dos pontos de melhoria do setor, que foram evidenciados após observações diárias no ambiente e entrevistas com colaboradores e especialistas do setor. Participaram dessa etapa cinco técnicos de manutenção, um planejador e um ferramenteiro, selecionados por estarem diretamente envolvidos nas rotinas de registro, atendimento às solicitações e execução das atividades operacionais, o que os torna a amostra mais representativa dos processos analisados. Também foram realizadas análises de procedimentos, métodos, registros de manutenções e documentos operacionais.

Inicialmente, foi avaliada a quantidade de computadores no setor, e notada a ausência de computadores disponíveis para todos os colaboradores responsáveis por lançamentos, devido ao pouco espaço disponível para a adição de computadores e mesas, causando a não realização, ou realização incorreta dos lançamentos que são realizados para registro, devido à velocidade da realização do lançamento das

informações, para a realização do compartilhamento destas máquinas entre os colaboradores.

Além dos erros relacionados à preenchimento, também foi evidente à ineficiência do controle atual de atendimento às solicitações de serviços, de entrada de insumos ou de produção de componentes relacionados à manutenção. Não há registros em tempo real, que evidenciem que as demandas solicitadas estão sendo atendidas em tempo hábil, acarretando assim, em alguns casos, na produção de peças duplicadas, realização de lançamentos incorretos no controle geral do setor, ou casos contrários, onde as demandas não foram atendidas, por não haver conhecimento da realização das solicitações.

O alto número de impressões também é um ponto negativo a ser considerado, visto que para a realização de *checklists*, emissão de ordens de serviço, e formulários relacionados à verificação das condições dos equipamentos, há um alto volume de impressões, gerando resíduos que impactam o meio-ambiente, além do custo excessivo com insumos de impressão.

A ineficiência de métodos e procedimentos de centralização das ações realizadas no setor, impactou diretamente na decisão das limitações encontradas, principalmente, no que se refere à preenchimentos, e armazenamento de informações. O setor conta com diversos equipamentos diferentes, que têm a necessidade da realização de apontamento dos *checklists* de manutenção, e durante a realização das análises no setor, tornou-se evidente que não há padronização nos meios de realização destas tarefas, e outras relacionadas ao controle e monitoramento do departamento. A sistemática de trabalho atual, com os pontos de melhoria identificados, está exemplificada na figura 3.



Figura 3: Identificação dos problemas

Fonte: Autores (2025)

Após analisar o ambiente mencionado, foi concluída a primeira etapa da metodologia DSR, com a identificação dos principais problemas enfrentados pelos colaboradores da ferramentaria de manutenção.

4.2 Definição da solução

Com base na análise do cenário atual do setor, foram definidas as necessidades para a criação do artefato, e para isso, foram analisados os problemas encontrados pelo grupo de desenvolvedores e especialistas do setor, e após reuniões, as dificuldades encontradas foram convertidas em requisitos para o desenvolvimento.

A primeira etapa foi a coleta de quais pontos chaves do setor devem ser monitorados, criando um banco de informações, como quais as características de cada item a controlado, quais os equipamentos a serem verificados e informações a serem preenchidas de acordo com as especificações. Também foram coletados dados de materiais utilizados para a fabricação e componentes de reposição, documentando o tipo, e dimensões dos materiais atuais disponíveis no setor, para a criação do monitoramento de reposição do estoque de materiais da ferramentaria, tendo como principal requisito melhorar o controle de entradas dos insumos no setor.

Com a ausência de espaço disponível para inserção de novos desktops, notada na etapa de identificação dos problemas, foi definido que o artefato deve ser de fácil

instalação, e deve ser utilizado em dispositivos que não necessitem de instalações ou infraestrutura específica.

Com a documentação das informações, foi definido o modelo da interface de navegação, que deve ser intuitiva, de fácil entendimento e manuseio, e para isso, elas devem ser bem descritas e com preenchimentos de campos curtos. Também foi realizada a definição da interface de realização dos *checklists*, que deve ser clara e objetiva, com a definição de quais pontos críticos devem ser verificados nos equipamentos a serem utilizados.

Foi realizada a análise junto aos colaboradores e especialistas do setor, de quais informações são lançadas de forma manual no sistema após a realização das atividades, com esta análise, foi possível definir quais pontos devem ser automatizados, eliminando a operação de lançamentos manuais.

Para controle das informações de andamento das tarefas a serem realizadas, foram coletadas as informações de quais itens são monitorados, que tem como principal requisito, demonstrar em tempo real, todas as solicitações enviadas ao setor, e quais destas foram atendidas ou não. Este monitoramento deve facilitar a comunicação entre o departamento solicitante, e a ferramentaria. A figura 4, ilustra a arquitetura do artefato, demonstrando os requisitos para o desenvolvimento.

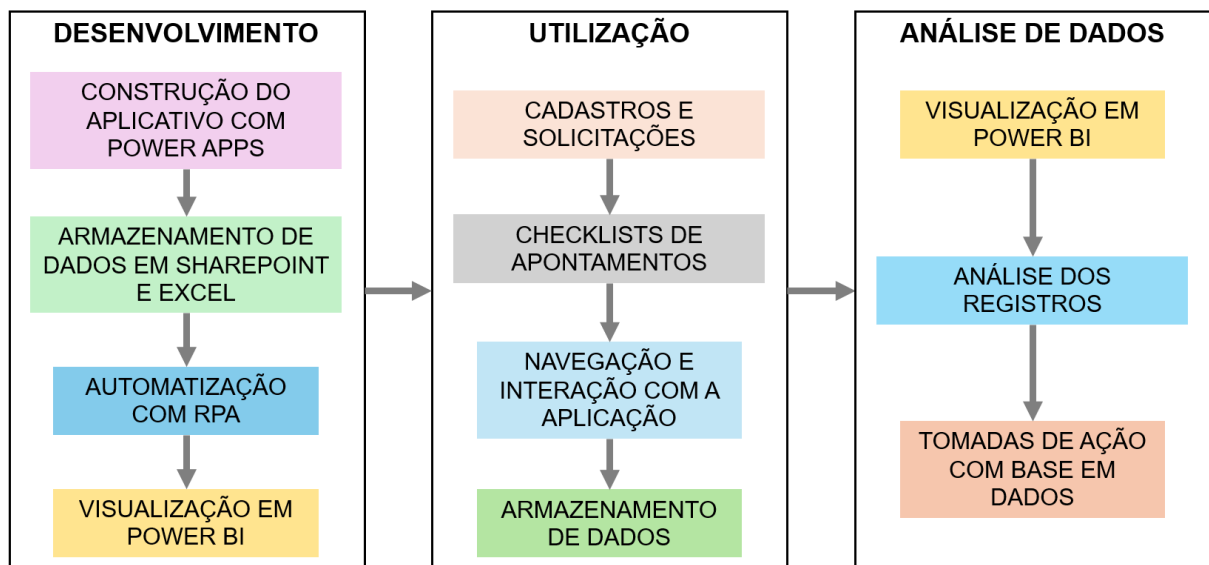


Figura 4: Arquitetura do aplicativo
Fonte: Autores (2025)

4.3 Design e Desenvolvimento

O aplicativo foi desenvolvido de forma intuitiva à realidade do chão de fábrica, acessível por dispositivos móveis ou desktops, permitindo que os técnicos realizem apontamentos em tempo real, eliminando o uso de formulários impressos e reduzindo as falhas manuais no registro de informações. A estrutura do desenvolvimento foi definida para que a construção do aplicativo trabalhe na solução dos pontos a serem melhorados, encontrados na primeira etapa: A falta de computadores suficientes e espaço limitado, os erros e inconsistências nos lançamentos de informações, a ineficiência do controle atual das solicitações de serviços e entradas de insumos, o excesso de impressões, e a descentralização da padronização.

O projeto de desenvolvimento do aplicativo foi desmembrado em etapas, detalhando cada uma, desde a captura das informações, como imagens dos materiais, equipamentos e ferramentas, sejam de materiais diretos ou indiretos, até a exibição no aplicativo. Este processo teve início com a coleta das imagens através de dispositivos eletrônicos, como smartphones ou tablets. Elas servem como guia visual para identificação do produto desejado ou equipamento a ser visualizado, conforme demonstrado na figura 5.



Figura 5: Coleta de imagens

Fonte: Autores (2025)

Com a coleta de todas as informações, de produtos, ferramentas, materiais e máquinas concluída, foi desenvolvido um banco de dados que foi inserido no

SharePoint e com as informações alocadas no banco de dados, foi criada a lista destes itens, contendo a descrição, código, imagem e categoria.

As programações utilizadas para o desenvolvimento da lógica de navegação do aplicativo, foi realizada em *low code*, também denominada como Power FX, que é uma linguagem de programação simples, sem a exigência de conhecimentos avançados em lógicas de programação, o que facilitou na alteração ou correções de erros de lógica durante o desenvolvimento. Com esta linguagem, foram desenvolvidas todas as telas para realização de carregamento das informações que vão diretamente ao banco de dados, e botões de navegação entre as interfaces do aplicativo.

A figura 6 apresenta um trecho de código desenvolvido em Power Fx, a linguagem de programação *low-code* utilizada no Microsoft Power Apps para desenvolver a aplicação proposta. O código exemplificado, tem como objetivo enviar e gravar um registro, de um dos módulos do aplicativo, em uma tabela chamada "solicitação de ferramentas". Para isso, ele usa a função *Patch()*, que insere ou atualiza dados em uma fonte (como SharePoint, *Dataverse* ou Excel). Dentro do Patch, são informados os campos do formulário: Código, quantidade, solicitante, status, descrição e imagem, que recebem valores de controles da interface, como galerias (*Gallery1.Selected*) e campos de formulário (*DataCardValue24.Text*).

Após o envio, o comando *UpdateContext* redefine variáveis de controle internas, *Notify* exibe uma mensagem de sucesso ao usuário, e *ResetForm* limpa o formulário para uma nova inserção.

```
Patch(
    'SOLICITAÇÃO DE FERRAMENTAS';
    Defaults('SOLICITAÇÃO DE FERRAMENTAS');
    {
        CODIGO: Gallery1.Selected.CÓDIGO;
        QUANTIDADE: DataCardValue24.Text;
        SOLICITANTE: DataCardValue25.Text;
        STATUS: DataCardValue28.Selected;
        DESCRIÇÃO: Gallery1.Selected.DESCRICAO;
        IMAGEM: Image2.Image
    }
);;

UpdateContext({var_produto_selecionado:false});;
Notify("Registro enviado com sucesso!"; NotificationType.Success);;
ResetForm(Form2)
```

Figura 6: Programação tela de cadastro
Fonte: Autores (2025)

No Microsoft Power Apps, foi desenvolvida toda a estrutura do corpo do aplicativo, incluindo as telas de navegação, o design do aplicativo, as de páginas e funcionamentos de botões capazes de navegar entre as telas. Toda a sistemática de navegação foi definida com base nas necessidades do departamento, para facilitar a navegação, e torná-la prática e eficiente.

Nas colunas de navegação, foram criadas desde a tela inicial de login, até as interfaces de cadastro de itens, painel de ferramentas da usinagem e *checklists* de averiguação dos estados dos equipamentos a serem utilizados. A figura 7 mostra a nomenclatura de cada tela de navegação criada no Power Apps.

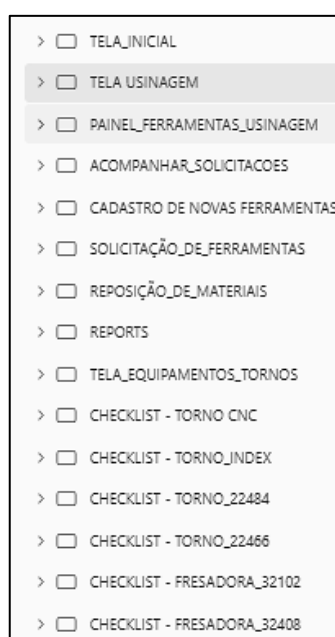


Figura 7: Estrutura das interfaces
Fonte: Autores (2025)

Foram criadas as telas principais como estrutura para que a navegação seja simples e intuitiva, permitindo que os colaboradores realizem as operações através de celulares, tablets ou desktops. A tela de cadastro de ferramentas foi estruturada para que o usuário realize o registro dos insumos ou ferramentas que serão solicitadas. É necessário que os colaboradores, ao cadastrar os itens preencham informações básicas como: Nome da peça, código interno, tipo de item, valor e uma imagem do produto. A figura 8 demonstra a tela de cadastro de produtos.

← CADASTRO DE PRODUTOS

Nome do Produto

Código

Categoria
PRODUTOS QUÍMICOS

Preço Médio

Foto do Produto

Sua câmera não está configurada corretamente, está atualmente em uso ou foi configurada incorretamente pelo desenvolvedor do aplicativo.

Cadastrar

Figura 8: Tela de cadastro de produtos
Fonte: Autores (2025)

O desenvolvimento da lista de itens cadastrados, foi criada para que o planejador do setor acesse a lista de produtos, para verificar quais itens estão cadastrados, alterar descrições, códigos e imagens. Foram criadas galerias através das listas criadas no Microsoft SharePoint onde os campos da lista são carregados no aplicativo com as informações já pré-definidas. Após o carregamento da lista, é realizada uma mudança do layout, formato e tamanho para que haja uma fácil visualização e organização da tela, e acrescentados botões para que os usuários possam navegar através de cada item, podendo confirmar a solicitação que foi realizada, e fazer a conferência do preenchimento dos dados.

Para controle de reposição dos insumos ou ferramentas utilizados, foi criada a tela de controle de solicitações, onde o planejador do setor terá as informações de quais materiais ou ferramentas foram solicitados ou utilizados, e com essas informações, repassa à demanda de reposição ao setor de logística, repondo os estoques conforme consumo. A figura 9 apresenta a tela de controle de solicitações.



Figura 9: Controle de solicitações
Fonte: Autores (2025)

Após a criação da tela dos bens e insumos a serem controlados, foi desenvolvida a interface para reposição de materiais, onde o colaborador deverá informar a ordem de serviço, quantidade, descrição do material, que já estará pré-definido em uma lista de seleção com suas devidas dimensões, data e nome do colaborador solicitante. Ao preencher os dados, estes serão enviados para uma lista no Microsoft Sharepoint.

O monitoramento dos materiais será realizado após a solicitação na interface de reposição, os materiais vão para uma lista desenvolvida e compartilhada entre o aplicativo e o SharePoint. Na lista há informações de descrição do material, ordem de serviço pertinente à solicitação, quantidade, solicitante, código do item, e dimensões. Com o desenvolvimento deste controle, o planejador tem as informações de quais materiais foram utilizados e tem a necessidade de serem repostos. A figura 10, mostra a lista de monitoramento de reposição de materiais.

REGISTRO - SOLICITAÇÃO DE MATERIAIS ☆						
DESCRICAO	ORDEM_DE_SERV...	QUANTIDADE	SOLICITANTE	CÓDIGO DO ITEM	DIÂMETRO	
003 - SAE 1045 Ø 1" X 500 mm	28754032	2	SSBBBT - BRENO DE BARROS TORRES	28018003	0,0254	
011 - SAE 1020 Ø 1"E 1/2 X 500 mm	28783520		SSBBBT - BRENO DE BARROS TORRES	28018001	0,0381	
006 - SAE 1045 Ø 3" X 500 mm	12345678910	2	SSBAMS - ALEX MARTINS DOS SANTOS	28018004	0,0762	

Figura 10: Reposição de materiais
Fonte: Autores (2025)

Com o banco de imagens dos equipamentos gerado, foram criadas as telas de seleção de equipamentos para realização dos *checklists* de manutenção preventiva total (TPM), nesta tela, todos os equipamentos utilizados no setor foram cadastrados, com suas devidas imagens, e nomenclaturas.

Após a criação da interface de seleção dos equipamentos, foi criado para cada equipamento selecionado um *checklist* de TPM, onde o técnico responsável pela utilização deve realizar a inspeção de cada atividade descrita, e preencher no aplicativo se as atividades foram concluídas, marcando as opções de “OK” caso todas estejam em conformidade, e “NOT OK” caso contrário. A figura 11 demonstra a interface de *checklist* em um dos equipamentos.



The screenshot shows a mobile application interface for a TPM checklist. At the top, there is a back arrow icon and the equipment identifier "TORNO 22484". Below this, a section titled "ORDEN DE SERVIÇO" contains a white input field. The main checklist area lists two tasks: "REALIZAR LIMPEZA NO VOLANTE DO CARRINHO" and "REALIZAR LIMPEZA NO CARRO ESPERA E LUBRIFICAR (TONNA 68)". Each task has a red toggle switch and the text "NOT OK" to its right. At the bottom right, there is a button labeled "REGISTRAR APONTAMENTO". The background of the interface shows a blurred image of a worker in a hard hat and safety vest.

Figura 11: Checklist de TPM
Fonte: Autores (2025)

Após realizar a criação da etapa de TPM, foi desenvolvida a interface de preenchimento das informações referentes ao tempo da atividade executada, contendo informações de data de início, data fim, horário inicial, horário final, ordem de serviço, usuário e as informações referentes a ordem de serviço como “Relatório de falha”, o objetivo da criação desta tela, é a documentação de toda a atividade realizada, com a documentação do número da ordem de serviço que o técnico está atendendo. A figura 12 demonstra a interface de registro das informações.

PREENCHA AS INFORMAÇÕES

DATA DE INÍCIO: 31/12/2001

DATA FINAL: 31/12/2001

HORA INICIAL: 0

HORAS FINAIS: 0

MINUTOS INICIAIS: 0

MINUTOS FINAIS: 0

ORDEM DE SERVIÇO:

USUÁRIO (SSB)

REGISTRAR

Figura 12: Registro das informações
Fonte: Autores (2025)

Após realizar a atividade, as informações que são preenchidas pelos colaboradores vão para uma base de dados, onde será possível que o planejador responsável possa fazer o controle do apontamento das atividades finalizadas. A figura 13 apresenta a interface de monitoramento das atividades.

APONTAMENTOS ☆

STATUS: AGUARDANDO APONTAMENTO

ORDEM DE SERVI...	STATUS	DATA DE INÍCIO	DATA FINAL	USUÁRIO (SSB)	HORA REAL - INÍ...	HORA REAL - FIN...
1263683	AGUARDANDO APONTAMENTO	9/25/2025	9/25/2025	Sabbbbt	8:0	8:10

Figura 13: Monitoramento das atividades
Fonte: Autores (2025)

Após a criação da tela de registro das informações de atendimento às ordens de serviço, foi desenvolvida a etapa de envio dos dados de forma automática para a lista no SharePoint com as informações preenchidas, onde posteriormente os dados serão transferidos para o sistema interno utilizado, através da automação robótica de processos (RPA), que será realizada pelo Power Automate.

Para realizar a integração entre planilhas de apontamento de produção e o banco de dados corporativo hospedado no SharePoint, o fluxo executa de forma autônoma, a abertura de ambientes web e locais, acessando o sistema de apontamentos da empresa e a plataforma SharePoint para realizar o lançamento de dados de forma automática. A sequência de comandos é estruturada para simular a interação humana com as interfaces, realizando cliques em elementos específicos definidos previamente, preenchimento de campos, envio de teclas e tempos de espera programados. As informações são obtidas diretamente de uma planilha Excel

localizada em diretório interno, sendo transferidas para o sistema online sem necessidade de intervenção manual, e com a definição dos usuários responsáveis, garantindo que o processo só seja iniciado ou interrompido pelos colaboradores definidos pelos administradores dos lançamentos. A automação do lançamento das informações garante maior agilidade, precisão e rastreabilidade no processo de apontamento, eliminando etapas repetitivas e reduzindo o risco de erros consequentes da intervenção manual na atualização de registros operacionais. A figura 14, demonstra um trecho da lógica de funcionamento do Power Automate.

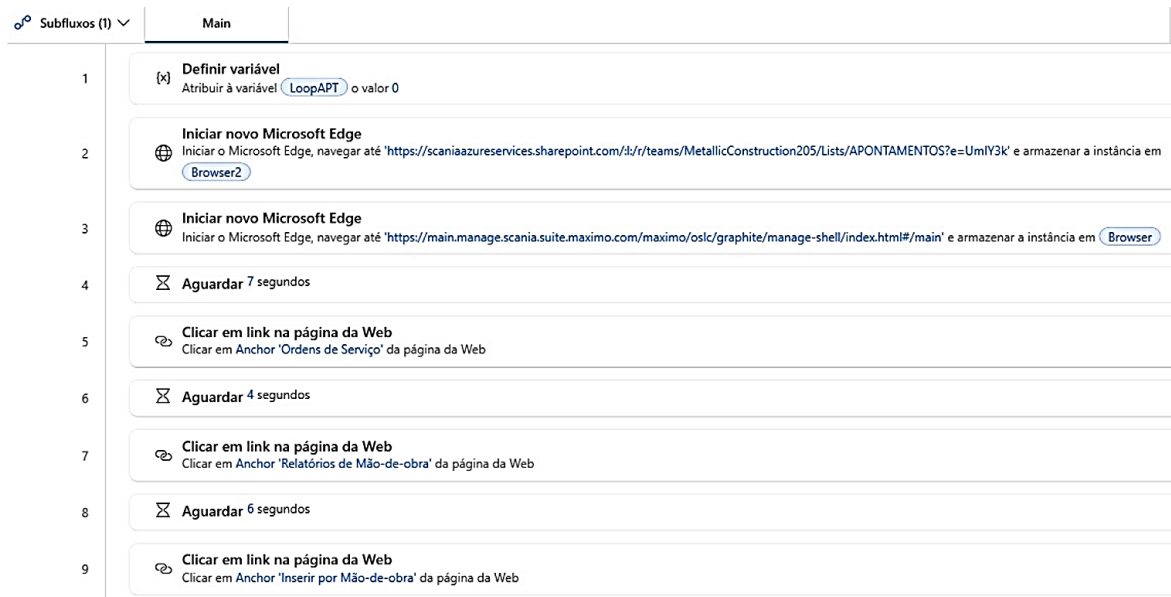


Figura 14: Automação dos apontamentos
Fonte: Autores (2025)

O sistema trabalha com uma conexão do Excel com os dados do Microsoft SharePoint onde os dados de um, são cópias em tempo real do outro, porém apenas os dados do Microsoft SharePoint podem ser alterados, e os dados do Excel são atualizados a cada 60 segundos realizando o carregamento do SharePoint.

Para monitoramento dos dados de forma visual, foi desenvolvido um *dashboard* utilizando o Power BI, na interface do software, foram inseridas as informações de dados a serem monitorados pelos responsáveis do departamento, estas informações vão desde os apontamentos realizados, solicitações, a tarefas concluídas e tempos de atividades realizadas. A figura 15 demonstra a tela de controle através do Power BI.

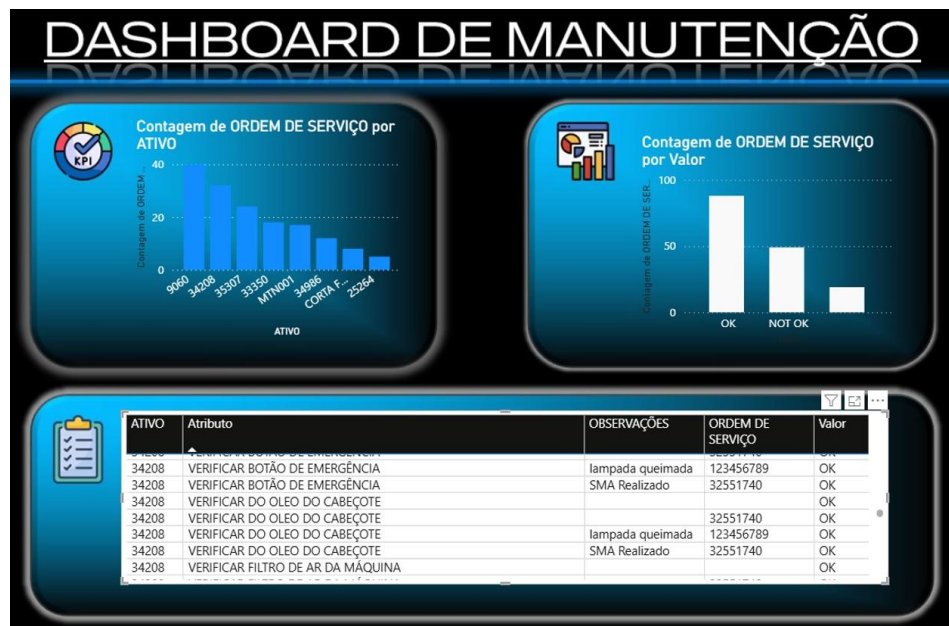


Figura 15: Power BI
Fonte: Autores (2025)

4.4 Demonstração do artefato

A etapa de demonstração do projeto, foi iniciada realizando a instalação da aplicação nos tablets do setor da ferramentaria, que utilizam o sistema Android na versão 15. Após instalar, o aplicativo foi iniciado pela equipe selecionada, que teve como missão, abrir as interfaces e interagir com o software.

Durante os testes, foi notada que a navegação entre as telas se manteve leve, além disso, a interação entra os sistemas SharePoint, Power Automate e Power BI, mostraram uma comunicação rápida entre o banco de dados com as informações, e a aplicação. Os especialistas do departamento realizaram operações dentro da aplicação, cadastrando ferramentas, simulando realizações de *checklists* de TPM e fazendo pedidos de insumos para a ferramentaria.

Após a realização de testes nas telas de cadastro, verificações e solicitações, foi avaliada a funcionalidade do envio das informações pertinentes para as listas do SharePoint de forma automática. A automação que foi inicialmente configurada, foi confirmada com a execução das operações automáticas, que transferiram as informações registradas para as planilhas, atualizando com sucesso os dados de maneira autônoma.

No Power BI, os dados recebidos do SharePoint foram transformados em dashboards e relatórios visuais, proporcionando um monitoramento em tempo real de

indicadores de duração das tarefas e status das ordens de serviço por exemplo. Essa comunicação rápida, ofereceu aos especialistas selecionados para os testes, mais clareza sobre as atividades que são realizadas no setor, e demonstrou como a aplicação contribuirá na tomada de decisões dentro do setor.

A etapa também incluiu a verificação da usabilidade múltipla da aplicação, que após os testes demonstrou um bom desempenho, mesmo com o uso simultâneo em dispositivos diversos. O sistema destacou sua estabilidade e velocidade de atualização das informações compartilhadas. A figura 16, mostra a etapa de demonstração do artefato tecnológico.



Figura 16: Demonstração do aplicativo
Fonte: Autores (2025)

Com a finalização dos testes do aplicativo, foi possível concluir a etapa de demonstração da solução proposta, alcançando as metas do projeto de digitalizar, automatizar e integrar alguns dos processos da ferramentaria de manutenção, à tecnologia.

4.5 Avaliação e validação do artefato

A etapa de validação do artefato, foi iniciada com a verificação do atendimento da aplicação aos requisitos propostos inicialmente, e se a solução realmente facilitou a realização das tarefas diárias, e se foi eficaz na mitigação dos erros relacionados à preenchimentos e solicitações do setor. Para isso, foi realizado um estudo comparativo no departamento, avaliando antes e após a utilização da aplicação durante quatro semanas. O quadro 1 apresenta um comparativo antes da utilização da aplicação, e após sua implementação.

SEMANA 1		SEMANA 2		SEMANA 3		SEMANA 4	
ERROS DE PREENCHIMENTO		ERROS DE PREENCHIMENTO		ERROS DE PREENCHIMENTO		ERROS DE PREENCHIMENTO	
LANÇAMENTO MANUAL	APLICATIVO	LANÇAMENTO MANUAL	APLICATIVO	LANÇAMENTO MANUAL	APLICATIVO	LANÇAMENTO MANUAL	APLICATIVO
5	2	3	1	4	0	4	1
SOLICITAÇÕES REPETIDAS		SOLICITAÇÕES REPETIDAS		SOLICITAÇÕES REPETIDAS		SOLICITAÇÕES REPETIDAS	
1	0	2	1	0	0	1	0
TEMPO PARA LANÇAMENTO (MINUTOS POR SEMANA)		TEMPO PARA LANÇAMENTO (MINUTOS POR SEMANA)		TEMPO PARA LANÇAMENTO (MINUTOS POR SEMANA)		TEMPO PARA LANÇAMENTO (MINUTOS POR SEMANA)	
93	66	85	60	82	65	98	70

Quadro 1: Estudo comparativo
Fonte: Autores (2025)

Além das contagens por semana, foram analisados 54 registros operacionais ao todo, considerando a soma dos erros de preenchimento, solicitações repetidas e tempos semanais de lançamento, distribuídos antes e depois da implementação.

Após a conclusão do estudo, foram obtidos os resultados com a implementação da aplicação em relação ao processo anterior do setor. Foram mensurados os erros de preenchimento, que apresentaram uma redução de 75% de ocorrências, a quantidade de solicitações repetidas também apresentou 75% de redução com a utilização do artefato. O tempo para lançamento das ordens de serviço realizadas também foi reduzido, apresentando uma redução média de 27,1% em minutos utilizados para esta tarefa, saindo de 358 minutos semanais em média para 261, um ganho de 97 minutos por semana no setor, o que representa uma redução média do custo operacional de R\$ 1.034,64 por mês. O volume de impressões de formulários foi eliminado, visto que não será mais necessária a impressão para registros de solicitações e realizações de TPM.

Para avaliar a aplicação, foi determinada uma equipe de sete colaboradores da ferramentaria de manutenção, participando os cinco técnicos, um planejador e um ferramenteiro, todos com uma média de nove anos no setor, com uma vasta experiência nas tarefas e atividades diárias, onde foram relatados os problemas

inicialmente. A definição deste time de especialistas, foi importante para a coleta de opiniões relevantes para determinar se houve ou não, o atingimento dos objetivos da aplicação proposta.

Tendo como principal objetivo, reunir opiniões diversas em relação às funções do aplicativo, foi criado um questionário através do Google Forms, sendo este, com oito questões fechadas, baseadas na escala *Likert*, e duas perguntas abertas, sendo de livre escrita por parte dos avaliadores selecionados. Para as perguntas que foram elaboradas de maneira fechada, foi aplicada uma classificação em escala de cinco níveis, sendo uma estrela a representação de discordância total, e cinco estrelas para total concordância com a pergunta realizada. O objetivo das perguntas fechadas que foram elaboradas, foi a avaliação dos aspectos de usabilidade, clareza do design, rapidez na execução das tarefas, precisão das informações, eficiência da automação e o impacto do software em relação a auxiliar os usuários da resolução de problemas do setor. Já as duas questões abertas, foram definidas para que os participantes compartilhassem suas opiniões de maneira livre, apresentando críticas, recomendações e sugestões de melhorias futuras. A figura 17, demonstra o resultado da etapa de validação.

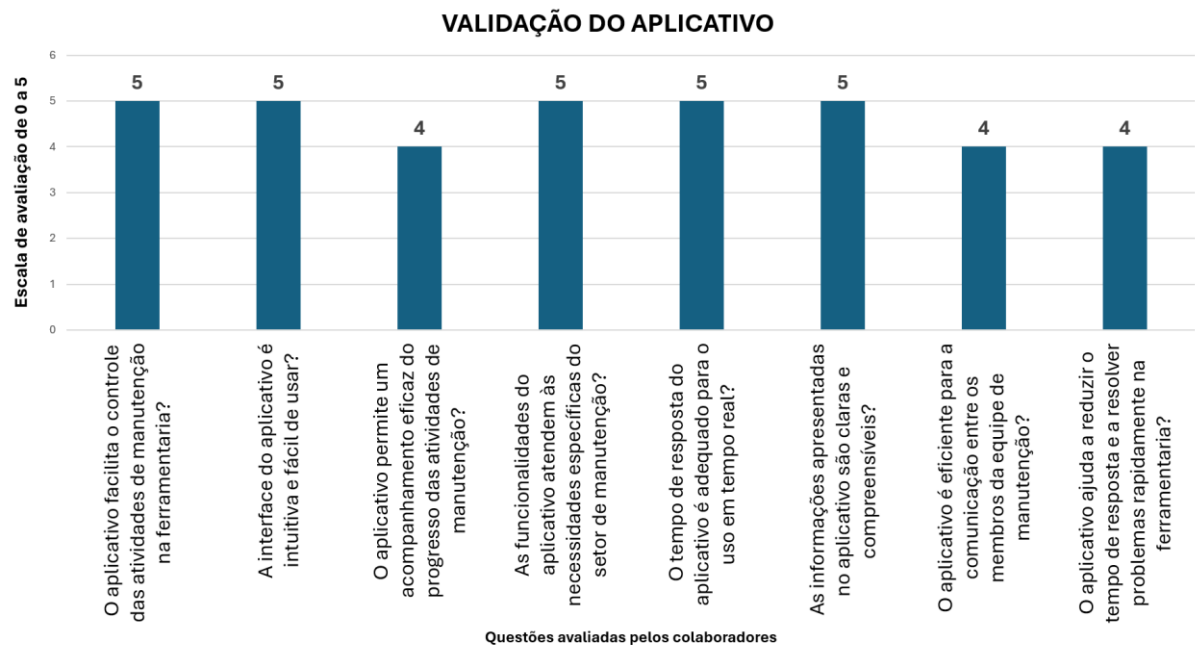


Figura 17: Resultado da validação do aplicativo
Fonte: Autores (2025)

O resultado obtido após a validação, foi positivo, evidenciando que o aplicativo se mostrou útil ao setor e colaboradores, demonstrando eficácia na resolução dos problemas encontrados na primeira etapa. As duas questões abertas da avaliação

foram: O que mais chamou sua atenção (positivamente ou negativamente) ao utilizar o aplicativo? E quais melhorias você sugeriria para tornar o aplicativo mais útil e agradável no seu dia a dia de trabalho? Como resultado da primeira questão, foram obtidas respostas positivas com relação à facilidade na usabilidade e navegação do sistema. Em relação à segunda questão houve uma variação de sugestões de melhorias de forma abrangente, sendo a resposta definida pela equipe como de alta relevância, a inserção da aplicação em toda a rede fabril para a utilização em qualquer ponto da empresa.

Com a finalização da validação da aplicação, foi possível mensurar os aspectos positivos e as limitações do projeto, o que possibilita à equipe traçar objetivos de melhorias futuras para o artefato. Dentre as limitações encontradas, destaca-se a dificuldade de ampliar a rede de utilização da aplicação para os demais setores, sendo um sistema desenvolvido e dedicado ao setor da ferramentaria de manutenção. Entretanto, com a base da aplicação já definida, para projetos futuros a equipe se dispõe a realizar a ampliação do aplicativo para setores cujas necessidades se alinhem com a arquitetura deste aplicativo, e seja possível a utilização com a mesma plataforma desenvolvida, customizando de acordo com o setor a ser utilizado.

Os resultados que foram obtidos com o desenvolvimento e implementação do aplicativo digital para controle das atividades da ferramentaria de manutenção automotiva demonstram alinhamento direto com as tendências apontadas pela literatura sobre digitalização industrial, automação de processos e integração de sistemas de manutenção. Conforme Menon e Tuladhar (2024) destacam, a gestão eficiente das ordens de serviço depende da capacidade do sistema em integrar informações, reduzir o tempo de resposta e garantir a rastreabilidade das atividades. O artefato desenvolvido neste estudo atendeu a essas exigências, promovendo a centralização das informações e o acompanhamento em tempo real das solicitações, o que eliminou etapas redundantes e minimizou erros de comunicação entre os setores.

A adoção do sistema também se conecta com o conceito de automação de processos robóticos (RPA), apresentado por Madakam, Holmukhe e Jaiswal (2019), que afirmam que a automatização de tarefas administrativas é um passo fundamental para liberar os profissionais de atividades repetitivas e de baixo valor agregado. Embora o artefato não seja um RPA completo, sua arquitetura, baseada em fluxos automatizados por meio do Power Automate, executa tarefas de lançamentos de

dados e atualizações de status sem intervenção humana, o que diminuiu consideravelmente a necessidade da intervenção manual nos apontamentos, representando uma aplicação prática dos princípios de automação discutidos pelos autores.

Outro ponto de coerência com os estudos anteriores, é o impacto da digitalização na rastreabilidade e consistência das informações, tema enfatizado por Jimenez-Cortadi et al. (2019) e Maktoubian, Taskhiri e Turner (2021). O uso do aplicativo reduziu a dependência de registros impressos e planilhas manuais, atendendo à necessidade de um controle da manutenção 4.0 baseada em dados digitais confiáveis. Essa transformação evidencia o avanço para um modelo de manutenção inteligente, conforme indicado por Patrício, Varela e Silveira (2025), em que o uso de plataformas integradas e conectadas, possibilitam um acompanhamento dinâmico das operações e maior agilidade nas decisões baseadas em dados.

A literatura também ressalta que a digitalização não substitui a importância da análise humana, mas a potencializa por meio da organização e acessibilidade dos dados (Nikitin; Kaski, 2022). No artefato desenvolvido, os dashboards do Power BI funcionaram como ferramentas de apoio à decisão, permitindo que gestores e técnicos visualizassem indicadores de desempenho e históricos de falhas de forma intuitiva. Essa abordagem reforça o papel da interação humana no contexto da Indústria 4.0, em que a análise técnica e a experiência prática continuam essenciais para interpretar os resultados automatizados.

Além disso, a integração entre as plataformas Power Apps, SharePoint e Power Automate reforça a visão de Pandey et al. (2024), que defendem que a eficiência operacional na ferramentaria automotiva depende da sinergia entre os departamentos de manutenção, qualidade, produção e suprimentos. Essa integração das aplicações contribuiu para o fluxo contínuo de informações, eliminando barreiras entre áreas e reduzindo o retrabalho, um dos principais problemas identificados na primeira etapa do projeto.

Por fim, o projeto também confirma o que Wang e Shao (2024) discutem sobre o papel estratégico da adoção tecnológica nas indústrias: Empresas que não investem em sistemas digitais robustos tendem a sofrer perdas significativas de produtividade e controle. A construção do aplicativo proposto demonstrou ganhos de eficiência, confiabilidade e sustentabilidade para o departamento.

Portanto, as discussões reforçam que o artefato desenvolvido não apenas responde aos problemas encontrados, mas também expõe na prática os conceitos de automação, digitalização e integração mostrados em estudos anteriores. O sistema projetado se mostra uma aplicação real e coerente dos fundamentos teóricos de um monitoramento e controle mais eficiente, contribuindo para a evolução tecnológica e operacional do setor.

5 CONCLUSÃO

O projeto atingiu o seu objetivo final, o desenvolvimento de um aplicativo digital destinado a melhorar o controle das atividades da ferramentaria de manutenção, promovendo a digitalização e a automação dos processos identificados como críticos durante a etapa inicial de diagnóstico. Desde o início, a proposta foi definida para promover melhorias relacionadas à descentralização de métodos, às falhas de comunicação e ao excesso de retrabalhos, que eram decorrentes de erros causados por tarefas manuais, fatores que comprometiam diretamente a eficiência operacional e aumentavam os custos do setor.

A solução criada demonstrou eficiência ao centralizar informações, reduzir retrabalhos e aprimorar a comunicação entre os setores envolvidos, garantindo maior rastreabilidade e agilidade no controle das informações. Essa centralização resultou na eliminação de erros recorrentes, na diminuição das solicitações repetidas e na melhoria da visibilidade das atividades da manutenção, também foram eliminadas as impressões de formulários no setor para as atividades correlatas.

Com isso tornou-se evidente que a aplicação atendeu ao objetivo inicial e promoveu uma redução no custo interno operacional em relação a horas operacionais e redução de desperdícios de insumos. A integração entre as quatro plataformas Power Apps, SharePoint, Power Automate e Power BI viabilizou a automatização dos apontamentos, além de permitir o acompanhamento em tempo real das operações, assegurando confiabilidade, precisão e consistência dos dados.

Os testes que foram realizados comprovaram a funcionalidade e a eficiência do sistema no ambiente industrial, validando seu uso pelos profissionais da ferramentaria de manutenção. O lançamento automatizado dos serviços finalizados, aliado ao monitoramento contínuo das informações, fortaleceu a tomada de decisão, aumentou a confiabilidade dos registros e contribuiu para a eficiência operacional.

A pesquisa também evidenciou limitações importantes a serem consideradas, por ter sido desenvolvido inicialmente para atender exclusivamente à ferramentaria de manutenção, ainda há dificuldade de ampliar a rede de utilização. Essa restrição, entretanto, não inviabiliza sua expansão, pois a arquitetura construída oferece uma base sólida para adaptações futuras, permitindo que versões customizadas sejam desenvolvidas conforme as necessidades específicas de cada departamento. Assim, recomenda-se que trabalhos futuros explorem a ampliação do escopo do sistema, avaliando sua aplicabilidade em outras áreas da organização e integrando novos módulos que potencializem a automação e o monitoramento das atividades industriais.

REFERÊNCIAS

- ACHOUCHE, Mounia; DIMITROVA, Mariya; ZIANE, Khaled; KARGANROUDI, Sasan Sattarpanah; DHOUB, Rizck; IBRAHIM, Hussein; ADDA, Mehdi. On Predictive Maintenance in Industry 4.0: Overview, Models, and Challenges. *Applied Sciences*, v. 12, n. 16, 2022. DOI: <https://doi.org/10.3390/app12168081>.
- AJIGA, Daniel; OKELEKE, Patrick Azuka; FOLORUNSHO, Samuel Olaoluwa; EZEIGWENEME, Chinedu. The role of software automation in improving industrial operations and efficiency. *International Journal of Engineering Research Updates*, v. 7, n. 1, p. 022–035, 30 ago. 2024. DOI: <https://doi.org/10.53430/ijeru.2024.7.1.0031>.
- BECHINIE, Christian; ZAFARI, Setareh; KROENINGER, Lukas; PUTHENKALAM, Jaison; TSCHELIGI, Manfred. Toward human-centered intelligent assistance system in manufacturing: challenges and potentials for operator 5.0. *Procedia Computer Science*, v.232, p. 1584–1596, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.procs.2024.01.156>.
- DEOCHAKE, Saurabh. Cloud Cost Optimization: A Comprehensive Review of Strategies and Case Studies. *arXiv*, 24 jul. 2023. DOI: <https://doi.org/10.48550/arXiv.2307.12479>.
- FERNANDEZ, Dahlia; AMAN, Aini. The Challenges of Implementing Robotic Process Automation in Global Business Services. *International Journal of Business and Society*, v. 22, n. 3, p. 1269–1282, 17 dez. 2021. DOI: <https://doi.org/10.33736/ijbs.4301.2021>.
- GIUNTI, G.; DOHERTY, C. P. Cocreating an Automated mHealth Apps Systematic Review Process With Generative AI: Design Science Research Approach. *JMIR Medical Education*, v. 10, p. e48949, 12 fev. 2024. DOI: <https://doi.org/10.2196/48949>.
- JESUS, Ananda Fernanda de; TADINI, Antonio Victor Wolf; PEREIRA, Clayton Martins; MARINHO, Ronnie Shida; CASTRO, William Pires de; SEGUNDO, José Eduardo Santarem. O uso do método Design Science Research na Ciência da Informação: uma revisão sistemática da literatura. *AtoZ: novas práticas em informação e conhecimento*, v. 12, p. 1, 26 jul. 2023. DOI: <https://doi.org/10.5380/atoz.v12i0.87478>.
- JIMENEZ-CORTADI, A.; IRIGOIEN, I.; BOTO, F.; OLIVEIRA, B.; RODRIGUEZ, G. Manutenção preditiva no processo de usinagem e máquina-ferramenta. *Applied Sciences*, v. 10, p. 224, 2019. DOI: <https://doi.org/10.3390/app10010224>.
- KHAN, Sofia; TAILOR, R. K.; UYGUN, Hayri; GUJRATI, Rashmi. Application of robotic process automation (RPA) for supply chain management, smart transportation and logistics. *International Journal of Health Sciences*, p. 11051–11063, 7 jun. 2022. DOI: <https://doi.org/10.53730/ijhs.v6nS3.8554>.
- KHAN, T.; TIAN, W.; BUYYA, R. Machine Learning (ML)-Centric Resource Management in Cloud Computing: A Review and Future Directions. *arXiv preprint arXiv:2105.05079*, 2021. DOI: <https://doi.org/10.48550/arXiv.2105.05079>.

MADAKAM, S.; HOLMUKHE, R. M.; JAISWAL, D. K. The Future Digital Work Force: Robotic Process Automation (RPA). *Journal of Information Systems and Technology Management*, v. 16, 17 jan. 2019. DOI: <https://doi.org/10.4301/S1807-1775201916001>.

MAKTOUBIAN, J.; TASKHIRI, M. S.; TURNER, P. Intelligent Predictive Maintenance (IPdM) in Forestry: A Review of Challenges and Opportunities. *Forests*, v. 12, p. 1495, 2021. DOI: <https://doi.org/10.3390/f12111495>.

MENON, M. Krishna; TULADHAR, R. Asset Management decisionmaking through data-driven Predictive Maintenance – an overview, techniques, benefits and challenges. *Maintenance, Reliability and Condition Monitoring*, v. 4, n. 2, p. 44–63, 31 dez. 2024. DOI: <https://doi.org/10.21595/marc.2024.24232>.

MICROSOFT. Power BI. Disponível em: <https://learn.microsoft.com/pt-br/power-bi/fundamentals/power-bi-overview>. Acesso em: 11 out. 2025.

MICROSOFT. SharePoint. Disponível em: <https://support.microsoft.com/pt-br/office/entrar-no-sharepoint-324a89ec-e77b-4475-b64a-13a0c14c45ec>. Acesso em: 11 out. 2025.

MICROSOFT. Power Apps. Disponível em: <https://learn.microsoft.com/pt-br/power-apps/powerapps-overview>. Acesso em: 11 out. 2025.

MICROSOFT. Power Automate. Disponível em: <https://learn.microsoft.com/pt-br/power-automate/flow-types>. Acesso em: 11 out. 2025.

NGCOBO, Kwanele; BHENGU, Sandiswa; MUDAU, Ambani; THANGO, Bonginkosi; LERATO, Matshaka. Enterprise Data Management: Types, Sources, and Real-Time Applications to Enhance Business Performance - A Systematic Review. SSRN, 2024. DOI: <https://dx.doi.org/10.2139/ssrn.4968451>.

NIKITIN, A.; KASKI, S. Human-in-the-Loop Large-Scale Predictive Maintenance of Workstations. In: *Proceedings of the 28th ACM SIGKDD Conference on Knowledge Discovery and Data Mining*, 14 ago. 2022. DOI: <https://doi.org/10.1145/3534678.3539196>.

NUNES, P.; SANTOS, J.; ROCHA, E. Challenges in predictive maintenance – A review. *CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology*, v. 40, p. 53–67, fev. 2023. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cirpj.2022.11.004>.

PATRÍCIO, L.; VARELA, N.; SILVEIRA, Z. Implementation of a Sustainable Framework for Process Optimization Through the Integration of Robotic Process Automation and Big Data in the Evolution of Industry 4.0. *Processes*, v. 13, n. 2, p. 536, 2025. DOI: 10.3390/pr13020536.

PANDY, Gokul; JAYARAM, Vivekananda; KRISHNAPPA, Manjunatha Sughaturu; INGOLE, Balaji Shesharao; GANEEB, Koushik Kumar; JOSEPH, Shenson. Advancements in Robotics Process Automation: A Novel Model with Enhanced Empirical Validation and Theoretical Insights. *European Journal of Computer Science*

and Information Technology, v. 12, n. 5, p. 64–73, 26 maio 2024. DOI: <https://doi.org/10.48550/arXiv.2410.04255>.

PEFFERS, Ken *et al.* A design science research methodology for information systems research. *Journal of Management Information Systems*, v. 24, p. 45–77, 1 jan. 2007. DOI: <https://doi.org/10.2753/MIS0742-1222240302>.

RIBEIRO, Jorge; LIMA, Rui; ECKHARDT, Tiago; PAIVA, Sara. Robotic Process Automation and Artificial Intelligence in Industry 4.0 – A Literature review. *Procedia Computer Science*, v. 181, p. 51–58, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.procs.2021.01.104>.

SHAHEEN, B. W.; NÉMETH, I. Integration of Maintenance Management System Functions with Industry 4.0 Technologies and Features—A Review. *Processes*, v. 10, n. 11, p. 2173, 24 out. 2022. DOI: <https://doi.org/10.3390/pr10112173>.

WANG, D.; SHAO, X. Research on the impact of digital transformation on the production efficiency of manufacturing enterprises: Institution-based analysis of the threshold effect. *International Review of Economics & Finance*, v. 91, p. 883–897, mar. 2024. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.iref.2024.01.046>.

WEWERKA, Judith; REICHERT, Manfred. Robotic Process Automation in the Automotive Industry - Lessons Learned from an Exploratory Case Study. In: CHERFI, Samira; PERINI, Anna; NURCAN, Selmin (Orgs.). *Research Challenges in Information Science. Lecture Notes in Business Information Processing*. Cham: Springer International Publishing, 2021. v. 415, p. 3–19. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-030-75018-3_1.

ZHENG, H.; PAIVA, A. R.; GURCIULLO, C. S. *Advancing from Predictive Maintenance to Intelligent Maintenance with AI and IIoT*. San Diego, 2020. DOI: <https://doi.org/10.48550/arXiv.2009.00351>.