

ARIANA ALVES ROCHA
FELIPE GUILHERME DE SOUZA
MAYARA OLIVEIRA SOUSA
WILLIAM APARECIDO
CELESTINO LOPES

DIGITAL TRANSFORMATION IN MACHINERY MAINTENANCE IN A LOOM CONSTRUCTION COMPANY

TRANSFORMAÇÃO DIGITAL NA MANUTENÇÃO DE MÁQUINAS EM UMA EMPRESA PARA
CONSTRUÇÃO DE TEARES

ARIANA ALVES ROCHA

<https://orcid.org/0009-0008-9967-983X> / <http://lattes.cnpq.br/5006893550182390> / ariana.rochaalves@gmail.com
FATEC SBC - Adib Moisés Dib, São Bernardo, São Paulo.

FELIPE GUILHERME DE SOUZA

<https://orcid.org/0009-0002-3336-820X> / <https://lattes.cnpq.br/7212108456763820> / felipe_guisouza@hotmail.com
FATEC SBC - Adib Moisés Dib, São Bernardo, São Paulo.

MAYARA OLIVEIRA SOUSA

<https://orcid.org/0009-0008-0007-7901> / <http://lattes.cnpq.br/4294003930813271> / mayara0533@gmail.com
FATEC SBC - Adib Moisés Dib, São Bernardo, São Paulo.

WILLIAM APARECIDO CELESTINO LOPES

<https://orcid.org/0009-0009-4437-776X> / <http://lattes.cnpq.br/7780238428342077> / wilnatelha@gmail.com
FATEC SBC - Adib Moisés Dib, São Bernardo, São Paulo

Recebido em: 02/07/2024
Aprovado em: 05/11/2024
Publicado em: 02/12/2024



RESUMO

A gestão das informações de manutenção em uma empresa fabricante de teares apresenta desafios significativos. Após análises técnicas, identificou-se a necessidade de aprimorar o registro das manutenções em máquinas CNC, visando aprimorar a eficiência e a comunicação entre os setores envolvidos. O estudo, baseado na abordagem Design Science Research (DSR), propôs a criação de um aplicativo, contando com a colaboração de especialistas da empresa para identificar quatro necessidades principais: acesso às ocorrências, descrição dos problemas, registro das atividades de melhoria e armazenamento em nuvem. A implementação do aplicativo resultou em melhorias significativas, incluindo maior clareza nas informações,

redução do tempo de parada das máquinas e melhor planejamento das manutenções. Esta transformação digital demonstrou ser uma estratégia eficaz para otimizar processos e aumentar a eficiência operacional na empresa, destacando a relevância da integração de tecnologias para superar desafios na indústria.

Palavras-chaves: Teares industriais; Manutenção de máquinas CNC; Digitalização de registros; Aplicativo de gestão.

ABSTRACT

The management of maintenance information in a loom manufacturing company presents significant challenges. After technical analysis, the need to enhance the record-keeping of CNC machine maintenance was identified, aiming to improve efficiency and communication among the involved departments. Based on the Design Science Research (DSR) approach, the study proposed the creation of an application, with the collaboration of company experts, to identify four main needs: access to occurrences, problem description, record of improvement activities, and cloud storage. The implementation of the application resulted in significant improvements, including clearer information, reduced machine downtime, and better maintenance planning. This digital transformation proved to be an effective strategy to optimize processes and increase operational efficiency within the company, highlighting the importance of integrating technologies to overcome challenges in the industry.

Keywords: Industrial looms; Maintenance of CNC machines; Digitization of records; Management application.

1 INTRODUÇÃO

A gestão eficiente das informações de manutenção em uma empresa, principalmente no contexto industrial de uma fabricante de teares, é fundamental para garantir a continuidade operacional e a qualidade dos produtos fabricados (Mohan *et al.*, 2020). A melhoria desses processos não apenas afeta diretamente a produtividade da empresa, mas também influencia sua competitividade no mercado (Majumdar *et al.*, 2021).

A transformação digital surge como uma estratégia para lidar com os desafios complexos relacionados à manutenção de máquinas. Diante dessa perspectiva, este estudo tem como objetivo explorar e documentar a implementação de um aplicativo desenvolvido para aprimorar a gestão de manutenção em uma empresa de construção de teares (Pasaribu, 2022).

A relevância desse tema se torna evidente ao considerarmos o contexto histórico e o estado atual do conhecimento no campo da manutenção industrial. Desafios como a

ineficiência nos processos de planejamento, a documentação inadequada das ações realizadas e as dificuldades no diagnóstico de problemas representam obstáculos significativos que impactam diretamente na eficiência operacional das empresas (Rathore, 2022). Assim, a aplicação de abordagens inovadoras, como o Design Science Research (DSR), torna-se fundamental para o desenvolvimento de soluções tecnológicas que abordem essas questões de maneira eficaz (Hoch e Brad, 2020).

O problema de pesquisa abordado neste estudo concentra-se na necessidade de aprimorar o registro e a gestão das informações de manutenção em uma empresa fabricante de teares. Esse problema é significativo não apenas do ponto de vista operacional, mas também do ponto de vista estratégico, uma vez que impacta diretamente na competitividade e na capacidade de inovação da empresa (Kipchumba *et al.*, 2024). Diante dessa necessidade, o desenvolvimento de um aplicativo customizado surge como uma solução viável e eficaz de forma integrada.

O objetivo deste estudo é desenvolver um aplicativo capaz de atender às necessidades específicas da gestão de manutenção em uma empresa fabricante de teares e avaliar os impactos dessa transformação digital nos processos operacionais e na eficiência geral da empresa. A implementação do aplicativo proposto não apenas demonstra sua eficácia na otimização dos processos de manutenção, mas também destaca a importância da integração de tecnologias digitais para enfrentar desafios industriais.

A metodologia adotada neste estudo baseia-se na abordagem Design Science Research (DSR), reconhecida por sua capacidade de identificar problemas reais e propor soluções práticas e aplicáveis (Andrade e Trigo, 2023).

A aplicação dessa metodologia permitiu uma análise aprofundada da situação problemática enfrentada por uma empresa fabricante de teares, culminando no desenvolvimento e na validação do aplicativo proposto.

Dessa forma, espera-se que este estudo contribua não apenas para a otimização dos processos internos das empresas fabricantes de teares, mas também para o avanço no desenvolvimento de soluções tecnológicas específicas para as necessidades desse segmento

industrial. A integração entre a gestão de manutenção e os processos administrativos promovidos pelo aplicativo proposto pode representar um diferencial competitivo significativo para as organizações que adotarem essa abordagem inovadora.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Novas tecnologias aplicadas aos processos de manutenção industrial

A manutenção preditiva refere-se a técnicas avançadas de manutenção que utilizam análise de dados para prever falhas em equipamentos antes que elas ocorram. Esse método baseia-se na coleta contínua de dados operacionais de máquinas, analisados para identificar padrões e sinais de desgaste ou avaria (Zonta *et al.*, 2020). Diferente da manutenção corretiva, que intervém após a falha, ou da manutenção preventiva, que segue um cronograma fixo, a manutenção preditiva visa antecipar problemas específicos com base em dados reais, minimizando assim o tempo de inatividade e os custos associados às falhas inesperadas (Achouch *et al.*, 2022).

A exploração das técnicas de manutenção preditiva evoluiu ao longo dos anos, como, por exemplo, a aplicação de algoritmos de Machine Learning e inteligência artificial para analisar os dados coletados. Sensores instalados nos equipamentos monitoram continuamente parâmetros como temperatura, vibração, pressão e outros indicadores de desempenho (Ayvaz e Alpay, 2021). Os dados são então processados por sistemas avançados de análise que podem identificar anomalias e prever quando uma falha pode ocorrer. Este processo não só melhora a precisão das previsões, mas também permite um planejamento mais eficiente das intervenções de manutenção (Dalzochio *et al.*, 2020).

Empresas que adotaram a manutenção preditiva têm registrado significativas reduções no tempo de inatividade e nos custos de manutenção. Por exemplo, em indústrias automotivas, a aplicação de algoritmos de análise de vibração em motores permitiu identificar anomalias antes que se transformassem em falhas catastróficas (Praznowski *et al.*, 2021). Na indústria aeroespacial, a análise de dados de sensores em componentes críticos ajudou a evitar falhas em voo, melhorando a segurança e a eficiência operacional (Lee *et al.*, 2021). Esses exemplos

ilustram como a manutenção preditiva não só previne falhas, mas também otimiza o uso de recursos, resultando em economias significativas.

A aplicação de novas tecnologias, como a Internet das Coisas (IoT), tem revolucionado a manutenção industrial. Sensores IoT instalados em equipamentos industriais permitem o monitoramento contínuo de condições operacionais (Munirathinam, 2020). Esses sensores coletam dados em tempo real sobre diversos parâmetros de funcionamento, transmitidos para sistemas centralizados de análise. Além disso, a IoT facilita a comunicação entre diferentes dispositivos, criando uma rede integrada que melhora a visibilidade e o controle sobre os processos de manutenção. Esta conectividade contínua não só melhora a eficiência das operações de manutenção, mas também aumenta a capacidade de resposta a potenciais problemas (Javaid, 2021).

A implementação dessas tecnologias em uma empresa fabricante de teares, por exemplo, pode transformar a abordagem de manutenção, tornando-a mais proativa e menos dependente de intervenções reativas. Através da manutenção preditiva e do uso de sensores IoT, é possível reduzir significativamente o tempo de parada das máquinas, melhorar o planejamento das manutenções e, conseqüentemente, aumentar a eficiência operacional da empresa (Majid *et al.*, 2022).

2.2 Tecnologias aplicadas à gestão

Os sistemas de Gestão de Manutenção Computadorizada (CMMS) têm evoluído significativamente nas últimas décadas, incorporando tecnologias avançadas que ampliam suas funcionalidades e melhoram a eficiência operacional (Shaheen e Németh, 2022). Os CMMS modernos oferecem uma gama abrangente de recursos, incluindo a capacidade de gerenciar ordens de serviço, rastrear ativos, programar manutenções preventivas e preditivas, além de fornecer análises detalhadas por meio de relatórios e dashboards (Meira *et al.*, 2020). Funcionalidades como a integração com sensores IoT e a utilização de algoritmos de machine learning para análise preditiva são alguns dos avanços que permitem uma manutenção mais proativa e eficiente (Bhanji *et al.*, 2021).

A capacidade de rastrear ativos em tempo real e gerenciar ordens de serviço de forma centralizada permite um controle mais preciso das operações de manutenção. O planejamento e a execução de manutenções preventivas e corretivas são otimizados, reduzindo o tempo de inatividade dos equipamentos. A análise de dados históricos e em tempo real facilita a identificação de padrões de falhas e a previsão de necessidades de manutenção, permitindo um melhor planejamento e alocação de recursos (Lu *et al.*, 2020).

Existem diversas plataformas de CMMS no mercado, cada uma com suas características específicas. Por exemplo, o IBM Máximo é conhecido por sua robustez e capacidade de integração com outros sistemas corporativos, sendo amplamente utilizado em grandes indústrias (Singh e Pekkola, 2023). O SAP PM é outra plataforma popular que se destaca pela sua integração com o sistema ERP da SAP, oferecendo uma solução completa para gestão empresarial (Sarferaz, 2022). O Fiix e o UpKeep são soluções mais recentes que focam na usabilidade e na mobilidade, permitindo que os técnicos acessem o sistema via dispositivos móveis (Gidiagba *et al.*, 2023). A escolha da plataforma ideal depende das necessidades específicas da empresa, incluindo o tamanho da operação, o orçamento disponível e a infraestrutura tecnológica existente.

Diversos estudos de casos demonstram a eficácia dos CMMS em diferentes indústrias. Sistemas preditivos na nuvem, usando IoT e aprendizado de máquina, permitem manutenções proativas, por exemplo, quando sensores monitoram máquinas em tempo real, prevenindo falhas e reduzindo custos (Saini *et al.*, 2024).

Na indústria de saúde a adoção do SAP no setor de saúde em mercados emergentes facilita o gerenciamento da manutenção, melhorando a coordenação relacional e a confiança dos funcionários, resultando em decisões otimizadas e soluções inovadoras por tecnologias disruptivas e análise de dados (Malik *et al.*, 2023).

2.3 Dispositivos eletrônicos para gestão da manutenção

A indústria 4.0 conecta a fábrica, máquinas e pessoas, onde as informações são compartilhadas em tempo real, através de dispositivos eletrônicos, abastecendo banco de dados e atualizando setores (Araújo, 2022).

A gestão de uma empresa é a área que estuda métodos sistêmicos e práticas aplicadas em cada setor, administrando cada setor individual e coletivamente, assim como as pessoas e recursos, com o objetivo de alcançar metas definidas por critérios de mercado (*Esteves et al., 2020*).

Voltado para a manutenção, temos o conceito de *e-maintenance*, que tem foco na integração de tecnologia da informação e comunicação com plano de manutenção (Barbalho e Dockhorn, 2019).

O *e-maintenance* pode ser aplicado como manutenção estratégica que, em geral, trata da parte gerencial da manutenção, manutenção operacional, sendo a manutenção como serviços e suporte remoto e manutenção totalmente eletrônica, que vem de encontro com *Machine Learning* (Barbalho e Dockhorn, 2019).

Um sistema muito usado na integração de setores e fábricas é o chamado Enterprise Resource Planning (ERP), a integração acontece, pois, todas as informações coletadas são centralizadas, a fim de todos os setores da empresa ter acesso a essas informações necessárias para seu melhor gerenciamento (Kitsantas, 2022).

Para melhoria de desempenho operacional, a utilização do ERP pode contribuir muito para automatização e agilidade dos processos de negócio empresarial (Santos, *et al.*, 2022).

Alguns fabricantes desses *softwares* têm conseguido abraçar melhor esse mercado, como no caso do SAP que fornece um aplicativo no formato ERP para integração de plantas empresariais ao redor do mundo, com software instalado em mais de 24 mil empresas ao redor do mundo (SAP, 2023), e a TOTVS que se declara a maior empresa de tecnologia do Brasil, com mais de 70 mil clientes ao redor do mundo, fornecendo soluções com base no sistema ERP (TOTVS, 2023).

3. METODOLOGIA

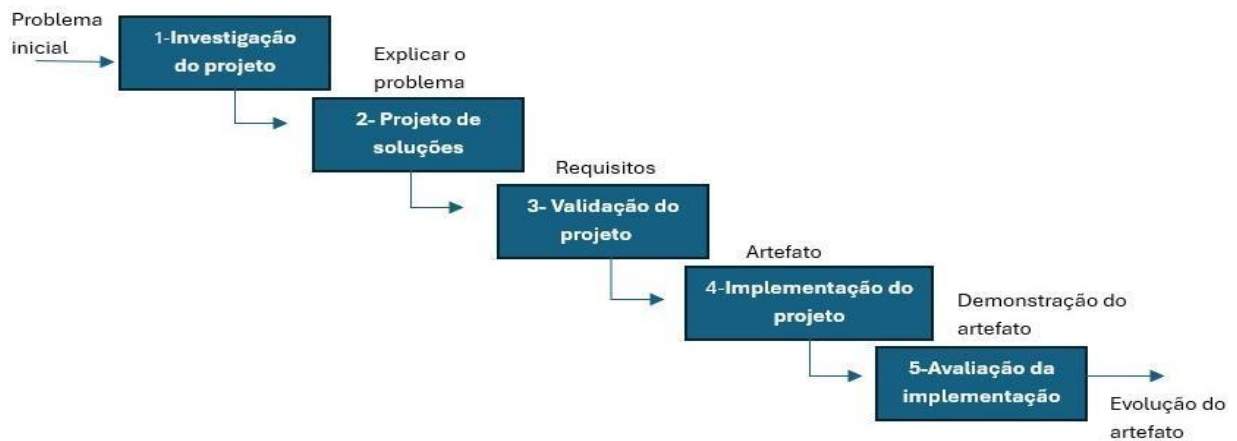
3.1 Design Science Research

A metodologia utilizada neste artigo é o *Design Science Research (DSR)* que é um método de pesquisa voltado a solucionar problemas, fundamentando essa pesquisa na construção de um artefato tecnológico, colocando o mesmo em funcionamento para avaliação e validação da pesquisa tendo como objetivo final solucionar problemas de forma inovadora (Andrade e Trigo, 2023).

Segundo Ferreira *et al.*, 2022, na metodologia DSR o ciclo regulador é caracterizado por uma estrutura lógica de resolução de problemas tradicionais envolvendo cinco passos que são:

Primeira etapa a investigação do problema, ir até o local e identificar quais são as dificuldades e os problemas, segunda etapa projeto de soluções, após analisar e identificar quais são os problemas realizar um processo de melhoria para solucionar, terceira etapa a validação da solução, no decorrer do projeto ir alinhando as necessidades com quem vai utilizar o processo de melhoria, quarta etapa a implementação da solução, colocar o artefato tecnológico criado para funcionar e na quinta e última etapa a avaliação da implementação do artefato tecnológico se obteve resultado ou não (Rodrigues, 2018). A Figura 01 demonstra as etapas do ciclo DSR.

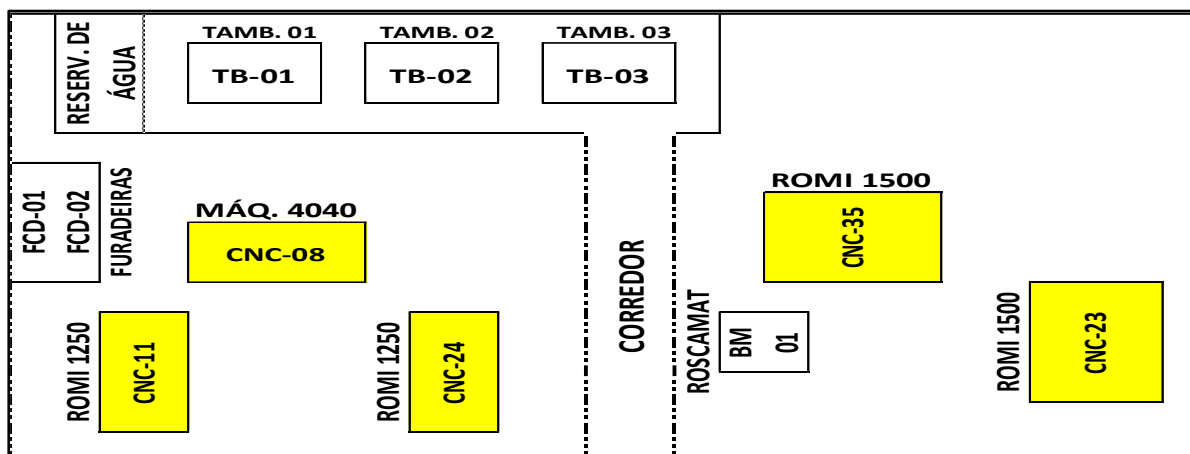
Figura 1- Estrutura do *Design Science Research (DSR)*



Fonte: Autores 2024

A utilização do DSR como metodologia de uma pesquisa permite que os profissionais que fizeram uso utilizem os resultados para o processo de melhoria no ambiente de trabalho, após apuração dos problemas (Baskerville *et al.*, 2017).

A confiabilidade do processo após aplicação do DSR fica mais visível, quando todas as etapas são concluídas (Lacerda *et al.*, 2013).



3.2 Aplicações do DSR na Empresa Avanço

Para a aplicação do DRS na empresa fabricante de teares, se fez necessário realizar uma visita técnica, onde os profissionais da manutenção destacam as máquinas que mais geram paradas, dentro do *layout* fabril. Como visto na figura 2.

Figura 2: Mapa fabril superior

Autoria: Avanço SA (2023)

Após entrevista com os especialistas da área da manutenção e gestão foi exposta à ideia de implementar um aplicativo onde em conjunto foram definidos os pré-requisitos para a realização e abordados alguns tópicos como se havia familiaridade com o uso de aplicativos tecnológicos, tendo como resposta que sim, havia familiaridade.

Dando início ao desenvolvimento do protótipo do aplicativo, e delimitando as máquinas que participariam do teste piloto, que foram as seguintes máquinas: CNC 11, CNC 08, CNC 24, CNC 35 e a CNC 23, conforme a figura 3.

Figura 3 – Mapa fabril CNC máquinas selecionadas



Fonte: Autores (2024)

Para a criação de um artefato tecnológico que atenda às necessidades dos problemas encontrados, foi muito importante conhecer e ver como eles acontecem dentro da realidade dos profissionais e suas necessidades.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Descrições do Problema

O desafio que motivou a criação do aplicativo são problemas descritos como: ineficiência de planejamento nas manutenções, documentação das ações que são executadas, dificuldade nos diagnósticos dos problemas, ocasionando um tempo de parada maior para as manutenções e falta de integração com os demais setores da empresa.

Muitas das dificuldades se dão pela falta de arquivo das manutenções dentro das ordens de serviços, informações sobre a última manutenção, o responsável que realizou a manutenção, qual o tipo de manutenção realizada, a data que foi realizada, quais os procedimentos realizados e o planejamento para as próximas manutenções a serem executadas.

A dificuldade de acompanhar os processos e avaliar os efeitos advindos das paradas de manutenção, se elas estão causando perdas no processo produtivo e custos operacionais.

4.2 Definições dos Pré-requisitos do aplicativo

Após reuniões e visitas técnicas com os especialistas da empresa foram definidos os pré-requisitos do aplicativo para que possa ser utilizado na melhoria dentro da manutenção. A solução proposta foi desenvolvida em quatro etapas, ficando classificadas como apontamento de acesso às ocorrências, descrição do problema envolvendo maquinário avaliado, registro das atividades das melhorias realizadas e armazenamento em nuvem das ações transcorridas ao longo do processo. Na primeira etapa dos pré-requisitos do aplicativo, foi iniciada com a classificação de prioridades de acesso no aplicativo de acordo com funções desempenhadas dentro da empresa, sendo eles os mantenedores, encarregados da manutenção e gestores administrativos. Para controle de acesso, informações individuais deverão ser inseridas como usuário, senha e e-mail corporativo na tela inicial.

A segunda etapa ficou direcionada para a criação de ordens de serviço contendo descrição do problema, localização da máquina a ser reparada conforme o mapa da empresa, mantenedores envolvidos, tipo de manutenção a ser aplicada, estado atual do maquinário, tempo de parada, custo de máquina parada conforme modelo utilizado pela empresa.

Em seguida, a terceira etapa contemplou o registro da melhoria efetuada, mantenedores envolvidos, materiais e máquinas utilizados, custos derivados da melhoria, indicador de frequência de quebra e possibilidade de anexar documentos para justificar as ações decorrentes.

Finalizando os requisitos do aplicativo, na quarta etapa o estudo foi direcionado para o desenvolvimento de acesso às informações por meio de dispositivos móveis e computadores localizados na manutenção e gerência administrativa, além de *backup* das informações disponibilizadas na nuvem da empresa.

4.3 Projeto e Desenvolvimento do aplicativo

O desenvolvimento do aplicativo teve como base alguns softwares da Microsoft, o primeiro utilizado foi o Microsoft Teams, uma plataforma de colaboração de equipes onde é acessado somente com uma conta (e-mail), podendo assim restringir o acesso somente às pessoas autorizadas da organização e armazenar arquivos compartilhados.

Utilizando a Microsoft Excel foram feitas tabelas e listas que seriam a base de dados para o aplicativo futuro, colando os arquivos em uma equipe criada no Microsoft Teams, qual somente pessoas autorizadas têm acesso.

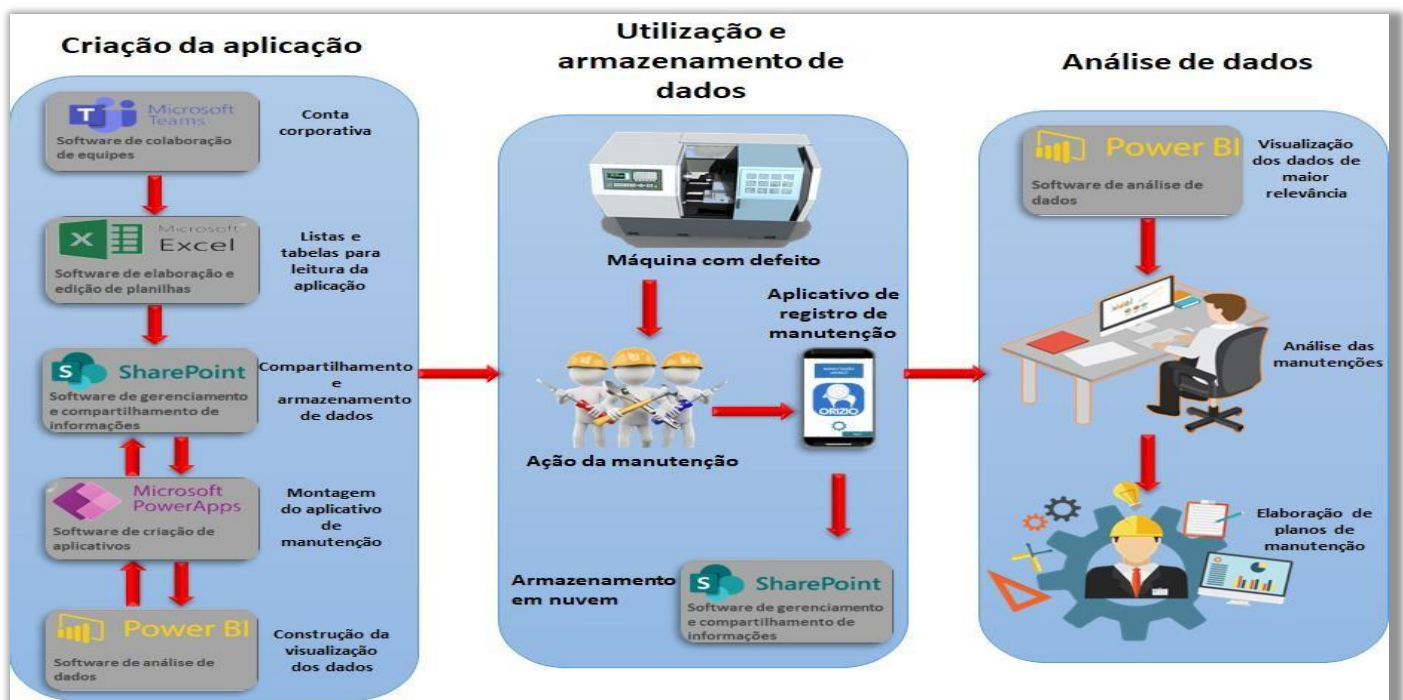
Concluídas as etapas anteriores, todos os dados foram compartilhados no *Microsoft SharePoint*, uma plataforma que pode ser usada para armazenamento em nuvem, possibilitando compartilhar dados atualizados para outros *softwares da Microsoft*.

Com os dados em nuvem foi possível exportá-los para o *Microsoft PowerApps*, uma plataforma de criação de aplicativos *Low Code*, onde foram feitas telas do aplicativo, interface, modo de coleta de dados e atualização em tempo real na nuvem, possibilitando uma melhor visualização dos trabalhos executados.

Para o melhor gerenciamento das informações coletadas foi criada uma aplicação no *Microsoft Power BI*, um *software* de análise de dados, filtrando as informações necessárias para mais bem tomada de decisões dos gestores das áreas vinculadas a manutenção, tudo isso sendo atualizado constantemente a cada entrada de informações no aplicativo.

Esse fluxo de desenvolvimento do aplicativo é utilizado tanto pelos mantenedores quanto pela gestão da empresa, conforme demonstrado na Figura 04.

Figura 4: Fluxo de aplicação do aplicativo

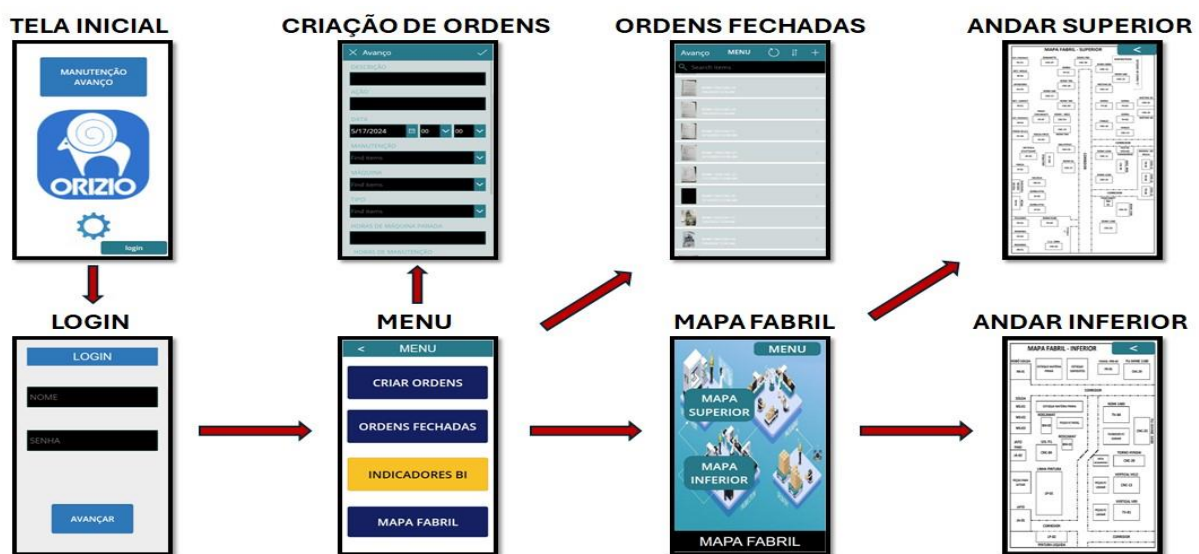


Fonte: Autores (2024)

4.4 Demonstrações do funcionamento do aplicativo

O aplicativo foi desenvolvido com oito telas e uma aplicação no *Power BI*, como demonstrado na Figura 05.

Figura 05 – Telas do aplicativo versão 1.2



Fonte: Autores (2024)

A tela inicial é composta do logo da empresa, nome do aplicativo e um botão de login.

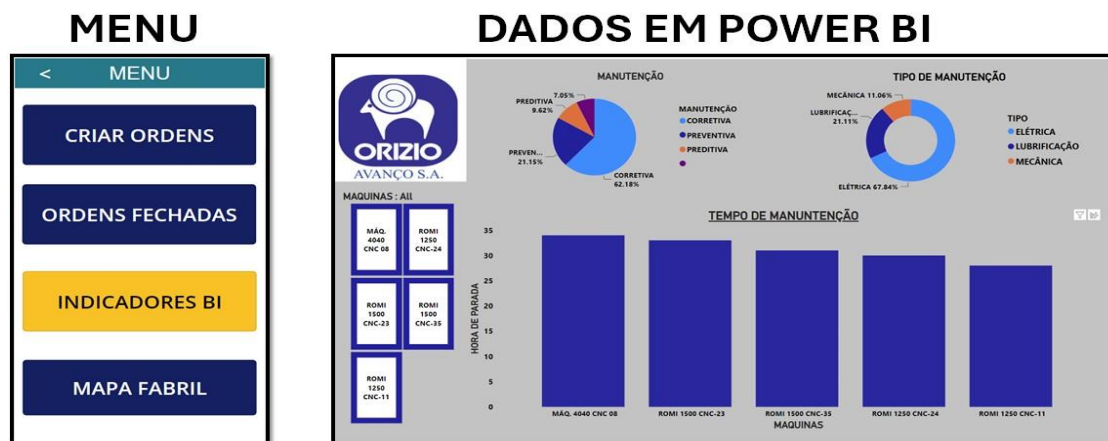
A segunda tela é a de login, feita como interface de acesso ao usuário, assim só podendo ter acesso pessoas com nome e senha pré-cadastrados.

A terceira tela é a de menu de navegação do aplicativo, nela temos botões que direcionam o usuário para as principais funções do aplicativo, como:

- Criação de ordens de manutenção, nessa tela é onde são inseridos os dados de qual máquina está em manutenção, que tipo de manutenção está sendo feita, tempo de parada, tempo de reparo, descrição do defeito, ação tomada pelo mantenedor e inserir uma foto para melhor compreensão do defeito ou quebra.
- Ordens fechadas onde são possíveis as consultas de todas as manutenções já executadas, assim tendo um histórico de armazenamento.
- Mapa fabril são as máquinas de cada setor e suas disposições na empresa.

- Indicadores BI, uma página *web* construída com indicadores de manutenção de um grupo específico de maquinário, facilitando a visualização e com objetivo de melhorar a tomada de decisão dos gestores da empresa na hora de uma futura manutenção, sua aplicação, é mostrada na Figura 6.

Figura 6: Aplicação Power BI



Fonte: Autores (2024)

4.5 Demonstrações da Solução

Após o desenvolvimento do aplicativo, os testes foram realizados entre os dias 02 e 20 de maio de 2024 pelos colaboradores da Empresa Avanço, sendo composto por 02 pessoas responsáveis pela manutenção, 02 gestores e 01 comprador, tendo como objetivo colher dados relevantes ou alterações necessárias para melhor funcionalidade do aplicativo. A Figura 7 apresenta o gerente da manutenção Laércio testando o aplicativo na máquina CNC.

Figura 7: Teste do Aplicativo



Fonte: Autores (2024)

Onde, em tempo real, foi registrando as operações realizadas na manutenção da máquina CNC, adicionando as informações de forma ágil e bem intuitiva durante a manutenção.

4.6 Validação da implementação

Para validação do aplicativo voltamos até os especialistas da manutenção, gestores e compras e fizemos as seguintes perguntas:

Sendo as perguntas de 1 a 4 voltadas para os mantenedores, a pergunta 5 para os gestores e a pergunta 6 para o comprador da empresa.

1- Com a digitalização dos registros de manutenção ficou mais fácil identificar os problemas e realizar um planejamento?

2- Identificando as manutenções pelas ordens de serviço via aplicativo, a equipe sentiu mais clareza sobre o tipo de manutenção a ser realizada?

3- As manutenções realizadas após a implementação do aplicativo, reduziram o número de manutenções corretivas?

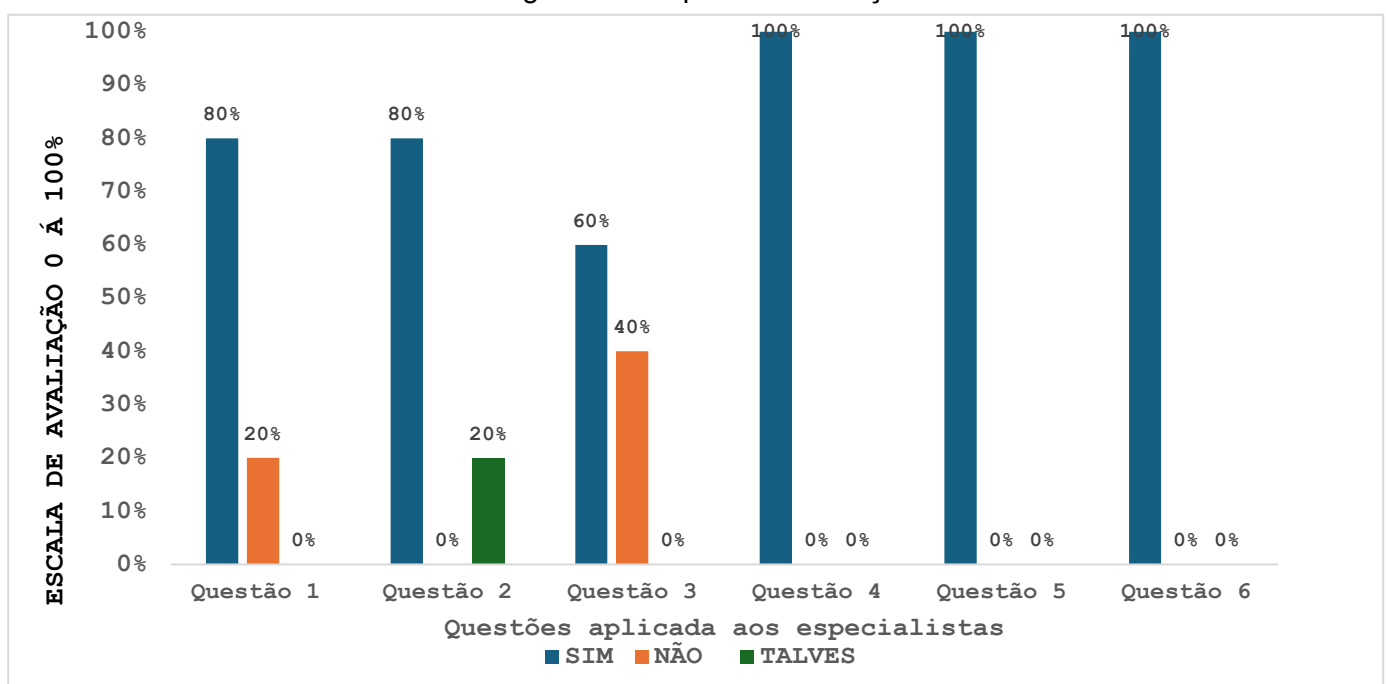
4- Com o aplicativo, as informações das peças trocadas ou reparo nas máquinas ficam mais claros que tendo de buscar essas mesmas informações no arquivo?

5- Com o aplicativo, o gestor da empresa tem mais informações sobre o que está sendo realizado na manutenção?

6- As solicitações de peças para aquisição via compras com o aplicativo ficaram mais claras de sua sugestão?

Identificando o que foi apontado como positivo e negativo após a implementação do aplicativo no setor da manutenção, como identificado na figura 8.

Figura 8: Pesquisa de validação



Fonte: Autores (2024)

Com a utilização do aplicativo em fase de teste pelos especialistas da manutenção, o índice de satisfação foi de 80% para planejamento e clareza nas informações realizadas dentro das manutenções, 60% de redução de manutenções corretivas e 100% de integração entre os setores de manutenção, gestão e compras.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A proposta deste trabalho é desenvolver um aplicativo para manutenção com acesso através do e-mail corporativo do colaborador, para digitalização e armazenamento das manutenções realizadas em máquinas CNC para construção de teares.

Sendo assim, o aplicativo foi desenvolvido a custo zero com ferramentas da Microsoft já disponíveis no pacote Office da empresa, permitindo assim acesso rápido às informações e facilidade para futuras melhorias.

Utilizando a metodologia Design Science Research (DSR) que permitiu um acompanhamento de identificação do problema, desenvolvimento da proposta de solução e implementação do aplicativo.

Junto à pesquisa com os especialistas da manutenção foram mapeados os principais pontos necessários para o desenvolvimento do aplicativo, as telas e informações necessárias para uma melhor utilização, com isso foi possível disponibilizar estas informações aos setores de gestão e compras através da integração do Power BI para análise e coleta de dados obtidos pela manutenção.

A digitalização dos registros de manutenção foi uma solução viável para atenuar os desafios enfrentados nesse contexto, proporcionando uma gestão mais ágil, precisa e integrada das informações entre os setores de manutenção, gestão e compras, resultando em planejamento e reduzindo o tempo de parada que resulta em mais lucratividade para a empresa.

REFERÊNCIAS

ACHOUCH, Mounia; DIMITROVA, Mariya; ZIANE, Khaled; et al. On Predictive Maintenance in Industry 4.0: Overview, Models, and Challenges. *Applied Sciences*, v. 12, n. 16, p. 8081, 2022.

ANDRADE, A. F. A. de; TRIGO, M. R. Aplicação da Design Science Research para construção de um método de planejamento estratégico orientado para as empresas juniores. *Revista Foco*, Curitiba, PR, v. 16, n. 4, e1502, p. 01-37, 2023

ARAUJO, Wecio Pinheiro. Marx e a indústria 4.0: trabalho, tecnologia e valor na era digital. *Revista Katálysis*, Florianópolis, SC, v. 25, n. 1, p. 22-32, jan/abr. 2022.

AYVAZ, Serkan; ALPAY, Koray. Predictive maintenance system for production lines in manufacturing: A machine learning approach using IoT data in real-time. *Expert Systems with Applications*, v. 173, p. 114598, 2021.

BHANJI, Sandeep; SHOTZ, Howard; TADANKI, Sravani; et al. Advanced Enterprise Asset Management Systems: Improve Predictive Maintenance and Asset

Performance by Leveraging Industry 4.0 and the Internet of Things (IoT). In: [s.l.]: American Society of Mechanical Engineers Digital Collection, 2021.

Conheça a TOTVS. Disponível em: <<https://www.totvs.com/sobre/>>. Acesso em: 21 nov. 2023.

DALZOCHIO, Jovani; KUNST, Rafael; PIGNATON, Edison; et al. Machine learning and reasoning for predictive maintenance in Industry 4.0: Current status and challenges. *Computers in Industry*, v. 123, p. 103298, 2020.

DOCKHORN, Fernando da Silva Mello; BARBALHO, Sanderson César Macêdo. Manutenção inteligente: uma análise bibliométrica. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 39., 2019.

ESTEVEES, M.; RODRIGUES, T. V.; SANJULIÃO, L.-R. K. A. F. GERENCIAMENTO DE PROJETO NA INDÚSTRIA 4.0. Revista Latino-Americana de Inovação e

Engenharia de Produção, v. 8, n. 14, p. 72, 14 dez. 2020.

FERREIRA, E. B.; VASCONCELOS, A. L. F. de S.; SEGURA, L. C.; ABREU, R. de. Adoção da metodologia design science research nas pesquisas das micros, pequenas e médias empresas. Redeca, Revista Eletrônica do Departamento de Ciências Contábeis & Departamento de Atuária e Métodos Quantitativos da FEA, São Paulo, SP, v. 9, e59002, 2022

GIDIAGBA, Joachim; OKWU, Modestus; TARTIBU, Lagouge. Asset Management in the Mining Sector Based on Reliable and Sustainable Supplier Selection: A South African Case Scenario. In: [s.l.]: American Society of Mechanical Engineers Digital Collection, 2023.

HOCH, Nino Bernd; BRAD, Stelian. Managing business model innovation: an innovative approach towards designing a digital ecosystem and multi-sided platform.

Business Process Management Journal, v. 27, n. 2, p. 415–438, 2020.

Informações da empresa | Sobre a SAP SE. Disponível em: <<https://www.sap.com/brazil/about/company.html>>. Acessado em: 21 nov. 2023.

JAVOID, Mohd; ABID HALEEM; PRATAP SINGH, Ravi; et al. Upgrading the manufacturing sector via applications of Industrial Internet of Things (IoT). Sensors International, v. 2, p. 100129, 2021.

KIPCHUMBA, Bett Brian; CHEMWENO, Peter; OCHOLA, Jerry; et al. Statistical mapping and data collection of critical equipment failures in the weaving section of textile manufacturing. Engineering Reports, v. 6, n. 3, p. e12743, 2024.

KITSANTAS, T. Exploring Blockchain Technology and Enterprise Resource Planning System: Business and Technical Aspects, Current Problems, and Future

Perspectives. Sustainability, v. 14, n. 13, p. 7633, 22 jun. 2022.

Kitsantas, Thomas. (2022). "Exploring Blockchain Technology and Enterprise Resource Planning System: Business and Technical Aspects, Current Problems, and Future Perspectives." Sustainability, 14, 7633. <https://doi.org/10.3390/su14137633>. LACERDA, D. P.

et al. Design Science Research: método de pesquisa para a engenharia de produção. *Gestão & Produção*, v. 20, n. 4, p. 741–761, 26 nov. 2013. LEE, Hyunseong; LIM, Hyung Jin; CHATTOPADHYAY, Aditi. Data-driven system health monitoring technique using autoencoder for the safety management of commercial aircraft. *Neural Computing and Applications*, v. 33, n. 8, p. 3235–3250, 2021.

LU, Qiuchen; XIE, Xiang; PARLIKAD, Ajith Kumar; et al. Digital twin-enabled anomaly detection for built asset monitoring in operation and maintenance.

Automation in Construction, v. 118, p. 103277, 2020.

MAJID, Mamoona; HABIB, Shaista; JAVED, Abdul Rehman; et al. Applications of Wireless Sensor Networks and Internet of Things Frameworks in the Industry Revolution 4.0: A Systematic Literature Review. *Sensors*, v. 22, n. 6, p. 2087, 2022.

MAJUMDAR, Abhijit; GARG, Himanshu; JAIN, Rohan. Managing the barriers of Industry 4.0 adoption and implementation in textile and clothing industry: Interpretive structural model and triple helix framework. *Computers in Industry*, v. 125, p. 103372, 2021.

MALIK, Ashish; KUMAR, Satish; BASU, Shubhabrata; et al. Managing disruptive technologies for innovative healthcare solutions: The role of high-involvement work systems and technologically-mediated relational coordination. *Journal of Business Research*, v. 161, p. 113828, 2023.

MEIRA, D.; LOPES, I.; PIRES, C. Selection of computerized maintenance management systems to meet organizations' needs using AHP. *Procedia*

Manufacturing, v. 51, p. 1573–1580, 2020. (30th International Conference on Flexible Automation and Intelligent Manufacturing (FAIM2021)).

MOHAN PRASAD, M.; DHIYANESWARI, J. M.; RIDZWANUL JAMAAN, J.; et al. A framework for lean manufacturing implementation in Indian textile industry. *Materials Today: Proceedings*, v. 33, p. 2986–2995, 2020. (International Conference on Nanotechnology: Ideas, Innovation and Industries).

MUNIRATHINAM, Sathyan. Chapter Six - Industry 4.0: Industrial Internet of Things (IIOT). In: RAJ, Pethuru; EVANGELINE, Preetha (Orgs.). *Advances in Computers*. [s.l.]: Elsevier, 2020, v. 117, p. 129–164. 1v. (The Digital Twin Paradigm for Smarter Systems and Environments: The Industry Use Cases).

PASARIBU, Johni S. An Analysis and Survey of Polishing Dents Warehouse Inventory Development. *International Journal of Engineering, Science and Information Technology*, v. 2, n. 2, p. 26–34, 2022.

PRAŻNOWSKI, Krzysztof; BIENIEK, Andrzej; MAMALA, Jarosław; et al. The Use of Multicriteria Inference Method to Identify and Classify Selected Combustion Engine Malfunctions Based on Vehicle Structure Vibrations. *Sensors*, v. 21, n. 7, p. 2470, 2021.

RATHORE, Dr Bharati. Textile Industry 4.0 Transformation for Sustainable Development: Prediction in Manufacturing & Proposed Hybrid Sustainable Practices. *Eduzone: International Peer Reviewed/Refereed Multidisciplinary Journal*, v. 11, n. 1, p. 223–241, 2022.

RODRIGUES, D. D. Design Science Research como caminho metodológico para disciplinas e projetos de Design da Informação | Design Science Research as methodological path for Information Design subjects and projects. *InfoDesign - Revista Brasileira de Design da Informação*, v. 15, n. 1, p. 111–124, 28 ago. 2018.

SAINI, Nikesh; YADAV, Anup Lal; RAHMAN, Aatur. Cloud Based Predictive Maintenance System. In: 2024 11th International Conference on Reliability, Infocom Technologies and Optimization (Trends and Future Directions) (ICRITO). [s.l.: s.n.], 2024, p. 1–5.

SANTOS, Carla et al. Os benefícios da implementação de um sistema ERP na gestão empresarial. *Revista de Tecnologia e Inovação*, v. 9, n. 3, p. 67-82, 2023.

SARFERAZ, Siar. Compendium on Enterprise Resource Planning: Market, Functional and Conceptual View based on SAP S/4HANA. [s.l.]: Springer Nature, 2022.

SHAHEEN, Basheer Wasef; NÉMETH, István. Integration of Maintenance Management System Functions with Industry 4.0 Technologies and Features—A Review. *Processes*, v. 10, n. 11, p. 2173, 2022.



TECNOLOGIAS PARA
COMPETITIVIDADE INDUSTRIAL

DIGITAL TRANSFORMATION IN MACHINERY MAINTENANCE IN A LOOM
CONSTRUCTION COMPANY

ARIANA ALVES ROCHA
FELIPE GUILHERME DE SOUZA
MAYARA OLIVEIRA SOUSA
WILLIAM APARECIDO
CELESTINO LOPES

SINGH, Chandan; PEKKOLA, Samuli. Reasons for customizing packaged enterprise systems: a case study on an enterprise asset management system. *Journal of Information Technology Case and Application Research*, v. 25, n. 2, p. 159–186, 2023.

VENABLE, J. R.; PRIES-HEJE, J.; BASKERVILLE, R. L. *Choosing a Design Science Research Methodology*. 2017.

ZONTA, Tiago; DA COSTA, Cristiano André; DA ROSA RIGHI, Rodrigo; et al. Predictive maintenance in the Industry 4.0: A systematic literature review. *Computers & Industrial Engineering*, v. 150, p. 106889, 2020.