



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
Faculdade de Engenharia e Ciências de Guaratinguetá

EDMAURO AMÉRICO DE CARVALHO

**Análise da implementação de um novo sistema ERP na gestão da Manutenção de uma
indústria de embalagens plásticas flexíveis**

Guaratinguetá
2023

Edmauro Américo de Carvalho

Análise da implementação de um novo sistema ERP na gestão da Manutenção de uma indústria de embalagens plásticas flexíveis

Trabalho de Graduação apresentado ao Conselho de Curso de Graduação em Engenharia Mecânica da Faculdade de Engenharia e Ciências do Campus de Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista, como parte dos requisitos para obtenção do diploma de Graduação em Engenharia Mecânica.

Orientador (a): Prof. Dr. Messias Borges Silva

Guaratinguetá
2023

C331a	Carvalho, Edmauro Américo de Análise da implementação de um novo sistema ERP na gestão da manutenção de uma indústria de embalagens plásticas flexíveis / Edmauro Américo de Carvalho – Guaratinguetá, 2023. 59 f : il. Bibliografia: f. 56-57 Trabalho de Graduação em Engenharia Mecânica – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia e Ciências de Guaratinguetá, 2023. Orientador: Prof. Dr. Messias Borges Silva 1. Logística empresarial. 2. Embalagens - Indústria. 3. Sistemas integrados de gestão empresarial. I. Título. CDU 658.5
-------	---

EDMAURO AMÉRICO DE CARVALHO

ESTE TRABALHO DE GRADUAÇÃO FOI JULGADO ADEQUADO COMO PARTE
DO REQUISITO PARA OBTENÇÃO DO DIPLOMA DE
"GRADUADO(A) EM ENGENHARIA MECÂNICA"

APROVADO EM SUA FORMA FINAL PELO CONSELHO DE CURSO DE
GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA MECÂNICA

Prof. Dr. CELSO EDUARDO TUNA
Coordenador

BANCA EXAMINADORA:



Prof. Dr. MESSIAS BORGES SILVA
Orientador/UNESP-FEG



Prof. Dr. FABRÍCIO MACIEL GOMES
EEL - USP



Eng. KIRK DOUGLAS BARBOSA MATHIAS BASTOS
Membro Externo

Fevereiro de 2023

Dedicado a Maria José de Carvalho, uma das
minhas maiores apoiadoras.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a meu Deus. É Ele quem me dá forças para continuar lutando a cada dia.

Agradeço também a meus Professores, Gestores Profissionais e aos Colaboradores da Faculdade que me orientaram e viabilizaram a execução deste trabalho

É importante ressaltar também o papel de minha família, amigos e colegas de trabalho, que contribuíram fortemente para com toda minha vida acadêmica. Se foi possível a mim chegar até aqui, se deve em grande parte àqueles que estiveram ao meu lado nos bons e maus momentos.

“Educação é uma descoberta progressiva de
nossa própria ignorância”;
Voltaire

RESUMO

O objetivo deste trabalho é analisar a implantação de uma nova ferramenta ERP por parte do time de manutenção de uma indústria de embalagens plásticas flexíveis, bem como o conjunto de práticas de gestão adotadas, gerando conhecimento acadêmico a respeito do tema. Como objetivos secundários, tem-se o intuito de verificar se existem ganhos notáveis frente aos softwares e práticas previamente utilizadas, além de elencar e sugerir próximos passos para a unidade de estudo analisada. O método utilizado é o Estudo de Caso, aliado a uma pesquisa via formulário eletrônico com os colaboradores do setor para verificação da percepção de aderência às novas ferramentas, e a análise do impacto gerado sobre os indicadores chaves de desempenho da área. Os resultados apontam para a aderência ao novo software por parte de seus usuários. Também se registrou uma queda de 0,46% no indicador de custo de manutenção por quilograma de material produzido, e uma queda na disponibilidade das máquinas analisadas (cabendo aqui uma maior investigação). Como resultado do estudo, destaca-se o aumento na capacidade de gestão do setor, além de que a experiência registrada tem o poder de contribuir com demais equipes de manutenção que venham a passar por processo similar.

PALAVRAS-CHAVE: manutenção. SAP. Estudo de Caso. Gestão. indicadores estratégicos. ERP.

ABSTRACT

The objective of this study is to analyze the implementation of a new ERP tool by the maintenance team of a flexible plastic packaging industry, as well as the set of management practices adopted, generating academic knowledge about the theme. The secondary objectives are to verify whether there are notable gains compared to the software and practices previously used, as well as to list and suggest next steps for the analyzed study unit. The method used is the Case Study, allied to a survey via electronic form with the collaborators of the sector to verify the perception of adherence to the new tools, and the analysis of the impact generated on the key performance indicators of the area. The results point to the adherence to the new software by its users. A drop of 0.46% was also registered in the maintenance cost per kilogram of material produced, and a drop in the availability of the machines analyzed (requiring further investigation). As a result of the study, we can highlight the increase in the management capacity of the sector, besides the fact that the registered experience has the power to contribute to other maintenance teams that may go through a similar process.

KEYWORDS: maintenance. SAP. Case Study. management. strategic indicators. ERP.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Tipos básicos de projetos para estudo de caso.....	14
Figura 2 – Gestão de custos de manutenção mês a mês	22
Figura 3 – Logomarca SAP	23
Figura 4 – Divisão do mercado de BI	24
Figura 5 – Logomarca SAP Módulo PM	25
Figura 6 – Interfaces do módulo PM	26
Figura 7 – Fases da metodologia SAP <i>Activate</i>	27
Figura 8 – Etapas do Ciclo PDCA	28
Figura 9 – Paralelo entre PCM e PDCA	29
Figura 10 – PDCA no Planejamento Financeiro da Manutenção	29
Figura 11 – Diagrama de Ishikawa.....	30
Figura 12 – 5 Porquês aplicado à manutenção	31
Figura 13 – Cronograma da implantação do SAP	32
Figura 14 – Aderência da solução SAP aos requisitos de negócio de manutenção	33
Figura 15 – Representação lógica da estrutura de ativos	34
Figura 16 – Cadastro do sistema de transmissão de uma máquina de corte e solda de embalagens plásticas	34
Figura 17 – Fluxograma de atendimento de manutenção corretiva emergencial	35
Figura 18 – Layout de impressão de uma ordem de manutenção preventiva	36
Figura 19 – Visão do aplicativo SAP “Síntese de Planejamento de Manutenção”	36
Figura 20 – Manual explicando como requisitar um material estocado	38
Figura 21 – Ciclo PDCA adotado pela gestão da manutenção	39
Figura 22 – Dashboard de gestão da manutenção do setor de máquinas irradiadoras da empresa	40
Figura 23 – “5 Porquês” aplicado na investigação de uma falha em um rolo de transmissão .	41
Figura 24 – Quadro para realização de análise de falhas	41
Figura 25 – Aplicação de uma câmera termográfica na inspeção de painéis elétricos	43
Figura 26 – Exemplo de aplicação de um estetoscópio eletrônico na detecção de defeitos	44
Figura 27 – Check List de manutenção preventiva de uma máquina extrusora	45
Figura 28 – Definição de papéis e responsabilidades de colaboradores da manutenção	45
Figura 29 – Classificação do contato com o SAP por parte dos manutentores	47
Figura 30 – Classificação da facilidade de uso do SAP por parte dos manutentores	48

Figura 31 – Nuvem de palavras sobre a opinião dos manutentores	48
Figura 32 – Classificação do contato com o SAP por parte da gestão, liderança e PCM	49
Figura 33 – Classificação da facilidade de uso do SAP por parte da gestão, liderança e PCM	50
Figura 34 – Grau de utilização do ferramental de gestão do SAP por parte da gestão, liderança e PCM	50
Figura 35 – Percepção do potencial de transformação trazido pelas aplicações de gestão do SAP por parte da gestão, liderança e PCM	51
Figura 36 – Nuvem de palavras sobre a opinião dos manutentores	52
Figura 37 – Variação da disponibilidade média	53
Figura 38 – Custos de manutenção por quilo de material produzido	54

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
1.1	OBJETIVOS	12
1.2	JUSTIFICATIVAS	12
1.3	MATERIAIS E MÉTODOS	12
1.3.1	Questões do Estudo	13
1.3.2	Proposições do Estudo	13
1.3.3	Unidades de Análise	14
1.3.4	Lógica que une os dados às proposições	15
1.3.5	Critérios para se interpretar as descobertas	15
2	FUNDAMENTOS TEÓRICOS	16
2.1	DEFINIÇÃO DE MANUTENÇÃO	16
2.2	MÉTODOS DE MANUTENÇÃO	16
2.2.1	Manutenção Corretiva	16
2.2.2	Manutenção Preventiva	17
2.2.3	Manutenção Preditiva	17
2.3	CONCEITOS DE FALHA E DEFEITO	18
2.3.1	Falha	18
2.3.2	Defeito	18
2.4	INDICADORES DE MANUTENÇÃO	18
2.4.1	Tempo Médio Entre Falhas	19
2.4.2	Tempo Médio de Reparo	19
2.4.3	Disponibilidade	20
2.4.4	Custos de Manutenção	21
2.5	O QUE É SAP	22
2.5.1	História do SAP até o S/4 HANA	24
2.5.2	SAP Módulo PM	24
2.5.3	Metodologia SAP Activate	26
2.6	PRÁTICAS E FERRAMENTAS DE ENGENHARIA DA QUALIDADE APLICADAS À GESTÃO DA MANUTENÇÃO	27
2.6.1	Ciclo PDCA	27
2.6.2	Diagrama de Ishikawa	29
2.6.3	05 Porquês	30

3	IMPLANTAÇÃO DO SAP	31
3.1	CRONOGRAMA	31
3.2	PREPARAÇÃO INICIAL (DISCOVERY)	32
3.3	DESENHO DA SOLUÇÃO (EXPLORE)	33
3.4	REALIZAÇÃO (REALIZE)	35
3.5	PREPARAÇÃO FINAL (PREPARE)	37
3.6	GO-LIVE E SUPORTE (RUN)	37
4	PRÁTICAS DE GESTÃO DA MANUTENÇÃO	37
4.1	APLICAÇÃO DO CICLO PDCA	39
4.2	CRIAÇÃO DE INDICADORES	39
4.3	ANÁLISE DE FALHAS	40
4.4	APRIMORAMENTO DOS PLANOS DE MANUTENÇÃO	42
4.5	DEFINIÇÃO DE PAPEIS E RESPONSABILIDADES	45
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	46
5.1	PÓS-MUDANÇA DO PONTO DE VISTA DOS USUÁRIOS	47
5.1.1	Percepção por parte dos manutentores	47
5.1.2	Percepção por parte da gestão, liderança e PCM	49
5.2	IMPACTO NOS INDICADORES ESTRATÉGICOS	53
5.3	SUGESTÕES DE PRÓXIMOS PASSOS	55
6	CONCLUSÃO	55
	REFERÊNCIAS	57
	APÊNDICES	59

1 INTRODUÇÃO

1.1 OBJETIVOS

O presente trabalho tem por objetivo principal analisar o impacto da implantação de um novo sistema de gerenciamento de recursos empresariais (ERP) no setor de Manutenção de uma indústria de embalagens plásticas flexíveis na cidade de Lorena (interior do estado de São Paulo).

Outro objetivo a ser alcançado é elencar as boas práticas de Gestão da Manutenção adotadas pelo setor em questão, aliadas às novas ferramentas de gestão da informação adquiridas, a fim de alavancar os resultados da área com base em indicadores chave de performance (KPIs).

Por fim, validar se esse conjunto de mudanças afetaram (ou têm potencial de afetar) positivamente a manutenção dos ativos da empresa, e trazer ganhos para o negócio como um todo.

Para atingir esses objetivos, se fez necessário compilar dados a respeito do setor sobre os períodos antes, durante e após as mudanças relatadas. Com isso, se faz possível construir indicadores e verificar o impacto gerado na área em estudo.

1.2 JUSTIFICATIVAS

A adoção de um novo Sistema de Planejamento de Recursos Empresariais (em inglês *Enterprise Resource Planning*, ou simplesmente ERP) visa trazer maior capacidade de gestão e tomada de decisão para as diversas áreas de uma empresa, incluindo a de Manutenção e Confiabilidade.

Desta forma, se torna possível realizar uma análise do cenário de Planejamento e Controle de Manutenção antes, durante e após o processo de implementação do módulo de Manutenção do Sistema SAP, conhecido como SAP PM (do inglês *Plant Maintenance*).

1.3 MATERIAIS E MÉTODOS

A metodologia aplicada é o Estudo de Caso. O enfoque será verificar as práticas de Planejamento e Controle de Manutenção adotadas juntamente à utilização desse novo *software*, o período de sua implementação (que durou cerca de um ano), bem como avaliar suas

consequências, e realizar uma comparação entre antes e depois do uso da ferramenta e a percepção de mudança por parte dos colaboradores da área.

De acordo com Yin (2005), o estudo de caso é uma investigação empírica de um fenômeno contemporâneo dentro de um contexto da vida real, sendo que os limites entre o fenômeno e o contexto não estão claramente definidos. O autor enfatiza ser a estratégia mais adequada quando é preciso responder a questões do tipo “como” e “por quê”, e quando o pesquisador possui pouco controle sobre os eventos pesquisados.

Ainda, segundo Yin, o estudo de caso deve ser composto por Questões do Estudo, Proposições, Unidades de Análise, a lógica que une os dados às proposições e os critérios para análise dos resultados.

1.3.1 Questões do Estudo

O Estudo tem como questão principal verificar se implantação do *SAP S/4 Hana* (Módulo Plant Maintenance), aliada às novas práticas de gestão e resolução de problemas adotadas, contribuiu positivamente para a gestão da Manutenção dos ativos da empresa.

Como questões secundárias, pode-se elencar:

Houve ganhos significativos frente às ferramentas de gestão da manutenção previamente utilizadas?

- Existe a percepção de aderência ao novo ERP por parte dos usuários principais (Planejadores, Líderes e Gestores de Manutenção e Manutentores)?
- Qual o impacto das novas práticas de gestão sobre os indicadores chave de performance do setor de Manutenção?

1.3.2 Proposições do Estudo

A mais relevante proposição deste Estudo de Caso é gerar conhecimento acadêmico a respeito da adoção do *SAP S/4 Hana* (Módulo PM) por equipes de Manutenção Industrial.

Além disso, é proposto elencar e explicar quais foram as práticas de gestão adotadas pelo setor, em conjunto com a implantação do novo ERP.

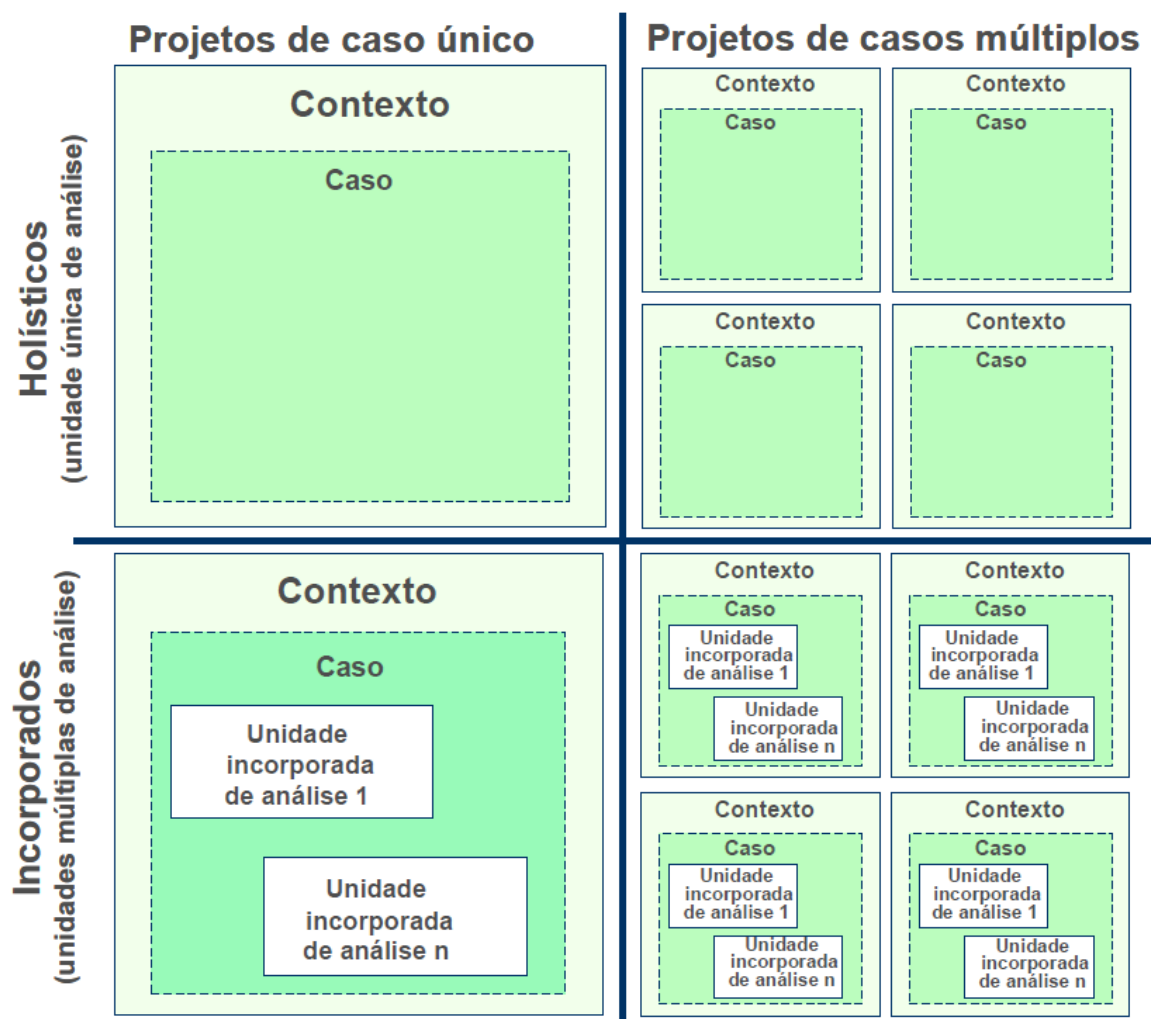
Também é pretendido analisar o real impacto de todo esse processo nos indicadores chave da Manutenção Disponibilidade de Máquinas e Custo etc., comparando os cenários antes e depois do projeto.

Por fim, propor para a empresa novas práticas de gestão, anexas às ferramentas de informação anexas ao SAP ou não, de maneira a alavancar os resultados do setor de Manutenção.

1.3.3 Unidade de Análise

De acordo com Yin (2005), a Unidade de Análise relaciona-se com o problema fundamental de se definir o que é um "caso". A figura 1 demonstra os tipos básicos de projeto para um estudo de caso. Dentro deste contexto, o estudo em questão se enquadra como sendo um Projeto de Caso Único e Holístico: um único caso dentro de um contexto, e que pode ser estendido para situações semelhantes.

Figura 1 - Tipos básicos de projetos para estudo de casos



Fonte: Yin (2005 p.61)

1.3.4 Lógica que une os dados às proposições

De acordo com Telles (2019), as ações de gestão da Manutenções devem visar ao seguinte objetivo principal: garantir que os ativos geridos estejam disponíveis e operem da melhor forma possível, com o menor custo possível. Nessa esteira, os indicadores chave de performance (KPIs) do setor podem demonstrar numericamente eventuais ganhos ou perdas para a manutenção como um todo. Destacam-se, principalmente, os indicadores de Disponibilidade de Máquina e Custos de Manutenção.

O indicador de Disponibilidade, por ser função dos indicadores MTTR e MTBF, representa um bom retrato sobre o desempenho das máquinas e equipamentos da fábrica. Dessa forma, o tempo médio de reparo e o tempo médio entre falhas são analisados implicitamente. A estratégia escolhida foi analisar um banco de dados sobre um conjunto de máquinas que possuem equipamentos que registram e armazenam informações a respeito de toda e qualquer parada para a manutenção.

Sobre os indicadores de custos, a estratégia é analisar os valores que representam a soma dos custos de manutenção para cada quilograma de material produzido pela fábrica. Por se tratar de informação sensível à empresa, os valores originais serão omitidos. Para respeitar a proporcionalidade dos dados, será realizada a divisão dos montantes pela média dos valores encontrados.

A percepção de adoção dos colaboradores do setor às novas práticas e ferramentas aplicadas também é indicativo do sucesso ou não do projeto como um todo. Para tal, utilizou-se um questionário on-line para perguntar aos funcionários a respeito de seu entendimento a respeito do uso do SAP pela área. No apêndice A é possível encontrar as perguntas realizadas aos profissionais mantenedores do setor, bem como as possíveis respostas. Já no apêndice B é possível encontrar as perguntas, assim como as possíveis respostas, direcionadas aos membros da gestão, liderança e planejamento e controle de manutenção (PCM).

1.3.5 Critérios para se interpretar as descobertas

O principal critério para se analisar o impacto gerado no setor é verificar eventuais alterações nos indicadores de “Disponibilidade de Máquina” e “Custo de Manutenção por Quilograma de Material Produzido”. Além disso, uma análise qualitativa dos resultados da pesquisa realizada junto aos colaboradores da área pode ser reveladora a respeito da atual

situação da adoção das novas práticas e ferramentas, bem como elencar possíveis pontos de melhoria futura.

2 FUNDAMENTOS TEÓRICOS

2.1 DEFINIÇÃO DE MANUTENÇÃO

Segundo o Dicionário Escolar de Língua Portuguesa da Academia Brasileira de Letras (2021), Manutenção é a reunião daquilo que se utiliza para manter e/ou conservar alguma coisa, garantindo, assim, seu bom funcionamento.

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) traz o conceito de Manutenção como sendo o conjunto de todas as ações necessárias para que um item seja conservado ou restaurado, de modo a poder permanecer de acordo com uma condição especificada. A ABNT define ainda, por meio da NBR 5462-1994 que o desempenho do suporte de manutenção seria a capacidade de uma organização de manutenção prover, sob demanda, os recursos necessários para manter um item sob condições especificadas e de acordo com uma dada política de manutenção.

Xenos (2017) traz à luz uma diferente definição de Manutenção, que seria a combinação de ações técnicas e administrativas, incluindo as de supervisão, destinadas a manter ou recolocar um item em um estado no qual possa desempenhar uma função requerida. O autor ainda enfatiza que o objetivo da manutenção não seria unicamente manter ou restaurar as condições físicas do equipamento, mas também manter as suas capacidades funcionais. Ou seja, além de manter o que o equipamento é (condição física), faz-se necessário, manter o que ele pode fazer (capacidade funcional). Sendo assim a manutenção da condição física tem por objetivo manter a capacidade funcional, além da qualidade do produto produzido, da segurança e da integridade das pessoas e do meio ambiente.

De acordo com Abreu (2022), o dever da atividade de manutenção industrial na busca por aumentar a produtividade e reduzir os custos totais de produção é um fator extremamente importante no sucesso e vida das empresas.

2.2 MÉTODOS DE MANUTENÇÃO

2.2.1 Manutenção Corretiva

A NBR 5462-1994 define Manutenção Corretiva como aquela efetuada após a ocorrência de uma pane destinada a recolocar um item em condições de executar uma função requerida. Seleme (2015) explica que, geralmente, se trata de uma manutenção não programada,

em situações imprevisíveis. Nesse caso, por se tratar de uma urgência, o time de manutenção deve estar preparado, seja com mão de obra disponível para atuar para corrigir a falha, tendo peças sobressalentes disponíveis etc.

2.2.2 Manutenção Preventiva

Seleme (2015) indica que a manutenção preventiva pode ser descrita como o cuidado que uma equipe de manutenção deve ter para com os ativos sob sua custódia, zelando por seu pleno funcionamento, através de atividades sistemáticas.

A NBR 5462-1994 diz que é a manutenção efetuada em intervalos predeterminados, ou de acordo com critérios prescritos, destinada a reduzir a probabilidade de falha ou a degradação do funcionamento de um item.

De acordo com Xenos (2017), a manutenção preventiva deve ser a atividade principal de manutenção de qualquer empresa, sendo ela o coração das atividades de manutenção. Ela envolve tarefas sistemáticas, como inspeções, reformas e trocas de peças. Ainda, de acordo com o autor, uma vez estabelecida, a manutenção preventiva deve ser de caráter obrigatório.

2.2.3 Manutenção Preditiva

De acordo com a NBR-5462 (1994), a manutenção preditiva permite assegurar uma qualidade de serviço desejada, com base na aplicação sistemática de técnicas de análise, utilizando-se de meios de supervisão centralizados ou de amostragem, para reduzir ao mínimo a manutenção preventiva e diminuir a manutenção corretiva.

Xenos (2017) explica que a manutenção preditiva permite otimizar a troca de peças ou reforma dos componentes e estender o intervalo de manutenção, por permitir prever quando a peça ou componente estarão próximos do seu limite de vida.

De acordo com Feng e Li (2022), a manutenção preditiva tem se tornado cada vez mais predominante nos sistemas de produção modernos, que são desafiados por uma produção de alto volume, sendo muito útil para evitar falhas dispendiosas de equipamentos e reduzir a perda significativa de produção causada por paradas de máquina não programada.

Para Pinto & Xavier (2012) a manutenção preditiva é a primeira grande quebra de paradigmas, pois, intensificou a utilização de ferramentas tecnológicas para a obtenção de avaliações confiáveis do sistema ou instalações.

2.3 CONCEITOS DE FALHA E DEFEITO

2.3.1 Falha

A NBR-5462 (1994) descreve que falha é o término da capacidade de um item desempenhar a função requerida. Em outras palavras, dizer que um equipamento falhou é o mesmo que explicar que ele não apresenta capacidade de exercer sua função principal devido a determinado evento.

Segundo Shipley, Miller e Parrington (2022), no sentido geral da palavra, uma falha é definida como um evento ou condição indesejável, sendo um termo geral usado para implicar que um componente é incapaz de desempenhar adequadamente sua função pretendida. Assim, a função pretendida de um componente e, portanto, a definição de falha, pode variar muito. Os autores citam como exemplo a descoloração de uma característica arquitetônica, o que seria uma falha de sua função estética pretendida.

2.3.2 Defeito

De acordo com a NBR-5462 (1994), é qualquer desvio de uma característica de um item em relação a seus requisitos. Ou seja, são desvios no funcionamento normal dos equipamentos que não impedem o seu funcionamento imediato, mas que com o passar do tempo pode acarretar uma falha. Cabe, portanto, ao time de manutenção e confiabilidade, lançar mão de atividades de manutenção preventiva e preditiva, de maneira a evitar que o defeito venha a se tornar uma falha.

2.4 INDICADORES DE MANUTENÇÃO

Como Moura (2003) explica, indicadores são utilizados para controle de processo, representando, estrategicamente, o que se quer medir a fim de gerenciar um setor, equipe, empresa etc.

De acordo com Viana (2021), os índices de manutenção devem retratar aspectos importantes no processo da planta. Os indicadores a serem analisados podem variar de acordo com a empresa, e isto deve ser analisado pelos gestores.

2.4.1 Tempo Médio Entre Falhas

O TMEF (tempo médio entre falhas) ou MTBF ("*Mean Time Between Failures*") é o indicador que demonstra o tempo médio entre falhas de um equipamento. Teles (2019) descreve que esse indicador consiste basicamente em medir o tempo médio entre uma falha e outra, e que a forma mais eficiente de administrar esse indicador é aplicá-lo a cada equipamento, pois, dessa forma, as ações podem ser aplicadas de forma individual, facilitando-as.

A equação (1) elucida como calcular essa medida, através da divisão entre o somatório de horas em bom funcionamento do equipamento e o número de falhas funcionais no período analisado. Esse índice é analisado em unidades de tempo, sendo horas a mais usual delas.

$$MTBF = \frac{\text{Somatório das horas de trabalho em bom funcionamento}}{\text{Número de Falhas Funcionais}} \quad (1)$$

Viana (2021) diz ainda que o intuito deste índice é a de observar o comportamento do equipamento, diante das ações mantenedoras. Se o valor do MTBF de um dado equipamento em questão estiver aumentando com o tempo, será um sinal positivo para manutenção, pois indica que o número de intervenções corretivas vem diminuindo, e conseqüentemente o total de horas disponíveis para a operação aumentando. Este valor atribuído indica quando poderá ocorrer uma falha no equipamento em questão. Quanto maior for este índice, maior será a confiabilidade no equipamento.

2.4.2 Tempo Médio de Reparo

O MTTR ("*Mean Time To Repair*") ou TMPR (Tempo Médio de Reparo) é o número que demonstra o tempo necessário para retornar o equipamento para a operação após a ocorrência de uma falha.

De acordo com Teles (2019), esse indicador é usado principalmente para analisar a eficiência dos trabalhos das equipes de manutenção corretiva. Através dele, é possível verificar de forma prática quanto tempo as equipes dedicam para a solução de emergências, com a finalidade de encontrar uma causa raiz do problema e, assim, traçar uma estratégia para solução dele. Ao contrário do MTBF, esse indicador pode ser usado de forma global (dividindo por setor ou área), e em intervalos de curto prazo.

A equação (2) elucida como calcular essa medida, através da divisão entre o somatório dos tempos de reparos de falhas funcionais, e o número de intervenções realizadas no período

analisado. Esse índice é analisado em unidades de tempo, sendo horas e minutos as mais usuais delas.

$$MTTR = \frac{\text{Somatório dos Tempos de Reparo das Falhas Funcionais}}{\text{Número de intervenções realizadas}} \quad (2)$$

Viana (2021) diz ainda que o intuito deste índice é a de observar a agilidade das ações mantenedoras. Se o valor do MTTR de um dado equipamento em questão estiver diminuindo com o tempo, será um sinal positivo para manutenção, pois indica que quando há uma falha funcional, a equipe vem agindo de maneira rápida para o equipamento volte à operação.

2.4.3 Disponibilidade

Segundo a NBR-5462 (1994), Disponibilidade é a capacidade de um item estar em condições de executar uma certa função em um dado instante ou durante um intervalo de tempo determinado, levando-se em conta os aspectos combinados de sua confiabilidade, manutenibilidade e suporte de manutenção, supondo que os recursos externos requeridos estejam assegurados.

Teles (2019) defende que o cálculo da disponibilidade inerente de um equipamento tem muito a dizer sobre os seus processos de manutenção e operação, uma vez que é papel do time de manutenção garantir a disponibilidade e a confiabilidade dos ativos sob sua custódia. O autor ainda menciona que padrões denominados “Classe Mundial” determinam que o valor da Disponibilidade Global dos equipamentos e Instalações devem ser maiores ou iguais a 90%.

A equação (3) demonstra uma maneira de calcular a Disponibilidade de um equipamento ou conjunto de equipamentos, uma vez que já se tenha disponíveis os valores de MTTR e MTBF. O valor da Disponibilidade (ou *Availability*) é adimensional, geralmente expresso em porcentagem. Para expressá-lo de tal forma, bastaria multiplicar o valor obtido por 100%.

$$\% \text{Disponibilidade} = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR} \times 100(\%) \quad (3)$$

2.4.4 Custos de Manutenção

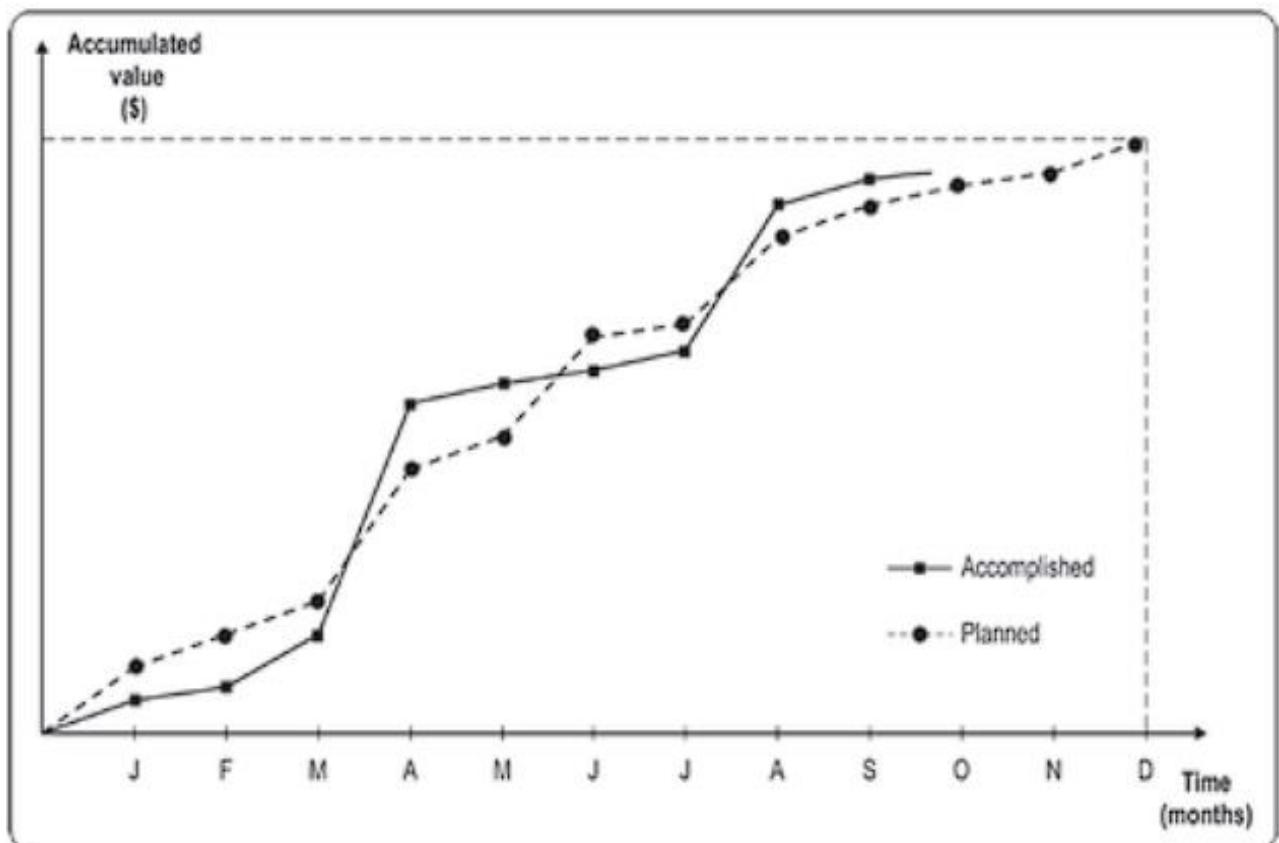
Teles (2019) defende que as ações de manutenção devam ser tomadas de forma a atingir a um objetivo que seria garantir a maior disponibilidade e confiabilidade dos ativos, com o

menor custo possível. Assim, se torna crucial para uma boa gestão de manutenção monitorar e planejar os recursos despendidos para manter os equipamentos em funcionamento, de maneira a otimizá-los o quanto for possível.

Xenos (2017) enfoca que é preciso saber diferenciar os custos de manutenção dos custos de investimentos em ativos. Os custos de manutenção podem ser divididos em custos de mão de obra, materiais e serviços subcontratados. Em adição, é possível dividir os custos de acordo com os métodos de manutenção: corretiva, preventiva ou preditiva. O autor diz que o planejamento e gestão do orçamento de manutenção deve sempre ter em mente os objetivos da organização como um todo, garantindo a lucratividade dela.

Na figura 2 tem-se um método de gestão de custos proposto por Xenos (2017) para gerir esses custos. No modelo proposto, acompanha-se o custo total mês a mês dentro de um determinado ano, de maneira a compará-lo com aquilo que fora planejado.

Figura 2 – Gestão de custos de manutenção mês a mês



Fonte: Xenos (2017)

2.5 O QUE É SAP

Segundo consta no site institucional da própria desenvolvedora, a SAP é um dos principais produtores mundiais de software para a gestão de processos empresariais, desenvolvendo soluções que facilitam o processamento eficaz de dados e o fluxo de informação através das organizações. Seu principal foco é no desenvolvimento de software do tipo ERP. A figura 3 demonstra a logomarca da empresa.

O nome é uma abreviação do nome original alemão da empresa, que se traduz no desenvolvimento do Programa de Análise de Sistemas. Hoje em dia a denominação social legal da empresa é SAP SE - SE, que significa uma empresa pública registrada de acordo com a lei corporativa da União Europeia.

Figura 3 – Logomarca SAP



Fonte: SAP (2022)

ERP significa *enterprise resource planning* (planeamento de recursos empresariais). O software ERP inclui programas para todas as principais áreas de negócio, tais como aquisição, manutenção, produção, gestão de materiais, vendas, marketing, finanças, e recursos humanos (RH).

A SAP (segundo a empresa, pronuncia-se S-A-P, e não como uma única palavra “SAP”) foi uma das primeiras empresas a desenvolver softwares standard para soluções empresariais e continua a oferecer soluções ERP líderes da indústria.

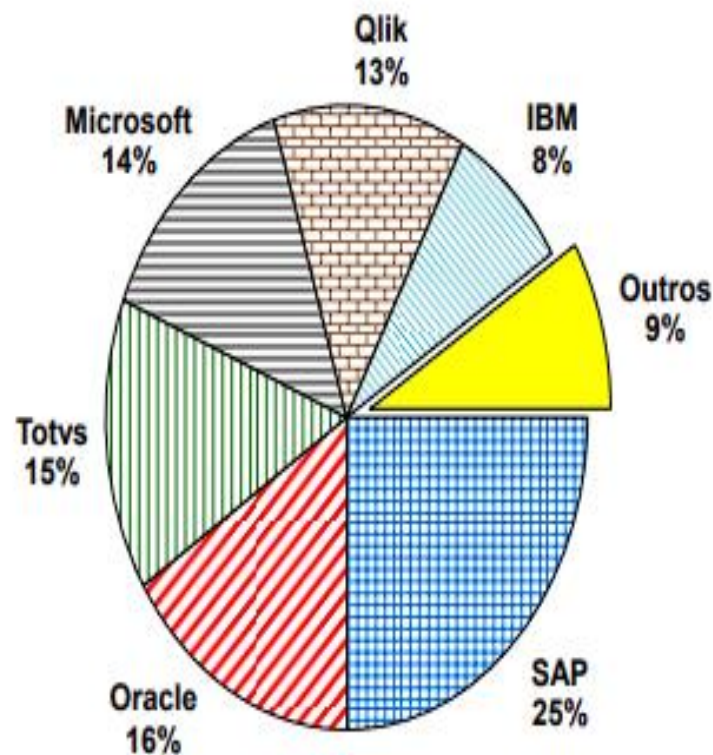
Segundo Meireles (2020), em pesquisa divulgada pela Fundação Getúlio Vargas, o SAP abarca 33% do mercado brasileiro de ERP, considerando empresas de todos os portes. No entanto, ao se analisar apenas empresas de grande porte (ou seja, aquelas com mais de 250 colaboradores), esse número salta para 51%.

Para melhor elucidar a representatividade da empresa, a pesquisa nos mostra que 77% de todas as transações ou receitas geradas mundialmente passam por um sistema SAP, e que 98% das empresas mais valiosas do planeta utilizam software deste desenvolvedor.

A figura 4 demonstra a importância do SAP para a área de gestão analítica de negócios (ou *business intelligence*), com um domínio de 25% do ramo.

Figura 4 – Divisão do mercado de BI

Inteligência Analítica (BI, BA, CRM e outros de Apoio ao Executivo)
Total Ativo nas Empresas 2019/20



Fonte: Meireles (2020)

2.5.1 História do SAP até o S/4 HANA

Fundada em 1972, a empresa foi inicialmente denominada Desenvolvimento de Programa de Análise de Sistemas (*Systemanalyse Programmentwicklung*), mais tarde abreviada para SAP. Desde então, cresceu de um pequeno empreendimento de cinco pessoas para uma empresa multinacional com sede em Walldorf, Alemanha, com mais de 105.000 empregados em todo o mundo.

Lançada em 2010, a versão SAP S/4HANA tem o intuito de fazer com que as soluções da empresa abarquem as mais recentes ferramentas de gestão da informação, utilizando o poder

da computação em nuvem para processar grandes quantidades de dados, e para apoiar tecnologias avançadas como a inteligência artificial (IA) e a aprendizagem de máquina.

2.5.2 SAP Módulo PM

Por padrão, o ERP SAP possui diversos módulos, a fim de atender especificamente as diversas áreas de uma empresa. Dentre eles, existe o módulo SAP PM (*Plant Maintenance*), do inglês Manutenção da Planta (SAP, 2022). Esse módulo tem por objetivo abarcar todas as soluções de planejamento, realização, gestão e processamento das atividades de manutenção de uma empresa. A figura 5 apresenta a logomarca do SAP Módulo PM.

Figura 5 – Logomarca SAP Módulo PM



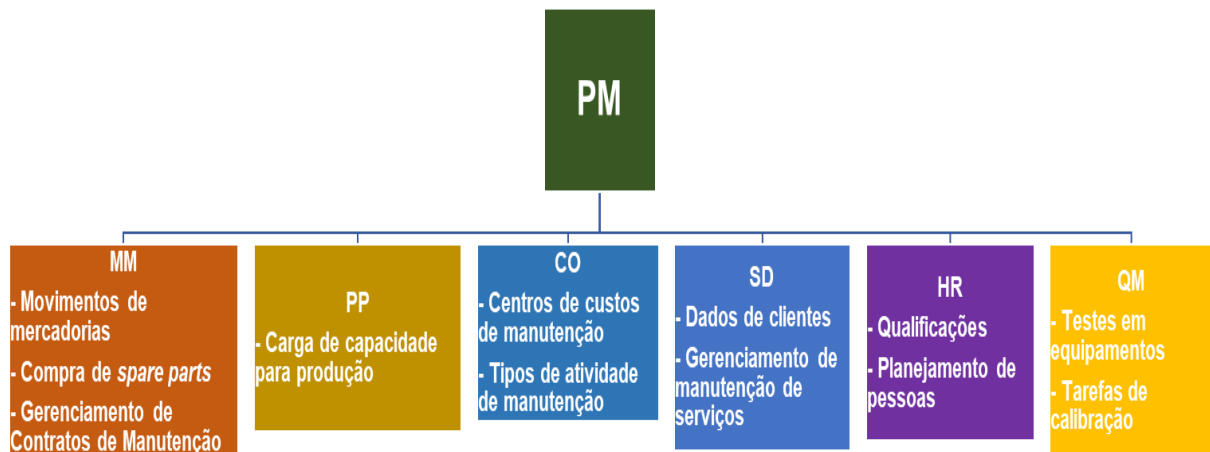
Fonte: SAP (2022)

Como funcionalidades, pode-se mencionar suas ferramentas de cadastro de ativos, criação de planos de manutenção, armazenamento de manuais técnicos, processamento dos diversos tipos de manutenção (corretiva, preventiva ou preditiva), criação de indicadores estratégicos e armazenamento de documentos digitalmente (tais como contratos e manuais técnicos).

O módulo PM se interliga com os demais módulos e áreas das empresas, a fim de realizar as tarefas e atingir os objetivos da manutenção. Essa interação vai desde compra de peças de

reposição a gestão de mão de obra de maneira conexa ao setor de RH da empresa. Uma visualização gráfica dessa interação pode ser notada na figura 6, onde nota-se como o módulo de manutenção do SAP se conecta com outras áreas do sistema como um todo.

Figura 6 – Interfaces do módulo PM



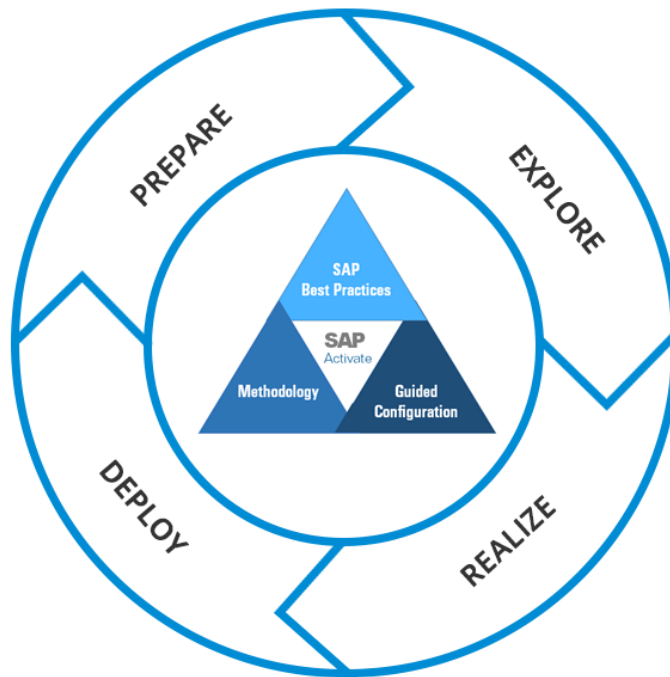
Fonte: Produção do próprio autor.

2.5.3 Metodologia SAP Activate

Para a implantação de produtos e soluções SAP, a empresa sugere diversos conjuntos de práticas, dentre elas a *SAP Activate*, que é destinada aos produtos da família SAP HANA (SINGH, 2017). A *SAP Activate* fornece uma metodologia orientada clara para implementar, adotar e alargar novas capacidades em toda a sua organização.

Na figura 7 tem-se uma representação das diferentes etapas da metodologia *SAP Activate*. Na fase *Explore*, dá-se ênfase na coleta de requisitos de negócio, a fim de verificar se a solução SAP cobre os requisitos básicos das áreas demandantes. Em *Realize*, o foco é realizar as configurações necessárias para o funcionamento da ferramenta, como cadastro de materiais, migração de dados de algum sistema legado, teste e validação da ferramenta. Na fase de *Deploy* é feita a migração das configurações para o ambiente de Produção, que será o sistema *on-line* em que os usuários trabalharão após a implantação das ferramentas. Na fase *Prepare*, trabalha-se a gestão da mudança, seja treinando os usuários finais ou dando suporte após o *Go-Live* (que é o marco que determina quando o sistema passa a operar plenamente).

Figura 7 – Fases da metodologia SAP Activate



Fonte: Singh (2017)

Como se trata de uma metodologia cíclica, a fase *Prepare* pode ocorrer antes da *Explore*, ou após o *Deploy*.

A prática tem por característica realizar as implantações necessárias de maneira rápida e objetiva, sempre visando atender aos requisitos do negócio. Nesse aspecto, surge a figura do *Key User*, que é o participante do projeto, preferencialmente originário do próprio negócio, e que deve discutir a solução como um todo, e disseminar o conhecimento adquirido aos demais colaboradores de sua área.

2.6 PRÁTICAS E FERRAMENTAS DE ENGENHARIA DA QUALIDADE APLICADAS À GESTÃO DA MANUTENÇÃO

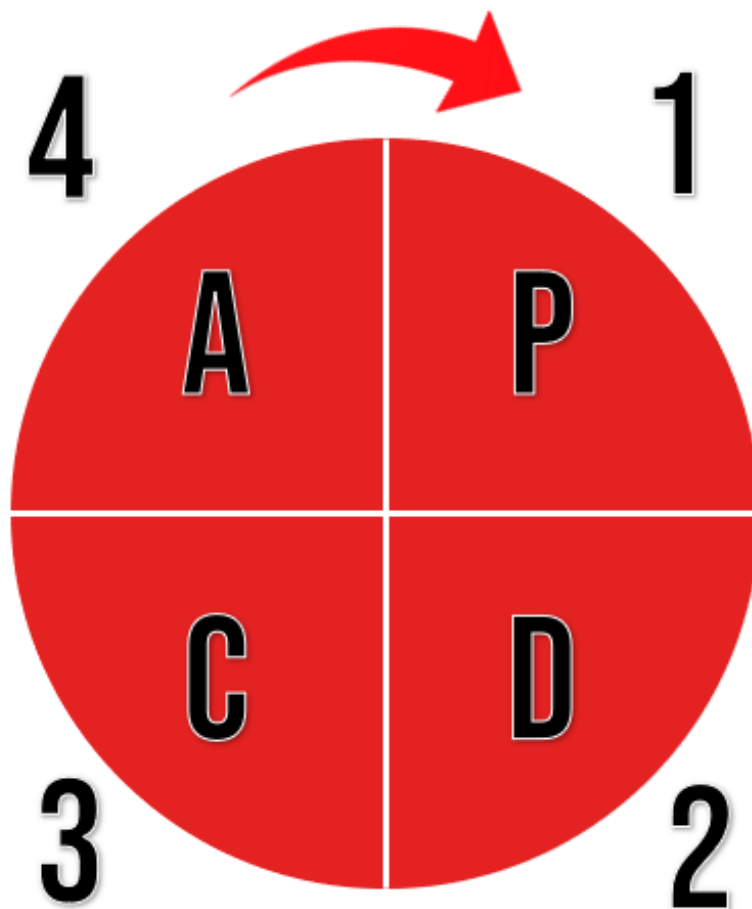
2.6.1 Ciclo PDCA

Romão (2020) nos traz que PDCA é uma sigla composta pelas iniciais das quatro atividades, que, quando relacionadas na sequência correta, promovem o perfeito desenvolvimento dos processos, bem como a sua melhoria contínua. São elas: *Plan* (Planeje),

Do (Execute), *Check* (Verifique) e *Act* (Aja). O autor enfatiza que as palavras estão no imperativo propositalmente, pois exprimem exatamente a ideia de ação.

Através da figura 8 fica mais fácil entender que a metodologia, na verdade, é um ciclo sem fim, o qual o fim da última tarefa não cessa o processo, e sim o oposto: a última tarefa (ação) irá retroalimentar a primeira tarefa novamente, trazendo informações importantes para a realização de novo planejamento, por meio da resolução de problemas e preenchimento de lacunas.

Figura 8 – Etapas do Ciclo PDCA



Fonte: Romão (2020)

Romão (2020) afirma ainda ser possível dizer que o PCM (Planejamento e Controle da Manutenção) é o setor da manutenção que mais aplica o PDCA dentro do processo de manter os ativos disponíveis.

Teles (2019) exemplifica, de maneira muito clara, o paralelo entre o PDCA e o PCM. Isso é evidenciado através da figura 9, em que há uma descrição hipotética de quem seriam os

atores do ciclo PDCA em uma equipe de manutenção, descrevendo os cargos envolvidos, e que comumente são encontrados em uma empresa de médio e grande porte.

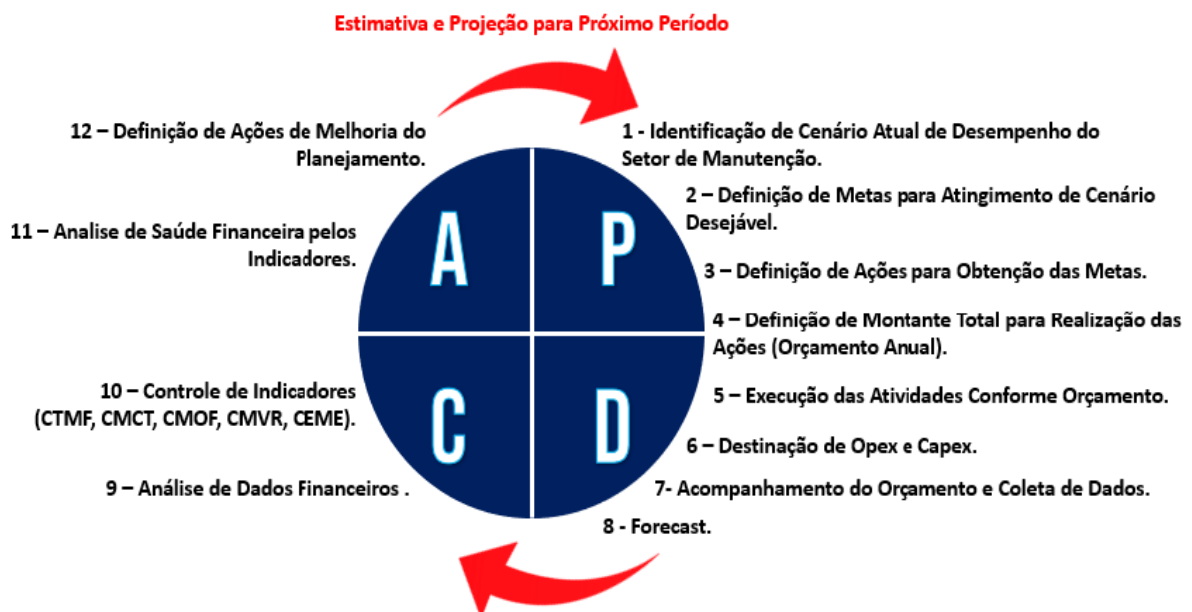
Figura 9 – Paralelo entre PCM e PDCA



Fonte: Teles (2019)

Romão (2020) elucida que o ciclo PDCA pode ser aplicado nas mais diferentes áreas do planejamento e gestão da manutenção, sendo esta sua maior vantagem. A figura 10 traz um exemplo da aplicação do ciclo na gestão orçamentária de um time de manutenção e confiabilidade:

Figura 10 – PDCA no Planejamento Financeiro da Manutenção.



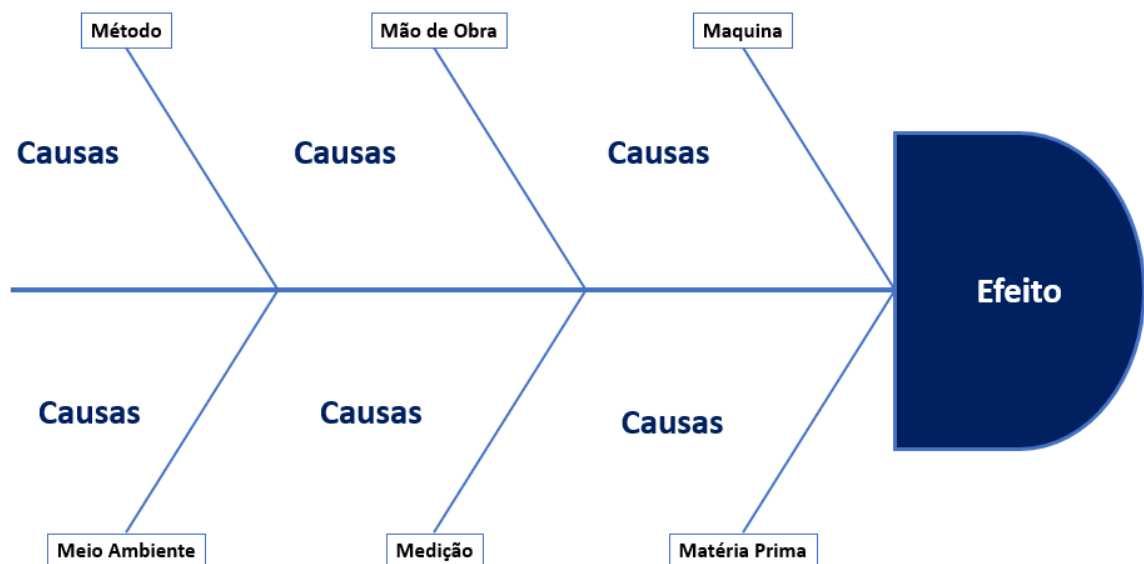
Fonte: Romão (2020)

2.6.2 Diagrama de Ishikawa

O diagrama de causa e efeito é uma ferramenta utilizada para demonstrar a relação existente entre o resultado de um processo (efeito) e os fatores (causas) do processo que, por razões técnicas, possam afetar o resultado considerado. (Werkema, 2014).

Também conhecido como diagrama de Ishikawa ou espinha de peixe, o diagrama de causa e efeito é composto de uma seta horizontal que aponta para efeito e setas diagonais que representam as seis categorias de causas para as falhas. A figura 11 apresenta um exemplo dele.

Figura 11 – Diagrama de Ishikawa



Fonte: Romão (2020)

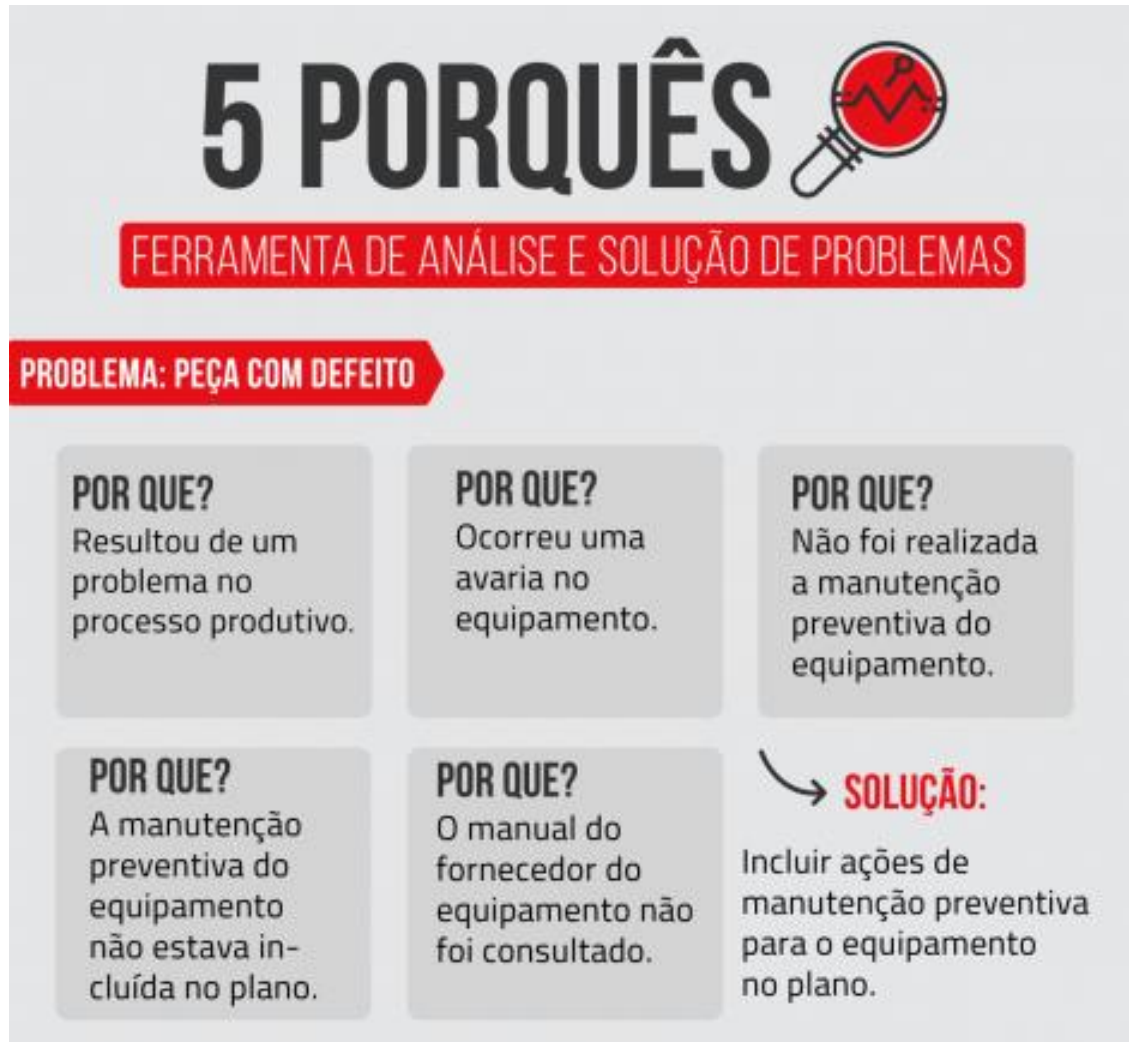
Romão (2020) nos diz que a ferramenta deve ser utilizada sempre que uma situação atípica for evidenciada no dia a dia da operação, no controle de um indicador, durante uma análise de falha, ou em situações similares.

2.6.3 05 Porquês

Lucinda (2010) diz que o método dos cinco porquês foi criado pelo Professor Taiichi Ohno e consiste em descobrir, por meio de perguntas, as causas profundas de um determinado problema em questão.

Na figura 12 tem-se um exemplo do uso da ferramenta para a detecção da causa raiz da falha de um determinado equipamento, bem como o estabelecimento do plano de ação.

Figura 12 – 5 Porquês aplicado à manutenção



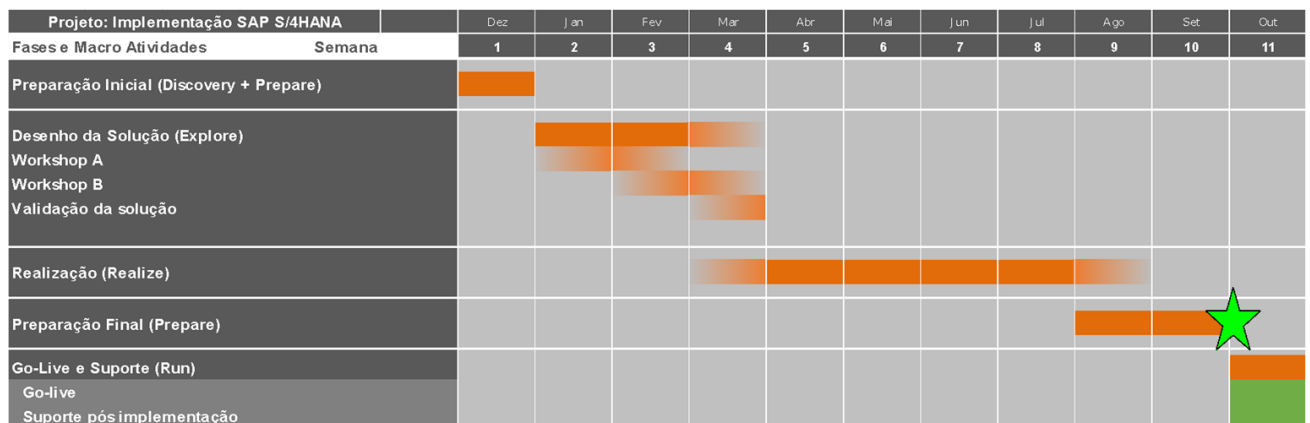
Fonte: Silva (2020)

3 IMPLANTAÇÃO DO SAP

3.1 CRONOGRAMA

A implantação do SAP HANA na empresa se deu através da metodologia *SAP Activate*, que forneceu as diretrizes para criação do cronograma do projeto, bem como determinação de papéis e responsabilidades dos *Key Users* envolvidos. Na figura 13 tem-se a visão do macro cronograma do projeto, com uma ideia de quando cada fase deveria ser realizada.

Figura 13 – Cronograma da implantação do SAP



Fonte: Produção do próprio autor.

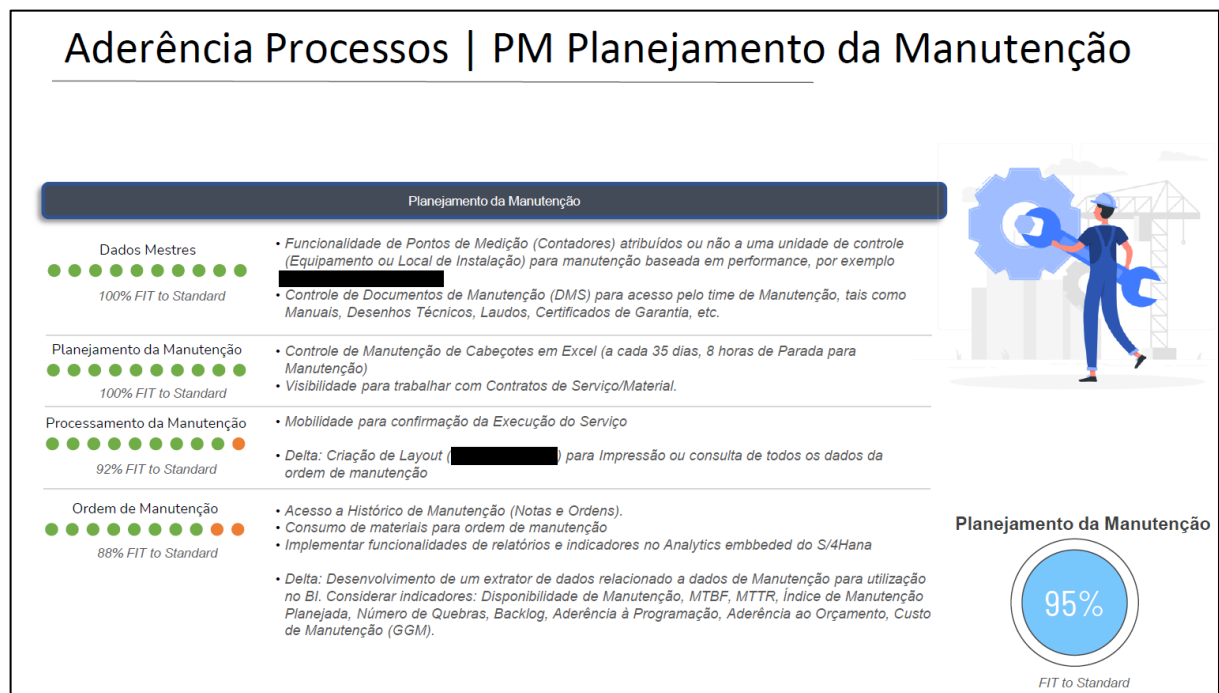
O início do projeto se deu em dezembro de 2021, culminando no *Go-Live* planejado inicialmente para outubro do mesmo ano. No entanto, devido a uma decisão conjunta entre usuários e gestão do projeto, o fim da implantação se deu em janeiro de 2022. Durante esse projeto, o time de manutenção da empresa contou com um *Key User*, responsável por executar as atividades necessárias e preparar a equipe para das mudanças que estariam por vir.

3.2 PREPARAÇÃO INICIAL (DISCOVERY)

Na fase da preparação inicial (*Discovery*), o principal objetivo foi analisar a maneira como o time de manutenção trabalhava, e verificar se a solução SAP HANA para o módulo PM abarcaria as necessidades mínimas. Vale ressaltar que o foco dessa fase seria elencar os requisitos sistêmicos obrigatórios (*must have*), e não os que a área gostaria que fossem implementados para fins de melhorias (*nice to have*).

A figura 14 apresenta os resultados dessa fase, com a conclusão de que os processos de manutenção eram 95% aderentes ao novo sistema. Os únicos pontos de atenção, e que demandariam desenvolvimentos e novas configurações ao longo do projeto, foi a definição de um *layout* de impressão para as ordens de manutenção, e o desenvolvimento de um extrator de dados para a construção de indicadores chave de performance (*key performance indicators*, ou KPI)

Figura 14 – Aderência da solução SAP aos requisitos de negócio de manutenção



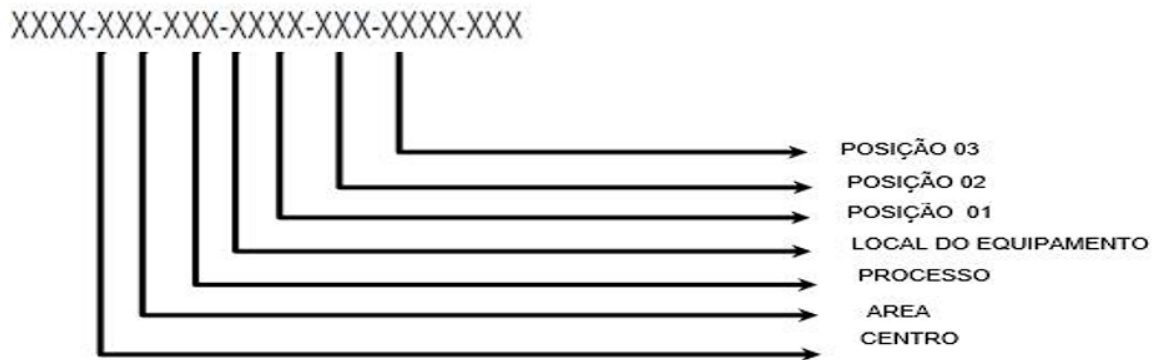
Fonte: Produção do próprio autor.

3.3 DESENHO DA SOLUÇÃO (EXPLORE)

Nessa fase foram definidas diretrizes de como o sistema deveria funcionar. As tomadas de decisão nessa etapa foram cruciais, uma vez que não somente definiram o modelo de trabalho a ser seguido pela unidade de análise em questão, mas por todas as demais plantas do grupo que viriam a adotar a solução SAP em implantação.

Na figura 15 tem-se o modelo de tagueamento de máquinas e equipamentos a ser utilizada. Trata-se de um sistema alfanumérico multinível, em que o código adotado devesse representar de maneira intuitiva a máquina, equipamento ou componente em questão. Cada nível tem um número de caracteres pré-determinado.

Figura 15 – Representação lógica da estrutura de ativos



Fonte: Produção do próprio autor.

A figura 16 apresenta um exemplo dessa estrutura criada em ambiente de testes do SAP. Como exemplo, tem-se um sistema de transmissão de uma máquina de corte e solda de embalagens plásticas.

Figura 16 – Cadastro do sistema de transmissão de uma máquina de corte e solda de embalagens plásticas

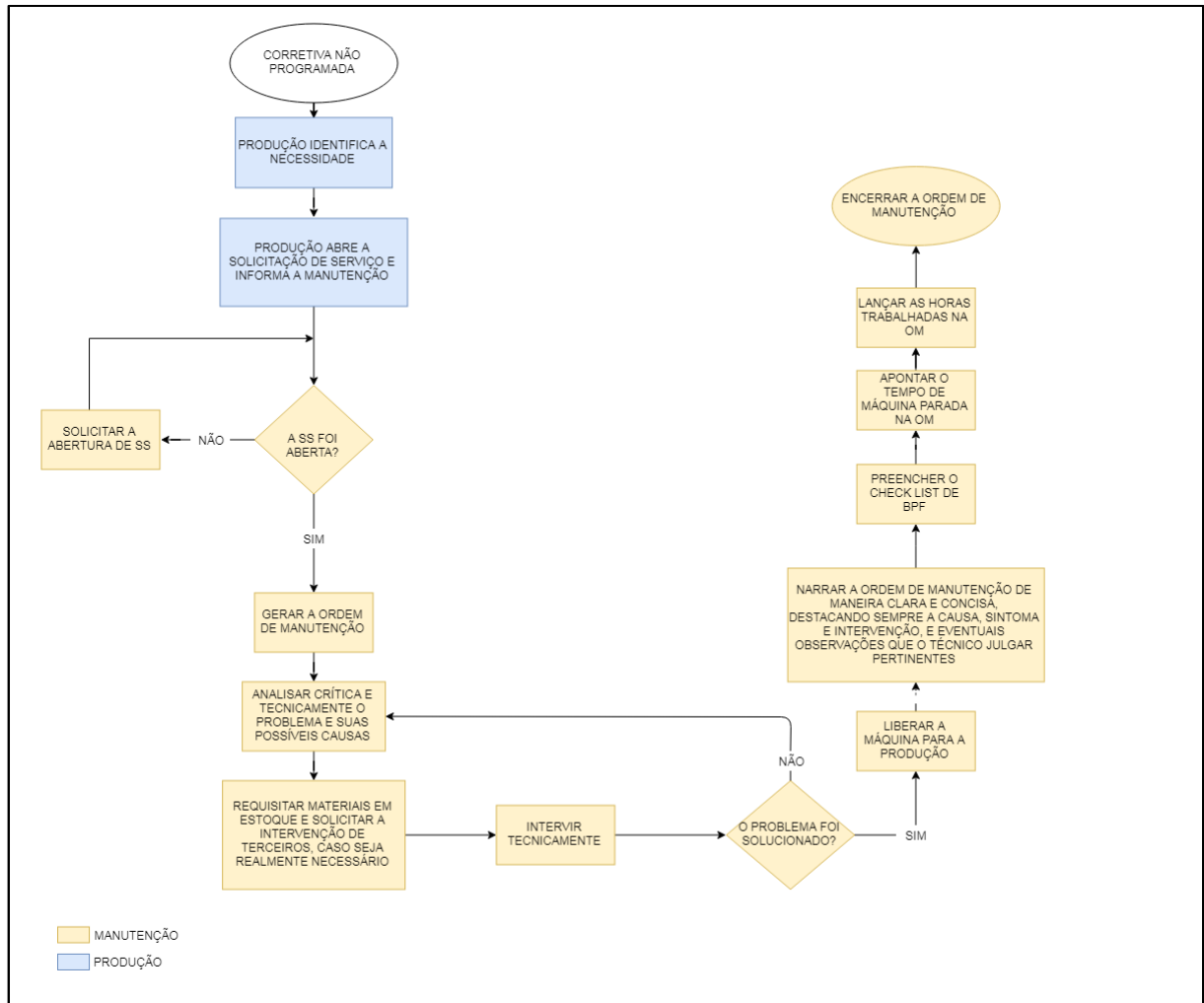
Represent.estrutura local instalação: Lista de estrutura		
Local de instalação: P702-PRD-POU-2507-RTR Descrição: ROLO DE TRANSMISSÃO		
☐	▼	P702-PRD-POU-2507-RTR ROLO DE TRANSMISSÃO
☐	>	P702-PRD-POU-2507-RTR-ENCO ENCODER
☐	▼	P702-PRD-POU-2507-RTR-STTR SISTEMA DE TRANSMISSÃO
☐		P702-PRD-POU-2507-RTR-STTR-COR CORREIA SINCRONIZADA
☐		P702-PRD-POU-2507-RTR-STTR-ME1 MOTOR ELÉTRICO
☐		P702-PRD-POU-2507-RTR-STTR-RED REDUTOR

Fonte: Produção do próprio autor.

Outra informação importante a ser tomada foi a definição de papéis e responsabilidades em determinados fluxos de processos. Como o módulo de manutenção do SAP apresenta uma forte interface com diversas áreas da empresa, essa determinação se fez crucial para o bom funcionamento da ferramenta após sua implementação. Na figura 17 é apresentado o

fluxograma de atendimento de manutenções corretivas emergenciais a ser utilizado pela fábrica. Esse processo vai desde o setor que solicita a manutenção, passando pela figura do técnico de manutenção, e chegando à verificação da ordem de manutenção pelo time de gestão e PCM.

Figura 17 – Fluxograma de atendimento de manutenção corretiva emergencial



Fonte: Produção do próprio autor.

3.4 REALIZAÇÃO (REALIZE)

A fase de Realização foi a mais longa do projeto de implementação do SAP. Foi nesta fase em que foram realizados os cadastros no novo sistema como um todo, indo desde máquinas e equipamentos, passando por planos de manutenção e procedimentos padrão de manutenção corretiva e preditiva. A estratégia adotada foi primordialmente migrar o máximo de informação possível de sistemas anteriores, a fim de otimizar a utilização do tempo disponível. A exceção

mais importante se deu por parte do cadastro da estrutura de ativos que, devido a sua lógica muito diferente do sistema utilizado anteriormente, teve que ser criada a partir do zero.

Essa fase também serviu para testes e validações da solução desenhada anteriormente. Assim, o *Key User* pôde verificar se o que fora entregue atendia ao que fora solicitado. Na figura 18 é apresentado um exemplo de *layout* padrão de uma ordem de manutenção preventiva, e que seria adotado para os demais tipos de ordem (preditiva e corretiva).

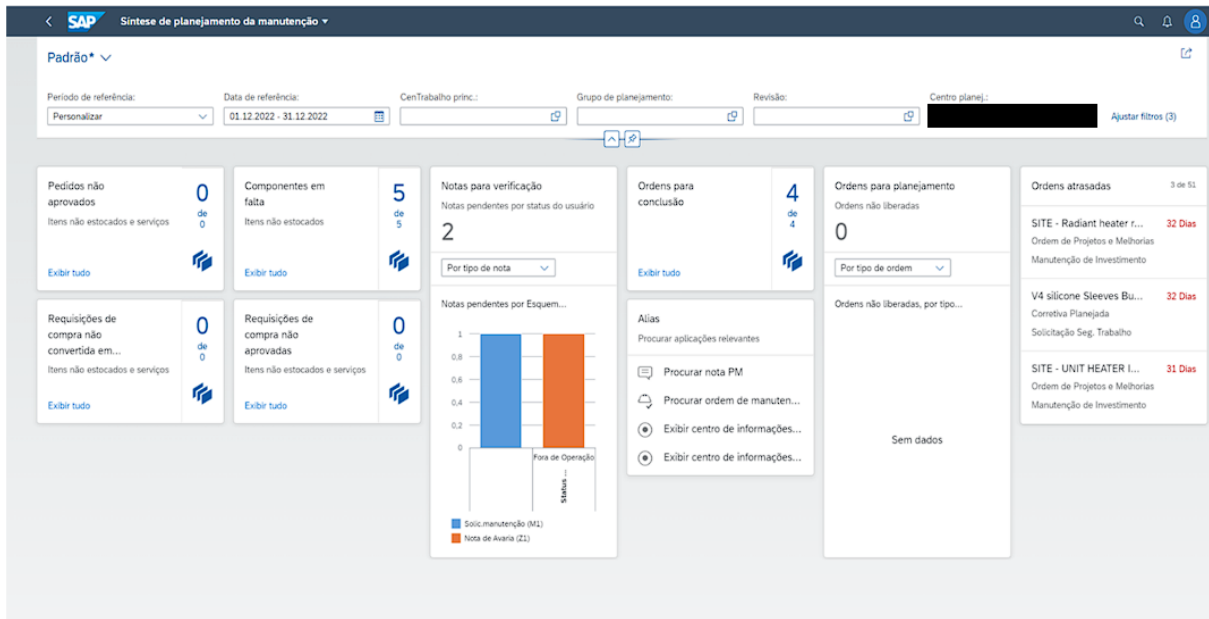
Figura 18 – Layout de impressão de uma ordem de manutenção preventiva

Manutenção Preventiva				90000000014
DESCRIÇÃO DA ORDEM	[REDACTED]			
TIPO DE ORDEM	ZPM3 - Manutenção Preventiva	NOTA		
TIPO DE ATIVIDADE	PVP - Preventiva Plano	TIPO NOTA		
LOCAL DE INSTALAÇÃO	P702-PRD-EPD-1201	[REDACTED]		
EQUIPAMENTO				
CT RESPONSÁVEL	[REDACTED]	CENTRO	[REDACTED]	
INÍCIO PREVISTO	08/31/2022	00:00:00	CÓDIGO ABC	
FIM PREVISTO	09/01/2022	00:00:00	PRIORIDADE	
CHECAGEM DE SEGURANÇA				
VERIFICAR E SEGUIR NORMAS REFERENTE A TRAVAMENTO DE ENERGIA				
SINALIZAR O EQUIPAMENTO				
UTILIZAR EPI'S NECESSARIOS				
UTILIZAR FERRAMENTAS ADEQUADAS				
TOMAR CUIDADO COM PONTOS ENERGIZADOS				
TOMAR CUIDADO COM PONTOS DE AGARRAMENTO				
TOMAR CUIDADO COM PONTOS QUENTES				
OPERAÇÕES				
OPER.	DESCRIÇÃO	CONCLUÍDO	CENTRO TRABALHO	DURAÇÃO
0010	MOTOR - APLICADOR DE PÓ	SIM ☐ NÃO ☐		
	VERIFICAR AS CONDIÇÕES DE FUNCIONAMENTO E TEMPERATURA DO MOTOR			
	a			
0020	CABO/FONTE DE ALIMENT - APLICADOR DE PÓ	SIM ☐ NÃO ☐		
	VERIFICAR ASPECTO VISUAL, ISOLAÇÃO, E SE HÁ ALGUM DESCASCAMENTO			
0030	PAINEL DAS ROSCAS - CANHÃO E ROSCA	SIM ☐ NÃO ☐		

Fonte: Produção do próprio autor.

Na figura 19 é apresentada a ferramenta nativa SAP entregue com foco no planejamento e controle de manutenção. Através dela se fez possível verificar de maneira centralizada informações importantes para o time de PCM, tais como *follow-up* de compras de itens de manutenção, ordens de manutenção com execução atrasadas, bem como ordens de manutenção com planejamento e execução pendentes.

Figura 19 – Visão do aplicativo SAP “Síntese de Planejamento de Manutenção”



Fonte: Produção do próprio autor.

3.5 PREPARAÇÃO FINAL (PREPARE)

Na fase de preparação final foi realizado o treinamento de toda a equipe de manutenção e PCM, passando primeiramente pelos gestores e planejadores de manutenção, e finalizando no treinamento dos técnicos de manutenção.

Como os planejadores e gestores trabalhariam mais frequentemente com o SAP no dia a dia, a estratégia adotada fora instruir primeiramente a esse público, para que ajudassem no suporte aos técnicos mantenedores. Vale pontuar que, sistemicamente falando, um planejador de manutenção tem acesso a todas as aplicações que teria um mantenedor, além daquelas específicas de planejamento e controle de manutenção. Por exemplo, um técnico de manutenção pode criar a reserva de uma peça de reposição que está guardada no almoxarifado, mas não teria acesso a aplicações de criação e modificação de planos de manutenção.

3.6 GO-LIVE E SUPORTE (RUN)

Em janeiro de 2022 (ou seja, pouco mais de um ano após o início do projeto), a manutenção passou a utilizar o SAP para suas atividades efetivamente. Após o *Go-Live*, o suporte aos usuários finais se deu, primeiramente, pelo *Key User*, e em segunda instância pelos demais colaboradores do time de PCM.

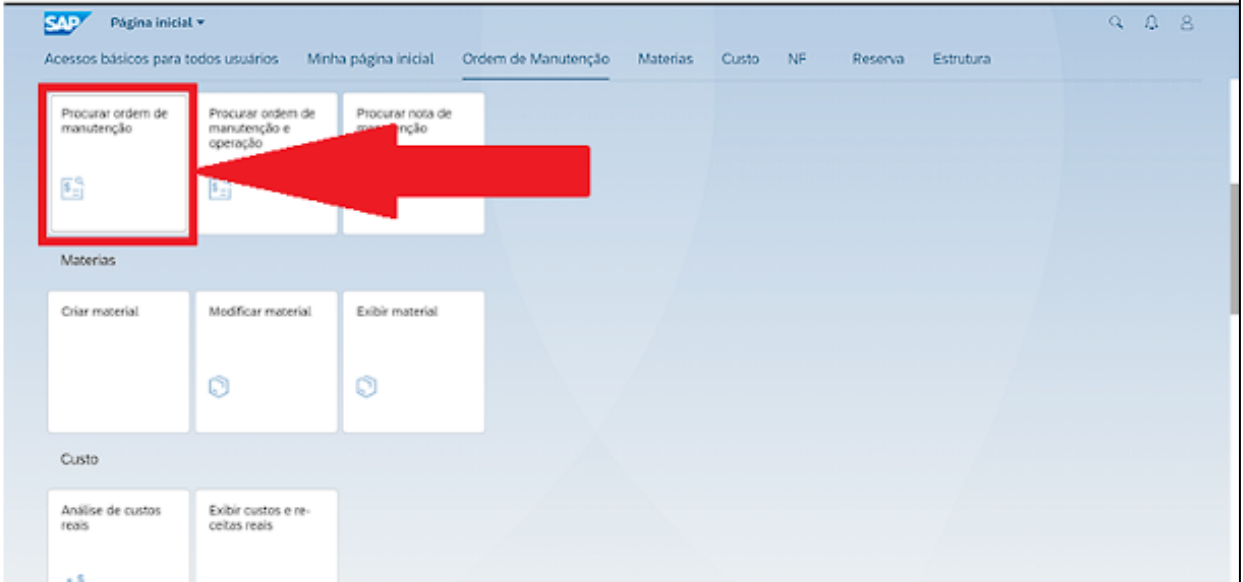
Nessa fase, o principal desafio foi o apoio aos técnicos de manutenção. Como algumas manutenções emergenciais se dão em horários não convencionais de trabalho (como finais de semana, feriados ou durante a noite), o técnico de manutenção encontrou maiores barreiras quanto o atendimento a suas dúvidas e problemas. Isso porque nesses momentos os colaboradores do time de PCM costumam não estar na empresa.

Uma medida paliativa adotada até que os colaboradores do setor estivessem mais familiarizados com o sistema foi a criação de manuais indicando como utilizar as funções básicas do sistema. Esses manuais eram disponibilizados digitalmente ou fisicamente impressos próximos aos computadores do setor de manutenção. A figura 20 apresenta o manual criado sobre como requisitar uma peça de reposição estocada no almoxarifado da empresa.

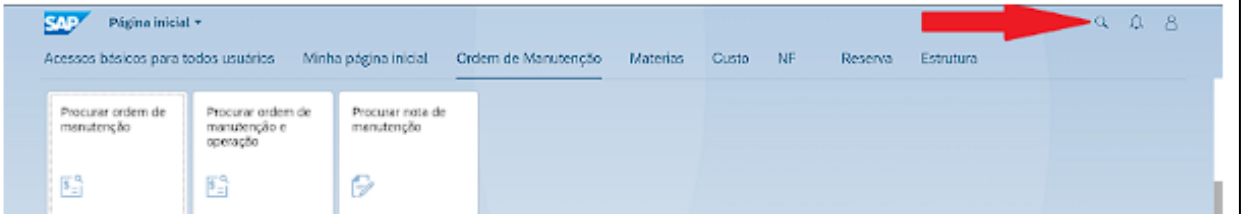
Figura 20 – Manual explicando como requisitar um material estocado

COMO FAZER REQUISIÇÃO DE ESTOQUE NO SAP
ATUALIZADO EM 28/01/2022

1 - Acesse o programa Procurar Ordem de Manutenção.



Caso não encontre, clique na LUPA, e procure por ele.



Fonte: Produção do próprio autor.

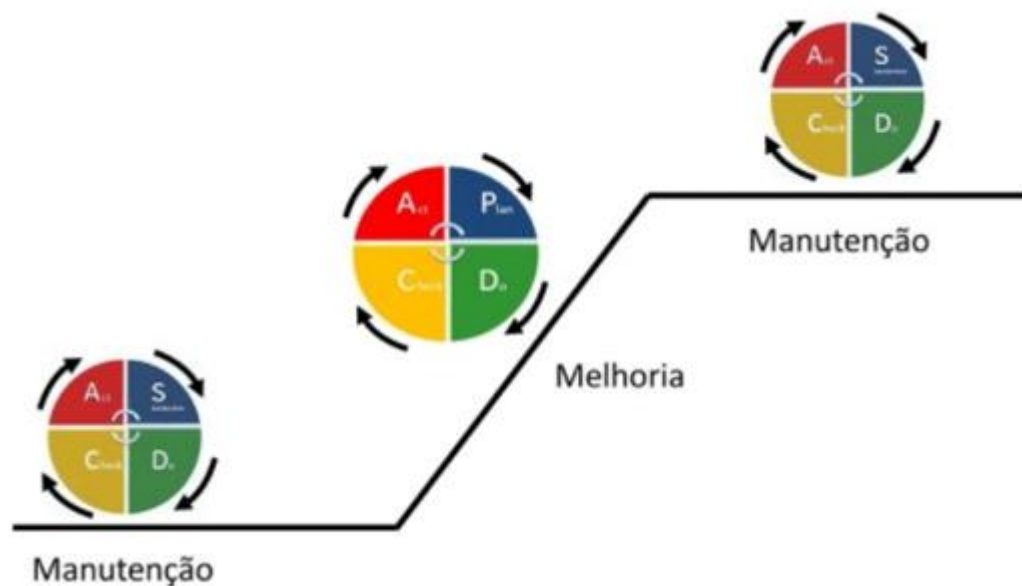
4 PRÁTICAS DE GESTÃO DA MANUTENÇÃO

4.1 APLICAÇÃO DO CICLO PDCA

O time de gestão entendeu que a implantação de um novo sistema por si só não seria suficiente para melhorar o desempenho do setor de manutenção. Assim, lançou-se mão de diversas ferramentas de gestão, em sua maioria derivadas da Engenharia de Qualidade.

A principal foi a adoção do ciclo PDCA. Na figura 21 é apresentada uma representação dessa ideia, em que a mudança devesse ser implementada e sustentada e, somente após sua estabilização, haveria a busca por novos aprimoramentos. Essa ideia foi aplicada em diversos momentos, tais como revisão de planos de manutenção, criação de indicadores, análises de falhas de manutenção etc.

Figura 21 – Ciclo PDCA adotado pela gestão da manutenção



Fonte: Produção do próprio autor.

É possível dizer que essa mentalidade adotada fora o principal agente da mudança no setor, já que trouxe o sentimento de sempre querer buscar melhorias para processos e métodos de manutenção. O *mindset* em questão foi estendido também aos manutentores, não devendo somente estar a nível de gestão e planejamento.

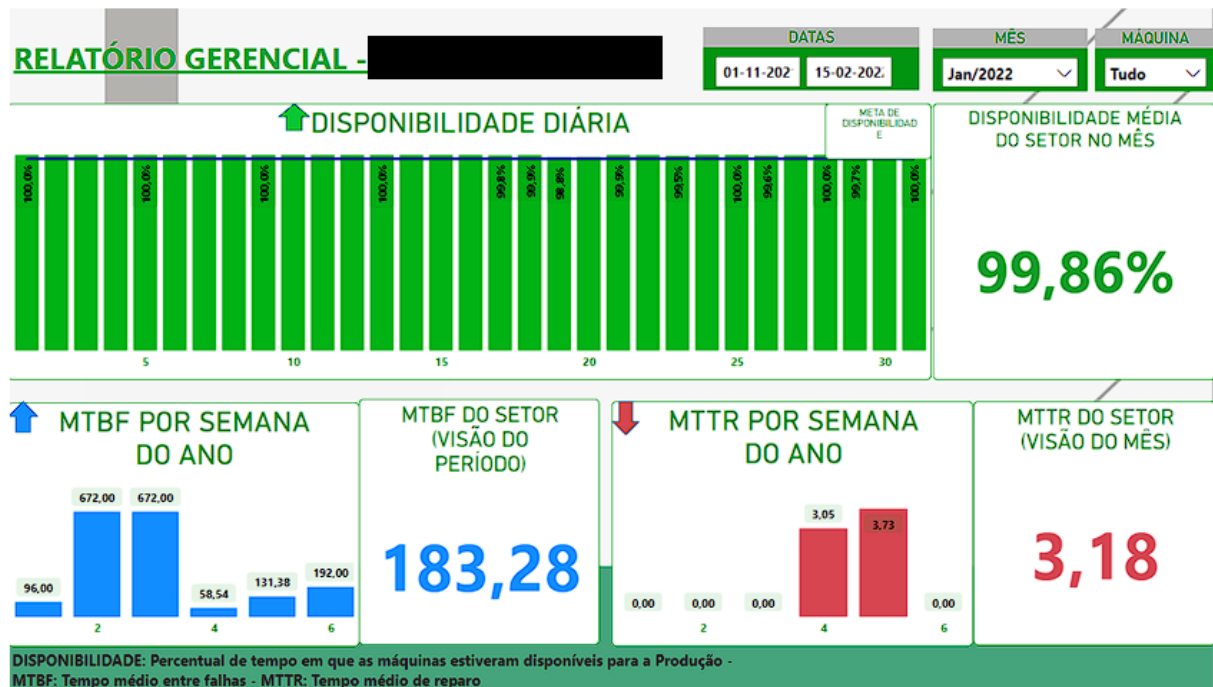
4.2 CRIAÇÃO DE INDICADORES

Com a ideia de que seria impossível gerenciar a manutenção sem métricas de monitoramento, identificou-se a necessidade de criação de indicadores estratégicos. Os KPIs foram definidos pela gestão de manutenção e criados pelo *Key User* SAP da área (que à época atuava como planejador de manutenção).

A criação desses indicadores se deu paralelamente ao projeto de implantação do sistema SAP PM. Logo, em um primeiro momento, a fonte de dados desses indicadores foi de maneira externa ao ERP, mas posteriormente adaptadas para coletar dados do novo sistema. A ferramenta utilizada foi o *Microsoft Power BI* para a análise dos dados das diversas fontes e criação dos gráficos para facilitar no entendimento e gestão dos resultados.

Na figura 22 é apresentado o dashboard de gestão de manutenção de um dado setor produtivo da empresa. É possível identificar os indicadores de Disponibilidade, MTBF e MTTR do setor. Com isso, se tornou possível identificar informações relevantes a respeito da manutenção das máquinas, tais como quanto tempo a equipe de manutenção demora em média para solucionar uma falha funcional, qual o tempo médio entre uma falha e outra etc.

Figura 22 – Dashboard de gestão da manutenção do setor de máquinas irradiadoras da empresa



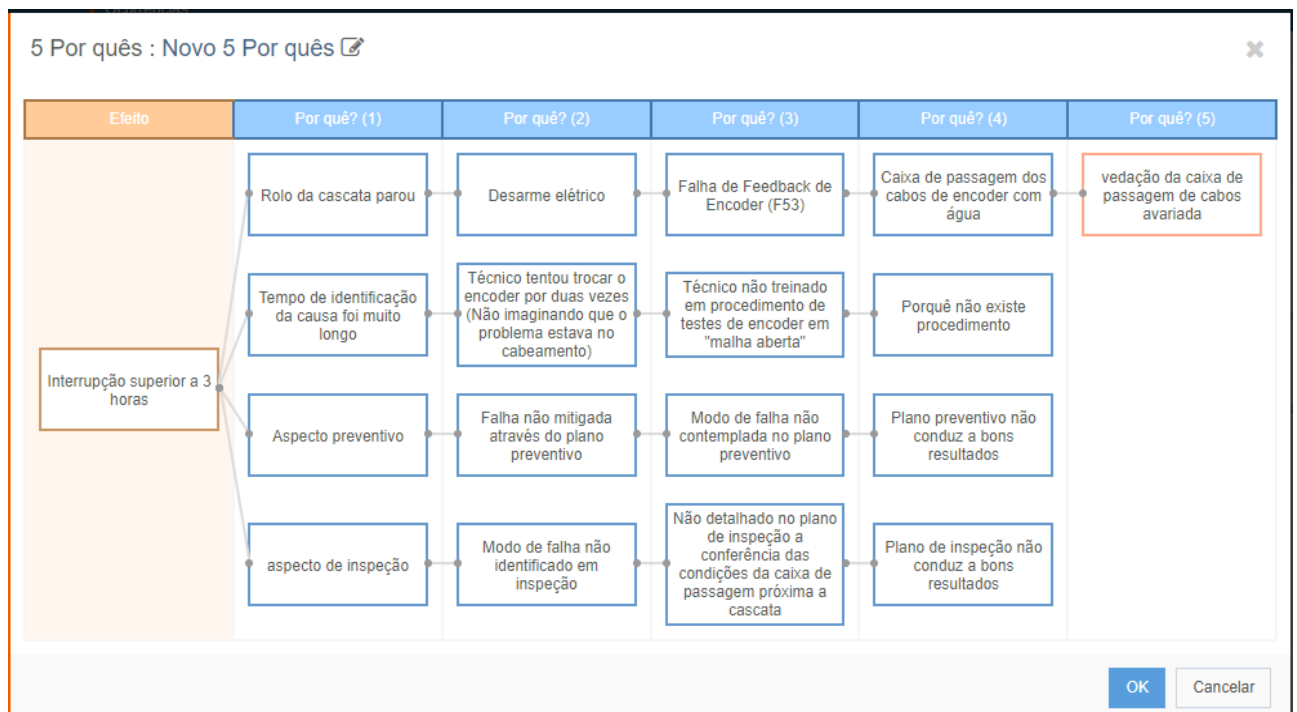
Fonte: Produção do próprio autor.

4.3 ANÁLISE DE FALHAS

A análise de falhas de manutenção foi implementada com base em gatilhos pré-estabelecidos. A depender do tipo de máquina, esse gatilho seria de uma manutenção corretiva com indisponibilidade de máquina de 2 a 3 horas. Caso essa meta fosse atendida, o time de manutenção deveria elaborar uma análise da falha, a fim de identificar as causas raízes, e elaborar planos de ação para evitar que a falha viesse a ocorrer novamente.

A figura 23 apresenta um exemplo de utilização da ferramenta da qualidade “5 Porquês” na análise de uma falha. Essa ferramenta deveria ser escolhida quando se existisse uma noção mais clara do problema por parte do time envolvido na análise.

Figura 23 – “5 Porquês” aplicado na investigação de uma falha em um rolo de transmissão



Fonte: Produção do próprio autor.

Outra ferramenta aplicada fora o Diagrama de Ishikawa. Essa ferramenta deveria ser utilizada quando os envolvidos não tivessem clara noção da falha e dos fenômenos que a cercassem. Na figura 24 é apresentado o quadro utilizado pela equipe para esse tipo de análise. Não por acaso, esse quadro ficaria disponível no centro da oficina de manutenção, para que o máximo de pessoas pudessem ser envolvidas na investigação.

Figura 24 – Quadro para realização de análise de falhas

ANÁLISE DE FALHAS

Nº _____

Mão de obra

Máquina

Material

Medição

Meio Ambiente

Método

Nº	1º P	2º P	3º P	4º P	5º P
01					
02					
03					
04					
05					
06					
07					
08					
09					
10					

Fonte: Produção do próprio autor.

Não importando a ferramenta adotada, a prática do *brainstorming* deveria ser utilizada. Como em uma falha de manutenção potencialmente há diversas pessoas envolvidas, nenhuma ideia deveria ser inicialmente descartada. Geralmente as análises de falhas eram realizadas por planejadores de manutenção, em conjunto com líderes e técnicos.

Os principais planos de ação seriam aprimoramento de planos de manutenção, revisão de procedimentos padrão, melhorias em máquinas e equipamentos, dentre outros.

4.4 APRIMORAMENTO DOS PLANOS DE MANUTENÇÃO

Como parte da mentalidade atrelada ao ciclo PDCA que fora implantada no setor de manutenção da empresa, o aprimoramento dos planos de manutenção preventiva e preditiva deveriam ser constantes.

O primeiro passo para esse aprimoramento fora a aquisição de novas ferramentas e instrumentos de medição para realização de inspeções de manutenção. Isso pois entendeu-se

que a manutenção preditiva seria a estratégia mais abrangente para o tipo de maquinário presente na empresa.

Na figura 25 é mostrada a aplicação de uma câmera termográfica para a inspeção da temperatura de componentes de painéis elétricos e motores da fábrica. Como esse instrumento foi possível identificar diversos pontos de sobreaquecimento, e atuar antes que o defeito pudesse se agravar.

Figura 25 – Aplicação de uma câmera termográfica na inspeção de painéis elétricos



Fonte: Produção do próprio autor.

Outra fonte de defeitos identificada foram os rolamentos que compunham os diversos equipamentos da empresa. Para identificar tais defeitos antes que viessem a se tornar falhas, lançou-se mão de estetoscópios eletrônicos. Com esse equipamento é possível investigar se os rolamentos apresentam ruídos anormais que indicassem potenciais falhas. A figura 26 apresenta

um exemplo de aplicação de um estetoscópio eletrônico na investigação de ruídos em rolamentos de um motor elétrico.

Figura 26 – Exemplo de aplicação de um estetoscópio eletrônico na detecção de defeitos



Fonte: Produção do próprio autor.

Outro ponto relevante na estratégia de revisão de planos de manutenção foi a padronização de planos de preventiva. Entendeu-se que detalhar o passo a passo da execução dos planos de preventiva seria importante para assegurar que toda a equipe realizasse o trabalho da mesma forma. A figura 27 apresenta um *check list* de manutenção preventiva de uma máquina extrusora do grupo.

Figura 27 – Check List de manutenção preventiva de uma máquina extrusora

		Manutenção Preventiva		90000051230	
DESCRIÇÃO DA ORDEM					
TIPO DE ORDEM	ZPM3 - Manutenção Preventiva	NOTA			
TIPO DE ATIVIDADE	PVP - Preventiva Plano	TIPO NOTA			
LOCAL DE INSTALAÇÃO	P702-PRD-EPD-1202 -				
EQUIPAMENTO					
CT RESPONSÁVEL		CENTRO			
INÍCIO PREVISTO		CÓDIGO ABC			
FIM PREVISTO		PRIORIDADE			
CHECAGEM DE SEGURANÇA					
VERIFICAR E SEGUIR NORMAS REFERENTE A TRAVAMENTO DE ENERGIA					
SINALIZAR O EQUIPAMENTO					
UTILIZAR EPI'S NECESSARIOS					
UTILIZAR FERRAMENTAS ADEQUADAS					
TOMAR CUIDADO COM PONTOS ENERGIZADOS					
TOMAR CUIDADO COM PONTOS DE AGARRAMENTO					
TOMAR CUIDADO COM PONTOS QUENTES					
OPERAÇÕES					
OPER.	DESCRIÇÃO	CONCLUÍDO	CENTRO TRABALHO	DURAÇÃO	
0010	GUIA LINEAR NKE 63 - TORRE E GIRATORIO	SIM ☐ NÃO ☐			
	TIPO DE GRAXA : Intersyth FBX 43-2 QUANTIDADE : 5g.				
0020	TRILHO LINEAR KLC - TORRE E GIRATORIO	SIM ☐ NÃO ☐			
	TIPO DE GRAXA : Intersyth FBX 43-2 QUANTIDADE : Aplicar camada fina de graxa no trilho				

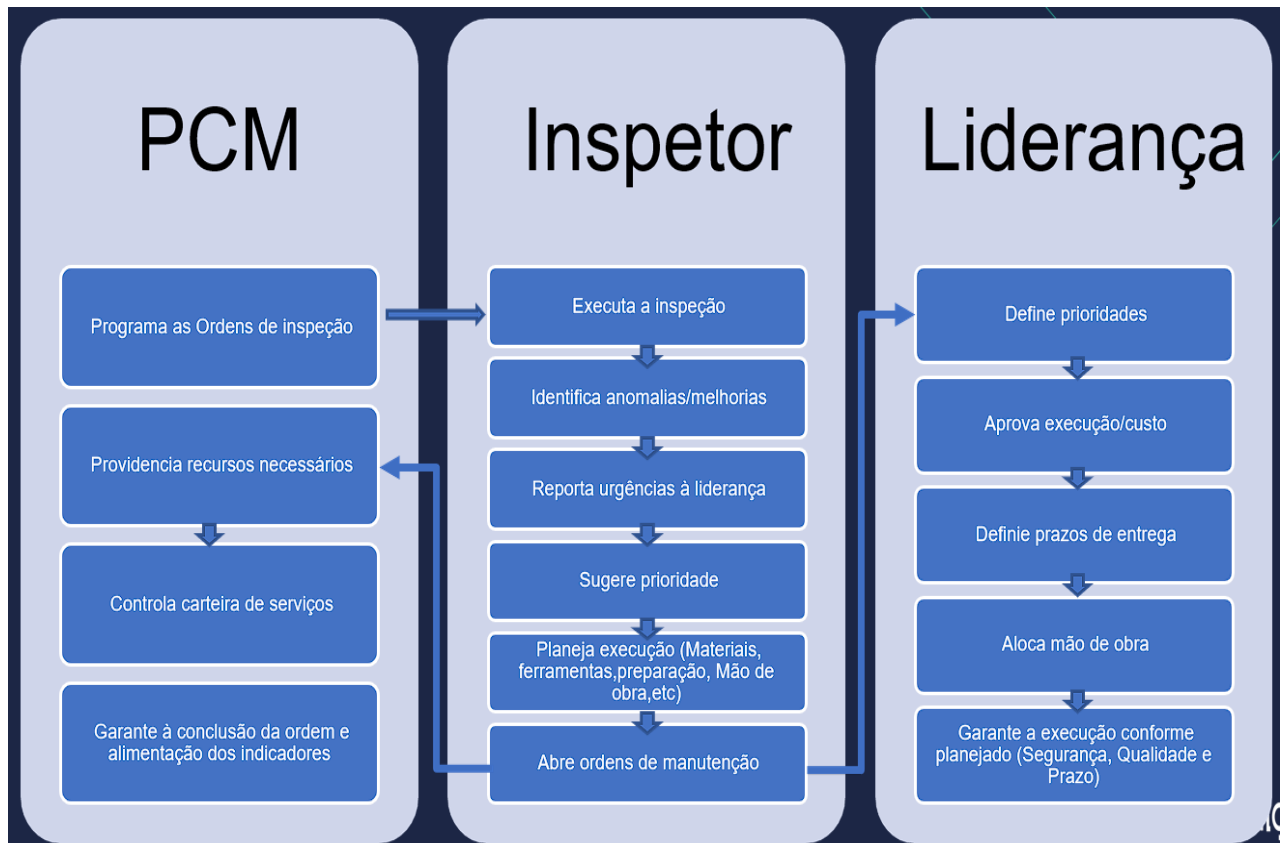
Fonte: Produção do próprio autor.

O aprimoramento dos planos de manutenção seria derivado em grande parte das demandas dos planos de ação originários das análises de falha. Assim, sua revisão deveria ser orientada a mitigar a probabilidade de falha de equipamentos.

4.5 DEFINIÇÃO DE PAPEIS E RESPONSABILIDADES

A definição de papéis e responsabilidades dentro do time de manutenção se fez necessária para que cada colaborador focasse em determinadas tarefas, a fim de executá-las da melhor maneira possível. Na figura 28 é apresentado uma ideia de como seriam os papéis e responsabilidades dos líderes, inspetores e colaboradores do PCM (programadores e planejadores de manutenção).

Figura 28 – Definição de papéis e responsabilidades de colaboradores da manutenção



Fonte: Produção do próprio autor.

No exemplo acima, que foi aplicado aos colaboradores do time, o fluxo de manutenção preventiva e preditiva começaria pelo Inspetor de manutenção. Este seria responsável por coletar demandas através dos planos de manutenção preditiva, programar os recursos necessários (material e mão de obra), além de criar as ordens de manutenção no ERP da empresa.

Caberia ao PCM providenciar os recursos necessários, agendar a execução das atividades e garantir a coleta de dados para construção dos indicadores estratégicos. Por fim, caberia ao líder de manutenção fazer a gestão de pessoal, determinando quais seriam os executores das atividades.

Um efeito colateral positivo dessa definição de responsabilidades, além do aumento da eficiência do time, seria um maior engajamento por parte das pessoas. Notou-se que, quando o colaborador sabia exatamente o que deveria fazer, bem como ter noção da importância das suas tarefas, este se sentiria mais motivado a realizá-las. Internamente, o time chamou esse senso de “sentimento de dono”.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

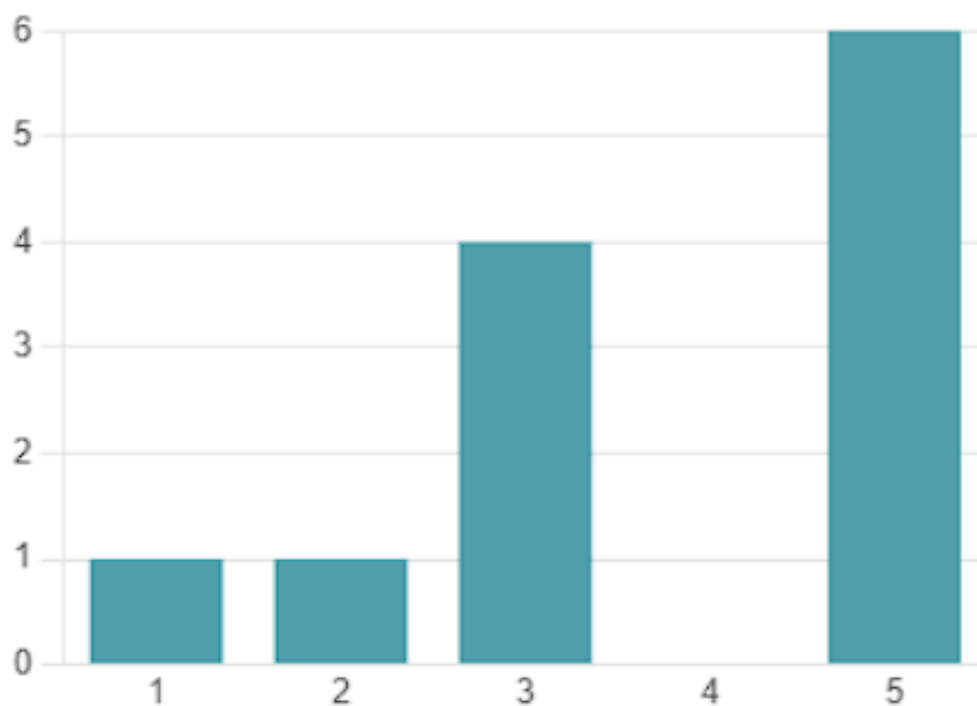
5.1 PÓS-MUDANÇA DO PONTO DE VISTA DOS USUÁRIOS

Foi realizada uma pesquisa com os colaboradores da manutenção a respeito da percepção acerca do uso do SAP módulo PM na empresa, após o início de sua utilização. A ferramenta utilizada foi o Microsoft Forms, disponibilizada via link on-line aos membros do time. O público que atendeu à pesquisa é composto por 12 manutentores e 7 líderes, gestores ou membros do PCM. A pesquisa foi realizada entre os dias 24 de dezembro de 2022 e 10 de janeiro de 2023, mais de um ano após o início do contato com o novo ERP por parte do setor.

5.1.1 Percepção por parte dos manutentores

De acordo com as respostas do formulário aplicado, metade dos manutentores já teve contato com o SAP em alguma outra oportunidade, e a maioria deles (7) já o utiliza há mais de um ano na empresa. Na figura 29 é possível ver que a maior parte deles tem algum contato com o ERP no dia a dia, com uma classificação média de 3,75.

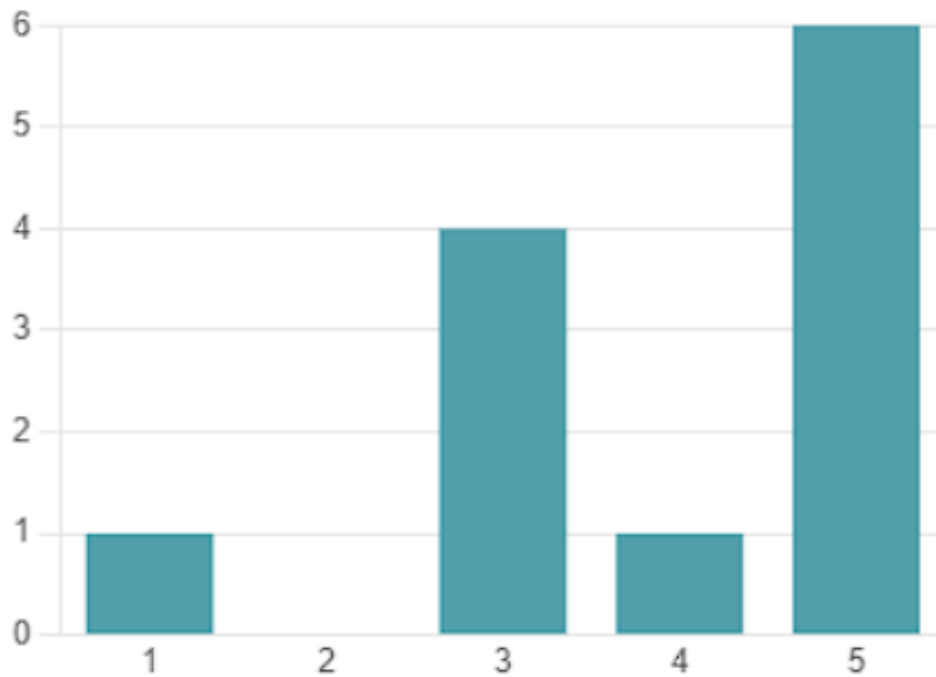
Figura 29 – Classificação do contato com o SAP por parte dos manutentores



Fonte: Produção do próprio autor.

Na figura 30 é possível ver que boa parte deles consegue utilizar o ferramental básico do SAP quando necessário, com uma classificação média de 3,92.

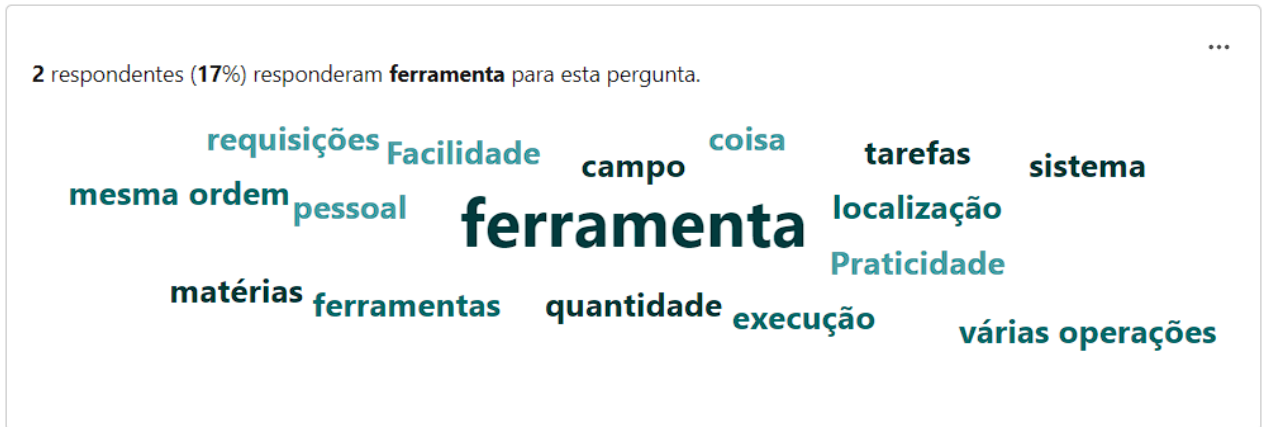
Figura 30 – Classificação da facilidade de uso do SAP por parte dos manutentores



Fonte: Produção do próprio autor.

Quando dado a oportunidade de os entrevistados descreverem melhor sua percepção a respeito do SAP, a maior parte deles optou por pontuar a facilidade do uso da ferramenta para requisição de materiais estocáveis, quando comparando com outros ERPs previamente utilizados. Também foi pontuado uma oportunidade de melhoria a respeito da simplificação da visualização dos *check lists* de manutenção preventiva e preditiva. A figura 31 elucida melhor as respostas a essa proposição em forma de uma *Word Cloud* com os termos mais utilizados.

Figura 31 – Nuvem de palavras sobre a opinião dos manutentores

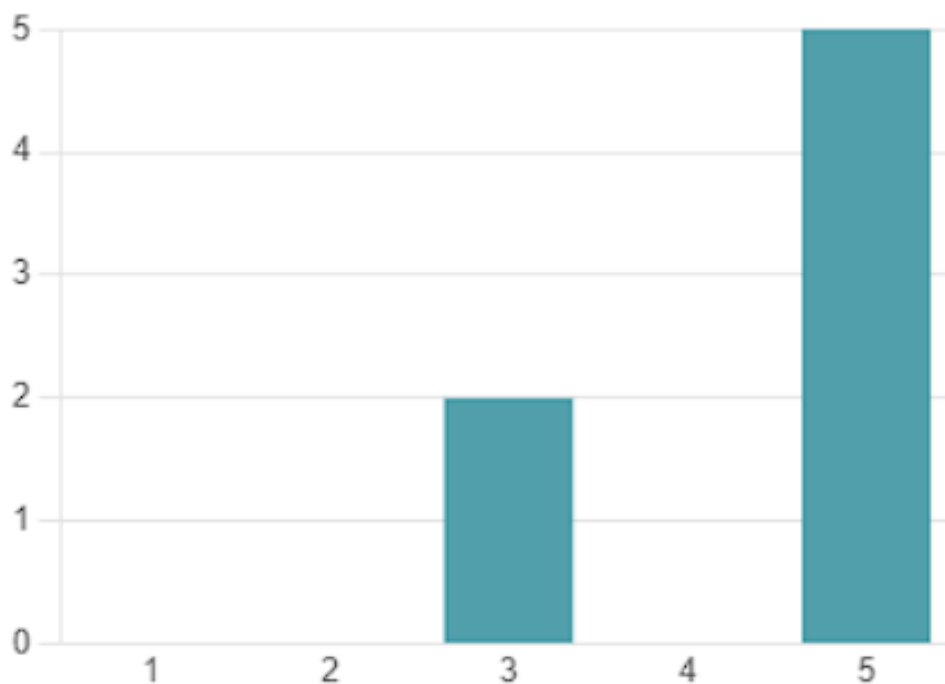


Fonte: Produção do próprio autor.

5.1.2 Percepção por parte da gestão, liderança e PCM

De acordo com as respostas do formulário aplicado, a maior parte dos questionados (6) não teve contato com o SAP em alguma outra oportunidade, sendo que apenas uma pessoa já utilizou a solução anteriormente. A maioria deles (4) utiliza o ERP de 4 meses a um ano, enquanto 3 já o utilizam há mais de um ano na empresa. Na figura 32 é possível ver que a maior parte deles tem algum contato com o ERP no dia a dia, com uma classificação média de 4,43.

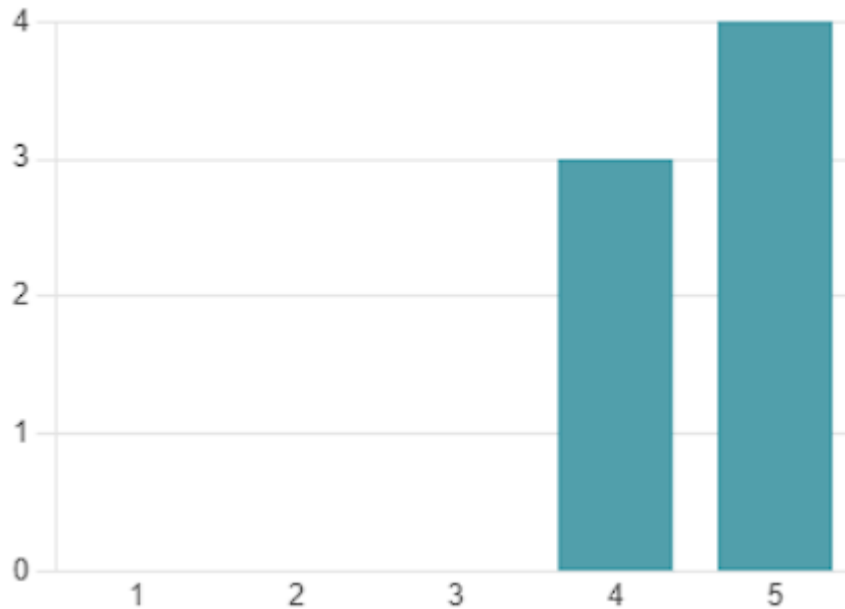
Figura 32 – Classificação do contato com o SAP por parte da gestão, liderança e PCM



Fonte: Produção do próprio autor.

Na figura 33 é possível ver que boa parte dos usuários em questão consegue utilizar o ferramental básico do SAP quando necessário, com uma classificação média de 4,57.

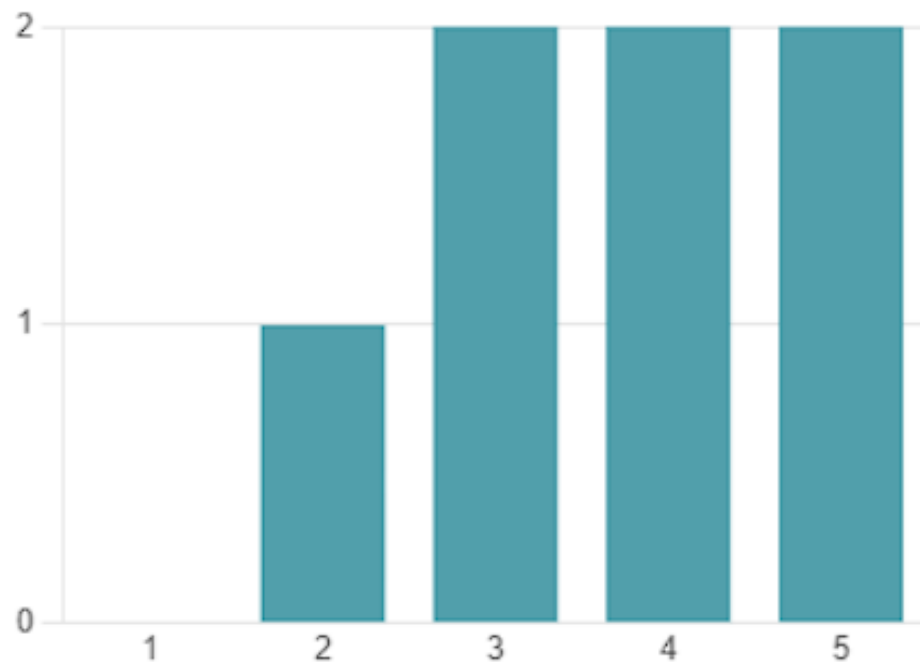
Figura 33 – Classificação da facilidade de uso do SAP por parte da gestão, liderança e PCM



Fonte: Produção do próprio autor.

Como as pessoas questionadas tendem a ter um contato maior com o SAP se comparados ao corpo técnico de manutenção, foi perguntado aos mesmos o seu grau de utilização das ferramentas de gestão que o software oferece. Na figura 34 é possível notar que a maior parte dos questionados tem um uso bom dessas funções, com uma classificação média de 3,71.

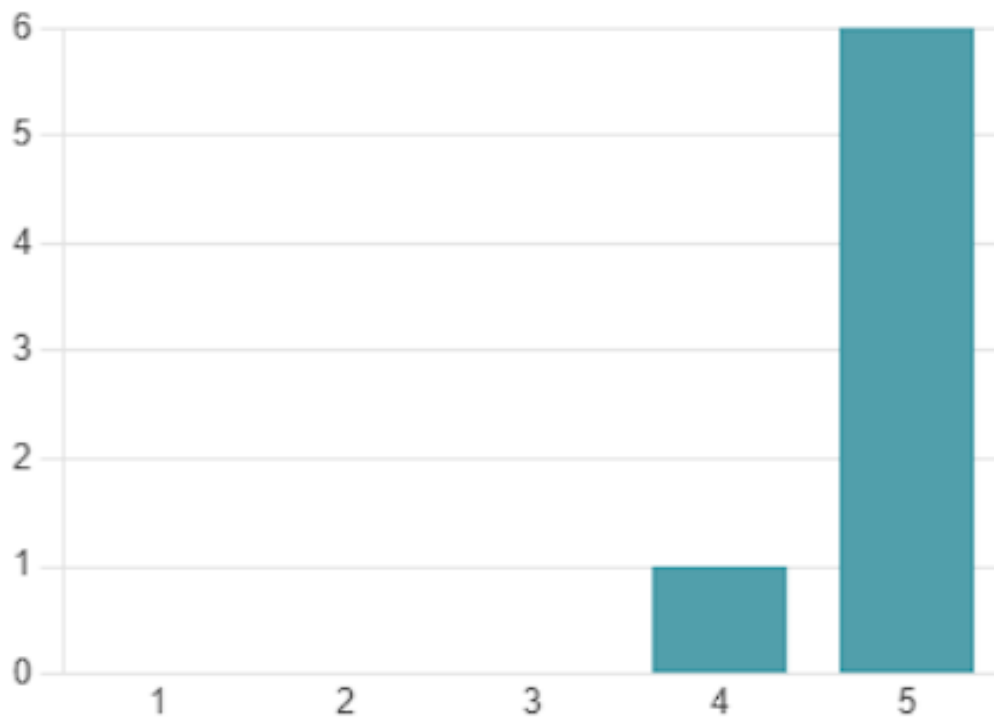
Figura 34 – Grau de utilização do ferramental de gestão do SAP por parte da gestão, liderança e PCM



Fonte: Produção do próprio autor.

Além disso, foi questionado sobre qual o entendimento de que o SAP PM pudesse trazer ganhos para a gestão da manutenção, comparado ao sistema utilizado anteriormente (desde que fosse utilizado em sua plenitude). Na figura 35 é possível notar uma resposta positiva a esse questionamento, com um índice de 4,86. Ou seja, é quase unânime a compreensão de que o SAP módulo PM pode trazer benefícios importantes para a gestão da manutenção na empresa.

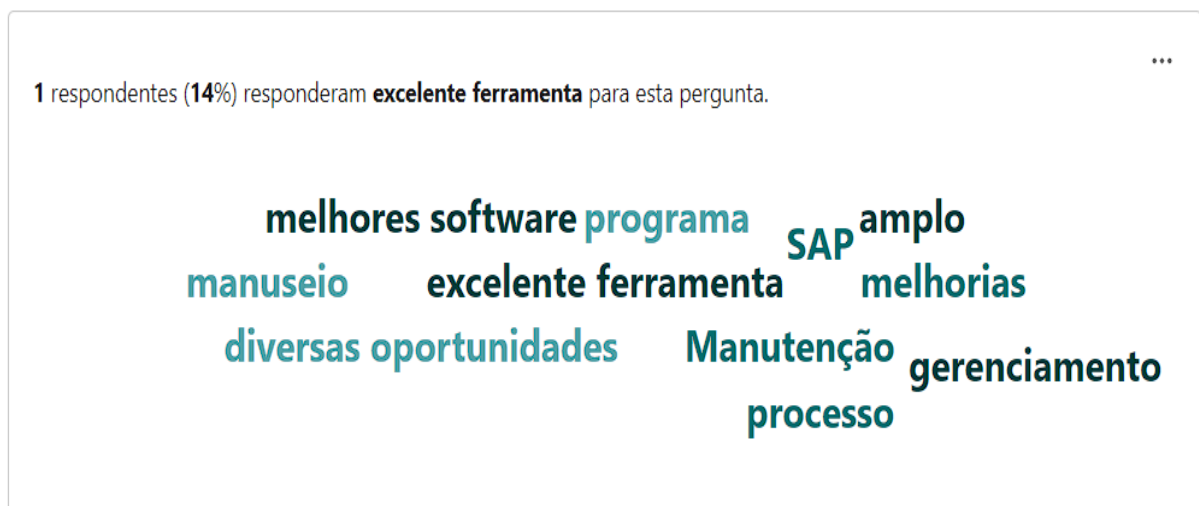
Figura 35 – Percepção do potencial de transformação trazido pelas aplicações de gestão do SAP por parte da gestão, liderança e PCM



Fonte: Produção do próprio autor.

Quando foi dado a oportunidade de os entrevistados descreverem melhor sua percepção a respeito do SAP, a maior parte deles optou por pontuar o entendimento de que se trata de uma das melhores ferramentas de gestão de processo do mercado. Também foi a satisfação a respeito do uso da ferramenta, e o entendimento de que ela apresenta diversas oportunidades de melhoria para a equipe como um todo. A figura 36 elucida melhor as respostas a essa proposição em forma de uma *Word Cloud* com os termos mais utilizados.

Figura 36 – Nuvem de palavras sobre a opinião dos manutentores



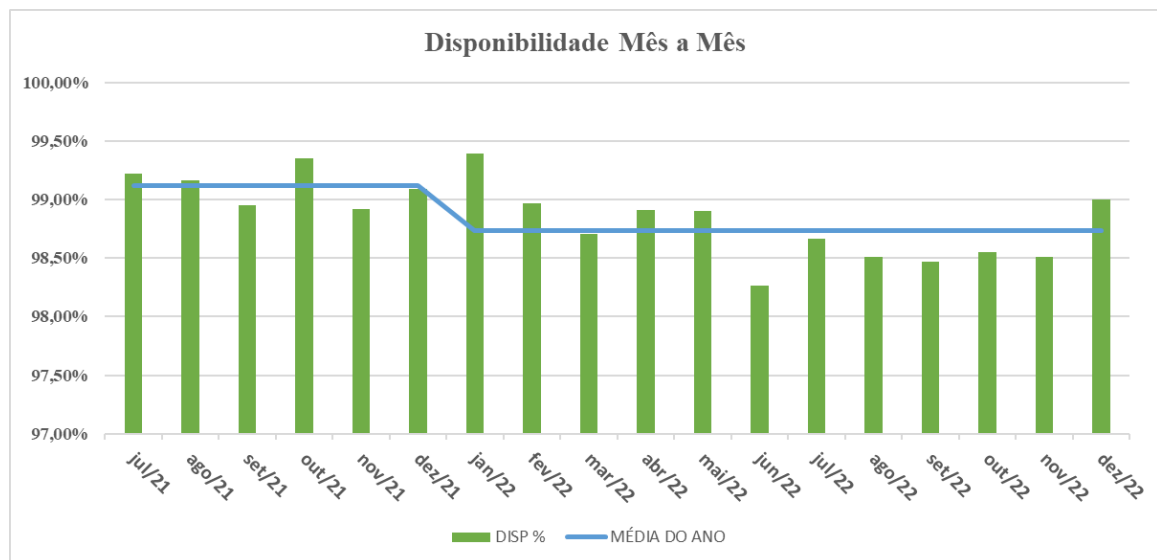
Fonte: Produção do próprio autor.

5.2 IMPACTO NOS INDICADORES ESTRATÉGICOS

Uma maneira eficiente de se analisar o impacto gerado pela implantação do novo ERP, bem como as práticas de gestão adotadas, é analisar eventuais mudanças nos indicadores estratégicos do setor. Aqui, será analisado o indicador de Disponibilidade, uma vez que este é função do MTTR e do MTBF do setor, e já traz o desempenho dessas métricas implicitamente. O outro indicador a ser analisado será o de Custo de Manutenção por Quilo Produzido.

Para a análise do indicador de Disponibilidade será tomado como amostra um setor da fábrica cujas máquinas possuem um sistema integrado de monitoramento de paradas de máquina alheio ao SAP, e que funciona com sensores que indicam o momento em que as máquinas param e voltam a produzir. Esse conjunto representa quase metade das máquinas da planta, e nos dão uma boa noção sobre o estado das demais. A figura 37 apresenta os valores de disponibilidade mês a mês de meados de 2021 (quando se começou a monitorar o indicador) até o fim de 2022.

Figura 37 – Variação da disponibilidade média



Fonte: Produção do próprio autor.

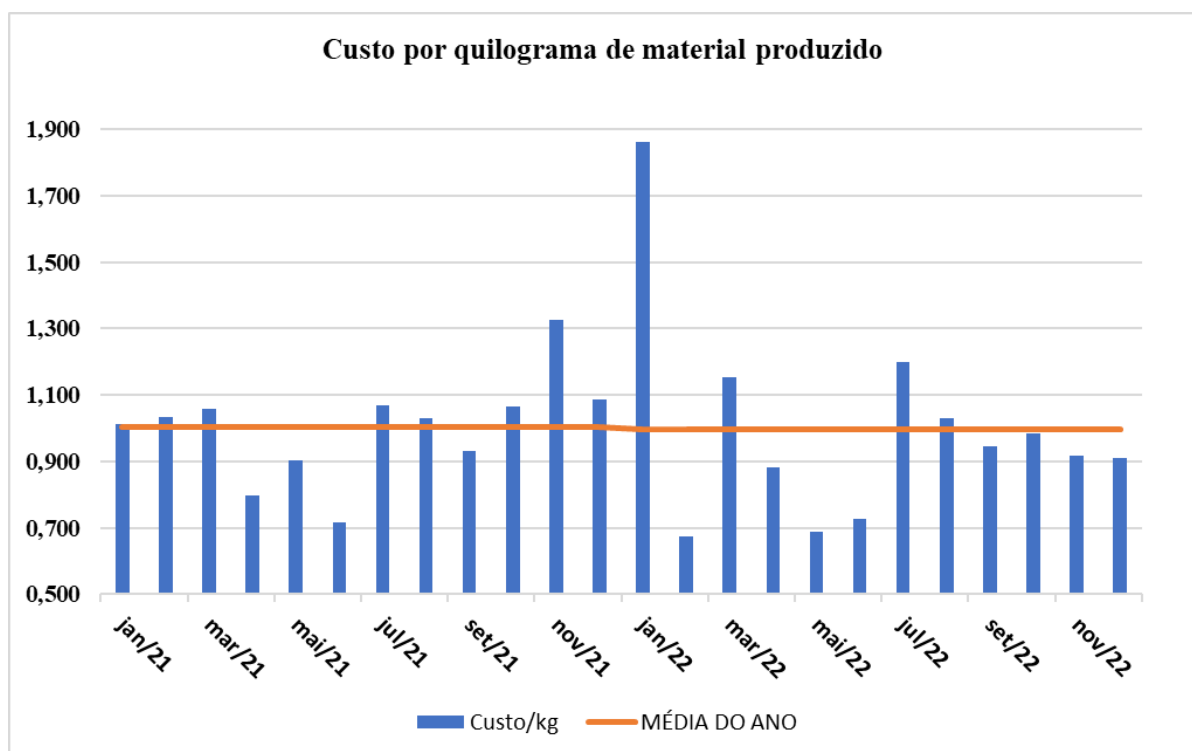
Nota-se que houve uma queda da disponibilidade média das máquinas do setor em questão, sendo a média de 2021 de 99,12%, e a de 2022 sendo de 98,74%. No entanto, esses valores ainda estão muito acima daqueles considerados “Classe Mundial”, ou seja, 90%.

A figura 38 mostra uma representação dos valores do indicador de Custos de manutenção por quilograma de material produzido pela planta. Os custos são uma somatória de

todo e qualquer gasto de manutenção, incluindo peças de reposição, salários e benefícios empregatícios de técnicos, gestores, líderes e planejadores, contratos de mão de obra terceirizada etc. Já o volume de produção se trata da quantidade de material produzido dentro das especificações de qualidade, e que possa ser vendido aos clientes da empresa.

Vale ressaltar que os valores originais foram omitidos, por se tratar de dados sensíveis à empresa. Portanto, os valores foram divididos pela média dos resultados, a fim de se obter números que respeitassem a proporcionalidade dos dados originais.

Figura 38 – Custos de manutenção por quilo de material produzido.



Fonte: Produção do próprio autor.

Analisando os dados, pôde-se notar que houve uma ligeira queda nos valores médios do indicador. Em 2021, o valor já adaptado foi de 1,002 enquanto em 2022 foi de 0,998, representando uma queda de 0,46%. Se desconsiderarmos o mês de janeiro de 2022 (cujo resultado atípico fora de 1,861), a média do ano seria de 0,919, com uma queda de 8,28% frente a 2021. O resultado anormal desse mês é devido ao fato de que, por ocasião do início da utilização do novo ERP, a fábrica ficou com suas máquinas sem produzir por diversos dias. Portanto, a relação “custo de manutenção por quilo produzido” foi muito acima do historicamente registrado, uma vez que se trata da divisão do custo por um volume de material

produzido baixo. Importante pontuar que se trata de um evento atípico sem precedentes na história da empresa, e sem perspectivas de que venha a ocorrer novamente.

5.3 SUGESTÕES DE PRÓXIMOS PASSOS

Analisando os resultados das pesquisas feitas com os manutentores, uma oportunidade de melhoria seria a implantação de um sistema *mobile* para apontamentos em ordens de manutenção no SAP. Assim, seria possível sanar aos anseios dos colaboradores a respeito das ordens de manutenção preventiva e preditiva, facilitando o seu registro no sistema. O próprio SAP em sua versão HANA oferece soluções nativas nesse sentido, já que sua interface é totalmente adaptável a dispositivos móveis, tais como *smartphones* ou *tablets*.

Outra oportunidade seria um treinamento para os colaboradores da gestão e do PCM a respeito das novas ferramentas de gestão da manutenção e análise de dados que o SAP oferece. De acordo com os resultados da pesquisa, é entendido por esse grupo que há potencial a ser explorado no novo ERP, e existe o anseio por utilizá-las. Como a implantação do SAP é muito recente, e seus aplicativos são novos e em atualização constante, existem muitas outras ferramentas a serem exploradas, além daquelas já utilizadas.

A respeito da melhoria nos indicadores de manutenção (especialmente Disponibilidade, MTBF e MTTR), uma boa prática seria explorar novas ferramentas para identificação da causa de falhas em equipamentos. Como exemplo pode-se citar o Diagrama de Pareto. Embora alguns dos indicadores já estejam em patamares suficientemente aceitáveis, a busca contínua por sua melhora é preceito básico da Metodologia PDCA.

Para uma melhor gestão dos custos do setor, recomenda-se elaborar o *budget* mensal de manutenção no início de cada ano, considerando todas as atividades programadas para o período. O SAP fornece excelentes ferramentas para tal, já que é possível atrelar todo e qualquer custo necessário para a execução das atividades às ordens de manutenção, oferecendo uma excelente rastreabilidade aos gestores. Esses custos vão desde peças de almoxarifado, compras sob demandas, mão de obra interna ou terceirizada, contratos de manutenção etc.

Embora o SAP ofereça várias ferramentas de gestão da manutenção, sempre podem existir pontos de melhoria. Caberia, portanto, consultar seus usuários (especialmente gestores e PCM) a respeito de oportunidades de melhorias no sistema. Assim, o time de Tecnologia da Informação da empresa poderia auxiliar na viabilidade de melhorias.

6 CONCLUSÃO

De acordo com o estudo apresentado, é possível responder à sua questão principal, sendo afirmar que implantação do SAP S/4 Hana (Módulo *Plant Maintenance*), aliada às novas práticas de gestão e resolução de problemas adotadas, contribuiu positivamente para a gestão da Manutenção dos ativos da empresa. Como principal evolução cita-se a viabilização do monitoramento mais preciso dos indicadores de Manutenção. Assim, se torna possível identificar pontos negativos, e buscar sua melhoria.

Respondendo a outro questionamento do estudo, pode-se dizer que houveram ganhos frente às ferramentas de gestão previamente utilizadas. Nesse sentido, destaca-se o poder de gestão e rastreabilidade de custos de manutenção obtidos através do novo ERP, e que permitem ao setor tomar ações mais assertivas para impulsionar os resultados orçamentários da área.

A aderência ao novo ERP também foi percebida através da pesquisa aplicada. O melhor resultado nesse aspecto se deu junto aos colaboradores que atuam no planejamento e gestão da manutenção.

Dado o exposto anteriormente, a experiência aqui retratada pode ser de grande valia para outros times de manutenção que venham a adotar práticas ou ferramentas similares.

REFERÊNCIAS

ABREU, T. R. Main concepts in the implementation of systematic maintenance in industries. **Research, Society and Development**, Vargem Grande Paulista, v. 11, n. 1, p. 1-12, 2022. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/24652>. Acesso em: 17 dez. 2022.

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

BECHARA, Evanildo. **Dicionário escolar da Língua Portuguesa**. 2. ed. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 2020.

FENG, M.; LI, Y. Predictive Maintenance Decision Making Based on Reinforcement Learning in Multistage Production Systems. **Ieee Access**, Xian, v.10, n.3, p. 18910-18921, 2022. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/ielx7/6287639/9668973/09712336.pdf?tag=1>. Acesso em: 27 nov. 2022.

LINKEDIN. **5 porquês**. São Paulo: LinkedIn, [2020]. Disponível em: <https://www.linkedin.com/pulse/5-porques-whys-técnica-de-análise-e-solução-problemas-robson-silva/?originalSubdomain=pt>. Acesso em: 30 out. 2022.

LUCINDA, M. A. **Qualidade**: fundamentos e práticas para cursos de graduação. Rio de Janeiro: Brasport, 2010. *E-book*.

MEIRELLES, F. S. Uso de TI nas empresas. In: PESQUISA ANUAL DO FGV CIA, 31., 2020, São Paulo. **Anais [...]**. São Paulo: EAESP, 2020. Disponível em: <https://eaesp.fgv.br/sites/eaesp.fgv.br/files/u68/fgvcia2020pesti-resultados.pdf>. Acesso em: 03 nov. 2022.

MOURA, L. R. **Qualidade simplesmente total**: uma abordagem simples e prática da gestão da qualidade. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2003.

PINTO, A. K; XAVIER, J. N. **Manutenção função estratégica**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2012. *E-book*.

ROMÃO, D. **Manutenção centrada em qualidade**. Brasília: Engeteles Editora, 2020. *E-book*.

SAP. **What is SAP S/4HANA cloud public edition**. Walldorf: SAP, [2022]. Disponível em: <https://www.sap.com/products/erp/s4hana.html>. Acesso em: 1 nov. 2022.

SAP. **What is SAP**. Walldorf: SAP, [2022]. Disponível em: <https://www.sap.com/about/company/what-is-sap.html>. Acesso em: 1 nov. 2022.

SAP. **SAP documentation**. Walldorf: Plant Maintenance, [2022]. Disponível em: https://help.sap.com/doc/erp_sfi_addon10/1.0/en-US/5b/ae2cf64b8611d182ba0000e829fbfe/frameset.htm. Acesso em: 30 out. 2022.

SELEME, R. **Manutenção industrial**: mantendo a fábrica em funcionamento. Curitiba: Intersaberes, 2015. *E-book*.

SHIPLEY, R. J.; MILLER, B. A.; PARRINGTON, R. J. Introduction to Failure Analysis and Prevention. **Journal of failure analysis and prevention**. Columbus, v.10, n.4, p. 9-41. Feb. 2022. Disponível em: https://link.springer.com/article/10.1007/s11668-021-01324-2?utm_source=getftr&utm_medium=getftr&utm_campaign=getftr_pilot. Acesso em: 18 dez. 2022.

SINGH, V. **Manage your SAP projects with SAP activate**. Birmingham: Packt Publishing, 2017. *E-book*.

TELES, J. **Bíblia do RCM**: o guia completo e definitivo da manutenção centrada na confiabilidade na era da indústria 4.0. Brasília: Engeteles Editora, 2019. *E-book*.

VIANA, H. **PCM**: planejamento e controle de manutenção. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2021. *E-book*.

WERKEMA, C. **Ferramentas estatísticas básicas do Lean Seis Sigma integradas ao PDCA e DMAIC**. Barueri: Gen Atlas, 2014. *E-book*.

XENOS, H. **Managing productive maintenance**. Nova Lima: Falconi Editora, 2017. *E-book*.

YIN, R. K. **Estudo de caso**: planejamento e métodos. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2005. *E-book*.

APÊNDICES

APÊNDICE A – Perguntas realizadas aos manutentores e possíveis respostas

Pergunta	Tipo de resposta
Você já teve contato com o SAP em alguma outra oportunidade (outro trabalho, escola, curso etc.)?	Sim ou Não
Há quanto tempo você tem contato com o SAP na empresa?	Menos de 4 meses De 4 meses a 1 ano Mais de um ano
De 1 a 5, o quanto você tem contato com o SAP no seu dia a dia?	Nota de 1 a 5
De 1 a 5, o quão facilmente você consegue utilizar os aplicativos básicos do SAP quando necessário?	Nota de 1 a 5
Faça um comentário sobre o uso do SAP na empresa, caso desejar	Texto livre não obrigatório

APÊNDICE B – Perguntas realizadas aos gestores, líderes e membros do PCM e possíveis respostas

Pergunta	Tipo de resposta
Você já teve contato com o SAP em alguma outra oportunidade (outro trabalho, escola, curso etc.)?	Sim ou Não
Há quanto tempo você tem contato com o SAP na empresa?	Menos de 4 meses De 4 meses a 1 ano Mais de um ano
De 1 a 5, o quanto você tem contato com o SAP no seu dia a dia?	Nota de 1 a 5
De 1 a 5, o quão facilmente você consegue utilizar os aplicativos básicos do SAP quando necessário?	Nota de 1 a 5
De 1 a 5, o quanto você utiliza as novas aplicações de Gestão da Manutenção que o SAP oferece?	Nota de 1 a 5
De 1 a 5, o quanto você entende que o SAP pode trazer de ganhos para a Gestão da Manutenção, comparado ao sistema utilizado anteriormente? (desde que ele seja utilizado em sua plenitude)	Nota de 1 a 5
Faça um comentário sobre o uso do SAP na empresa, caso desejar	Texto livre não obrigatório