



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL
FACULDADE DE ENGENHARIAS, ARQUITETURA E URBANISMO E
GEOGRAFIA
CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

ANA PAULA LIMA ARAÚJO

**AVALIAÇÃO DO SISTEMA DE GESTÃO DE MANUTENÇÃO
EM UMA EMPRESA DO SETOR DE ENERGIAS
RENOVÁVEIS**

Engenharia da Qualidade e Confiabilidade

Campo Grande, MS
2025



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL
FACULDADE DE ENGENHARIAS, ARQUITETURA E URBANISMO E
GEOGRAFIA
CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

ANA PAULA LIMA ARAÚJO

**AVALIAÇÃO DO SISTEMA DE GESTÃO DE MANUTENÇÃO
EM UMA EMPRESA DO SETOR DE ENERGIAS
RENOVÁVEIS**

Engenharia da Qualidade e Confiabilidade

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado como requisito parcial à
obtenção do título de Bacharel em
Engenharia de Produção da
Universidade Federal de Mato Grosso do
Sul.

Orientador: Dr. Marcos Lucas de
Oliveira

Campo Grande, MS
2025



AGRADECIMENTOS

À minha família, pelo amor incondicional, pela paciência e pelo apoio constante em todos os momentos. Vocês foram minha maior motivação para seguir em frente.

Ao meu orientador, Dr. Marcos Lucas de Oliveira, pela dedicação, paciência, orientação e disponibilidade ao longo de todo o processo.



RESUMO

Este trabalho tem como objetivo a avaliação da gestão de manutenção em uma organização do setor de energias renováveis, área essencial para garantir a confiabilidade dos ativos e a continuidade operacional. A pesquisa surgiu diante dos desafios observados no setor de planejamento e controle da manutenção (PCM). Assim, o objetivo geral foi descrever e propor melhorias para o plano de gestão de manutenção. A metodologia utilizada combinou pesquisa bibliográfica, análise de documentos internos, entrevistas com profissionais e observações diretas dos processos. Os resultados indicaram gargalos nos processos de elaboração e revisão dos planos, guias de manutenção, insuficiência de planejadores, à ausência de um mapa de 52 semanas que contemple também as manutenções sistemáticas, procedimentos e instrução de trabalho. De modo geral, o estudo atingiu seu objetivo e permitiu identificar oportunidades de melhoria, contribuindo para a melhoria de eficiência da gestão da manutenção na organização estudada. Para pesquisas futura sugere-se a elaboração de um plano diretor de manutenção para alinhar melhorias propostas nesta pesquisa aos objetivos estratégicos da empresa.

Palavras-chave: Manutenção; Energias Renováveis; Gestão; Planejamento; Confiabilidade.



ABSTRACT

This work aims to evaluate maintenance management in a renewable energy organization, an essential area for ensuring asset reliability and operational continuity. The research arose from challenges observed in the maintenance planning and control (MPC) sector. Thus, the overall objective was to describe and propose improvements to the maintenance management plan. The methodology used combined bibliographic research, analysis of internal documents, interviews with professionals, and direct observations of the processes. The results indicated bottlenecks in the processes of developing and revising plans and maintenance guides, insufficient planners, and the absence of a 52-week map that also includes systematic maintenance, procedures, and work instructions. Overall, the study achieved its objective and allowed the identification of opportunities for improvement, contributing to the improved efficiency of maintenance management in the organization studied. For future research, it is suggested that a maintenance master plan be developed to align the improvements proposed in this research with the company's strategic objectives.

Keywords: Maintenance; Renewable Energy; Management; Planning; Reliability.



LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Macroprocesso da Função Manutenção.....	15
Figura 2: Diagrama de Decisão.	19
Figura 3: Software Bizagi Modeler.	28
Figura 4: Exemplo de Representação Gráfica do Diagrama.	30
Figura 5: Exemplo de Representação Gráfica do Mapa.	31
Figura 6: Exemplo de Representação Gráfica do Modelo.....	31
Figura 7: Piscina (Pool).	32
Figura 8: Raia (Lane).....	32
Figura 11: Processos Mínimos da Função Manutenção (Local de Estudo).	40
Figura 12: Acompanhamento de Projetos.	44
Figura 13: Acompanhamento de Projetos de Construção.	45
Figura 14: Acompanhamento de Projetos de Aquisição de Novos Ativos.....	46
Figura 15: Acompanhamento de Projetos de Compra de Novos Sites.....	47
Figura 17: Definição de Criticidade e Estratégia de Manutenção.	51
Figura 18: Elaboração e Revisão de Planos e Cadastro Técnico.....	53
Figura 19: Manutenção Sistemática.	56
Figura 20: Manutenção Condicional.	59
Figura 21: Manutenção Emergencial.....	61
Figura 22: Solicitação de Serviço.....	63
Figura 23: Planejamento da Demanda.....	67
Figura 24: Aprovisionamento da Demanda.....	69
Figura 25: Programação da Demanda.	71
Figura 26: Execução da Demanda.....	73



LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Tarefas do Acompanhamento de Projetos.....	17
Quadro 2: Etapas do MCC.....	18
Quadro 3: Elementos de Modelagem.....	29
Quadro 4: Acompanhamento de Projetos.....	42
Quadro 5: Exemplo de Codificação.....	48
Quadro 6: Itens da Guia de Manutenção.....	54
Quadro 7: Indicador e Peso.....	64
Quadro 8: Classificação e Pontuação.....	65
Quadro 9: Grupo, Pontuação e Responsabilidades.....	65
Quadro 10: Plano de ação 5W2H.....	75



LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CIT	Processos Mínimos da Função Manutenção
CSM	Processos Complementares da Função Manutenção
MCC	Manutenção Centrada na Confiabilidade
FMEA	Análise de Modos e Efeitos de Falha
BPM	Gerenciamento de Processos de Negócio
BPMN	Business Process Model and Notation
PCM	Planejamento e Controle da Manutenção
CMA	Controle e Monitoramento de Ativos
O&M	Operação e Manutenção
HSSE	Saúde, Segurança, Proteção e Meio Ambiente
UHE	Pequena Central Hidrelétrica
PCH	Pequena Central Hidrelétrica
CGH	Central Geradora Hidrelétrica
GED	Gerenciamento Eletrônico de Documentos
5W2H	What, Why, Who, Where, When, How, How much (O que, Por que, Quem, Onde, Quando, Como, Quanto)



SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
2 REVISÃO DA LITERATURA.....	12
2.1 Sistema Gestão da Manutenção.....	12
2.2 Estratégias de Manutenção.....	12
2.2.1 Manutenção Preditiva	12
2.2.2 Manutenção Preventiva	13
2.2.3 Manutenção Corretiva	13
2.2.4 Manutenção Prescritiva	13
2.2.5 Manutenção Autônoma.....	13
2.3 Ferramentas de Análise.....	14
2.3.1 Macroprocesso da Função Manutenção	14
2.3.2 Processos Mínimos da Função Manutenção	16
2.3.2.1 Controle Inicial	16
2.3.2.1.1 Acompanhamento de Projetos	16
2.3.2.1.2 Tagueamento e Codificação dos Ativos	17
2.3.2.1.3 Definição de Criticidade e Estratégia de Manutenção.....	17
2.3.2.1.4 Elaboração e Revisão dos Planos e Cadastro Técnico	20
2.3.2.2 Identificação da Demanda	20
2.3.2.2.1 Manutenções Preventivas Sistemáticas	21
2.3.2.2.2 Manutenções Condicionais.....	21
2.3.2.2.3 Manutenção Corretiva Emergencial	21
2.3.2.2.4 Manutenção Corretivas Programada	22
2.3.2.2.5 Solicitações de Serviço.....	22
2.3.2.3 Tratamento da Demanda	22
2.3.2.3.1 Planejamento da Demanda	23
2.3.2.3.2 Aprovisionamento da Demanda	24
2.3.2.3.3 Programação da Demanda	25
2.3.2.3.4 Execução da Demanda.....	26
2.3.3 BPM	27
2.3.4 BPMN	28
2.3.4.1 Níveis de Representação de Processos	30
2.4 5W2H	33
2.5 Sistemas de Energias Renováveis	33



3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	35
3.1 Caracterização da Pesquisa.....	35
3.2 Técnicas de Pesquisa	35
3.3 Pesquisa	35
3.4 Local de estudo.....	37
4 DISCUSSÃO E ANÁLISE DOS DADOS.....	39
4.1 Controle Inicial	41
4.1.1 Acompanhamento de Projetos	41
4.1.2 Codificação e Tagueamento dos Ativos	48
4.1.3 Definição de Criticidade e Estratégia de Manutenção.....	50
4.1.4 Elaboração e Revisão dos Planos e Cadastro Técnico	52
4.2 Identificação da Demanda	54
4.2.1 Manutenções Sistemáticas	54
4.2.2 Manutenções Condicionais.....	57
4.2.3 Manutenção Emergencial	60
4.2.4 Solicitações de Serviço.....	62
4.3 Tratamento da Demanda	64
4.3.1 Planejamento da Demanda	66
4.3.2 Aprovisionamento da Demanda	68
4.3.3 Programação da Demanda	70
4.3.4 Execução da Demanda.....	72
4.4 5W2H	74
5 CONCLUSÕES.....	79
REFERÊNCIAS.....	81



1 INTRODUÇÃO

A energia elétrica é um produto intangível e essencial para a sociedade, pois viabiliza atividades em indústrias, comércios, serviços e residências. No Brasil, em 2024 o consumo final de energia elétrica foi de 650,4 TWh, representando uma expansão de 5,5% em comparação ao ano anterior, com destaque para os setores industrial e residencial, que participaram com 35,9% e 28,2% respectivamente (EPE, 2025, p.13). O principal desafio deste setor está em garantir um fornecimento contínuo, sustentável e de qualidade, exigindo assim investimentos na infraestrutura, diversificação da matriz energética e utilização racional.

A matriz energética é composta por duas fontes, as fontes de energia não renováveis, utiliza de recursos esgotáveis, e as fontes de energias renováveis utiliza de recursos inesgotáveis. No mundo, cerca de metade da oferta de energia ainda está concentrada em fontes não renováveis, enquanto o Brasil dispõe de uma matriz energética de origem predominante renováveis, com cerca de 88% da oferta interna (EPE, 2025, p. 12).

Para atender essa demanda a manutenção assume papel estratégico para garantir a eficiência, a confiabilidade e a disponibilidade dos sistemas. Conforme a NBR 5462 (1994), manutenção é o conjunto de ações técnicas e administrativas que visam preservar ou restaurar a funcionalidade de um item, mas pode acabar sendo interpretada como uma despesa que se deseja postergar, em razão de ser uma fonte de custo que não aparente agregar valor aos serviços, e que gera indisponibilidades momentânea. A ação do uso e tempo faz com que os equipamentos se desgastam, gerando uma necessidade de reparo regular que assegurará a competitividade, disponibilidade e operação dos sistemas. (SILVA; MELO, 2017, p. 13).

Diante disso, o presente trabalho consistiu em responder à questão problema: Como aprimorar os processos mínimos do sistema de gestão da manutenção em uma organização de sistemas de energia renovável para garantir maior eficiência e confiabilidade operacional? Para tanto, o estudo teve por objetivo geral descrever e propor melhorias para o plano de gestão de manutenção de uma organização de sistemas de energias renováveis. Como objetivo específico o estudo visou: (i) identificar as abordagens do termo de gestão da manutenção, seus princípios e características de avaliação; (ii) reconhecer os princípios mínimos em sistemas de energias renováveis, por meio do mapeamento dos processos, e (iii) diagnosticar as interações e propor melhorias no plano de gestão da manutenção.



2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Sistema Gestão da Manutenção

Segundo Viana (2020, p. 43, apud, ABNT 2014) um sistema de gestão de ativos possui a função de estabelecer as políticas e objetivos de gestão de ativos, e os processos necessários a fim de atingir o equilíbrio entre custo, risco e desempenho. Portanto, surge com função buscar a gestão de seus processos, tendo como destaque a gestão da manutenção.

Para Viana (2020, p. 57) um dos principais desafios na gestão da manutenção está na elaboração de um desenho de sistemas de gerenciamento da função manutenção e sua implementação nas organizações. os fatores de sucesso nesta gestão, está na articulação dos processos internos a função manutenção, como sistema de planejamento e controle de manutenção, sistema de custeio de manutenção e sistemas computadorizados da manutenção.

2.2 Estratégias de Manutenção

De acordo com Köster (2019), Viana (2020), Machado et al. (2023) e Fagiatto e Duarte (2011), a gestão da manutenção busca assegurar desempenho, confiabilidade e disponibilidade dos equipamentos, adotando estratégias que variam conforme criticidade, condições operacionais e custos. Entre as principais abordagens destacam-se manutenção preditiva, preventiva, corretiva, prescritiva e autônoma, cada qual com objetivos específicos para reduzir falhas e otimizar a operação.

2.2.1 Manutenção Preditiva

Manutenção preditiva tem como finalidade antecipar falhas, por meio do monitoramento em tempo real das condições operacionais dos equipamentos. Diferentemente da manutenção preventiva, ela não depende exclusivamente de um cronograma de manutenção definido, resultando em ganho na eficiência operacional (KÖSTER, 2019, p. 1).



2.2.2 Manutenção Preventiva

Manutenções preventivas são atividades realizadas em equipamentos que não estejam em falha, independentemente das condições atuais do equipamento, podendo estar em condições operacionais ou com defeitos que não afetem o atendimento em nenhuma das suas funções requeridas. Para Viana (2020, p. 35) a manutenção preventiva se divide em duas, manutenção sistemática, realizada em intervalos previamente definidos, e manutenção condicional, através de observações das condições dos equipamentos.

2.2.3 Manutenção Corretiva

Segundo Viana (2020, p. 38 - 39) a manutenção corretiva consiste na atividade de manutenção realizadas após a ocorrência de uma falha, tem como objetivo reparar o item, para atender às suas funções requeridas, divergindo do conceito apresentado na NRB-5462 efetuada após a ocorrência de uma pane, parada total do equipamento, destinada a recolocar um item em condições de executar uma função requerida.

2.2.4 Manutenção Prescritiva

A manutenção prescritiva é apresentada como uma evolução da manutenção preditiva, pois não apenas prevê possíveis falhas, mas também recomenda ações específicas para evitá-las. Esse tipo de manutenção utiliza sensores, IoT, Big Data, aprendizado de máquina e inteligência artificial para coletar grandes volumes de dados, analisá-los e gerar diagnósticos e sugestões automatizadas de intervenção. Assim, ela permite que a tomada de decisão seja mais precisa e estratégica, reduzindo paradas não planejadas e aumentando a eficiência operacional, ao prescrever o que deve ser feito e quando deve ser feito (MACHADO et al., 2023, p. 4450).

2.2.5 Manutenção Autônoma

A manutenção autônoma faz parte dos pilares da Manutenção Produtiva Total (MPT) e consiste na transferência aos operadores de produção de atividades básicas de manutenção, como limpeza, lubrificação, inspeções visuais, reaperto e pequenos reparos. Essa abordagem



aumenta o envolvimento dos operadores com os equipamentos, permitindo que identifiquem anomalias ainda em estágios iniciais, além de liberar a equipe de manutenção para tarefas mais complexas e de maior valor agregado (FAGIATTO; DUARTE, 2011, p. 12).

2.3 Ferramentas de Análise

A presente pesquisa fundamentou-se nas seguintes ferramentas e abordagens: o macroprocesso CIT & CSM, proposto por Vianna (2020), voltado à gestão da função manutenção, o Gerenciamento de Processos de Negócio (BPM), que busca integrar e otimizar processos organizacionais, a notação BPMN (Business Process Model and Notation), utilizada para modelar processos de forma padronizada e clara, e 5W2H para estruturar o plano de ação. A seguir, serão apresentados os conceitos e características dessas metodologias que sustentam este estudo.

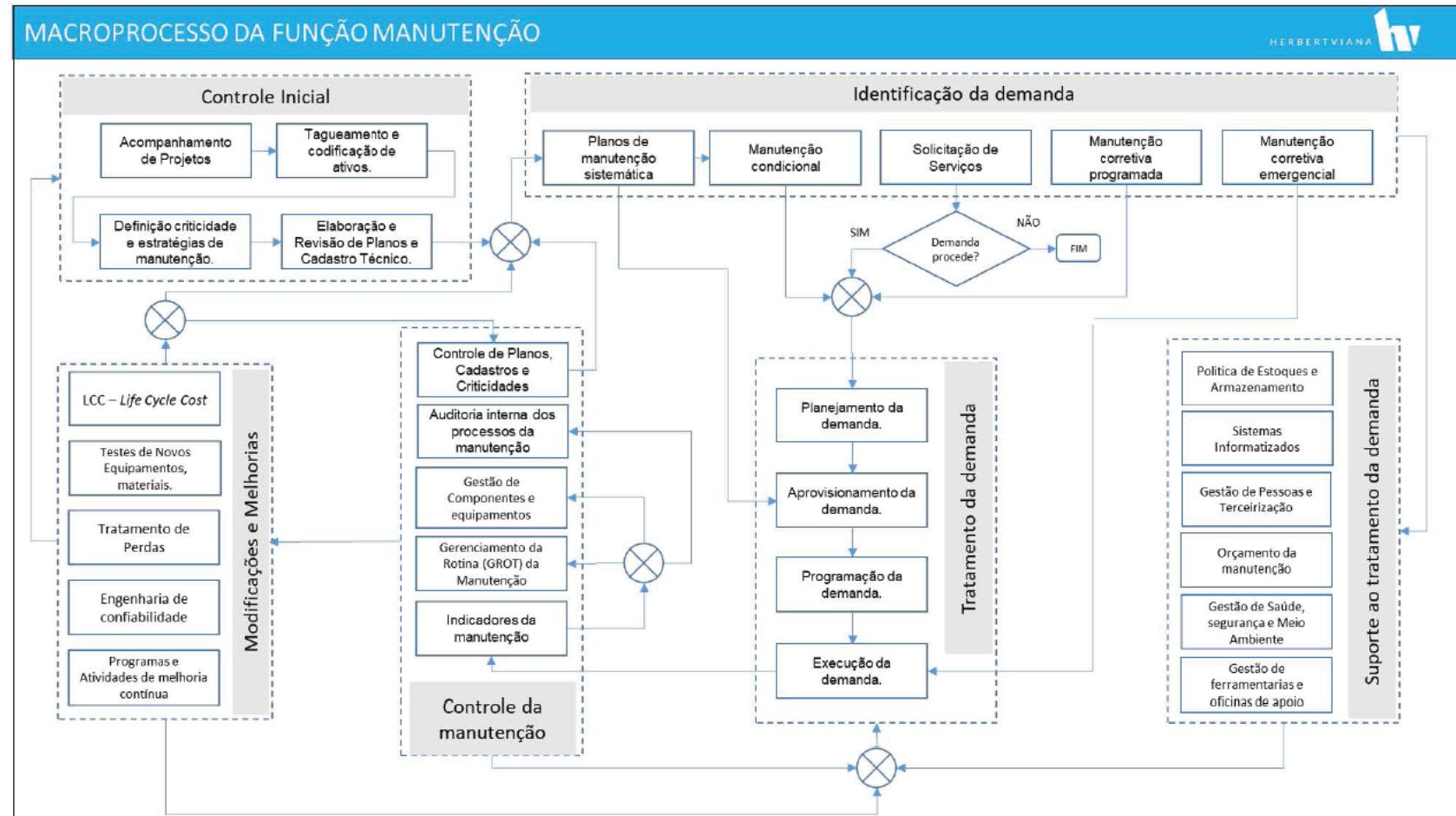
2.3.1 Macroprocesso da Função Manutenção

O Macroprocesso para a gestão da função manutenção denominado CIT & CSM, proposto por Vianna, adota uma abordagem fundamentada na literatura, como os modelos apresentados na Pirâmide de Wireman (1998) e no Arco de Nyman e Levitt (2001), além da experiência prática do autor. A metodologia é recente, divulgada em 2020, e vem se mostrando promissora, o modelo CIT & CSM foi implementado com sucesso em diferentes setores produtivos, até o ano de 2020, no setor de açúcar e álcool (Raizen Energia), movimentação de cargas (Makro Engenharia), Logística (Makro Transporte) e Carcinicultura (Camanor Produtos Marinhos) (VIANA, 2020, p.62 - 64).

Nesse sistema, os processos são divididos em duas categorias: os processos mínimos, que constituem os requisitos essenciais da função de manutenção (CIT), e os processos complementares, considerados práticas avançadas para essa função (CSM), conforme apresentado na Figura 1 (VIANA, 2020, p. 64). No presente trabalho, serão abordados apenas os processos CIT, uma vez que essa foi a metodologia adotada para conduzir a pesquisa.



Figura 1: Macroprocesso da Função Manutenção.



Fonte: VIANA, 2020, p. 6



2.3.2 Processos Mínimos da Função Manutenção

Os processos mínimos da função manutenção constituem o conjunto mínimo para que a Função Manutenção opere de forma estruturada, integrando três etapas essenciais: o **Controle Inicial**, que prepara a entrada de novos ativos por meio do cadastro técnico, definição de criticidade, elaboração de planos e tagueamento; a **Identificação da Demanda**, que capta necessidades de manutenção oriundas da operação, inspeções ou falhas; e o **Tratamento da Demanda**, que analisa, prioriza, planeja e converte essas necessidades em ordens de serviço. Juntos, esses processos formam o fluxo básico que permite à manutenção atuar de modo efetiva, contínuo, e com qualidade (VIANA, 2020, p. 64).

2.3.2.1 Controle Inicial

O **C – Controle Inicial** refere-se pelas primeiras atividades voltadas à implantação de um novo ativo, resultantes de grandes investimentos geralmente classificados como CAPEX (*Capital Expenditure*), ou seja, investimentos de longo prazo. O objetivo é garantir a manutenibilidade, ou seja, eliminar falhas ou perdas nas fases iniciais de operação, o processo inclui o acompanhamento de projetos, incluindo elaboração de planos e cadastro técnico, tagueamento e codificação de ativos, e definição de criticidade e estratégias de manutenção.

2.3.2.1.1 Acompanhamento de Projetos

O acompanhamento de projetos compreende todas as atividades conduzidas pela Engenharia de Manutenção em conjunto com a Engenharia de Projetos, voltadas para os novos ativos. Viana recomenda que os profissionais das áreas de PCM e Execução da Manutenção não tenham seu tempo comprometido com essas atividades, uma vez que estão diretamente envolvidos nas operações diárias dos ativos, que já estão em funcionamento e gerando resultados, as atividades previstas estão listadas no Quadro 1 (VIANA, 2020, p.77,83).



Quadro 1: Tarefas do Acompanhamento de Projetos.

1. Analisar desenhos e documentação técnica dos ativos;
2. Definir mão de obra de manutenção, caso haja necessidade de aumento de efetivo a mudança do seu perfil;
3. Suportar tecnicamente à equipe de engenharia de implantação em dúvidas sobre os novos ativos;
4. Inspecionar equipamentos que serão transferidos ao novo projeto, caso haja necessidade;
5. Elaborar lista de sobressalentes (Spare Parts);
6. Aprovar lista de materiais (Spare Parts) e planejamento de startup e ramp-up;
7. Adequar grade de treinamento ao perfil da mão de obra;
8. Realizar inspeções na fabricação e montagem;
9. Elaborar planos e protocolos de manutenção;
10. Participar do comissionamento e operação assistida;
11. Preencher relatório final do projeto em conjunto com a engenharia de implantação;
12. Análise para baixa de ativos obsoletos.

Fonte: VIANA, 2020, p. 83.

2.3.2.1.2 Tagueamento e Codificação dos Ativos

A codificação de ativos é o processo de identificação único, que visa representar de forma hierárquica, a localização, o tipo de ativo, e sua função e sua relação com outros elementos do sistema. Enquanto o tagueamento, refere à aplicação física de etiquetas de identificação nos equipamentos e componentes, para rápida rastreabilidade de informações específicas, como código, localização, especificação técnica, número de quebras, disponibilidade, custos e obsolescência (VIANA, 2020, p. 87).

2.3.2.1.3 Definição de Criticidade e Estratégia de Manutenção

A definição da criticidade dos equipamentos visa avaliar o impacto da indisponibilidade do ativo, em quesitos de produção, segurança, meio ambiente, custos e qualidade da organização, servindo de suporte para subsidiar a estratégia de manutenção, que consiste na análise das diferentes formas de falha dos equipamentos e na definição de ações mitigatórias,



denominadas “estratégias”, com o objetivo de maximizar a confiabilidade e a segurança, além de minimizar custos desnecessários, o autor propõem a utilização da metodologia MCC (Manutenção Centrada na Confiabilidade), as etapas para implementação estão descritas no Quadro 2 (VIANA, 2020, p. 97).

Quadro 2: Etapas do MCC.

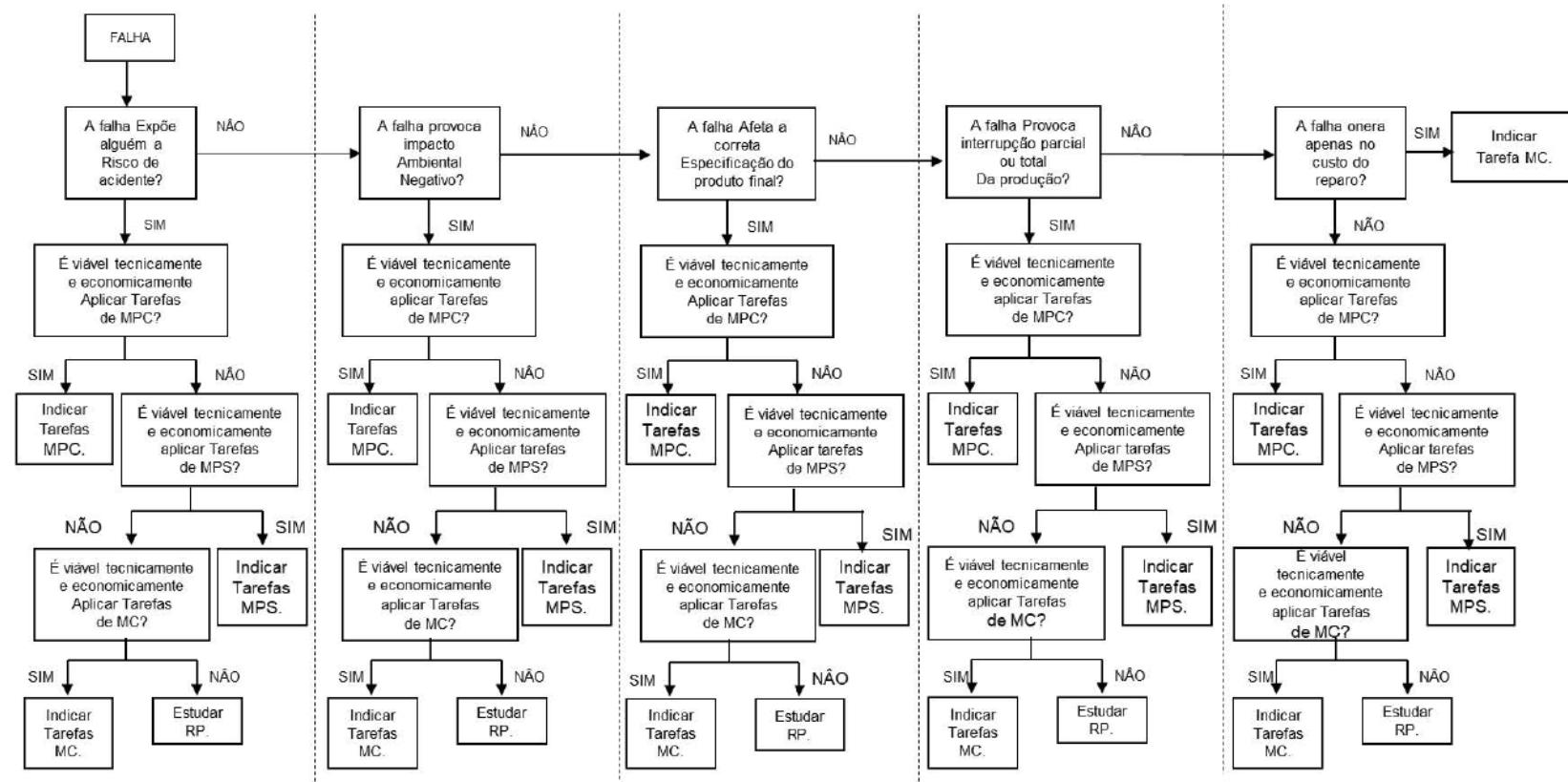
- 1 – Seleção do sistema e levantamento de dados;
- 2 – Definição das fronteiras do sistema;
- 3 – Descrição do sistema e subsistemas;
- 4 – Identificação das Funções e falhas funcionais;
- 5 – Análise de modos de falhas (FMEA) e Análise da Árvore lógica;
- 6 – Definição de tarefas preventivas.

Fonte: VIANA, 2020, p. 111.

Após a análise das falhas do sistema, as ações mitigatórias do FMEA são definidas com base na árvore de decisão, a qual subsidiará a elaboração dos planos de manutenção. O diagrama apresentado na Figura 2 orienta a escolha entre tarefas de manutenção condicionais (MPC), preventiva sistemática (MPS), corretiva (MC) ou, quando nenhuma delas se mostra viável, a necessidade de revisão de projeto (RP). Dessa forma, o processo padroniza a tomada de decisão e assegura a seleção da estratégia de manutenção mais adequada e segura, fundamentada em critérios técnicos e econômicos que justificam a escolha adotada (VIANA, 2020, p. 121).



Figura 2: Diagrama de Decisão.



Fonte: VIANA, 2020, apud PCM, 2002, p. 120.



2.3.2.1.4 Elaboração e Revisão dos Planos e Cadastro Técnico

De acordo com os resultados obtidos por meio do FMEA ainda se torna necessário uma revisão das ações mitigatórias propostas, considerando o histórico de manutenções corretivas e a efetividade marginal das ações implementadas. Quando não houver evidências que comprovem que os custos da manutenção condicional são inferiores aos da manutenção preventiva sistemática, recomenda-se manter a adoção da manutenção preventiva sistemática (VIANA, 2020, p. 121).

Apesar das recomendações favoráveis à implementação de manutenções condicionais, fatores como a maturidade da equipe, a disponibilidade de recursos e a cultura organizacional podem inviabilizar sua implementação. Além disso, caso existam normas de órgãos reguladores que entrem em divergência com as recomendações derivadas da MC, estas devem prevalecer sobre as demais orientações. Da mesma forma, devem ser seguidas as orientações do fabricante, a fim de preservar as condições de garantia dos equipamentos. Por fim, em situações de conflito entre as diretrizes da MCC e cláusulas contratuais de seguros firmados pela empresa, deve-se priorizar o cumprimento do que estiver disposto nos contratos e nas normas aplicáveis (VIANA, 2020, p. 121).

Enquanto o processo de cadastro técnico para o autor refere-se ao cadastro das especificações técnicas vinculadas a cada equipamento, ou seja, vinculada a TAG. É de extrema importância que todos os planos de manutenção contenham listas detalhadas das tarefas a serem executadas, o tempo estimado para cada atividade por especialidade, a relação de materiais a serem consumidos e as ferramentas especiais necessárias. Além disso, devem incluir os procedimentos operacionais a serem seguidos, a periodicidade das intervenções e o vínculo com os códigos de identificação de cada TAG (VIANA, 2020, p. 84-85).

2.3.2.2 Identificação da Demanda

A I – **Identificação da Demanda** envolve a identificação e o direcionamento adequado das atividades de manutenção, compreendendo manutenção preventiva sistemática (MPS), manutenção preventiva condicional (MPC), manutenção corretiva



emergencial e programada, e solicitação de serviços.

2.3.2.2.1 Manutenções Preventivas Sistemáticas

Para o autor, as manutenções preventivas sistemáticas correspondem a atividades executadas em intervalos de tempo previamente definidos, independentemente das condições operacionais atuais do equipamento. A partir dessas atividades, identificam-se as manutenções sobre condições, denominadas anomalias, uma anomalia será classificada como preventiva quando houver a presença de um defeito, por outro lado, quando a anomalia tiver evoluído para uma falha, será classificada com corretivo (VIANA, 2020, p. 35 - 37).

Um dos questionamentos levantados neste tópico refere-se à classificação das inspeções preditivas: seriam elas uma manutenção preventiva sistemática ou uma manutenção baseada em condição? Nesse contexto, a atividade é caracterizada como manutenção preventiva sistemática, uma vez que possui um roteiro de execução previamente definido, é realizada de forma periódica, independentemente do estado do equipamento e não apresenta uma data de finalização (VIANA, 2020, p. 36).

2.3.2.2.2 Manutenções Condicionais

Todas as necessidades de intervenção identificadas a partir de análises sejam elas decorrentes de ações preditivas ou de observações realizadas durante a execução das manutenção sistemática serão classificadas como manutenções condicionais, uma vez que se baseiam nas condições apresentadas pelo equipamento no momento. Essas intervenções permanecem em execução até que a falha ou o defeito seja corrigido, ou até que não haja mais necessidade de realizar o monitoramento contínuo do equipamento (VIANA, 2020, p. 37).

2.3.2.2.3 Manutenção Corretiva Emergencial

Existem momentos em que a manutenção corretiva será de caráter imediato, a fim de evitar graves consequências aos ativos de produção, à segurança do trabalho ou ao



meio ambiente. A situação necessitará mobilizar as equipes de pronto atendimento da empresa, a fim planejar a melhor estratégia para colocar o ativo novamente em operação o mais rápido possível, mas nem sempre isso será possível, surgindo a necessidade de uma corretiva planejada (VIANA, 2020, p. 39).

2.3.2.2.4 Manutenção Corretivas Programada

A manutenção corretiva planejada é uma atividade em que existe conhecimento prévio de uma falha ou pane. O ideal seria a resolução do problema de forma imediata, no entanto nem sempre será possível, pois existem situações em que a falha levou a uma pane de grandes proporções, grande dificuldade de resolução, ou pode existir redundâncias na planta que poderá eliminar a dependência do ativo que venho a pane, tendo tempo para decisão de escolha de data futura para intervenção (VIANA, 2020, p. 39).

2.3.2.2.5 Solicitações de Serviço

A solicitação de serviço consiste em anomalias identificadas por áreas externas a manutenção, como equipes de segurança, meio ambiente, qualidade entre outros, normalmente identificadas de forma rotineira ou identificadas por meio de observações aleatórias, no qual fica sobre responsabilidade do observador realizar a abertura de ordem de serviço para a manutenção possa avaliar e solucionar o problema (VIANA, 2020, p. 160).

2.3.2.3 Tratamento da Demanda

O T – Tratamento da Demanda abrange desde o planejamento até a execução das atividades identificadas, contemplando planejamento, aprovisionamento, programação e execução da demanda (VIANA, 2020, p. 64 - 65).



2.3.2.3.1 Planejamento da Demanda

O planejamento da demanda consiste na organização das atividades previstas no processo de identificação da demanda, com o objetivo de definir a melhor solução quanto ao momento e ao tipo de intervenção a ser realizada. Esse planejamento é estruturado em três horizontes: longo prazo, médio prazo e curto prazo (VIANA, 2020, p. 167).

O planejamento de longo prazo, também chamado de mapa quinquenal, contempla a previsão de grandes paradas e substituições de ativos para os cinco anos subsequentes. O objetivo desse processo é estabelecer uma visão de longo prazo para as grandes paradas, garantir visibilidade das substituições de ativos previstas e antecipar ações de infraestrutura de apoio às demandas futuras. A responsabilidade por sua elaboração é da Engenharia de Manutenção, em conjunto com o Planejamento e Controle da Manutenção (PCM), com base em estudos do ciclo de vida dos equipamentos, tendências de obsolescência, laudos e inspeções que indiquem proximidade do fim da vida útil, além dos planos de renovação de ativos da companhia (VIANA, 2020, p. 168).

O planejamento de médio prazo, ou mapa de 52 semanas, consiste na organização das demandas de manutenção anual, detalhadas mês a mês, com horizonte mínimo de um ano. Esse planejamento contempla manutenções condicionais, manutenções preventivas sistemáticas, grandes paradas e substituições de ativos previstas no investimento corrente anual. As atribuições desse processo são de responsabilidade do PCM, sendo o período mais adequado para sua elaboração o mês de setembro, alinhado ao início do ciclo orçamentário das organizações. O objetivo desse processo é construir uma visão clara dos serviços a serem executados ao longo do ano, permitindo o estabelecimento do orçamento de manutenção, a compra antecipada de materiais, a definição de níveis mínimos de estoque, a estimativa de recursos necessários e, em caso de contratações adicionais, a obtenção das informações pertinentes para viabilizá-las (VIANA, 2020, p. 169-170).

O planejamento de curto prazo, por sua vez, consiste na previsão de todos os recursos necessários para a execução das ordens de serviço geradas manualmente. Suas atribuições incluem o detalhamento das tarefas a serem realizadas, o tempo dedicado a cada atividade por especialidade, a lista de materiais a serem consumidos, as ferramentas especiais requeridas e, por fim, os padrões a serem seguidos, como itens de segurança e procedimentos operacionais (VIANA, 2020, p. 171).



2.3.2.3.2 Aprovisionamento da Demanda

Consiste no dimensionamento e na aquisição de suprimentos de peças, componentes, ferramentas e demais materiais necessários à manutenção. Nesse processo, também se associam atividades da função de suprimentos, como: gestão de estoques; gestão de fornecedores; levantamento de demandas sistemáticas para inclusão; acompanhamento dos indicadores de atendimento aos materiais como OTIF (*On Time In Full*) e índice de ruptura de estoque; previsão de inclusão de itens nos estoques sistêmicos, e indicações de boas práticas de armazenagem dos materiais (VIANA, 2020, p. 173-174).

Esse processo é essencial para a execução das atividades de manutenção, uma vez que compreende ações voltadas a assegurar a disponibilidade e a qualidade dos recursos no momento adequado para o atendimento das demandas, constituindo a disponibilidade fator determinante para a programação e liberação das ordens de serviço (VIANA, 2020, p. 173-174).

Neste processo, as ordens de serviço provenientes dos planos de manutenção preventiva sistemática passam diretamente do status “Planejada” para as etapas seguintes, uma vez que já possuem seus recursos definidos no cadastro dos planos. Por outro lado, as ordens de serviço manuais são inicialmente criadas com o status “Aguardando Planejamento”, momento em que são definidos os recursos necessários para sua execução. Após essa etapa, as ordens são alteradas para o status “Planejada”, dando início ao processo de requisição e agendamento dos recursos (VIANA, 2020, p. 182-183).

Quando todas as solicitações de recursos são concluídas, as atividades passam para o status “Aguardando Aprovisionamento”, indicando que estão em fase de planejamento final e recebimento dos materiais necessários. Concluído o planejamento e garantida a disponibilidade de todos os recursos, as ordens de serviço assumem o status “Aprovisionada”, significando que estão prontas para serem programadas e executadas (VIANA, 2020, p. 182-183).



2.3.2.3.3 Programação da Demanda

A programação da demanda é o processo que determina o melhor momento para a execução das atividades, levando em consideração fatores como a carga de trabalho real disponível e as consequências potenciais causadas ao equipamento por eventuais defeitos. Na programação, define-se o que, onde, quem e quando será executada a manutenção, utilizando os recursos adquiridos ou agendados no processo de aprovisionamento. Esse processo é de responsabilidade do programador de manutenção, sendo a programação dividida em dois subprocessos: programação mensal e programação semanal (VIANA, 2020, p. 175).

A programação mensal, também chamada de M+1, consiste no detalhamento do mapa de 52 semanas, contemplando postergações, antecipações, cancelamentos e demais informações relativas às manutenções previstas. Antes do início de cada mês, deve-se realizar uma reunião entre o PCM, a área de Execução e a Operação, com o intuito de alinhar as demandas de materiais, definir o horizonte das ordens de serviço a serem executadas no mês seguinte e detalhar, no nível de demanda semanal, o plano mensal (VIANA, 2020, p. 175-176).

A programação semanal (S+1) consiste na programação das atividades previstas na programação M+1, com o objetivo de obter o espelho da programação da semana subsequente, detalhado por dia. Nela devem constar informações como: mão de obra disponível por especialidade, qualificação da equipe, datas e horários das atividades, disponibilidade de mão de obra terceirizada e ordens de serviço liberadas. O fechamento da programação deverá ocorrer semanalmente, às quintas-feiras, de acordo com reunião semanal com as áreas de PCM, a área de Execução e a Operação (VIANA, 2020, p. 176-177).

Neste processo, as ordens de serviço chegam com o status “Aprovisionada” e, após o planejamento, são alteradas para o status “Aguardando Programação”. Quando devidamente programadas, passam então para o status “Programada”, indicando que estão prontas para execução conforme o cronograma estabelecido (VIANA, 2020, p. 182-183).



2.3.2.3.4 Execução da Demanda

Após a programação das atividades, cabe aos técnicos de manutenção a execução das ordens de serviço. Nesse processo, as empresas devem sempre buscar a qualificação de seus profissionais, a fim de garantir a realização dos serviços de qualidade no menor tempo possível, reduzindo assim os custos e aumentando a disponibilidade operacional.

Para que essa execução ocorra de forma eficiente e padronizada, torna-se necessária além da qualificação a existência de instruções de trabalho e de procedimentos operacionais bem descritos. Esses documentos fornecem as orientações técnicas para que os mantenedores atuem corretamente em campo, podendo estar detalhados nas ordens de serviço ou nos planos de manutenção preventiva sistemática.

Além disso, recomenda-se a utilização de diagnósticos técnicos de manutenção, realizados por supervisores ou encarregados. Esses diagnósticos têm como finalidade verificar o cumprimento correto dos procedimentos, identificar possíveis desvios e corrigi-los rapidamente, seja por meio de alinhamentos individuais em campo, seja com o uso de técnicas didáticas simples.

Como consequência desse processo de acompanhamento, as inspeções realizadas a partir dos planos de manutenção preventiva sistemática poderão ou não gerar uma manutenção condicional, dependendo da condição dos equipamentos inspecionados. Ressalta-se que o principal objetivo da inspeção é identificar defeitos, portanto, o inspetor que apenas detecta falhas já atua de forma tardia embora essa situação ainda ocorra com frequência na prática. Nesse contexto, é fundamental incluir na rotina a emissão de laudos técnicos que relatem as condições observadas nos equipamentos.

Por fim, as ordens de serviço nesse processo iniciam “Em andamento” após a execução das atividades e a conclusão das inspeções e laudos, as ordens de serviço devem ser atualizadas quanto ao seu status: passam para o estado “Concluída” após a execução das tarefas e, quando todos os apontamentos forem devidamente registrados, são alteradas para o estado “Encerrada” (VIANA, 2020, p. 182-183).



2.3.3 BPM

BPM surgiu para suprir a necessidade das empresas em gerir seus processos de forma integrada e estruturada. Antes do BPM, as organizações concentravam seus esforços em tarefas específicas, com uma gestão manual e não sistemática. Esse cenário resultava em ineficiência, retrabalho, falta de clareza e dificuldades para mensurar a qualidade dos processos como um todo.

O surgimento e a consolidação do BPM podem ser compreendidos em três ondas. Na primeira onda, década de 1950, Japão, com o modelo japonês de Deming, denominado Total Quality Management (TQM), buscava-se a padronização dos processos e a melhoria contínua. Apesar de bem aceita à época, essa abordagem limitava-se a mudanças operacionais de baixo impacto no gerenciamento global da organização (CAPOTE, 2012, p. 103).

Segunda onda, década de 1990, Estados Unidos, caracterizada pelo *Business Process Reengineering* (BPR), defendia que os processos deveriam ser construídos do zero, sem considerar o modelo vigente. Ainda nesse período, outras metodologias ganharam relevância e permanecem em uso, como o Lean, voltado à redução de desperdício e o Six Sigma, focado na diminuição de variações e defeitos (CAPOTE, 2012, p. 107).

Terceira onda, final do século XX, EUA e União Europeia, marcada pela obra de Peter Fingar e Howard Smith, *Business Process Management: The Third Wave*, que consolidou um marco conceitual. Essa etapa uniu contribuições das ondas anteriores, mas com avanços significativos, atenção às demandas dos clientes, utilização de novas tecnologias e modernização da gestão organizacional (CAPOTE, 2012, p. 119).

O Gerenciamento de Processos de Negócio BPM, de Peter Fingar e Howard Smith, consolidou-se, então, como uma gestão fundamentada em metodologias, ferramentas e tecnologias voltadas para analisar, modelar, medir, documentar, otimizar e automatizar processos organizacionais, sempre com foco na eficiência, eficácia e melhoria contínua. Após seu lançamento, os profissionais da área de gestão de processos perceberam a necessidade de criar uma associação, para difundir, padronizar e certificar práticas em BPM, fundando então ABPMP – Associação Internacional dos Profissionais

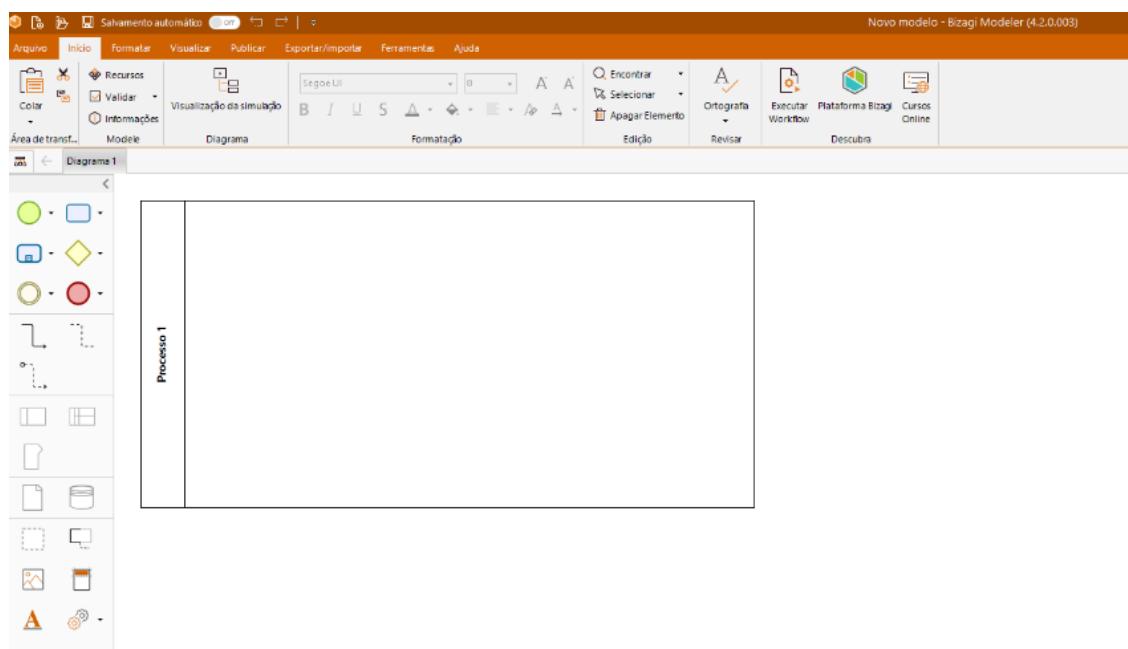


de Gestão de Processos de Negócios. (CAPOTE, 2012, p. 119). Deste modo, o BPM evoluiu para além da simples padronização ou reengenharia, estabelecendo-se como um modelo dinâmico e tecnológico de gestão orientada a processos, capaz de alinhar estratégia, operação e inovação de forma contínua.

2.3.4 BPMN

A modelagem dos processos é a representação gráfica do conjunto de atividades que compõem o processo, por meio da simbologia BPMN (Business Process Model and Notation). Para a modelagem e desenho o software mais conhecido e utilizado para modelagem é Bizagi, por ser gratuito e permitir, modelar, desenhar publicar os processos, figura 3 (MATO GROSSO, 2022, p. 9).

Figura 3: Software Bizagi Modeler.



Fonte: O autor, 2025.

Elementos de modelagem (Quadro 3) são os símbolos utilizados para desenhar o processos, e fornecer entendimento, como eventos (início, fim, interrupção), atividades (tarefas), gateways (pontos de decisão), fluxos de sequência (conectores que mostram a ordem), atores (pessoas ou sistemas que realizam as atividades), entradas e saídas



(insumos e resultados), e regras de negócio (MATO GROSSO, 2022, p. 9).

Quadro 3: Elementos de Modelagem.

	Evento de início: Representa o início de um processo, pode ser uma mensagem, tempo, condição, sinal, etc
	Evento de fim: Representa o fim de um caminho do processo, pode ser uma mensagem, erro, fim do fluxo.
	Evento de intermediário: Ocorre entre o início e o fim de um processo, pode interromper ou esperar por algo.
	Atividade: Ação única e específica, pode ser executada por um sistema, por um usuário, ou ambas opções.
	Subprocesso: Atividade composta por outras atividades dentro dela.
	Gateway: Controlar o fluxo de sequência de um processo, determinando decisões, bifurcações, junções ou fusões no caminho do processo.
	Fluxo de sequência: Responsável por mostrar a sequência em que o processo é executado.
	Associação: Usado para relacionar informações do fluxo com objetos de fluxo.

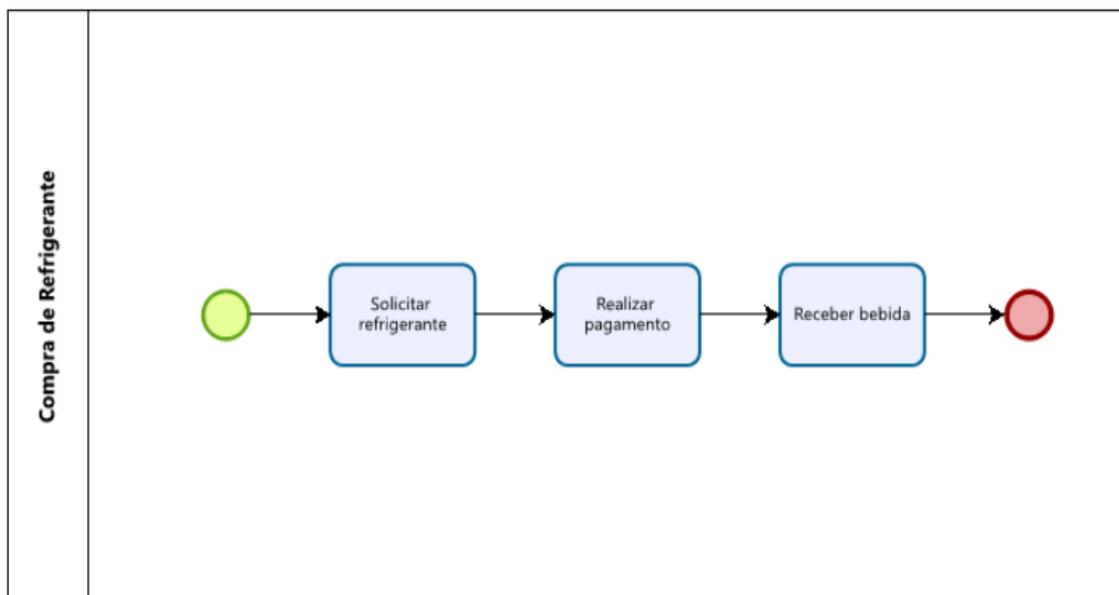
Fonte: O autor, 2025.



2.3.4.1 Níveis de Representação de Processos

Diagrama é a representação básica de um processo, identifica as principais atividades sem detalhamento. Ele fornece uma visão geral simples, permitindo compreender rapidamente a sequência das etapas, figura 4. (MATO GROSSO, 2022, p. 11).

Figura 4: Exemplo de Representação Gráfica do Diagrama.

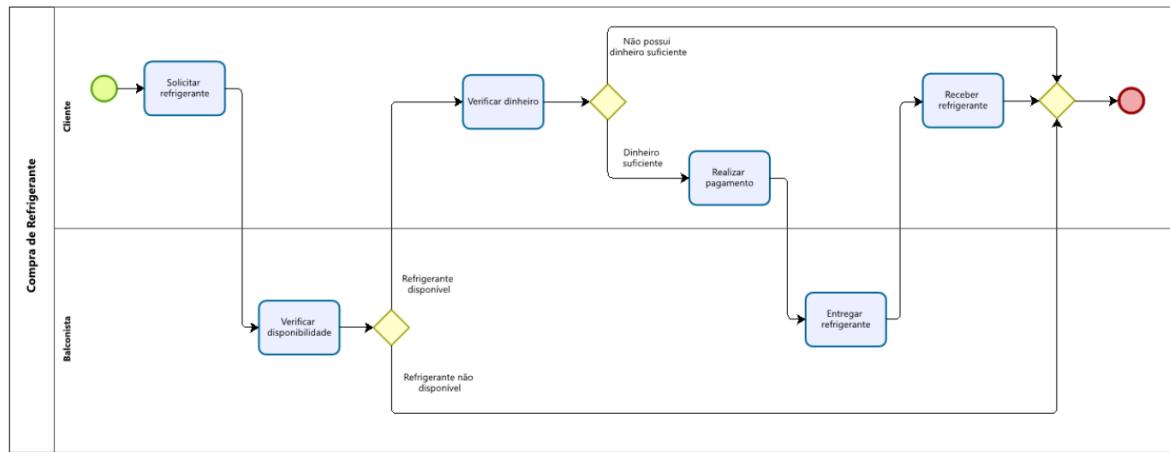


Fonte: MATO GROSSO, 2022, p. 11.

Mapa é a evolução do diagrama, com uma visão mais detalhada, adicionando pontos de decisão no fluxo de atividades (MATO GROSSO, 2022, p. 4). Ele representa de forma clara as etapas do processo, permitindo compreender melhor a lógica e os caminhos possíveis, figura 5. (MATO GROSSO, 2022, p. 4).



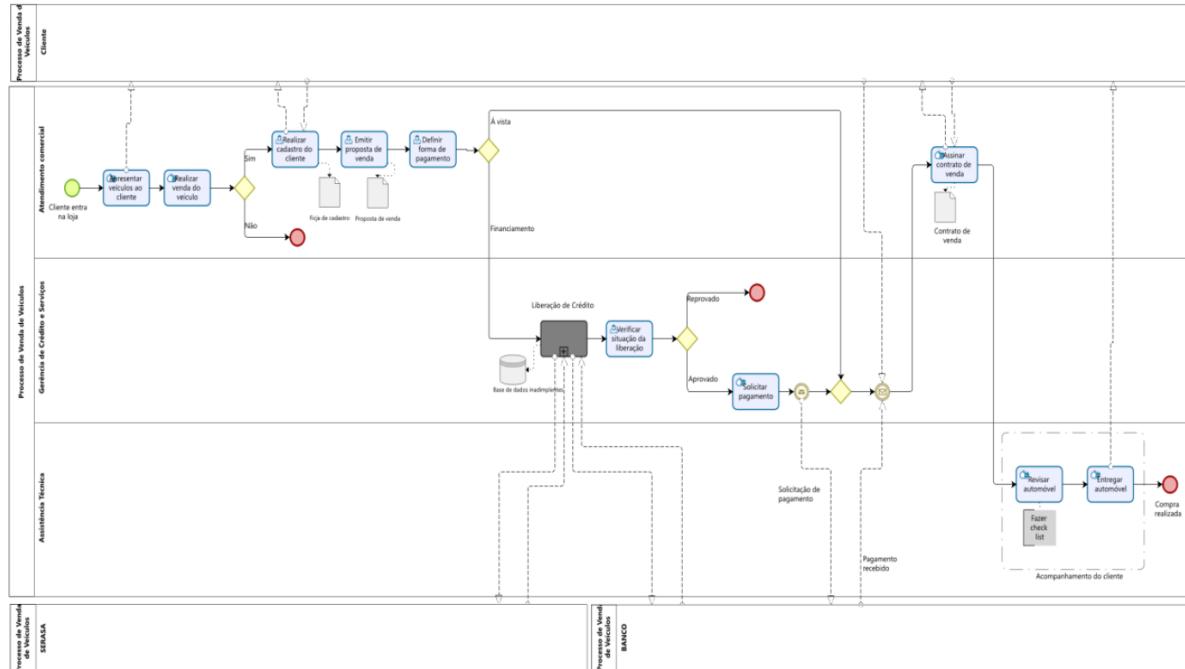
Figura 5: Exemplo de Representação Gráfica do Mapa.



Fonte: MATO GROSSO, 2022, p.12.

Modelo é o detalhamento máximo do processo, através de eventos intermediários, artefatos e conexões entre processos. Objetivo auxiliar na simulação e modelagem, figura 6 (MATO GROSSO, 2022, p. 12).

Figura 6: Exemplo de Representação Gráfica do Modelo.



Fonte: MATO GROSSO, 2022, 12.



2.3.4.2 Elementos Utilizados na Padronização

Piscina são processos ou organizações, sua função é concentrar as atividades que compõem o processo, sendo permitido apenas um processo por piscina (MATO GROSSO, 2022, p. 15). Ela organiza visualmente os fluxos, facilitando a identificação das responsabilidades e limites de cada processo, figura 7.

Figura 7: Piscina (Pool).



Fonte: O autor, 2025.

Raia subdivide o processo pelos executores responsáveis por cada ação, expresso por cargos de trabalho, sistemas ou setores. Ela organiza as responsabilidades dentro do fluxo, tornando clara a participação de cada área ou função, figura 8 (MATO GROSSO, 2022, p. 15)

Figura 8: Raia (Lane).



Fonte: O autor, 2025.



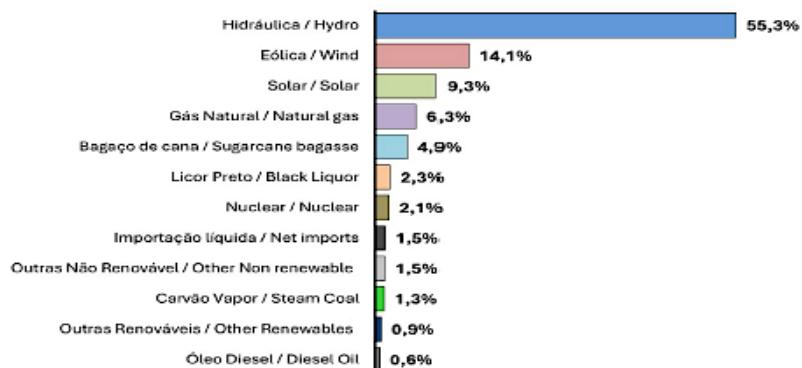
2.4 5W2H

Segundo Nakagawa (s.d.), a ferramenta 5W2H é reconhecida por sua simplicidade e eficácia na organização de planos de ação. Baseada em sete perguntas fundamentais: O que será feito? (What), Por que será feito? (Why), Quem será responsável? (Who), Onde ocorrerá? (Where), Quando será realizado? (When), Como será executado? (How) e Quanto custará? (How much). Essa abordagem é comumente utilizada em gestão de projetos, planejamento estratégico e desenvolvimento de negócios, pois transforma análises em ações práticas e mensuráveis. No contexto desta pesquisa, a aplicação da 5W2H é essencial para organizar as propostas de melhorias sugeridas em um plano de ação, garantindo o alinhamento ao objetivo geral da pesquisa.

2.5 Sistemas de Energias Renováveis

A energia elétrica é proveniente das fontes não renováveis e renováveis. As fontes não renováveis, são caracterizadas por serem finitas e esgotáveis, estão petróleo, carvão mineral, gás natural e energia nuclear. Já as fontes renováveis são caracterizadas por não ser inesgotáveis, incluem: hidráulica (água dos rios), solar (radiação do sol), eólica (ventos), biomassa (matéria orgânica), geotérmica (calor do interior da Terra) e oceânica (ondas e marés) (EPE, 2025). A Figura 9, apresenta a oferta interna de energia por nossas matrizes energéticas.

Figura 9: Oferta Interna de Energia Elétrica por Fonte.



Fonte: EPE, 2025, p. 12.



Em 2022, o consumo mundial de energia totalizou 14.860×10^6 toneladas equivalentes de petróleo, refletindo uma forte dependência de fontes fósseis. O petróleo liderou a matriz energética com 30,2% da participação, seguido de perto pelo carvão mineral, que representou 27,6%, e pelo gás natural, com 23,1%. As fontes renováveis contribuíram com 8,8%, enquanto a energia nuclear respondeu por 4,7% e a hidráulica por 2,5%. Outras fontes somaram 3,1% (EPE, 2025, p. 191).

Enquanto no mundo cerca de metade da oferta de energia ainda está concentrada em fontes não renováveis o Brasil dispõe de uma matriz energética de origem predominante renováveis, totalizando cerca de 88% da oferta interna de eletricidade do Brasil, sendo destaque a fonte hidráulica com 55,3%, Eólica 14,1% e solar 9,3% da oferta interna de geração. Evidenciando a vantagem competitiva do país em relação ao avanço das políticas de transição energética e sustentabilidade (EPE, 2025, p. 12).



3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Esta pesquisa tem como objetivo descrever e propor melhorias na gestão da manutenção em uma organização do setor de energias renováveis. Para isso, foram aplicadas abordagens metodológicas que incluem revisão bibliográfica, análise documental e pesquisa em campo. A seguir, apresentam-se as características da pesquisa, os procedimentos adotados, o fluxo de desenvolvimento e a descrição do local de estudo.

3.1 Caracterização da Pesquisa

A pesquisa tem natureza aplicada, dedicada à geração de conhecimento para buscar a solução de problemas específicos. Objetivo exploratório, identificando as abordagens do termo de gestão da manutenção, descritiva por realizar o mapeamento dos processos básicos, e explicativa, por diagnosticar as interações e propor melhorias no plano de gestão da manutenção. Quanto ao problema, a pesquisa é de caráter qualitativo (NASCIMENTO, 2016, p.3,4).

3.2 Técnicas de Pesquisa

Quanto aos procedimentos metodológicos, o estudo foi conduzido como uma pesquisa-ação, fundamentando-se em artigos, normas técnicas e livros publicados, além de registros internos da empresa, como relatórios, procedimentos e instruções. Essa abordagem foi escolhida por permitir a análise da situação simultaneamente à execução de ações para promover melhorias, com participação ativa do pesquisador e dos envolvidos. Complementarmente, realizou-se uma análise detalhada da organização e de seus processos por meio de pesquisa de campo, utilizando entrevistas não estruturadas e observações diretas no local de estudo (NASCIMENTO, 2016, p. 6,7).

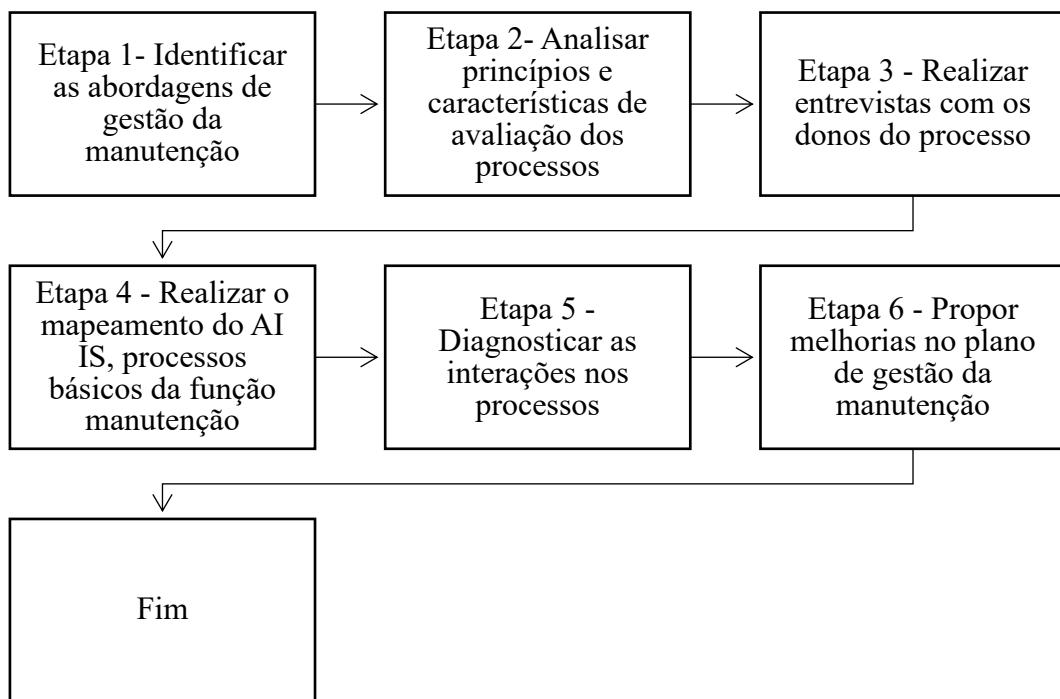
3.3 Pesquisa

O desenvolvimento da pesquisa ocorreu em seis etapas principais. A primeira etapa consistiu em identificar as abordagens de gestão da manutenção, por meio do



levantamento de conceitos e práticas na literatura e na organização. Na segunda etapa, foram analisados os princípios e as características de avaliação dos processos, com foco nos critérios utilizados para mensurar sua eficiência. Em seguida, na terceira etapa, realizaram-se entrevistas com os responsáveis pelos processos para coletar dados sobre a situação atual. A quarta etapa envolveu o mapeamento dos processos básicos da função manutenção, representando graficamente os fluxos essenciais para melhor compreensão das atividades e interações. Na quinta etapa, foi realizado o diagnóstico das interações entre os processos, identificando pontos críticos e oportunidades de melhoria. Por fim, na sexta etapa, foram propostas melhorias no plano de gestão da manutenção, conforme ilustrado no Fluxograma 1.

Fluxograma 1: Fluxograma da Pesquisa.



Fonte: O autor, 2025.



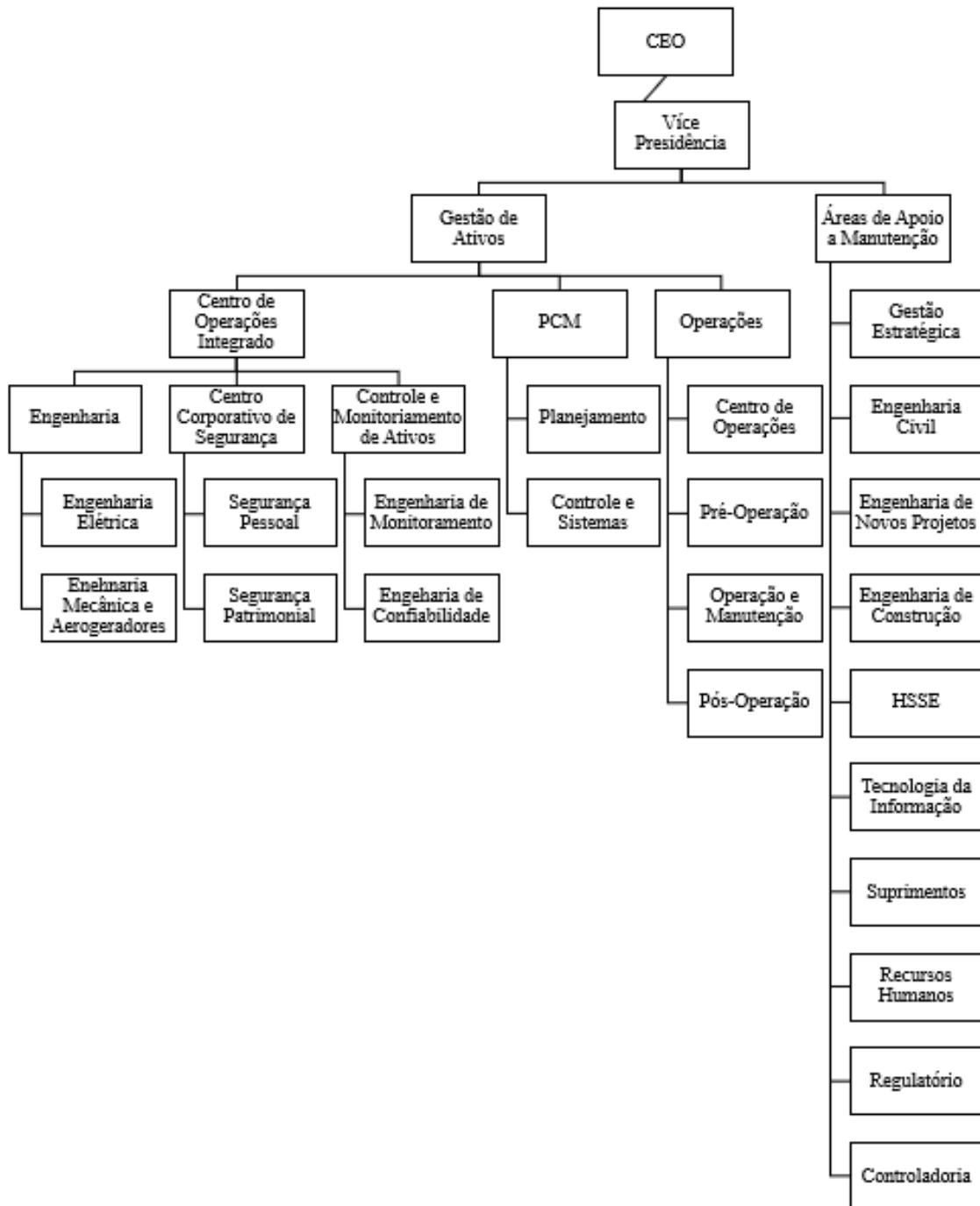
3.4 Local de estudo

A organização atua no setor de energias renováveis, dispondo de mais de cem ativos, distribuídos em complexos solares, hídricos e eólicos. Possui 37 parques eólicos, em diferentes estados do Brasil. Nos complexos solares, possui 30 parques solares de grande porte, inclusive em um em território estrangeiro, com capacidades que ultrapassam centenas de MW. Nos ativos hídricos, possui usinas de distintos portes, sendo 42 usinas hidrelétricas, desde grandes usinas hidrelétricas (UHE), centrais hidrelétricas de pequeno porte (PCH) e centrais geradoras hidrelétricas de porte menor (CGH), distribuídas por vários estados do Brasil.

O organograma da organização apresenta uma estrutura hierárquica, com CEO e Vice-Presidência coordenando as áreas de Gestão de Ativos, Operações e Áreas de Apoio. A Gestão de Ativos engloba Engenharia, Segurança, Monitoramento e PCM; as operações incluem Centro de Operações, Pré e Pós-Operação; e as Áreas de Apoio a Manutenção abrangem funções estratégicas como Tecnologia da Informação, Recursos Humanos, HSSE (Saúde, Segurança, Proteção e Meio Ambiente) e Controladoria, conforme figura 10.



Figura 10: Estrutura Organizacional.



Fonte: O autor, 2025

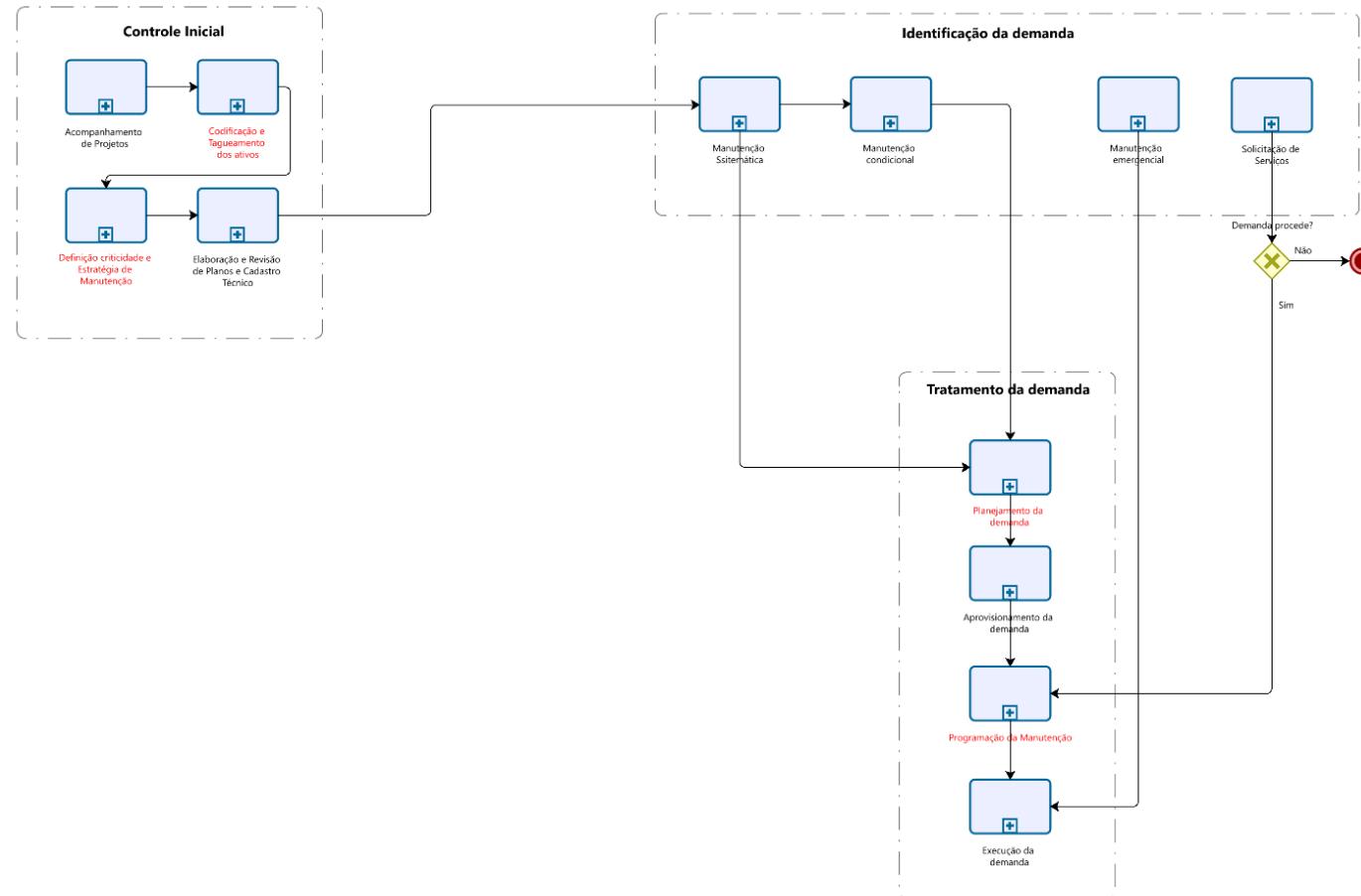


4 DISCUSSÃO E ANÁLISE DOS DADOS

A Figura 11 apresenta o macroprocesso mínimo da função manutenção, tomando como referência o modelo proposto por Viana apresentado na figura 1. Os processos cujos títulos estão destacados em vermelho correspondem a subprocessos que, quando comparados ao modelo, ainda não são contemplados pela organização, sendo, portanto, objeto de análise e discussão neste tópico. Além desses pontos, outras divergências identificadas em relação ao modelo também serão examinadas.



Figura 11: Processos Mínimos da Função Manutenção (Local de Estudo).



Fonte: O autor 2025.



Na visão geral dos processos embora a organização já possuísse procedimentos estabelecidos, verificou-se que muitos deles se tornaram obsoletos ao longo do tempo, seja pela evolução das práticas internas, pela introdução de novos sistemas ou, principalmente, pelas mudanças de gestão que resultaram em alterações não documentadas nos métodos de trabalho. Essa falta de atualização sistemática compromete a padronização das atividades e reforça a necessidade de revisão contínua e revalidação dos processos para garantir que refletem a realidade.

Ressalta-se que uma melhoria comum de todos os processos à necessidade de padronização por meio da formalização dos procedimentos, instruções de trabalho, mapeamento de processos, e a realização de treinamentos. Ações que juntas contribuem para maior eficiência, redução de retrabalhos e melhor alinhamento entre as equipes.

Nos próximos tópicos, 4.1, 4.2 e 4.3, serão apresentados os subprocessos ilustrados no macroprocesso da Figura 11. Em seguida, serão discutidas as propostas de melhoria, com foco em otimizar a eficiência, reduzir custos e agregar valor aos processos.

4.1 Controle Inicial

O processo de controle inicial, como já citado anteriormente, compreende os processos fundamentais para a implantação de novos ativos, incluindo o acompanhamento de projetos, a elaboração de planos e cadastro técnico, o tagueamento e codificação dos ativos, bem como a definição de criticidade e estratégias de manutenção. Nesse tópico serão apresentados a descrição dos processos da organização estudada e as oportunidades de melhorias de acordo com o macroprocesso da Figura 11.

4.1.1 Acompanhamento de Projetos

Na organização de estudo a Engenharia de Projetos é responsável pelo projeto, consiste na aquisição dos materiais e formação da equipe de projeto, enquanto a instalação dos ativos físicos fica sob responsabilidade da Engenharia de Construção. Por sua vez, apesar da Engenharia de Projetos ficar como responsável pelo projeto, o processo de acompanhamento de projetos na função manutenção fica sobre responsabilidade da Engenharia de Manutenção, tem como atribuição acompanhar todos os detalhes do projeto, oferecer suporte técnico à equipe



de projetos, e garantir que os ativos atendam aos requisitos de manutenibilidade. De acordo com as tarefas propostas por Viana o acompanhamento de projetos realizado pela Engenharia de Manutenção pode ser subdividido nos processos listados no quadro 3.

Quadro 4: Acompanhamento de Projetos.

(Continua)

Subprocesso	Objetivo	Tarefas
1. Analisar e Realizar Planejamento Técnico dos Ativos	Garantir que os ativos estejam tecnicamente adequados para operação e manutenção.	<ul style="list-style-type: none">• Analisar desenhos e documentação técnica dos ativos;• Suportar tecnicamente à equipe de engenharia de implantação em dúvidas sobre os novos ativos;• Iinspecionar equipamentos que serão transferidos ao novo projeto, caso haja necessidade;• Realizar inspeções na fabricação e montagem.
2. Definir Criticidade, Elaborar e Revisar Planos, Realizar Cadastro Técnico	Estruturar os planos e protocolos de manutenção preventiva e preditiva antes da operação.	<ul style="list-style-type: none">• Definir Criticidade;• Elaborar planos e protocolos de manutenção.
3. Planejar Sobressalentes	Garantir disponibilidade de sobressalentes necessários à operação e manutenção.	<ul style="list-style-type: none">• Elaborar lista de sobressalentes (Spare Parts);• Aprovar lista de materiais (Spare Parts) e planejamento de startup e ramp-up.
4. Planejar de Start-up e Ramp-up.	Garantir que o planejamento esteja adequado com base no cronograma do projeto e pendências.	<ul style="list-style-type: none">• Aprovar planejamento de startup e ramp-up.

Fonte: O autor 2025.



Quadro 4: Acompanhamento de Projetos.

(Conclusão)

5. Realizar Treinamentos	Assegurar que a equipe de manutenção esteja dimensionada e qualificada para o novo projeto.	<ul style="list-style-type: none">• Adequar grade de treinamento ao perfil da mão de obra.
6. Acompanhar Start-up e Ramp-up	Garantir o apoio a Engenharia de Projetos e Engenharia de Construção a identificação de pendências.	<ul style="list-style-type: none">• Acompanhar startup;• Acompanhar o ramp-up.
7. Encerrar Projeto	Concluir formalmente o projeto e atualizar o sistema de gestão de ativos.	<ul style="list-style-type: none">• Preencher relatório final do projeto em conjunto com a engenharia de implantação.• Analisar para baixa de ativos obsoletos, quando aplicável.

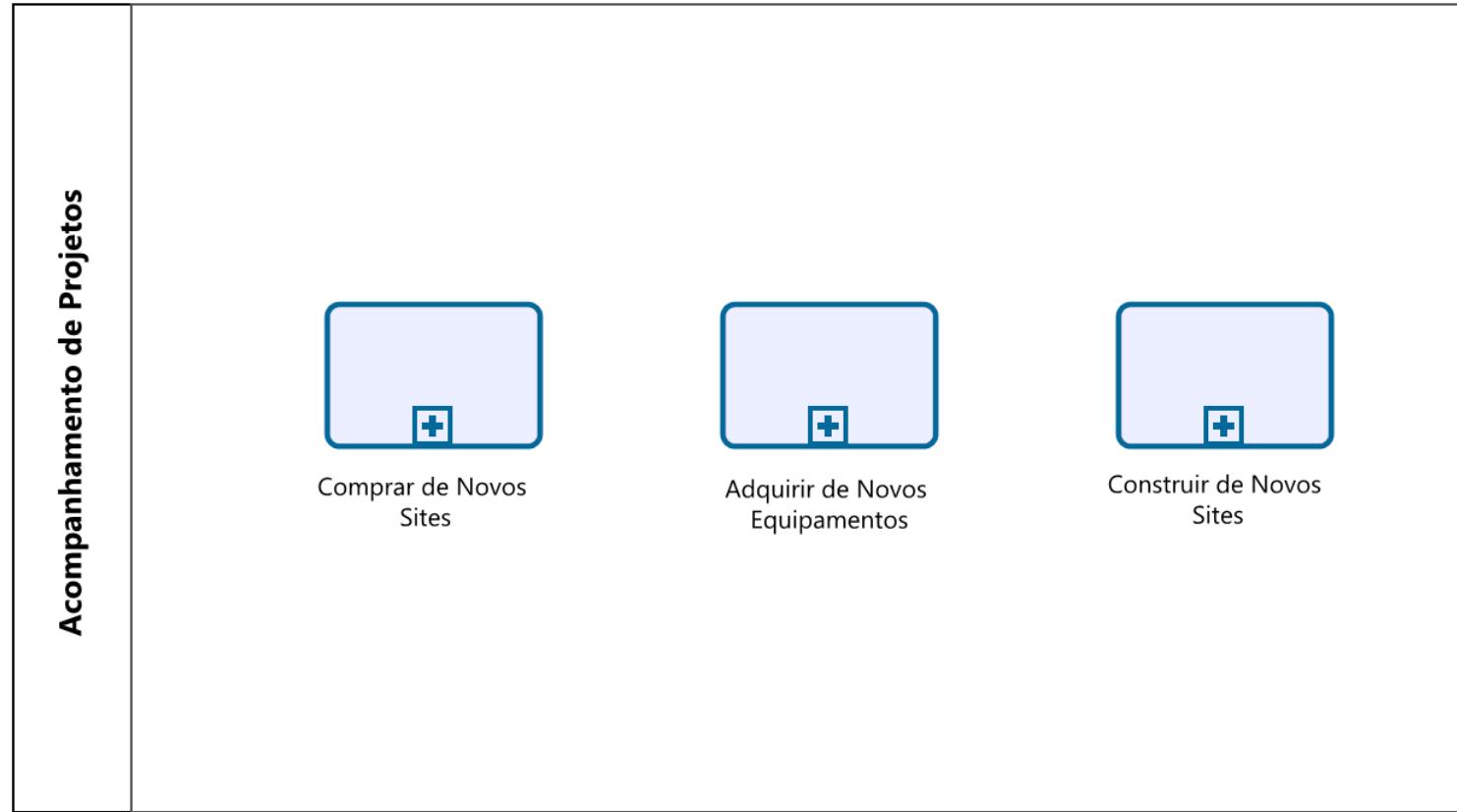
Fonte: O autor 2025.

Os processos representados na figura 12 contemplam os processos que necessitam de acompanhamento de projetos, com base nas atividades atribuídas a Engenharia de Manutenção por Viana. O processo destacado em vermelho nas figuras 13,14 e 15, observou-se durante a pesquisa que a responsabilidade pela identificação da lista de sobressalentes tem sido atribuída à área de O&M (Operações e Manutenção), responsável pela execução das atividades.

Entretanto, o dimensionamento de sobressalentes está diretamente relacionado à confiabilidade dos ativos, à frequência de falhas e aos custos associados ao estoque. Dessa forma, essa atribuição deveria caber à Engenharia de Manutenção, que detém o conhecimento técnico e informações necessárias para tomada de decisão, especialmente durante as fases de aquisição ou construção. Para a área de manutenção, essa avaliação é indispensável, pois permite antecipar a necessidade de reposição de componentes, evitando atrasos operacionais por falta de peças. Além disso, contribui reduzindo custos elevados por requisições imediatas ao mercado, e a racionalização dos estoques diminuindo custos com itens de baixa criticidade que ocupam



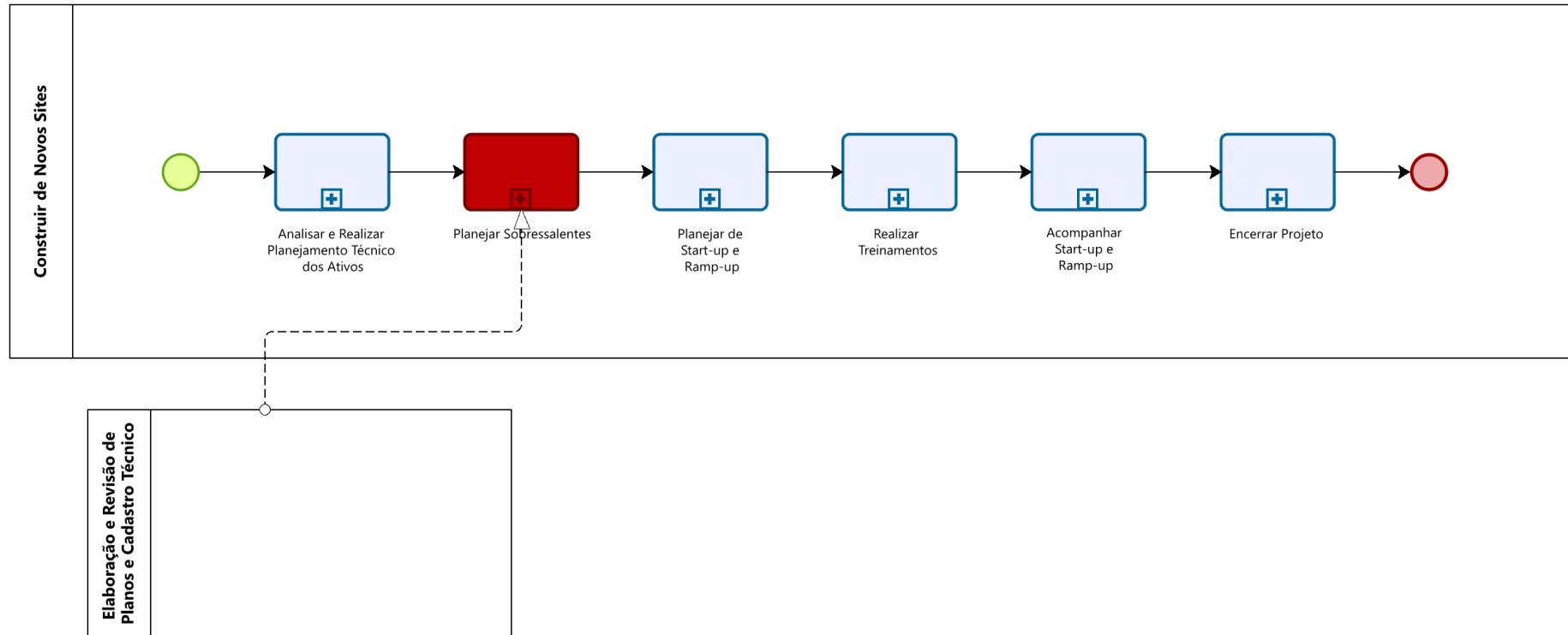
Figura 12: Acompanhamento de Projetos.



Fonte: O autor 2025.



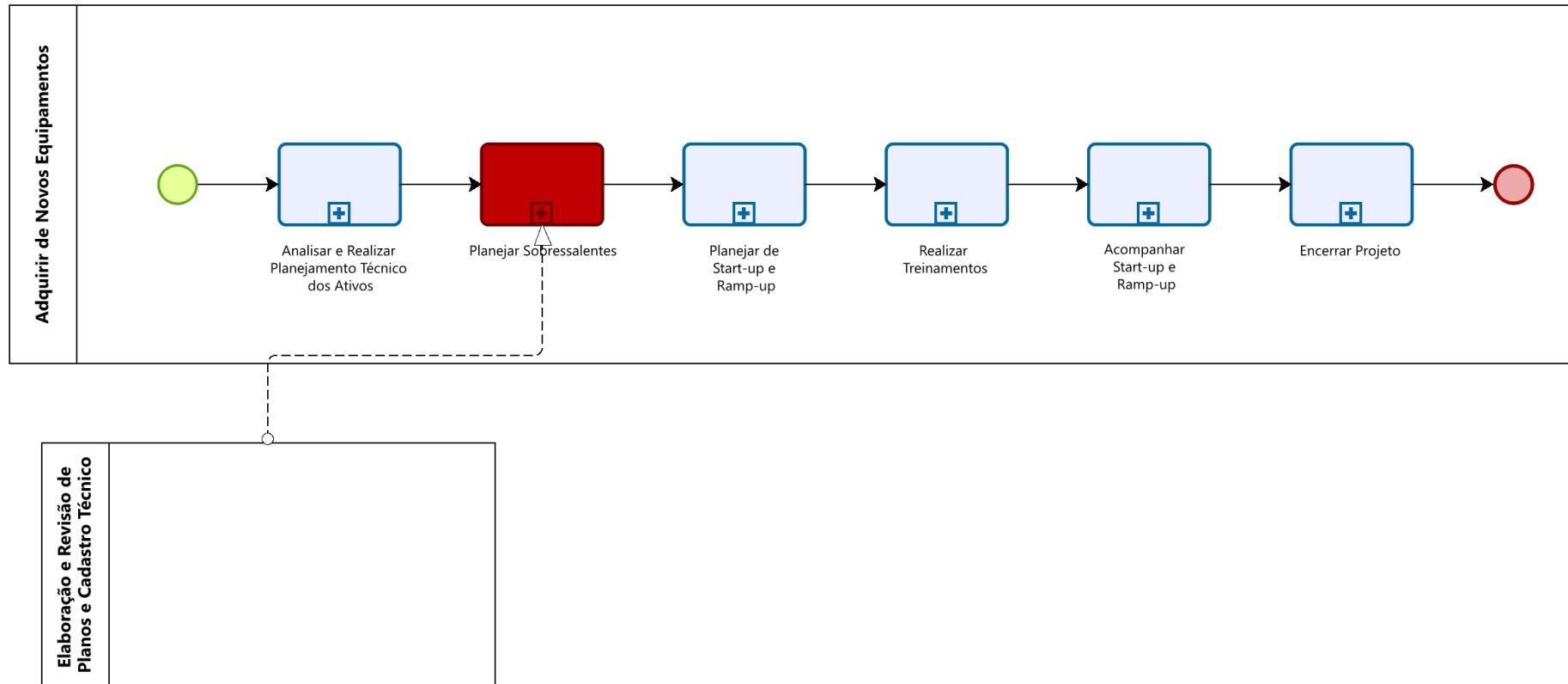
Figura 13: Construir de Novos Sites.



Fonte: O autor 2025.



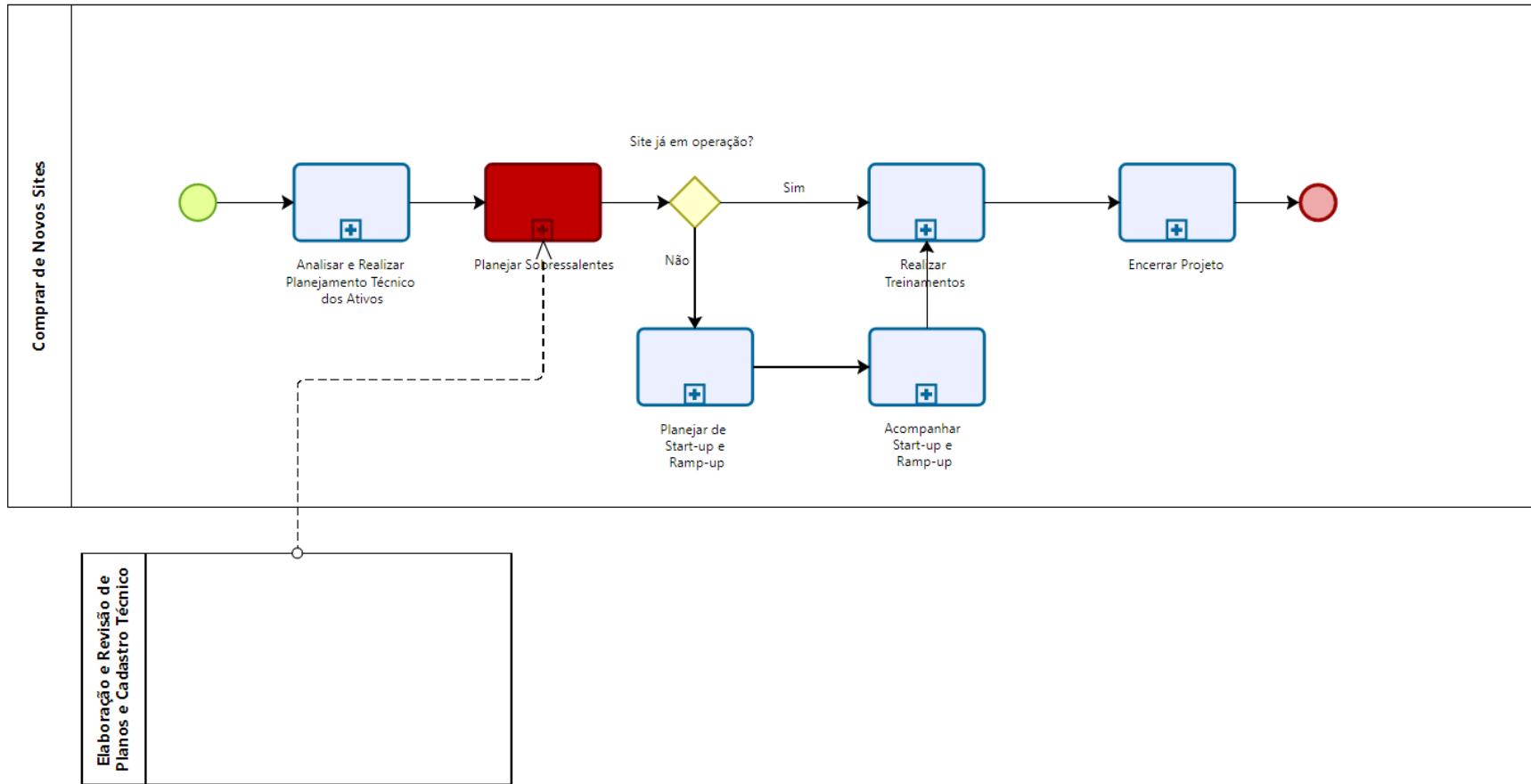
Figura 14: Adquirir de Novos Equipamentos.



Fonte: O autor 2025.



Figura 15: Comprar de Novos Sites.



Fonte: O autor 2025



4.1.2 Codificação e Tagueamento dos Ativos

Na organização do estudo, o processo tem início após a aquisição de novos equipamentos ou compra ou construção de novos sites, figura 16. A primeira atividade consiste na codificação detalhada até a identificação do menor componente substituível, área CMA (Controle e Monitoramento de Ativos) realiza o cadastro de acordo com a norma ABNT NBR ISO 14224 (2011), conforme exemplo ilustrado no quadro 5.

Quadro 5: Exemplo de Codificação.

Nível	Código	Descrição	Código
Planta	UAE01	Usina Eólica 01	UAE01
Sistema	AE01	Aerogerador 01	UAE01-AE01
Equipamento	TRB	Turbina	UAE01-AE01-TRB
Componente	01	Pá do Rotor nº 1	UAE01-AE01-TRB-01
Subcomponente	BRG	Rolamento principal	UAE01-AE01-TRB-01-BRG
Elemento	S01	Sensor de vibração do rolamento	UAE01-AE01-TRB-01-BRG-S01

Fonte: O autor 2025.

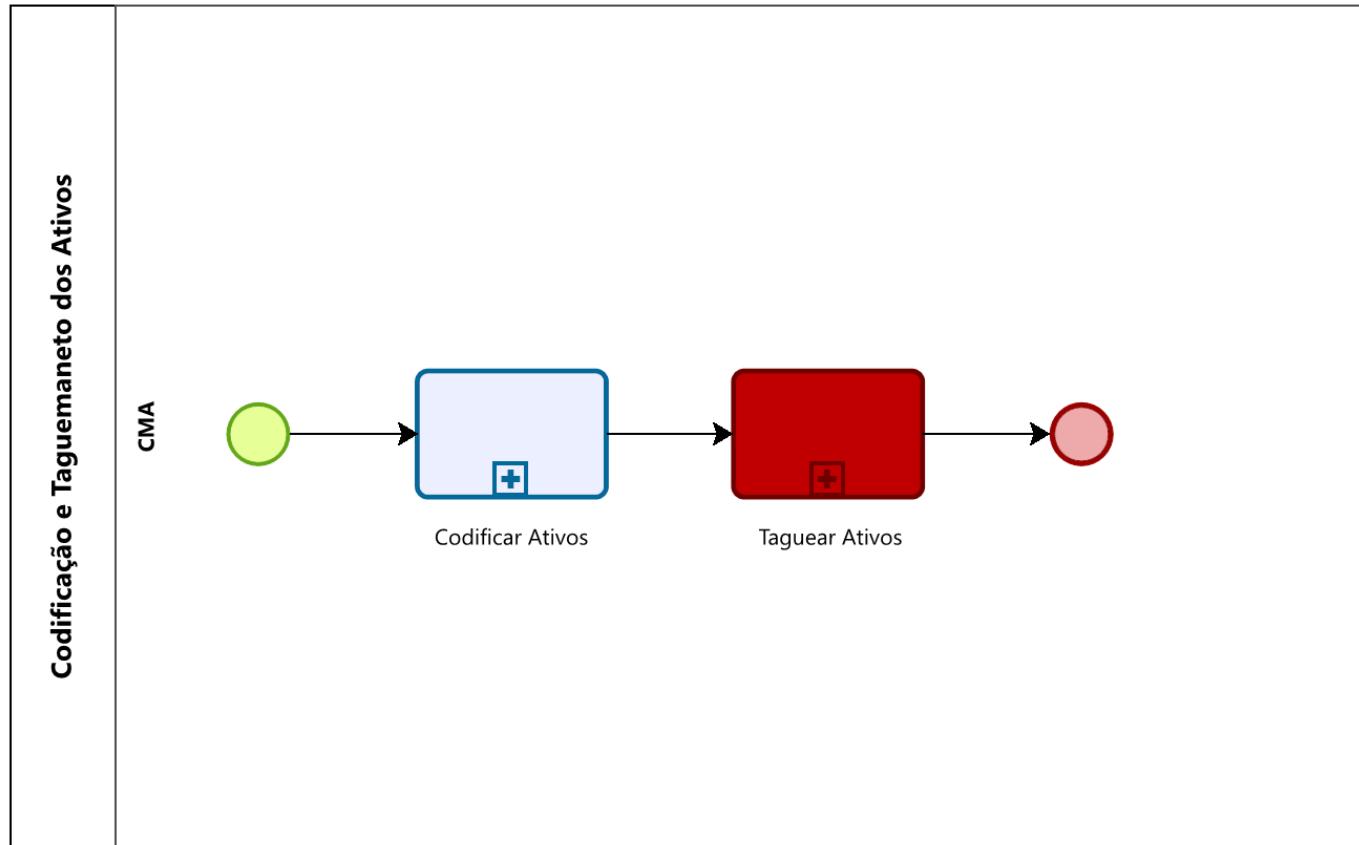
A empresa em questão ainda não implementou o tagueamento físico em todos seus ativos, apenas em um parque solar. Durante entrevista com os responsáveis, um dos principais pontos levantados foi o elevado custo associado à implantação. Como já citado anteriormente, em seu portfólio a empresa possui, 42 usinas hidrelétricas, 37 parques eólicos e 30 parques solares. O que corresponde a cerca de aproximadamente 745 mil ativos a serem tagueados.

O tagueamento facilita a rotina de manutenção, especialmente nos processos de abertura de anomalias em campo, na baixa de ativos e na rastreabilidade das informações operacionais. Para viabilizar o projeto, a empresa deve adotar um método de priorização que considere os custos de investimento associado, o tempo de investimento de cada ativo, sua valorização de mercado e o retorno esperado em eficiência de manutenção, permitindo reduzir de forma estratégica o grupo de ativos a ser tagueado.

Além do tagueamento, identifica-se como necessidade de melhoria vincular as informações operacionais a cada codificação, número de quebras, disponibilidade, custos e obsolescência, de modo a ampliar a rastreabilidade e o controle técnico. Outra oportunidade consiste em associar dados de sobressalentes e de criticidade a cada ativo, integrando as informações de manutenção, suprimentos e confiabilidade em uma base único.



Figura 16: Codificação e Tagueamento dos Ativos.



Fonte: O autor 2025.



4.1.3 Definição de Criticidade e Estratégia de Manutenção

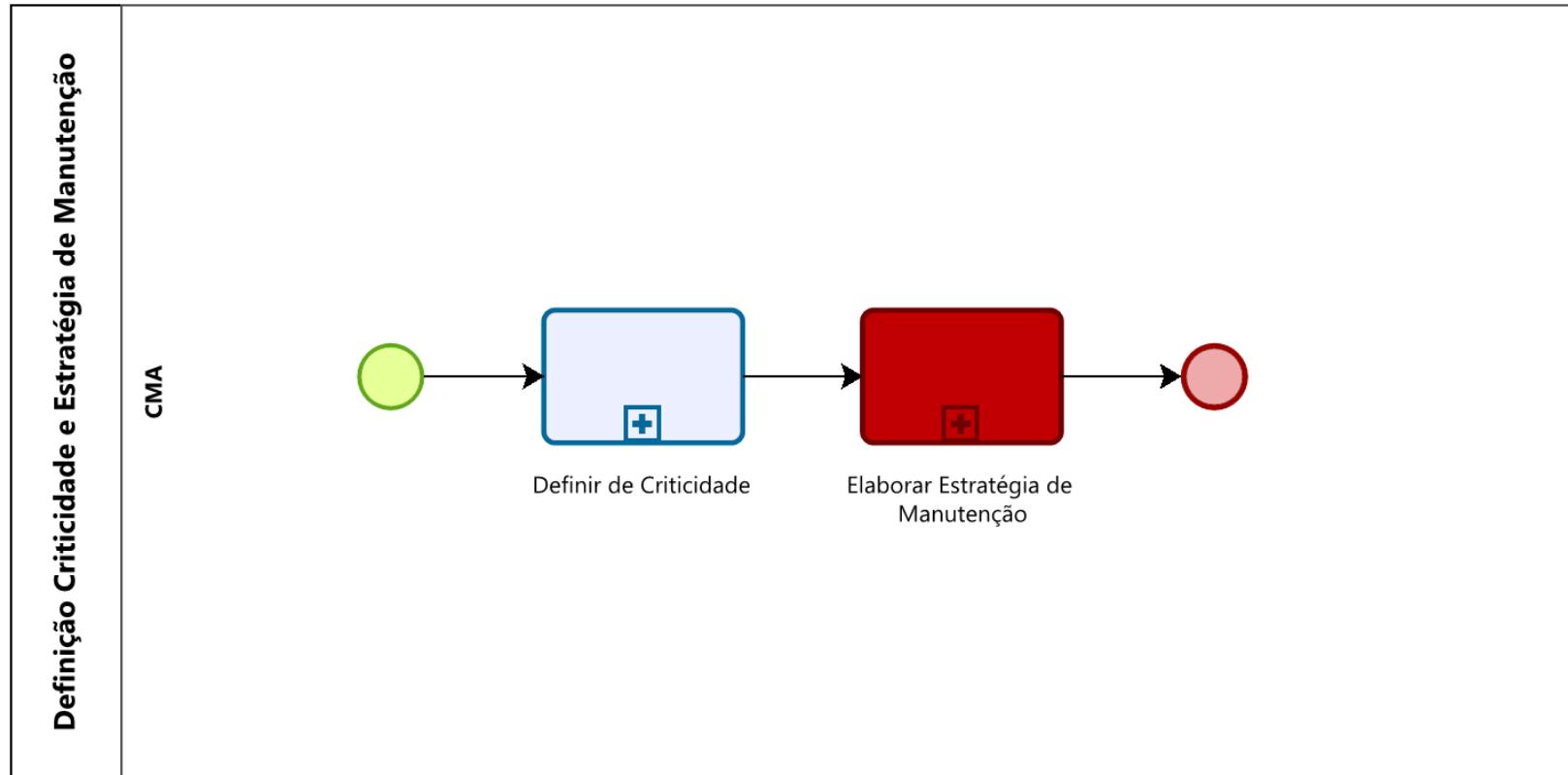
Na organização em estudo, embora o processo de avaliação de criticidade já esteja definido em procedimento interno, ele ainda não foi implementado. Procedimento considera para a avaliação fatores como a potência do equipamento, sua importância comercial, diretamente relacionada aos custos decorrentes do não atendimento da demanda prevista. Para as fontes hidráulicas, a existência de comportas e a proximidade de comunidades potencialmente afetadas. Já para as fontes solares e eólicas, a análise inclui a dependência de transformadores elevadores, que influenciam a disponibilidade e a eficiência do sistema como um todo, figura 17.

Apesar da metodologia de Viana, 2020 citar apenas a avaliação de criticidade por equipamento, é interessante também analisar a criticidade por componente, quanto a disponibilidade, uma vez que nem todos os componentes possuem potencial para interromper a operação. Essa avaliação é fundamental para o tratamento adequado das demandas de manutenção condicional, permitindo priorizar intervenções conforme o impacto real de cada componente sobre a operação do sistema.

No que se refere à estratégia de manutenção, a organização atualmente não utiliza metodologias formais para definir sua estratégia. Em vez disso, as decisões são fundamentadas apenas na experiência operacional das equipes e nas recomendações dos fabricantes dos equipamentos. Embora essa abordagem contribua para as definições das atividades de rotina, a ausência de uma análise estruturada dos sistemas limita a identificação das causas raízes das falhas e a otimização das ações preventivas e preditivas.



Figura 17: Definição de Criticidade e Estratégia de Manutenção.



Fonte: O autor 2025.



4.1.4 Elaboração e Revisão dos Planos e Cadastro Técnico

Na empresa, o processo de cadastro técnico é realizado por meio do sistema de gestão de documentos (GED), mas não estão vinculadas ao cadastro dos códigos dos equipamentos. Já no processo de elaboração dos planos embora o autor menciona em seu modelo apenas as atividades relacionadas à função de manutenção que englobam os serviços eletromecânicos, também são executadas atividades periódicas. Diferentemente de outros setores industriais ou serviços, onde há uma área específica dedicada à realização dessas tarefas, nesta organização elas também são conduzidas pela equipe de O&M (Operação e Manutenção), por serem atividades rotineiras. Essas atividades incluem atividades civis, de segurança e a meio ambiente.

A elaboração dos planos do programa de manutenção envolve reuniões iniciais com a equipe de Engenharia, seguidas da validação pela Operação e, posteriormente, da revisão final pela Engenharia, até que todos os planos sejam devidamente aprovados. Para as atividades periódicas, segue o mesmo padrão adotado para os serviços eletromecânicos: inicia-se com reuniões preliminares com os especialistas, passa pela validação da equipe de operação e, por fim, retorna aos especialistas para revisão final, até que todos os planos sejam aprovados, figura 18.

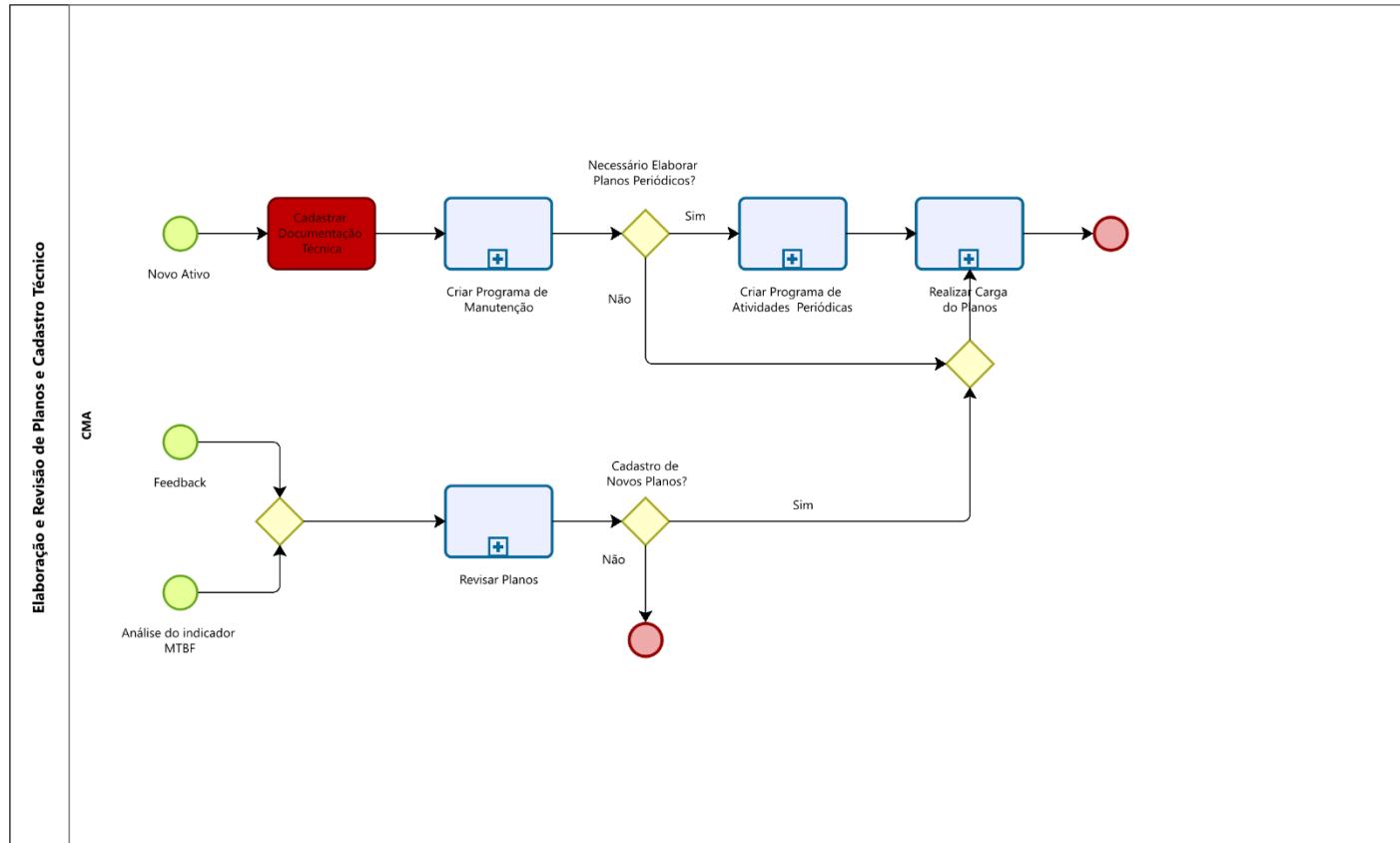
Atualmente, a organização enfrenta dificuldades nesse processo, principalmente devido a divergências de opiniões técnicas entre a equipe de operação e a engenharia de manutenção. Em 2025, a empresa acionou o processo de revisão dos planos em três ocasiões, com o objetivo de eliminar redundâncias que ainda persistem.

Como oportunidade de melhoria, propõe-se a implementação de uma estratégia de manutenção baseada em MCC (Manutenção Centrada na Confiabilidade), responsável por justificar a escolha dos planos. Outro ponto de melhoria que pode ser adotado pela empresa diz respeito à diferenciação entre as atividades de natureza normativa, relacionadas a seguros, exigências de órgãos reguladores, e relacionadas à garantia do fornecedor, nos planos que compõem o Programa de Atividades Periódicas e o Programa de Manutenção.

No programa de atividades periódicas, também é fundamental que o cadastramento das atividades seja realizado de forma que possa ser distinguindo as ações civis, ambientais, de segurança e regulatórias, o que irá contribuir para melhor priorização e alocação dos recursos disponíveis.



Figura 18: Elaboração e Revisão de Planos e Cadastro Técnico.



Fonte: O autor 2025



4.2 Identificação da Demanda

O processo de Identificação da Demanda, como já citado anteriormente, envolve a identificação e o direcionamento adequado das atividades de manutenção. Esse tópico será apresentado a descrição dos processos da organização estudada e as oportunidades de melhorias de acordo com o macroprocesso da Figura 11.

4.2.1 Manutenções Sistemáticas

As manutenções sistemáticas da organização são compostas pelo programa de manutenção e pelo programa de atividades periódicas, conforme figura 19. Os planos de manutenção são acompanhados por guias que detalham os recursos e ações necessárias para a execução da atividade, incluem:

Quadro 6: Itens da Guia de Manutenção.

- Planos vinculados a codificação do ativo;
- Tarefas a serem executadas;
- Quantidade total de técnicos necessários;
- Materiais e ferramentas requeridos;
- Procedimentos de apoio.

Fonte: O autor 2025.

Entretanto, durante entrevistas realizadas, foi identificado que nem todas essas guias apresentam escopos bem definidos, o que tem gerado divergências na execução dos serviços e, em alguns casos, reprogramação das atividades. Apesar de indicarem o número total de técnicos, as guias não especificam a distribuição por especialidade nem os treinamentos exigidos, o que evidencia oportunidades relevantes de melhoria na alocação de recursos e na demanda de qualificação das equipes.

Além disso, a forma como os materiais e ferramentas estão descritos inseridos diretamente no corpo das atividades dificulta a interpretação e a análise, especialmente diante do elevado volume de atividades que passam pelo processo de aprovisionamento. Essa estrutura



compromete a eficiência logística e a preparação adequada das equipes, com essas informações definidas viabiliza-se o cadastramento dos recursos diretamente nas ordens de serviços, gerando um planejamento automatizado.

Outro ponto de melhoria neste processo está relacionado a ausência de modelos padronizados de relatórios para registrar as conclusões das intervenções. Embora as guias mencionem procedimentos de apoio, a falta de padronização na documentação dificulta análises posteriores para fins de comprovação da qualidade de execução das atividades e rastreabilidade.



Figura 19: Manutenção Sistemática.



Fonte: O autor 2025.



4.2.2 Manutenções Condicionais

As manutenções condicionais na organização são atividades decorrentes da identificação de anomalias cuja intervenção não é imediata ou manutenções extraordinárias, figura 20, voltadas ao acompanhamento contínuo do desempenho dos equipamentos e à identificação de defeitos ou falhas.

As demandas relacionadas a anomalias surgem por meio de análises em campo ou processos de monitoramento, sendo enquadradas como prioridade 3 a 5, as anomalias são identificadas em campo pela equipe de operação ou pelas áreas de apoio. Já as manutenções extraordinárias têm origem através de intervenções emergenciais ou são identificadas por meio de monitoramento preditivo, integrando os planos de manutenção extraordinários. Essas intervenções não seguem o cronograma das manutenções sistemáticas, mas são essenciais para garantir a confiabilidade operacional e prevenir recorrência de falhas.

Na organização, existem demandas emergenciais que, embora críticas, não podem ser tratadas de forma imediata. Isso ocorre em situações em que a falha resulta na indisponibilidade do ativo, apresenta alta complexidade de resolução, pode depender de fornecedores externos ou quando há redundância na planta que elimina a urgência da intervenção. Nesses casos, há tempo hábil para definir uma data futura para execução, e essas demandas são classificadas, no momento da abertura, como prioridade 3 a 4, sendo enquadradas como manutenções condicionais, já que a intervenção não é imediata mesmo que, idealmente, fosse recomendada. Para o cenário atual da empresa, chamar essa demanda como manutenção corretiva programada, conforme sugerido pelo autor, não traria ganhos significativos, devido à dispersão do conhecimento do processo de classificação.

Durante observações e entrevistas, foram constatadas dúvidas recorrentes quanto à correta classificação das anomalias, o que exige conhecimento técnico específico sobre os conceitos de defeito, falha, manutenção preventiva e preditiva. Também foram observadas divergências nos critérios de prioridade atribuídos às anomalias, o que pode impactar diretamente a tomada de decisão e o planejamento das intervenções. Essa distinção entre manutenção condicional e manutenção corretiva programada representa uma oportunidade de melhoria a longo prazo, especialmente considerando que o ativo está indisponível. A criação de uma categoria específica para esse tipo de demanda poderia contribuir para maior facilidade

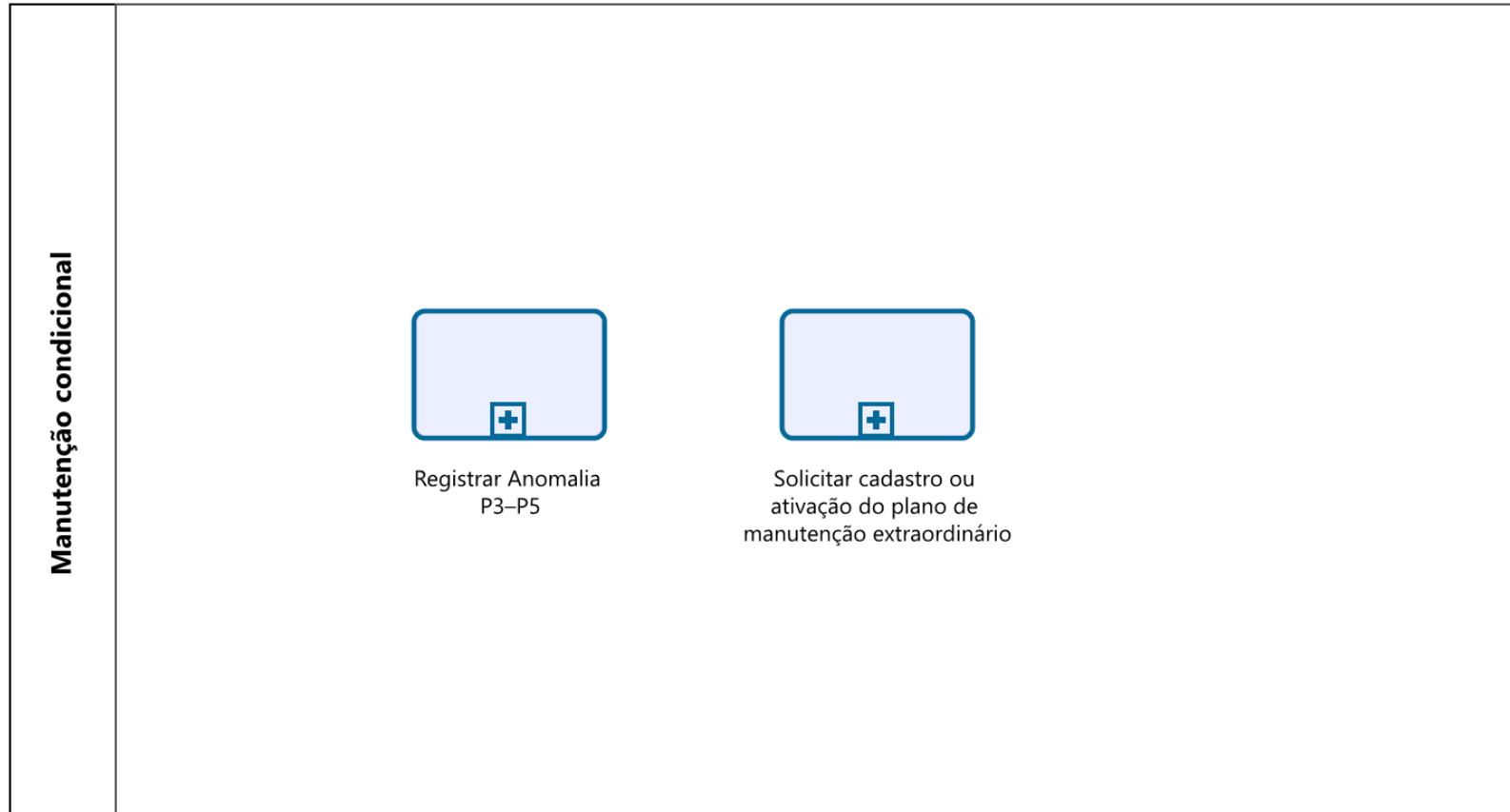


de rastreamento para o planejamento e priorização.

Diante disso, recomenda-se como uma melhoria de curto prazo a padronização dos conceitos técnicos utilizados, a elaboração de diretrizes claras para classificação de prioridade e a realização de treinamentos com as equipes envolvidas, visando garantir maior assertividade na identificação e tratamento das anomalias. Outro ponto de melhoria relevante é o cadastro prévio dos materiais diretamente nas ordens de serviço no momento da abertura, o que permitiria a geração de um planejamento sem grandes esforços, otimizando o processo de planejamento e aprovisionamento.



Figura 20: Manutenção Condisional.



Fonte: O autor 2025.



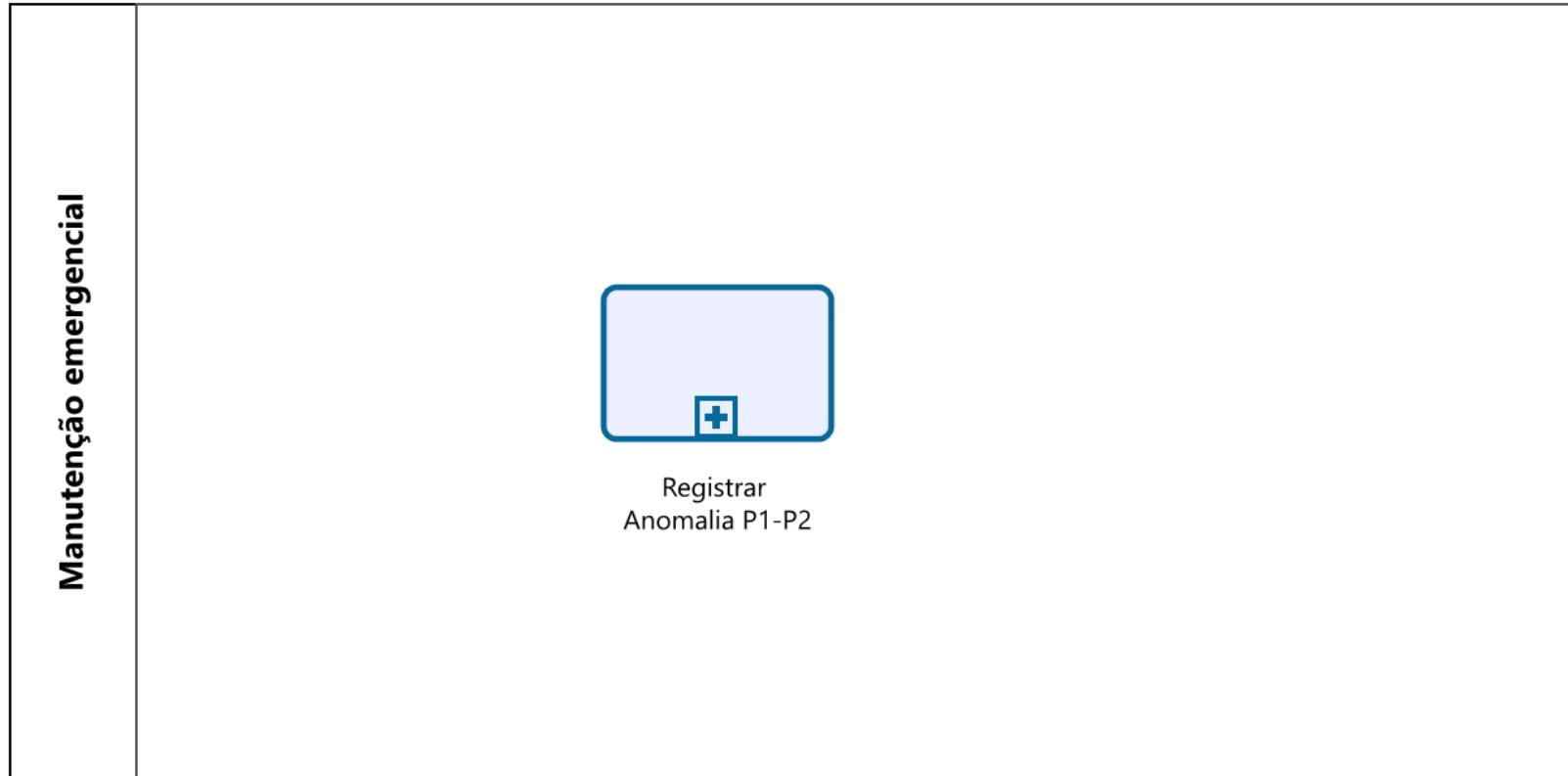
4.2.3 Manutenção Emergencial

Na organização, chamamos o processo de manutenção corretiva, caracterizado por Viana no modelo de “Manutenções Emergencial”, pois nem sempre serão apenas manutenções corretivas, que devem ser atendidas de caráter imediato, há casos se o defeito não for tratado de forma imediatamente, podem evoluir rapidamente para uma falha ou perda de performance. Por esse motivo, diferentemente da abordagem de Viana, a demanda é tratada exclusivamente como “Manutenção de Emergencial”, figura 21.

Essa modalidade consiste em uma intervenção imediata com prazo de até dois dias para resolução, gerada após a identificação de uma necessidade de manutenção ou por meio de análise em campo, sendo classificada como anomalia de prioridade 1 ou 2. Seu principal objetivo é corrigir falhas ou defeitos que tenham causado ou possam vir a causar alto impacto ao ativo, à segurança dos colaboradores ou ao meio ambiente.



Figura 21: Manutenção Emergencial.



Fonte: O autor 2025.

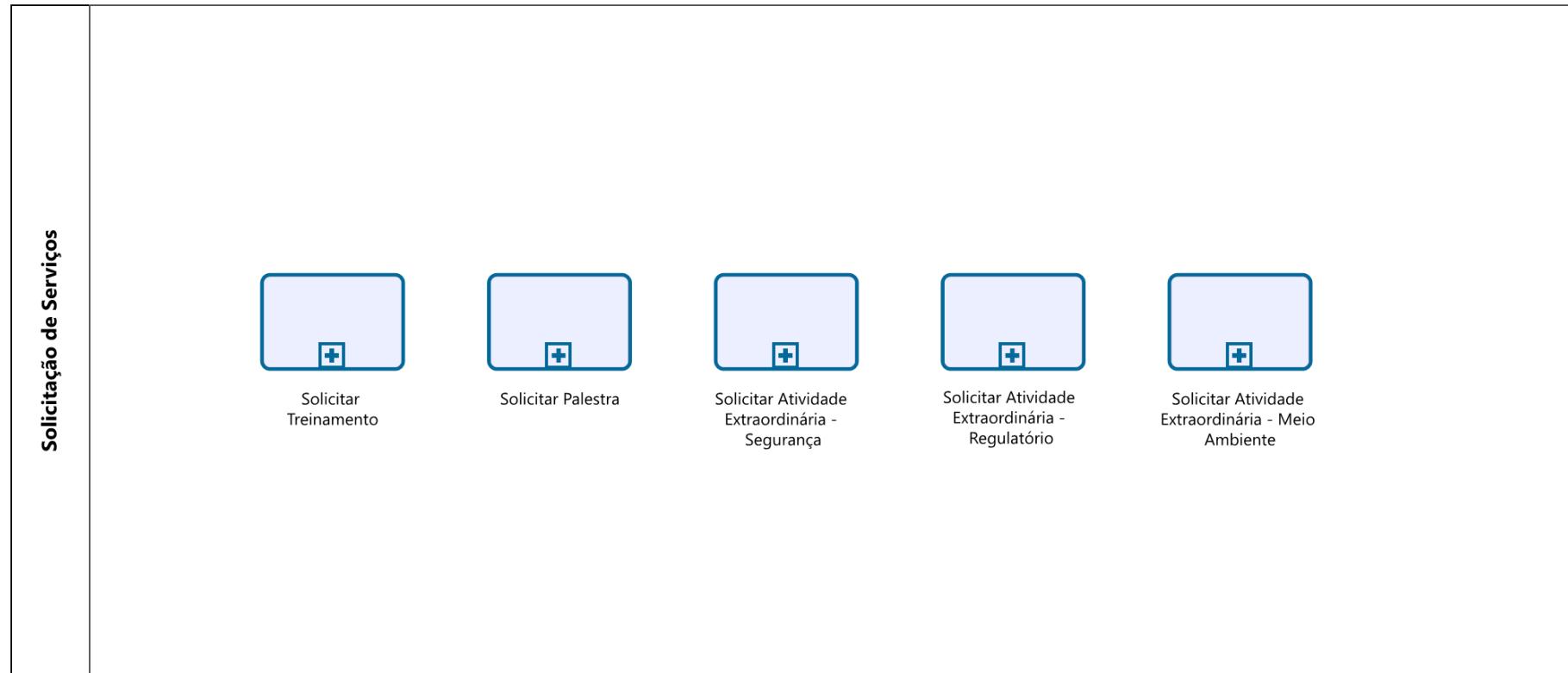


4.2.4 Solicitações de Serviço

O processo de solicitações de serviços difere do que referenciado pelo autor, que consiste em atividades eletromecânicas identificadas por áreas externas a manutenção e operação durante inspeções, uma vez que as atividades de inspeção nos sites, como civil, meio ambiente, segurança são executadas diretamente pelo O&M (Operação e Manutenção). Portanto, esse processo na organização refere-se exclusivamente a atividades de participações em treinamentos e palestras, bem como atividades extraordinárias relacionadas à segurança, meio ambiente, conformidade regulatória e treinamentos obrigatórios, de acordo com a figura 22.



Figura 22: Solicitação de Serviço.



Fonte: O autor 2025.



4.3 Tratamento da Demanda

O processo de Tratamento da Demanda, como já citado anteriormente, abrange desde o planejamento até a execução das atividades identificadas, contemplando planejamento, aprovisionamento, programação e execução da demanda. Nesse tópico serão apresentados a descrição dos processos da organização estudada e as oportunidades de melhorias de acordo com o macroprocesso da Figura 11.

A organização atualmente conta com três planejadores responsáveis pelo planejamento e programação das atividades de manutenção. No entanto, esse número não é suficiente para suprir integralmente a demanda existente conforme modelo previsto por Vianna, e a previsão de ampliação dessa equipe não é viável no momento. Diante disso, todas as propostas de melhoria foram elaboradas considerando os recursos disponíveis.

Buscando identificar os ativos mais relevantes com base em sua representatividade e direcionar os esforços de forma estratégica. Uma das propostas consiste em equilibrar risco, custo e desempenho por meio da adoção de uma metodologia de classificação baseada na curva ABC.

Na metodologia proposta, a Classe A abrange 80% dos indicadores, considerando Receita, Apontamentos e Quantidade de Ordens de Serviço; a Classe B representa 15%; e a Classe C, os 5% restantes. A classificação geral e a definição dos grupos (1, 2 ou 3) são determinadas pela multiplicação dos pesos e pontuações atribuídos a cada indicador. Essa categorização serve como base para direcionar as responsabilidades relacionadas ao planejamento de curto prazo, bem como à programação mensal (M+1) e semanal (S+1), conforma quadro 7, 8 e 9.

Quadro 7: Indicador e Peso.

Indicador	Peso
Receita	3
Apontamentos	2
Qtd. OS	1

Fonte: O autor 2025.



Quadro 8: Classificação e Pontuação.

Classificação	Pontuação
A	80
B	15
C	5

Fonte: O autor 2025.

Quadro 9: Grupo, Pontuação e Responsabilidades.

Grupo	Critério de Pontuação Geral	Responsabilidades
1	≥ 405	PCM deverá assumir o planejamento de longo prazo, médio prazo, curto prazo, programação mensal e semanal das atividades de manutenção.
2	180 a 350	PCM deverá assumir o planejamento de longo prazo, médio prazo, curto prazo, programação mensal e revisão da programação semanal. O&M deverá assumir a programação semanal das atividades de manutenção.
3	≤ 155	PCM deverá assumir o planejamento de longo prazo, médio prazo e a programação mensal. O&M deverá assumir integralmente o planejamento de curto prazo e a programação semanal das atividades de manutenção.

Fonte: O autor 2025.



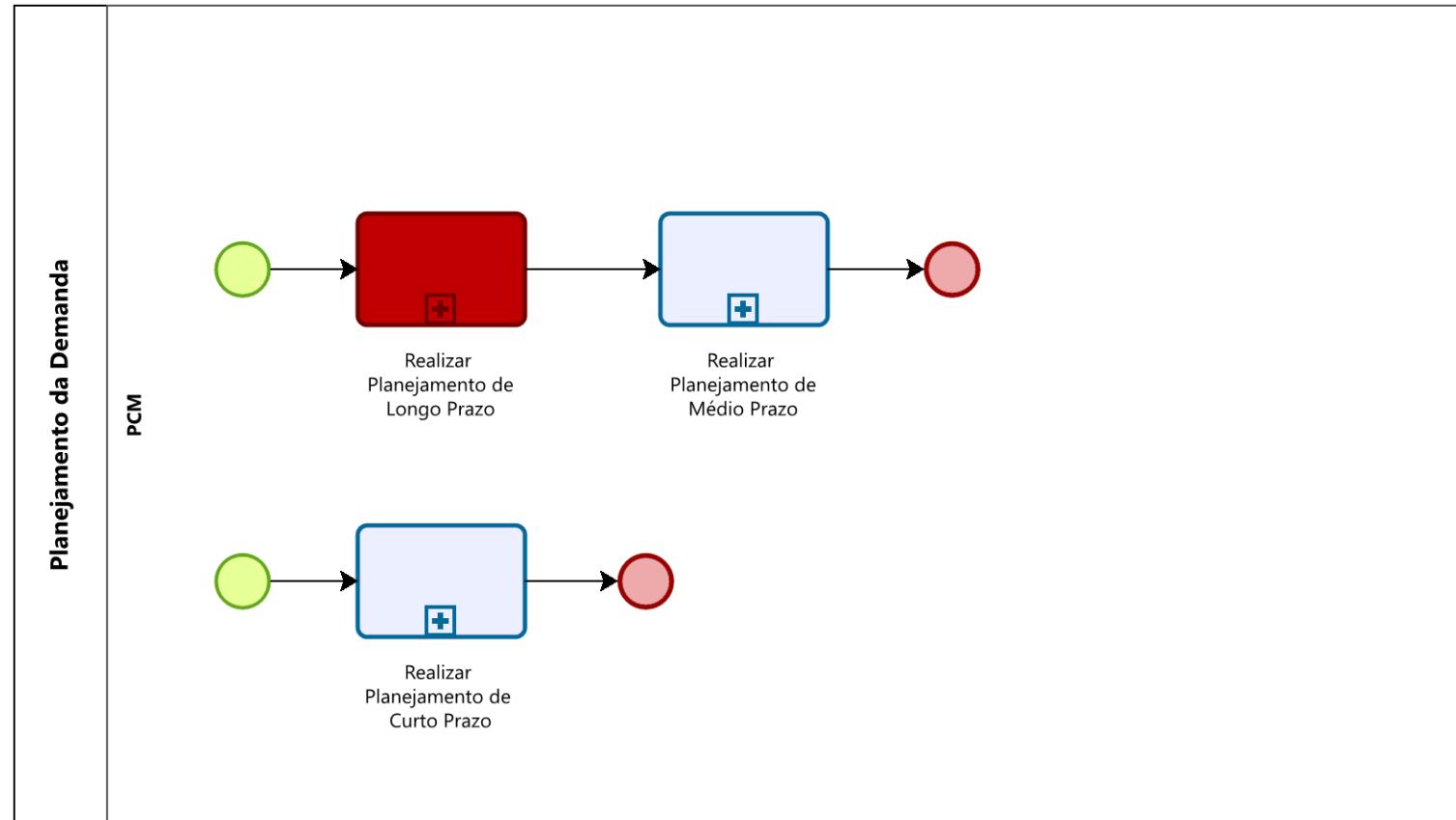
4.3.1 Planejamento da Demanda

Na organização em estudo, o planejamento de longo prazo que visa prever as grandes intervenções de manutenção com horizonte de cinco anos é conduzido atualmente pela área de Controladoria em conjunto com O&M. No entanto, esse processo é impactado pela baixa participação PCM, que ainda não dispõe de um plano de manutenção consistente, devido as divergências técnicas entre as áreas de Engenharia e Operação e Manutenção, citadas anteriormente no processo de elaboração e revisão dos planos de manutenção. Essa ausência compromete a precisão das estimativas orçamentárias, dificultando a elaboração de um orçamento alinhado às necessidades reais da manutenção, uma vez que dispõem facilmente das pendências e dos planos previstos para execução.

No planejamento de médio prazo a organização realiza apenas o planejamento das grandes intervenções previstas para ano vigente, atividades de manutenções sistemáticas não estão incluídas nesse planejamento. O planejamento de curto prazo para organização atualmente consiste na revisão, ajuste e ao planejamento dos recursos necessários das anomalias de prioridade 3 a 5, bem como ao acompanhando das grandes intervenções de manutenção, no entanto esse processo não é executado em todos os ativos em virtude a quantidade de planejadores não ser suficiente para suprir totalmente a demanda de planejamento, figura 23.



Figura 23: Planejamento da Demanda.



Fonte: O autor 2025.



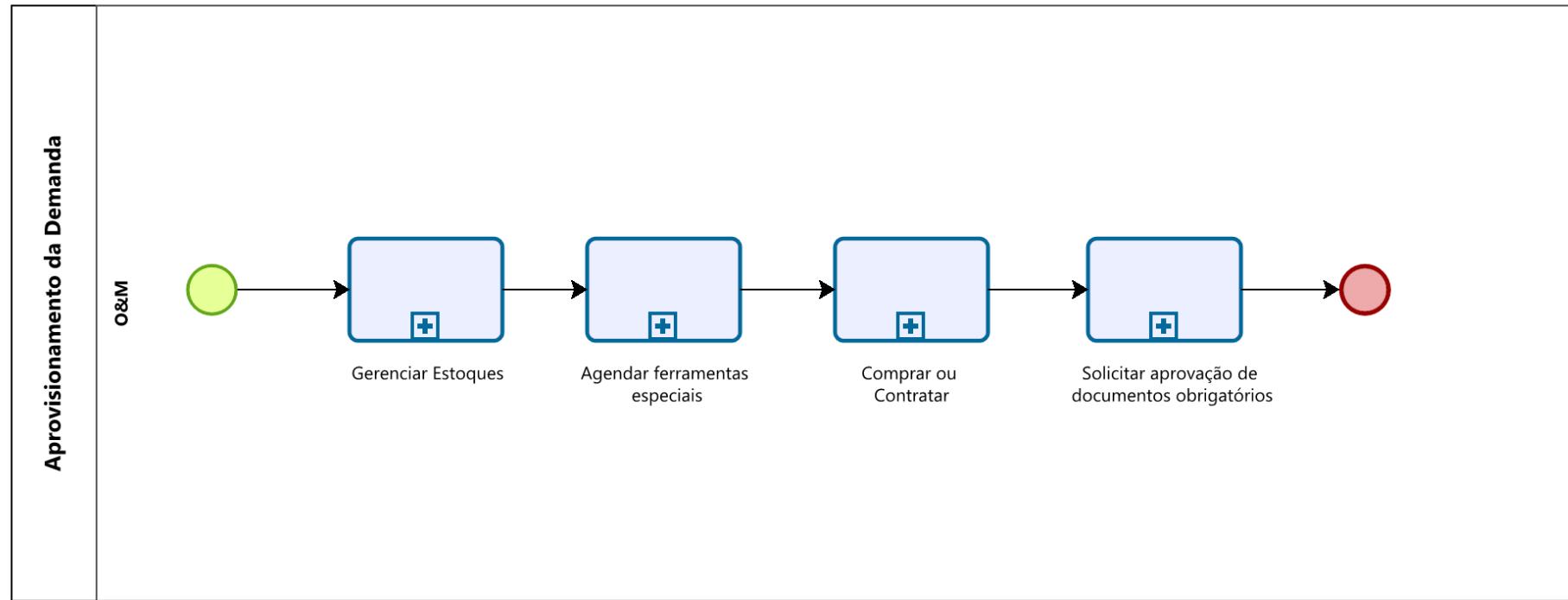
4.3.2 Aprovisionamento da Demanda

O processo de aprovisionamento é atualmente conduzido pela equipe de O&M (Operação e Manutenção) como já citado anteriormente devido à quantidade insuficiente de planejadores para atender plenamente à demanda de planejamento. Nesse contexto, cada supervisor de manutenção realiza a própria gestão, e os desafios associados estão relacionados à ausência de um mapa de 52 semanas que contemple também as manutenções sistemáticas, às divergências ainda presentes nos planos existentes e à difícil rastreabilidade dos recursos necessários para a execução das atividades. Além disso, a falta de diretrizes claras para aprovação dos documentos obrigatórios dificulta o processo de aprovisionamento, figura 24.

Como oportunidades de melhoria, destacam-se a estruturação de um mapa de 52 semanas contemplando as atividades de manutenção sistemática, a definição de instruções e responsabilidades para aprovação dos documentos obrigatórios, o levantamento estruturado das demandas sistemáticas para inclusão no planejamento, bem como o desenvolvimento de um dashboard que permita o acompanhamento dos indicadores de atendimento de materiais, o monitoramento do índice de ruptura de estoque e a previsões de inclusão de itens críticos nos estoques sistêmicos.



Figura 24: Aprovisionamento da Demanda.



Fonte: O autor 2025.

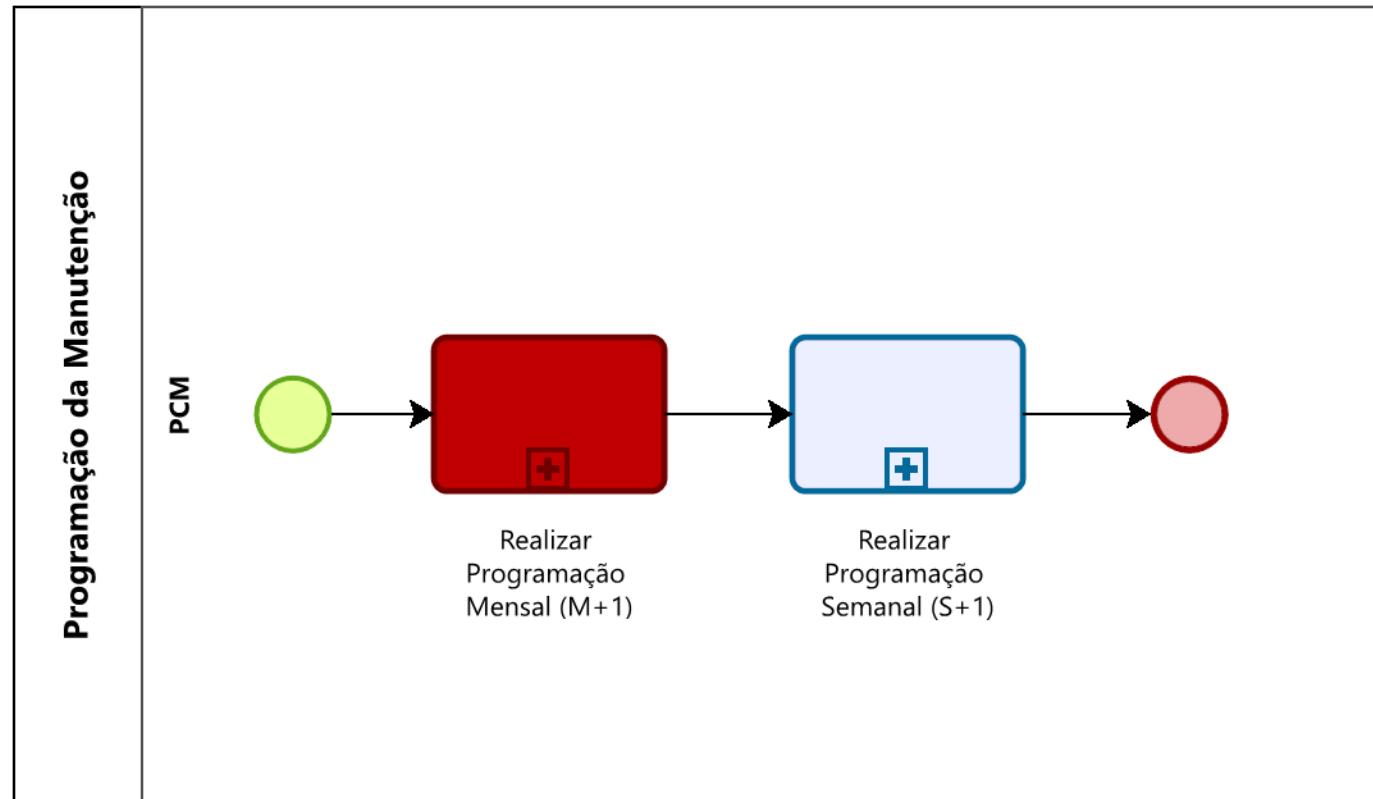


4.3.3 Programação da Demanda

Durante as entrevistas e observações, verificou-se que, devido à alta demanda de atividades, não é viável detalhar a programação semanal em escala diária. Atualmente, a programação de manutenção é elaborada apenas em nível semanal pela área de PCM. Em alguns sites, essa programação é feita pelo próprio site, prática mantida por costume, já que historicamente o processo era conduzido dessa forma. Após a definição da programação semanal, o supervisor recebe a lista de atividades, realiza a distribuição diária das tarefas e designa os mantenedores responsáveis. Em determinadas situações, o próprio mantenedor assume essa responsabilidade, figura 25.



Figura 25: Programação da Demanda.



Fonte: O autor 2025.



4.3.4 Execução da Demanda

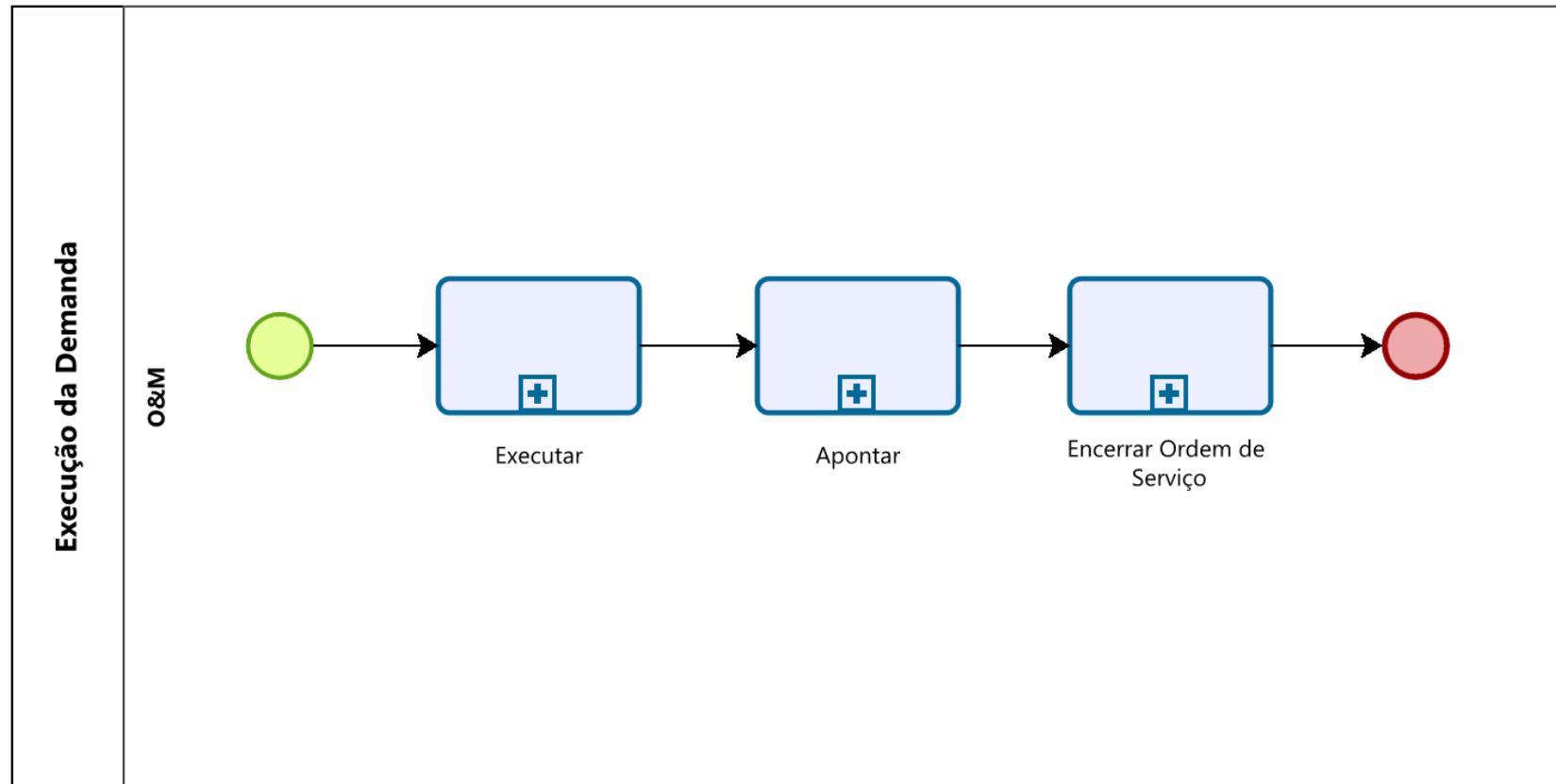
Após a emissão da programação, as atividades seguem pelas etapas de execução, apontamento e encerramento da ordem de serviço, figura 26. Durante as observações, foi identificado que algumas atividades programadas não possuem os recursos necessários para sua execução, seja por falta de treinamento, especialidade técnica ou materiais, fatores que atualmente nem sempre são considerados no momento da programação. No encerramento das atividades, os documentos obrigatórios descritos nas guias de manutenção devem ser anexados às ordens de serviço. Entretanto, não há um controle efetivo sobre as ordens que permanecem com pendências de documentação.

Como proposta de melhoria, e considerando as limitações sistêmicas atuais, sugere-se que as ordens de serviço geradas tenham seu status alterado de “Em Planejamento” para “Não Liberada” pelo setor de O&M, somente quando todos os recursos necessários à execução estiverem disponíveis.

Após a conclusão das atividades, o O&M deve emitir os relatórios e/ou realizar a baixa e imobilização dos ativos, sempre que aplicável. Concluído esse processo, o status das ordens de serviço deve ser alterado de “Concluída” para “Fechada”. Cabendo ao supervisor de O&M emitir ou designar um responsável pela emissão dos documentos pertinentes e pela baixa dos itens de estoque, quando aplicável, garantindo o controle e a rastreabilidade dos recursos utilizados durante a execução das atividades.



Figura 26: Execução da Demanda.



Fonte: O autor 2025.



4.4 5W2H

As ações sugeridas nesse tópico foram organizadas no quadro 10 utilizando a metodologia 5W2H, com o objetivo de apoiar a estruturação do plano de ação. Cabe à empresa estudar analisar as sugestões e preencher os campos pendentes, definindo a forma de execução, responsáveis, prazos e investimentos necessários para garantir a aplicabilidade e efetividade das iniciativas.



Quadro 10: Plano de ação 5W2H.

(Continua)

O QUE FAZER	POR QUÊ?	COMO FAZER?	ONDE?	QUEM?	QUANDO?	RESPONSÁVEL	INVESTIMENTO
Procedimentar processos	Garantir a eficiência, redução de retrabalhos e melhor alinhamento entre as equipes		Todos os processos do CIT				
Criar instruções de trabalho	Garantir a eficiência, redução de retrabalhos e melhor alinhamento entre as equipes		Todos os processos do CIT				
Realizar treinamentos	Garantir a eficiência, redução de retrabalhos e melhor alinhamento entre as equipes		Todos os processos do CIT				
Definir sobressalentes para novos ativos e ativos em operação	Reducir custos elevados por requisições imediatas ao mercado e racionalizar estoques, diminuindo custos com itens de baixa criticidade		Acompanhamento de Projetos				
Criar critério para priorização do tagueamento	Viabilizar o projeto de tagueamento		Codificação e Tagueamento				
Tagear ativos selecionados de acordo com critério criado	Rastreabilidade de informações operacionais, baixa e imobilização de ativos		Codificação e Tagueamento				
Vincular informações operacionais, associar dados de sobressalentes e criticidade a cada ativo	Rastreabilidade de informações operacionais		Definição de Criticidade e Estratégia de Manutenção				

Fonte: O autor, 2025.



Quadro 11: Plano de ação 5W2H.

(Continua)

O QUE FAZER	POR QUÊ?	COMO FAZER?	ONDE?	QUEM?	QUANDO?	RESPONSÁVEL	INVESTIMENTO
Definir criticidade dos equipamentos e componentes	Priorizar intervenções conforme o impacto real de cada equipamento e componente sobre a operação do sistema		Definição de Criticidade e Estratégia de Manutenção				
Implementar MCC (Manutenção Centrada na Confiabilidade) para novos ativos e ativos em operação	Contribuir para melhor priorização e alocação dos recursos disponíveis		Elaboração e Revisão dos Planos e Cadastro Técnico				
Diferenciar atividades normativas relacionadas a seguros, exigências de órgãos reguladores e garantia do fornecedor	Contribuir para melhor priorização e alocação dos recursos disponíveis		Elaboração e Revisão dos Planos e Cadastro Técnico				
Diferenciar atividades civis, ambientais, de segurança e regulatórias no cadastro dos planos	Contribuir para melhor priorização e alocação dos recursos disponíveis		Elaboração e Revisão dos Planos e Cadastro Técnico				
Vincular especificações dos equipamentos aos códigos dos ativos	Rastreabilidade de informações técnicas		Elaboração e Revisão dos Planos e Cadastro Técnico				
Guias de manutenção: separar materiais e ferramentas do escopo do plano de manutenção	Gerar planejamento automatizado e evitar reprogramações		Manutenções Sistemáticas				
Guias de manutenção: incluir informações de procedimentos a serem seguidos	Garantir qualidade do serviço realizado		Manutenções Sistemáticas				

Fonte: O autor, 2025.



Quadro 12: Plano de ação 5W2H.

(Continua)

O QUE FAZER	POR QUÊ?	COMO FAZER?	ONDE?	QUEM?	QUANDO?	RESPONSÁVEL	INVESTIMENTO
Guias de manutenção: incluir treinamentos necessários para cada plano	Garantir segurança e qualidade do serviço realizado		Manutenções Sistemáticas				
Guias de manutenção: incluir especialidade técnica necessária para cada plano	Garantir segurança e qualidade do serviço prestado, além de evitar reprogramações		Manutenções Sistemáticas				
Padronizar e divulgar relatórios de conclusão, quando necessário	Comprovação da qualidade de execução das atividades e rastreabilidade		Manutenções Sistemáticas				
Padronizar conceitos técnicos e elaborar diretrizes claras para classificação de prioridade	Correta identificação da demanda para melhor priorização e alocação dos recursos disponíveis		Manutenções Condicionais				
Treinamento sobre abertura correta de anomalias	Correta identificação da demanda para melhor priorização e alocação dos recursos disponíveis		Manutenções Condicionais				
Cadastro prévio dos materiais diretamente nas ordens de serviço no momento da abertura	Otimizar o processo de planejamento e aprovisionamento		Manutenções Condicionais				
Priorizar ativos de acordo com metodologia apresentada nos quadros 7 a 9	Priorizar ativos de maior impacto		Tratamento da Demanda				

Fonte: O autor, 2025.



Quadro 13: Plano de ação 5W2H.

(Conclusão)							
O QUE FAZER	POR QUÊ?	COMO FAZER?	ONDE?	QUEM?	QUANDO?	RESPONSÁVEL	INVESTIMENTO
Realizar planejamento de longo prazo	Estimar orçamento e priorizar intervenções		Planejamento da Demanda				
Estruturar mapa de 52 semanas contemplando atividades de manutenção sistemática e definir instruções e responsabilidades para aprovação dos documentos	Otimizar o processo de planejamento e aprovisionamento		Aprovisionamento				
Criar dashboard para gestão de estoque e compras	Garantir recursos necessários para execução da demanda		Aprovisionamento				
Realizar programação mensal	Dimensionar materiais necessários		Programação da Demanda				
Realizar programação semanal a nível diário e por equipe	Garantir execução da demanda		Programação da Demanda				
Adequar status das ordens de serviço para identificar atividades com recursos disponíveis e pendências de documentação	Evitar reprogramações e identificar pendências		Execução da Demanda				

Fonte: O autor, 2025.



5 CONCLUSÕES

A presente pesquisa teve como objetivo geral descrever o plano de gestão de manutenção de uma organização atuante no setor de energias renováveis. Para isso, foram realizados estudos em artigos, normas técnicas, livros, além da análise de registros internos da empresa, como relatórios, procedimentos e instruções. Também foi conduzida uma investigação em campo, com entrevistas e observações diretas, o que permitiu uma compreender o processo estudado.

Os resultados mostraram que os principais gargalos do processo estão nas etapas de elaboração e revisão dos planos de manutenção, marcadas por divergências técnicas entre operação e engenharia e pela falta de escopos claros em parte das guias, o que gera interpretações diferentes, impactos na qualidade da execução e até reprogramações. A equipe atual de três planejadores é insuficiente para atender à demanda do portfólio, sem possibilidade de expansão no momento. Também se identificou no processo de aprovisionamento que cada supervisor realiza sua própria gestão, sendo os desafios associados pela ausência de um mapa de 52 semanas e pela baixa rastreabilidade de recursos. A programação ocorre apenas semanalmente, pois o volume de atividades inviabiliza o detalhamento diário, e alguns sites a programação semanal ainda seguem práticas históricas, com os supervisores ou mantenedores líderes distribuindo e designando as tarefas.

No que diz respeito às propostas de melhoria, destacam-se a implementação da Manutenção Centrada na Confiabilidade (MCC), a revisão e padronização das guias de manutenção, a priorização dos ativos mais críticos, a estruturação de um mapa de 52 semanas e a adoção de uma programação diária, e a elaboração dos procedimentos, instruções de trabalho e mapeamento dos processos e treinamentos. Os ganhos gerados pela aplicação dessas melhorias, estão relacionados a maior clareza e padronização das atividades, redução de intervenções não planejadas, melhor alocação dos recursos disponíveis, aumento da confiabilidade operacional dos ativos e maior previsibilidade das demandas de manutenção.

De modo geral, os objetivos da pesquisa foram alcançados, embora algumas limitações tenham sido identificadas, como a escassez de estudos publicados sobre sistemas de gestão de manutenção no setor de energias renováveis e a diversidade do portfólio de ativos da empresa avaliada. Ainda assim, o modelo CIT & CSM, proposto por Vianna, mostrou-se eficaz ao



oferecer uma base sólida para discussões, análises sistêmicas e proposições de melhoria.

Por fim, recomenda-se que pesquisas futuras a elaboração de um plano diretor de manutenção, com definição de objetivos, metas e ações voltadas ao aprimoramento contínuo da gestão, alinhando o processo aos objetivos estratégicos da organização. Essa diretriz poderá facilitar a implementação das melhorias propostas neste trabalho e contribuir para a evolução do sistema de manutenção como um todo.



REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR ISO 55000:2014 — *Gestão de ativos: visão geral, princípios e terminologia*. Rio de Janeiro: ABNT, 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT. NBR ISO 14224: *Indústrias de petróleo, petroquímica e gás natural — Coleta e intercâmbio de dados de confiabilidade e manutenção para equipamentos*. Rio de Janeiro: ABNT, 2011.

CAPOTE, Gart. *BPM para todos: uma visão geral abrangente, objetiva e esclarecedora sobre gerenciamento de processos de negócio*. 1. ed. Rio de Janeiro: Gart Capote, 2012.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA – EPE. *Fontes de energia*. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/pt/abcdenergia/fontes-de-energia>. Acesso em: 23 ago. 2025.

EPE – EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. *Balanço Energético Nacional 2025: ano base 2024*. Rio de Janeiro: EPE, 2025. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/balanco-energetico-nacional-2025>. Acesso em: 23 ago. 2025.

FAGIATTO, Flávio Sanson; DUARTE, José Luis Ribeiro. *Confiabilidade e manutenção industrial* (recurso eletrônico). Rio de Janeiro: Elsevier: ABEPROM, 2011. ISBN 978-85-352-3188-3.

FERREIRA, André Ribeiro. *Gestão de processos: módulo 3*. Brasília: ENAP/DDG, 2013. 179 p. Apostila do Programa de Desenvolvimento de Gerentes Operacionais – DGO.

KÖSTER, R. C. *Manutenção preditiva*. Shark Consulting, [s.d.].

MACHADO, Cristofer Oliveira et al. *Manutenção prescritiva: a evolução da manutenção na Indústria 4.0*. Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação, v. 9, n. 09, p. 4444–4458, set. 2023.

MATO GROSSO (Estado). Secretaria de Estado de Planejamento e Gestão (SEPLAG). *Guia de modelagem de processos utilizando o Bizagi Modeler*. Cuiabá: Superintendência de Desenvolvimento Organizacional, abr. 2022.

NASCIMENTO, Francisco Paulo do. *Classificação da pesquisa: natureza, método ou abordagem metodológica, objetivos e procedimentos*. In: **Metodologia da Pesquisa Científica: teoria e prática – como elaborar TCC**. Brasília: Thesaurus, 2016. Cap. 6.

NAKAGAWA, Marcelo. *Ferramenta: 5W2H – Plano de ação para empreendedores: estratégia e gestão*. São Paulo: Editora Globo, [s.d.].

SILVA, Ana Carolina Lopes da; MELO, Paulo Henrique Bernardo. *Proposta de um CMMS para Manutenção de Equipamentos na Universidade de Brasília*. 2017. 104 f. Monografia (Bacharelado em Engenharia de Software e Engenharia Eletrônica) – Universidade de Brasília, Faculdade UnB Gama, Brasília, 2017.

VIANA, Herbert Ricardo Garcia. *Manual de gestão da manutenção: volume 1*. 1. ed.



Brasília: Engeteles Editora, 2020. ISBN 978-65-991725-0-2.