



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA MECÂNICA

SEVERIANO RODRIGUES DA SILVA NETO

**GESTÃO DE ATIVOS A PARTIR DA IMPLEMENTAÇÃO DE UM MODELO
DE CONTROLE DE ORDENS DE SERVIÇO NO SETOR DE MANUTENÇÃO
EM UMA EMPRESA DE MÁQUINAS E IMPLEMENTOS AGRÍCOLAS**

RUSSAS – CE

2022

SEVERIANO RODRIGUES DA SILVA NETO

GESTÃO DE ATIVOS A PARTIR DA IMPLEMENTAÇÃO DE UM MODELO DE
CONTROLE DE ORDENS DE SERVIÇO NO SETOR DE MANUTENÇÃO EM
UMA EMPRESA DE MÁQUINAS E IMPLEMENTOS AGRÍCOLAS

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Programa de
Graduação em Engenharia
Mecânica da Universidade
Federal do Ceará – Campus
Russas, como requisito parcial à
obtenção do título de Bacharel
em Engenharia Mecânica.

Orientador: Prof. Dra. Caroliny
Gomes de Oliveira.

RUSSAS – CE

2022

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Sistema de Bibliotecas

Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

N385g Neto, Severiano.

Gestão de ativos a partir da implementação de um modelo de controle de ordens de serviço no setor de manutenção em uma empresa de máquinas e implementos agrícolas / Severiano Neto. – 2022.

74 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Campus de Russas, Curso de Engenharia Mecânica, Russas, 2022.

Orientação: Profa. Dra. Caroliny Gomes de Oliveira.

1. gestão de ativos. 2. indústria. 3. manutenção. I. Título.

CDD 620.1

SEVERIANO RODRIGUES DA SILVA NETO

GESTÃO DE ATIVOS A PARTIR DA IMPLEMENTAÇÃO DE UM MODELO DE
CONTROLE DE ORDENS DE SERVIÇO NO SETOR DE MANUTENÇÃO EM
UMA EMPRESA DE MÁQUINAS E IMPLEMENTOS AGRÍCOLAS

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Programa de
Graduação em Engenharia
Mecânica da Universidade
Federal do Ceará – Campus
Russas, como requisito parcial à
obtenção do título de Bacharel
em Engenharia Mecânica.

Aprovada em: ____/____/2022

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra. Caroliny Gomes de Oliveira (Orientadora)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Cândido Jorge de Sousa Lobo
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Ms. Tiago de Oliveira Nogueira
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Aos meus pais, Lusirene e Heitor.

AGRADECIMENTOS

A Deus, força motriz da minha vida.

A minha orientadora, professora Caroliny Gomes, por sua dedicação, paciência e senso profissional para a condução deste trabalho.

Aos meus pais, Lusirene e Heitor, por todo apoio dado durante minha vida e pelo empenho na minha formação educacional e cidadã.

Às minhas irmãs Leolgh Lima e Lubelia Lima pelos direcionamentos na minha vida acadêmica.

A minha amiga, Clelfa Monteiro, pelo incentivo na construção desse trabalho com ideias relevantes.

A minha namorada Camila Félix por todo incentivo, cuidado e compreensão durante esse processo.

Aos meus amigos Anderson Gonçalves, Fernanda Santos, João Emídio, João Pedro, Maurício Fernandes, Pedro Karol, Rilmar Farias, Renato Mota, Raí Nobre, Yago Lima, por compartilharem seus conhecimentos e estarem comigo desde o começo dessa jornada.

Às amizades feitas na cidade de Russas, especialmente a Ana Izabel e sua família, que muito me acolheu e apoiou nos momentos difíceis da minha jornada.

Aos amigos que fiz na CEMAG e levo para a vida: Caio Menezes, Renato Mota, Lucas Hideki, Yuri Lima, Victor Melos e Lucas Holanda que além de grandes amigos foram peças fundamentais no desenvolvimento deste estudo.

“O homem não teria alcançado o possível se, repetidas vezes, não tivesse tentado o impossível.” (Max Weber)

RESUMO

Em meio a um mercado competitivo onde constantemente se busca melhorar seus resultados, as empresas tentam aumentar as suas receitas, reduzindo os seus custos operacionais. Na indústria, o setor de manutenção compreende uma porcentagem razoável do orçamento empresarial, sendo local de oportunidade na utilização de técnicas e ferramentas que diminuam seus custos. A gestão e controle de ativos implementam estratégias que otimizam a capacidade dos equipamentos, aumentando a produtividade, diminuindo os custos de manutenção e melhorando a conformidade com a segurança e as regulamentações. Este trabalho apresenta a aplicação de um modelo de gestão de ativos no setor de manutenção de uma empresa de máquina e implementos agrícolas assim como as melhorias trazidas por esta aplicação onde busca padronizar as formas de atuação, das técnicas e atividades executadas. Através da documentação de seus serviços internos, o setor manutenção foi capaz de gerar dados sobre seu desenvolvimento e atuação, criando seus indicadores de performance auxiliando na tomada de decisão, assim como seus históricos de manutenção tornando mais rápida a tratativa para com a falha. Tornando assim seus processos mais fluidos, robustos e competitivos.

Palavras-chave: gestão de ativos; indústria; manutenção.

ABSTRACT

In the environment of a competitive market where they constantly seek to improve their results, companies try to increase their revenues, reducing their operating costs. In industry, the maintenance sector comprises a reasonable percentage of the business budget, being a place of opportunity in the use of techniques and tools that reduce costs. The management and control implement strategies that optimize equipment capacity, increase productivity, lower maintenance costs and improve safety and regulatory compliance. This work presents the application of an asset management model in the maintenance sector of a machine and agricultural implements company as well as the improvements brought by this application where it seeks to standardize the forms of action, the techniques and activities performed. Through the documentation of its internal services, the maintenance sector was able to generate data on its development and performance, creating its performance indicators helping in decision making, as well as its maintenance history, making the treatment with the failure faster. Thus, making your processes more fluid, robust and competitive.

KEYWORDS: management and control; industry; maintenance.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Tipos de manutenção.....	23
Figura 2 – Arco gestão da manutenção	29
Figura 3 – Tag de identificação de equipamento.....	35
Figura 4 – Representação MTTR e MTBF ao longo do tempo.....	40
Figura 5 – Exemplo de Matriz Ishikawa.....	42
Figura 6 – Classificação da falha segundo o grau de severidade.	43
Figura 7 – Classificação da falha segundo o RPN	44
Figura 8 – Aplicação do FMEA.....	44
Figura 9 – Tela inicial do sistema INNOVARO	47
Figura 10 – Tela de ação do sistema INNOVARO.	48
Figura 11 – Antigo Sistema de Controle de Ativos de Manutenção feito manualmente.....	49
Figura 12 – Antigo Sistema de Controle de Ativos de Manutenção feito manualmente (2)	50
Figura 13 – Ilustração da planilha de OS segmentada.....	51
Figura 14 – Tipo de manutenção.....	57
Figura 15 – Tipo de manutenção.....	58
Figura 16 – Histórico do indicador %Tipo de manutenção	59
Figura 17 – Meta estabelecida do indicador %Tipo de manutenção	59
Figura 18 - Indicador de MTTR por setor produtivo.....	60
Figura 19 – Dez máquinas com os menores MTBF atrelados.....	61
Figura 20 – MTBF acumulado do setor de Pintura.....	62
Figura 21 – Disponibilidade dos equipamentos do setor de corte e estampa	63
Figura 22 – Histórico do indicador de custos de manutenção por faturamento	64
Figura 23 – Histórico de um equipamento da empresa pesquisada.....	67

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Planilha referente aos 4 formulários de OS.....	52
--	----

LISTA DE QUADRO

Quadro 1: Evolução das Técnicas de Manutenção	17
Quadro 2: Parâmetros para a manutenção preventiva.....	22
Quadro 3: Representação do tagging da empresa analisada	55
Quadro 4: Histórico de um equipamento da empresa pesquisada, adaptada.	75
Quadro 5: Exemplo de PFMEA no processo de aprovação de peças.....	76
Quadro 6: Plano de ação dos riscos	79
Quadro 7: Plano de ação dos indicadores	81

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

5W2H	<i>5 why and 2 how</i>
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ABRAMAN	Associação Brasileira de Manutenção
CTMF	Curva do tempo médio de falha
MCC	Manutenção centrada na confiabilidade
MTBF	<i>Mean time between failures</i>
MTTR	<i>Mean time to repair</i>
NBR	Norma brasileira
OS	Ordem de Serviço
PCM	Planejamento e Controle da Manutenção

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	14
1.1 Justificativa	15
1.2 Objetivos	16
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	17
2.1. Definição e histórico da manutenção	17
2.2 Tipos e métodos de manutenção.....	19
2.3 Importância estratégica da função manutenção	24
2.4 Sistema de planejamento e controle da manutenção	28
2.5 Engenharia de manutenção	32
2.5.1 Gestão de ativos	33
2.5.2 Tagueamento.....	35
2.5.3 Criticidade dos equipamentos	37
2.5.4 Histórico dos equipamentos	37
2.5.6 Indicadores da manutenção	38
2.5.7 Ferramentas de qualidade na gestão da manutenção	41
2.5.8 Matriz Ishikawa.....	41
2.5.9 FMEA	42
2.5.10 5W2H.....	45
3. METODOLOGIA	47
3.1 Identificação dos equipamentos.....	55
3.2 Definição dos indicadores	56
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES	57
4.1 Aplicação dos indicadores.....	57
4.2 Elaboração e implantação dos planos de ação	65
4.3 Histórico de falhas dos equipamentos.....	66
5. CONCLUSÃO	69
6. SUGESTÕES DE TRABALHOS FUTUROS	71
REFERÊNCIAS.....	72
ANEXOS	74
ANEXO I.....	75
ANEXO II.....	76
ANEXO III.....	79
ANEXO IV	81

1. INTRODUÇÃO

As organizações buscam incessantemente novas ferramentas de gerenciamento que proporcionem uma maior competitividade através da qualidade e produtividade de seus produtos. Desse modo, para se tornarem mais competitivas, as empresas necessitam que os diversos departamentos de sua estrutura apresentem os melhores resultados na busca pela excelência e conseqüentemente potencialização dos lucros.

A intensificação da produção aliada ao avanço tecnológico tornou os parques industriais mais sensíveis às atividades de manutenção. Em relação a isso, Otani e Machado (2008) observam que a manutenção, enquanto função estratégica das organizações, é responsável direta pela disponibilidade dos ativos e têm importância capital nos resultados da empresa. Esses resultados serão tanto melhores quanto mais eficaz for a gestão da manutenção. No entanto, desenvolver modelos para orientar a tomada de decisões estratégicas e a aferição das suas repercussões na Função Manutenção, tem sido um grande desafio na gestão de processos industriais desde a revolução promovida por Edward Deming e Joseph Juran, na segunda metade do século XX.

Segundo dados estatísticos da Associação Brasileira de Manutenção ABRAMAN (2011), o custo de manutenção no Brasil por faturamento bruto das empresas é de 3,95%. Esta realidade demonstra que as empresas devem perseguir melhorias contínuas na gestão da manutenção, a partir da busca contínua de conhecimentos inovadores e aplicação de melhores práticas.

A área de manutenção ganhou status de função estratégica decorrente do seu atual papel nos sistemas produtivos, onde repousa em seu bom desempenho, a disponibilidade dos ativos e suas devidas calibrações. Este fato contribui para garantir a qualidade intrínseca dos produtos, sendo a manutenção uma participante ativa e importante da estratégia das organizações (NASCIF; KARDEC, 1999).

A função manutenção complementa a função operação e as duas formam a função produção, o que possui relevante peso na definição da estratégia empresarial. Xenos (1998) afirma que a manutenção tem uma forte relação com os setores produtivos, influenciando principalmente a qualidade e produtividade. Assim, ela

desempenha um papel estratégico fundamental na melhoria dos resultados operacionais e financeiros dos negócios.

1.1 Justificativa

Na prática, a rotina do Planejamento e controle de manutenção - PCM da indústria de máquinas agrícolas do presente estudo configurava-se com as características que seguem: não abertura e controle dos chamados de serviço para as intervenções corretivas realizadas, falta de informações e controle dos ativos da planta, inexistência de medição e acompanhamento de indicadores de manutenção, ausência de análise crítica das preventivas realizadas e das paradas, ausência de manutenção preditiva, falta de acompanhamento da produtividade da mão de obra, inexistência de instruções de trabalho.

Diante disso, justifica-se este trabalho segundo a necessidade de um melhor desenvolvimento de estruturação dos dados gerados pelo setor de manutenção, buscando padronizar a organização técnica-funcional, estruturar um banco de dados e procedimentos e, sobretudo, criar a cultura de programação e planejamento dos recursos. O processo de estruturação passara pela etapa, onde os conceitos e teorias descritas, criticadas e consolidadas, devem ser ajustados no campo prático.

1.2 Objetivos

O seguinte trabalho tem como objetivo apresentar a implementação de um modelo de controle de ativos no setor de manutenção em uma empresa do ramo de máquinas e implementos agrícolas.

Como objetivos específicos, tem-se:

- Implementação de um controle de Ordens de Serviço (O.S);
- A tratativa dos dados provenientes da alimentação do controle de O.S;
- Desenvolver um histórico de falhas dos equipamentos da indústria.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1. Definição e histórico da manutenção

A manutenção é definida, conforme a ABNT da seguinte forma: NBR-5462 (ABNT,1994): “A manutenção é indicada como a combinação de todas as 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.”

Ademais, também se coloca a manutenção com um conjunto de técnicas que assegura que os ativos físicos (equipamentos, sistemas, instalações) continuem a fazer o que os usuários querem que eles façam. É necessário ressaltar que os usuários devem ser operadores que tenham conhecimento para operar o equipamento ou ativo, de forma que consiga extrair desses o máximo em produtividade, dentro de seus limites operacionais, sem diminuir a vida útil (MOUBRAY,1997).

Diante disso, o referido conceito engloba a possibilidade de se evidenciar a possibilidade de um determinado estado se manter eficiente em seu propósito de execução.

Para mais, Moubray (1997) apresenta ainda algumas definições que expõem a manutenção como um conjunto de ações e recursos aplicados aos ativos, para mantê-los nas condições de desempenho de fábrica e de projeto, visando garantir a consecução de suas funções dentro dos parâmetros de disponibilidade, qualidade, prazos, custos, vida útil.

Nesse sentido, a evolução da manutenção pode ser investigada através de três gerações conforme o Quadro 01, a seguir:

Quadro 1: Evolução das Técnicas de Manutenção

Primeira Geração	Segunda Geração	Terceira Geração
Conserto após avaria	Maior disponibilidade de maquinaria	Maior disponibilidade e confiabilidade
	Maior vida útil dos equipamentos	Maior segurança
	Menores custos	Melhor qualidade dos produtos
		Mais custo-eficaz

Fonte: Adaptado de Moubray (1997).

Diante disso, ao se observar o Quadro 1 a primeira geração representou a ênfase no conserto após a falha. A segunda, por sua vez, esteve associada ao surgimento de maiores exigências com relação à disponibilidade operativa e a vida útil dos equipamentos a custos menores. Já a terceira, que se refere à atualidade, diz respeito a requisitos característicos, como: maior disponibilidade, confiabilidade, segurança e vida útil, com ausência de danos ao meio ambiente e às pessoas, prezando ainda para ações de manutenção eficazes em função dos custos envolvidos. Além disso, tem-se uma preocupação pelo monitoramento das condições e projetos de equipamentos além das ferramentas de suporte às decisões, tais como os estudos sobre riscos, modos de falha e análise dos seus possíveis efeitos.

Nesse contexto, observa-se na terceira geração, o desenvolvimento da chamada MCC, manutenção centrada na confiabilidade a qual enfatiza, em sua análise e aplicação, as funções dos equipamentos e sistemas e realiza uma criteriosa avaliação das consequências das falhas para a segurança da operação dos sistemas e para o meio ambiente, visando obter o máximo de benefícios, reduzindo os custos operacionais (SALMAZO, 2012).

Literaturas mais recentes como apresentado por Mortelari (2011), discutem acerca da quarta geração da manutenção, a qual prima por uma visão mais holística da manutenção, mostrando que a engenharia da confiabilidade com seus monitoramentos e aliada à inteligência artificial, proverão o aprimoramento das técnicas preditivas e a melhor gestão dos ativos.

Todo o equipamento, máquina ou ferramenta necessita de uma mantabilidade, ou seja, conforme (Nepomuceno 1989), “toda e qualquer fábrica ou instalação industrial, ou ainda qualquer atividade que pretende fabricar alguma coisa, precisa de vários meios que permitam a produção”. XENOS (1998) aborda que a manutenção, além de indispensável, pode ser considerada como a base de toda atividade industrial.

Portanto as atividades de manutenção são indispensáveis para o setor produtivo, tendo como objetivo dar apoio e sustentação à produção com materiais, informações e serviços, de forma que esta possa cumprir a sua finalidade sem paralisações ou danos ao seu processo, possui importância estratégica (MUASSAB, 2002).

A manutenção deve ser gerenciada através de uma administração moderna, pensando e agindo estrategicamente, sustentada por uma visão de futuro e regida pelo processo de gestão e deve contribuir efetivamente para a eficácia do processo produtivo e a satisfação plena de seus clientes, conforme aborda (PINTO & XAVIER, 2001).

Ademais, a manutenibilidade, segundo a norma brasileira (NBR-5462/1994) (Confiabilidade e Manutenibilidade) é a facilidade de um item em ser mantido ou recolocado no estado no qual ele pode executar suas funções requeridas, sob condições de uso especificadas, quando a manutenção é executada sob condições determinadas e mediante os procedimentos e meios prescritos.

2.2 Tipos e métodos de manutenção

Para que se possa dar encaminhamento a discussão proposta por esta monografia, vale indicar e definir os tipos de manutenção. Este pode ser classificado em seis categorias, na proposta de Siqueira (2005) em relação a atitude dos usuários diante das possíveis falhas identificadas, são elas: reativa ou corretiva; preventiva; preditiva; proativa e detectiva.

Diante disso, a manutenção corretiva pode ser compreendida a partir da lógica que uma determinada planta industrial somente terá a devida manutenção quando há uma falha em um sistema ou maquinário. Ou seja, não existe um direcionamento financeiro para manutenção anterior à uma falha operacional (ALMEIDA, 2008).

Nessa lógica, segundo Marçal (2004), através dessa metodologia há uma maior paralização do processo produtivo o que gera, conseqüentemente, uma quebra na logística produtiva e diminuição dos lucros, além de gastos diversos em decorrência da falha. Assim, para o mesmo autor, esse tipo de processo não é o mais indicado para as indústrias da atualidade em decorrência da produção estar diretamente relacionada ao tempo e eficiência da produção e com isso a sua interrupção implicaria negativamente no cronograma produtivo.

Para tanto, no entendimento de Almeida (2008), esse tipo de manutenção possui diversos indicativos de ineficiência como: um custo elevado para um estoque de peças sobressalentes e demanda maior de horas extras para manutenção, além

da paralização do processo produtivo que implica na redução da produção, está por sua vez indicaria o aumento do prazo para produção que em um todo reduz o lucro.

Nesse entendimento, uma máquina ou sistema somente é averiguada diante da sua falha.

Para tanto, esse processo ainda pode ser subdividido em dois, sejam eles, manutenção corretiva planejada e não planejada, como pode ser lida a seguir:

Manutenção corretiva planejada: é a correção do desempenho menor do que o esperado ou da falha, por decisão gerencial. Marçal (2004) enfatiza que a manutenção é efetuada em um período programado, com intervenção e acompanhamento do equipamento, desde que o defeito não implique necessariamente na ocorrência de uma falha. Caso a decisão seja deixar o equipamento funcionando até quebrar, recomenda-se compartilhar com outros defeitos já relatados e tomar ação preventiva e naturalmente econômica. O planejamento é fundamental e deve considerar fatores diversos para o não comprometimento do processo produtivo (ALMEIDA, 2008).

Com isso, nesta, a correção do erro acontece de maneira a se importar uma decisão gerencial por meio de um acompanhamento do maquinário. Assim, pode-se esperar a falha, porém a ação não é de antecipar o erro totalmente, mas em parcialidade e em casos especiais, fazer a manutenção até a falha, está esperada, do equipamento. Ou seja, aqui se entende uma maior organização e prognóstico de possíveis interrupções do andamento cotidiano industrial, ainda que de maneira, ainda pouco sistemática, como observada em outros tipos de manutenção.

Para mais, define-se o segundo tipo como:

Manutenção corretiva não planejada: é a correção da falha de maneira aleatória. Marçal (2004) complementa Kardec e Nascif (1998) dizendo que a manutenção ocorre no fato já ocorrido ou no momento seguinte à identificação do defeito. Implica na paralisação do processo, perdas de produção, perdas de qualidade e elevação de custos indiretos de produção. A manutenção objetiva colocar o equipamento nas condições de voltar a exercer sua função produtivo (ALMEIDA, 2008).

Nessa, por sua vez, tem-se o acontecimento falha para que posteriormente se estabeleça a manutenção, diferentemente do tipo anterior. Portanto, este se identifica menos eficiente do que o primeiro.

Ainda de acordo com Almeida (2008), um processo produtivo mais intenso haverá uma demanda maior do maquinário e por isso, conseqüentemente, o aumento de falhas inesperada em decorrência dessa sobrecarga. Com isso, por exemplo, na

ocasião de uma falha em algum maquinário, este deverá ser inspecionado da maneira necessária (aberto, investigado peças e processos executórios, por exemplo) e na necessidade de uma substituição de peça, esta deverá ser encomendada, demandando tempo e recurso financeiro, além da paralização, ou na possibilidade de já haver o que se precisa para o reparo em estoque, tem-se o tempo como inimigo produtivo e redutor de lucros.

Nesse sentido, essa manutenção reativa está na contramão da eficiência produtiva, redução de gastos operacionais e maximização de lucros.

Em continuidade, tem-se a manutenção preventiva na qual a máquina passa por um reparo ou outros procedimentos funcionais de acordo com estatísticas de uso baseada na curva do tempo médio para falha - CTMF, (ALMEIDA, 2008). Ou seja, a partir da quantidade de tempo que um determinado maquinário está em operação, será realizada a sua manutenção.

Para isso, a CTMF indica no início e prolongamento de uso a maior possibilidade de falhas na máquina. Isso porque no início, tem-se a possibilidade de problemas na instalação e no fim, o seu desgaste, que ocasionariam as falhas. Assim essa manutenção pode acontecer desde pequenos ajustes e lubrificações a recondiçõamentos de máquinas, mas o que se tem como metodologia é a relação da máquina com o seu uso no tempo.

O ponto negativo desse tipo é que pode haver variáveis diversas que implicariam na necessidade de uma revisão anterior ou posterior no tempo programado, o que implicaria no desgaste de mão de obra e recursos financeiros diversos. Ou seja, se uma determinada máquina está programada para manutenção em 6 meses, mas neste período houve uma maior operacionalização desse recurso, pode haver uma falha antes do previsto, do mesmo modo, quando, de alguma maneira o processo passa por inconsistências favoráveis à máquina, pode ser que sua manutenção somente seja necessária em 8 meses. Nos dois casos, há ineficiência no processo.

De acordo com Marçal (2004), pode-se dividir a manutenção preventiva em programada ou sistemática e de rotina, como pode ser visto a seguir:

- **Manutenção preventiva programada ou sistemática:** há aqui uma periodicidade na manutenção, sejam elas baseadas na necessidade indicada em dias, ciclos ou horas de uso, sem considerar demais condições externas a esse parâmetro.

• **Manutenção preventiva de rotina:** nesta, tem-se o sentido humano como meio catalizador do processo. Ou seja, por meio de controles de curta duração com controles manuais sem muitos parâmetros. Assim, pode ser que, por exemplo, haja uma listagem com quais máquinas serão vistoriadas em um determinado dia, sem demais indicadores que justifique esse processo.

Do mesmo modo, a manutenção preditiva é o acompanhamento sistemático da situação mecânica fática, do rendimento operacional, e demais produtos da condição operativa das máquinas e dos sistemas de processo. Desse modo, tem-se uma maior amplitude de dados que podem reduzir a frequência das falhas. Ou seja, espera-se uma redução nos custos das falhas e conseqüentemente paradas não agendadas, o que incide diretamente sobre o lucro (ALMEIDA, 2008).

Diante disso, esse tipo de manutenção é uma maneira de se maximizar a produtividade, qualidade do produto, lucro e efetividade geral das plantas industriais.

Com isso, esse tipo de processo está baseado em diversos parâmetros como mostra o Quadro 2.

Quadro 2: Parâmetros para a manutenção preventiva

PARÂMETROS PARA A MANUTENÇÃO PREVENTIVA
<ul style="list-style-type: none"> • Análise de vibrações de equipamentos rotativos e alternativos • Análise de corrente e fluxo magnético de motores elétricos; • Análise de óleo lubrificante (tribologia e ferrografia); • Termografia de sistemas elétricos e mecânicos; • Ultrassom para detecção de vazamentos e defeitos de válvulas e purgadores. Essas técnicas são capazes de detectar os defeitos de funcionamento sem interrupção do processo produtivo e com antecedência suficiente para programar as intervenções corretivas, de modo a atingir os seguintes benefícios: • Aumento da segurança e da disponibilidade dos equipamentos, com redução dos riscos de acidentes e interrupções inesperadas da produção; • Eliminação da troca prematura de componentes com vida útil remanescente ainda significativa; • Redução dos prazos e custos das intervenções, pelo conhecimento antecipado dos defeitos a serem corrigidos; • Aumento da vida útil das máquinas e componentes pela melhoria das condições de instalação e operação. A análise estatística dos dados coletados pela Manutenção Preditiva permite ainda • Identificar equipamentos com problemas crônicos e orientar a sua correção;

- Avaliar a eficácia e a qualidade dos serviços corretivos e propor programas de treinamento e a adoção de novas tecnologias, visando o seu aprimoramento.

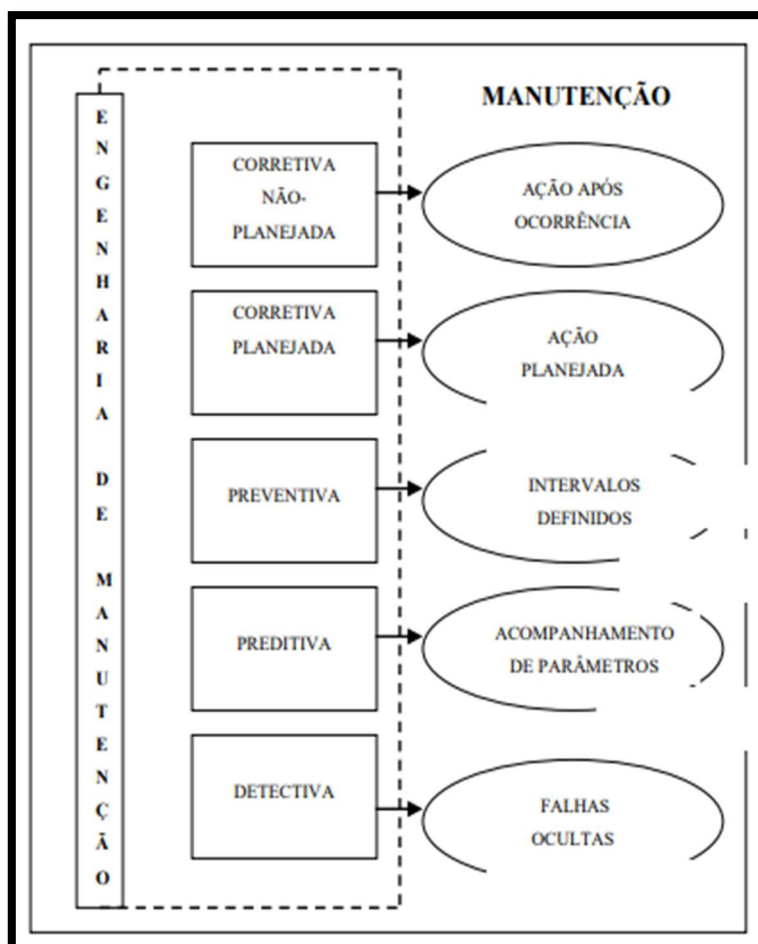
Fonte: FERREIRA, 2009, p. 22

Com isso, a Manutenção Preditiva na esfera industrial pode ser um indicativo positivo de redução de prejuízos e custos de manutenção, ausência mínima de interrupções inesperadas na produção e maximização dos lucros, isso além de outras tantas possibilidades de análise sistêmica que possibilitem uma avaliação global que envolva outros parâmetros que a empresa julgar pertinente.

Ainda, a manutenção proativa por sua vez está concebida em aumentar o tempo de uso da máquina sem reparos quando não necessários e entender que a falha é uma rotina operacional e conseqüentemente promover uma manutenção programada para uma falha igualmente prevista (FICTH, 2008).

Nisso, essa metodologia promove ações que podem ser encontradas na raiz do problema e não somente no resultado ou sintoma que gerou a falha. Ou seja, busca entender o porquê de determinada necessidade de manutenção e insere nesse propósito a ação corretiva como ilustrado na Figura 1 – Tipos de manutenção

Figura 1 – Tipos de manutenção



Fonte: adaptado de KARDEC & NASCIF, 2009

2.3 Importância estratégica da função manutenção

Segundo a NBR-5462 ABNT (1994) e Blanchard *et al.* (1995), a manutenção consiste na combinação de todas as ações necessárias para manter, ou restabelecer, um produto ou sistema ao estado no qual ele pode executar a função requerida, podendo incluir eventuais modificações no produto ou sistema.

Nota-se, na definição da NBR-5462 de 1994, uma visão mais ampla sobre a função manutenção, sendo esta uma característica da terceira geração, Automação. Ao observar a versão anterior da NBR-5462, de 1975, percebem-se os traços característicos da segunda geração, Industrialização, onde o foco repousa na máquina que deve ser consertada, uma vez que o texto indicava: “são todas as ações necessárias para que um item seja conservado ou restaurado de modo a poder permanecer de acordo com uma condição especificada”.

Na terceira geração, a função manutenção ocupa lugar de destaque para o

sucesso das empresas, conforme já afirmava Nagao (1999). Ainda segundo o autor, o impacto de uma manutenção inadequada e ineficiente pode definir a rentabilidade do negócio e a sobrevivência do empreendimento. Segundo Sousa *et al.* (2011), atualmente a manutenção está presente no dia a dia das organizações, sendo de suma importância para garantir o desempenho funcional do equipamento, atribuindo dessa forma, confiabilidade ao processo produtivo.

Para Kardec e Nascif (2001), a missão da manutenção é garantir a disponibilidade da função dos equipamentos e instalações de modo a atender a um processo de produção ou de serviço, com confiabilidade, segurança, preservação do meio ambiente e custos adequados. Também segundo esses autores, a manutenção deve ser encarada como uma função estratégica na obtenção dos resultados da organização e deve estar direcionada ao suporte das atividades de gestão e de solução de problemas apresentados na produção, lançando a empresa em patamares competitivos de qualidade e produtividade.

O caráter estratégico da Função Manutenção para as empresas de transformação é defendido por vários autores. Wireman (1998) observa que a política de manutenção de uma empresa configura-se em um fator determinante do sucesso do planejamento da produção e, portanto, da produtividade do processo. Souris (1992) defende que a busca pela qualidade do processo e do produto passa pela qualidade da manutenção, sem a qual o montante investido em sistemas de gestão da qualidade pode ser inteiramente perdido.

O entendimento do peso estratégico da Função Manutenção nas organizações ainda não é um ponto inteiramente aceito. Marconi e Lima (2003) afirmam que a importância da função manutenção e a opção consciente de seu modelo nem sempre são claras e levadas em consideração na análise das estratégias das organizações – e quando o são, acabam sendo descartadas por uma análise incorreta dos custos envolvidos.

A condição da manutenção dentro das empresas ainda se mostra problemática. Eti *et al.* (2006) apontam aspectos encontrados na gestão da manutenção nas indústrias da Nigéria os quais a fragiliza: falta de cultura de gestão, carência de capacitação técnica e gerencial, falta de integração com os demais processos organizacionais, baixos níveis de implementação de manutenção planejada, repetição dos problemas, trabalho errôneo da manutenção; e mais recentemente, falha na implementação de métodos de manutenção devido a falta da

consolidação dos valores e conceitos básicos inerentes a estas práticas existentes.

Segundo Gurski e Rodrigues (2008), o estágio de desenvolvimento dos setores de manutenção industrial pode ser classificado segundo o grau de estruturação, sendo que grande parte das empresas não consegue impor as boas práticas mais simples, tais como o planejamento e programação de serviços, ou programas de confiabilidade como manutenção preventiva ou preditiva. Respondendo de forma exaustiva às demandas sempre urgentes da produção, sofrem cortes profundos em seus orçamentos quando gerentes financeiros buscam o lucro imediato, pondo em risco o desempenho futuro.

No Brasil, ainda são encontradas situações similares como as expostas por Eti *et al.* (2006) e Gurski e Rodrigues (2008), onde se busca a excelência na gestão da manutenção no país. De acordo com a pesquisa nacional realizada pela ABRAMAN do setor em 2011, a aplicação de recursos na modalidade de manutenção corretiva atinge 27,4% do total aplicado. Na mesma pesquisa constata-se um patamar de indisponibilidade por manutenção em ativos na ordem de 5,44%, patamar que se mantém desde a primeira pesquisa realizada em 1997.

Alguns autores associam os indicadores referentes a custos da manutenção corretiva e indisponibilidade, ao desempenho da gestão da manutenção. No entanto, Cattini (1992) observa que os custos ligados à indisponibilidade e deterioração dos equipamentos são consequência da falta de manutenção. Para Mirshawa e Olmedo (1993), o custo da indisponibilidade concentra-se naqueles decorrentes da perda de produção, da não qualidade dos produtos, da recomposição da produção e das penalidades comerciais, com possíveis consequências sobre a imagem da empresa.

Observa-se na literatura um reconhecimento sobre a importância estratégica da manutenção no desempenho das empresas (Nagao, 1999; Kardec; Nascif, 2001; Wireman, 1998 e Souris, 1992). Ao mesmo tempo constata-se a dificuldade das empresas incorporarem essa importância, conforme arguição de Marconi e Lima (2003) e os resultados da pesquisa nacional ABRAMAN do setor em 2011, em particular considerando os resultados referentes à alocação de recursos em manutenção corretiva e indisponibilidade de ativos por manutenção.

O entendimento que os sistemas produtivos são sistemas complexos, que não se resumem apenas a função produzir, no tocante a operação simplesmente, reforça o posicionamento estratégico da função manutenção. Logo, a determinação por parte da gestão da manutenção dos seus fatores determinantes passa por uma abordagem

em dado momento, mais estratégica do que operacional. Para tanto, se faz necessária uma visão no nível de diretrizes, ou princípios da gestão. Oliveira (2007) aponta 4 (quatro) princípios gerais para os quais o gestor no setor produtivo deve estar atento:

1. O princípio da contribuição visando os objetivos máximos da empresa;
2. O princípio da precedência do planejamento, correspondendo a uma função administrativa que vem antes das outras (organização, direção e controle);
3. O princípio das maiores influência e abrangência, pois o planejamento pode provocar uma série de modificações nas características e atividades da empresa;
4. O princípio da maior eficiência, eficácia e efetividade. O planejamento deve procurar maximizar os resultados e minimizar as deficiências.

A estratégia de manufatura assume maior amplitude e abertura de conceito nas últimas décadas. Como aponta Voss (2005), a clareza do conceito de estratégia de manufatura tem decrescido, na medida em que diferentes visões e abordagens têm emergido.

De acordo com Skinner (1969), uma Estratégia de Manufatura é formada por um conjunto de planos e políticas, dos qual se visa obter vantagens sobre seus competidores, através de planos para a produção e venda de produtos para um grupo particular de consumidores.

A estratégia de manufatura remete aos objetivos das operações. Para Slack *et al.* (2009), existem 5(cinco) objetivos básicos para as operações produtivas, os quais podem ser todos diretamente relacionados com a Função Manutenção:

1. Qualidade, significando a redução a zero do chamado “retrabalho”, onde há uma nova intervenção para correção de falhas ocorridas na primeira;
2. Rapidez, buscando a minimização dos tempos de parada da produção, gerando assim um menor MTTR no caso das corretivas, e menores tempos de intervenções preventivas, aumentando assim a disponibilidade operacional dos sistemas e equipamentos.
3. Credibilidade, ou Dependability, em Inglês, o que se pode assumir como sendo a aderência da manutenção ao seu programa pré-definido de intervenções, demonstrando assim a saúde do planejamento da atividade, na busca de variações, as quais carregam problemas na operação das plantas;

4. Flexibilidade, relacionada à habilidade de lidar com as características dos diversos sistemas existentes e também à capacidade de atender situações imprevistas em termos de volume e tempo de entrega;
5. Menores custos de suas atividades nas mais variadas contas, dos custos fixos às variáveis.

Murthy *et al.* (2002) observam que a gestão da manutenção tem um relevante peso estratégico em uma companhia, sendo vital para o sucesso nos objetivos das organizações. Segundo o autor, os fatores de sucesso para a gestão estratégica da manutenção estão relacionados com os objetivos do negócio, as estratégias de manutenção, carga de produção e o estado dos equipamentos. Conforme Martins e Laugeni (1998), os processos produtivos das empresas dependem da confiabilidade e disponibilidade de seus equipamentos e instalações, podendo uma planta bem mantida significar expressiva vantagem competitiva sobre a concorrência.

2.4 Sistema de planejamento e controle da manutenção

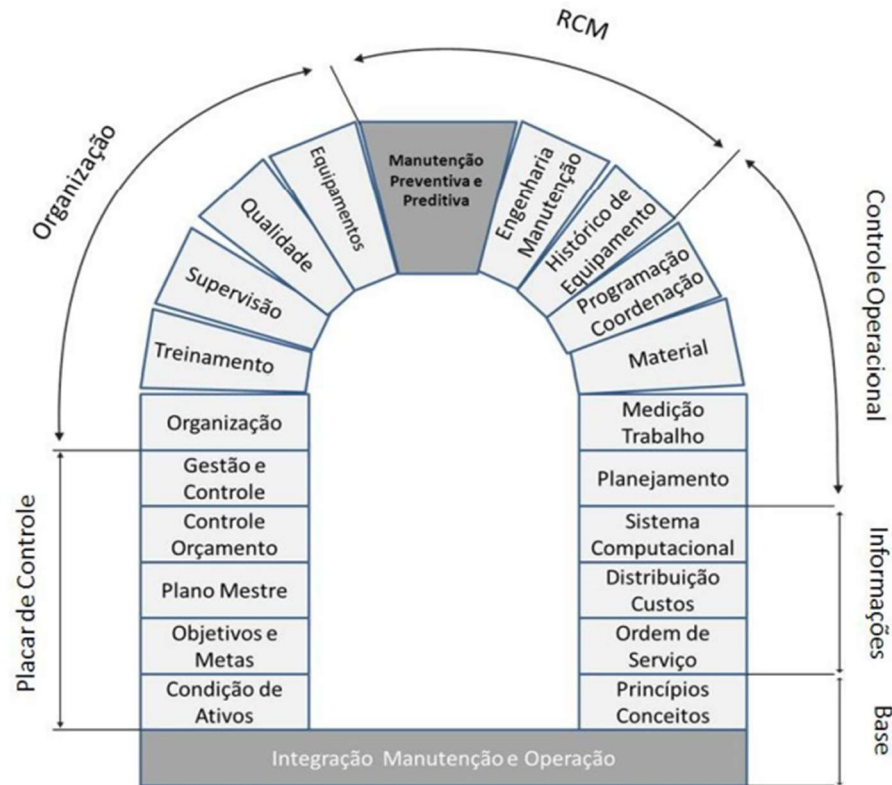
De acordo com Ingalls (2001) o planejamento da manutenção é primordial como fator de sucesso na sua gestão. Ou seja, de início se entende que a proposta de adequação para uma estratégia progressiva de manutenção é a alternativa para que a empresa desempenhe e chegue ao fim do ciclo produtivo com maior eficiência.

Em continuidade, Souza (2008) afirma que os estudos e análises das principais referências no tema Planejamento e Controle da Manutenção no Brasil tornam-se primordiais a partir da exigência do aumento da competitividade atrelada à condição de sobrevivência para as empresas. Esse cenário exige a busca do máximo retorno financeiro sobre os ativos industriais, através do aumento da disponibilidade para a produção, mantendo adequados custos de manutenção.

A importância do Planejamento e Controle da Manutenção no Brasil ficou evidente com o surgimento e fundação da ABRAMAN (Associação Brasileira de Manutenção), bem como a partir das publicações dos livros: Planejamento e Controle da Manutenção (VIANA, 2002), Organização e Gerência da Manutenção (SOUZA, 2007) e A Organização, o Planejamento e o Controle da Manutenção (BRANCO FILHO, 2008).

Nyman e Levitt (2001) definem como planejamento o desenvolvimento antecipado de um programa detalhado para consecução de um determinado fim que, no caso da manutenção, pode ser um reparo ou reforma de um equipamento, como mostrado na Figura 2.

Figura 2 – Arco gestão da manutenção



Fonte: adaptado de Nyman e Levitt (2001).

De acordo com Xenos (1998), sem um planejamento eficiente, a probabilidade de erro e perdas no trabalho da manutenção tende a ser maior do que na produção. Campbell (1995) afirma a existência de pesquisas que demonstram a ligação entre a manutenção planejada e a redução dos custos.

Para Calligaro (2003), um serviço bem planejado, adequadamente programado e efetivamente coordenado, pode conduzir a um processo mais eficiente, a um custo menor, com menores distúrbios para operação, maior qualidade, aumento do moral da equipe com maior satisfação no trabalho, aumento da durabilidade dos equipamentos e redução do consumo de peças. O autor afirma, ainda, que estudos demonstram que, a cada hora dedicada ao planejamento da manutenção, são economizadas três horas na fase de execução.

Macedo *et al.* (2008) observam que a implementação do PCM (Planejamento

e Controle da Manutenção) permite aos gestores a possibilidade de ter alternativas de fornecedores de serviços de manutenção, que não sejam apenas os fabricantes e/ou fornecedores dos equipamentos.

Segundo Branco Filho (2008), quando estabelecido em uma organização, o PCM consolida o ciclo de gerenciamento de manutenção, pela implementação das seguintes atividades:

- I. Definir e manter os indicadores de desempenho com os respectivos requisitos de referência, atualizar a documentação técnica dos equipamentos e máquinas e formar a relação de sobressalentes;
- II. Fazer atualização dos planos de manutenção;
- III. Revisar o cadastro de ordens de serviço sistemáticas relacionadas aos planos de manutenção dos equipamentos e máquinas e respectivas periodicidades;
- IV. Manter o sistema em regime de normalidade operacional com objetivo de preparar e conscientizar os colaboradores envolvidos com as atividades de manutenção, para apontamentos e registros das tarefas executadas, incluindo também, o registro das horas de equipamentos e máquinas paradas e causas das avarias;
- V. Fiscalizar os planos de manutenções sistemáticas e não sistemáticas oriundas de inspeções ou *check-list*, com todos os informativos necessários para as áreas solicitantes da organização;
- VI. Verificar a organização do almoxarifado, bem como preparar os materiais sobressalentes e o ferramental necessário à execução dos serviços;
- VII. Fazer criteriosa análise dos serviços planejados, das programações e *backlog*;
- VIII. Fazer a equalização da mão-de-obra e estabelecer novas periodicidades para os serviços, em função das verificações e análises de causas e desvios de planejamento;
- IX. Criar histórico técnico estruturado dos equipamentos, máquinas e instalações, com registros de ocorrências planejadas e imprevistas;
- X. Fazer acompanhamento e prestar suporte a instalação de novas versões de softwares de gerenciamento e manter as rotinas de integração com os outros sistemas;
- XI. Realizar reuniões de conscientização com a participação dos colaboradores

para a organização da manutenção e o total comprometimento com os resultados, para os níveis: estratégicos, gerencial, tático e operacional.

Para tanto, ao se seguir o raciocínio de Branco Filho (2008), tem-se desde definir e manter os indicadores até realizar reuniões de conscientização com os colaboradores, ou seja, é uma caminhada metodológica de organização que envolve várias etapas e agentes.

Rosa (2006) afirma que a gestão do PCM deve considerar as seguintes ações como premissas básicas para a gestão:

- i)* determinação de um plano de trabalho de manutenção preventiva, ao longo do ano e em cargas semanais;
- ii)* atendimento aos pedidos de modificação e melhoria dos equipamentos;
- iii)* estabelecimento de mecanismos de atendimento às paralisações e serviços emergenciais.

Assim, esse tripé indica a alternativa para o PCM no mais básico modelo: prevenção, análise de dados para indícios de necessidades quanto aos equipamentos e antecipar e dialogar com a necessidade de paradas emergenciais e/ou necessárias de máquinas.

Nyman e Levitt (2001) indicam regras básicas que devem ser consideradas na fase do PCM referente à programação dos serviços, destacando-se as seguintes:

- É condição prévia para liberação dos serviços a disponibilidade de todos os insumos para os mesmos;
- As programações de serviços devem ser semanais e fechadas nas quintas-feiras;
- Deve-se reservar de 10 a 15% dos recursos para atividade de menor impacto, no sentido de deslocá-los para possíveis emergências, sem o risco de afetar serviços prioritários;
- Agrupar todos os serviços programados em determinados equipamentos, evitando deslocamentos e interrupções desnecessárias;
- Programar atividades com equipes de diferentes especialidades para a primeira hora da manhã, visto ser o único momento em que todos estarão certamente disponíveis;
- Direcionar corretamente os serviços de acordo com a qualificação dos

recursos;

- Realizar uma boa comunicação entre os envolvidos nos serviços, de forma a garantir que todos saibam os detalhes da programação;
- Assegurar rápida comunicação no caso do não atendimento a programação;
- Assegurar disciplina no seguimento das programações, e boas análises daquilo que deu errado, garantido o aprendizado.

O planeamento da manutenção deve fazer parte do desdobramento do planeamento estratégico global da empresa, onde este tem como objetivo orientar as ações e resposta de uma empresa às demandas do ambiente em que está inserida (GURSKI *et al.*, 2008).

2.5 Engenharia de manutenção

Inicialmente, nas palavras de Xavier (2003), ele discorre que a Engenharia de Manutenção seria o conjunto de atividades que permitem que a confiabilidade seja aumentada e a disponibilidade garantida. Ou seja, sair da lógica dos constantes consertos, decorrentes de problemas crônicos, e partir para a melhoria dos padrões e sistemáticas, com o desenvolvimento de uma manutenibilidade, com a constante abertura para o *feedback* e também e interferir tecnicamente nas compras.

Isso porque, é importante destacar que aquela empresa que busca somente a preocupação com a manutenção corretiva finda em um ciclo infinito tentar solucionar um problema sem buscar uma solução, o que, certamente leva a produção para péssimos resultados.

Ademais, segundo Nunes e Valladares (2008), a Engenharia de Manutenção significa, dentre outras:

- Praticar a análise de falhas de modo a eliminar as causas de mau desempenho (atuar na causa básica);
- Atuar efetivamente em materiais e sobressalentes;
- Desenvolver procedimentos de trabalho (juntamente com a execução);
- Treinar o pessoal nos Padrões;
- Participar dos projetos de obras novas e melhorias (“*sustaining*”).

Para que se pratique Engenharia de Manutenção é necessário que a estrutura organizacional da Manutenção contemple essa função. Isso significa ter pessoal com qualificação adequada alocado para esses tipos de atividades. Quando o pessoal alocado para as atividades de Engenharia de Manutenção é totalmente absorvido pelas necessidades ou emergências do dia a dia não se consegue desenvolver os trabalhos e produzir os resultados.

Dante disso, as empresas que obtêm sucesso nessa prática têm esse grupamento perfeitamente identificado, com atribuições bem definidas, trabalhando em melhorias. Empresas cuja manutenção não tem a rotina especializada dificilmente conseguem praticar Engenharia de Manutenção (NUNES; VALLADARES, 2008).

2.5.1 Gestão de ativos

Conceito relativamente novo, o *Asset Management Industrial* (Gestão de Ativos Industriais) vem sendo crescentemente adotado por empresas de todo o mundo – inicialmente nos países desenvolvidos – para fazer frente aos desafios da economia globalizada, pois otimiza a performance técnica e econômica da planta, acelera o retorno do investimento em equipamentos e cria valor para a empresa (ABRAMAN, 2008).

A gestão de ativos trata de uma forma de gerir os equipamentos produtivos que têm como características, a saber:

- A abordagem do completo ciclo de vida das máquinas, que começa pelas etapas de pesquisa e desenvolvimento, projeto e design; passa pela fase de compra, construção e instalação; inclui a operação e a manutenção; e termina com a desativação e o descarte do equipamento.
- A gestão integrada dos diversos aspectos da operação industrial (compras e provisionamento de itens de reposição, políticas de manutenção preventiva e corretiva, modificações e substituição de máquinas), visando à otimização global dos custos.
- O pleno domínio da relação entre custos e riscos envolvidos nessas operações.

- A prática da manutenção industrial com um enfoque econômico, e não apenas técnico.

Até o surgimento desse novo conceito, as fases e/ou aspectos da gestão dos ativos eram tratados de maneira isolada, pois foi dessa maneira que a indústria aprendeu a gerir sua planta.

Essa abordagem tinha consequências indesejáveis que muitas vezes sequer eram percebidas – e quando eram, não havia como evitar. Ao comprar um equipamento, por exemplo, a indústria escolhia a alternativa mais adequada sob o ponto de vista da economia de Capex (investimentos), mas não avaliava os gastos de Opex (operação e manutenção) que o equipamento demandaria. Então, com o passar do tempo, esses gastos frequentemente se mostravam mais altos que os inicialmente estimados, gerando um impacto negativo na organização técnica da empresa e frustrando suas expectativas de lucratividade (ABRAMAN, 2008).

Já para reduzir os gastos de Opex, cortava-se o orçamento da manutenção da planta sem considerar as consequências para a confiabilidade e produtividade dos equipamentos. Com isso, eleva-se o risco de falhas e paradas das máquinas, com consequentes lucros cessantes.

Situações como essas eram recorrentes e inevitáveis, pois não havia hábito, nem métodos de gestão industrial que pudessem preveni-las. Nos últimos anos, porém, tem sido cada vez mais difícil reduzir seus custos operacionais. No caso específico da manutenção de muitas indústrias, os cortes orçamentários passaram a causar desequilíbrios no funcionamento da planta que resultaram em não produção e prejuízos maiores do que as economias que se pretendia gerar.

A Gestão de Ativos tem por objetivo promover a relação risco/custo mais conveniente para a indústria, pois sabe-se que a decisão técnica ideal tem custo muito alto, enquanto a decisão mais barata pode expor a planta a um alto nível de risco. Além disso, por preconizar a gestão do completo ciclo de vida dos equipamentos, permite avaliar como uma estratégia adotada em determinada fase do ciclo repercute nas demais e, por fim, no custo global (Capex + Opex) do equipamento.

A aplicação da Gestão de Ativos se dá por meio de sistemas de cálculo que simulam o desempenho técnico e financeiro dos ativos em diversas situações e cenários de performance. Na compra de um equipamento, por exemplo, em que vários candidatos são avaliados, é possível simular o quanto sua manutenção e operação

custarão ano a ano e assim decidir pela aquisição daquele que melhor atende aos objetivos corporativos.

Situações ligadas à política de manutenção preventiva, ao dimensionamento de estoques de peças de reposição, à modificação/upgrade de máquinas ou à substituição de equipamentos em fim de vida, entre outras, podem ser simuladas e minuciosamente analisadas.

Assim, por meio de ferramentas de simulação e cálculo, a Gestão de Ativos possibilita a tomada de decisões técnicas coerentes com os objetivos econômicos da indústria, bem como de decisões econômicas que preservam a performance técnica dos equipamentos. Assegura a melhor rentabilidade dos equipamentos ao longo de sua existência na planta, desde o momento em que começam a ser planejados até o em que são desativados e substituídos. E hoje, para manter-se competitiva, é disso que a indústria precisa. (ABRAMAN, 2008)

2.5.2 Tagueamento

Uma atividade de extrema importância é o tagueamento físico do ativo que consiste em uma espécie de catalogação de cada produto. Diante disso, quando um equipamento é recebido na Central de Ativos, ele recebe uma placa de identificação, uma TAG (que do inglês quer dizer etiqueta), com a designação de um número único correspondente ao ativo, processo realizado pelo setor administrativo da manutenção. Ver figura 3.

Figura 3 – Tag de identificação de equipamento.



Fonte: CEMAG (2022)

Vale ressaltar que existem normas com caráter técnico cuja função é padronizar e identificar os instrumentos, bem como sistemas de instrumentação, esses comuns para a medição e controle em equipamentos e processos industriais (SANTOS et al, 2018).

No entanto, quando o contexto é para maquinários e equipamentos industriais, a empresa tem uma maior abertura para indicar um padrão particular que pode ser definido seguindo critérios específicos, que atenda suas necessidades únicas, como padrões de qualidade, funcionalidade e porte.

Para mais, no Brasil, a norma da ABNT – NBR 8190 que trata da identificação por tagueamento foi anulada no ano de 2010. Porém uma nova versão não entrou em vigor e por isso, na ausência de uma versão nova a antiga ainda continua em uso quando necessário (SANTOS et al, 2018).

Esse processo é importantíssimo para a identificação do ativo, uma vez que a TAG é única e intransferível. Assim esse modelo facilita a rápida localização da máquina em uma eventual necessidade.

Nesse entendimento, é que na manutenção, esse tipo de identificação ou tagueamento é a base para a gestão de máquinas e equipamentos.

2.5.3 Criticidade dos equipamentos

Um equipamento crítico é aquele que deve estar obrigatoriamente em bom estado de funcionamento, e que apresenta um grau de complexidade elevado para resolver as suas avarias. A definição dos equipamentos críticos é importante para evitar a redução de produtividade e de competitividade da empresa

Para Moss e Woodhouse (1999) a definição de "criticidade" pode ter diferentes interpretações, dependendo do objetivo e contexto no qual ela é analisada. Helmann (2010) ressalta a criticidade como o atributo que expressa a importância da função de um equipamento ou sistema dentro de um processo produtivo, sob os aspectos de segurança, qualidade, meio ambiente ou outros critérios específicos.

Deste modo, a análise de criticidade permite determinar quais os equipamentos com um maior impacto nas metas de negócio, e aumentar a confiabilidade desses equipamentos. A correta avaliação de criticidade dos equipamentos permite definir e estruturar o tipo de manutenção a ser aplicado, corretiva ou preventiva, e a abordagem de acordo com o nível de prioridade, com rigor e eficácia, otimizando os recursos e diminuindo os custos.

Ribeiro (2010) e Aven (2009) afirmam que a criticidade determina o quanto um equipamento pode ser fundamental dentro do contexto operacional de um sistema, onde uma falha ou baixo desempenho podem acarretar graves consequências, como acidentes com pessoas, danos ambientais, impactos econômicos e operacionais. Assim, a criticidade é diretamente proporcional ao impacto que esse equipamento pode causar no processo.

2.5.4 Histórico dos equipamentos

A gestão industrial tem como um dos seus principais desafios a correção e melhoria contínua de seus equipamentos. E é por esse motivo que o histórico de manutenção se torna tão importante para seu trabalho (OTANI; MACHADO, 2008).

Como já discutido a manutenção deixou de ser vista como uma fonte de grandes gastos, para ser considerada como algo estratégico para o negócio. Com um bom desempenho, a indústria consegue por meio de sua disponibilidade garantir mais um diferencial (COSTA, 2013).

Dessa forma, armazenar todas as informações do que foi feito pela manutenção permite que os líderes da área façam a avaliação do que precisa ser feito e como deve ser feito. Além de também identificar possíveis erros na execução das etapas relacionadas.

É muito importante que a gestão de manutenção seja eficiente e evite qualquer tipo de falha que prejudique o desempenho. A análise das falhas de equipamentos é fundamental para evitar que diversos outros problemas venham ocorrer.

Em função disso, o histórico é um relatório que documenta todas as evoluções do trabalho executado por profissionais ligados à manutenção. Nesse sentido o documento visa garantir que nenhuma escolha seja feita por acaso e mais, garanta que o objetivo da manutenção não traga efeitos contrários.

Sabendo que a gestão de manutenção está diretamente ligada a previsão de erros e falhas, é de extrema importância que sejam feitas todas as documentações das últimas ações executadas.

Além disso, o histórico de manutenção é fundamental para levantar os padrões de falhas e as respectivas soluções adotadas em cada um dos casos. Um bom recurso para isso é poder antecipar os próximos eventos e se preparar melhor.

Em resumo, ele possibilita o desenvolvimento de estratégias melhores, o que resulta em um trabalho mais preciso dos técnicos. Em consequência, menos erros resultam em menos gasto de recursos e gera a otimização de todos os profissionais envolvidos. Isso, por sua vez, é capaz de melhorar, inclusive, o lucro do negócio.

2.5.6 Indicadores da manutenção

A utilização de indicadores de manutenção se faz presente em quase todas as empresas atualmente, pois é através deles que melhorias podem surgir, a fim de, garantir uma boa qualidade na manutenção. A manutenção ao longo do tempo adquiriu conceitos e objetivos diferentes, e hoje em dia, ela já engloba até panoramas de sustentabilidade, por esta razão que, se faz cada vez mais presente a utilização de indicadores.

São os indicadores de manutenção que nos dão uma clara ideia de quantificação e acompanhamento de processos, propiciando as correções necessárias. Ou seja, indicadores, são a base para a tomada de decisões, pois eles são dados concretos que nos revelam o que realmente está ocorrendo em determinado processo. São eles medidas ou dados numéricos estabelecidos sobre os processos que queremos controlar.

A manutenção anteriormente vista como prejuízo financeiro, hoje é algo imprescindível para a empresa, objetivando a redução dos custos de produção ou serviços. O que traz melhorias nos processos, deixando a empresa mais competitiva, trabalhadores motivados, aumentando do lucro da empresa, com possível aquisição de novos maquinários e entre outros benefícios, oriundos de uma boa gerência da manutenção. Sendo assim, realizados através de controles eficientes que possibilitem uma visão ampla do que realmente está ocorrendo, sendo estes controles eficientes, advindos dos indicadores de manutenção.

Mas, vale mencionar que, os indicadores devem acompanhar os processos através de seus aspectos principais e não particulares. E ainda, é melhor ter poucos indicadores importantes e acompanhá-los bem a se ter vários indicadores e não conseguir acompanhá-los de maneira efetiva e eficiente.

Para isso, o MTBF (*mean time between failures* ou tempo médio entre falhas) e o MTTR (*mean time to repair* ou tempo médio para reparo) são dois indicadores relacionado à disponibilidade de uma aplicação. Apesar de sua relevância no desempenho de processos, muitos gestores subutilizam esses indicadores de desempenho (KPIs) em suas atividades de controle.

O uso do MTBF é para os períodos de tempo em que se perdem na operação de uma máquina, e a sua média pode ser realizada por meio de uma fórmula. Nisso, deve-se aplicar o tempo total do desempenho natural durante um ciclo preestabelecido sob o número de erros ocorridos durante esse tempo.

Assim, tem-se a Equação 1:

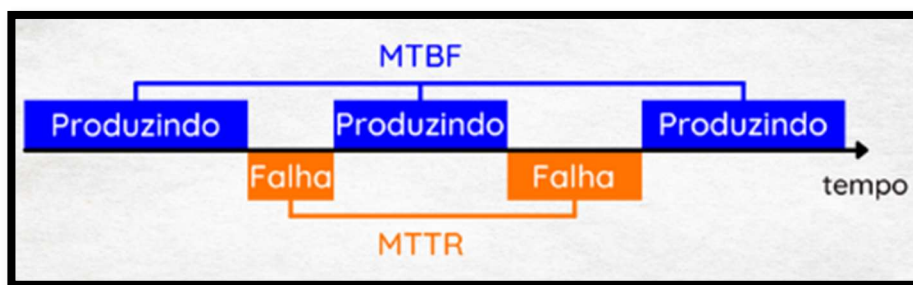
$$MTBF = \frac{(\text{Tempo total disponível} - \text{Tempo perdido})}{(\text{Número de paradas})} \quad (1)$$

Nesse sentido, a partir dessa análise, pode-se criar algumas estratégias para enfrentar um problema paulatinamente associado ao equipamento.

Para mais, já o MTTR é calculado aplicando a média de tempo que demora para desempenhar uma reparação após o episódio da falha, conforme explicitado na Equação 2. Na Figura 4 é trazida a representação do MTTR e MTBF ao longo do tempo.

$$MTTR = \frac{\text{(Tempo total de reparo)}}{\text{(quantidade de falhas)}} \quad (2)$$

Figura 4 – Representação MTTR e MTBF ao longo do tempo



Fonte: Costa (2013)

Com isso, o uso do MTBF e do MTTR possibilita o cálculo de um outro indicador que é o do tempo de disponibilidade.

Diante disso, o cálculo da disponibilidade envolve MTTR e MTBF. Assim, pode-se chegar ao tempo de disponibilidade de um sistema, por exemplo, utilizando esses 2 KPIs, sendo exibido pela Equação 3.

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

Nesse ponto, ao se confrontar esses indicadores é possível que se tenha um parâmetro da situação da produção e das máquinas em operação. Ou seja, uma oportunidade para que a equipe pertinente possa buscar e implementar opções para que o processo produtivo fique mais eficiente diante das paradas programadas ou não do ativo.

2.5.7 Ferramentas de qualidade na gestão da manutenção

Para Lopes (2010) o sistema de gestão da qualidade, encaminha a organização a desenvolver e analisar processos que tornem possível atender as necessidades dos clientes, ocorrendo ao desenvolver ferramentas para a melhoria contínua de seus processos.

É de extrema importância no cotidiano de uma indústria a adoção de ferramentas de qualidade para avaliar problemáticas, propor soluções e implantar melhorias, no setor de manutenção não é diferente. As ferramentas da Matriz Ishikawa, FMEA e 5W2H são bastantes utilizados no setor de manutenção fabril.

2.5.8 Matriz Ishikawa

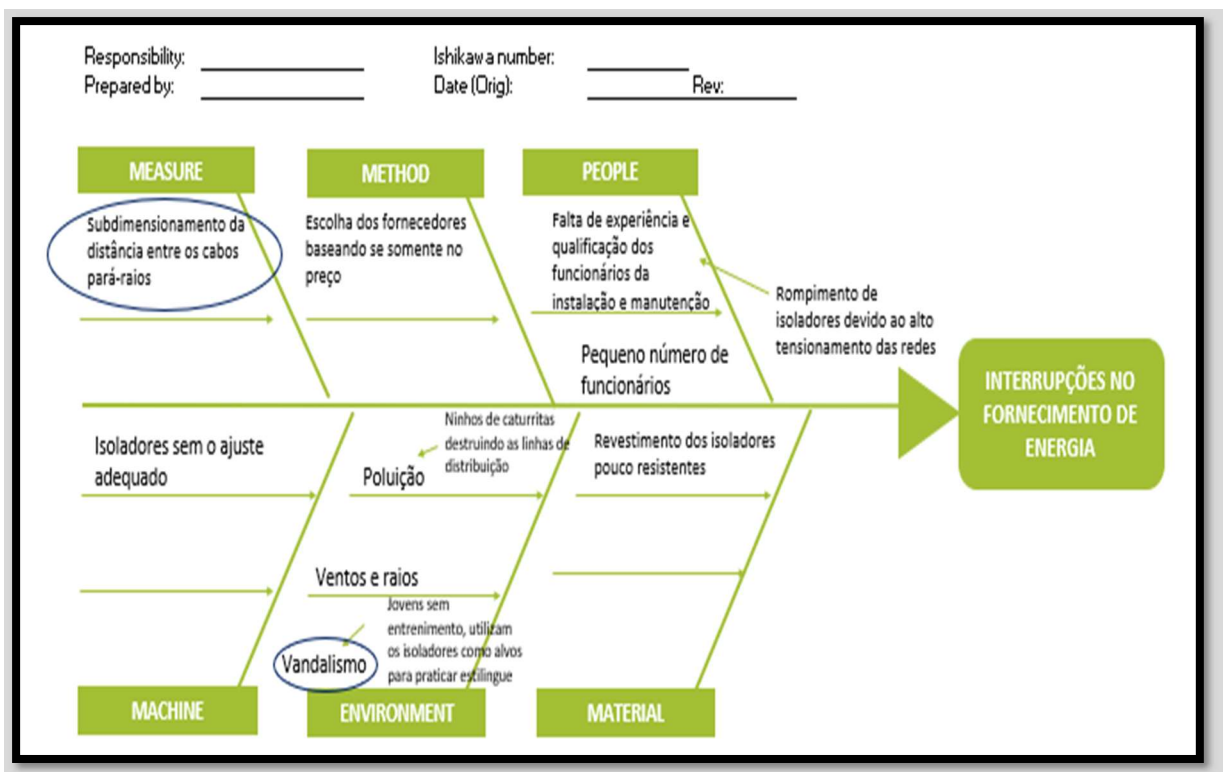
A matriz Ishikawa foi desenvolvida para representar as relações existentes entre um problema ou o efeito indesejável do resultado de um processo e todas as possíveis causas desse problema, atuando como um guia para a identificação da causa fundamental deste problema e para determinação das medidas corretivas que deverão ser adotadas.

A matriz é estruturada de forma a ilustrar as várias causas que levam a um problema, além disso a estrutura da matriz recorda uma “espinha de peixe”, também recebendo essa nomenclatura de diagrama de “espinha de peixe” (CARPINETTI, 2012).

A problemática levantada se distribui em seis pilares, a saber; máquina, mão-de-obra, método, meio ambiente, material e medição. Para começar a análise da problemática através da Matriz Ishikawa é necessário realizar um *brainstorming* de todas as possíveis causas para aquele problema e então distribuir as causas dentro dos pilares. Após analisar o porquê que do determinado ocorrido, é preciso definir o grau de interferência da causa no problema.

Dessa maneira, obtém-se um registro das possíveis causas raízes do problemática analisada. Na Figura 5, pode-se observar um exemplo de diagrama de “espinha de peixe” para uma problemática de interrupções de fornecimento de energia em uma subestação elétrica, em que se percebe que as causas principais estão circuladas, em que são necessários maiores esforços e atenção para a resolução.

Figura 5 – Exemplo de Matriz Ishikawa



Fonte: SILVA NETO, Severiano R. (2022)

2.5.9 FMEA

. De acordo com a definição de Helman e Andery (1995), “FMEA – Failure Mode and Effect Analysis - Análise dos Modos e Efeitos das Falhas – é um método de análise de projetos (de produtos ou processos, industriais e/ou administrativos) usado para identificar todos os possíveis modos potenciais de falha e determinar o efeito de cada uma sobre o desempenho do sistema (produto ou processo), mediante um raciocínio basicamente dedutivo”.

Assim, conclui-se que o FMEA consiste em identificar as falhas prováveis em projetos ou processo, estabelecer as prioridades para o tratamento das falhas e implementar as ações recomendadas. Posteriormente, deve-se analisar se as ações recomendadas diminuíram a probabilidade de ocorrência da falha. Desta forma, a constante aplicação do FMEA resultará na melhoria contínua da organização (ZAMBRANO, 2007).

A ferramenta do FMEA prioriza as falhas de acordo com a detecção, severidade e ocorrência. Esses pilares são definidos em escalas propostas pelo usuário da ferramenta. Como é possível observar na figura 6 de classificação da falha segundo o grau de severidade.

A detecção é basicamente a dificuldade de se detectar a falha, quão maior essa dificuldade maior o seu quantitativo. Já a severidade, é o grau de impacto negativo da falha no resultado, de modo que também, quão mais severo a falha maior seu quantitativo.

Figura 6 – Classificação da falha segundo o grau de severidade.

CLASSIFICAÇÃO DA FALHA SEGUNDO O GRAU DE SEVERIDADE		
Classificação	Severidade	Critérios
1	Mínima	Efeito da falha não perceptível ou improvável
2 3	Baixa	Baixa ocorrência de falha e desempenho ativo. Percebido no cliente com poucas consequências.
4 5 6	Moderada	Ocorrências das falhas num nível considerável e que afeta o desempenho do ativo. Cliente já se incomoda com o problema gerado.
7 8	Alta	Ocorrência da falha compromete totalmente o desempenho do ativo. Cliente totalmente insatisfeito.
9 10	Muito alta	Ocorrência da falha compromete totalmente o desempenho do ativo com alto risco da segurança.

Fonte: Marinelli, Igor (2021)

E por último a ocorrência em que é justamente a probabilidade de a falha ocorrer, ou seja, quão mais provável a falha, maior será seu quantitativo. Portanto, tem-se o número de RPN que é definido como o produto da severidade, ocorrência e

detecção e que irá definir a prioridade para executar medidas de melhorias para diminuir o risco daquela falha. A imagem 7 traz a classificação da falha segundo o RPN.

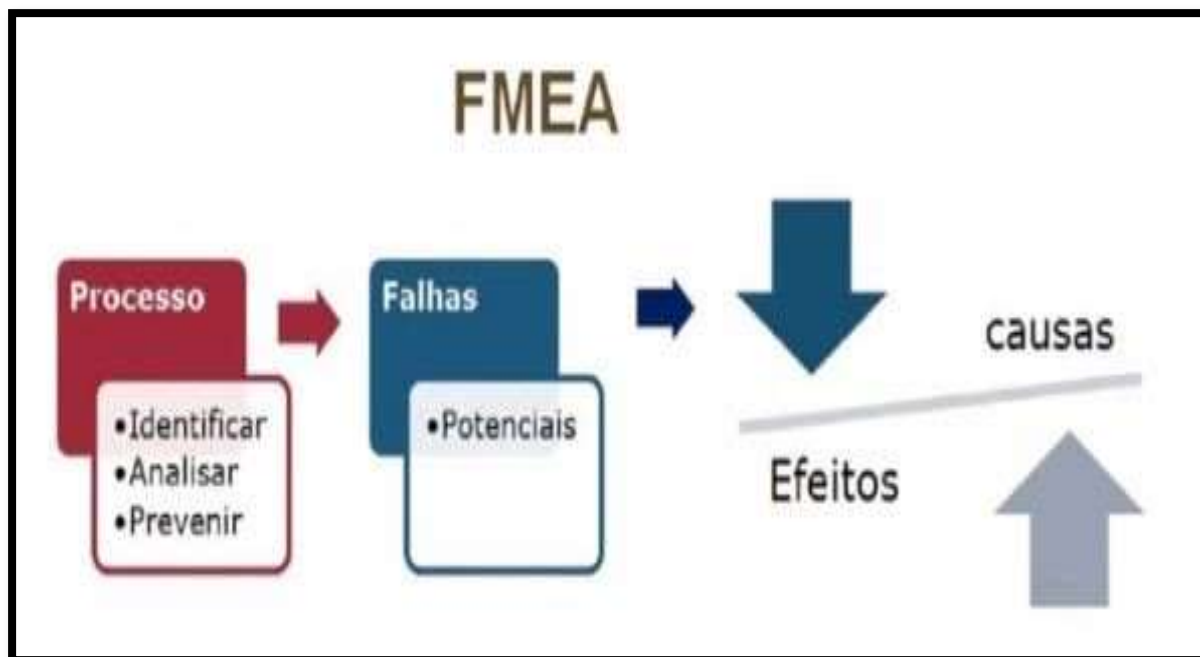
Figura 7 – Classificação da falha segundo o RPN

CLASSIFICAÇÃO DA FALHA SEGUNDO O RPN		
Classificação	RPN	Crítérios
Prioridade 0 (zero)	Alto (acima de 100)	Sistema extremamente vulnerável e que requer ações corretivas e/ou preventivas imediatas
Prioridade 1 (um)	Médio (51 a 100)	Sistema vulnerável e requer ações corretivas e/ou preventivas a curto e/ou médio prazo
Prioridade 2 (dois)	Baixo (1 a 50)	Sistema pouco vulnerável e que requer ações corretivas e/ou preventivas a longo prazo

Fonte: Marinelli, Igor (2021)

Na Figura 8 é possível analisar a aplicação do FMEA. O Anexo II traz um exemplo de FMEA aplicado ao processo de aprovação de peças em uma equipe baja para melhor entendimento da ferramenta que consiste basicamente em sistematizar um grupo de atividades para detectar possíveis falhas e avaliar efeitos delas para o processo.

Figura 8 – Aplicação do FMEA



Fonte: SILVA NETO, Severiano R. (2022)

2.5.10 5W2H

A ferramenta 5W2H foi desenvolvida por profissionais da indústria automobilística do Japão como uma ferramenta que iriam amparar e promover a melhor do PDCA, em especial na fase de planejamento. A técnica 5W2H apresenta uma praticidade que possibilita, quando necessário, identificar dados e rotinas mais significativos de um projeto ou de uma unidade de produção (SEBRAE, 2008).

Também possibilita identificar quem é quem dentro da organização, o que faz e porque realiza tais atividades. O método, de acordo com Araújo (2008) é constituído de 7 (sete) perguntas, utilizadas para implementar soluções:

- 1) O quê? Qual a atividade? Qual é o assunto? O que deve ser medido? Quais os resultados dessa atividade? Quais atividades são dependentes dela? 28 Quais atividades são necessárias para o início da tarefa? Quais os insumos necessários?
- 2) Quem? Quem conduz a operação? Qual a equipe responsável? Quem executará determinada atividade? Quem depende da execução da atividade? A atividade depende de quem para ser iniciada?
- 3) Onde? Onde a operação será conduzida? Em que lugar? Onde a atividade será executada? Onde serão feitas as reuniões presenciais da equipe?
- 4) Por quê? Por que a operação é necessária? Ela pode ser omitida? Por que a atividade é necessária? Por que a atividade não pode fundir-se com

outra atividade? Por que A, B e C foram escolhidos para executar esta atividade?

5) Quando? Quando será feito? Quando será o início da atividade? Quando será o término? Quando serão as reuniões presenciais?

6) Como? Como conduzir a operação? De que maneira? Como a atividade será executada? Como acompanhar o desenvolvimento dessa atividade? Como A, B e C vão interagir para executar esta atividade?

7) Quanto custa realizar a mudança? Quanto custa a operação atual? Qual é a relação custo / benefício? Quanto tempo está previsto para a atividade?

Ferramenta bastante utilizada para planos de ações, pois define bem através das perguntas o passo a passo para resolução da problemática.

3. METODOLOGIA

A parte prática deste trabalho baseia-se na aplicação de um modelo de gestão de controle de ativos de manutenção que consiste em verificar de modo proativo o maquinário de uma determinada indústria. Nesse sentido, esta pesquisa foi realizada a partir da prática em uma indústria do gênero agrícola que possui máquinas específicas e distante de diversos outros tipos.

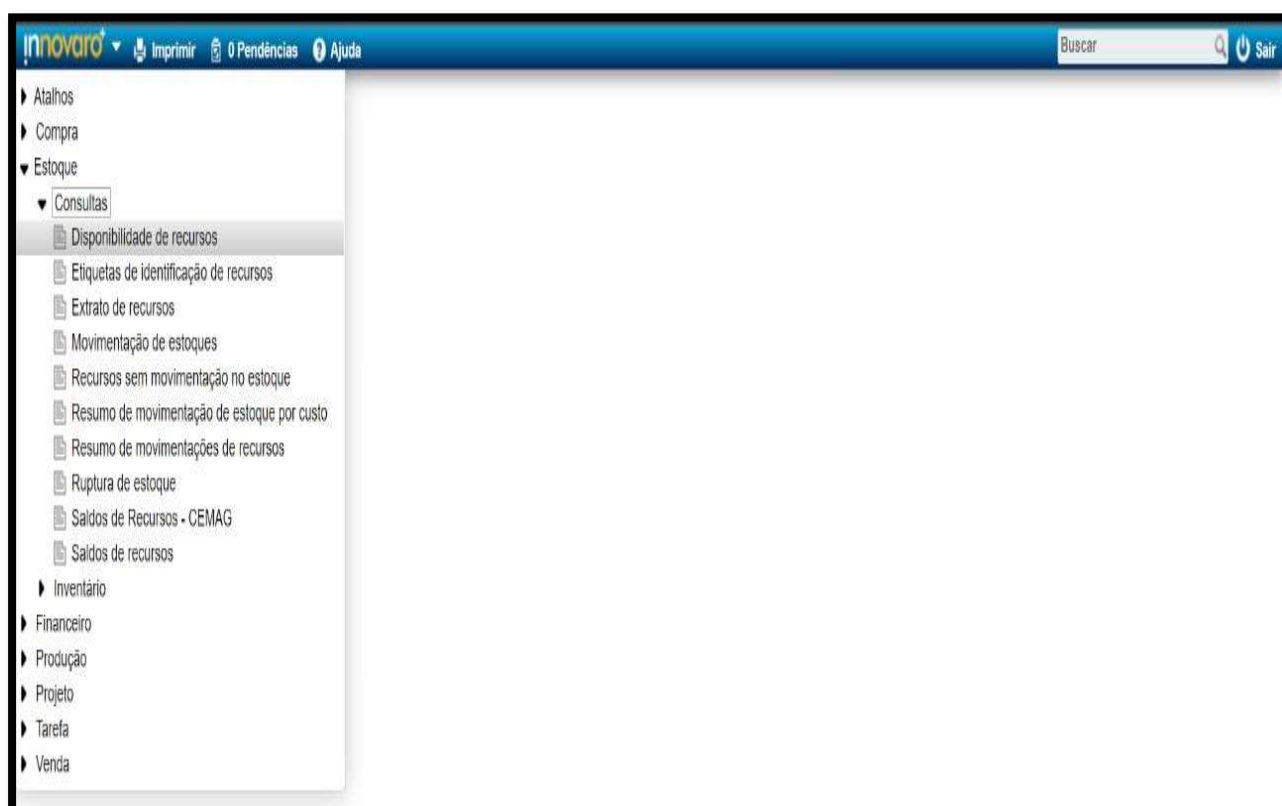
Para tanto, o uso do sistema de controle de ativos inserido na rotina da referida indústria de observação era viabilizado por meio do sistema eletrônico INNOVARO, como mostra a Figura 9 que teve parte de suas informações censuradas em decorrência da necessidade de preservação da imagem da indústria de pesquisa. A Figura 9 ilustra a tela inicial do sistema INNOVARO, já a Figura 10 exibe a tela de ação do sistema INNOVARO com as possibilidades de preenchimentos de informações.

Figura 9 – Tela inicial do sistema INNOVARO



Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

Figura 10 – Tela de ação do sistema INNOVARO.



Fonte: Elaborado pelo autor. (2022)

No entanto, no que concerne à manutenção de ativos, esse sistema foi substituído em decorrência das dificuldades de operação dele. Isso porque o referido *software* é de difícil uso e cursos para o seu acesso e desempenho amplo é escasso no mercado, o que gerou por um determinado período a sua ineficiência.

Ou seja, os envolvidos no processo de controle de ativos de manutenção da referida fábrica tinham o seu trabalho influenciado negativamente em decorrência da inabilidade com o sistema.

Por isso, foi importante para a efetividade do cotidiano desse setor a substituição do sistema por outro. Este, foi criado baseado na lógica de um sistema de Ordem de Serviço (OS).

Este, por sua vez se baseia na premissa de que a alimentação de uma planilha coletiva, que anteriormente era feita de modo manual e rudimentar, como pode ser observado nas Figuras 11 e 12.

Figura 11 – Antigo Sistema de Controle de Ativos de Manutenção feito manualmente

MECÂNICA					Elétrica				
SETOR	EQUIPAMENTO	OCCORRÊNCIA	AG.	HORÁRIO	SETOR	EQUIPAMENTO	ATIVIDADE	AG.	HORÁRIO
EXTERNO		REPOR AS GARRAS CO ₂	I	07:00 07:40	SOLDA	MAQ. SOLDA	MAQ. QUEIMA FEITO A SUBSTITUIÇÃO	M/B	07:00/09:00
PROJETOS		AJUSTE HIDRÁULICO	I/M	07:40 09:00	ESTAMPARIA	PLASMA 2	PREVENTIVA ELÉTRICA	B/M	09:30/11:00 11:10/13:00
PROJETOS	SERRA ELÉTRICA	REPAR DA CORREIA	I	08:00 09:55	ALMOZARINHO	EMPILHADORA	DESCARREGAR PLACA SOLAR	B	13:30/16:10
USINAGEM	CENTRO DE USINAGEM	LIMPEZA E TROCA DE FILTRO	I/L	10:00 11:15	MAN.	MAQ. SOLDA	TESTAR	B	16:10/17:00
PINTURA	TEMAC	MANUTENÇÃO DA BOMBA (PU)	I/D	12:20 15:00	PINTURA	CABINE DE PINTURA	LIMPEZA INTERNA E EXTERNA	M/I	15:00/16:15
PINTURA	TAMBOR	REPAR DA PISTOLA	I/D	15:00 15:20					
ESTAMPARIA	VIADOR DE TEXTO	CHUBANCAMENTO	I/D	15:20 15:55					
PINTURA	PERIFÉRICO	ABERTO 30S PARAFUSOS	I/D	16:00 16:50					

Fonte: CEMAG (2022)

Analisando o antigo Sistemas de Controle de Ativos de Manutenção feito manualmente, (Figura 11), cedido é possível perceber que diante da impossibilidade técnica de trabalho com um software que sofisticaria o processo, o encontro apropriado para o seguimento da rotina de trabalho foi aproveitar um quadro branco antigo e fazer nele uma tabela simples com preenchimento manual.

Na Figura 12, por exemplo, tem-se a percepção adequada de como funcionava o novo sistema. Com a planilha dividida em duas partes, mecânica e elétrica, tinha-se o Setor, Equipamento, Ocorrência, AG (agente responsável pela atividade a ser desenvolvida) e Horário de início e término da atividade. Assim, por exemplo se no setor da pintura o equipamento TEMAC necessitasse de uma manutenção preventiva, era ali indicado e a equipe mecânica dava seguimento ao seu trabalho.

Do mesmo modo, se na parte elétrica houvesse uma demanda no setor de solda por exemplo, então se inseria as informações nessa Tabela improvisada no quadro branco.

Figura 12 – Antigo Sistema de Controle de Ativos de Manutenção feito manualmente (2)

MECÂNICA				Elétrica					
SECTOR	EQUIPAMENTO	OPORREM.	AG	Horário	SECTOR	EQUIPAMENTO	ASSIN/DATA	AG	Horário
PINTURA	EMAC	MANUTENÇÃO PREVENTIVA	I/L	07:00 17:00	SOLDA	MAQ. SOLDA	MAQ. QUEIMA FEMO. A SUBSTITUIÇÃO	M/B	07:00/09:00
GERAL	MANÔMETRO	COLTEOZE	D	14:00 17:00	CSTABARRIA	PLASMA 2	PREVENTIVA ELÉTRICA	B/M	09:30/11:00 11:10/13:00
EXTERNO	GÁS	TRUCA DAS GARRIDAS	I	06:00 06:50	PAINELABARRA	EMPILHADERA	DESCARREGAR MAQ. SOLDA	B	13:30/16:10
PROJETOS	PÓLITE 3T.	CABO SOLTU	I	09:20 10:00	MAN.	MAQ. SOLDA	TESTAR	B	16:10/17:00
PINTURA	PISTOLA LAVAGEM	TRUCA DA PISTOLA	I	14:00 15:00	PINTURA	CABINE DE PINTURA	LIMPEZA INTERNA E EXTERNA	M/I	15:00/16:45

Fonte: CEMAG (2022)

No entanto, a principal problemática para esse tipo de metodologia é que a posterior verificação de dados ou tabulações diversas para que se possa ter algum prognóstico de troca de uma máquina, por exemplo, era impossível, uma vez que as informações se perdiam quando a planilha ficava completa e se tinham que substituir os dados já inseridos por outros novos. Assim, o acompanhamento de manutenções preventivas ou a verificação de constantes falhar em um maquinário era difícil de acontecer sem a permanência ou *backup* dessas informações em algum lugar, físico ou virtual.

Diante disso, optou-se pela substituição dessas planilhas físicas e temporais pelas digitais e com possibilidade de serem salvas na nuvem. Nesse ponto, com a necessidade da substituição de um sistema por outro mais simples, quando se

começou a usar as planilhas dos quadros brancos, evoluiu-se então para elas no formato digital. Este, imprescindível para a efetiva implementação da lógica de um sistema de Ordem de Serviço

Para mais, na atualidade a inserção de dados numa planilha coletiva está dentro do formato digital o que possibilitou uma maior integração entre os colaboradores, como pode ser observado na Figura 13.

Vale destacar que a planilha é horizontalizada, como mostra a Figura 13, sendo segmentada em 5 partes para que fique mais nítido a análise feita a partir subdivisão advinda dos 3 formulários e balanço final automático feito com os dados em questão, como mostrado na tabela 1

Figura 13 – Ilustração da planilha de OS segmentada.

Dados de entrada						
Abertura		Q.S. de Novembro	Q.S. em Aberto			
Nº OS	Data	Hora	Setor	Nº Tomb	Máquina	Problema aparente
#REF!						
Atendimento						
Atendimento			Responsável			
Nº OS	Data	Hora	Setor que atendeu	Análise técnica	Matrícula	Nome
#REF!						
Execução 1						
Responsável			Início		Fim	
Nº OS	Atividade	Matrícula	Nome	Data	Hora	Data
#REF!						
Fechamento						
			Responsável			
Nº OS	Data	Hora	Análise	Matrícula	Nome	
#REF!						
Atendimento						
Dif dias ater	horas at	Dif dias aten	Horas atend	Inic exec 1		Fim exe 1

Fonte: CEMAG (2022)

Tabela 1 – Planilha referente aos 4 formulários de OS.

(FORMULARIO ELETRONICO 1) DADOS DE ENTRADA																											
Abertura				O.S. de Novembro		O.S. em Aberto																					
Nº OS	Data	Hora	Setor	Nº Tomb			Máquina		Problema aparente		Máquina Parada?																
1298				0			#NOME?		#NOME?		0																
1304				0			#NOME?		#NOME?		0																
(FORMULARIO ELETRONICO 2) ATENDIMENTO																											
Status		Atendimento			Análise técnica					Responsável		A máquina estava realmente parada?															
Data	Hora	Setor que atendeu			Análise técnica					Matrícula	Nome	A máquina estava realmente parada?															
(FORMULARIO ELETRONICO 3) EXECUÇÃO																											
Execução 1												Execução 2															
Responsável		Início		Fim								Responsável		Início		Fim											
Atividade	Matrícula	Nome	Data	Hora	Data	Hora	Data	Hora	Data	Hora	Estado do Equipamento	Atividade	Matrícula	Nome	Data	Hora	Data	Hora	Data	Hora	Data	Hora	Estado do Equipamento				
(FORMULARIO ELETRONICO 4) FECHAMENTO																											
												Responsável															
Data	Hora	Análise					Matrícula					Nome															
		FALSO																									
		FALSO																									
(BALANÇO A PARTIR DOS DADOS DOS 4 FORMULÁRIOS/PLANILHAS ANTERIORES) ANÁLISE																											
Atendimento				Execução															Fechamento								
Dif dias aten	Dif horas aten	Dif dias aten	Horas atend	Inic exe c 1	Fim exe 1	Temp exec 1	Inic exe c 2	Fim exe 2	Temp exec 2	Inic exe c 3	Fim exe 3	Temp exec 3	Inic exe c 4	Fim exe 4	Temp exec 4	Inic exe c 5	Fim exe 5	Temp exec 5	Data Mínima	Data Máxima	Dif Dias	Horas de Manutenção	Horas de Reparo	Horas Total	Horas Home m	Dif dias fech	Dif horas total
						#valor!			#valor!			#valor!			#valor!			#valor!	#####	#####	0,00	#valor!	0:00:00	#valor!	#valor!		
						#valor!			#valor!			#valor!			#valor!			#valor!	#####	#####	0,00	#valor!	0:00:00	#valor!	#valor!		

Fonte: CEMAG (2022)

Diante do que pode ser observado na planilha Tabela 1, o seu preenchimento, acontece a partir da inserção de dados em quatro formulários eletrônicos distintos, o primeiro de “Abertura”, no qual qualquer funcionário pode formular a necessidade de abertura de uma OS a partir da necessidade vista em alguma máquina.

O segundo, de “Atendimento”, no qual os assistentes e analistas emitem a abertura de atendimento fazendo uma primeira avaliação da ocorrência e direcionando uma equipe para que se faça uma análise da máquina a fim de identificar a solução necessária, isso realizada pela equipe de execução.

Nesta terceira etapa é preenchido o formulário de “Execução” no qual o responsável, eletricista ou mecânico, resolve a situação problema da maneira prudente requisitada. Na quarta etapa é realizado o “Fechamento” com a equipe gerencial dando o parecer final da OS. Com isso, nessa organização essa planilha é basilar para a organização e execução das OS.

Assim, inicialmente, a planilha apresenta os “dados de entrada” (da OS) nos quais se pode ter o controle do número de OS solicitadas no dia. Assim, tem-se o número ordinal da OS, a data e hora de abertura, o setor e o número do tomo da máquina, o problema aparente e se a máquina se encontra parada. Essas informações são importantes porque, preliminarmente, a partir disso se tem a primeira impressão quantitativa sobre os chamados em abertos do dia e a situação fabril de produção.

Em continuidade, no atendimento, a parte gerencial vai avaliar a partir da OS aberta no formulário “abertura” e indicar, para os casos necessários, a equipe para o chamado, inserindo as informações com o “status” da OS que indica se a gerência já fez a verificação analítica ou não do problema, com o atendimento realizado especificando data e hora e o setor que atendeu. Nessa parte do “Atendimento”, no campo “análise técnica” é especificada o que foi realizado e se é necessária uma equipe de técnicos para a verificação prática de possíveis ajustes, como substituição de peças ou até, em casos específicos, a troca do equipamento. Ainda, se indica o responsável por essa averiguação, com a indicação da matrícula institucional, nome e se “a máquina estava realmente parada?”.

Vale ressaltar que essa segunda etapa é uma análise teórica, a partir da primeira etapa (abertura da OS com indicação do possível problema), na qual a equipe gerencial analisa e direciona se for necessário funcionários especializados, engenheiros e mecânicos, para a verificação prática do problema, que por sua vez dará início a terceira etapa, “Execução”.

Posteriormente, é realizada a “Execução”, na qual a equipe técnica faz a atividade solicitada pela OS e direcionada pela gerência. Nesse terceiro formulário, preenche-se os dados de matrícula, nome, data e hora do início e fim do serviço, com posterior “Estado do Equipamento” com a informação se a máquina passou para o *status* de operação ou ainda se encontra em *stand-by*. A “Execução 2” é preenchida para os casos em que a atividade seja desenvolvida em dois dias e/ou equipes e/ou partes distintas, fazendo surgir a necessidade do preenchimento dos dados supracitados mais de uma vez.

Por fim, no quarto formulário, novamente o recurso humano gerencial faz o fechamento da OS indicando data e hora do fim da OS, com a matrícula e nome do gestor responsável por isso e a análise feita da OS no sentido se foi ou não necessário a sua respectiva abertura e se foi solucionado ou não o problema para os casos pertinentes.

Por fim, com o balanço da planilha gerada pelos quatro formulários se tem informações de tempo quanto aos dias e horas de atendimento com especificações de tempo de horas gastas para a manutenção e dedicado ao reparo.

Assim, essas informações são importantes porque se pode fazer uma análise, por exemplo, da quantidade de horas parada de uma máquina ou quantidade de vezes que foi necessário designar uma equipe ou funcionário fazendo pensar se seria mais vantajoso a substituição dessa máquina ao invés de sucessivas paradas de ajustes técnicos.

Também, pode-se perceber a quantidade de horas dispendidas por um funcionário por máquina, com isso, é possível constatar o valor de custo que cada equipamento demanda, o que interfere certamente no lucro. Ou seja, com essa planilha é possível perceber que enquanto financeiramente uma determinada máquina inoperante ou operando com consecutivas paradas para reparos pode diminuir o lucro da indústria, uma vez que a interrupção de produção e demanda de pessoal para o seu conserto tem um custo que é debitado do lucro da produção, como já descrito em capítulos anteriores.

Assim, cada operador do arquivo digital pode inserir, por meio da validação de seu código funcional, informações sobre a máquina a fim de se realizar uma ordem de serviço para a manutenção do equipamento.

Em conseqüente, um assistente do setor de manutenção fica a cargo de analisar as OS e direcionar a equipe técnica para cada ativo indicado na ordem estabelecida pela urgência indicada no formulário.

3.1 Identificação dos equipamentos

A identificação dos equipamentos é realizada por meio da metodologia do tagueamento, como já descrita anteriormente. Essa consiste na classificação dos ativos de acordo com a nomenclatura presente nas etiquetas de identificação de cada maquinário, como pode ser visto no Quadro 3 a seguir, a fim de exemplificar.

Diante disso, pode-se notar que o tagueamento realizado na presente indústria está disposto segundo a metodologia de indicar quatro características do ativo, sejam elas: o setor em que ela está inserida, o tipo da máquina, a quantidade/ordem desse equipamento e seu n° de tombamento. Para especificar, o tagueamento usado na instituição pesquisado usa o modelo exemplificado a seguir:

Quadro 3: – Representação do tagueamento da empresa analisada

TANGUEAMENTO	
XX – YY – 00 – TOMBAMENTO	
Legenda	
XX	setor de instalação
YY	equipamento
ES	estamparia
PI	pintura
VI	viradeira
PL	plasma
00	equipamentos repetidos
TOMBAMENTO	consiste no número patrimonial

Fonte: Elaborado pelo autor. (2022)

Nesse ponto, as duas siglas iniciais, no exemplo, “XX” representam o setor para qual a máquina será instalada. Na empresa estudada, tem-se os exemplos das

siglas “ES” para Estamparia e “PI” para Pintura. O segundo grupo de siglas, no exemplo “YY” representa o equipamento. Para exemplificar o que acontece na indústria estudada, tem-se VI, para a Viradeira e o “PL” para a Plasma. Em continuidade, o par de números, “00” está para o sequenciamento dos equipamentos que estão repetidos.

Por fim, o “Tombamento” consiste no número patrimonial, associado ao banco de dados de todos os equipamentos da fábrica, de modo, a possuir um controle de entrada e saída dos materiais.

Nesse sentido, a identificação dos equipamentos de forma efetiva tem sua importância referida porque a agilidade do tagging implicará na resposta técnica efetiva para as OS, inclusive as de natureza crítica.

3.2 Definição dos indicadores

Nesse sentido, os indicadores são importantes pois interferem diretamente na eficiência da manutenção. Assim, a referida indústria está condicionada ao uso dos seguintes indicadores: Tipo de manutenção, MTTR, MTBF, disponibilidade e Custos de manutenção por faturamento.

Para tanto, é por meio dos indicadores anteriormente mencionados que é possível determinar quantitativamente a eficiência do trabalho desempenhado no setor no qual o referido indicador faz parte. De modo que todo indicador necessita de uma meta de modo a quantificar esse desempenho a longo do tempo.

Isso é feito, para isso, por meio de uma reunião mensal na qual os líderes de cada setor se reúnem com a diretoria e apresentam por meio desses indicadores o desempenho do setor correspondente.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Aplicação dos indicadores

Conforme explicitado na seção de metodologia, a empresa adotou 5 indicadores para analisar o desempenho e funcionalidade do setor de manutenção. E esses indicadores foram monitorados mensalmente, de modo foram são expostos em uma reunião entre os líderes da empresa para que todos tenham conhecimento sobre os indicadores do mês.

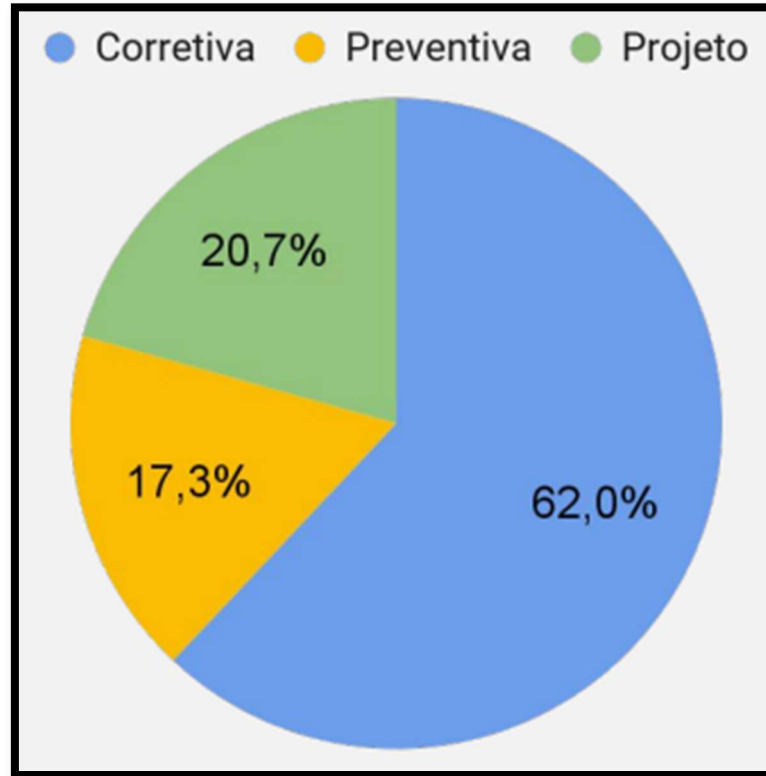
O primeiro indicador de % Tipo de Manutenção, basicamente foi classificado a atividade realizada em manutenção corretiva, preventiva, preditiva, projeto ou predial. E então, o indicador é a razão entre as horas trabalhadas para determinado tipo de manutenção sobre o total de horas trabalhadas. Como se pode observar na Figura 14 e 15.

Figura 14 – Tipo de manutenção

Natureza	Horas	Percentual
Corretiva	116:17:00	62,01%
Preditiva	0:00:00	0,00%
Preventiva	32:30:00	17,33%
Projeto	38:45:00	20,66%
Predial	0:00:00	0,00%
TOTAL	187:32:00	100,00%

Fonte: CEMAG (2022)

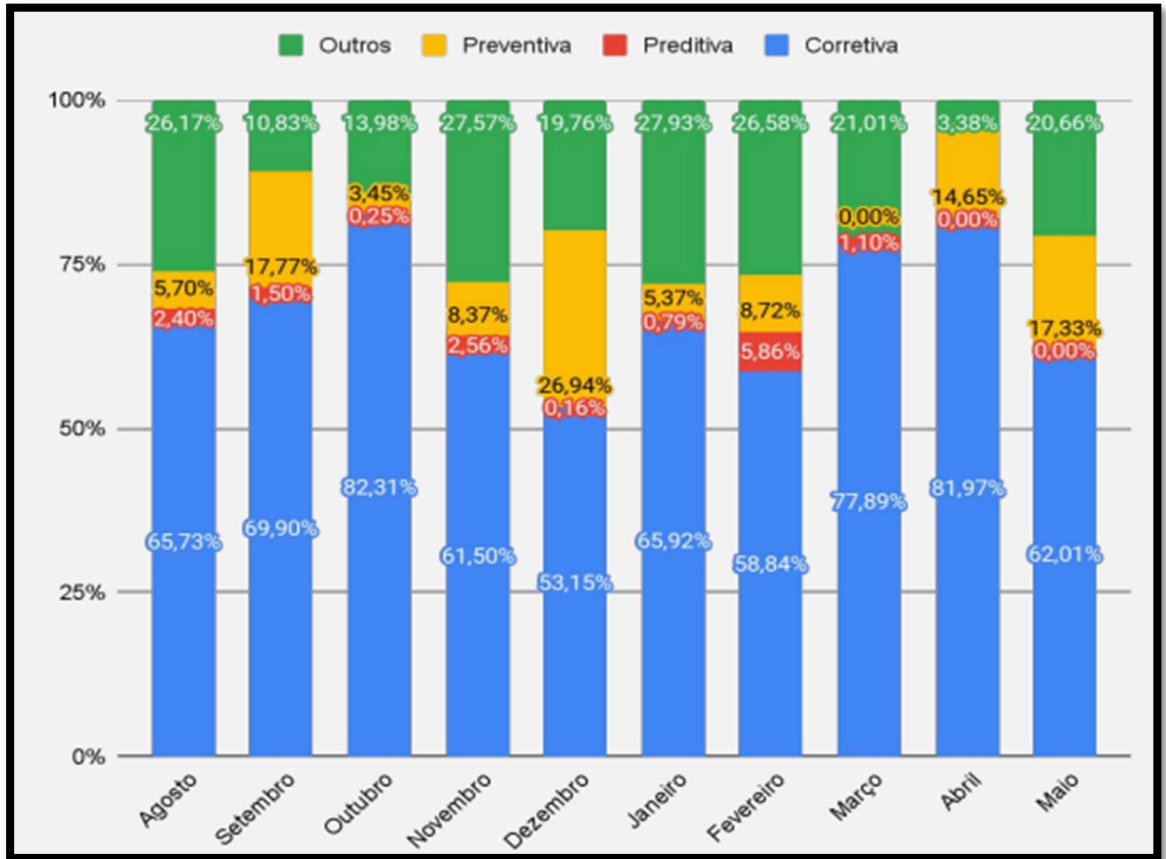
Figura 15 – Tipo de manutenção



Fonte: CEMAG (2022)

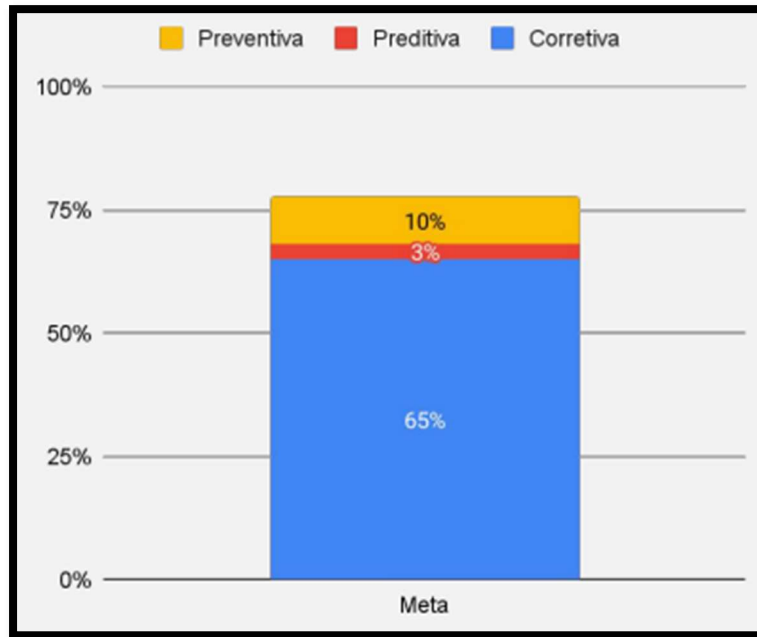
Além disso, foi analisado o histórico desse indicador mensalmente, de modo, a analisar se o indicador estava coerente com a meta estabelecida, conforme indicado na figura 16 e 17. Caso não estivesse foi necessário, a elaboração de um planos de ações corretivas para que a meta fosse alcançada. O objetivo desse indicador é diminuir as horas de manutenção corretiva e que haja um maior foco nas horas de manutenção preventiva e em projetos de melhoria, com a finalidade de garantir uma maior confiabilidade e disponibilidade dos equipamentos.

Figura 16 – Histórico do indicador %Tipo de manutenção



Fonte: CEMAG (2022)

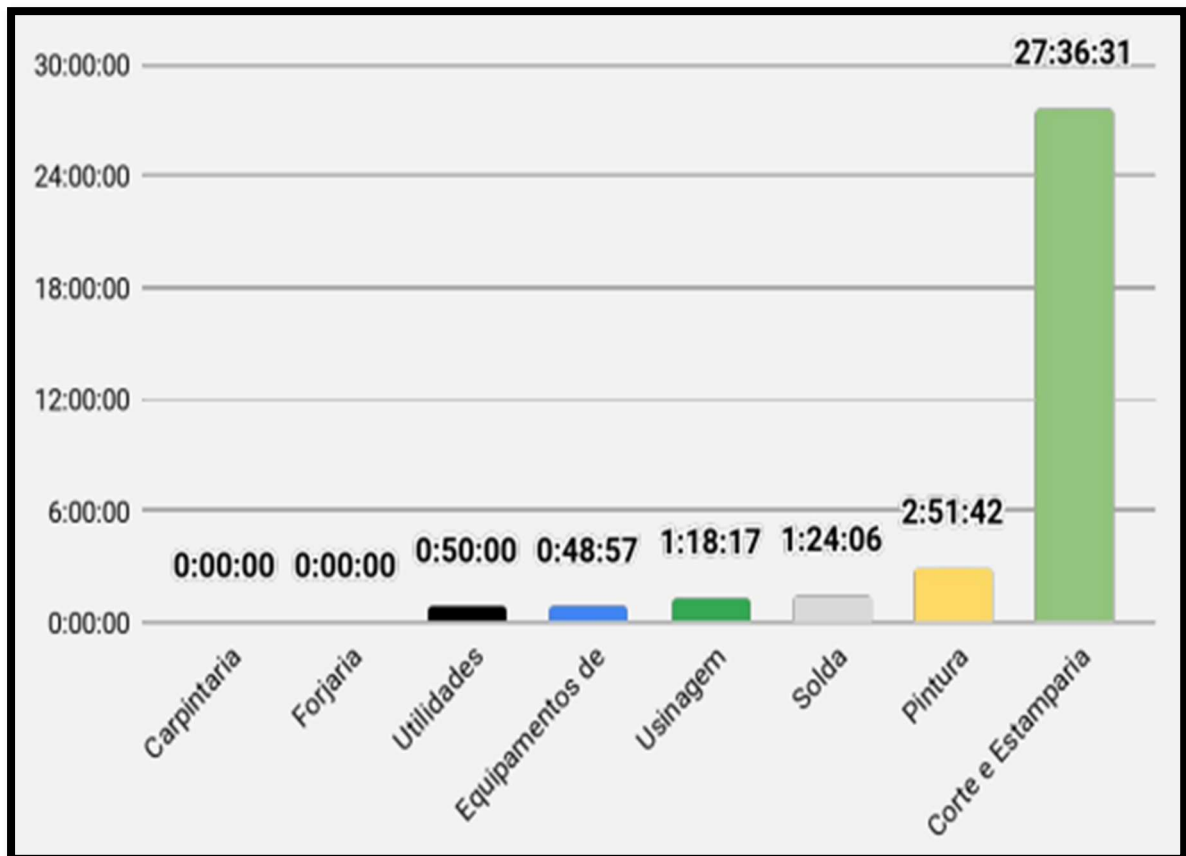
Figura 17 – Meta estabelecida do indicador %Tipo de manutenção



Fonte: CEMAG (2022)

O indicador de MTTR foi calculado para o setor de produção de modo que foi feita um somatório das horas de máquinas parada de cada equipamento do setor dividido pelas ocorrências naquele mês. Portanto, o setor produtivo que possuísse um maior tempo de duração atrelado, foi o setor que necessitou de uma maior duração para os reparos durante o mês, como se pode ver na figura 18, em que o setor de “Corte e estamparia” possuiu um MTTR atrelado de 27:36:31.

Figura 18 - Indicador de MTTR por setor produtivo

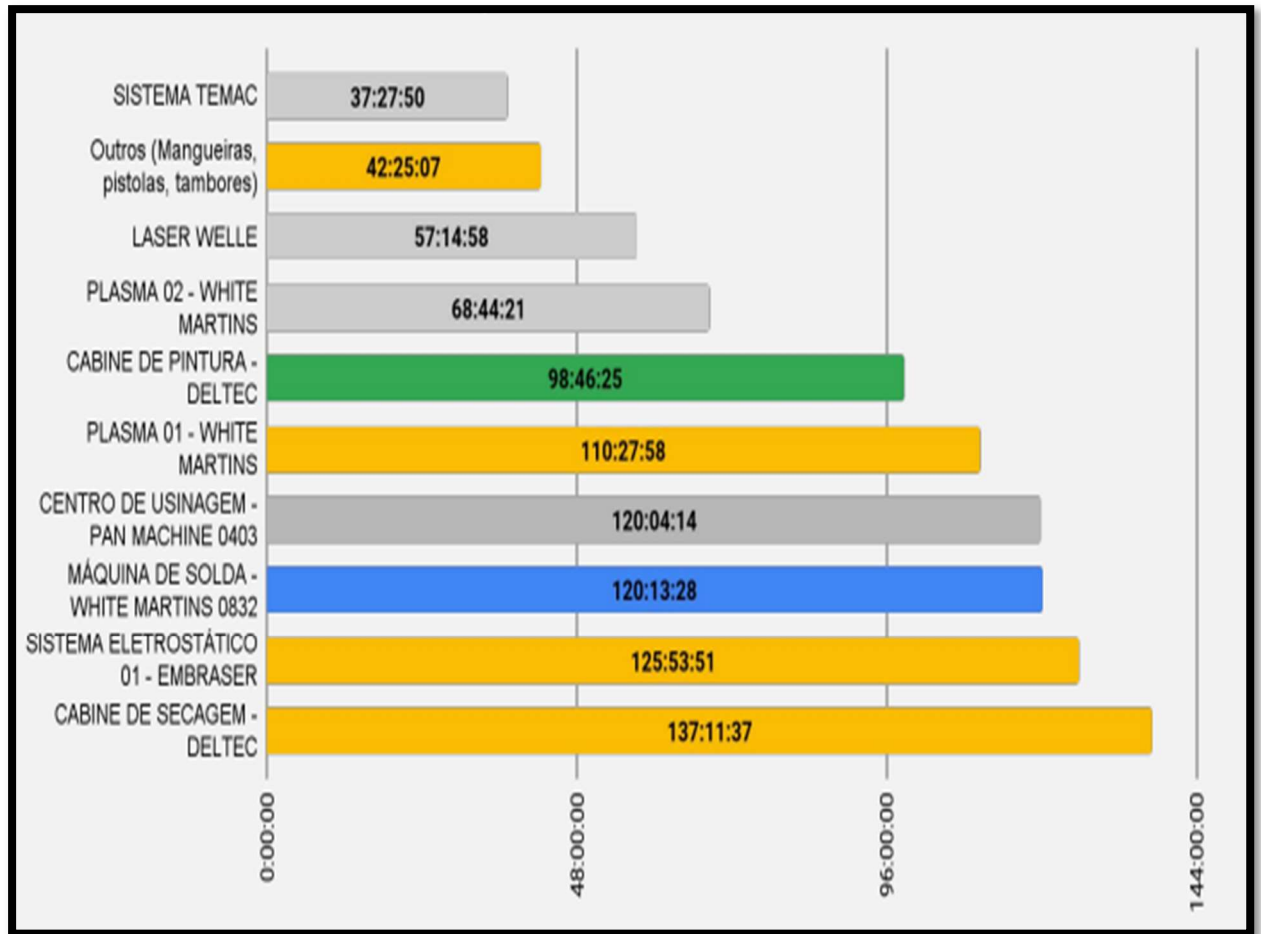


Fonte: CEMAG (2022)

O indicador de MTBF é calculado por equipamento da fábrica, de modo que as horas trabalhadas possuem uma base de dados acumulada desde o mês de outubro. Então, diferentemente do indicador de MTTR em que mensalmente se possuem novos dados, o indicador de MTBF necessita somar as horas trabalhadas, as horas de máquinas parada e as ocorrências existentes a cada mês, de modo, a considerar um melhor histórico do equipamento.

Na figura 19, é ilustrado a 10 máquinas da planta que possuem os menores MTBF atrelados, ou seja, necessitam de uma maior atenção.

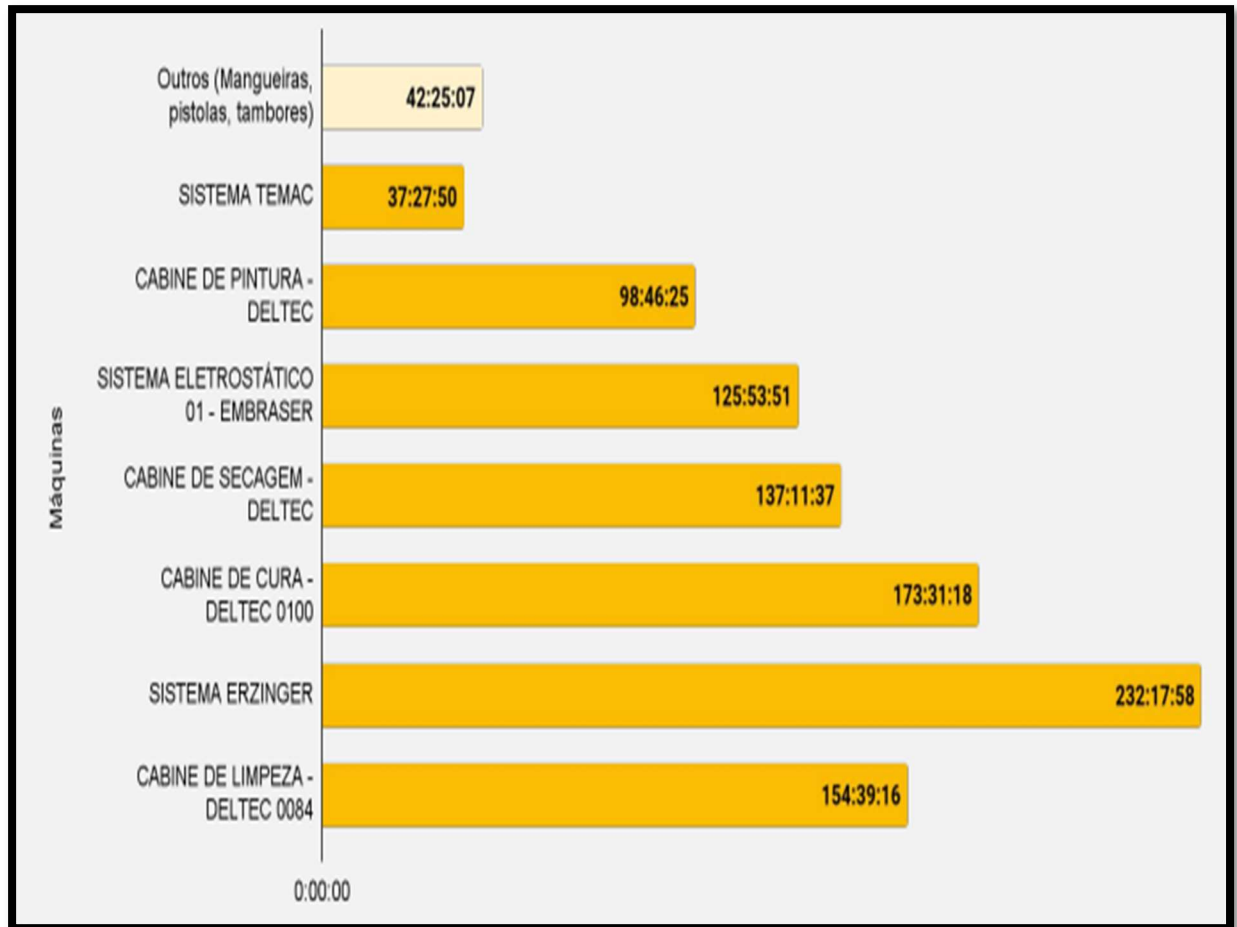
Figura 19 – Dez máquinas com os menores MTBF atrelados



Fonte: CEMAG (2022)

Além disso, o MTBF foi calculado para quatro setores produtivos (Corte e Estamparia, Usinagem, Pintura e Solda), pois foram os setores em que ocorrem mais solicitações para serviços de manutenção, na figura 16 pode se observar o MTBF dos equipamentos do setor de Pintura.

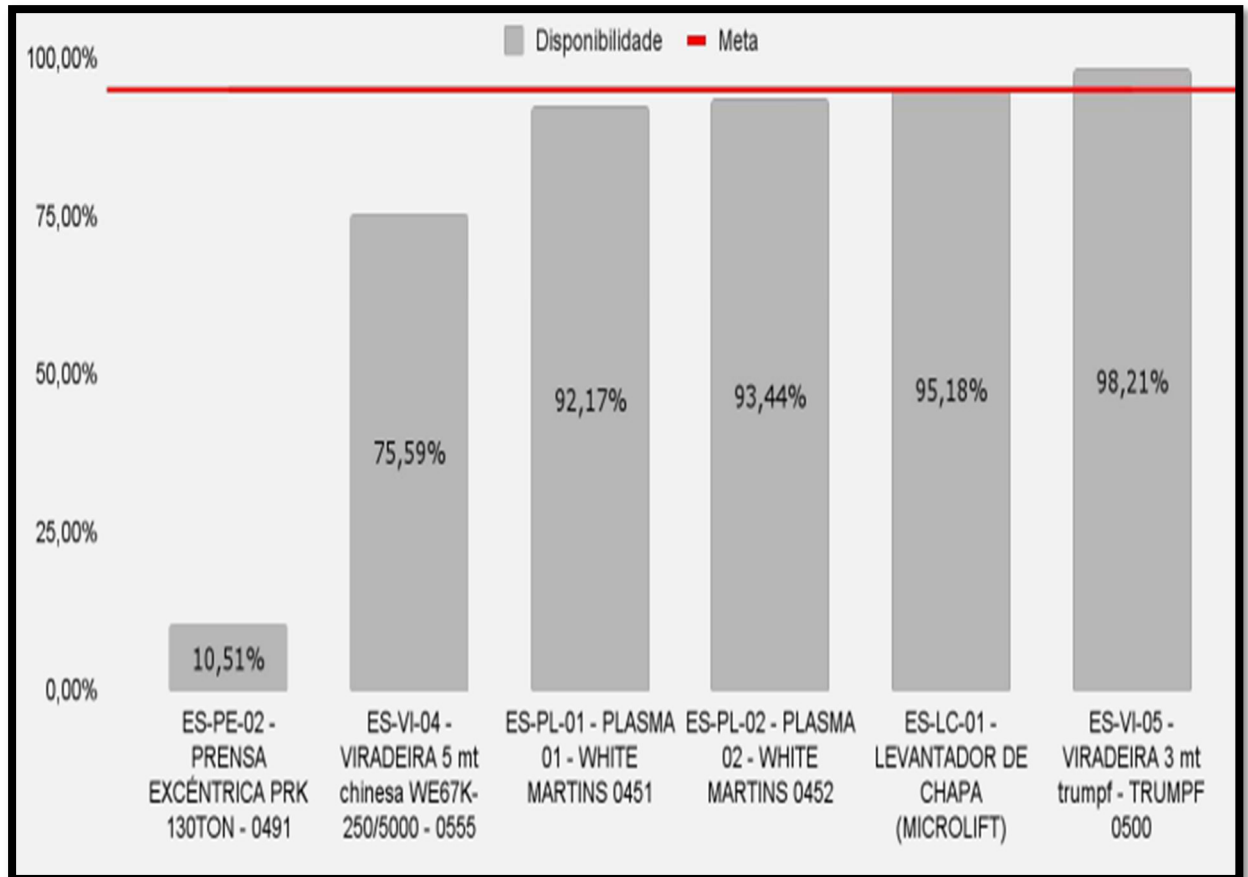
Figura 20– MTBF acumulado do setor de Pintura



Fonte: CEMAG (2022)

O indicador de disponibilidade, é uma relação entre o indicador de MTTR e MTBF, com isso para o cálculo mensal da disponibilidade se utiliza o MTBF no mês e não o acumulado de outros meses, de modo que eles fiquem na mesma base de horas trabalhadas mensal. Como já citado, todo indicador é necessário possuir uma meta atrelada, como o setor de disponibilidade é uma relação dos dois indicadores anteriores a meta dele já suficiente, então foi atribuído um valor de 95% como meta mínima. Na figura 17 pode se analisar o gráfico de disponibilidade de alguns equipamentos do setor de corte e estamparia.

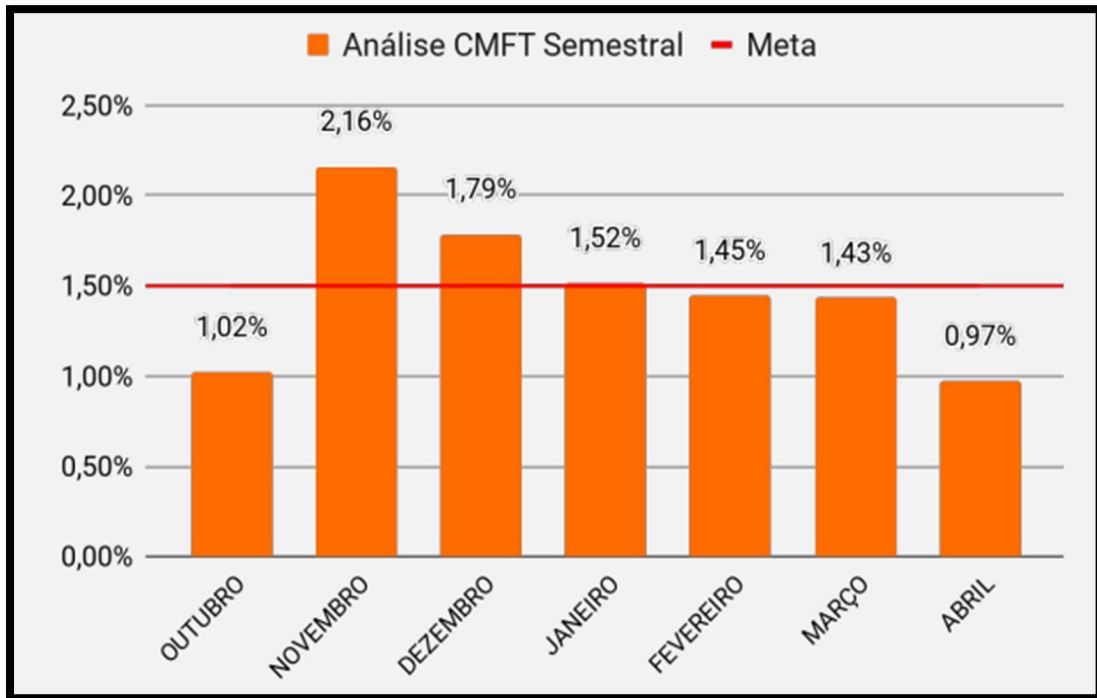
Figura 21 – Disponibilidade dos equipamentos do setor de corte e estamparia



Fonte: CEMAG, (2022)

Outro indicador e o último utilizado na empresa é o de custos de manutenção por faturamento, nesse indicador é analisado o quão foi intenso o custo do setor no âmbito de materiais adquiridos, serviços terceirizados que foram necessários e o custo atrelado aos recursos humanos do setor. De modo, a quantificar e analisar o valor desse custo visto a situação de faturamento mensal da empresa, nesse indicador a meta ficou em volta de 1,5%. Na figura 18, é visto o gráfico de histórico de meses anteriores desse indicador.

Figura 22 – Histórico do indicador de custos de manutenção por faturamento



Fonte: CEMAG, (2022)

4.2 Elaboração e implantação dos planos de ação

Os planos de ações seguem a metodologia da ferramenta do 5W2H, de modo a detalhar e explicitar a ação que será necessária executar. Os planos de ações na metodologia da empresa estudada, utilizam duas vertentes, a primeira é em relação aos riscos do setor, em que realizado os levantamentos dos riscos através da ferramenta FMEA, será feito planos de ações para reduzir ou eliminar a probabilidade de iminência. No anexo III, pode se analisar o a estrutura e algumas ações para cada risco levantada, utilizando as perguntas já explicitadas na seção da fundamentação teórica.

A outra vertente, são os planos de ações relacionados aos indicadores, ou seja, em cada mês caso exista algum dos indicadores que não tenham a meta atingida, será necessário a elaboração do plano de ação. Portanto, também é utilizado a metodologia 5W2H sendo semelhantemente utilizado nos planos de ações dos riscos. No plano de ação é bastante importante o monitoramento das atividades, de modo que ele seja implantado adequadamente e agregue o esperado a empresa, no anexo IV, é visto o plano de ações dos indicadores.

4.3 Histórico de falhas dos equipamentos

Criar e armazenar o documento de histórico de falhas dos equipamentos só é possível por se haver um banco de dados gerado pelo sistema de Ordens de serviço, assim, ressaltando ainda mais sua relevância para o setor de manutenção. Dessa forma, em um setor de manutenção é essencial a presença de um documento para histórico de falhas do equipamento, além de que a informação documentada permite que mesmo com a rotatividade de pessoas no setor, as problemáticas possam ser corrigidas, sem necessitar de um contato direto com um ex-gestor.

O histórico de defeitos é realizado por meio do acompanhamento das OS, assim, ao se estudar a trajetória dos serviços e pareceres realizados em uma determinada máquina ao longo de seu tempo de uso é possível que se tenha uma análise mais completa que pode proporcionar a nova ação para o referido equipamento, ou seja, se será necessário à sua substituição ou outro tipo de procedimento de acordo com a sua trajetória de ajustes técnicos.

Diante disso, na Figura 23 é possível observar o histórico de um equipamento entre um recorte temporal. O anexo I traz as informações da Figura 19 de forma completa para consulta.

Figura 23 – Histórico de um equipamento da empresa pesquisada

	Histórico de Equipamentos	Código:
		Data de Emissão:
	Manutenção Industrial	Data da Última Revisão:
		Página:

Setor:	USINAGEM
Equipamento:	US-SE-04 - SERRA - MEP 0296
Horas Trabalhadas:	36:31:01

Nº OS	Data	Hora	Equipamento	Problema Aparente	Máquina Parada?	Status	Ação Corretiva
415	04/10/2021	06:22:43	US-SE-04 - SERRA - MEP 0296	Erro no acionamento	Sim	Cancelada	
605	18/10/2021	06:11:23	US-SE-04 - SERRA - MEP 0296	Bomba do óleo refrigerador entupida	Não	Concluída	Bomba falha ao puxar refrigerante devido a entup
743	30/10/2021	07:33:33	US-SE-04 - SERRA - MEP 0296	Óleo abaixo do nível	Não	Cancelada	
885	22/11/2021	07:00:29	US-SE-04 - SERRA - MEP 0296	Mesa não está girando para deixar no grau Mesa travada	Sim	Concluída	Eixo mola não está saindo nem se inserindo devic
1325	08/02/2022	14:47:54	US-SE-04 - SERRA - MEP 0296	Morsa	Sim	Cancelada	
1435	25/02/2022	09:42:07	US-SE-04 - SERRA - MEP 0296	Descontrole no avanço da serra	Sim	Concluída	Serra está com avanço do cabecote bastante ráp
1457	02/03/2022	10:48:32	US-SE-04 - SERRA - MEP 0296	Está com a descida com uma velocidade muito rápida	Sim	Concluída	
1507	09/03/2022	06:59:00	US-SE-04 - SERRA - MEP 0296	Velocidade do cabecote estava desregulada, descendo muito r	Sim	Concluída	
1882	16/05/2022	15:39:20	US-SE-04 - SERRA - MEP 0296	Morsa frouxa	Não	Em execução	

Fonte: CEMAG, (2022)

Assim, como pode ser observado na Figura 23, o equipamento, com TAG “US-SE-04 - SERRA - MEP 0296”, do setor de usinagem, e com tempo trabalhado de 36:31:01 horas, minutos e segundos, teve algumas OS abertas com o referido equipamento tagueado anteriormente. Os problemas foram diversos e que resultaram em uma parada ou não da máquina. Para mais, foram aplicadas ações corretivas quando necessárias e a indicação da hora em que se foi feita a manutenção.

Nesse ponto, por exemplo, quando uma OS é aberta às 6:11:23 (linha dois), o tempo para que fosse findada o pedido foi de um pouco mais de duas horas, apesar de, segundo esses dados, tendo o tempo máximo de parada de 18 horas e 40 minutos. Assim, com essa visualização de quando a máquina parou e passou por ajustes e voltou a funcionar é possível ver a sua eficiência, por exemplo.

Do mesmo modo, quando se observa os dias em que ela ficou parada, ao longo de um período de oito meses (de outubro de 2021 a maio de 2022), com nove paradas, com algumas sem um tempo especificado porque não foi necessário a manutenção em contrapartida a paradas mais longas. Diante disso, ao se analisar o histórico de manutenção e observar as incidências naquele maquinário e possível concluir a necessidade de uma possível troca de peça ou da máquina inteiro, por exemplo.

5. CONCLUSÃO

Pode-se observar que a adoção de um sistema de ordens de serviço é de fundamental importância para o gerenciamento dos ativos do setor de manutenção em uma indústria, visto que é necessário a criação de banco de dados para elaboração e monitoramento dos indicadores. Com isso, a ideia da criação de um sistema de ordens de serviços de manutenção, visou resolver a problemática de falta de dados sobre o setor, ausência de histórico de falhas e monitorar os custos de manutenção mensal. Portanto, o sistema de O.S criado a partir de formulários e planilhas atendeu bem a necessidade inicial do setor, além de proporcionar uma maior comunicação e integração entre os colaboradores da gestão e os executantes.

O controle de O.S teve em todo seu processo de implementação toda colaboração da equipe técnica, que mesmo diante das limitações tecnológicas não deixaram de contribuir com sua realização e atualização perante as modificações e adaptações que se fizeram necessárias para atender o processo. Tendo sido fortemente disseminada aos operadores fabris, equipe técnica de execução e os operadores do próprio controle de O.S, através de seus respectivos procedimentos e instruções de trabalho, sendo evidenciada através de treinamento devidamente registrado.

Portanto, através do sistema de ordens de serviços da manutenção foi possível a definição, elaboração e monitoramento dos indicadores, o que impacta diretamente no setor. Os indicadores possuem o objetivo de mensurar o desempenho do setor em diversos âmbitos, os indicadores selecionados permitiram uma maior análise dos dados gerados, de modo, a permitir e influenciar nas tomadas de decisões do setor. Além de garantir uma maior transparência com os outros setores, visto que os indicadores são apresentados mensalmente na reunião de líderes. Conforme já explicitado, os indicadores possuem metas atreladas que verificam o desempenho ao longo do tempo.

As ações corretivas e projetos de melhorias passaram a ser definidos pelo monitoramento dos indicadores, então, essas ações são elaboradas em planos utilizando a ferramenta de qualidade 5W2H, em que define detalhadamente os principais procedimentos a serem seguidos e o impacto daquela ação para a empresa. Desse modo, é de extrema importância a criação de registros dessas ações para mensurar o esforço necessária para execução.

Os equipamentos da planta da fábrica possuem diversas finalidades, o que impacta diretamente nas suas funcionalidades, de modo, a proporcionar uma diversificação de falhas quando se considera todos os setores produtivos. O sistema de ordens de serviço permitiu o armazenamento de registros corretivos de diversas falhas, de modo, a gerar um histórico detalhado e em caso dessa falha ocorrer novamente, já se saber qual ação será necessária ser adotada, impactando diretamente nos indicadores de MTTR, MTBF e disponibilidade.

A criação do sistema de OS permitiu diversas melhorias, porém é um projeto que necessita de adaptações e maiores adesões para seu melhor funcionamento, conforme explicitado na seção 6.

6. SUGESTÕES DE TRABALHOS FUTUROS

Todo projeto está sujeito a melhorias e alterações futuras para melhorar o desempenho e eficiência, isso principalmente, no âmbito de implantação de algo novo na parte industrial. Nesse trabalho, existem algumas sugestões para melhorias tanto na parte estrutural das planilhas e formulários, como na disseminação do novo sistema de gestão de ativos.

Relacionar as ordens de serviços com o consumo de material utilizado para o atendimento da ocorrência é de fundamental importância, pois, assim, se pode controlar melhor o estoque mínimo do setor de manutenção, além de associar peças e consumíveis ao equipamento. Isso permite, o controle de estoque ideal para se manter na fábrica, além de ser possível adotar um sistema de notificações para se saber que determinado material está com uma quantidade abaixo do ideal. Ademais, se pode associar o material já diretamente ao fornecedor, facilitando ainda mais o procedimento de compras do setor.

Uma outra sugestão é a disseminação da importância do setor de manutenção industrial para fábrica, mostrando o quantitativo do impacto do setor para a produção e exibindo a necessidade de parada de máquina para execução de manutenções preventivas. Essa disseminação deve ser feita pela diretoria industrial juntamente com os responsáveis gerencias do setor de manutenção, de modo que todos do setor produtivo consigam assimilar a relevância dessas ações para o desempenho da produção.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, André Luiz Santos de. **Implantação das ferramentas 5S e 5W2H como plano de ação no setor de oficina em uma empresa de automóveis na cidade de João Pessoa-PB**. 2018.

CARPINETTI, L. C. R. **Gestão da Qualidade: Conceitos e Técnicas**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2012.

COSTA, Mariana de Almeida. **Gestão estratégica da manutenção: uma oportunidade para melhorar o resultado operacional**. 2013.104 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação)–Faculdade de Engenharia, Universidade Federal De Juiz De Fora, Minas Gerais, 2013. Disponível em: https://www.ufjf.br/ep/files/2014/07/2012_3_Mariana.pdf. Acesso em: 12 maio 2002.

FERREIRA, Livia Lima. **Implementação da Central de ativos para o melhor desempenho do setor de manutenção: Um Estudo de Caso Votorantim Metais [Minas Gerais] 2009**. (UFJF, Graduação, Engenharia de Produção, 2009.) Trabalho de Conclusão de Curso - Universidade Federal de Juiz de Fora, Departamento de Engenharia de Produção.

HELMAN, H.; ANDERY, P. R. P. **Análise de falhas (aplicação dos métodos de FMEA e FTA)**. Belo Horizonte: Fundação Christiano Ottoni, 1995. 174 p.

MARINELLI, Igor. FMEA: o que é, como funciona e como aplicar. **Revista de manutenção**. São Paulo. 2021. Disponível em: <https://www.revistamanutencao.com.br/literatura/tecnica/manutencao/fmea-o-que-e-como-funciona-e-como-aplicar.html>.

OTANI, Mario; MACHADO, Waltair Vieira. A proposta de desenvolvimento de gestão da manutenção industrial na busca da excelência ou classe mundial. **Revista Gestão industrial**. UTFPR, Paraná. v.4, n.2, 2008. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/revistagi/article/download/17/14>. Acesso em: 12 maio 2002.

SANTOS, Andrey Sales dos et al. **Tagueamento: uma poderosa ferramenta para a gestão eficiente de ativos na indústria**. Artigo apresentado como requisito parcial para a aprovação na Disciplina do Curso de Engenharia, Centro Universitário De Belo Horizonte (Uni-Bh,) Belo Horizonte, [202 ?]. Disponível em: <https://pmkb.com.br/wp-content/uploads/2018/07/GEST%C3%83O-DA-MANUTEN%C3%87%C3%83O-TAGUEAMENTOUMA-PODEROSA-FERRAMENTA-PARA-A-GEST%C3%83O-EFICIENTE-DE-ATIVOS-NA-IND%C3%9ASTRIA.pdf> . Acesso em: 21 abr. 2002.

SEBRAE. **Ferramenta 5W2H**. 2008. Disponível em: http://www.trema.gov.br/qualidade/cursos/5w_2h.pdf. Acesso em ago. 2022.

SIQUEIRA, Iony Patriota de. **Manutenção Centrada na Confiabilidade**: Manual de Implementação. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2005.

ZAMBRANO, Tatiane Fernandes; MARTINS, Manoel Fernando. Utilização do método FMEA para avaliação do risco ambiental. **Gestão & Produção**, v. 14, p. 295-309, 2007

ANEXOS

ANEXO I

Quadro 4: - Histórico de um equipamento da empresa pesquisada, adaptada.

Histórico de Equipamentos				Código:		RQ MI-020-000		
Manutenção Industrial				Data de Emissão:		01/12/2021		
				Data da Última Revisão:		-		
				Página:		Na		
Setor:				USINAGEM				
Equipamento:				US-SE-04 - SERRA - MEP 0296				
Horas Trabalhadas:				36:31:01				
Nº OS	Data	Hora	Equipamento	Problema Aparente	Máquina Parada?	Status	Ação Corretiva	Horas de Manutenção
415	04/10/2021	06:22:43	US-SE-04 - SERRA - MEP 0296	Erro no acionamento	Sim	Cancelada		-
605	18/10/2021	06:11:23	US-SE-04 - SERRA - MEP 0296	Bomba do óleo refrigerador entupida	Não	Concluída	Bomba falha ao puxar refrigerante devido a entupimento por sujeira no tanque	2:03:37
743	30/10/2021	07:33:33	US-SE-04 - SERRA - MEP 0296	Óleo abaixo do nível	Não	Cancelada		-
885	22/11/2021	07:00:29	US-SE-04 - SERRA - MEP 0296	Mesa não está girando para deixar no grau Mesa travada	Sim	Concluída	Eixo mola não está saindo nem se inserindo devido a sujeira. Retirar para a limpeza.	1:29:31
1325	08/02/2022	14:47:54	US-SE-04 - SERRA - MEP 0296	Morsa	Sim	Cancelada		-
1435	25/02/2022	14:47:54	US-SE-04 - SERRA - MEP 0296	Descontrole no avanço da serra	Sim	Concluída	Serra está com avanço do cabecote bastante rápido	5:17:53
1457	02/03/2022	10:48:32	US-SE-04 - SERRA - MEP 0296	Está com a descida com uma velocidade muito rápida	Sim	Concluída		8:30:00
1507	09/03/2022	06:59:00	US-SE-04 - SERRA - MEP 0296	Velocidade do cabecote estava desregulada, descendo muito rápida	Sim	Concluída		18:40:00
1882	16/05/2022	15:39:20	US-SE-04 - SERRA - MEP 0296	Morsa frouxa	Não	Em execução		0:30:00

Fonte: CEMAG, (2022)

ANEXO II

Quadro 5: Exemplo de PFMEA no processo de aprovação de peças.

Item/Part	Potencial Modo de Falha	Potencial Efeito da Falha	Sev	Potencial Causa da Falha	Ocurr	Processo de Controle Atual	Detec	RPN	Ação Recomendada	Responsabilidade	Action Results				
											Actions Taken	Sev	Occ	Det	RPN
Processo de Aprovação de Peça	Item fora da legislação	Proibição da comercialização do veículo	10	Projetista não leu as normas	1	Processo de Aprovação de Peça	1	10						0	
	Item fora das metas de projeto	Comportamento dinâmico do veículo não ideal	6	Projetista com conhecimento técnico	1	Sprints semanais sobre desenvolvimento do projeto	1	6						0	
	Falha no envio do e-mail	Não recebimento do pedido de aprovação	4	Falta de internet	2	Envio pelos servidores da empresa	5	40						0	
	Não especificar alterações de projeto	Prejudicar manutenção do conhecimento dentro da empresa e dificultar avaliação da diretoria	3	Falha na leitura do documento de instrução de preenchimento do PAP	2	Fase de projeto para documentação das alterações	4	24						0	
	Não informar os processos de fabricação necessários para a peça	Dificultar planejamento de fabricação do gerente	5	Falta de conhecimento à cerca dos métodos de fabricação da empresa	5	Nenhum	10	250	Treinamentos internos à cerca do funcionamento dos setores	Artur				0	

	Cálculos inválidos	Falha estática do componente	10	Falta de conhecimento técnico à cerca do componente projetado	2	Treinamentos internos à cerca de temas de projeto	2	40									0
	Não enviar os cálculos feitos	Impossibilitar avaliação da segurança do componente	6	Falha na leitura do documento de instrução de preenchimento do PAP	2	Envio do documento para os projetistas com antecedência	7	84									0
	Condições de contorno de elementos finitos indevidas	Resultados que não correspondem com a realidade	8	Interpretação errada dos possíveis esforços sofridos pelo componente	3	Nenhum	10	240	Treinamento em relação à simulação para todos os projetistas								0
	Não envio do CAD do componente	Impossibilidade de analisar peça no contexto geral do veículo	2	Falha na leitura do documento de instrução de preenchimento do PAP	2	Envio do documento para os projetistas com antecedência	7	28									0
	Contágio do coronavírus	Disseminação do vírus nas instalações da empresa	10	Não seguir protocolos estabelecidos pela empresa	3	Protocolos da empresa	3	90	Fazer testes semanalmente com todos os trabalhadores								0

Fonte: CEMAG, (2022)

ANEXO III

Quadro 6: – Plano de ação dos riscos

LOGO - EMPRESA	PLANO DE AÇÃO DOS RISCOS								
	MANUTENÇÃO INDUSTRIAL								
	O Que	Como	Quem	Quando		Onde	Por Que	Quanto	% Completo
Início				Fim					
Qualificar a equipe de manutenção para realizar manutenção na subestação elétrica	Aquisição de curso de alta tensão para os membros da manutenção	Senai	01/12/2021	01/09/2022	Fábrica	Evitar paradas inesperadas no fornecimento de energia pela subestação elétrica	R\$ 2.500,00	35%	04/05/2022
Implantação de manutenção preventiva na subestação elétrica	Adoção de checklist de atividades com periodicidade estabelecida, realizados por profissionais capacitados	Eletricista	01/12/2021	01/09/2022	Fábrica	Evitar paradas inesperadas no fornecimento de energia pela subestação elétrica	-	45%	04/05/2022
Implantação de manutenção preventiva nos compressores	Contratação de empresa especializada para realização do serviço	Manutenção	01/12/2021	01/05/2022	Fábrica	Evitar paradas inesperadas e aumentar a disponibilidade do equipamento;	R\$ 2.000,00	100%	15/01/2022
Implantação de manutenção preditiva nos compressores	Contratação de empresa especializada para realização do serviço	Manutenção	01/12/2021	01/05/2022	Fábrica	Evitar paradas inesperadas e aumentar a disponibilidade do equipamento;	R\$ 1.500,00	100%	15/01/2022
Implantação de manutenção preventiva nas máquinas de corte	Contratação de empresa especializada para realização do serviço	Manutenção	01/12/2021	01/05/2022	Fábrica	Evitar paradas inesperadas e aumentar a disponibilidade do equipamento;	R\$ 2.500,00	100%	01/02/2022
Implantação de manutenção autônoma nas máquinas de corte	Treinamento e adoção de atividades diárias de lubrificação e limpeza do equipamento	Manutenção	01/12/2021	01/05/2022	Fábrica	Evitar paradas inesperadas e aumentar a disponibilidade do equipamento;	-	100%	01/02/2022

Fonte: CEMAG, (2022)

ANEXO IV

Quadro 7: – Plano de ação dos indicadores

LOGO - EMPRESA	PLANO DE AÇÃO DOS INDICADORES										
	MANUTENÇÃO INDUSTRIAL										
	O que	Indicador	Como	Quem	Quando		Onde	Por que	Quanto	% completo	Data
Início					Fim						
	Realizar a análise de vibração nas máquinas do setor de usinagem	%Tipo de OS	Contratação de empresa especializada para realização do serviço	Manutenção	01/12/2021	01/03/2022	Empresa	Elevar a porcentagem de manutenção preditiva	R\$ 900,00	100%	15/02/2022
	Implantação de rotinas de manutenção autônoma nos tornos CNC	Disponibilidade	Treinamento e adoção de atividades diárias de lubrificação e limpeza do equipamento	Manutenção	01/12/2021	01/09/2022	Empresa	Evitar paradas inesperadas e aumentar a disponibilidade do equipamento;	-	100%	04/05/2022
	Estudo e visita técnica do equipamento TEMAC	Disponibilidade	Contratação de empresa especializada para realização do serviço	Manutenção	01/12/2021	01/05/2022	Empresa	Evitar paradas inesperadas e aumentar a disponibilidade do equipamento;	R\$ 2.000,00	50%	15/01/2022
	Estudo sobre estoque mínimo e organização do estoque existente no setor	Custos de manutenção/faturamento	Criação de planilha de controle e realizar 5S no setor	Manutenção	01/12/2021	01/05/2022	Empresa	Evitar compra de materiais existente no setor e controlar o consumo de material	R\$ 1.500,00	30%	15/01/2022

Fonte: CEMAG, (2022)