



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO  
UNIDADE ACADÊMICA DO CABO DE SANTO AGOSTINHO  
BACHARELADO EM ENGENHARIA ELÉTRICA

TÁRCIA LAISE SOUZA VIANA LEAL

Proposta de melhoria de processo utilizando metodologias ágeis em um setor  
de manutenção eletroeletrônico

Cabo de Santo Agostinho, PE

2024

TÁRCIA LAISE SOUZA VIANA LEAL

Proposta de melhoria de processo utilizando metodologias ágeis em um setor  
de manutenção eletroeletrônico

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado ao curso de  
Bacharelado em Engenharia  
Elétrica da Unidade Acadêmica do  
Cabo de Santo Agostinho da  
Universidade Federal Rural de  
Pernambuco para obtenção do  
título de Bacharel em Engenharia  
Elétrica.

Orientador: Prof. Dr Denis Keuton  
Alves.

Cabo de Santo Agostinho, PE

2024

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Universidade Federal Rural de Pernambuco  
Sistema Integrado de Bibliotecas  
Gerada automaticamente, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

---

L435p Leal, Tárzia Laise Souza Viana  
Proposta de melhoria de processo utilizando metodologias ágeis em um setor de manutenção eletroeletrônico /  
Tárzia Laise Souza Viana Leal. - 2024.  
60 f. : il.

Orientador: Denis Keuton Alves.  
Inclui referências e anexo(s).

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Bacharelado em  
Engenharia Elétrica, Cabo de Santo Agostinho, 2024.

1. Metodologia ágil. 2. Kanban. 3. Manutenção. I. Alves, Denis Keuton, orient. II. Título

CDD 621.3

---

TÁRCIA LAISE SOUZA VIANA LEAL

Proposta de melhoria de processo utilizando metodologias ágeis em um setor de  
manutenção eletroeletrônico

Trabalho apresentado à Coordenação de Engenharia Elétrica da Unidade Acadêmica do  
Cabo de Santo Agostinho da Universidade Federal Rural de Pernambuco para obtenção  
do título de Bacharel em Engenharia Elétrica.

Aprovada em: 5 de março de 2024.

Banca Avaliadora:

---

Prof. Dr. Denis Keuton Alves, UACSA, UFRPE  
Orientador

---

Prof. Dra. Ana Vitória Macêdo, UACSA, UFRPE  
Avaliadora

---

Prof. Dr. Rodrigo de Paiva Cirilo, UACSA, UFRPE  
Avaliador

Dedico este trabalho aos meus pais, *Madja Souza e João Ricardo*, fontes de apoio e inspiração ao longo da minha jornada acadêmica. A eles, que sempre estiveram presentes, oferecendo suporte e motivando-me a superar desafios, expresso minha profunda gratidão.

Ao meu dedicado esposo, *Claudio Pinheiro*, cujo amor e compreensão foram fundamentais durante este percurso. Sua disposição para compartilhar conhecimento e encorajamento foram alicerces valiosos que me permitiram focar nos estudos com determinação e perseverança.

## AGRADECIMENTOS

Quero expressar meus agradecimentos, inicialmente a Deus, por sempre me fortalecer e me fornecer ânimo para superar todos os desafios. Estendo minha gratidão a todos que foram fontes de suporte ao longo da minha trajetória acadêmica e na conclusão deste trabalho de graduação.

Expresso meu profundo reconhecimento ao meu amado esposo, Cláudio, pela sua incondicional sustentação, paciência e constante incentivo. Sua presença ao meu lado foi fundamental, proporcionando motivação e alegria, tornando mais leve o desafio de conciliar trabalho e estudos.

Aos meus estimados pais, expresso meu sincero agradecimento pelo inestimável incentivo em relação aos estudos. Seus sacrifícios e esforços em prol de uma educação de qualidade foram a base sólida que me permitiram chegar até aqui. Vocês foram constantes, sempre presentes em cada desafio e conquista, e por isso, compartilho este sucesso com ambos.

Ao meu amigo Hugo, expresso minha sincera gratidão pela amizade verdadeira e pelo suporte valioso que foi um grande apoio durante todo o processo. Suas ideias e sugestões foram verdadeiramente enriquecedoras, contribuindo para enfrentar os obstáculos ao longo da vida acadêmica.

Ao professor Denis, expresso meu apreço pela sua orientação e paciência. Seus ensinamentos foram imprescindíveis para o desenvolvimento e aprimoramento deste trabalho, representando uma contribuição valiosa para meu crescimento acadêmico.

Por fim, meu agrado se estende a toda minha família, mesmo à distância, que esteve sempre presente em pensamento e orações, torcendo pelo meu sucesso. Cada um de vocês contribuiu de maneira única para a realização deste trabalho, e por isso, sintam-se todos abraçados em meu coração.

Este trabalho de conclusão não teria sido possível sem a presença e a ajuda de cada um de vocês. Saibam que sou eternamente grata por tudo e que cada gesto de auxílio foi fundamental para a concretização deste projeto. Que Deus abençoe a todos nós. Obrigada!

## RESUMO

O presente trabalho tem como intuito analisar e sugerir a aplicação da metodologia ágil no gerenciamento de processos de manutenção eletroeletrônica, também visa aprimorar a eficiência e a qualidade dos serviços prestados. Para alcançar esse objetivo, alguns propósitos foram estabelecidos. Inicialmente, foi realizada uma revisão bibliográfica sobre a manutenção e o contexto histórico com enfoque no gerenciamento de processos de manutenção com a utilização de Kanban e metodologias ágeis, além de sua aplicação no contexto de manutenção. Essa revisão permitiu identificar os desafios enfrentados ao utilizar abordagens tradicionais nesse tipo de gestão. Em seguida, foram analisados casos de sucesso de empresas que adotaram a metodologia ágil no gerenciamento de processos de manutenção, para poder investigar os benefícios alcançados com essa abordagem. Essa análise foi comparada com outras abordagens tradicionais, destacando suas diferenças, vantagens e desvantagens. A partir dessas informações, foi proposta uma aplicação prática da metodologia ágil em um processo de manutenção eletroeletrônica de uma empresa de telecomunicações, levando em consideração as particularidades do setor e as necessidades do cliente. Para avaliar a viabilidade e o impacto potencial da aplicação da metodologia ágil no processo de manutenção eletroeletrônica, foram conduzidos estudos e análises detalhadas. Por fim, o trabalho culminou com o desenvolvimento de diretrizes e recomendações para a implementação da metodologia ágil no gerenciamento de processos de manutenção, buscando proporcionar uma base sólida para que outras organizações possam adotar essa abordagem de forma eficiente e eficaz. Os resultados obtidos nesta pesquisa vão contribuir para a compreensão dos benefícios da metodologia ágil na gestão de processos de manutenção eletroeletrônica, destacando sua relevância e potencial para impulsionar melhorias na área aumentando a competitividade das empresas no mercado.

Palavras-chave: metodologia ágil; Kanban; manutenção; gerenciamento de processos de manutenção eletroeletrônica.

## **ABSTRACT**

This paper aims to analyze and propose the application of agile methodology in the management of electro-electronic maintenance process, also seeking to enhance the efficiency and quality of services provided. To achieve this goal, specific objectives were established. Initially, a literature review was conducted on maintenance and its historical context, focusing on the management of maintenance process using Kanban and agile methodologies, as well as their application in the maintenance context. This review identified challenges faced when using traditional approaches in this type of management. Subsequently, successful cases of companies that adopted agile methodology in the management of maintenance process were analyzed to investigate the benefits achieved with this approach. This analysis was compared with other traditional approaches, highlighting their differences, advantages, and disadvantages. Based on this information, a practical application of agile methodology was proposed in an electro-electronic maintenance process of a telecommunications company, considering the sector's peculiarities and customer needs. To assess the feasibility and potential impact of applying agile methodology to the electro-electronic maintenance process, detailed studies and analyses were conducted. Finally, the work culminated in the development of guidelines and recommendations for the implementation of agile methodology in the management of maintenance processes, aiming to provide a solid foundation for other organizations to adopt this approach efficiently and effectively. The results obtained in this research will contribute to understanding the benefits of agile methodology in the management of electro-electronic maintenance processes, highlighting its relevance and potential to drive improvements in the field, thereby increasing companies' competitiveness in the market.

**Keywords:** agile methodology; Kanban; maintenance; electro-electronic maintenance process management.



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Evolução Temporal da Manutenção . . . . .	7
Figura 2 – Tipos de Manutenção de Máquinas e Equipamentos . . . . .	14
Figura 3 – Ciclo <i>Scrum</i> . . . . .	19
Figura 4 – Elementos de Notação BPMN . . . . .	26
Figura 5 – Cenário Atual AS IS: Manutenção de Equipamentos . . . . .	29
Figura 6 – Cenário Futuro TO BE: Manutenção de Equipamentos . . . . .	33
Figura 7 – Quadro Kanban Utilizando o Jira <i>Software</i> . . . . .	36

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Quantidade de Chamados por Classificação do Sistema . . . . .	37
Tabela 2 – Quantidade de Chamados em Pendência . . . . .	37
Tabela 3 – Quantidade de Chamados por Colaborador . . . . .	38
Tabela 4 – Registro Anual de Solicitações de Manutenção . . . . .	38

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Definição das palavras-chave . . . . .	5
Quadro 2 – Comparação Kanban . . . . .	21
Quadro 3 – Lista de Equipamentos e Itens Manutidos . . . . .	31

## LISTA DE SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ASD	<i>Adaptive Software Development</i>
BPD	<i>Business Process Diagram</i>
BPMI	<i>Business Process Management Initiative</i>
BPMN	<i>Business Process Model And Notation</i>
DSDM	<i>Dynamic Systems Development Method</i>
FDD	<i>Feature Driven Development</i>
IEEE	<i>Institute of Electrical and Electronics Engineers</i>
ISO	<i>International Organization for Standardization</i>
NBR	Norma Brasileira
PO	<i>Product Owner</i>
SLA	<i>Service Level Agreement</i>
XP	<i>Extreme Programming</i>
WIP	<i>Work in Progress</i>

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>1</b>
1.1	DESCRIÇÃO DO PROBLEMA	1
1.2	OBJETIVOS	2
1.2.1	Objetivo geral	2
1.2.2	Objetivos específicos	2
1.3	ESTRUTURA DO DOCUMENTO	2
<b>2</b>	<b>METODOLOGIA DA PESQUISA</b>	<b>4</b>
2.1	PESQUISA BIBLIOGRÁFICA	4
2.2	PLANEJAMENTO DA PESQUISA	4
2.3	DEFINIÇÃO DE PALAVRAS-CHAVE	5
2.4	BASES DE PESQUISA	5
2.5	ESCOPO DO ESTUDO	5
<b>3</b>	<b>FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b>	<b>6</b>
3.1	MANUTENÇÃO	6
3.1.1	História da manutenção	6
3.1.2	O Setor de manutenção	8
3.1.3	Gestão dos processos de manutenção	9
3.1.4	Planejamento de manutenção	9
3.2	TIPOS DE MANUTENÇÃO	10
3.2.1	Manutenção corretiva	11
3.2.1.1	<b>Manutenção corretiva planejada</b>	11
3.2.1.2	<b>Manutenção corretiva não planejada</b>	11
3.2.2	Manutenção preventiva	12
3.2.3	Manutenção preditiva	12
3.2.4	Comparação entre os métodos	13
3.3	METODOLOGIAS ÁGEIS PARA GESTÃO	15
3.4	SCRUM	15
3.4.1	Pilares do Scrum	16
3.4.1.1	<b>Transparência</b>	16
3.4.1.2	<b>Inspeção</b>	16
3.4.1.3	<b>Adaptação</b>	16
3.4.2	Papéis do Scrum	16

3.4.2.1	<b>Product Owner</b>	16
3.4.2.2	<b>Scrum Master</b>	16
3.4.2.3	<b>Time Scrum</b>	17
3.4.3	Eventos do Scrum	17
3.4.3.1	<b>Sprint</b>	17
3.4.3.2	<b>Reuniões</b>	17
3.4.3.2.1	<i>Reunião de planejamento</i>	17
3.4.3.2.2	<i>Reunião diária</i>	18
3.4.3.2.3	<i>Reunião de revisão</i>	18
3.4.3.2.4	<i>Reunião de retrospectiva</i>	18
3.4.4	Artefatos do Scrum	18
3.4.4.1	<b>Backlog do produto</b>	18
3.4.4.2	<b>Backlog do sprint</b>	19
3.4.4.3	<b>Incremento do produto</b>	19
3.5	CONTEXTO HISTÓRICO KANBAN	19
3.5.1	Kanban	20
3.5.2	Kanban: Uma abordagem visual para otimização de fluxo de trabalho	21
3.5.3	Princípios Orientadores do Kanban	21
3.5.3.1	<b>Visualização do trabalho</b>	21
3.5.3.2	<b>Limitação do trabalho em andamento</b>	22
3.5.3.3	<b>Políticas explícitas para garantir qualidade</b>	22
3.5.3.4	<b>Medição de fluxo</b>	23
3.5.3.5	<b>Priorização</b>	23
3.5.3.6	<b>Classes de serviço</b>	24
3.5.3.7	<b>Acordos de níveis de serviço</b>	24
3.5.3.8	<b>Melhoria contínua</b>	25
3.6	MODELAGEM DE PROCESSOS	25
3.6.1	Notação Padrão de Modelagem de Processos de Negócios	25
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÕES</b>	<b>27</b>
4.1	CENÁRIO ATUAL <u>AS IS</u>	27
4.1.1	Cenário atual operação	30
4.1.2	Cenário atual manutenção	30
4.1.3	Cenário atual gestor da manutenção	31
4.2	CENÁRIO FUTURO <u>TO BE</u>	31
4.2.1	Cenário futuro operação	34
4.2.2	Cenário futuro manutenção	34
4.2.3	Cenário futuro product owner de manutenção	35
4.2.4	Cenário futuro software de trabalho	35
4.3	ESTUDO COMPARATIVO ENTRE OS CENÁRIOS	36

4.4	BENEFÍCIOS DO SCRUM . . . . .	39
4.5	BENEFÍCIOS DO KANBAN . . . . .	40
<b>5</b>	<b>CONCLUSÃO.</b> . . . . .	<b>42</b>
	<b>REFERÊNCIAS . . . . .</b>	<b>44</b>

# 1 INTRODUÇÃO

A eficiência e qualidade nas operações de manutenção e suporte técnico são fundamentais para o sucesso e a competitividade de organizações em setores eletroeletrônicos, diante das demandas dinâmicas do ambiente contemporâneo. Tradicionalmente, estratégias sequenciais e inflexíveis enfrentam desafios ao lidar com as complexidades dessas atividades.

As metodologias ágeis, provenientes do desenvolvimento de *software*, apresentam-se como uma abordagem inovadora para o gerenciamento eficaz desses processos. Essa abordagem, baseada em princípios colaborativos, adaptativos e iterativos, oferece uma perspectiva revolucionária para otimizar a gestão de manutenção. No entanto, sua aplicação específica em setores eletroeletrônicos carece de estudos mais aprofundados.

A escolha deste tema surge da necessidade em compreender como a metodologia ágil aliada ao método Kanban, pode ser eficaz nesse contexto. Além disso, busca-se explorar o papel estratégico da manutenção em setores eletroeletrônicos, destacando a necessidade de práticas inovadoras para superar obstáculos.

A gestão ágil de projetos, com suas práticas e metodologias, apresenta uma abordagem adaptativa e flexível que se integra de forma harmoniosa às atividades de manutenção. No conjunto de *softwares* ágeis, o sistema Kanban emerge como uma fundação robusta para a reorganização da gestão de manutenção, promovendo um fluxo de trabalho mais dinâmico, eficiente e ágil.

Com base nesse contexto, o intuito desta pesquisa é, portanto, explorar e evidenciar a aplicabilidade da metodologia Kanban na gestão de processos de manutenção em setores eletroeletrônicos. O estudo tem como propósito investigar os possíveis impactos e benefícios resultantes da adoção dessa abordagem inovadora no gerenciamento de processos de manutenção e sustentação, proporcionando uma compreensão abrangente dos efeitos potenciais dessa implementação.

## 1.1 DESCRIÇÃO DO PROBLEMA

A carência de um processo eficaz de controle para equipamentos em salas de manutenção é um desafio persistente em várias empresas. A falta de visibilidade sobre o status do conserto dos equipamentos deixados nas oficinas impacta diretamente a produção, criando incertezas e potenciais riscos operacionais. Outra situação frequente é a retirada de diversos equipamentos durante os horários de trabalho, sem uma clara compreensão se as manutenções foram concluídas, se estão aguardando componentes para finalização ou se esperam interferência de outra oficina especializada.

A implementação do sistema Kanban surge como uma proposta para enfrentar esse obstáculo específico no âmbito da manutenção. O principal objetivo é proporcionar transparência



e agilidade ao controle de equipamentos em manutenção. Por meio da introdução do sistema Kanban, busca-se comunicar de forma precisa as fases do processo de manutenção em tempo real, simplificando a gestão e otimizando o tempo de reposição dos equipamentos.

Entre as questões abordadas, destaca-se a falta de visibilidade de possíveis impedimentos ou bloqueios de atividades, resultantes de fatores como a escassez de peças, ferramentas, disponibilidade de mão de obra, entre outros. Além disso, evidencia-se a necessidade de priorização das tarefas e a ausência de informações claras sobre a duração prevista das atividades de manutenção.

## 1.2 OBJETIVOS

### 1.2.1 Objetivo geral

O objetivo geral deste trabalho de estudo é elaborar uma proposta de aprimoramento de processo e apresentar de maneira abrangente a aplicação prática da metodologia ágil no cenário de manutenção eletroeletrônica.

### 1.2.2 Objetivos específicos

Com base no objetivo geral proposto, os seguintes objetivos específicos podem ser considerados:

- Realizar uma análise da literatura acerca de manutenção, metodologias ágeis e sua aplicabilidade, com ênfase na gestão de processos de manutenção eletroeletrônica;
- Identificar os desafios e limitações enfrentados no gerenciamento de processos de manutenção eletroeletrônica utilizando abordagens tradicionais;
- Comparar a abordagem ágil com a abordagem tradicional de gerenciamento de processos de manutenção, destacando suas diferenças, vantagens e desvantagens;
- Propor uma aplicação prática da metodologia ágil no processo de manutenção eletroeletrônica da empresa estudada, considerando as características do setor e as necessidades do cliente;
- Desenvolver diretrizes para a implementação da metodologia ágil no gerenciamento de processos de manutenção eletroeletrônica.

## 1.3 ESTRUTURA DO DOCUMENTO

Para facilitar a leitura e compreensão do trabalho, a organização foi feita em quatro capítulos, sendo eles:

- **Capítulo 2:** Neste capítulo é feito um detalhamento de como a pesquisa bibliográfica, o estudo de caso e proposição de melhoria de processo será conduzido no trabalho. Nele, são descritos: o planejamento da pesquisa, os repositórios digitais utilizados, as questões de pesquisa, a definição das palavras chave e o escopo do estudo.

- **Capítulo 3:** Esta seção explicita a fundamentação teórica a respeito de alguns conceitos fundamentais para a pesquisa, temas como a manutenção e confiabilidade, definições, histórias de evolução, metodologias e ferramentas para a gestão de processos de manutenção.
- **Capítulo 4:** Neste capítulo, é delineado o panorama atual (AS IS) e o cenário futuro desejado (TO BE), estabelecendo uma análise comparativa entre ambos. Propõem-se melhorias na gestão da manutenção por meio da modelagem e reestruturação do fluxo de informação. Adicionalmente, são detalhados os benefícios decorrentes da implementação da metodologia ágil.
- **Capítulo 5:** Nesta seção, abordam-se a viabilidade e o possível impacto da implementação da abordagem ágil no processo de manutenção eletroeletrônica da empresa em questão. São destacadas as aprendizagens adquiridas durante a condução deste estudo de caso, juntamente com sugestões para futuros trabalhos, visando dar continuidade ao aprimoramento contínuo da empresa.

## 2 METODOLOGIA DA PESQUISA

Neste trabalho, combinaremos elementos da pesquisa bibliográfica, estudo de casos e proposição de diretrizes práticas, visando evidenciar uma proposta de melhoria de processo com a aplicação de metodologias ágeis. Assim teremos uma compreensão abrangente e aprofundada da aplicação da metodologia ágil no gerenciamento de processos de manutenção empresarial, bem como a identificação de padrões, desafios e benefícios.

A pesquisa bibliográfica será realizada com o intuito de explorar conceitos, teorias e estudos anteriores relacionados à metodologia ágil aplicada ao contexto de um setor de manutenção. Serão consultadas fontes acadêmicas, como livros e artigos científicos para embasar teoricamente o trabalho e permitir a compreensão das bases conceituais e das melhores práticas existentes.

Além disso, será realizado um estudo de caso de uma empresa de telecomunicações, na qual chamaremos de empresa "X". Nesse estudo, faremos a modelagem, que vai descrever o cenário atual do setor de manutenção da empresa e o cenário futuro.

### 2.1 PESQUISA BIBLIOGRÁFICA

A pesquisa bibliográfica é uma etapa essencial no desenvolvimento de estudos acadêmicos, proporcionando uma base teórica sólida e permitindo a contextualização do tema em questão. Segundo Almeida (2011), tem por objetivo estabelecer conexões entre conceitos, características e ideias, muitas vezes integrando diversos temas. Severino (2007) aprofunda essa perspectiva ao ressaltar que essa modalidade de pesquisa baseia-se em registros disponíveis provenientes de estudos anteriores, presentes em livros, artigos, teses e documentos impressos. Tais textos, assim destacados por Severino, assumem papel crucial ao servirem como fontes essenciais para os temas a serem explorados e investigados.

### 2.2 PLANEJAMENTO DA PESQUISA

Na etapa de planejamento, formulamos inicialmente três perguntas de pesquisa que direcionarão o foco do nosso estudo. Após realizar uma pesquisa inicial em torno do tema, com buscas sobre metodologia ágil no gerenciamento de processos na ferramenta de pesquisa da Google.

A questão principal definida foi: Quais os desafios da implementação da metodologia ágil em uma empresa de telecomunicações? Definimos esta pergunta como principal para que possamos ter um panorama geral do que está sendo discutido na atualidade.

Além de definirmos mais duas questões com o objetivo de compreender quais os benefícios que as metodologias ágeis trazem para a corporação e quais os impactos serão gerados após a implementação de melhoria do processo.

### 2.3 DEFINIÇÃO DE PALAVRAS-CHAVE

Para podermos criar as expressões de busca, após a pesquisa inicial, definimos algumas palavras chave relacionadas ao tema deste estudo (ver Quadro 1).

Quadro 1 – Definição das palavras-chave

Palavras Chave
metodologias ágeis
metodologia ágil
Kanban
manutenção
suporte

Fonte: A autora, 2024.

### 2.4 BASES DE PESQUISA

A pesquisa abrangeu a exploração de duas distintas plataformas de dados, utilizando os mecanismos de busca específicos do IEEE (do inglês, *Institute of Electrical and Electronic Engineers*) e do Google Acadêmico. As buscas foram conduzidas mediante a utilização das palavras-chave previamente estabelecidas para direcionar a pesquisa de informações relevantes.

A seleção de artigos e estudos de casos a partir dessas pesquisas desempenhou um papel crucial na aplicação prática da proposta de melhoria de processo que será apresentada neste trabalho científico. Esses recursos forneceram uma base sólida e empiricamente fundamentada para o desenvolvimento e a implementação das melhorias propostas.

### 2.5 ESCOPO DO ESTUDO

A pesquisa irá se deter a examinar estudos voltados para metodologia ágil no gerenciamento de processo, coletando evidências da utilização dos métodos ágeis na resolução de algum problema e técnicas utilizadas para gestão dos sistemas.

Também, serão elencados exemplos reais encontrados nos artigos pesquisados, para que se possa ter uma ideia do impacto causado pelo uso de metodologias ágeis de uma maneira mais geral. Além disso, iremos fazer uma análise do cenário atual do setor de manutenção para que possamos elaborar uma proposta de melhoria para o cenário futuro usando as metodologias ágeis.

Nesta etapa, iremos utilizar o processo de modelagem BPMN e modelaremos o cenário atual AS IS e o cenário futuro TO BE e a ferramenta utilizada para realizar esta atividade será o Bizagi, fazendo assim uma comparação entre abordagens tradicionais e a metodologia ágil no gerenciamento de processos de manutenção eletroeletrônica.

### 3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Nesta seção, serão explorados conceitos e fundamentos teóricos relacionados à gestão da manutenção, além de abordar algumas ferramentas que contribuem para a otimização do fluxo de informação dentro da organização.

#### 3.1 MANUTENÇÃO

Atualmente, a atitude em relação à manutenção está passando por transformações. O que era anteriormente visto como uma necessidade indesejada agora é reconhecido como um elemento que contribui para os ganhos e é quase considerado um aliado fundamental para alcançar a competitividade global.

Um planejamento de manutenção adequado é um dos objetivos almejados por indústrias que buscam aprimorar a disponibilidade e confiabilidade de seus sistemas de produção. Isso se traduz na maximização da produtividade, qualidade do produto, segurança nas operações e na minimização dos custos totais de manutenção (FACCIO et al., 2014).

O conceito de manutenção possui diversas definições provenientes de fontes bibliográficas diversas. Segundo a Norma Europeia EN 13306:2010, a manutenção engloba todas as ações técnicas, administrativas e de gestão destinadas a manter ou restaurar um componente ao longo de seu ciclo de vida, para que possa desempenhar sua função desejada (CEN, 2010).

Por sua vez, Cabral (2009) define a manutenção como um conjunto de ações que garantem o adequado funcionamento de máquinas e instalações. Isso implica assegurar intervenções no momento correto para prevenir avarias ou quedas no desempenho. Em caso de ocorrerem problemas, a meta é restaurar as condições operacionais ideais no menor tempo possível, garantindo um custo total otimizado.

Apesar de ser amplamente reconhecida como um elemento estratégico vital para sustentar a alta produtividade industrial, alguns desafios econômicos levou algumas empresas a cortar investimentos em manutenção. Isso resultou em repercussões significativas para a confiabilidade a longo prazo.

Este capítulo proporciona uma visão abrangente do setor de manutenção, explorando conceitos, desafios contemporâneos e perspectivas futuras. Ao incorporar diversas fontes bibliográficas e normativas, busca-se fornecer uma compreensão abrangente do papel crucial desempenhado pelo setor de manutenção no contexto empresarial e industrial.

##### 3.1.1 História da manutenção

A evolução da prática de manutenção está intimamente entrelaçada com o desenvolvimento das civilizações e o aumento da complexidade de suas estruturas e máquinas ao longo da história. Isso é evidente nas práticas dos egípcios, gregos e romanos. Contudo, foi durante

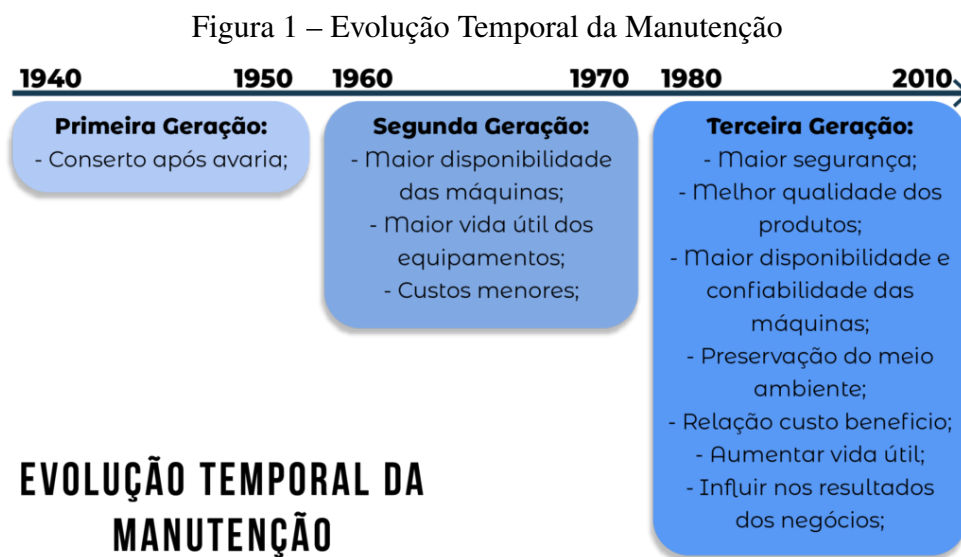
a Revolução Industrial nos séculos XVIII e XIX que a manutenção assumiu um papel mais sistemático, ajustando-se ao surgimento de máquinas complexas e à mecanização dos processos industriais.

Ao longo do século XX, a manutenção passou por transformações significativas, incorporando métodos avançados como a manutenção preventiva e preditiva. Normas e padrões, como a ISO 55000, refletem a preocupação global com a gestão eficaz de ativos e a otimização dos processos de manutenção (KARDEC; NASCIF, 2013).

Paralelamente, o desenvolvimento da engenharia da manutenção moderna pode ser rastreado até o motor a vapor de James Watt, em 1769, e à revista *Factory* nos Estados Unidos, em 1882. Segundo Moubray (1997), a evolução da manutenção é dividida em três gerações. Na primeira geração, até a Segunda Guerra Mundial, a falta de mecanização resultou em negligência à manutenção preventiva. Com a segunda geração, iniciada durante a guerra, a mecanização industrial aumentou, levando à adoção da manutenção preventiva na década de 1960. No entanto, os custos crescentes e a limitação da eficácia levaram à terceira geração, a partir dos anos 70, destacando a importância da manutenção preditiva diante da complexidade e longevidade dos equipamentos.

No final dos anos 80 e início dos anos 90, a engenharia de ciclo de vida alterou o cenário da manutenção, envolvendo-a desde as fases iniciais do produto. A manutenção tornou-se pró-ativa, participando da seleção, desenho e desenvolvimento de equipamentos. No entanto, permanece o desafio de escolher as técnicas apropriadas, já que decisões inadequadas podem acarretar novos problemas e agravar os já existentes (KOBACZY; MURTHY, 2008).

Observando a Figura 1, é possível perceber a evolução ao longo do tempo na prática de manutenção.



Fonte: Illiot Tech (2020).

Essa evolução histórica destaca a importância contínua da manutenção como elemento

essencial para a funcionalidade e longevidade de equipamentos e sistemas em diferentes contextos e épocas. Sua evolução reflete não apenas avanços tecnológicos, mas a necessidade constante de aprimoramento para enfrentar os desafios de cada era.

### 3.1.2 O Setor de manutenção

O setor de manutenção emerge como peça fundamental para a sustentabilidade e eficiência operacional de organizações industriais. Sua trajetória ao longo do tempo reflete a incessante busca por estratégias eficazes destinadas à preservação de ativos, maximização da disponibilidade de equipamentos e otimização de custos. Nesta seção, será explorada em profundidade a importância e complexidade inerentes ao setor de manutenção, abordando conceitos, desafios e tendências relevantes que moldam seu cenário.

Desde as práticas antigas de conservação até os modernos métodos preditivos, a literatura sobre manutenção proporciona uma compreensão abrangente das estratégias utilizadas ao longo da história. Autores renomados, como Nakajima (1988) e Moubrey (1997), oferecem esclarecimento valiosos sobre a evolução histórica da manutenção. Paralelamente, a norma ISO 55000:2014 estabelece diretrizes cruciais para a gestão eficaz de ativos, incluindo práticas de manutenção que se revelam essenciais nos ambientes empresariais contemporâneos.

A abordagem pró-ativa da manutenção, destaca a importância de intervenções planejadas e ações preventivas para aprimorar a confiabilidade dos equipamentos. Além disso, examina-se a interseção entre métodos ágeis e práticas de manutenção, enfatizando a importância vital de adaptação às demandas emergentes para garantir eficiência operacional.

De acordo com a Norma Brasileira NBR 5462, a falha é caracterizada como o encerramento da capacidade de um item realizar a função exigida. Essa condição resulta na inoperância do equipamento, acarretando significativas perdas na sua execução e na qualidade do produto ou serviço oferecido. Em contraste, o defeito é descrito como qualquer desvio de uma característica de um item em relação aos seus requisitos. Nessa situação, o equipamento continua operacional, mas ao longo do tempo, pode deteriorar seu desempenho, levando à sua indisponibilidade. No que se refere à pane, a norma mencionada a define como o estado de um item caracterizado pela incapacidade de desempenhar uma função requerida, excluindo a incapacidade durante a manutenção preventiva ações planejadas, ou pela falta de recursos externos (Associação Brasileira de Normas Técnicas, 1994).

A literatura também aborda o impacto econômico das decisões de manutenção, enfatizando a importância do planejamento adequado como um fator crucial para maximizar a produtividade e minimizar os custos totais (FACCIO et al., 2014).

Costa Junior (2008) ressalta quatro benefícios decorrentes do processo de manutenção para uma organização: o aprimoramento da segurança, a elevação da qualidade do produto, o aumento da confiabilidade e a redução dos custos.

### 3.1.3 Gestão dos processos de manutenção

A manutenção é um processo que visa intervir de forma segura nos procedimentos de máquinas e equipamentos. Essa intervenção, que inclui a vistoria, antecipação e correção de falhas, tem como finalidade garantir melhorias nos aspectos de qualidade, saúde, segurança, produtividade e competitividade.

De acordo com Fogliato (2009), a maioria das teorias em confiabilidade assume que os componentes de interesse são rejeitados ao falharem pela primeira vez. Equipamentos e sistemas são projetados para operar e passar por manutenção quando necessário. Equipamentos passíveis de manutenção são aqueles que podem ser consertados, seja por meio de ações corretivas ou preventivas.

A manutenção pode ser corretiva, preventiva e preditiva, cada uma delas descrita mais adiante, seguindo a estratégia e necessidade específicas da empresa. Cada abordagem apresenta pontos positivos e negativos, variando conforme o sistema e a importância no processo.

Independentemente do método escolhido pela empresa, a manutenção deve assegurar a disponibilidade confiável dos equipamentos. A gestão de manutenção visa aprimorar a gestão de ativos, preconizando a implementação de planos para máquinas e equipamentos, sejam eles preventivos ou corretivos, visando o aumento da disponibilidade para a produção.

A eficiência desses planos deve ser avaliada após a implantação e execução contínua. Para tanto, é necessário medir a disponibilidade dos equipamentos e os indicadores de manutenção preventiva e corretiva, a fim de verificar se os resultados atendem às expectativas.

Conforme a necessidade, esses planos devem ser revisados e novos objetivos estabelecidos, visando a melhoria contínua do processo. Branco Filho (2006) destaca que a programação e controle de manutenção é o órgão ou função, dentro da empresa, em qualquer nível, que efetua a programação e o controle dos trabalhos executados pelas equipes de manutenção.

A gestão da manutenção envolve atividades de intervenção, objetivos, estratégias e responsabilidades, alinhadas a um planejamento, programação e controle, visando, posteriormente, a melhoria contínua das atividades de manutenção. Seu objetivo central é maximizar a disponibilidade e confiabilidade dos recursos e equipamentos para atingir a produção desejada, com as especificações de qualidade obrigatórias, no período de tempo estabelecido (CABRAL; SARAIVA, 2009).

### 3.1.4 Planejamento de manutenção

O planejamento de manutenção, inserido no contexto da gestão de ativos, tem como principal propósito definir os objetivos ou metas a serem alcançados, que podem abranger produtividade, disponibilidade física dos equipamentos ou redução de custos. Segundo Mendes e Ribeiro (2014), esse processo envolve a reunião e avaliação dos recursos materiais, humanos, tecnológicos, logísticos e administrativos necessários para as atividades propostas.

Dentro desse escopo, o planejamento de manutenção visa determinar o tempo necessário



para a intervenção e analisar o impacto que será causado com a situação futura alcançada. De acordo com Branco Filho (2006), o planejamento de manutenção consiste na "análise e decisões prévias das intervenções, sequência, métodos de trabalho, materiais sobressalentes, dispositivos e ferramentas, mão-de-obra e tempo necessário para a reparação de um item, máquina e instalação". Essa definição coaduna-se com a perspectiva de Oliveira (2005), que o concebe como um processo abrangente, considerando aspectos específicos, objetivos propostos, tempo necessário, abrangência e características envolvidas para alcançar uma situação futura desejada.

O planejamento de manutenção leva em consideração as necessidades das atividades preventivas visando a redução de ocorrências negativas, como falhas e quebras prematuras. Além disso, avalia as consequências das falhas em termos de indisponibilidade dos equipamentos para a produção, tomando decisões direcionadas a prevenir futuras avarias.

Como aponta Herbert Viana (2002), alcançar os melhores níveis de disponibilidade do equipamento e do processo produtivo é possível por meio de um planejamento adequado de manutenção, sendo a disponibilidade operacional um indicador da excelência da manutenção e da garantia de produtividade. A ausência de um planejamento de execução completo, que avalie todos os recursos necessários, pode resultar em paradas desnecessárias dos equipamentos, comprometendo o alcance dos objetivos de produção.

As principais causas de perdas relacionadas à falta de um planejamento eficiente incluem idas excessivas ao almoxarifado para busca de peças, a ausência de material próximo ou no local de trabalho, programação inadequada de mão de obra e a falta de outros recursos no local de trabalho, como ferramentas e equipamentos.

### 3.2 TIPOS DE MANUTENÇÃO

A gestão da manutenção, desempenhando um papel essencial na sustentabilidade e eficiência operacional de organizações, abrange um conjunto diversificado de estratégias, destacando-se em três principais tipos: Manutenção Corretiva, Manutenção Preventiva e Manutenção Preditiva. A complexidade dessas abordagens reflete a variedade de desafios enfrentados pelas organizações em manter seus ativos, otimizar a disponibilidade de equipamentos e gerenciar efetivamente os custos associados. Cada uma dessas modalidades de manutenção assume um papel crucial no contexto organizacional, sendo selecionada criteriosamente com base nas necessidades específicas, na natureza dos ativos e nas estratégias adotadas pela empresa para garantir sua eficácia operacional. O entendimento aprofundado dessas categorias de manutenção é fundamental para uma abordagem holística da gestão de ativos e para a consecução dos objetivos organizacionais em longo prazo. Nesse sentido, o presente texto explora mais detalhadamente cada uma dessas modalidades, ressaltando suas implicações, vantagens e desafios, proporcionando uma visão abrangente sobre a complexidade e importância da manutenção no contexto empresarial moderno.

### 3.2.1 Manutenção corretiva

A manutenção corretiva, conforme definida pela norma NBR 5462, ocorre após a ocorrência de uma falha, visando restabelecer um item às condições necessárias para desempenhar sua função (Associação Brasileira de Normas Técnicas, 1994). Este tipo de manutenção acarreta custos significativos para a empresa, demandando mais tempo e recursos para sua execução, uma vez que só ocorre após a manifestação de uma falha.

A manutenção corretiva é utilizada para corrigir falhas decorrentes de desgastes ou deterioração de máquinas, englobando reparos, alinhamentos, balanceamentos, substituição de peças ou até mesmo a troca do próprio equipamento. Geralmente é aplicada quando as falhas não têm consequências catastróficas e não ocorrem com frequência que justifique verificações regulares.

Dessa forma, compreende-se que a Manutenção Corretiva, ao se desdobrar em abordagens planejadas e não planejadas, desempenha um papel crucial na manutenção da integridade operacional dos equipamentos, alinhando-se com os princípios de gestão eficaz de ativos.

#### 3.2.1.1 Manutenção corretiva planejada

A Manutenção Corretiva Planejada envolve intervenções programadas para reparar ou substituir componentes que falharam ou apresentaram problemas. Essa modalidade, conforme Kardec e Nascif (2013), é resultado de inspeções regulares, identificando falhas a tempo de planejar e programar a intervenção corretiva. Geralmente executada durante paradas programadas, essa abordagem permite uma inspeção minuciosa do equipamento, visando determinar a origem da falha e adotar medidas para eliminar ou reduzir futuras ocorrências.

A Manutenção Corretiva Planejada é especialmente aplicada em itens nos quais as consequências de falhas ou desgastes não têm impacto significativo. Sua característica distintiva é a capacidade de aguardar um planejamento, envolvendo mão de obra, materiais, ferramentas, equipamentos auxiliares e recursos especiais, quando necessário. Essa modalidade é geralmente preferida pelas organizações devido à sua eficácia comprovada, custos mais baixos e condições de trabalho mais seguras para os profissionais envolvidos. A ênfase na antecipação e programação torna a Manutenção Corretiva Planejada uma estratégia essencial para otimizar a disponibilidade de equipamentos e garantir operações eficientes.

#### 3.2.1.2 Manutenção corretiva não planejada

A manutenção corretiva não planejada, também conhecida como Manutenção Corretiva Emergencial, caracteriza-se por intervenções imprevistas para corrigir falhas. Apesar dos desafios inerentes, como custos elevados e perdas de produção, essa modalidade não demanda inspeções regulares nas máquinas. Para atenuar as complexidades associadas a essa forma de manutenção, estratégias como o emprego de máquinas de reserva e uma gestão eficiente de estoques podem ser implementadas pelas organizações.

Para Kardec e Nascif (2013), a manutenção corretiva não planejada, por sua natureza imprevista, ressalta a importância da prontidão das organizações para lidar com situações de emergência. A ausência de planejamento prévio pode resultar em tempos de inatividade prolongados, impactando negativamente na produtividade e eficiência operacional. Dessa forma, embora essa forma de manutenção possa ser inevitável em algumas circunstâncias, estratégias eficazes de gestão de ativos buscam minimizar a ocorrência e os impactos da Manutenção Corretiva não Planejada.

### 3.2.2 Manutenção preventiva

A Manutenção Preventiva, como proposta por Kardec e Nascif (2013), é uma estratégia sistemática e planejada que abrange a revisão, controle e monitoramento regular dos equipamentos. Essa abordagem é particularmente eficaz quando a lei de degradação é conhecida, proporcionando uma compreensão mais profunda da evolução do desgaste dos equipamentos ao longo do uso.

Ao adotar a manutenção preventiva, a empresa não apenas antecipa e resolve proativamente uma variedade de problemas, como também reduz os custos e estende o tempo de vida útil dos equipamentos. A identificação precoce de defeitos durante as revisões periódicas programadas evita desgastes excessivos resultantes de operações problemáticas, promovendo uma operação mais sustentável e lucrativa para a corporação.

A Manutenção Preventiva, ao proporcionar uma resolução antecipada de problemas, permite que a empresa mantenha sua capacidade produtiva sem interrupções significativas. Além disso, o aumento da disponibilidade de tempo para pesquisa e avaliação de peças novas destaca-se como uma vantagem estratégica, permitindo a busca por melhores preços no mercado.

Entretanto, é importante destacar que a implementação eficaz da Manutenção Preventiva requer uma gestão organizada por parte da corporação. Manter um banco de dados abrangente que registre as revisões das máquinas, incluindo ocorrências específicas em cada equipamento e as modificações realizadas, é essencial para otimizar o processo e garantir a eficácia contínua ao longo do tempo.

### 3.2.3 Manutenção preditiva

A Manutenção Preditiva, conforme destacado por Filho (2008), é uma técnica avançada e estratégica que visa antecipar a necessidade de intervenção em máquinas e equipamentos antes que ocorra uma falha. Essa abordagem representa uma evolução significativa no conceito de manutenção industrial, utilizando metodologias inovadoras, principalmente por meio do monitoramento contínuo de equipamentos, instalações e sistemas com o auxílio de instrumentos eletrônicos.

A metodologia da Manutenção Preditiva permite prever a iminência de falhas, possibilitando a realização de intervenções planejadas de forma estratégica. Essa antecipação visa evitar interferências no processo produtivo, otimizando a eficiência operacional das organizações.

De acordo com Barbosa (2002), a Manutenção Preditiva, também conhecida como monitoramento sob condição, caracteriza-se por ser executada no momento adequado, anteriormente ao processo de rompimento ou falha do componente. Esse enfoque proativo proporciona não apenas segurança operacional, mas também contribui para a maximização do tempo de atividade dos equipamentos.

Ao adotar a Manutenção Preditiva, as empresas podem realizar um acompanhamento e monitoramento contínuo das condições das máquinas, analisando parâmetros operacionais e identificando sinais de degradação. Essa prática, alinhada à abordagem preventiva, permite uma gestão mais eficiente dos ativos industriais, minimizando custos e maximizando a confiabilidade operacional.

### 3.2.4 Comparação entre os métodos

Uma análise comparativa entre os três métodos de manutenção - Corretiva, Preventiva e Preditiva - revela que a diferença crucial entre eles reside no planejamento das ações. Tanto a abordagem preventiva quanto a preditiva proporcionam um período estendido para avaliação dos problemas, permitindo a tomada de decisões proativas antes que ocorram falhas inesperadas, característica ausente na manutenção corretiva.

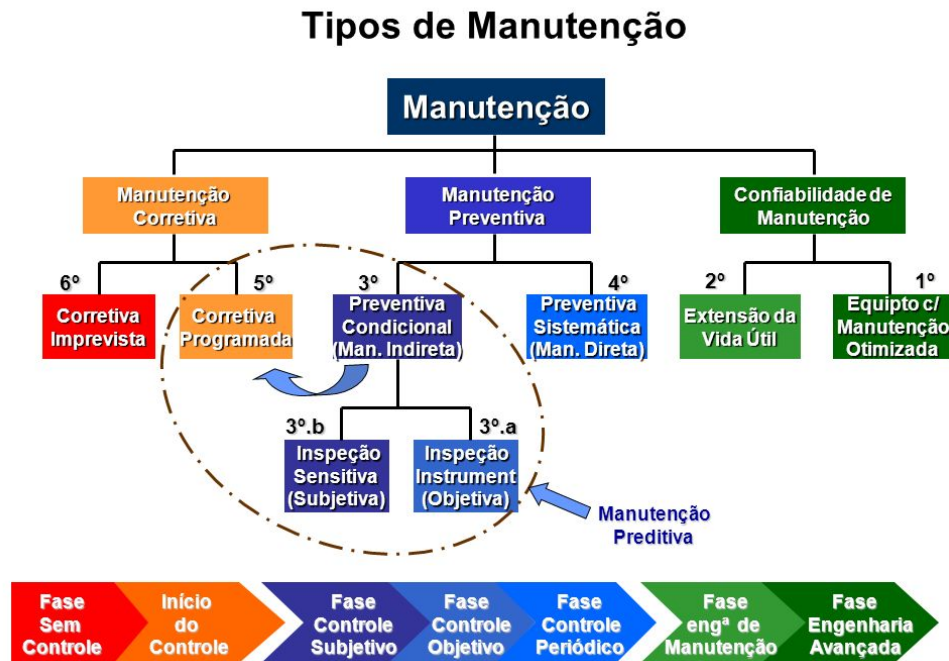
Kardec e Nascif (2013), destacam que a manutenção preventiva, ao realizar inspeções programadas, oferece a oportunidade de identificar antecipadamente possíveis falhas durante paradas programadas. Essa abordagem proativa não apenas contribui para a redução de custos, mas também proporciona um ambiente propício para o planejamento adequado de recursos, minimizando impactos no processo produtivo.

Já a manutenção preditiva, conforme descrita por Filho (2008), é uma técnica avançada que visa antecipar a necessidade de intervenção por meio do monitoramento contínuo de equipamentos, permitindo prever a iminência de falhas. Essa abordagem estratégica proporciona uma gestão mais eficiente dos ativos, maximizando a confiabilidade operacional.

Ressalta-se que, independentemente do método escolhido pelas organizações, o objetivo da manutenção é comum: garantir a disponibilidade dos equipamentos com confiabilidade. Cada abordagem contribui de maneira única para alcançar esse propósito, sendo essencial considerar a natureza dos ativos, a criticidade dos equipamentos e as demandas específicas de cada processo produtivo.

Tendo em vista essas três categorias da manutenção, elas podem ser resumidas de acordo com a Figura 2.

Figura 2 – Tipos de Manutenção de Máquinas e Equipamentos



Fonte: Tamires Almeida (2017).

### 3.3 METODOLOGIAS ÁGEIS PARA GESTÃO

O Manifesto Ágil, concebido em 2001 por dezessete desenvolvedores de *software*, visa descobrir melhores práticas para gerenciar e desenvolver sistemas. Os valores centrais do movimento enfatizam a valorização dos indivíduos e da interação entre eles, priorizando *softwares* em funcionamento em detrimento de documentação abrangente, colaboração com o cliente em vez de negociação de contratos, e a capacidade de responder a mudanças em vez de aderir rigidamente a um plano. O objetivo primordial do manifesto é a satisfação do cliente, alcançada por meio de interações constantes entre a equipe e o cliente, garantindo a funcionalidade do produto e realizando entregas periódicas, mantendo equipes motivadas e adotando a simplicidade (BECK; AL., 2001).

Além da abordagem mais dinâmica na divisão de tarefas e do forte foco na interação e colaboração entre clientes e equipe, é importante destacar que o Manifesto Ágil não desconsidera completamente os processos burocráticos, como documentações e contratos. Ele simplesmente ressalta que esses elementos têm importância secundária em comparação com o progresso do projeto ou atividade. A metodologia preconiza a minimização do tempo dedicado à documentação em favor de uma resolução efetiva e dinâmica de incidentes.

O Movimento Ágil, como uma resposta aos métodos tradicionais de gerenciamento, que eram caracterizados pela inflexibilidade, peso e lentidão, surge como uma alternativa. Os métodos tradicionais, baseados em processos documentais, como o modelo em cascata, limitam a equipe no desenvolvimento, tornando-se inadequados para empresas pequenas. Dessa forma, muitas delas optaram por não utilizar nenhum método de gerenciamento, dada a complexidade dessas abordagens, o que poderia prejudicar a qualidade final do produto entregue. Diante desse cenário, surge a necessidade de adotar metodologias ágeis, focalizando na flexibilidade e agilidade no gerenciamento (SOARES, 2004).

Ao longo dos anos, emergiram diversas metodologias ágéis, incluindo o *Scrum*, *Lean*, *Crystal Clear*, *ASD* (do inglês, *Adaptive Software Development*), *FDD* (do inglês, *Feature Driven Development*), *DSDM* (do inglês, *Dynamic Systems Development Method*), *XP* (do inglês, *Extreme Programming*) e *Kanban*. Este último será detalhadamente apresentado neste estudo, juntamente com o *Scrum*.

### 3.4 SCRUM

A metodologia *Scrum*, implementada por Schwaber e Sutherland em 1990, atua como uma estrutura ágil para o gerenciamento de projetos de produtos complexos quando comparado ao método em cascata, que segue uma abordagem linear e sequencial. Conforme Sutherland (2020), o *Scrum* oferece a flexibilidade para implementar diversas práticas e técnicas. Enfatizando a eficácia relativa de suas abordagens de gerenciamento de produto e técnicas de trabalho, o *Scrum* possibilita melhorias contínuas no produto, na equipe e no ambiente de trabalho.

### 3.4.1 Pilares do Scrum

Os fundamentos do *Scrum* baseiam-se em teorias empíricas de controle de processo, incorporando três pilares: transparência, inspeção e adaptação.

#### 3.4.1.1 **Transparência**

Garante visibilidade aos aspectos cruciais do processo, exigindo definições padronizadas para um entendimento comum. Por exemplo, a definição de "pronto" deve ser compreendida pelos criadores e validadores do produto.

#### 3.4.1.2 **Inspeção**

Preconiza inspeções frequentes em artefatos e progresso do projeto para identificar variações indesejadas, sem prejudicar a execução das tarefas. Inspeções realizadas por especialistas são mais benéficas.

#### 3.4.1.3 **Adaptação**

Quando a inspeção revela desvios inaceitáveis no processo, ajustes urgentes devem ser feitos para minimizar riscos e otimizar resultados. A Inspeção e adaptação são aplicadas através de reuniões específicas no *Scrum*.

### 3.4.2 Papéis do Scrum

Inerente ao *Scrum* está a colaboração de pequenas equipes altamente flexíveis e adaptativas, conhecidas como times *Scrum*. Conforme conceituado por Schwaber (2014), essas equipes compreendem três papéis principais: *Product Owner*, *Scrum Master* e Time de Desenvolvimento.

#### 3.4.2.1 ***Product Owner***

Também conhecido como o "dono do produto", esse profissional desempenha um papel crucial ao maximizar o valor do produto e representar os interesses dos *stakeholders*, termo em inglês que se refere às partes interessadas, envolvidas ou afetadas por um projeto ou empresa. O PO (do inglês, *Product Owner*) é encarregado de gerenciar o *backlog* do produto, que é a lista priorizada de funcionalidades e tarefas, assegurando sua visibilidade, transparência e clareza para todos os envolvidos.

#### 3.4.2.2 **Scrum Master**

O *Scrum Master* assume a responsabilidade pelo processo *Scrum*, assegurando sua compreensão, aplicação e implementação como uma cultura organizacional. Além disso, é

encarregado de garantir a conformidade da equipe com as regras e práticas do *Scrum*, protegendo-a contra comprometimentos excessivos durante um *Sprint*, um período de tempo fixo. Na reunião diária, atua como intermediário e se encarrega de eliminar obstáculos levantados pela equipe. Embora possa ser exercido por qualquer membro da equipe, é comum que seja desempenhado por um gerente de projetos.

#### 3.4.2.3 **Time Scrum**

O *Time Scrum* é composta pela equipe de desenvolvimento, geralmente variando de 6 a 10 membros. Suas principais características incluem ser auto-organizáveis, auto-gerenciáveis e multifuncionais. A estrutura e a autorização são concedidas para que possam se auto-organizar e gerenciar suas próprias atividades.

#### 3.4.3 **Eventos do Scrum**

Eventos são estabelecidos para instaurar uma rotina com o objetivo de reduzir reuniões indefinidas, assegurando que cada evento tenha uma duração máxima. Conforme preconizado por Schwaber e Sutherland (2013), essa prática visa evitar perdas no processo de planejamento, promover transparência e possibilitar uma inspeção criteriosa, proporcionando a oportunidade de realizar adaptações.

##### 3.4.3.1 **Sprint**

O *Sprint*, elemento central no *Scrum*, é o período em que os incrementos "prontos" são elaborados, comumente com uma duração de duas a quatro semanas. Após a conclusão de um *Sprint*, inicia-se um novo.

Cada *Sprint* é caracterizado por uma definição clara do que deve ser construído. Durante esse processo, o escopo é detalhado e revisado entre o *time Scrum* e o PO, possibilitando esclarecimentos e renegociações, desde que não impactem nos objetivos inicialmente estabelecidos. Adicionalmente, é aconselhável evitar alterações na composição da equipe ou na duração do *Sprint*.

##### 3.4.3.2 **Reuniões**

No *Scrum*, as reuniões desempenham um papel crucial na gestão eficiente do desenvolvimento. Existem quatro tipos de reuniões previstas no método, cada uma com propósitos específicos:

###### 3.4.3.2.1 *Reunião de planejamento*

É um evento crucial para a definição colaborativa dos itens a serem desenvolvidos durante a *Sprint*, dividida em duas etapas. O PO gerencia o *backlog* do produto na primeira



etapa, apresentando-o à equipe, que seleciona os itens. Na segunda etapa, o time decide como desenvolver os itens, detalhando estimativas, com o objetivo final explicado ao PO e *Scrum* Master.

#### 3.4.3.2.2 *Reunião diária*

É um evento rápido, ocorrendo diariamente por 15 minutos, dedicado à análise do progresso desde a última reunião. Durante esse tempo, os membros da equipe relatam as atividades feitas e quais impedimentos existem. Essa prática contribui para aprimorar a comunicação, eliminar a necessidade de outras reuniões, identificar e remover impedimentos, promover decisões.

#### 3.4.3.2.3 *Reunião de revisão*

Realizada ao final de cada ciclo, envolve toda a equipe e partes interessadas. Durante esse encontro, são revisados os itens realizados e não realizados, discutidos pontos positivos e negativos, solucionados problemas e apresentados os itens concluídos. O resultado é a elaboração de um *backlog* do produto revisado, fornecendo diretrizes para o próximo *Sprint*.

#### 3.4.3.2.4 *Reunião de retrospectiva*

Tem como foco o processo, visando identificar melhorias para os trabalhos futuros. O *Scrum* Master desempenha o papel de incentivar a equipe a buscar aprimoramentos, alinhados aos pilares do *Scrum*. Quando conduzidas conforme as diretrizes do *Scrum*, essas reuniões contribuem para a eficácia do desenvolvimento, promovendo transparência e adaptação.

### 3.4.4 Artefatos do Scrum

Os artefatos do *Scrum* são essenciais para maximizar a transparência das informações, contribuindo para o sucesso na entrega de cada incremento pronto (STOPA; RACHID, 2019). Os principais artefatos incluem o *backlog* do produto, o *backlog* do *Sprint* e o incremento do produto.

#### 3.4.4.1 **Backlog do produto**

O *backlog* do produto é gerenciado pelo PO, é uma lista prioritizada de funcionalidades necessárias no produto. Evolui continuamente em resposta a um melhor entendimento dos requisitos, contendo descrições, ordens e estimativas para cada item. A ordenação, geralmente por valor, riscos, prioridades ou necessidades dos clientes, orienta a seleção para desenvolvimento no próximo *Sprint*.

### 3.4.4.2 Backlog do sprint

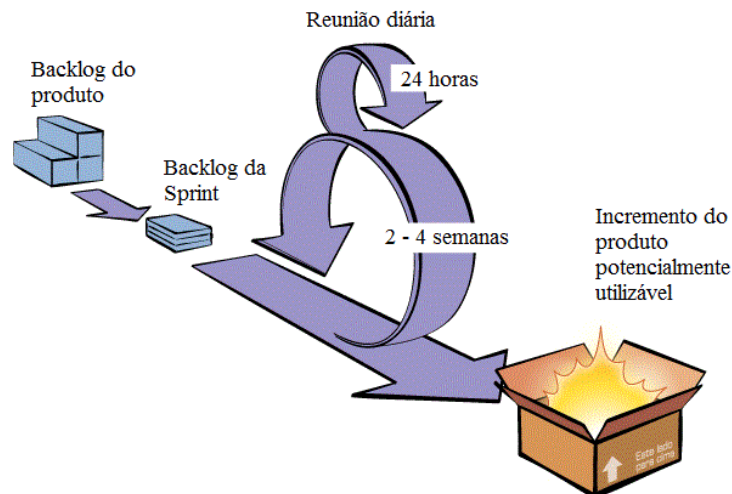
O *backlog* do *Sprint* é uma lista dos itens selecionados do *backlog* do produto, juntamente com o plano de entrega e o objetivo da *Sprint*. Essa lista proporciona visibilidade ao trabalho a ser realizado, sujeita a alterações durante a *Sprint* à medida que novos aprendizados surgem. O acompanhamento é realizado pela reunião diária, permitindo ajustes para evitar possíveis atrasos no desenvolvimento.

### 3.4.4.3 Incremento do produto

O incremento do produto consiste nos itens desenvolvidos durante a *Sprint*, pronto para uso. A avaliação desses resultados auxilia no planejamento das próximas *Sprints*, estimando tempo e quantidade de itens a serem selecionados.

Na Figura 3 é apresentada uma ilustração do passo a passo, com os eventos e os artefatos da metodologia.

Figura 3 – Ciclo *Scrum*



Fonte: Jeff Sutherland (2014).

## 3.5 CONTEXTO HISTÓRICO KANBAN

O Kanban, oriundo do Sistema Toyota de Produção (STP), cujo nome significa "anotação visível" ou "sinal" em japonês, teve início na década de 50 com Taiichi Ohno. Inicialmente desenvolvido para otimizar a cadeia produtiva da Toyota, o Kanban visa controlar estoques em processos e acompanhar atividades de forma eficaz. A metodologia se baseia na utilização de cartões para indicar a necessidade de produção ou entrega de componentes, matérias-primas ou serviços.

Diferentemente de um sistema de controle de estoque, o Kanban é um sistema de agendamento que orienta o que produzir, quando produzir e quanto produzir. Ele não apenas coordena o fluxo de produção, mas também se torna uma ferramenta eficaz para melhorias

contínuas no sistema de produção, destacando áreas de problema e promovendo a redução de desperdícios (WOMACK; JONES; ROSS, 2012).

A filosofia Lean Manufacturing, à qual o Kanban está intrinsecamente ligado, surgiu no Japão quando as ideias anteriores de desenvolvimento industrial já não eram mais eficazes. O STP buscava eliminar desperdícios e aumentar a competitividade, sendo fortemente influenciado pela visita de Eiji e Taiichi Ohno às fábricas da Ford, em que concluíram que o sistema de produção em massa não se adequaria às condições japonesas (MAXIMIANO, 2017).

O Kanban, inicialmente desenvolvido para otimizar a produção na Toyota, expandiu-se globalmente, especialmente a partir da década de 90. Tornou-se uma ferramenta adotada não apenas na indústria automotiva, mas também por desenvolvedores de *software* e diversas áreas empresariais. Ao evoluir, o Kanban transformou-se em uma ferramenta de gestão visual, controle de fluxo, gestão de inventário e aprimoramento da produtividade. David J. Anderson foi pioneiro na aplicação do Kanban em *software*, colaborando com Don Reinerstsen para ampliar a compreensão do Lean e a utilização do Kanban, focando na visualização e melhoria do fluxo de trabalho no desenvolvimento de *software*, abrangendo manutenção e operações.

### 3.5.1 Kanban

Diversas abordagens para o Kanban são reconhecidas, sendo consensual entre especialistas que alguns princípios fundamentais incluem: visualizar o trabalho em andamento; visualizar cada passo na cadeia de valor; limitar o trabalho em progresso; tornar explícitas as políticas; medir e gerenciar o fluxo; identificar oportunidades de melhorias, mantendo uma cultura de melhoria contínua.

O Kanban, fundamentado na filosofia Lean e na cultura de melhoria contínua, atua como um catalisador para incorporar princípios Lean na entrega de sistemas de *software*. Originário da filosofia Lean, que busca eficiência e eliminação de desperdícios, o Kanban, segundo Anderson (2010), destaca-se por disciplinar o fluxo de trabalho, promovendo melhorias na qualidade, produtividade e previsibilidade. Limitando o trabalho em processo, o Kanban contribui para aprimorar a qualidade, impulsionar o desempenho das equipes e reduzir a duração das tarefas, estabelecendo um ambiente de ganha-ganha para a empresa e seus colaboradores.

A partir dessa percepção, a aplicação do Kanban foi visualizada não apenas na manufatura da Toyota, mas em qualquer atividade produtiva que requer gestão. De acordo com Anderson e Bozheva (2021), o Kanban fundamenta-se em uma ideia simples: limitar as atividades em andamento. Novas iniciativas só devem começar quando uma peça de trabalho existente é liberada ou quando uma função automática inicia esse processo. Essa abordagem representa uma iniciativa Lean para moldar a cultura organizacional e promover a melhoria contínua.

Conforme evidenciado, tanto o Kanban de Ohno quanto o Kanban de Anderson compartilham os mesmos princípios, com ajustes específicos para cada contexto, conforme sumarizado no Quadro 2:

Quadro 2 – Comparação Kanban

SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO E KANBAN TAIICHI OHNO DE 1950	MANIFESTO ÁGIL E O KANBAN DE ANDERSON DE 2004
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Gestão à vista, Kanban, Andon</li> <li>2. Sistema puxado, produção nivelada</li> <li>3. Visão sistêmica, sincronização</li> <li>4. Folhas padrão de produção, transparência</li> <li>5. Autonomia para parar a produção, 5 por quês</li> <li>6. Trabalho em equipe, assistência mútua</li> <li>7. Melhoria contínua, Kaizen</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Visualizar o fluxo de trabalho</li> <li>2. Limitar trabalho em progresso</li> <li>3. Gerenciar o fluxo</li> <li>4. Tornar as políticas explícitas</li> <li>5. Implementar laços de feedback</li> <li>6. Melhorar colaborativamente</li> <li>7. Evoluir experimentalmente</li> </ol>

Fonte: Adaptado de David Anderson (2010).

### 3.5.2 Kanban: Uma abordagem visual para otimização de fluxo de trabalho

O Kanban, oriundo do Japão, representa uma filosofia de gerenciamento visual que se destaca por sua flexibilidade e capacidade de otimizar o fluxo de trabalho, impulsionando a eficiência operacional. Diferenciando-se do *Scrum*, o Kanban não se vincula a papéis ou eventos fixos, proporcionando uma adaptação versátil em uma variedade de contextos organizacionais e projetos.

Essa abordagem visual, inspirada no sistema de produção da Toyota, utiliza quadros Kanban para criar uma representação gráfica do processo de trabalho. O principal objetivo é proporcionar uma visão clara e transparente de todas as tarefas em andamento, permitindo que a equipe tenha controle sobre o fluxo de trabalho.

### 3.5.3 Princípios Orientadores do Kanban

O Kanban fundamenta-se em princípios destinados a aprimorar o fluxo de trabalho, destacando-se pelos seguintes elementos:

#### 3.5.3.1 Visualização do trabalho

A ênfase na visualização do trabalho é um dos pilares do Kanban. Utilizando quadros Kanban, frequentemente estruturados em colunas que representam etapas do processo, essa prática proporciona clareza e transparência no acompanhamento das tarefas em andamento.

Para tomar decisões fundamentadas sobre a otimização do fluxo de trabalho é necessário compreender o estado atual do processo. Para Agarwal (2018), mapear todo o fluxo de trabalho é essencial, pois é possível visualizar o progresso do trabalho desde o ponto de origem até o produto final. No contexto industrial, isso pode ser desde a matéria-prima até o produto acabado. Cada estágio representa um grupo de atividades relevantes para o setor específico.

O entendimento do sistema permite a visualização através de um sistema eletrônico ou um quadro branco físico, dependendo da natureza do trabalho e da distribuição da equipe. A visualização do trabalho é crucial, e só se pode gerenciar o que é visível. Se o trabalho não está completamente visível, decisões fundamentadas sobre otimização são difíceis.

Visualizar o trabalho proporciona benefícios como foco no todo, transparência e identificação de desperdícios. No entanto, como aponta Boeg (2012), há desafios na visualização devido a questões como medo de punição caso os superiores descubram a realidade dos processos, falta de clareza sobre responsabilidade etc. Corrigir essas questões é essencial para criar um ambiente transparente e promover melhorias contínuas no processo, independentemente do setor.

### 3.5.3.2 Limitação do trabalho em andamento

O princípio de limitação do trabalho em andamento estabelece a quantidade máxima de tarefas permitidas em cada fase do processo. Essa restrição evita sobrecarga da equipe, promovendo a eficiência e foco em entregas de qualidade.

O conceito de WIP está fundamentado na Lei de Little, que estabelece a relação entre o tempo de ciclo, o WIP e a produção por unidade de tempo. Como aponta Agarwal (2018), o Tempo de Ciclo representa o intervalo necessário para que um item de trabalho percorra todo o sistema Kanban, desde a seleção para execução ou implementação até a entrega em produção. A Produção por unidade de tempo, equivalente à média de itens produzidos em determinado período, é frequentemente denominada como velocidade no *Scrum*.

Ao limitar o WIP, busca-se reduzir o Tempo de Ciclo, resultando em maior produtividade e minimização do trabalho que ainda não agregou valor ao negócio. A rápida obtenção de resposta, destacada por Jones (1980) em "Custos da Qualidade", contribui para mitigar riscos, validando continuamente as decisões e expondo imediatamente problemas de qualidade.

Conforme enfatiza Anderson e Bozheva (2021), ajustar os limites de WIP ao longo do tempo, observando o sistema com base em informações adquiridas e estabelecer valores que permitam a continuidade do fluxo de trabalho, é fundamental para otimizar o sistema. Limites muito pequenos podem causar ociosidade, enquanto limites muito soltos aumentam o tempo de ciclo. O foco não deve ser apenas no número de itens em progresso, mas também no tamanho desses itens. Itens menores tendem a fluir mais rapidamente, proporcionando retornos ágeis.

### 3.5.3.3 Políticas explícitas para garantir qualidade

O Kanban incentiva a explicitação das políticas de processo associadas a cada etapa do fluxo de trabalho. Isso cria um entendimento compartilhado entre os membros da equipe, facilitando a tomada de decisões e a adaptação contínua.

No contexto Lean, a qualidade é essencial, sendo enfatizada não apenas como a correção de erros, mas como uma prática preventiva, uma vez que problemas de qualidade podem resultar em custos significativos. No Kanban, a ênfase recai na criação de políticas explícitas destinadas a otimizar a qualidade e conferir consistência ao sistema/produto de entrega. Essas políticas não apenas buscam evitar falhas, mas também servem como base para a melhoria contínua.

Para Anderson (2010), problemas de qualidade, como produtos de baixa qualidade que impedem a conclusão de tarefas ou defeitos que prejudicam o fluxo de trabalho, são identificados como "demanda de falha" no Lean. Isso abrange atividades e retrabalho associados à baixa

qualidade, resultando em ciclos de desperdício. Problemas de qualidade podem levar a constantes mudanças de contexto e à necessidade de apagar incêndios, interrompendo naturalmente o trabalho em andamento.

Para mitigar tais problemas, o Lean preconiza a adoção de medidas preventivas, como o uso do *Poka Yoke*. No ambiente de produção, isso se traduz em padrões e listas de verificação que orientam a execução de tarefas. Embora possa parecer um ambiente rigoroso, trabalhadores em sistemas Lean não se veem como simples executores de tarefas, mas como especialistas dedicados a aprimorar constantemente o sistema. Matthew E. May, no livro "Toyota: A Fórmula da Inovação" (2006), destaca que essa mentalidade é a chave para a Toyota implementar um grande número de melhorias anualmente.

#### 3.5.3.4 Medição de fluxo

A capacidade limitada de um sistema de entrega é um princípio fundamental, Boeg (2012) recorda que ultrapassar essa capacidade pode resultar em queda na qualidade, ritmo insustentável e custos mais elevados de manutenção. O uso excessivo de horas extras é frequentemente ineficaz e prejudicial ao ambiente de trabalho.

A capacidade do sistema pode ser aumentada ao longo do tempo, mas deve ser validada continuamente. A medição do progresso desde o início do setor é crucial para validar suposições e garantir um sistema de entrega estável e previsível. Medir o fluxo envolve técnicas como diagramas de fluxo cumulativo, tempo de ciclo, índices de defeitos e itens bloqueados.

Os Diagramas de Fluxo Cumulativo oferecem uma visão do trabalho em diferentes estágios da cadeia de valor ao longo do tempo. O tempo de ciclo, que destaca os tempos individuais de conclusão de itens, contribui para a previsibilidade. A medição de Itens Bloqueados é vital para avaliar a capacidade da equipe em lidar com problemas que afetam o fluxo (AGARWAL, 2018).

É importante enfatizar a relevância de focar em tarefas impactantes para o negócio. Manter uma lista organizada e priorizada é fundamental para assegurar a escolha acertiva das atividades. A aplicação dessas métricas contribui para estabelecer uma abordagem eficaz na entrega, possibilitando decisões ponderadas sobre prazos, dependências, equipe, escopo e despesas.

#### 3.5.3.5 Priorização

A priorização desempenha um papel crucial na gestão de atividades ou projetos, sendo o custo de atraso um dos conceitos para tomar decisões fundamentadas. Representando a receita ou economia perdida ao optar por adiar um item específico, e está intrinsecamente ligado ao custo de implementação, prazos e diversos fatores.

De acordo com Anderson e Bozheva (2021), ao escolher trabalhar em um item, inevitavelmente bloqueia-se outro, destacando a necessidade de estimativas ponderadas na ausência de dados precisos. A organização da fila de entrada de atividades em um quadro Kanban

é fundamental para assegurar a seleção apropriada dos itens. Essa prática aplica-se tanto ao planejamento de lotes para o próximo Sprint no *Scrum* quanto ao fluxo contínuo, onde os itens de maior prioridade são continuamente puxados quando há capacidade disponível.

Além do custo de atraso, fatores como riscos, confiança, incertezas, necessidades básicas de infraestrutura e equilíbrio de atividades também devem influenciar a priorização. Gerenciar a lista de pendências é semelhante a organizar um conjunto de tarefas; é crucial revisá-la regularmente para evitar acúmulo descontrolado, assegurando uma organização eficiente e facilitando a localização das tarefas necessárias no momento certo.

#### 3.5.3.6 **Classes de serviço**

Para o processo de gestão do trabalho implica, inicialmente, na identificação dos diversos tipos de tarefas do setor. A segmentação desses tipos de trabalho em subcategorias, alinhadas ao escopo da equipe, é um passo importante.

Após a definição dos diferentes tipos de trabalho, é importante estabelecer a abordagem específica para cada um dentro do sistema. Cada método exclusivo de lidar com diferentes tipos é denominado Classe de Serviço. Segundo Boeg (2012), essas classes devem seguir diretrizes relacionadas ao impacto nos negócios, priorização e custos. Uma prática comum é a utilização de cores nos cartões para diferenciar as classes, como atividades padrão, prioritárias, com prazo fixo, urgentes, entre outras. Essa categorização proporciona uma visualização clara e facilita a gestão do fluxo de trabalho.

#### 3.5.3.7 **Acordos de níveis de serviço**

Para Anderson e Bozheva (2021), estabelecer um sistema puxado estável e utilizar métricas eficazes para avaliar o desempenho do sistema são fundamentais para implementar SLAs efetivos. Ao contrário de abordagens tradicionais como o *Scrum*, que dependem fortemente do compromisso do Sprint para garantir previsibilidade, um sistema Kanban baseia-se na previsibilidade proveniente de um fluxo de trabalho consistente.

Quando cada classe de serviço recebe tratamento específico e constante ao longo do tempo, com as consequências das melhorias sendo devidamente avaliadas, há uma grande probabilidade de aprimoramento contínuo no tempo de ciclo, na qualidade e nos custos.

Como aponta Boeg (2012), a essência aqui é que os números utilizados devem ser derivados de informações concretas apanhadas por meio do monitoramento do desempenho de entrega. A confiança e a colaboração são fortalecidas quando os envolvidos têm a certeza de que os números refletem a realidade, proporcionando uma base sólida para a tomada de decisões informadas (ANDERSON; BOZHEVA, 2021).

### 3.5.3.8 Melhoria contínua

A implementação bem-sucedida do Kanban está intrinsecamente ligada à criação de um ciclo constante de melhorias. Este método enfatiza a distribuição abrangente de informações, visualização do fluxo de trabalho e a definição de políticas explícitas, incluindo SLAs para cada classe de serviço. Essa abordagem incentiva o diálogo contínuo sobre oportunidades de aprimoramento.

Corroborando com o pensamento de Agarwal (2018), as decisões diárias no Kanban são tomadas explicitamente para otimizar a gestão do trabalho. Ao coletar dados reais, o Kanban oferece a oportunidade de conduzir experimentos de maneira mais científica do que os métodos ágeis tradicionais. Essa abordagem proporciona uma visão abrangente do sistema de entregas, promovendo uma compreensão mais profunda do trabalho coletivo e identificando oportunidades de otimização em todo o sistema.

Equipes que implementam o Kanban podem colher benefícios adicionais através de retrospectivas regulares, também denominadas eventos Kaizen no contexto Lean, promovendo a melhoria contínua e a eficácia do processo.

## 3.6 MODELAGEM DE PROCESSOS

A construção da modelagem no subcapítulo foi realizada por meio da utilização da Notação de Modelagem de Processos de Negócios (BPMN). Essa metodologia representa um padrão consolidado na modelagem, fornecendo uma notação gráfica sólida para a especificação de processos empresariais. Seu objetivo central é oferecer suporte eficaz à gestão organizacional, apresentando uma representação visual unificada e compreensível dos processos envolvidos.

A implementação da BPMN busca não apenas a representação visual, mas também a elaboração de modelos passíveis de interpretação e implementação por profissionais diversos. Desde analistas de negócios que concebem as fases iniciais dos processos até os desenvolvedores técnicos encarregados da implementação tecnológica. Dessa maneira, a escolha da BPMN como ferramenta de modelagem evidencia uma abordagem completa e estratégica para aprimorar a eficiência e a compreensão dos processos organizacionais no âmbito da gestão.

### 3.6.1 Notação Padrão de Modelagem de Processos de Negócios

A Notação Padrão de Modelagem de Processos de Negócios (BPMN), desenvolvida pela Iniciativa de Gerenciamento de Processos de Negócios (BPMI), teve sua primeira versão, a 1.0, divulgada publicamente em maio de 2004. O principal propósito por trás da criação da BPMN era estabelecer uma notação compreensível para uma ampla gama de usuários de negócios. Isso inclui analistas de negócios responsáveis pelos primeiros esboços dos processos, desenvolvedores técnicos encarregados da implementação tecnológica e, por fim, empresários encarregados da gestão e monitoramento desses processos (WHITE, ).

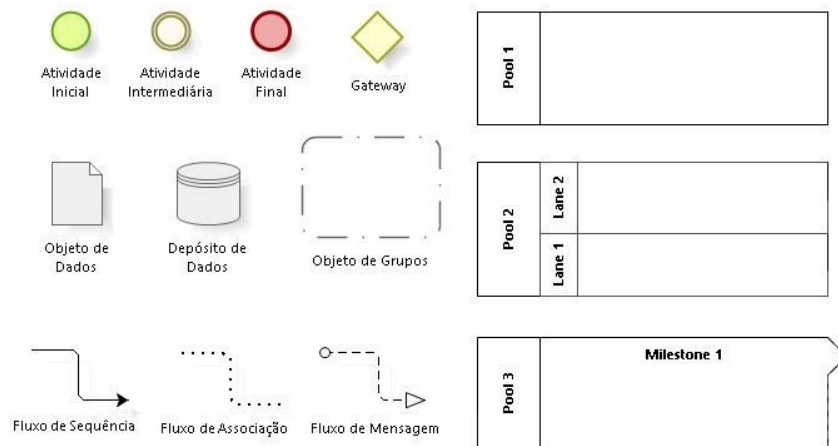


De acordo com Stephen (), a BPMN define um Diagrama de Processo de Negócios (BPD), fundamentado em uma técnica de fluxograma adaptada para criar modelos gráficos de operações de processos de negócios. Um Modelo de Processo de Negócios é, portanto, uma rede de objetos gráficos, incluindo atividades (ou seja, trabalho) e controles de fluxo que definem a ordem de execução. O BPD é composto por um conjunto de elementos gráficos, escolhidos para facilitar o desenvolvimento de diagramas simples, familiares aos analistas de negócios, como um diagrama de fluxograma. As atividades são representadas por retângulos, e as decisões, por losangos.

Um dos principais impulsos para o desenvolvimento da BPMN foi criar um mecanismo simples para modelar processos de negócios, ao mesmo tempo que fosse capaz de lidar com a complexidade inerente a esses processos. A abordagem adotada para atender a esses dois requisitos conflitantes foi organizar os aspectos gráficos da notação em categorias específicas. Isso resulta em um conjunto pequeno e reconhecível de categorias de notação para que o leitor de um BPD possa identificar facilmente os tipos básicos de elementos e compreender o diagrama. Dentro dessas categorias básicas de elementos, podem ser adicionadas variações e informações adicionais para dar suporte aos requisitos de complexidade sem alterar drasticamente a aparência fundamental do diagrama (WHITE, ).

As quatro categorias básicas de elementos são: objetos de fluxo, conectando objetos, raias e artefatos, conforme na Figura 4 está apresentado:

Figura 4 – Elementos de Notação BPMN



Fonte: Andre Longaray (2017).

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste capítulo será realizada uma análise aprofundada da empresa objeto deste estudo de caso. O processo será modelado por meio do BPMN, com especial ênfase na utilização do *software* Bizagi, no qual oferece uma versão básica gratuita. Essa ferramenta será fundamental para representar visualmente os procedimentos e interações no ambiente atual (AS IS) e no cenário futuro proposto (TO BE). A escolha do Bizagi oferece uma abordagem prática e eficaz para a modelagem de processos, permitindo uma representação clara e detalhada, alinhada aos padrões do BPMN, com o intuito de otimizar a compreensão e comunicação dos processos, facilitando a análise crítica e a implementação de melhorias de maneira eficiente. Esta fase de caracterização destaca os processos existentes, identificando as nuances e desafios presentes na manutenção, bem como na operação. A compreensão das dificuldades enfrentadas proporciona um alicerce crucial para a construção do cenário futuro, denominado TO BE. Neste contexto, será delineada a visão prospectiva da empresa, apresentando propostas de aprimoramento dos processos, alinhadas às melhores práticas e objetivos estratégicos. Ao longo deste capítulo, serão reveladas as transformações necessárias, evidenciando como as melhorias propostas têm o potencial não apenas de superar desafios, mas de impulsionar a eficiência e a excelência operacional.

### 4.1 CENÁRIO ATUAL AS IS

A empresa em questão atua no setor de telecomunicações, desempenhando um papel fundamental na oferta de serviços e soluções inovadoras para a comunicação. Com uma presença abrangente, a empresa se destaca por sua atuação tanto a nível nacional quanto internacional, oferecendo uma ampla gama de serviços que incluem transmissão de conteúdo, conectividade e soluções tecnológicas avançadas. Ao longo de sua história, consolidou-se como uma referência no cenário das telecomunicações, buscando constantemente inovação e qualidade para atender às demandas dinâmicas do mercado.

Na área de manutenção, a empresa incorpora um sistema para abertura de chamados, uma prática iniciada pelo setor operacional ao detectar falhas nos equipamentos, visando a atuação da equipe de manutenção. No entanto, algumas deficiências merecem destaque.

A ausência de visibilidade do status de manutenção no Setor Operacional resulta em desafios para a coordenação eficaz das atividades. A programação da manutenção, frequentemente conduzida pelo operador e técnico, sob a gestão dos respectivos gestores, carece de um direcionamento mais assertivo e alinhamento intra e interdepartamental. Essa lacuna destaca a necessidade de um PO para proporcionar orientação precisa e facilitar processos de negociação mais eficientes.

Outra questão crítica envolve a ausência de organização por prioridade nas atividades, em

que a urgência relatada pelo operador frequentemente supera a ordem estabelecida de prioridades, levando o técnico a atender uma solicitação urgente em detrimento de tarefas mais prioritárias.

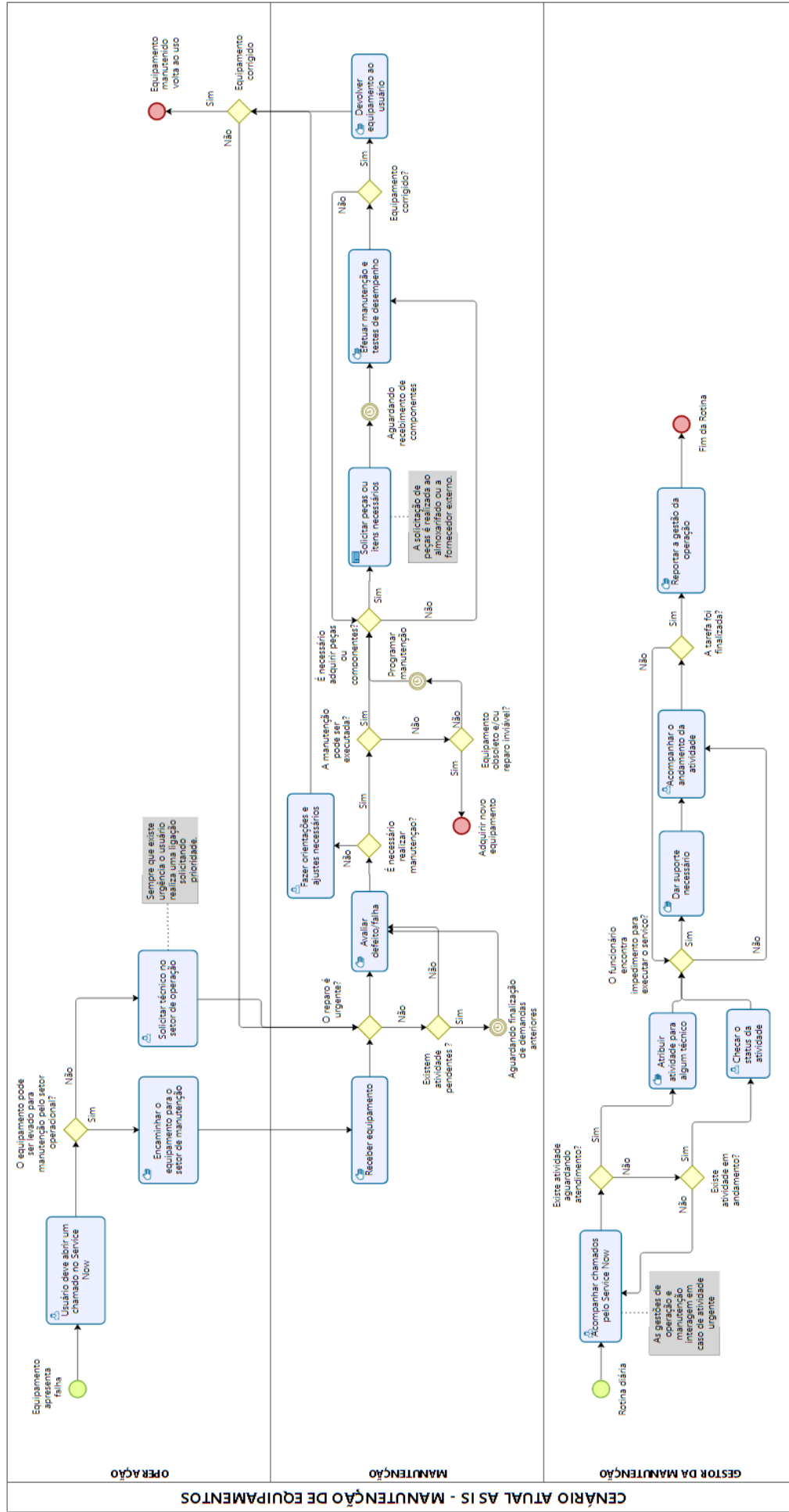
No Setor de Manutenção, a centralização da programação da manutenção no gestor pode acarretar desafios na distribuição eficiente das tarefas, ocasionando possíveis gargalos no fluxo de manutenção e exigindo a participação direta do gestor em todas as etapas do processo. A falta de comunicação transparente com o setor operacional e a ausência de visibilidade do progresso das atividades comprometem o controle do status, resultando, por vezes, na remoção de equipamentos sem a devida conclusão dos serviços.

A falta de identificação clara dos equipamentos na sala de manutenção e a ausência de visibilidade de impedimentos, como falta de peças, ferramentas ou disponibilidade de mão de obra, contribuem para a ineficiência do processo. A ausência de indicadores de desempenho e visibilidade das atividades realizadas dificultam a avaliação do fluxo de trabalho.

A deficiência na atribuição de prioridades e na negociação entre as diferentes áreas, aliada à falta de dados e informações pertinentes para os indicadores de equipe, cria desafios significativos na condução do processo decisório. A falta de visibilidade em relação às pessoas encarregadas das atividades, juntamente com a ocorrência de demandas não registradas no sistema de abertura de chamados, evidenciam lacunas que necessitam ser abordadas para aprimorar tanto o gerenciamento estratégico quanto o operacional no âmbito do setor de manutenção.

Na Figura 5 é apresentada a modelagem de processo de negócio (BPMN) do cenário atual AS IS.

Figura 5 – Cenário Atual AS IS: Manutenção de Equipamentos



Fonte: A autora, 2024.

#### 4.1.1 Cenário atual operação

Quando um equipamento em operação apresenta um comportamento anormal, o operador inicia o processo abrindo um chamado para relatar o problema, inserindo-o na fila de solicitações de atendimento do setor de manutenção. O setor operacional, se possível, transporta o item até a área de manutenção. Em casos em que o equipamento não pode ser deslocado pelo setor operacional, o técnico se desloca até o local do equipamento para avaliar o defeito ou falha. Em situações urgentes, o atendimento prioritário é solicitado por meio de uma ligação.

Se não forem identificadas falhas, o técnico realiza instruções operacionais e ajustes. No entanto, se for diagnosticada uma falha ou defeito, o técnico verifica com o operador se o equipamento pode ser desinstalado imediatamente. Nos casos em que o equipamento apresenta um defeito e não há uma reserva disponível para substituição imediata, é agendada uma manutenção em conjunto com o operador, envolvendo o gestor. O equipamento é então retirado para a sala técnica, onde a manutenção é realizada. Posteriormente, o setor operacional aguarda a conclusão da manutenção para retirar o equipamento na área de manutenção ou espera o retorno do equipamento ao setor operacional para validação e testes.

#### 4.1.2 Cenário atual manutenção

O cenário de manutenção tem início com o recebimento do equipamento no setor de manutenção, após a abertura do chamado pelo setor operacional. Quando um equipamento apresenta uma falha operacional, o setor de operações inicia o processo por meio da abertura de um chamado. Em casos de urgência, o técnico é notificado por ligação e se desloca até o setor operacional, ou o equipamento é encaminhado diretamente para a manutenção, com o objetivo de identificar o problema relatado pelo operador.

Se a análise é realizada no local de instalação, o técnico verifica se o equipamento precisa ser removido para manutenção ou se ajustes e orientações são suficientes. Se a intervenção for concluída no local, o atendimento é encerrado ali mesmo. Caso o defeito persista e o equipamento possa ser retirado, ele é direcionado para a sala de manutenção. Caso contrário, é programada a manutenção, seguida pela retirada do equipamento da operação para dar início ao processo de manutenção.

O técnico, ao avaliar o equipamento, verifica se a manutenção é possível e determina se o reparo é viável. Se a manutenção não for possível e a aquisição de um novo equipamento for necessária, o processo é interrompido. Se a manutenção for viável, é verificada a necessidade de substituição de peças ou componentes. Em caso afirmativo, é feita a requisição dos itens, aguardando o recebimento para que a manutenção e os testes de desempenho sejam efetuados. Se não houver necessidade de compra de peças, inicia-se a atividade de reparo, seguida pelos testes. A solução é então verificada, e o equipamento é devolvido à operação.

No Quadro 3 é apresentada uma relação de alguns dos equipamentos e itens sob a responsabilidade de manutenção no departamento da empresa X:

Quadro 3 – Lista de Equipamentos e Itens Manutidos

Filmadoras <i>Full HD</i>
Câmeras e lentes profissionais
Gravadores profissionais
Itens e equipamentos para iluminação
Micofones profissionais
Transmissor e receptor de áudio
Distribuidores de áudio e vídeo
Multiplexadores e demultiplexadores
Fontes de alimentação
Mesa de som
Mesa de corte de vídeo
Conversor
Processadores de áudio
Sistemas computacionais
Botões para circuitos de comando
Amplificadores de som
Fusível
Painel de LED

Fonte: A autora, 2024.

#### 4.1.3 Cenário atual gestor da manutenção

O gestor inicia sua rotina acessando o sistema de chamados, monitorando as solicitações de atendimento. Em casos de urgência, as gestões operacional e de manutenção entram em interação, e o gestor designa a atividade a um técnico específico. Ele mantém um acompanhamento constante do status das atividades, oferecendo suporte aos funcionários diante de possíveis impedimentos ou dificuldades. O gestor conduz o processo em conjunto com sua equipe, assegurando que as demandas sejam conduzidas até sua conclusão. Posteriormente, ele relata os resultados à gestão operacional.

#### 4.2 CENÁRIO FUTURO TO BE

O delineamento do cenário futuro (TO BE) representa a fase crucial deste estudo, na qual serão apresentadas propostas concretas de aprimoramento dos processos existentes, alinhadas às melhores práticas e aos objetivos estratégicos da empresa.

No cenário TO BE, a programação da manutenção será reformulada com uma abordagem mais estruturada e eficiente. A introdução do *Product Owner* (PO) desempenhará um papel crucial, proporcionando alinhamento entre os setores operacional e de manutenção, e facilitando a negociação e direcionamento das atividades, abordando assim as lacunas identificadas no cenário AS IS.

Por meio do PO, a organização por prioridade nas atividades será refinada, estabelecendo

critérios claros que vão além da urgência individual. Essa abordagem contribuirá para uma distribuição mais estratégica das tarefas, evitando que solicitações urgentes prejudiquem a execução de atividades prioritárias.

A prática de negociação e priorização entre as áreas será um elemento integrado no cenário TO BE, promovendo uma colaboração mais eficaz e alinhada aos objetivos globais da empresa. A validação das atividades pelo PO será integrada ao processo, garantindo uma conclusão mais eficiente das manutenções.

No Setor de Manutenção, a descentralização da programação será fundamental no cenário TO BE. A comunicação transparente com o setor operacional será fortalecida, permitindo um controle mais efetivo do status das atividades. A identificação clara dos equipamentos na sala de manutenção e a visibilidade de impedimentos, como falta de peças ou disponibilidade de mão de obra, serão aprimoradas para maximizar a eficiência operacional.

A introdução do quadro Kanban no ambiente de manutenção será um componente essencial no TO BE, proporcionando uma gestão à vista. Esse quadro visual permitirá uma representação clara e instantânea do fluxo de trabalho, contribuindo para uma melhor visibilidade das tarefas, identificação rápida de gargalos e promoção de uma cultura de melhoria contínua.

A introdução de indicadores de desempenho e a visibilidade das atividades realizadas trarão uma abordagem mais analítica e estratégica para a gestão de manutenção. Esses elementos fornecerão *insights* valiosos para a melhoria contínua e a tomada de decisões, contribuindo significativamente para o gerenciamento estratégico do setor.

Em resumo, o cenário futuro TO BE visa não apenas superar os desafios identificados no cenário atual AS IS, mas também impulsionar a empresa para níveis mais elevados de eficiência, transparência e excelência operacional. As melhorias propostas têm o potencial de transformar significativamente a dinâmica da empresa, preparando-a para um futuro mais inovador e competitivo no setor de telecomunicações.

Na Figura 6 é apresentada a modelagem de processo de negócio (BPMN) do cenário futuro TO BE.





#### 4.2.1 Cenário futuro operação

Quando um equipamento apresenta um comportamento anormal durante a operação, o operador registra um chamado para comunicar o problema ao setor de manutenção, incluindo informações adicionais, como a prioridade de atendimento. Isso permite que o setor de manutenção seja mais preciso em suas ações. Se o equipamento puder ser transportado para a manutenção pelo setor operacional, uma etiqueta adesiva é preenchida com o número do chamado, a data e uma breve descrição. Em seguida, o setor operacional leva o item até a área de manutenção.

Se o transporte pelo setor operacional não for possível, um técnico é enviado para avaliar se a manutenção é necessária ou se ajustes operacionais são suficientes. Se a falha for diagnosticada, o técnico coordena com o operador a desinstalação, especialmente se o equipamento for crucial para o negócio e não houver uma reserva imediata. Nesse caso, a manutenção é programada em conjunto com os POs das áreas, otimizando o planejamento e alinhando estrategicamente as ações, como prazos, substituições e datas, para permitir a remoção do equipamento para a sala técnica.

No cenário descrito, o setor operacional faz uso do quadro Kanban de manutenção para monitorar o progresso da atividade, observando informações pertinentes, tais como o responsável, *checklist*, eventuais impedimentos, comentários, entre outros. Após a conclusão da atividade, o setor operacional procede à retirada do equipamento da área de manutenção ou o recebe de volta, com o propósito de realizar testes e validar o seu adequado funcionamento.

#### 4.2.2 Cenário futuro manutenção

O processo de manutenção se inicia com a recepção do equipamento no setor de manutenção, após a abertura do chamado pelo setor operacional. Quando o equipamento não pode ser transportado até a manutenção, o técnico se desloca até o local especificado. Em casos de urgência, o técnico é notificado pelo PO de manutenção e se desloca até o setor operacional para identificar o problema relatado pelo operador. Durante a análise no local de instalação, o técnico verifica se o equipamento precisa ser removido para manutenção ou se ajustes e orientações são suficientes. Se a intervenção for concluída no local, o atendimento é encerrado ali mesmo. Caso o defeito persista e o equipamento possa ser retirado naquele momento, ele é direcionado para a sala de manutenção. Caso contrário, os POs das áreas coordenam a programação da manutenção. Isso visa otimizar o planejamento e alinhar estrategicamente as ações, incluindo prazos, substituições e datas, com o objetivo de viabilizar a remoção do equipamento para a sala técnica.

A atividade é adicionada ao quadro Kanban, seguindo os inputs de operações e a priorização feita pelo PO de manutenção. As atividades são realizadas de acordo com a priorização e o valor para o negócio. Além disso, as atividades pendentes são retomadas antes da inicialização de uma nova tarefa. O técnico avalia o equipamento, verifica se a manutenção é possível e determina se o reparo é viável. Se a manutenção não for possível e a aquisição de um novo equipamento for necessária, o processo é interrompido. Se a manutenção for viável, é

verificada a necessidade de substituição de peças ou componentes. Em caso afirmativo, é feita a requisição dos itens, aguardando o recebimento para que a manutenção e os testes de desempenho sejam efetuados. Se não houver necessidade de comprar peças, inicia-se a atividade de reparo, seguida pelos testes. A solução é então verificada, e o equipamento é devolvido à operação.

É responsabilidade do técnico registrar as ações realizadas e preencher o cartão com informações importantes para a descrição do progresso da tarefa, permitindo a retomada do processo posteriormente e garantindo transparência. Esse registro proporciona uma continuidade eficiente no processo de manutenção.

#### 4.2.3 Cenário futuro product owner de manutenção

O PO inicia sua rotina ao acessar o sistema de chamados, onde monitora as solicitações de atendimento. Pela manhã, ocorre uma reunião com a equipe para destacar as dificuldades e planejar as atividades do *backlog*, assim como aquelas já em andamento. Em situações de demandas urgentes, os POs das áreas interagem, e o *Product Owner* de manutenção cria a atividade no quadro Kanban, incluindo informações cruciais para facilitar o trabalho do técnico, como a priorização, e comunica a todos.

Adicionalmente, é responsabilidade do PO realizar o planejamento das manutenções em colaboração com a equipe e alinhar-se com o setor de operações. Mantendo um acompanhamento constante das atividades, o PO oferece suporte aos funcionários diante de possíveis impedimentos ou dificuldades. Ele conduz o processo em conjunto com a equipe, garantindo que as demandas sejam levadas até sua conclusão. Posteriormente, o PO relata os resultados à equipe operacional.

Além disso, o PO é encarregado de aprimorar o fluxo de trabalho. Em colaboração com a equipe, implementa melhorias contínuas baseadas no empirismo, buscando tornar o processo mais adaptável, transparente, eficaz e menos burocrático ao longo do tempo.

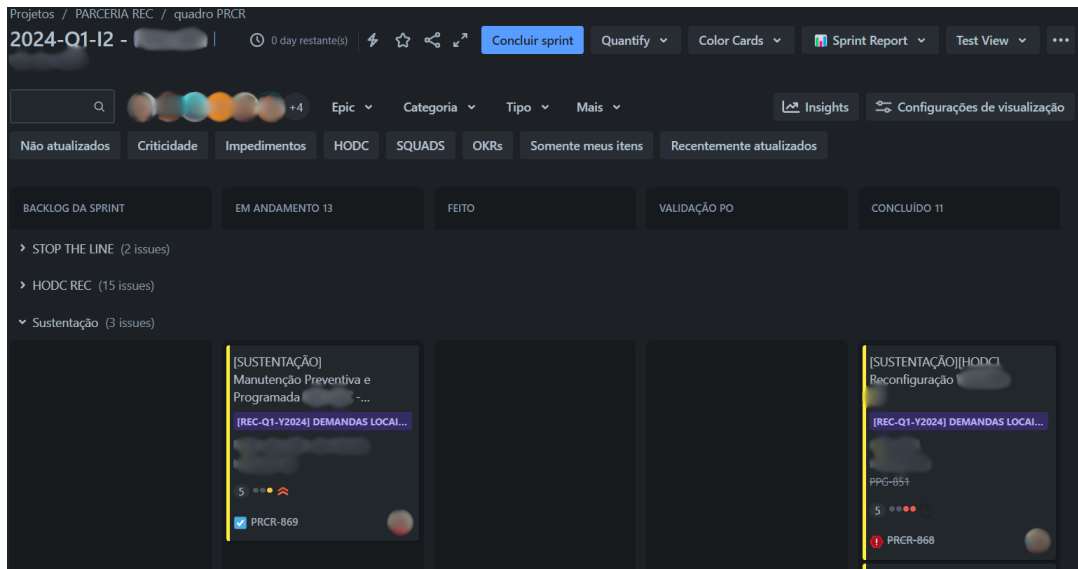
#### 4.2.4 Cenário futuro software de trabalho

Ao analisar as metodologias ágeis como estruturas e modelos flexíveis, capazes de se integrar a outros processos e técnicas, diversas ferramentas disponíveis no mercado visam aprimorar o desempenho ao estabelecer princípios operacionais. O progresso da produção pode ser eficientemente gerenciado em seu quadro, independentemente do *software* utilizado.

Dentre as várias opções, destacam-se o Trello e o Jira *Software*, ambos alinhados aos *frameworks*. No contexto deste trabalho, o Jira foi escolhido por ser uma ferramenta de gestão de projetos ágeis, gratuita para equipes pequenas, integrável com uma ampla lista de *softwares* e já utilizada pela empresa em setores de projetos.

O Jira *Software* suporta metodologias ágeis como *Scrum* e Kanban, oferecendo painéis ágeis, gráficos, relatórios, indicadores e funcionalidades para o planejamento, acompanhamento e gerenciamento que oferecem visibilidade em tempo real do desempenho da equipe. Na Figura 7 é representado um painel de acompanhamento de atividades de uma equipe.

Figura 7 – Quadro Kanban Utilizando o Jira Software



Fonte: A autora, 2024.

Na Figura 7, é possível observar um quadro predefinido com um *layout* adaptado às necessidades do setor. Cada cartão representa uma atividade, e as colunas refletem os vários estágios de execução, indicando o número correspondente de atividades em cada fase. A conclusão de uma atividade denota o término da tarefa, validada positivamente pelo PO da equipe. Dentro de cada cartão, encontram-se detalhes como descrição da tarefa, responsáveis, prioridade, esforço, SLA, opção de impedimento e o motivo, definição de pronto, campos para inclusão de documentação, anexos, *checklist*, comentários e uma variedade de informações para alimentar a base de dados, possibilitando a geração de relatórios para o acompanhamento e gerenciamento da equipe.

#### 4.3 ESTUDO COMPARATIVO ENTRE OS CENÁRIOS

Neste capítulo, empreenderemos uma análise baseada em indicadores da configuração atual em contraste com as projeções para o futuro. O enfoque recai sobre a avaliação das disparidades entre o estado atual do sistema e as metas estabelecidas para o cenário vindouro. Essa comparação visa identificar oportunidades de otimização e aprimoramento, delineando um caminho claro em direção a um cenário mais eficiente e alinhado com os objetivos estabelecidos.

Com base no modelo atual, nota-se que a classificação do sistema para os chamados por estado carece de transparência e não é de fácil compreensão. Isso se evidencia na dificuldade de discernir entre os chamados encerrados completos, incompletos e resolvidos, tornando-se uma situação pouco clara, não se alinha aos padrões desejáveis, como sumarizados na Tabela 1.

Tabela 1 – Quantidade de Chamados por Classificação do Sistema

Quantidade de Chamados - Classificação Sistema			
Estado	2023	2024*	Período
Cancelada	49	3	52
Encerrado Concluído	3		3
Encerrado Incompleto	344	38	382
Pendente	1	14	15
Resolvido		1	1
Trabalho em Andamento		1	1
<b>Total</b>	<b>397</b>	<b>57</b>	<b>454</b>

Fonte: A autora, 2024.

Na tabela 1, observa-se a presença de asteriscos associados ao ano de 2024. Esse símbolo específico indica que os dados referentes a 2024 estão representados exclusivamente pelo mês de janeiro. Em contrapartida, o ano de 2023 abrange informações ao longo dos doze meses, de janeiro a dezembro. Essa diferenciação é relevante para uma compreensão completa da representação temporal dos dados apresentados.

É evidente a presença de chamados em estado de pendência e com motivos desconhecidos, prejudicando a identificação eficiente de problemas, a comunicação e potenciais gargalos dentro do setor. Essa situação resulta em atrasos e impactos operacionais. Na Tabela 2 é listada a quantidade total de chamados nesses estados, evidenciando a necessidade de uma abordagem mais clara e eficaz para mitigar esses desafios no processo.

Tabela 2 – Quantidade de Chamados em Pendência

Quantidade de chamados pendentes	
Motivo	23-24*
Não informado	54
Aguardando Equipamento	10
Aguardando Mão de Obra	1
Aguardando Orçamento	2
Pendente Solicitante	2
<b>Total</b>	<b>69</b>

Fonte: A autora, 2024.

Conforme evidenciado na Tabela 3, é notável uma inconsistência na distribuição da quantidade de atividades entre os funcionários do setor. Isso pode ser resultado de uma má distribuição de tarefas ou, possivelmente, refletir demandas que são executadas, mas não devidamente registradas no sistema. Essa discrepância impacta diretamente nas métricas de eficiência. A liderança estima que, atualmente, cerca de 25% da demanda é tratada fora do sistema, adicionando complexidade ao cenário operacional e ressaltando a importância de abordar essa questão para otimizar o desempenho do setor.

Tabela 3 – Quantidade de Chamados por Colaborador

Quantidade de Chamados			
Técnicos	Concluído	Pendente	Total Geral
Não atribuído		12	12
Colaborador 1	38	6	44
Colaborador 2	8	1	9
Colaborador 3	125	20	145
Colaborador 4	11	1	12
Colaborador 5	3		3
Colaborador 6	15		15
Colaborador 7	6	1	7
Colaborador 8	16	1	17
Colaborador 9	3	3	6
Colaborador 10	43		43
Colaborador 11	8		8
Colaborador 12	82	2	84
Colaborador 13	6		6
Colaborador 14	21	22	43
<b>Total</b>	<b>385,00</b>	<b>69,00</b>	<b>454,00</b>

Fonte: A autora, 2024.

Na Tabela 4, é possível analisar a quantidade de chamados registrados, juntamente com a quantidade de chamados resolvidos e pendentes, para os meses de 2023 e janeiro de 2024, além do tempo médio, em dias, para conclusão desses chamados. A taxa de resolução, que expressa a relação entre a quantidade de chamados registrados e a quantidade de chamados resolvidos, também é apresentada. Observa-se que o tempo médio em dias para concluir um chamado é consideravelmente alto, indicando uma necessidade de melhoria, visto que a quantidade de dias em que os chamados permanecem abertos é significativa.

Tabela 4 – Registro Anual de Solicitações de Manutenção

Período	Quantidade de Chamados Registrados	Quantidade de Chamados Resolvidos	Tempo Médio de resolução do chamado [Dias]	Quantidade de Chamados Pendentes	Tempo Médio de pendência do chamado [Dias]	Taxa de resolução	Tempo médio de resolução utilizando estimativa PERT [dias]
2023	399	348	19,59	51	228,03	87%	8,24
Jan	47	45	20,05	2	403,76	96%	9,44
Fev	30	26	12,82	4	358,51	87%	6,96
Mar	34	30	30,52	4	330,64	88%	7,02
Abr	26	24	37,08	2	299,92	92%	8,07
Mai	56	53	29,26	3	282,69	95%	7,96
Jun	46	37	16,78	9	248,94	80%	8,47
Jul	47	38	14,42	9	212,71	81%	8,56
Ago	32	27	23,61	5	189,53	84%	7,75
Set	18	14	2,99	4	163,57	78%	8,39
Out	23	21	5,31	2	118,56	91%	9,21
Nov	21	17	3,86	4	98,26	81%	8,61
Dez	19	16	12,48	3	76,84	84%	8,26
2024	47	37	3,93	10	29,32	79%	8,57
Jan	47	37	3,93	10	29,32	79%	8,57
Acumulado	454	385	18,00	69	173,67	85%	8,28

Fonte: A autora, 2024.

Adicionalmente às informações apresentadas, a última coluna da Tabela 4 oferece uma visão do tempo médio de resolução em dias, empregando a técnica de estimativa de três pontos. Esse método se fundamenta na categoria de serviço das atividades e no conhecimento

empírico, utilizando três estimativas diferentes para calcular o tempo mais realista necessário para a conclusão de uma tarefa, conforme abordado por (PRADO, 2015)

- **O:** Estimativa Otimista - Melhor cenário possível
- **M:** Estimativa Mais Provável - Cenário mais provável
- **P:** Estimativa Pessimista - Pior cenário

Ao considerar essas três variáveis, é possível calcular a estimativa PERT (do inglês, *Program Evaluation Review Technique*) da atividade utilizando a fórmula:

$$\text{PERT} = \frac{P + 4M + O}{6} \quad (1)$$

Essa fórmula realiza uma média ponderada com peso 4 para a estimativa mais provável, valorizando a informação mais provável oriunda da experiência ou de outras técnicas, sem negligenciar os demais valores.

Dessa forma, torna-se viável visualizar a estimativa de redução do tempo médio de resolução dos chamados em comparação ao estado atual. A análise permite a comparação entre o modelo atual e o proposto, destacando a notável diminuição ao longo dos meses e a média final projetada. É relevante observar que, embora a metodologia de estimativa de tempo para manutenção nos meses de setembro a novembro utilizando a técnica PERT tenha indicado valores mais elevados, essa abordagem não considera a quantidade de atividades. A divergência observada pode ser explicada pela redução total no número de chamados no respectivo período.

#### 4.4 BENEFÍCIOS DO SCRUM

A implantação do *Scrum* em um departamento de manutenção proporciona uma série de vantagens que se desdobram nos princípios essenciais da metodologia, no papel do PO, na dinâmica da equipe *Scrum* e nas várias reuniões envolvidas.

A transparência é um elemento crucial no *Scrum*, conferindo visibilidade às atividades de manutenção e facilitando a pronta identificação de problemas. A inspeção regular, realizada em reuniões de *Sprint*, possibilita uma avaliação contínua do progresso e da qualidade do trabalho, enquanto a capacidade de adaptação inerente ao *Scrum* permite ajustes ágeis diante das dinâmicas e das mudanças nas demandas de manutenção.

O PO atuando como ponte entre a equipe de manutenção e os *stakeholders*, desempenha um papel estratégico. Assegurar o alinhamento das atividades com os objetivos de negócios e facilitar a comunicação efetiva são componentes essenciais para o êxito da implementação do *Scrum* em ambientes de manutenção.

A dinâmica do time *Scrum*, caracterizada pela auto-organização e colaboração interfuncional, fomenta maior responsabilidade e motivação dentro da equipe. Essa abordagem holística, reunindo diversas habilidades, possibilita soluções mais eficientes e integradas para os desafios de manutenção.

As diferentes reuniões do *Scrum* também desempenham funções específicas. As reuniões

de Planejamento de *Sprint* estabelecem direções claras para o ciclo de trabalho subsequente. As reuniões Diárias fortalecem a comunicação diária e resolvem questões de forma ágil. A Revisão de *Sprint* analisa o trabalho concluído, ajustando prioridades, e a Retrospectiva de *Sprint* promove melhorias contínuas no processo de manutenção.

Em resumo, o *Scrum* oferece uma abordagem adaptativa, transparente e colaborativa para o setor de manutenção, impulsionando a eficiência operacional e a qualidade do trabalho. Essa metodologia proporciona uma gestão eficaz das demandas de manutenção, contribuindo para o sucesso e a inovação nesse contexto.

#### 4.5 BENEFÍCIOS DO KANBAN

A implementação do Kanban em um setor de manutenção traz uma série de benefícios distintos, concentrando-se em áreas-chave que têm impacto direto na eficiência e desempenho operacional.

A visualização do trabalho surge como um elemento crucial do Kanban, proporcionando uma representação clara e em tempo real das atividades de manutenção. Esse aspecto facilita a compreensão imediata do que está em andamento, tornando mais fácil a identificação de gargalos e o acompanhamento do progresso.

A prática fundamental de limitar o trabalho em andamento no Kanban evita sobrecarga e otimiza o fluxo de trabalho. Ao restringir o número de tarefas executadas simultaneamente, a equipe de manutenção pode focar em conclusões eficazes, minimizando atrasos e melhorando a eficiência global.

A medição do fluxo é simplificada pelo Kanban, possibilitando uma análise detalhada do tempo que uma tarefa leva para percorrer o processo. Essa métrica é essencial para identificar padrões, otimizando ciclos de trabalho e promovendo uma abordagem mais preditiva para o planejamento de manutenção.

A priorização torna-se mais eficiente com o Kanban, pois as tarefas são organizadas de acordo com necessidades e prioridades específicas. Isso permite que a equipe de manutenção concentre seus esforços nas atividades mais cruciais, maximizando o impacto positivo nos resultados.

O gerenciamento de SLAs é facilmente conduzido pelo Kanban, garantindo o cumprimento consistente de prazos e compromissos. Isso contribui para a satisfação do cliente e estabelece uma base sólida para a confiança nas operações de manutenção.

A prática de melhoria contínua é inerente ao Kanban, incentivando a equipe de manutenção a refletir constantemente sobre os processos e buscar maneiras de aprimorar a eficiência. A flexibilidade do Kanban permite ajustes contínuos, alinhando as operações com as melhores práticas e as mudanças nas demandas de manutenção.

Em resumo, a implementação do Kanban em um setor de manutenção promove uma gestão visual, controle eficaz do WIP, registro efetivo, análise de fluxo, priorização eficiente, gestão de SLAs e um compromisso constante com a melhoria contínua. Esses elementos se combinam

para criar um ambiente operacional mais eficiente, responsivo e adaptável às necessidades dinâmicas da manutenção.



## 5 CONCLUSÃO

A seleção do tema deste trabalho foi impulsionada por experiências profissionais, evidenciando a necessidade de aprofundar os estudos em metodologias ágeis, tanto para a esfera acadêmica quanto para a profissional.

Durante este trabalho, analisamos os princípios e ferramentas do movimento ágil em contraste com as metodologias tradicionais de gestão de setores de manutenção. A empresa X foi um exemplo dessas metodologias tradicionais. Concluímos que o movimento ágil foi concebido para preencher lacunas identificadas nos métodos tradicionais, priorizando a satisfação do cliente, entregas frequentes, simplicidade, transparência, métricas eficientes, flexibilidade e motivação da equipe.

Entre as ferramentas exploradas, destacamos o Kanban e o *Scrum* por seus valores, buscando rapidez, adaptação e satisfação do cliente na entrega de produtos ou serviços.

No cenário de gestão de projetos, o *Scrum* destaca-se como uma das metodologias mais amplamente reconhecidas, especialmente em ambientes de menor escala, empresas consolidadas e no âmbito acadêmico. Contudo, ao lidar com um ambiente diversificado, como o encontrado em setores de manutenção, a aplicação do *Scrum* pode apresentar desafios, principalmente devido ao seu modelo de sprints.

No entanto, é viável incorporar boas práticas dessa abordagem, como a presença do *Product Owner*, a realização de reuniões diárias com a equipe, o planejamento de atividades, especialmente em tarefas programadas, como a manutenção preventiva e preditiva, levando em consideração que a maior parte das manutenções realizadas são corretivas, a apresentação de entregas que agregam valor ao negócio, proporcionando espaço para feedback e avaliação, bem como a realização de retrospectivas para impulsionar melhorias contínuas.

O modelo Kanban, devido à sua flexibilidade e fluxo contínuo de atividades, destaca-se como uma abordagem eficaz na gestão de manutenção. Sua implementação para o controle de equipamentos visa informar em tempo real as fases do processo de manutenção, agilizar a liberação de atividades e otimizar o tempo de reposição dos equipamentos.

O sucesso do Kanban como ferramenta de gestão reside em sua simplicidade, documentação mais efetiva e capacidade de se adaptar, estabelecendo uma conexão transparente, direta e intuitiva em qualquer processo em que é aplicado. Ressalta-se que o comprometimento da gestão é essencial para a eficácia da proposta de melhoria, assim como em qualquer mudança organizacional.

A proposta visa implementar uma gestão mais eficiente das atividades, empregando um gerenciamento ativo aliado ao controle do quadro Kanban para proporcionar uma visão clara e mensuração do fluxo de trabalho. Ao integrar uma classificação mais precisa das atividades por estado, busca-se mitigar possíveis gargalos no setor, evitando atrasos nas entregas. A estratégia inclui a categorização adequada dos motivos de pendência, visando agilizar o tratamento de

impedimentos pela equipe.

Além disso, espera-se otimizar a distribuição de atividades entre os membros da equipe por meio de um gerenciamento mais eficaz, além de trazer a visibilidade de tarefas que estão sendo realizadas sem o gerenciamento, impactando na priorização do setor. A implementação das práticas do Kanban também contribuirá para uma documentação mais completa e registros mais precisos das atividades. Outro benefício esperado é a redução significativa do tempo médio de resolução das tarefas, estimando uma diminuição de 18 para 8,28 dias. Essa melhoria potencial representa uma oportunidade de superar desafios relacionados ao tempo que os chamados permanecem em aberto, buscando alcançar uma melhoria significativa no SLA de resolução, superando 50%.

A base teórica abrange a evolução do sistema Kanban e do *Scrum* como ferramentas de gestão visual, controle de fluxo, inventário, redução de desperdício e melhoria da produtividade, aliadas às práticas ágeis. A revisão bibliográfica destaca a interconexão entre os papéis e funcionalidades do Kanban e do *Scrum*, evidenciando suas evoluções culturais e industriais e sua disseminação em diversos setores, incluindo a indústria de *software*, em uma perspectiva global.

Frente a esse cenário, a autora identificou oportunidades de aprimoramento e reconheceu a demanda por um sistema eficiente de controle para a gestão de um setor de manutenção. Nesse contexto, optou por propor a adoção de metodologias ágeis, combinando conceitos do Kanban com práticas do *Scrum*, visando alcançar maior eficácia no processo.

O propósito almejado com este trabalho é estabelecer-se como uma referência para várias outras empresas que compartilham desafios similares. Dessa forma, essas organizações podem utilizar este trabalho como fundamento para a resolução de problemas, considerando que estudos que abrangem metodologias ágeis e manutenção eletroeletrônica ainda são limitados na literatura.

Adicionalmente, vale ressaltar que esta proposta representa uma iniciativa de aprimoramento, visando, em futuros projetos, sua aplicação específica no setor de manutenção da empresa. Ao explorar os benefícios potenciais, impactos positivos e possíveis desafios decorrentes da implementação, busca-se fornecer um panorama abrangente para embasar decisões estratégicas e promover melhorias substanciais.

## REFERÊNCIAS

- AGARWAL, A. **The Basics of Kanban**: a popular lean framework. EUA: Auerbach Publications, 2018.
- ANDERSON, D. J. **Kanban**: Successful evolutionary change for your technology business. [S.l.]: Blue Hole Press, 2010.
- ANDERSON, D. J.; BOZHEVA, T. **Kanban Maturity Model**: a map to organizational agility, resilience, and reinvention. 2. ed. Houston: Kanban University Press, 2021.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 5462**: Confiabilidade e manutenibilidade. ABNT, Rio de Janeiro, 1994. Disponível em: <https://www.normas.com.br/visualizar/abnt-nbr-nm/33852/nbriso12100-seguranca-de-maquinas-principios-gerais-de-projeto-apreciacao-e-reducao-de-riscos>. Acesso em: 19 de mar. de 2023.
- BARBOSA, P. **Planejamento e Programação da Manutenção**: 2º curso de especialização em engenharia de manutenção. Vitória: Lettrográfica, 2002.
- BECK, K.; AL. et. **Manifesto for Agile Software Development**. 2001. Disponível em: <http://agilemanifesto.org>. Acesso em: 10 dez 2023.
- BOEG, J. **Kanban em 10 passos**. [S.l.], 2012. Disponível em: <http://www.infoq.com/br/minibooks/priming-kanban-jesper-boeg>. Acesso em: 25 nov. 2023.
- BRANCO FILHO, Gil. **Dicionário de termos de manutenção, confiabilidade e qualidade**. Rio de Janeiro: Ciência Moderna, 2006.
- BRANCO FILHO, Gil. **A organização, o planejamento e o controle da manutenção**. Rio de Janeiro: Editora Ciência Moderna, 2008.
- CABRAL, J.; SARAIVA, P. **Gestão da manutenção de equipamentos, instalações e edifícios**. [S.l.]: Biblioteca Indústria & Serviços. LIDEL, 2009.
- COSTA JÚNIOR, Eudes Luiz. **Gestão do Processo Produtivo**. Curitiba: Editora Ibpx, 2008.
- FACCIO, M. et al. Industrial maintenance policy development: A quantitative framework. **International Journal of Production Economics**, Elsevier, 2014. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0925527312003660> . Acesso em: 30 nov. 2023.
- FOGLIATO, F. **Confiabilidade e Manutenção Industrial**. São Paulo: Grupo GEN, 2009. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br//books/9788595154933/> . Acesso em: 25 nov. 2023.
- ILIOT Tech. **História da Manutenção**. 2020. Disponível em: <https://iliot.tech/historia-da-manutencao-como-assim/>. Acesso em: 20 nov. 2023.
- KARDEC, A.; NASCIF, J. **Manutenção estratégica**. Rio de Janeiro: Qualimark, 2013.

KOBBACY, K. A. H.; MURTHY, D. N. P. **Complex System Maintenance Handbook**. Londres: Springer Science & Business Media, 2008. Disponível em: [https://books.google.com.br/books?id=YZ1DAAAAQBAJ&printsec=copyright&redir\\_esc=y#v=onepage&q&f=true](https://books.google.com.br/books?id=YZ1DAAAAQBAJ&printsec=copyright&redir_esc=y#v=onepage&q&f=true). Acesso em: 20 nov. 2023.

LONGARAY, A. A. et al. Proposta de mapeamento de processos usando a bpmn: Estudo de caso em uma indústria da construção naval brasileira. **Revista Eletrônica de Estratégia & Negócios**, v. 10, 2017. Disponível em: <https://portaldeperiodicos.animaeducacao.com.br/index.php/EeN/article/view/4576/pdf>. Acesso em: 30 nov. 2023.

MAXIMIANO, A. C. A. **Teoria Geral da Administração: da revolução urbana à revolução digital**. 8. ed. São Paulo: Editora Atlas, 2017. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br//books/9788597012460/>. Acesso em: 5 jan 2024.

MENDES, A.; RIBEIRO, J. Estabelecimento de um plano de manutenção baseado em análises quantitativas no contexto da mcc em um cenário de produção jit. **Production**, v. 24, n. 3, p. 675–686, july/sept 2014. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/prod/a/xNCjWWVn3CQLx83dsbNXhv/>. Acesso em: 25 Dez. 2023.

MOUBRAY, J. **Gerenciamento de Manutenção: um novo paradigma**. São Paulo: SQL Systems Brasil Ltda, 1997.

NAKAJIMA, S. **Introdução ao TPM: Manutenção produtiva total**. 1. ed. Portland: Produtividade Press, 1988.

OLIVEIRA, D. P. R. **Planejamento Estratégico: Conceitos, metodologia e práticas**. 22. ed. São Paulo: Atlas, 2005.

PRADO, D. **Pert/cpm**. 4. ed. Belo Horizonte: Falconi Editora, 2015.

SOARES, M. Metodologias Ágeis extreme programming e scrum para o desenvolvimento de software. **Revista Eletrônica de Sistemas de Informação**, IBEPES (Instituto Brasileiro de Estudos e Pesquisas Sociais), v. 3, n. 1, p. 1–8, 2004. Disponível em: <https://www.periodicosibepes.org.br/index.php/reinfo/article/view/146/38>. Acesso em: 5 nov. 2023.

STOPA, G. R.; RACHID, C. L. Scrum: Metodologia ágil como ferramenta de gerenciamento de projetos. **CES Revista**, v. 33, n. 1, p. 302–323, 2019. Disponível em: <https://seer.uniacademia.edu.br/index.php/cesRevista/article/view/2026/1315>. Acesso em: 5 nov. 2023.

SUTHERLAND, J. **Scrum: the art of doing twice the work in half the time**. [S.l.]: Crown Business, 2014.

SUTHERLAND, J. **Scrum guia prático: maior produtividade. melhores resultados. aplicação imediata**. Rio de Janeiro: Sextante, 2020.

SUTHERLAND, J.; SCHWABER, K. **The scrum guide: the definitive guide to scrum: the rules of the game**. [S.l.]: Scrum Alliance, 2014.

TAMIRES, A. **O que é Manutenção Industrial de máquinas e equipamentos?** 2017. Disponível em: <https://industriahoje.com.br/o-que-e-manutencao-industrial-de-maquinas-e-equipamentos>. Acesso em: 10 nov. 2023.

VIANA, H. R. G. **Planejamento e Controle da Manutenção**. Rio de Janeiro: Qualitymark Ed., 2002.

WHITE, S. A. **Introduction to BPMN**. IBM Corporation, 2004. Disponível em: [https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=0Z2Td3bCYW8C&oi=fnd&pg=PA9&dq=WHITE,+S.+A.+Introduction+to+BPMN.+IBM+Corperation,+2004&ots=r8UIKssXVL&sig=Sm7EY2cih4Bk3oa-TDKIZCMj0\\_U#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=0Z2Td3bCYW8C&oi=fnd&pg=PA9&dq=WHITE,+S.+A.+Introduction+to+BPMN.+IBM+Corperation,+2004&ots=r8UIKssXVL&sig=Sm7EY2cih4Bk3oa-TDKIZCMj0_U#v=onepage&q&f=false). Acesso em: 10dez2023.

WOMACK, J.; JONES, D.; ROSS, D. **The machine that changed the world**. 1. ed. [S.l.]: Rawson Associates, 2012.