



UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS – UFAL
CAMPUS SERTÃO
ENGENHARIA DE PRODUÇÃO



JOÃO MARCOS FERREIRA DE SOUZA

**PROPOSTA DE GESTÃO DA MANUTENÇÃO BASEADA NA METODOLOGIA DE
PLANEJAMENTO E CONTROLE DA MANUTENÇÃO: ESTUDO DE CASO**

Delmiro Gouveia

2023

JOÃO MARCOS FERREIRA DE SOUZA

PROPOSTA DE GESTÃO DA MANUTENÇÃO BASEADA NA METODOLOGIA DE
PLANEJAMENTO E CONTROLE DA MANUTENÇÃO: ESTUDO DE CASO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia de Produção da Universidade Federal de Alagoas – Campus Sertão, como requisito parcial, para obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Produção.

Orientador: Prof. Msc. Manoel Geronimo Lino Torres

Delmiro Gouveia

2023

Catálogo na fonte
Universidade Federal de Alagoas
Biblioteca do Campus Sertão
Sede Delmiro Gouveia

Bibliotecária responsável: Renata Oliveira de Souza CRB-4/2209

S729p Souza, João Marcos Ferreira de

Proposta de gestão da manutenção baseada na metodologia de planejamento e controle da manutenção: estudo de caso / João Marcos Ferreira de Souza. - 2023.

71 f. : il.

Orientação: Manoel Gerônimo Lino Torres.

Monografia (Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Alagoas. Curso de Engenharia de Produção. Delmiro Gouveia, 2023.

1. Engenharia de Produção. 2. Gestão da manutenção. 3. Manutenção. 4. Planejamento e controle. 5. Concreto Betuminoso Usinado a Quente – CBUQ. 6. Usina de CBUQ. 7. Indicadores de desempenho. I. Torres, Manoel Gerônimo Lino. II. Título.

CDU: 658.58

Folha de Aprovação

JOÃO MARCOS FERREIRA DE SOUZA

PROPOSTA DE GESTÃO DA MANUTENÇÃO BASEADA NA METODOLOGIA DE PLANEJAMENTO E CONTROLE DA MANUTENÇÃO: ESTUDO DE CASO

Trabalho de Conclusão de Curso submetido ao corpo docente do Curso de Engenharia de Produção da Universidade Federal de Alagoas – Campus Sertão e aprovado em 25/07/2023.

 Documento assinado digitalmente
MANOEL GERONIMO LINO TORRES
Data: 29/08/2023 16:35:19-0300
Verifique em <https://validar.itl.gov.br>

Prof. Msc. Manoel Geronimo Lino Torres (Orientador)

Banca Examinadora:

 Documento assinado digitalmente
MANOEL GERONIMO LINO TORRES
Data: 29/08/2023 16:35:19-0300
Verifique em <https://validar.itl.gov.br>

Prof. Msc. Manoel Geronimo Lino Torres (Examinador Interno)

 Documento assinado digitalmente
JONHATAN MAGNO NORTE DA SILVA
Data: 29/08/2023 16:38:00-0300
Verifique em <https://validar.itl.gov.br>

Prof. Dr. Jonhatan Magno Norte da Silva (Examinador Interno)

 Documento assinado digitalmente
NATHALY SILVA DE SANTANA
Data: 29/08/2023 20:46:58-0300
Verifique em <https://validar.itl.gov.br>

Eng. Msc. Nathaly Silva de Santana (Examinadora Externa)

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todas as pessoas e entidades envolvidas em minha trajetória acadêmica. Seu apoio e contribuições ao longo de todo o processo desempenharam um valioso e fundamental papel, sendo essenciais para a realização deste trabalho.

Em especial, primeiramente, agradeço a minha noiva, amiga e parceira, Nathaly Silva de Santana, por está comigo e compartilhar todos os momentos, tanto acadêmicos quanto da vida. Você é a pessoa mais próxima que compreende meu esforço e que em todas as horas me ajuda, me conforta e me dar amor.

Ao meu orientador, Professor Manoel Torres, cuja orientação, conhecimento, suporte e sugestões foram imprescindíveis para o desenvolvimento deste estudo. Também a todos meus professores que contribuíram para a minha formação e enriquecer meus conhecimentos, particularmente, ao Professor Jonhatan Magno, por mostrar o quanto o curso tinha a oferece em um momento de descrença pela escolha do mesmo; e ao Professor Francirley Silva, por mostrar um dos caminhos da Engenharia de Produção.

À minha família. Meus pais, Ana Lucia e Marcos Antônio, minha tia Iêda Maria, a meus tios Carlos Alberto (in memoriam), Jorge Luís (in memoriam) e José Inaldo, meus avós, Adalgisa e Constâncio e Dulce e Cicero (in memoriam), minha madrasta Dulce, meus irmãos, Pedro Henrique, Alícia e Arthur Miguel, minha prima Adalgisa Tenório e a meus sogros Anne e Gilcélio, meu mais profundo agradecimento pelo incentivo, paciência e compreensão durante toda a jornada acadêmica. Seu amor e apoio foram fontes constantes de motivação.

Aos meus amigos, que sempre me ouviram, apoiaram e estiveram ao meu lado durante esta longa caminhada, em especial, Everton Philipe, Guilherme, Helton, Ingrid Natacha, Jonathans, Lucas, Lucas Leornado, Leornado, Marcos “Nescau”, Nicolau, Ravana, Rodrigo, Vincenzo e Vitor. E aos amigos e colegas que fiz durante o a caminhada da graduação, Adeilson, Bruna, Danilo, Diego, Fabricio, Helder, Higor, Ingrid, Jaine, Jardel, Jéssica, João Vítor, Júlio, Lucas Gabriel, Plínio, Reginaldo, Victória e Wesley “Paican”.

Também sou imensamente grato à Universidade Federal de Alagoas, Campus Sertão e a seus colaboradores pelo suporte e acesso aos recursos necessários durante toda a jornada acadêmica. Também as entidades estudantis ao qual fiz parte CAEP, DCE e Vetor Jr, e a todos que estavam presentes durante minha passagem pelas mesmas.

Obrigado a todos pelo tempo, suporte, dedicação e afeto.

RESUMO

É notável como a manutenção tornou-se um valoroso fator estratégico, devido ao cenário competitivo, buscando sempre por meios mais eficientes e econômicos de garantir a disponibilidade e a confiabilidade dos equipamentos. A Gestão da Manutenção por meio desse cenário torna-se cada vez mais indispensável, pelo seu envolvimento integrado as demais áreas da organização, conseguindo decidir, distribuir e desenvolver tarefas, recursos, tempo e custos de modo eficaz. Portanto, o estudo propõe a concepção de uma Gestão da Manutenção adaptada da metodologia de Planejamento e Controle da Manutenção, para uma usina de CBUQ, objetivando a eliminação das falhas e provendo melhorias por meio de métodos e ferramentas. E apresentando e discutindo o quão satisfatório foram resultado obtido como através da compreensão e comparação dos indicadores gerados pelas das atividades realizadas. Apontando, ainda, para mais pontos de melhoria para possíveis trabalhos futuros.

PALAVRAS-CHAVES: Gestão da Manutenção, Valor Estratégico, Usina de CBUQ, Indicadores de Desempenho, Melhoria Continua.

ABSTRACT

It is remarkable how maintenance has become a valuable strategic factor, due to the competitive scenario, always looking for more efficient and economical means of guaranteeing the availability and reliability of equipment. Maintenance Management through this scenario becomes increasingly indispensable, due to its integrated involvement with other areas of the organization, managing to decide, distribute and develop tasks, resources, time and costs effectively. Therefore, the study proposes the conception of a Maintenance Management adapted from the Maintenance Planning and Control methodology, for a CBUQ plant, aiming at eliminating failures and providing improvements through methods and tools. And presenting and discussing how satisfactory the result was obtained through understanding and comparing the indicators generated by the activities carried out. Also pointing to more points of improvement for possible future work.

KEYWORDS: Maintenance Management, Strategic Value, CBUQ Plant, Performance Indicators, Continuous Improvement.

LISTA DE FIGURAS

Figura 01 - Tipos de manutenção em relação à Engenharia da Manutenção.	11
Figura 02 - Rentabilidade em relação a custo-benefício dos tipos de manutenção.	12
Figura 03 - Alinhamento das tarefas manutenção/produção.	13
Figura 04 - Analogia entre medicina e manutenção.	14
Figura 05 - Desempenho e vida útil sem e com a manutenção.	15
Figura 06 - Mapa mental da estratégia de importância da manutenção.	17
Figura 07 - Metodologia para definir um sistema de Gestão da Manutenção.	18
Figura 08 - Posicionamento do PCM no organograma da manutenção.	19
Figura 09 - Disposição do tempo em uma atividade sem planejamento.	20
Figura 10 - Fluxograma do planejamento, execução, controle e indicadores.	22
Figura 11 - Tempo Médio Entre Falhas.	24
Figura 12 - Disponibilidade.	25
Figura 13 - Ciclo PDCA.	27
Figura 14 - Tipos de processo em relação as suas características.	29
Figura 15 - Etapas do processo produtivo de CBUQ.	30
Figura 16 - Fluxograma do processo produtivo da usina de CBUQ.	31
Figura 17 - Classificação da pesquisa científica em Engenharia de Produção.	32
Figura 18 - Cronograma de atividades (I).	44
Figura 19 - Cronograma de atividades (II).	45
Figura 20 - Ações corretivas x Ações preventivas.	49
Figura 21 - Comparação do indicador MTBF.	49
Figura 22 - Comparação do indicador MTTF.	50
Figura 23 - Comparação do indicador de Disponibilidade.	50

LISTA DE QUADROS

Quadro 01 - Evolução da manutenção.....	8
Quadro 02 - Ferramenta 5W2H.....	25
Quadro 03 - Etapas de desenvolvimento do estudo.....	35
Quadro 04 - Plano de ação para manutenção preventiva.....	41
Quadro 05 - Plano de ação para manutenção corretiva.	42

LISTA DE TABELAS

Tabela 01 - Modelo de FMEA.....	28
Tabela 02 - Amostragem de dados para avaliação inicial.	37
Tabela 03 - Aplicação do FMEA.....	40
Tabela 04 - Amostragem de 22/04 a 05/07/19.	46
Tabela 05 - Amostragem de 08/07 a 08/09/19.	47

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

G	Gravidade do Problema
O	Probabilidade de Ocorrência
D	Probabilidade de Detecção da Falha
5W2H	<i>What, Why, Where, When, Who, How and How Much</i>
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
CAP	Cimento Asfáltico de Petróleo
CBUQ	Concreto Betuminoso Usinado a Quente
DNIT	Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes
FMEA	<i>Failure Mode and Effect Analysis</i>
HG	Horas Disponíveis no Período
HPI	Horas Planejadas
HPr	Horas Produtivas
HT	Horas Trabalhadas
MTBF	<i>Mean Time Between Failures</i>
MTTR	<i>Mean Time To Repair</i>
NASA	<i>National Aeronautics And Space Administration</i>
NBR	Norma Brasileira
OS	Ordem de Serviço
PDCA	<i>Plan, Do, Check and Act</i>
PCM	Planejamento e Controle da Manutenção
PCP	Planejamento e Controle da Produção
RCM	<i>Reliability-Centered Maintenance</i>
RPN	<i>Pontuação de Risco</i>
TPM	<i>Total Productive Maintenance</i>

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO.....	1
1.1.	CONSIDERAÇÕES INICIAIS	1
1.2.	JUSTIFICATIVA.....	3
1.3.	OBJETIVOS.....	4
1.3.1.	Objetivo Geral	4
1.3.2.	Objetivos Específicos	5
1.4.	ESCOPO DO TRABALHO	5
2.	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	6
2.1.	DEFINIÇÕES DE MANUTENÇÃO	6
2.2.	EVOLUÇÃO DA MANUTENÇÃO.....	7
2.3.	TIPOS DE MANUTENÇÃO	9
2.3.1.	Manutenção Corretiva	9
2.3.1.1.	Manutenção corretiva não planejada.....	9
2.3.1.2.	Manutenção corretiva planejada.....	9
2.3.2.	Manutenção Preventiva	9
2.3.3.	Manutenção Preditiva.....	10
2.3.4.	Manutenção Detectiva.....	10
2.3.5.	Engenharia da Manutenção	10
2.4.	MANUTENÇÃO COMO FATOR ESTRATÉGICO	12
2.5.	GESTÃO DA MANUTENÇÃO	16
2.6.	PLANEJAMENTO E CONTROLE DA MANUTENÇÃO	19
2.7.	INDICADORES	22
2.7.1.	Tempo Médio Entre Falhas	24
2.7.2.	Tempo Médio Para Reparo.....	25
2.7.3.	Disponibilidade	25

2.8.	FERRAMENTAS DA MANUTENÇÃO	26
2.8.1.	Ciclo PDCA.....	26
2.8.2.	5W2H	27
2.8.3.	Análise de Modos de Falha e seus Efeitos	28
2.9.	PROCESSO PRODUTIVO DA USINA DE CBUQ	28
3.	METODOLOGIA	32
3.1.	CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA.....	32
3.1.1.	Em Relação à Natureza	32
3.1.2.	Em Relação aos Objetivos.....	33
3.1.3.	Em Relação a Abordagem.....	33
3.1.4.	Em Relação aos Métodos	33
3.2.	LOCAL DA PESQUISA.....	34
3.3.	GRUPO DE FOCO DO ESTUDO	35
3.4.	ETAPAS DE DESENVOLVIMENTO	35
4.	DESENVOLVIMENTO	36
4.1.	DEFINIÇÃO DOS OBJETIVOS	36
4.2.	AVALIAÇÃO	36
4.3.	PLANEJAMENTO	39
4.4.	PROGRAMAÇÃO.....	43
4.5.	CONTROLE.....	45
4.6.	RESULTADOS	51
5.	CONCLUSÃO.....	52
5.1.	CONSIDERAÇÕES FINAIS	52
5.2.	SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	53
	REFERÊNCIAS	54

1. INTRODUÇÃO

Este capítulo consta uma abordagem introdutória a respeito dos assuntos retratados no estudo, contendo a sua justificativa de escolha, objetivos a serem alcançados, assim como um resumo do que esperar aos demais capítulos.

1.1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Para sobreviver em um mercado tão exigente e competitivo as empresas passam a ser obrigadas a inovar e melhorar continuamente a sua agilidade de responder aos requisitos dos clientes de forma a garantir qualidade, confiabilidade, conformidade, rapidez, custo e inovação nos seus produtos e serviços.

Fatores como a expansão tecnológica e a globalização firmam que essa competitividade nos tempos atuais se dá por meio de uma automação industrial. Contando com esse cenário, a utilização das atividades de manutenção passa a fazer parte essencial da organização, impactando diretamente na produtividade, qualidade e na redução dos custos.

Com a evolução dos cenários empresariais e produtivos, tendo como base o processo de automação industrial, a busca por forma de se gerir o processo de manutenção, tornou-se uma estratégia, o que por muito tempo era considerada, apenas por meio de ações corretivas devido às avarias no maquinário, ocasionando uma baixa utilização dos equipamentos, paradas não programadas, e problemas que poderiam ser evitados, caso a estratégia de manutenção fosse mais bem aplicada.

Uma empresa não sobrevive sem uma gestão organizada e apoiada em sistemas capazes de tratar dados. Em várias partes da indústria, a estratégia de utilizar a Gestão da Manutenção como ferramenta de competitividade possibilita a otimização dos seus processos, promovendo a antecipação de eventos bem como a eliminação de falhas, que por vezes geram a parada dos equipamentos e por consequência a parada na produção gerando perdas produtivas e de clientes.

Afirmam de Kardec & Nascif (2009) a atividade manutenção precisa se tornar cada vez mais eficaz, deixando de fazer somente reparos rápidos, mas também garantir a disponibilidade do equipamento ou instalação de modo que evite as falhas e reduza os riscos de uma parada de produção não planejada.

Para Tavares (2005) os gestores de manutenção devem ter ampla visão e atuação sistêmica dentro de suas organizações, de tal forma que a diversidade de modelos e fundamentações do planejamento e controle da manutenção, plenamente consolidados, seja útil à maximização dos equipamentos, assim como os lucros da organização.

A manutenção, vista como função estratégica, responde diretamente pela integridade continuada, física e funcional dos seus ativos e da qualidade dos produtos finais, representando, portanto, a saúde física e financeira da maioria das organizações. Por tanto, compreender o tipo de manutenção mais adequado para se adaptar às mudanças no projeto da organização, na tecnologia, nas habilidades de liderança, comunicações, virtualmente em todos os aspectos do trabalho a organização é garantir a otimização dos processos, assim, possibilitando expansão da empresa.

Entretanto, a impressão passada sobre Gestão da Manutenção é a da existência de dificuldades em seus processos de implantação. Essa perspectiva se prende, principalmente, a de falta de rigor no planejamento em indústrias, que simplesmente adotam planos preventivos recomendados pelos fabricantes ou criados a partir deles, sem uma visão crítica administrativa maior.

Além de que, sem a disposição de informações precisas e atualizadas de cada área e cada ativo físico, destacando seu grau de criticidade, as consequências de uma parada não programada, o histórico de ocorrências, programação e planejamento de atividades, utilização de mão-de-obra, cronograma de paradas, emissão de ordens de serviço (OS) e controle de estoque, se torna difícil programar, executar e controlar a função manutenção da empresa.

Nos últimos anos o mercado brasileiro, em especial o ramo pavimentação asfáltica passou por um crescimento em razão de novos empreendimentos em rodovias, aeroportos e portos devido ao aprimoramento de toda a malha logística nacional em busca de melhorias em sua qualidade e eficiência.

Devido ao constante ciclo de expansão e recuperação dos pavimentos asfálticos, empresas dos mais variados tamanhos competem em processos de licitação por obras referentes a tal ciclo. Em razão do aumento competitivo de mercado a tendência do ramo de pavimentação, é a exigência por equipamentos otimizados, a facilitação em sua logística e a redução de custos (DAMIAN, 2004).

Alguns aspectos de competitividade como a necessidade por materiais adequados e de qualidade, mão de obra qualificada e equipamentos melhores e mais modernos estão como fundamentais para garantir resultados no ramo de pavimentação, entretanto, pelo forte crescimento e pela diversidade do setor, estão responsáveis pela predominância do mercado as empresas que possuem a existência de Gestão da Manutenção em seus ativos.

Sendo necessária uma mudança do padrão gerencial para que a empresa não perca a luta pela competitividade, e em alguns casos pela própria sobrevivência, frente aos seus concorrentes, por tanto, se torna imprescindível a Gestão da Manutenção passe a administrar e

controlar corretamente todas as variáveis envolvidas no processo de seus ativos físicos, estabelecendo assim um plano que beneficie amplamente a empresa, reduzindo custos, aumentando a disponibilidade e vida útil de equipamentos, melhorando a segurança do ambiente de trabalho, assim, proporcionando mais saúde e competitividade a empresa.

Neste sentido formulou-se uma questão que instigou o desenvolvimento do presente estudo: "Como o planejamento e controle da manutenção (PCM) pode auxiliar uma usina de concreto betuminoso usinado a quente (CBUQ), no desenvolvimento de ações para melhorar o seu desempenho produtivo?".

1.2. JUSTIFICATIVA

O aumento dos níveis de competitividade do mercado nacional e mundial demonstra a necessidade crescente de empresas capazes de participar dessa concorrência e de adaptar-se às constantes modificações que o mercado proporciona. Nesse cenário, a Gestão da Manutenção e suas diversas ferramentas e metodologias representam uma excelente alternativa para manter ativos em condições de atender às necessidades de maneira eficiente e em tempo hábil.

Kardec & Nascif (2013) afirmam que em cenários econômicos globalizados altamente competitivos a manutenção tem que ser um "agente proativo" para as empresas e que não existem espaços para improvisos e arranjos. Os autores também citam que diversos elementos como: competência, criatividade, flexibilidade, velocidade, cultura de mudança e trabalho em equipe são características básicas para que as empresas tenham competitividade.

No histórico das empresas nacionais é visível a prática de manutenções desde o tipo "quebrou-consertou" até as que envolvem o grande uso de tecnologia e processos modernos em sua atividade. Nesse contexto, a manutenção na maioria das empresas, principalmente nas de médio e pequeno porte, seguem a lógica de simplesmente "apagar incêndios", reparar somente aquilo que quebrou sem se preocupar com contribuições periódicas para o bem do maquinário.

Para ajudar justificar esse histórico e a compreender a maturidade das empresas nacionais uma pesquisa realizada pela Revista Manutenção revelou que aproximadamente um quarto das empresas ainda não implantou um setor de PCM (MENDONÇA, 2020).

Conforme Viana (2002), o PCM passou a ser uma ferramenta indispensável no processo de tomada de decisão no âmbito gerencial, com isso observa-se um ganho considerável de espaço dessa ferramenta nas empresas brasileiras, de forma que apenas a manutenção viabiliza contornos suficientes para garantir a disponibilidade dos equipamentos usados por organizações de manufatura.

Assim, esse trabalho é justificado pela grande oportunidade que o setor de manutenção proporciona, já que a sua gestão nem sempre é exercida de modo eficaz ou ainda a mesma passa a não existir ou ter o controle de suas atividades, executando apenas práticas sem conhecimento do quanto pode ser otimizado em ganhos. Além disso, a motivação por reconhece a importância que a gestão e o setor de manutenção têm são fundamentais para a saúde e bem-estar da empresa.

Desse modo, também servindo como modelo de referência, devido à lacuna de existência de estudos semelhantes, tanto para trabalhos futuros quanto há empresas do ramo que tem a preocupação e almejam conhecimento e atribuições competitivas quanto as que ainda não perceberam a sua importância, deixando nítida a importância, a viabilidade de sua implantação e a vantagem competitiva proporcionada.

1.3. OBJETIVOS

A manutenção deve trabalhar para manter íntegro o funcionamento de toda a cadeia produtiva, devendo ser estrategicamente planejada e alinhada as diretrizes organizacionais. Hoje a manutenção não é restrita apenas a ações corretivas mais sim ligadas à gestão dos ativos de uma organização, garantindo disponibilidade, confiabilidade, segurança, redução de custos e a diferencial competitivo.

Portanto determinar uma gestão ideal significa estudar e detalhar cada característica e variável que o processo produtivo e a gerencia pode apresentar, deixando assim impossível de existir um padrão de gestão a ser adotado por todas as empresas, no entanto, com o estudo é possível associar as informações que levem as melhores práticas alcançadas para a implementação da Gestão da Manutenção.

1.3.1. Objetivo Geral

Este trabalho tem como o seu objetivo principal constituir uma Gestão da Manutenção adaptada do PCM para uma usina de CBUQ, com o propósito de eliminar as falhas, e conseqüentemente, propor melhorias.

1.3.2. Objetivos Específicos

- Reduzir o tempo necessário para reparar uma falha ou problema, através da adequação da manutenção, treinamento e reposição rápida de peças no almoxarifado;
- Aumentar o tempo entre as falhas por meio das ações preventivas, inspeções e troca ou ajuste de peças;
- Aumentar a disponibilidade pela aplicação das ações de melhoria, o monitoramento contínuo e segurança de um estoque de sobressalentes adequado.

1.4. ESCOPO DO TRABALHO

O presente trabalho é composto por cinco capítulos, sendo suas descrições mostradas da seguinte forma:

O primeiro capítulo inicia uma introdução a respeito do assunto retratado, seguindo da definição do problema, o objetivo geral, os objetivos específicos e justificativa para tal escolha. Seguindo de uma revisão teórica necessária para a compreensão, de forma que são apresentados os principais conceitos, tipologias, e ferramentas empregadas ao qual são todos descritos no segundo capítulo.

O terceiro capítulo apresenta a metodologia utilizada, incluindo a classificação ao qual a pesquisa se encaixa e as etapas que serão desenvolvidas com o presente trabalho.

O quarto capítulo são desenvolvidos todos os procedimentos, avaliações das etapas de evolução e a exibição dos resultados alcançados ao longo do trabalho descrito no capítulo anterior. Seguindo pelo último capítulo, o quinto, com a descrição das considerações finais, as dificuldades encontradas e observação de pontos de melhoria.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Este capítulo apresenta o embasamento teórico estudado para a compreensão sobre temáticas importantes relacionadas a manutenção como conceitos; história; tipos e a sua gestão para o devido desenvolvimento do trabalho.

2.1. DEFINIÇÕES DE MANUTENÇÃO

Segundo a NBR-5462 manutenção é o conjunto de medidas necessárias para que um item seja conservado ou restaurado de modo a poder permanecer de acordo com uma condição especificada (ABNT, 1975).

De acordo com Monchy (1987, p. 3), “o termo manutenção tem sua origem no vocábulo militar, cujo sentido era manter nas unidades de combate o efetivo e o material num nível constante de aceitação”. Monchy ainda diz que a manutenção é um elemento chave ao qual promove tanto a produtividade das empresas quanto a qualidade dos seus produtos finalizados, porém, também é um desafio ao rediscutir a sua estrutura atual e a promoção de métodos adaptados à nova natureza dos materiais.

Redefinida conforme a NBR-5462 para 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 (ABNT, 1994).

Kardec & Nascif (2013) definem a manutenção como forma de garantia de disponibilidade das funções dos equipamentos e instalações atendendo aos processos produtivos e a preservação ambiental com confiabilidade, segurança e custos adequados.

Diante da existência de diversas definições, conceitos e olhares que podem ser apresentados sobre manutenção, tem-se que a maioria das perspectivas visa nos aspectos preventivos, conservativos e corretivos da atividade, porém se torna comum a inclusão de aspectos humanos, ambientais, de custos e de confiabilidade nas definições da função manutenção, consequência da responsabilidade e importância que a mesma tem para as organizações.

Slack et al. (2009), destaca essa responsabilidade e importância falando que a manutenção é uma importante parte dos processos de produção, sendo a forma ao qual as organizações buscam evitar as falhas por uma série de cuidados em suas instalações físicas, se beneficiando de operações mais seguras, confiáveis, duráveis, de maior qualidade e pouco custosas.

2.2. EVOLUÇÃO DA MANUTENÇÃO

Desde as primeiras civilizações a fazerem uso de ferramentas, surgem também às primeiras atividades simples de manutenção como a conservação e o reparo. Com tudo, apenas com a revolução industrial e o aparecimento das primeiras indústrias que a mesma ganhou lugar, porém sem muito prestígio, de forma que apenas dessem continuidade aos processos produtivos.

Segundo Viana (2006) a manutenção só se estabeleceu durante a segunda guerra mundial, onde se mostrou necessário o desenvolvimento de técnicas de organização, planejamento e controle para tomada de decisão, de forma que garantisse o funcionamento, a redução no tempo de intervenção e de custos sobre os veículos e armamentos.

Sendo assim, visando à necessidade de manter o pleno funcionamento de todo e qualquer equipamento, ferramenta ou dispositivo utilizado para o trabalho que conseqüentemente ocorreu à evolução dos métodos e técnicas de manutenção. Por tanto, na medida em que a tecnologia avança, a manutenção vai se tornando mais complexa, apurada e mais necessária de forma que garanta sua efetividade sem comprometer a produtividade.

Kardec & Nascif (2013) retratam que a manutenção passou por grandes mudanças durante a sua existência e especificam que essa evolução pode estar dividida historicamente em cinco gerações de acordo com o Quadro 1. Contudo, o Quadro 1 também apresenta uma cronologia em relação a sua evolução, o qual a mesma até então não passou por uma atualização de seu histórico de evolução.

Quadro 01 - Evolução da manutenção.

Geração	Primeira Geração	Segunda Geração	Terceira Geração	Quarta Geração	Quinta Geração
Período	1940 - 1950	1960 - 1970	1980 - 1990	2000 - 2005	2010 - Atualidade
Expectativas em relação à manutenção	<ul style="list-style-type: none"> •Conserto após a falha 	<ul style="list-style-type: none"> • Disponibilidade crescente • Maior vida útil do equipamento 	<ul style="list-style-type: none"> • Maior confiabilidade • Maior disponibilidade • Melhor relação custo-benefício • Preservação do meio ambiente 	<ul style="list-style-type: none"> • Maior confiabilidade • Maior disponibilidade • Preservação do meio ambiente • Gerenciar ativos • Influir os resultados do negócio 	<ul style="list-style-type: none"> • Gerenciar ativos • Otimizar os ciclos de vida dos ativos • Influir os resultados do negócio
Visão quanto à falha do equipamento	<ul style="list-style-type: none"> • Todos os equipamentos se desgastam com a idade e por isso falham 	<ul style="list-style-type: none"> • Todos os equipamentos se comportam de acordo com a curva da banheira 	<ul style="list-style-type: none"> • Existência de 6 padrões de falhas (Nowlan & Heap e Moubray) 	<ul style="list-style-type: none"> • Reduzir drasticamente falhas prematuras dos padrões A e F (Nowlan & Heap e Moubray) 	<ul style="list-style-type: none"> • Planejamento do ciclo de vida desde o projeto para reduzir falhas
Mudança nas técnicas de manutenção	<ul style="list-style-type: none"> • Habilidades voltadas para o reparo 	<ul style="list-style-type: none"> • Planejamento manual da manutenção • Computadores grandes e lentos • Manutenção preventiva (por tempo) 	<ul style="list-style-type: none"> • Monitoramento da condição • Manutenção preditiva • Análise de risco • Computadores pequenos e rápidos • <i>Softwares</i> potentes • Grupos de trabalho disciplinares • Projetos voltados para confiabilidade 	<ul style="list-style-type: none"> • Aumento da manutenção preditiva e monitoramento da condição • Redução nas manutenções preventivas e corretiva não planejada • Análise de falhas • Técnicas de confiabilidade • Manutenibilidade • Projetos voltados para confiabilidade, Manutenibilidade e disponibilidade • Contratação por resultados 	<ul style="list-style-type: none"> • Aumento da manutenção preditiva e monitoramento da condição <i>on e offline</i> • Participação efetiva no projeto, aquisição, instalação, comissionamento, operação e manutenção dos ativos • Garantir que os ativos operem dentro de sua máxima eficiência • Implementar melhorias objetivando redução de falhas • Excelência em engenharia de manutenção • Consolidação da contratação por resultados

Fonte: Adaptação de Kardec & Nascif (2013).

2.3. TIPOS DE MANUTENÇÃO

Os tipos de manutenção podem ser caracterizados pela forma de abordagem ao qual são feitas as ações de intervenções no equipamento, máquina ou sistema. O presente tópico descreve os seis tipos de manutenção considerados como as principais: Manutenção corretiva não planejada; Manutenção corretiva planejada; Manutenção preventiva; Manutenção Preditiva; Manutenção Detectiva e Engenharia da Manutenção.

2.3.1. Manutenção Corretiva

A manutenção mais básica dentre os tipos existentes, deixando o equipamento ou maquinário ao total acaso, intervindo somente quando o equipamento apresenta um desempenho anormal em operação ou quando falha tragicamente, ocasionando a sua parada. Segundo Slack et al. (2009), esse tipo de manutenção só ocorre após a quebra do equipamento depois de operar continuamente.

Para Kardec & Nascif (2013), esse tipo de manutenção ainda se divide em não planejada e a planejada.

2.3.1.1. Manutenção corretiva não planejada

A manutenção corretiva não planejada consiste na correção de falhas ou do baixo desempenho, após sua ocorrência, porém de modo impremeditado, sem acompanhamento ou planejamento prévio. Para essa abordagem a parada inesperada do equipamento significa ocasionar perdas de produção, qualidade, ociosidade e elevados custos indiretos relacionados à manutenção.

2.3.1.2. Manutenção corretiva planejada

A manutenção corretiva planejada pode ser entendida como a decisão gerencial, por meio de um acompanhamento preditivo, de operar um equipamento até que ocasione a sua falha ou uma condição anormal de desempenho em seu manuseio. Por essas ações previamente planejadas se leva a minimizar ou até eliminar as perdas ocasionadas pela parada do equipamento.

2.3.2. Manutenção Preventiva

A manutenção preventiva pode ser entendida como o uma intervenção técnica no equipamento, com um espaço de oportunidades para ações de manutenção previamente determinadas, antes mesmo de apresentar queda no desempenho ou falhas em suas operações.

De acordo com Slack et al. (2009), o objetivo da manutenção preventiva é eliminar ou reduzir a probabilidade de ocorrer a parada de um equipamento por falhas de manutenção por meio de limpeza, lubrificação substituição e verificação em intervalos programados.

Segundo Kardec & Nascif (2013, p.61):

A manutenção preventiva será tanto mais conveniente quanto maior for à simplicidade na reposição; quanto mais altos forem os custos de falhas; quanto mais às falhas prejudicarem a produção e quanto maiores forem às implicações das falhas na segurança pessoal, operacional e ambiental.

2.3.3. Manutenção Preditiva

A ação preditiva aparece como forma melhorada de programar intervenções aos equipamentos. Segundo Almeida (2000) “trata-se de um meio de se melhorar a produtividade, a qualidade do produto, o lucro, a efetividade global de nossas plantas industriais de manufatura e de produção”.

Para Otani & Machado (2008) é a manutenção que consiste no acompanhamento do desempenho dos equipamentos através de indicadores para definição do momento correto de intervenção para manutenção, com o máximo de aproveitamento do ativo.

Pela definição de Kardec & Nascif (2013, p.62):

É a atuação realizada com base na modificação de parâmetros de condição ou desempenho, cujo acompanhamento obedece a uma sistemática. Através de técnicas preditivas é feito o monitoramento da condição e a ação de correção, quando necessária, é realizada através de uma manutenção corretiva planejada.

2.3.4. Manutenção Detectiva

De acordo com Kardec & Nascif (2013), a manutenção detectiva é responsável por buscar falhas ocultas ou não perceptíveis, pelos manutentores, realizadas em sistemas de proteção e ou comando de controle.

O objetivo dessa prática é de fundamental importância para garantir o aumento da confiabilidade dos equipamentos, haja vista, de ser mais bem efetuada em sistemas complexos, com níveis de automação elevados, sistemas de segurança e até em processo críticos que não permitem falhas.

2.3.5. Engenharia da Manutenção

A engenharia de manutenção pode ser considerada como uma mudança cultural vinculada à alteração na rotina das atividades de manutenção e a implantação de melhorias contínuas para a área de manutenção. A engenharia da manutenção é a procura constante de

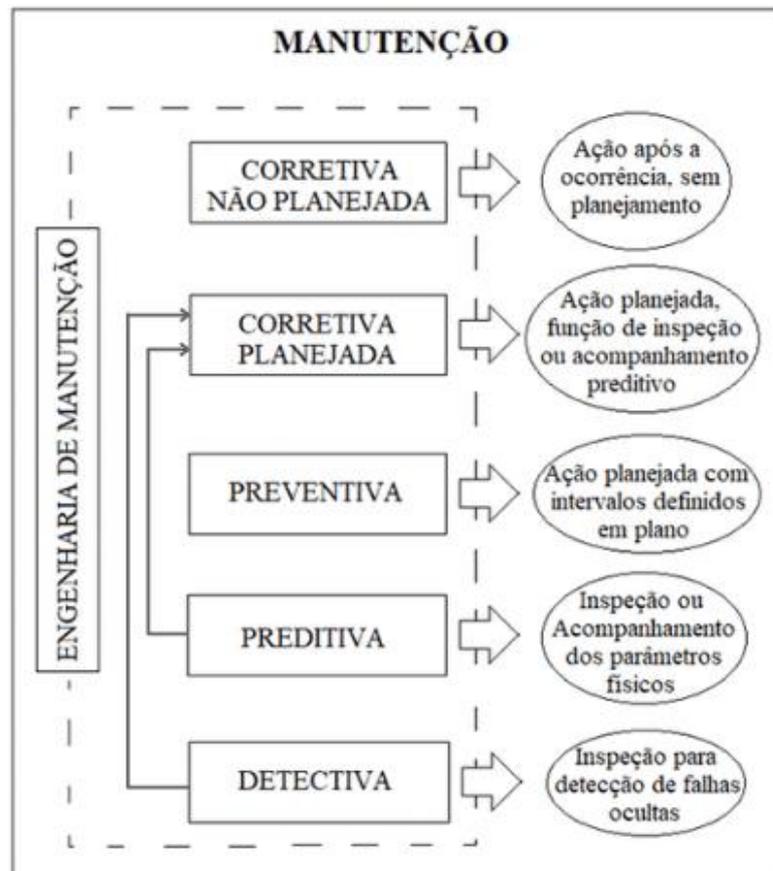
benchmark, aplicação de técnicas modernas e estar equiparado com as tendências de manutenção de primeiro mundo, atuando como um o suporte, aonde seu empenho é voltado para estabelecer uma rotina e implantar melhorias (KARDEC & NASCIF, 2013).

A aplicação da engenharia de manutenção implica na análise e proposta de melhorias utilizando seu banco de dados, constantemente alimentando, adquiridos pelo sistema de manutenção preditiva e usados para a constante melhoria dos processos e atividades de manutenção.

Kardec & Nascif (2013) afirmam que sua aplicação visa aumentar a confiabilidade, disponibilidade, manutenibilidade e segurança; eliminar problemas crônicos e solucionar problemas tecnológicos; melhorar a capacidade pessoal e gerir materiais e sobressalentes; dar suporte à execução e fazer análise de falhas; elaborar planos de manutenção, acompanhar indicadores e zelar pela documentação técnica.

A Figura 01 mostra o posicionamento da engenharia de manutenção em relação aos outros tipos de manutenção e suas diferenças.

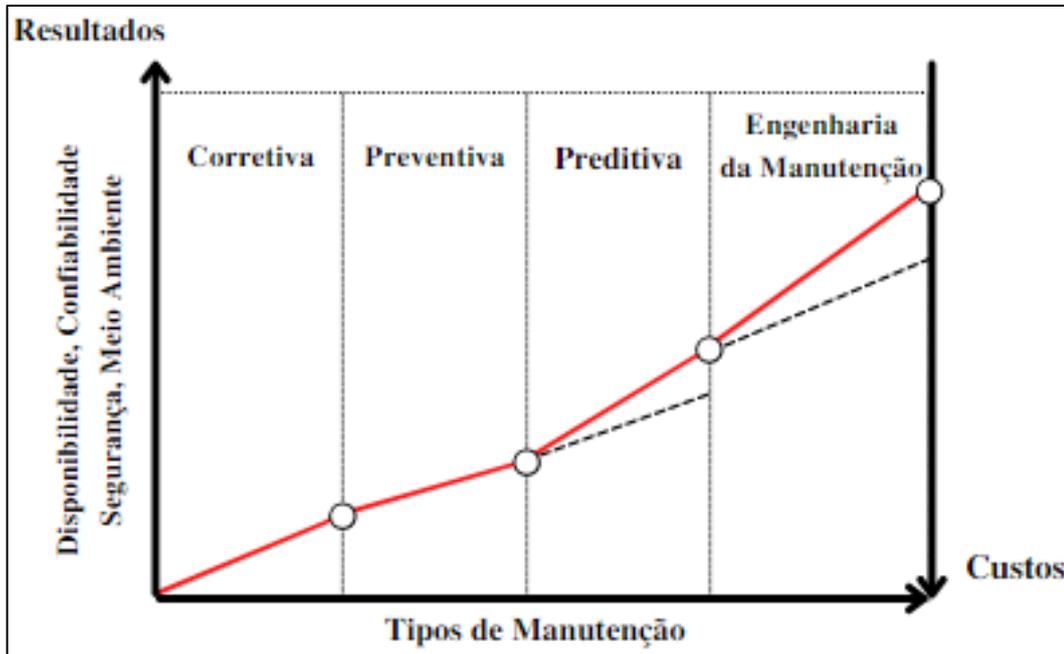
Figura 01 - Tipos de manutenção em relação à Engenharia da Manutenção.



Fonte: Adaptação de Kardec & Nascif (2013).

Já a Figura 02 mostra a rentabilidade proporcionada pela engenharia da manutenção em relação aos outros tipos de manutenção, tornando-a um fator de alta relevância competitiva quando se trata de buscar otimização do custo-benefício de suas atividades de manutenção.

Figura 02 - Rentabilidade em relação a custo-benefício dos tipos de manutenção.



Fonte: Adaptação de Kardec & Nascif (2013).

2.4. MANUTENÇÃO COMO FATOR ESTRATÉGICO

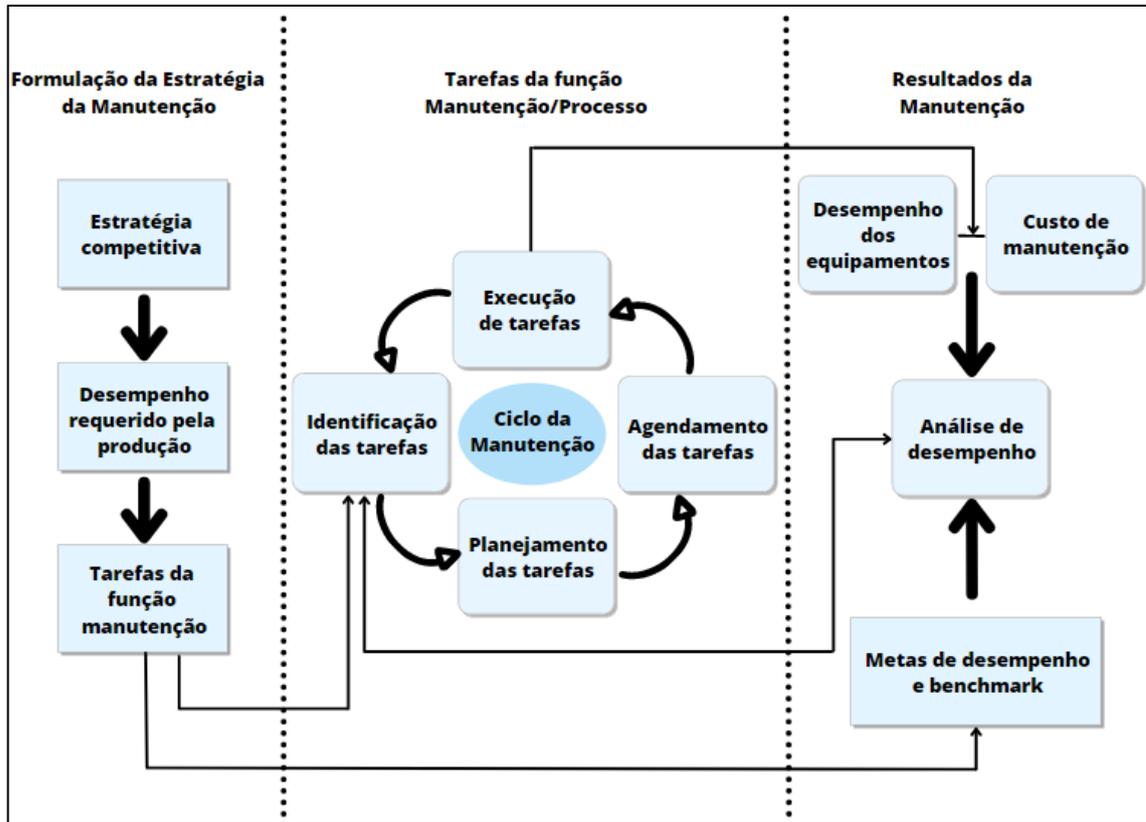
A adoção de estratégias é um fator crucial para qualquer empreendimento e a concepção de estratégias ligadas diretamente à manutenção e de suma importância para permanência do mesmo, uma vez que o seu uso é um dos principais aspectos que mais tem influência no crescimento sustentável de uma organização.

Uma decisão estratégica de manutenção gera recursos e vantagens, visto que, esta deve estar necessariamente alinhada com as metas da organização. Além de garantirem o bom desempenho dos equipamentos, os processos de manutenção também garantem a segurança ambiental, pessoal e dos ativos assim como conseguem maximizar o potencial produtivo da instalação, favorecendo assim a continuidade dos investimentos.

Segundo Fuentes (2006), a elaboração de estratégias de manutenção deve atender os fatores de capacidade de operação; a quantidade disponível de recurso; o conhecimento e tecnologia necessários; a integração com outros níveis organizacionais; sistemas de planejamento, recrutamento e capacitação de pessoal entre outros elementos necessários para uma se ter uma boa gestão.

Muchiri et al. (2011) demonstram na Figura 03, que o alinhamento das tarefas da função manutenção com a produção e os respectivos objetivos corporativos direcionam os esforços da manutenção para alcançar os desempenhos e melhoria contínua dos equipamentos e do sistema produtivo.

Figura 03 - Alinhamento das tarefas manutenção/produção.



Fonte: Adaptação de Muchiri et al. (2011).

Além disso, a prática da manutenção deve ser constante para estabelecer um programa rotineiro, porque todos os equipamentos, sem distinção, apresentaram desgastes que podem comprometer com seu funcionamento, ocasionando prejuízos como a diminuição ou interrupção da produção, atrasos nos pedidos, aumento de custos, perdas de qualidade, insatisfação dos clientes entre outros.

Monchy (1987) faz uma analogia de como a manutenção pode ser vista como uma forma de medicina voltada para máquinas, representada claramente pela Figura 04.

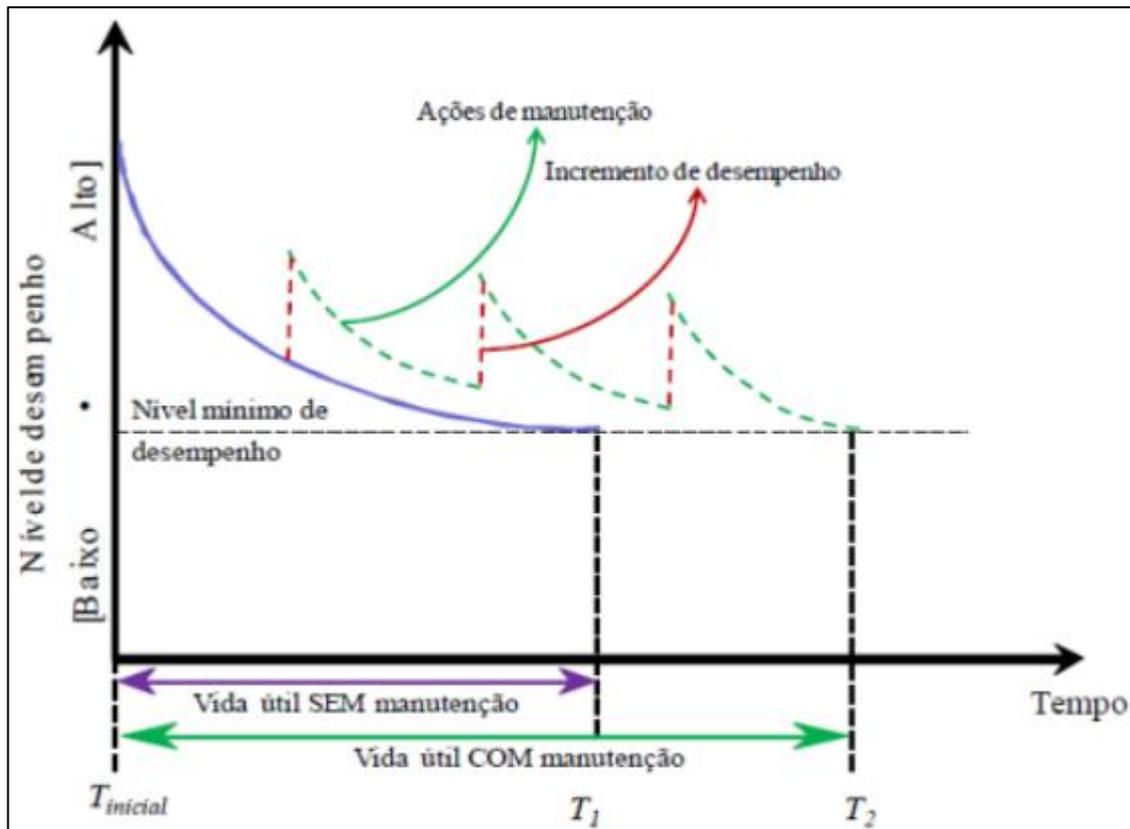
Figura 04 - Analogia entre medicina e manutenção.

ANALOGIA			
SAÚDE HUMANA			SAÚDE DA MÁQUINA
Conhecimento do homem	Nascimento	Entrada em operação	Conhecimento tecnológico
Conhecimento das doenças			Conhecimento dos modos de falha
Carnê de saúde	Longevidade	Durabilidade	Histórico
Dossiê médico			Dossiê da máquina
Diagnóstico, exame, visita médica	Boa saúde	Confiabilidade	Diagnóstico, pericia, inspeção
Conhecimento dos tratamentos			Conhecimento das ações curativas
Tratamento curativo	Morte	Sucata	Retirada do estado de pane, reparo
Operação			Renovação, modernização, troca
MEDICINA			MANUTENÇÃO INDUSTRIAL

Fonte: Monchy (1987).

Seguindo o pensamento de Monchy, entende-se que a cada atividade de manutenção desenvolvida, o equipamento sofre um aumento em sua capacidade de desempenho. Podendo-se considerar que o desempenho e a vida útil estão diretamente ligados à qualidade das manutenções, assim como mostra a Figura 05.

Figura 05 - Desempenho e vida útil sem e com a manutenção.



Fonte: Possan & Demoliner (2013).

Na composição das estratégias para garantir que os resultados esperados possam ser os melhores, existem diversas ferramentas, metodologias e técnicas para que possam estruturar suas atividades de maneira precisa e confiável, dentro das de maior destaque estão a TPM (Manutenção Produtiva Total), a RCM (Manutenção Centrada na Confiabilidade) e o PCM (Planejamento e Controle da Manutenção).

De acordo com Souza (2004), a TPM foca o “autogerenciamento” através do respeito à inteligência e potencial de conhecimento de todos, assim, os operadores assumem parte da manutenção, realizando atividades como as de limpezas, lubrificações, ajuste e troca de ferramentas, pequenos reparos e verificações e inspeções visuais.

Por vez, Duarte et al. (2013) definem a RCM como uma metodologia de gestão de ativos físicos utilizada na determinação de tarefas de manutenção capazes de assegurar que um sistema ou processo atenda à necessidade de seus usuários. Precisamente, é um processo utilizado para definir a abordagem mais efetiva para a manutenção visando aumentar a operacionalidade dos equipamentos, melhorar a segurança e reduzir os custos de manutenção (NASA, 2000).

Enfim, Carvalho (2019) afirma que o PCM é a previsão de toda a execução da manutenção, desde o seu início até o fim, fazendo a gestão estratégica de todos os processos e recursos, com a finalidade de otimizar as operações e garantir o perfeito funcionamento da instalação e dos ativos.

Logo, se faz necessária para maior competitividade das organizações, colocar em prática os processos adequados à sua realidade, inclusive no campo de manutenção estratégica, para ultrapassar seu estágio atual e alcançar uma manutenção com características de classe mundial compatível e se manter em conformidade, (XAVIER, 2011).

Em suma, a adoção de uma estratégia de manutenção é uma decisão gerencial que deve estar integrada com as metas de produção para garantir a realização de um serviço, proporcionando aumento da disponibilidade e confiabilidade da instalação e dos equipamentos para operação, o que ajuda na prevenção de falhas ou possíveis quebras, redução dos custos gerados com a manutenção e da absoluta segurança ambiental e pessoal, favorecendo assim uma otimização dos processos.

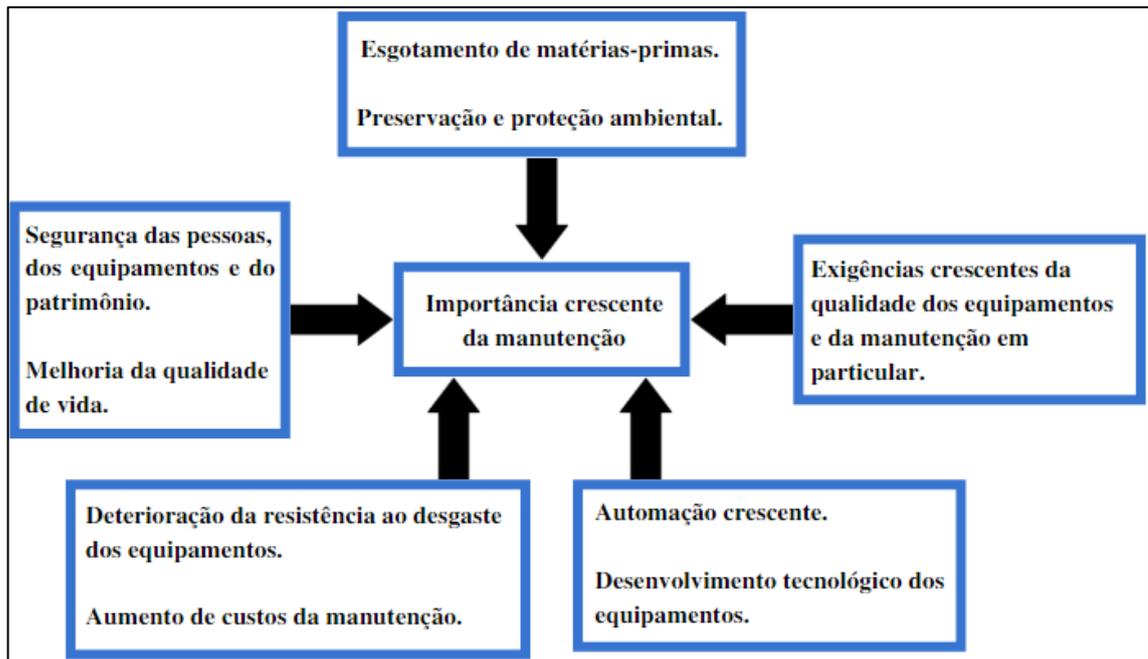
2.5. GESTÃO DA MANUTENÇÃO

A dependência da sociedade por produtos e serviços cada vez mais mecanizados e automatizados tornam maiores às exigências em relação a sua produtividade, qualidade e custo. Em vista dessas grandes expectativas do cotidiano, à permanência de uma organização no cenário competitivo torna-se ligada diretamente à complexidade de seus equipamentos, a sua manutibilidade e a gestão ao qual a sua manutenção está sujeita.

Tomando em conta toda essa evolução e exigências, pode-se afirmar que, transformaram a Gestão da Manutenção em um segmento estratégico para o sucesso empresarial. Deixando de ser uma área de reparos emergências para servir de apoio à decisão, capaz de desenvolver estudos, técnicas, soluções, treinamento e motivacional para combate aos desafios.

Kardec e Nascif (2013) representam na Figura 06 um mapa mental relacionando a importância da manutenção indicada pelos fatores ligados aos processos de produção com o seu bom gerenciamento.

Figura 06 - Mapa mental da estratégia de importância da manutenção.



Fonte: Adaptação de Kardec & Nascif (2013).

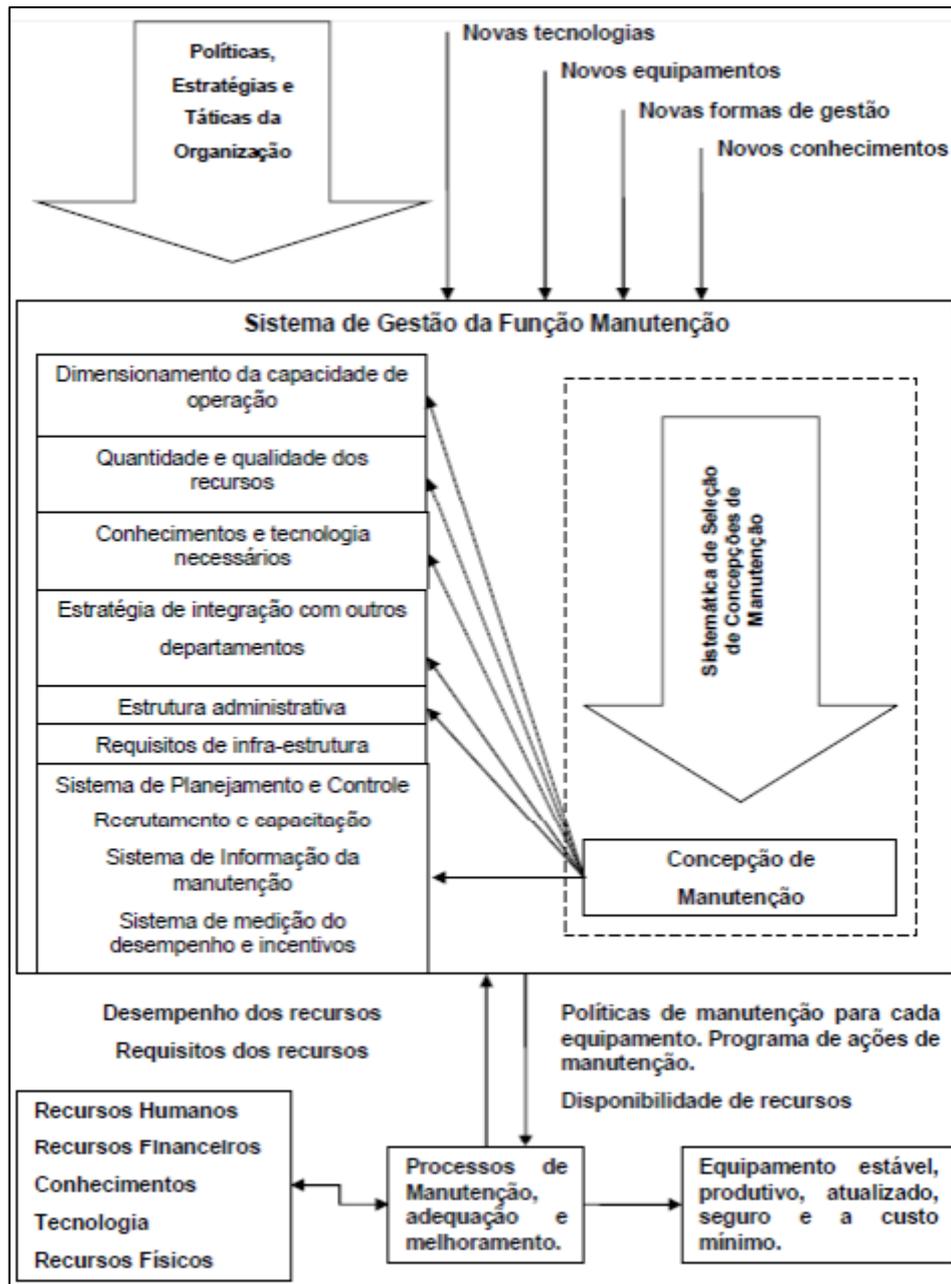
Sendo assim, a Gestão da Manutenção assume papel estratégico nas organizações, contribuindo de maneira efetiva com a otimização dos equipamentos, processos e técnicas de manutenção; assegurar a qualidade dos produtos e serviços; garantir a segurança, treinamento e elevação do motivacional da equipe; redução dos custos e o crescimento dos lucros por meio de soluções proativas constantes advindas de planejamentos pósteros.

Souza (2008, p.66) enfatiza como a Gestão da Manutenção deve ser desempenhada:

[...] a gestão deve estar relacionada a todo conjunto de ações, decisões e definições sobre tudo o que se tem que realizar possuir, utilizar, coordenar e controlar para gerir os recursos fornecidos para a função manutenção e fornecer assim os serviços que são aguardados pela função manutenção.

A indicação de como a Gestão da Manutenção pretende alcançar os seus objetivos pode ser estruturada em sua concepção aonde deve está relacionada ao conjunto de ações, decisões e definições de tudo que se executar, dispor, utilizar, coordenar e controlar para assim, gerir e fornecer melhor os seus recursos e atividades. Por tanto, o processo de Gestão da Manutenção deve constar todas as informações, metas e objetivos da organização em relação aos processos.

Figura 07 - Metodologia para definir um sistema de Gestão da Manutenção.



Fonte: Adaptação de Fuentes (2008).

A Figura 07 demonstra uma metodológica para concepção de um sistema de Gestão da Manutenção de forma que melhor se encaixe de acordo com a organização, instalação e processos, porém sua concepção define apenas o início de seu processo, pois, a mesma sempre passará por melhorias e adequações contínuas.

A adequação da Gestão da Manutenção para que tenha êxito se faz necessária utilização de abordagens mais adequadas ao seu sistema, visto que, não necessariamente se limitando, a somente, uma abordagem mais sim levando em consideração que as associações entre elas proporcionaram melhores desempenhos.

Conforme Netto (2008), para a efetividade dessas associações de abordagens, deve levar em conta a busca na melhoria dos padrões e sistemáticas, na modificação de situações permanentes de mau desempenho, no desenvolvimento da manutenibilidade e na intervenção das compras e projetos.

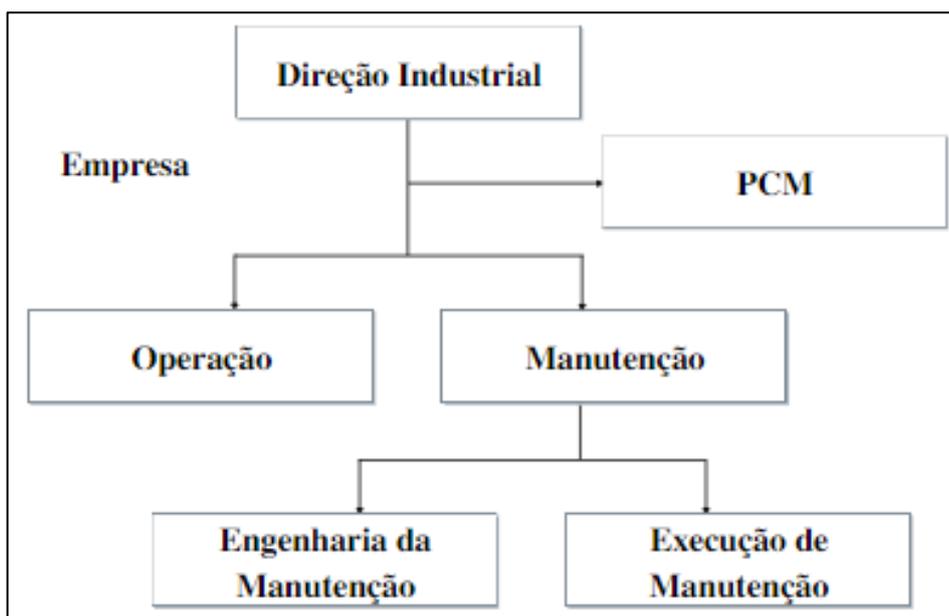
2.6. PLANEJAMENTO E CONTROLE DA MANUTENÇÃO

Slack et al. (2009) expõem que o propósito do planejamento e controle, é garantir que os processos ocorram com eficácia e eficiência tal que os produtos e serviços finalizados alcancem as expectativas dos consumidores finais. Diante desse contexto, surgiram as técnicas de organização, planejamento e controle da manutenção que estimulam melhorias e desenvolvimento do setor de manutenção (VIANA, 2002).

O PCM consiste basicamente de um departamento da empresa responsável por realizar toda a gestão estratégica do setor de manutenção, agindo estrategicamente em ações de preparo, programação, controle e verificação das atividades e dos resultados da manutenção, com o objetivo de garantir confiabilidade, disponibilidade, redução de desperdícios e consequentemente a aumento da produtividade.

Para Soares (2019) o setor de PCM é extremamente importante, principalmente no gerenciamento dos equipamentos e dispositivos relacionados a linha de produção, pois o mesmo contribui com o alcance dos objetivos através do alinhamento proporcionado entre os setores de manutenção e operação.

Figura 08 - Posicionamento do PCM no organograma da manutenção.



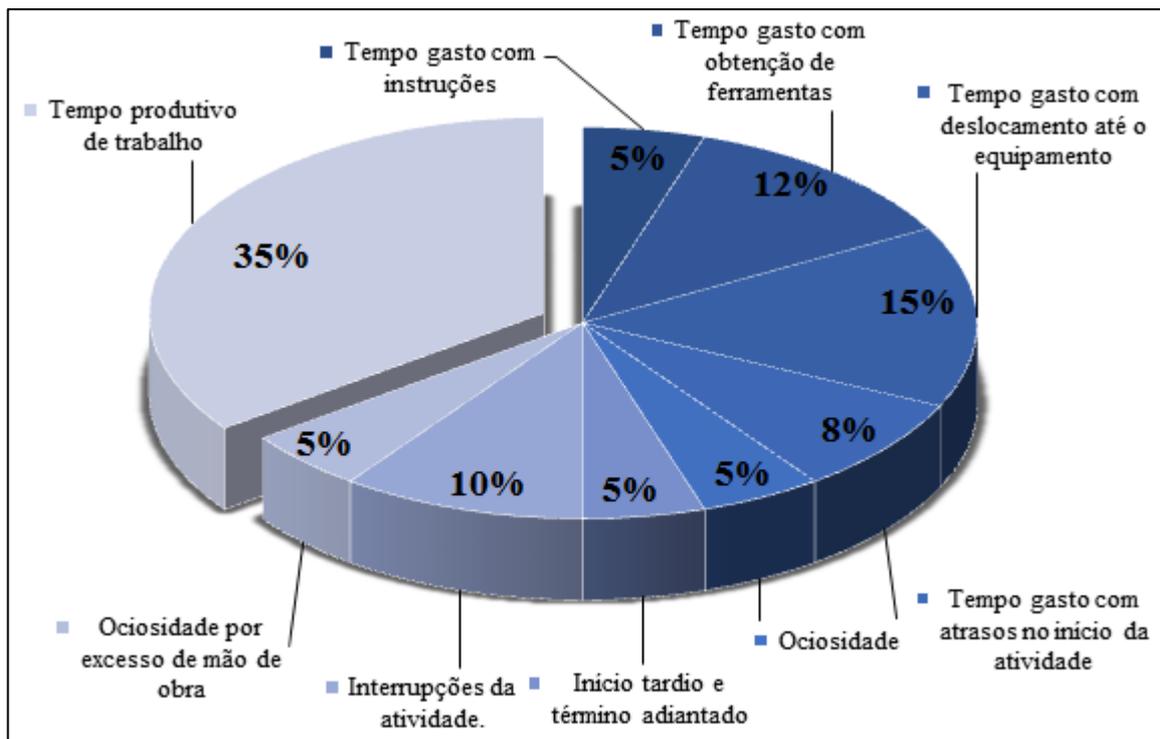
Fonte: Adaptação de Viana (2002).

Eventualmente, o PCM concebe vários benefícios, ambos provenientes do envolvimento de uma serie de etapas que permitem uma análise aprofundada da atual situação da manutenção, possibilitando prover ações mitigadoras, de modo estratégico, controladas e monitoramento periódico e aperfeiçoadas continuamente. Assim sendo, cada literatura apresenta as etapas PCM de varias maneiras, mas de acordo com Wireman (2004), essas etapas podem ser apresentadas da seguinte forma:

- i. Avaliação;
- ii. Planejamento;
- iii. Programação;
- iv. Controle.

Segundo Teles (2017) em atividades não planejadas existe uma porcentagem alta de desperdício, e o melhor a se fazer para minimiza-los é implantar corretamente sistemáticas de PCM. A Figura 09 exemplifica o desperdício tempo pela falta de planejamento em uma atividade de manutenção.

Figura 09 - Disposição do tempo em uma atividade sem planejamento.



Fonte: Adaptação de Teles, 2017.

Branco (2008) afirma que o PCM em uma organização fortalece o ciclo de gerenciamento de manutenção, pela execução das seguintes atividades:

- a. Definir e manter os indicadores de desempenho com os respectivos requisitos de referencia, atualizar a documentação técnica dos equipamentos e máquinas e formar a relação de sobressalentes.
- b. Atualizar os planos de manutenção.
- c. Revisar o cadastro de ordens de serviço sistemáticas relacionadas aos planos de manutenção dos equipamentos e maquinas e respectivas periodicidades.
- d. 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.
- e. Verificar a organização do almoxarifado, bem como preparar os materiais sobressalentes e o ferramental necessário à execução dos serviços.
- f. Analisar os serviços planejados, as programações e back-log.
- g. Nivelar a mão-de-obra e estabelecer novas periodicidades para os serviços, em função das verificações e análises de causas e desvios de planejamento.
- h. Criar histórico técnico estruturado dos equipamentos, máquinas e instalações, com registros de ocorrências planejadas e imprevistas.
- i. Organizar e analisar dentro de uma periodicidade adequada os relatórios gerenciais de manutenção.
- j. Proporcionar a orientação dos gerentes e chefes para obtenção de melhores resultados correlacionados à disponibilidade, confiabilidade e produtividade dos equipamentos, máquinas e das equipes de manutenção.
- k. Fazer acompanhamento e prestar suporte a instalação de novas versões de softwares de gerenciamento e manter as rotinas de integração com os outros sistemas.
- l. 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.

Nesse sentido, a importância do PCM revela-se para garantir o desenvolvimento saudável e a eficiência dos equipamentos e instalação, através da organização e melhoria na produtividade, confiabilidade, qualidade dos produtos, qualificação profissional, preservação do meio ambiente e garantia dos prazos de entrega dos produtos (OLIVEIRA, 2007).

Além disso Branco (2008), alega que a implantação dos recursos de manutenção parte do pressuposto de uma estrutura adequada para planejar, controlar, programar, alocar e executar os serviços. Conforme um PCM estruturado, as atividades de manutenção levam menos tempo, requerem menor esforço da equipe, permitem que os equipamentos e instalações fiquem com uma disponibilidade maior, proporcionando assim um diferencial competitivo além da redução nos custos.

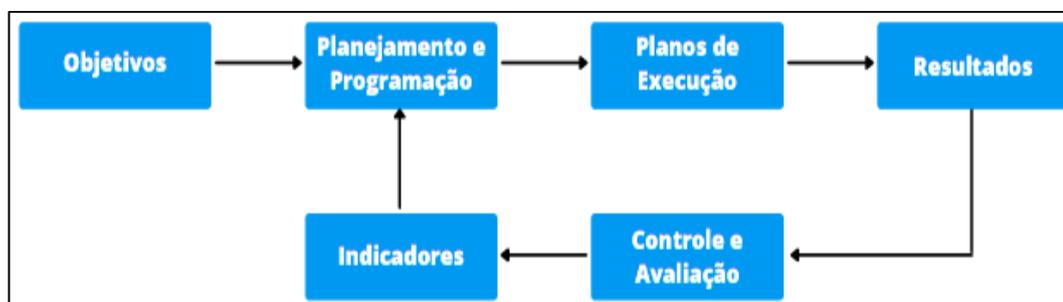
2.7. INDICADORES

Segundo De Siqueira (2006), a manutenção deve-se mostrar economicamente e progressivamente atrativa através dos critérios de eficiência, eficácia, efetividade, produtividade e qualidade como qualquer atividade empresarial. Com o propósito de mensuração, são inseridos os índices ou indicadores desempenho, sendo estes aplicados aos processos de programação, execução e avaliação de atividades preventivas e corretivas de manutenção.

Para Costa (2013), os indicadores são utilizados para comparações de dados, que agregam valor, sobre determinadas características ao longo do tempo advindas de determinado processo ou departamento, possibilitando uma análise dos efeitos e orientando à empresa rumo às metas e objetivos estabelecidos de modo que a sua utilização defina a qualidade dos procedimentos empregados na manutenção.

Dessa forma, a manutenção deve definir sua situação real, retratar aspectos importantes nos processos, propor desafios para a melhoria, escolhe os meios e começar a acompanhar sua evolução através dos índices de manutenção na sua rotina, cabendo ao PCM o dever de avaliar a melhor forma de monitoramento do seu processo (VIANA, 2002).

Figura 10 - Fluxograma do planejamento, execução, controle e indicadores.



Fonte: Adaptação de Soeiro, 2017.

Para que sejam atingidos os objetivos da manutenção, são planejadas e programadas atividades, as quais podem compor os planos de execução, cujos resultados devem ser controlados e avaliados, gerando indicadores, os quais podem validar o planejamento e programação ou indicar a necessidade de revisão (SOEIRO, 2017).

Nesse sentido, devido às organizações procurarem receber o maior lucro possível, traz a necessidade de se utilizar melhor os seus recursos para minimizar os desperdícios viabilizando a eficiência máxima, para tanto, os “Índices de Classe Mundial” são a maior referencia entre os indicadores mais usados na manutenção para alcançar esse objetivo, sendo esses:

- i. Tempo Médio Entre as Falhas;
- ii. Tempo Médio Para Reparo;
- iii. Tempo Médio Para Falha;
- iv. Disponibilidade;
- v. Custo de Manutenção por Faturamento;
- vi. Custo de Manutenção por Valor de Reposição.

Viana (2002) indica que além dos índices classe mundial, também existem diversos indicadores de desempenho da manutenção, em destaque, outros oito indicadores podem ser citados visto sua importância ao controle e qualidade da manutenção, podendo os mesmos compor o controle de um PCM.

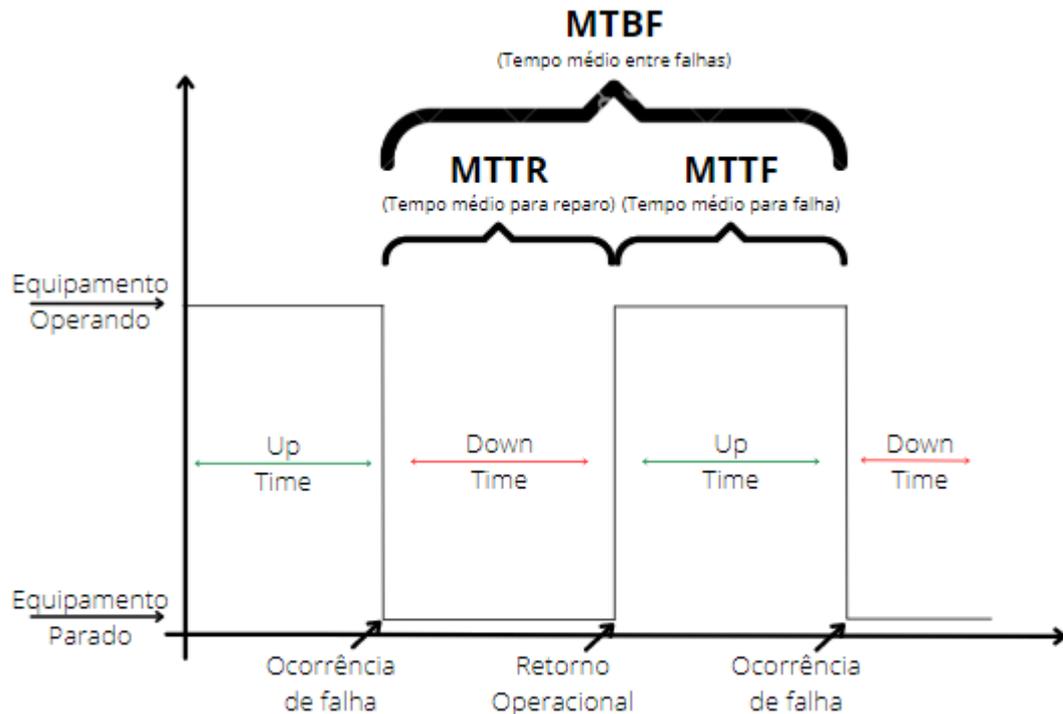
- i. “*Backlog*”;
- ii. Retrabalho;
- iii. Índice de Corretiva;
- iv. Índice de Preventiva;
- v. Alocação de HH em OM;
- vi. Treinamento na Manutenção;
- vii. Taxa de Frequência de Acidentes;
- viii. Taxa de Gravidade de Acidentes.

O presente estudo descreve apenas os indicadores utilizados para atender os objetivos estabelecidos.

2.7.1. Tempo Médio Entre Falhas

O Tempo Médio Entre Falhas ou “*Mean Time Between Failures*” (MTBF), é definido como um indicador de confiabilidade da vida média, aplicável aos elementos ou componentes que podem ser reparados (KARDEC & NASCIF, 2013).

Figura 11 - Tempo Médio Entre Falhas.



Fonte: Autor, 2023.

Assim, o MTBF pode ser basicamente calculado pela razão entre o somatório dos tempos entre as falhas, “*Up Times*”, e o número de falhas detectadas em um período, por meio da Fórmula 1.

$$\text{MTBF} = \frac{\sum \text{Up Time}}{\text{Número de Falhas}} \quad (1)$$

Para esse indicador, se o valor do MTBF com o passar do tempo for aumentando, será um sinal positivo para manutenção, pois indica que o número de falhas vem diminuindo, e conseqüentemente o tempo de operação aumentando (VIANA, 2002).

2.7.2. Tempo Médio Para Reparo

O Tempo Médio Para Reparo ou “*Mean Time To Repair*” (MTTR), é dado como o tempo médio para reparo, sendo aplicável quando o tempo de reparo do equipamento é significativo quando comparado ao tempo de operação. Este indicador é obtido pela razão entre a soma das horas de reparo sem disponibilidade para a produção, “*Down Times*”, e o número de falhas detectadas no período analisado, Fórmula 2.

$$MTTR = \frac{\sum \text{Down Time}}{\text{Número de Falhas}} \quad (2)$$

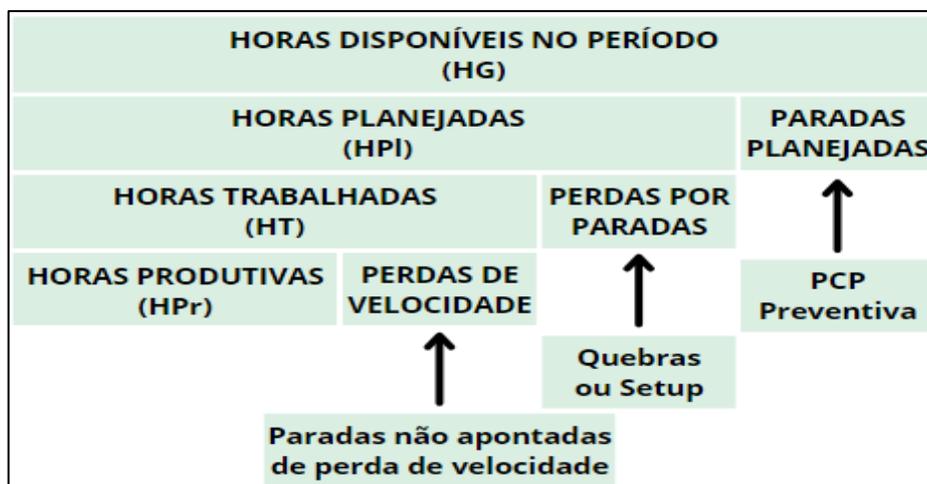
Quanto menor o MTTR no passar do tempo, melhor o andamento da manutenção, pois os reparos demonstram serem cada vez menos impactantes na produção (VIANA, 2002).

2.7.3. Disponibilidade

Disponibilidade é a probabilidade de um equipamento ou instalação estar em condições de desempenhar suas atividades em um determinado momento ou durante um intervalo estabelecido. Esse indicador representa diretamente o desempenho do ativo em sua vida útil, porém, o seu cálculo não segue uma regra única, pois é desenvolvido e adequado para melhor atender ao segmento de atuação da empresa.

Segundo Viana (2002), a fórmula da disponibilidade varia de setor para outro, como de uma empresa para outra, mas de maneira geral o seu conceito representa o percentual de dedicação para operação de um equipamento ou instalação, em relação ao tempo total do período, ou seja, é a relação entre as horas trabalhadas e as horas totais no período, Figura 12.

Figura 12 - Disponibilidade.



Fonte: Adaptação de Viana, 2002.

Melhor visualizada a sua relação pela Fórmula 3.

$$\text{Disponibilidade} = \frac{HT}{HG} \times 100\% \quad (3)$$

Pode ser definida também como sendo a razão obtida entre o total de horas acumulado de operação, somatório dos “*up times*”, e o total de horas transcorrido, o somatório dos “*up times*” mais os “*down times*”, Fórmula 4.

$$\text{Disponibilidade} = \frac{\sum \text{Up Time}}{\sum (\text{Up Time} + \text{Down Time})} \times 100\% \quad (4)$$

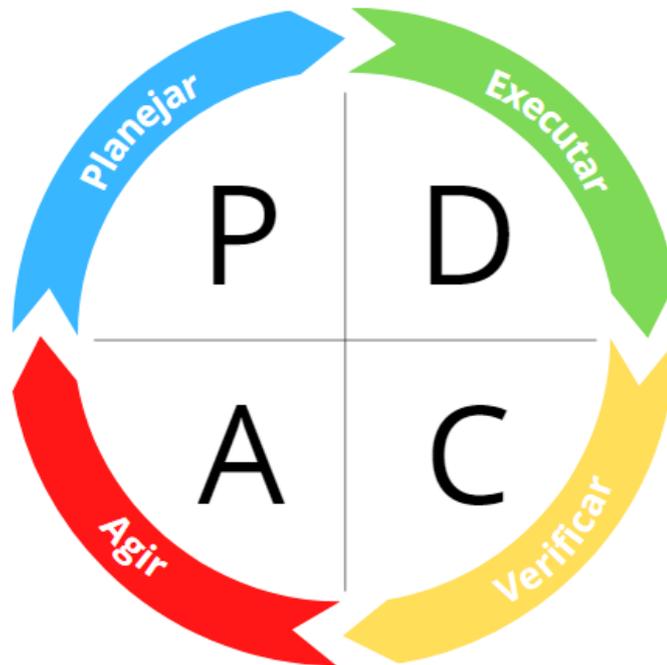
2.8. FERRAMENTAS DA MANUTENÇÃO

O avanço tecnológico alinhado a intensificação da produção tornaram os centros industriais mais receptivos às práticas de manutenção, ainda mais a seu uso como função estratégica. Sendo responsável direta nos resultados das organizações é um grande desafio, para a gestão, desenvolver modelos para orientar a tomada de decisões. Em vista disso as estratégias para atingir a excelência contam com a aplicação de ferramentas da qualidade, conforme aplicadas corretamente conseguem ter a eficiência que precisam.

Desta maneira, a aplicação das ferramentas gera um profundo conhecimento dos processos, além de especificar quais são as maiores prioridades, controlam os custos, alocam os recursos de maneira mais eficiente, também garantem o cumprimento de todas as atividades de forma prevista e organizada. Contudo, cabe à gestão saber quais ferramentas se enquadram em seus modelos, assim, este trabalho engloba apenas as utilizadas em sua concepção, sendo elas:

2.8.1. Ciclo PDCA

O ciclo PDCA é assim denominado devido as iniciais de cada uma de suas quatro etapas (“*Plan*”, “*Do*”, “*Check*” e “*Act*”), sendo uma ferramenta de implantação de ideias assim como a de resolução de problemas, se caracteriza pela melhoria dos processos por meio de um sistema de ciclo contínuo, onde a repetição trará um novo nível de qualidade a partir da conclusão de cada ciclo.

Figura 13 - Ciclo PDCA.

Fonte: Autor, 2023.

É a partir dos princípios e aplicações do PDCA que as indústrias que participam de um mercado competitivo podem solucionar problemas e criar novas possibilidades.

2.8.2. 5W2H

A ferramenta 5W2H se refere combinação de questionamentos que devem ser respondidos com o máximo de clareza e eficiência, com propósito de planejar, organizar e definir as ações, os respectivos responsáveis e recursos, garantindo tarefas eficazes e seu acompanhamento de maneira ágil e simples, possibilitando enxergar com clareza as necessidades do plano de ação.

Quadro 02 - Ferramenta 5W2H.

5W2H						
O que será feito? ("What"?)	Por que será feito? ("Why"?)	Onde será feito? ("Where"?)	Quando será feito? ("When"?)	Quem fará? ("Who"?)	Como será feito? ("How"?)	Quanto custará? ("How Much"?)

Fonte: Autor, 2023.

2.8.3. Análise de Modos de Falha e seus Efeitos

Análise de Modos de Falha e seus Efeitos ou “*Failure Mode and Effect Analysis*” (FMEA), se refere à ferramenta que possibilita a analisar possíveis falhas e o que sua eventualidade poderia causar. Com foco sempre na qualidade, permiti a redução até mesmo à eliminação da frequência de falhas, podendo também identificar ações de melhoria, conseqüentemente, tornado os processos, produtos e serviços mais assertivos, evitando qualquer desperdício e reduzindo custos a empresa. Exemplificado pelo modelo da Tabela 01.

Tabela 01 - Modelo de FMEA.

ANÁLISE DE MODOS DE FALHA E SEUS EFEITOS – FMEA				
DATA: xx/xx/xxxx		REVISÃO: “xxx”		
PROCESSO: “Nome do processo”		NUMERO DO PROCESSO: “XXXXXXXXXXXXXXXXXX”		
MODOS DE FALHA	Gravidade do Problema. (G) 1~10; 10 = Mais Grave.	Probabilidade de Ocorrência. (O) 1~10; 10 = Maior a Probabilidade.	Probabilidade de Detecção da Falha. (D) 1~10; 10 = Menor a Probabilidade.	Pontuação de Risco. (RPN) RPN = (G)x(O)x(D)
Modo de Falha (1)				
Modo de Falha (2)				
...				
Modo de Falha (n)				

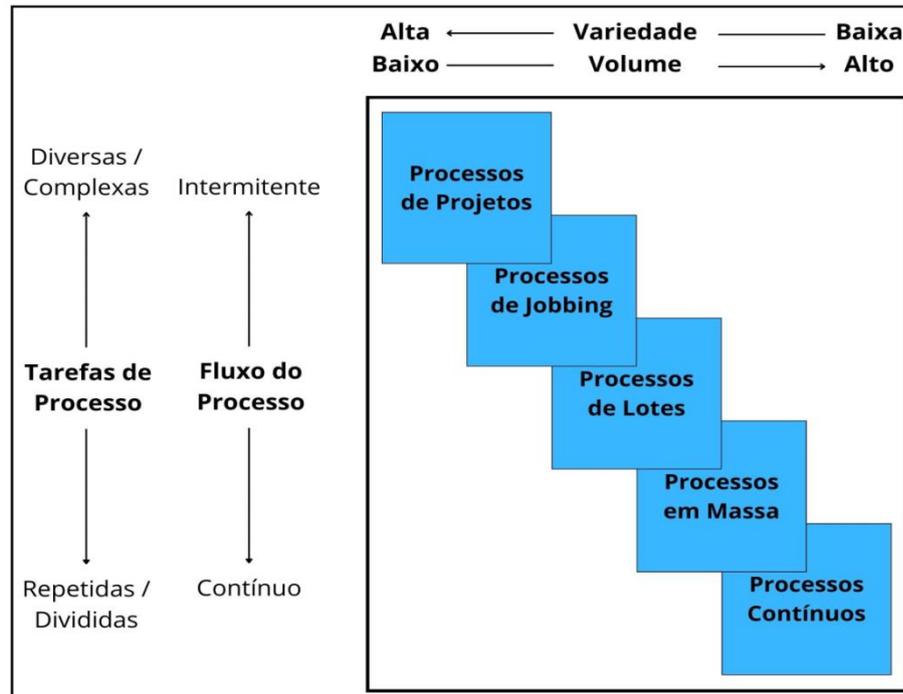
Fonte: Autor, 2023.

2.9. PROCESSO PRODUTIVO DA USINA DE CBUQ

Conforme Slack et al (2009) processos produtivos, também podendo ser chamados de processo de transformação, são todas as operações que produzem produtos e serviços através da transformação de “*input*” em “*output*”, diferenciando entre si em alguns aspectos na forma de transformar recursos de input em output em relação as suas características de tipo de processo.

Para Liker (2007), o fluxo contínuo do processo de produção acontece através de uma movimentação ordenada e continua no decorrer do processo produtivo, com um tempo mínimo de espera entre as etapas e a menor distancia de deslocamento, reduzindo o tempo de produção, estoques, custo das operações e traz à tona os problemas que possam aparecer, além de destinar-se a eliminação das perdas de uma operação.

Figura 14 - Tipos de processo em relação às suas características.



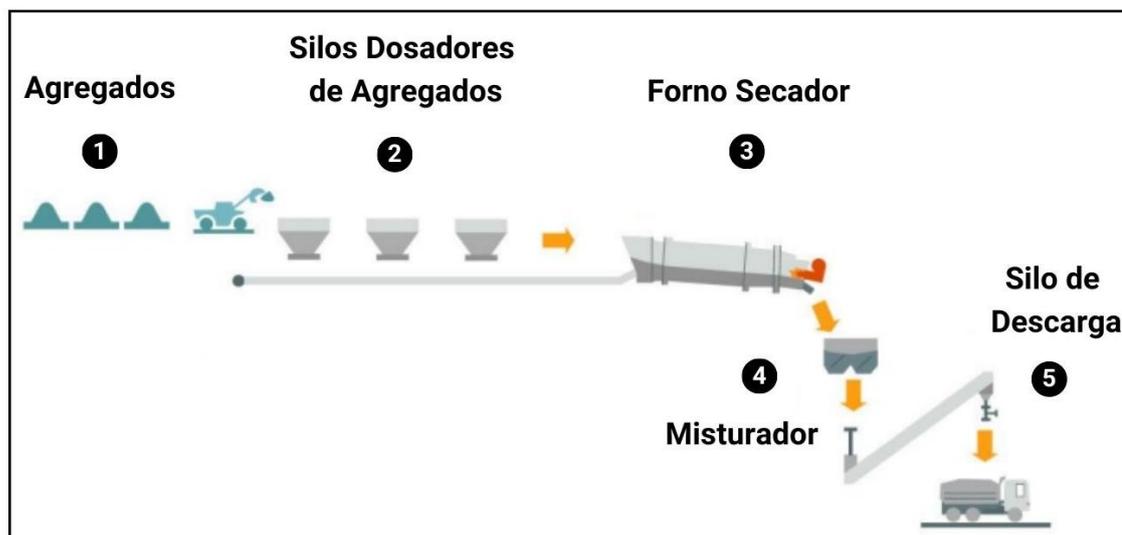
Fonte: Adaptado de Slack et al, 2009.

É caracterizado como usinagem todo o processo de transformação da matéria-prima em uma nova forma por meio de maquinário, desse modo, usinas de CBUQ são as instalações, fixas ou moveis caracterizadas por produzir o output CBUQ, o qual é proveniente da transformação dos inputs agregados, como a areia, a brita e o pó de pedra, adicionados juntos ao CAP e a aditivos quando necessário, através de uma sequencia de fluxo contínuo até serem transformados por um processo ininterrupto, severamente repetitivo, altamente volumoso e sem a possibilidade de variação.

Além disso, estas instalações possuem um sistema de produção automatizado, empregando apenas mão de obra responsável por controlar o abastecimento de matéria-prima, pela condução do produto finalizado e por sua manutenção, incluindo assim a utilização de máquinas necessárias para a execução dessas tarefas. Assim, estão as principais máquinas dentro do processo, as pás carregadeiras e os caminhões basculantes, operando unicamente dentro da produção.

Todo o processo de usinagem asfáltica ocorre em torno de obter um material com a viscoelasticidade ideal, em relação às características receitas ao preparo. As funções operacionais, em síntese, consistem na dosagem da matéria-prima para produção, a sua secagem e aquecimento em altas temperaturas e, posteriormente, a mistura com os demais componentes a fim de se transformarem no material de características especifica.

Figura 15 - Etapas do processo produtivo de CBUQ.



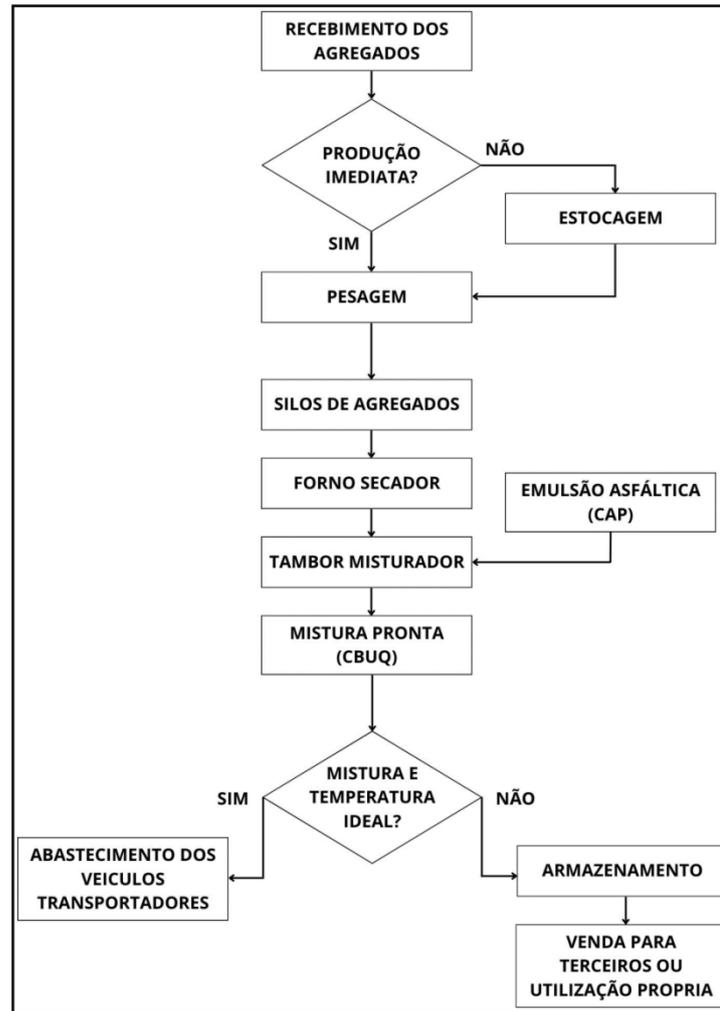
Fonte: Adaptado de DNIT, 2021.

Portanto, entre as etapas que integram a produção em uma usina de CBUQ, o processo inicia-se pela recepção, separação e armazenamento dos diferentes tipos de agregados, que, por sua vez, devem estar isentos de umidade para a eficiência do processo, o qual, através de uma pá carregadeira, transporta os agregados do pátio aos silos dosadores. Já nos silos, por meio da fórmula que compõem a mistura, despejam controladamente nas correias transportadoras os agregados dosados, para que sejam conduzidos para o forno secador.

Já no forno, os agregados são sujeitos a uma rotação horizontal e secados pela combustão a gás, a uma temperatura em torno de 160 °C, garantido que a umidade final seja menor que 10% para assegurar a qualidade da mistura. Todo esse processo libera uma grande quantidade de poeira que é carregada por meio de exaustão e filtrada para liberação dos gases livres de impurezas, a recirculação do ar quente dentro do forno, além do armazenamento da poeira para ser adicionada à mistura posteriormente.

Em seguida, ao passarem pelo processo de secagem e aquecimento dentro do forno, os agregados junto ao pó recuperado pelo sistema de filtragem são transportados para o tambor misturador, onde também são injetadas as doses de CAP, a essa etapa também são adicionados aditivos caso necessários para alcançar alguma característica específica. Logo, após a mistura de todos esses componentes obtém-se o produto final, CBUQ, que é conduzido pelo elevador até o silo de descarga, para o abastecimento dos caminhões basculantes.

Figura 16 - Fluxograma do processo produtivo da usina de CBUQ.



Fonte: Adaptado de Fagnani et al, 2009.

3. METODOLOGIA

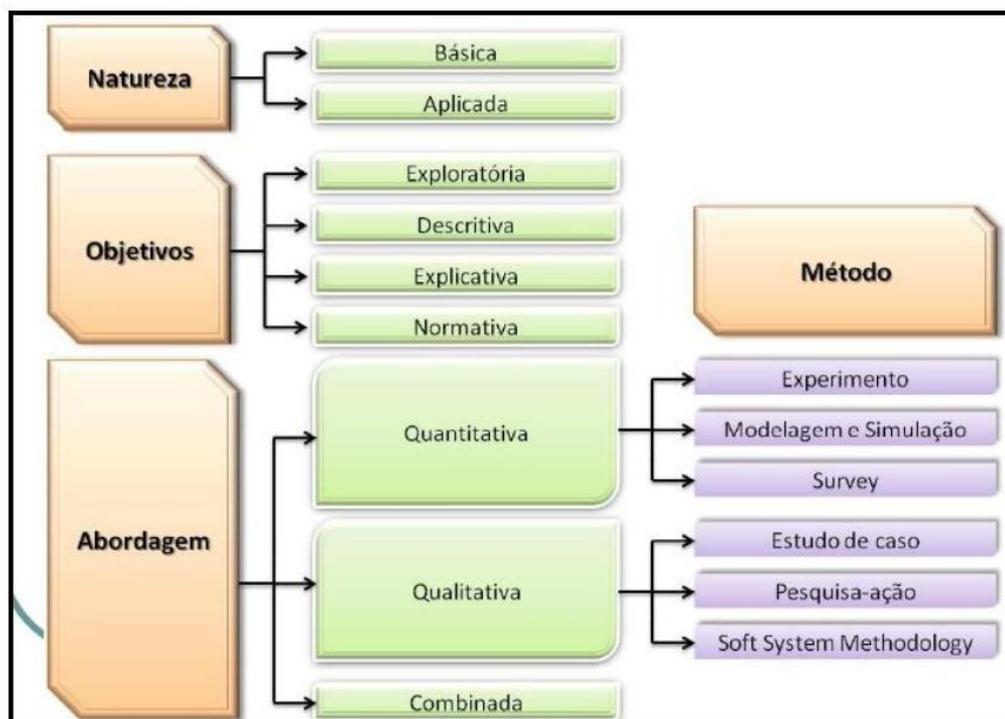
Nesse Capítulo, é apresentada a metodologia ao qual foi usada na pesquisa para se alcançar os objetivos predeterminados. Este capítulo foi dividido em quatro tópicos: classificação da pesquisa, local de estudo, foco do estudo e as etapas de desenvolvimento.

3.1. CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA

De acordo com Medeiros (2006) a pesquisa científica tem como objetivo contribuir para a evolução do conhecimento humano em todos os setores, da ciência pura, ou aplicada; da matemática ou da agricultura, da tecnologia ou da literatura.

Com a finalidade de representar adequadamente o tipo de metodologia ao qual esta pesquisa está classificada, utilizou-se das classificações presentes na Figura 17, definindo assim uma forma para conduzir a pesquisa por meio de suas características predominantes.

Figura 17 - Classificação da pesquisa científica em Engenharia de Produção.



Fonte: Turrioni e Mello (2012).

3.1.1. Em Relação à Natureza

Com base nas características predominantes da pesquisa temos que a mesma se enquadra como de natureza aplicada, pois, de acordo com Fleury e Werlang (2017), a pesquisa aplicada concentra-se em torno dos problemas presentes nas atividades das organizações e está dedicada à elaboração de diagnósticos, identificação de problemas e busca de soluções.

Logo, a pesquisa aplicada busca contribuir com meios práticos para a solucionar problemas, levando resultados concretos. Logo, o presente trabalho é classificado de como aplicado por buscar a implementação de planos de manutenção para os equipamentos e maquinários da linha de produção aumentando sua disponibilidade e durabilidade.

3.1.2. Em Relação aos Objetivos

No que se refere aos objetivos, a pesquisa apresenta ter um caráter descritivo.

Conforme classificado por Gil (2010), as pesquisas descritivas têm como objetivo primordial a descrição das características de determinada população ou fenômeno ou, então, o estabelecimento de relações entre variáveis.

Sendo assim, no desenvolvimento de planos de manutenção, se tornar fundamental o levantamento e compreensão de dados precisos, relatos dos usuários e responsáveis pela manutenção, assim como histórico do equipamento.

3.1.3. Em Relação a Abordagem

Em relação à abordagem, esta pesquisa se classifica como qualitativa, visto que a pesquisa qualitativa pode ser definida como a que se fundamenta, principalmente, em análises qualitativas, caracterizando-se, em princípio, pela não utilização de instrumental estatístico na análise dos dados (BARDIN, 1991).

Segundo Marconi e Lakatos (2019) pesquisa qualitativa tem como premissa analisar e interpretar aspectos de forma mais aprofundada, descrevendo a complexidade do comportamento humano e ainda realizando análises mais detalhadas sobre as investigações, atitudes e tendências de comportamento.

Por tanto, processo é fundamental na abordagem, uma vez que os levantamentos dos dados são descritivos e dependentes das informações necessárias dos planos de manutenção observadas em campo.

3.1.4. Em Relação aos Métodos

No referente aos métodos, trata-se de uma pesquisa bibliográfica, documental e de estudo de caso.

De acordo com Gil (2010), a pesquisa bibliográfica foi desenvolvida com base em material científico já publicado. Esta pesquisa envolveu o levantamento de publicações científicas, como livros, artigos científicos, dissertações e teses para a construção de seu referencial e embasar a execução do trabalho.

A pesquisa documental tem como fonte de dados documentos, que podem ser escritos ou não. E que podem ter sido construídos no momento do fato ou posteriormente (MARCONI; LAKATO, 2019). Nesta pesquisa foram levantados e examinados documentos, relatórios e OS dos equipamentos e maquinários em foco.

Por último, a pesquisa também é classificada como estudo de caso, que, em acordo com Gonsalves (2001), é o tipo de pesquisa que privilegia um caso particular, uma unidade significativa, considerada suficiente para a análise de um fenômeno. O objeto de um estudo de caso pode ser qualquer fato/fenômeno/processo individual, ou um dos seus aspectos.

3.2. LOCAL DA PESQUISA

O local de estudo referente a esta pesquisa se trata de uma das instalações de usina de concreto betuminoso usinado a quente (CBUQ), instalada na região da cidade de Paulo Afonso no estado da Bahia. Esta instalação pertence a um grupo de empreendimentos de construção civil, aonde tem a principal atividade a construção de rodovias e ferrovias.

A presente unidade fabril está responsável por produzir, distribuir e comercializar todo CBUQ responsável pela construção e reforma de rodovias e trechos, com a necessidade de sua utilização, dentro das localidades de seu alcance logístico. A mesma presta serviços a terceiros não somente com a produção, mais também com o aluguel de equipamentos e maquinários.

Com aproximadamente 60 colaboradores trabalhando diretamente dentro das instalações da usina, desde os setores de administração, de produção, de manutenção e de serviços gerais; é a maior e a com maior número de colaboradores em comparação com as outras unidades do grupo, também é a única que apresenta um setor de manutenção. Setor esse com cerca de 15 colaboradores, responsáveis por atender as necessidades da unidade quanto as necessidades das demais unidades e dos polos de serviço.

Com a responsabilidade de manter a qualidade do funcionamento de todas as unidades que no ano de 2019 foi inicializado um grande projeto de expansão do setor de manutenção para aumentar a capacidade do setor, a rapidez do atendimento de suas demandas e garantir a qualidade dos serviços. Contudo, sequencia desse projeto não foi concluída, o que acabou gerando obstáculos tanto para o setor quanto para a empresa.

Por isso, a unidade foi escolhida pelo fato de possuir um histórico de evolução na manutenção, pela a oportunidade de poder apresentar uma proposta melhoria e pelo fato dos gestores apresentaram interesse enxergando um possível retorno.

3.3. GRUPO DE FOCO DO ESTUDO

Para o grupo foco estudado na unidade fabril de CBUQ de Paulo Afonso-BA está o próprio equipamento fixo de usinagem desta unidade, pois sua participação com a atividade produtiva é fundamental para o regime contínuo de produção, tornando-a um equipamento de alta criticidade para a empresa.

A Usina é composta de silo de agregados, forno secador, misturador, silo de descarga, elevador e esteiras transportadoras, os quais são interligados para produzir o CBUQ, fazendo com que a parada de qualquer um destes componentes ocasione a parada imediata do equipamento todo.

3.4. ETAPAS DE DESENVOLVIMENTO

As etapas de desenvolvimento referem-se ao processo sequenciado ao qual foi construído o estudo. Essas etapas envolveram o planejamento de uma série de atividades com o objetivo de implantar uma Gestão da Manutenção adaptada do PCM, portanto, o estudo se fez de acordo com o Quadro 03.

Quadro 03 - Etapas de desenvolvimento do estudo.

ETAPAS	DESCRIÇÃO	ATIVIDADES	
P	Definição dos Objetivos	Definir os objetivos a serem alcançados.	
	Avaliação	Coleta de dados referentes aos registros e práticas de manutenção e medição dos indicadores de desempenho.	1 Definir objetivos
			2 Analise das informações de manutenção registradas
			3 Analise das atividades de manutenção
			4 Análise de desempenho por meio de indicadores
	Planejamento	Desenvolvimento de estratégias e planos de ação.	5 Desenvolver planos de ação 6 Treinamento da equipe
D	Programação	Execução da etapa de planejamento mediante cronograma e oportunidade e parada da produção.	7 Executar atividades
C	Controle	Avaliação e controle das atividades e estratégias mediante indicadores.	8 Monitorar as atividades
			9 Análise desempenho por meio de indicadores
A	Resultados	Diante o resultado dos indicadores, avaliar o resultado final.	10 Comparar indicadores
			11 Avaliar resultado

Fonte: Autor, 2023.

4. DESENVOLVIMENTO

Nesse Capítulo são colocados em prática os procedimentos e avaliações das etapas desenvolvidas e descritas nos capítulos anteriores.

4.1. DEFINIÇÃO DOS OBJETIVOS

Com o propósito de alinhar os objetivos e a estratégia de expansão, sobretudo, levando em consideração atender as necessidades da empresa, visto que a mesma encontra-se em desacordo com o atual planejamento, por outro lado, para que suas atividades voltem a garantir confiança é de total prioridade que os objetivos contribuam para a orientação e melhoria da empresa.

A princípio, é importante que os objetivos sejam claros e mensuráveis, fatores como custo, qualidade, segurança, confiabilidade e disponibilidade são levados em consideração, além disso, os mesmos devem estar ajustados com os objetivos do estudo. Portanto, as definições dos objetivos para atender tanto as necessidades da empresa quanto os do estudo são:

- Reduzir o tempo de inatividade do equipamento;
- Minimizar o tempo de reparo do equipamento;
- Maximização da disponibilidade do equipamento.

4.2. AVALIAÇÃO

Certamente um ponto necessário são as informações, entender como as atividades estão sendo conduzidas na organização é essencial para desenvolver estratégias capazes de alcançar objetivos. Portanto, uma revisão dos registros sobre processos, práticas, planos de manutenção, solicitações, ordens de serviço, inspeções, recomendações do fabricante e “*feedback*” dos operadores e técnicos de manutenção devem ser considerados.

Visto que a informação é um fator indispensável para a tomada de decisão, a necessidade de sua veracidade tem que ser precisa, contudo, devido ao projeto de expansão do setor de manutenção algumas lacunas em seu banco de dados começaram a surgir, mesmo sendo um problema comum a se enfrentar na área de manutenção, percebe-se que o nível de veracidade das informações seria bastante baixo, contudo não seriam descartadas.

Em vista disso, uma vez que os dados foram coletados, possibilitou a verificação do desempenho, no entanto, devido às lacunas existentes e o tempo de oportunidade, uma amostragem menor foi observada e coletada. Para a modelagem dos dados, necessitou das variáveis mensuráveis de tempo entre as falhas, “*up times*”, e do tempo de reparo, “*down*

times”, como também do número de falhas que ocorreram no período de coleta, desse modo, o desempenho poderá ser calculado pelos indicadores, utilizando a Tabela 02.

Tabela 02 - Amostragem de dados para avaliação inicial.

NUMERO DE FALHAS	DATA DE ENTRADA	HORA DE ENTRADA	UP TIME	DATA DE SAÍDA	HORA DE SAÍDA	DOWN TIME
01	04/02/2019	13:15	-	04/02/2019	16:10	2,91
02	09/02/2019	09:37	113,45	09/02/2019	17:29	7,87
03	10/02/2019	16:45	23,26	10/02/2019	18:21	1,6
04	11/02/2019	08:49	14,46	11/02/2019	20:03	11,23
05	15/02/2019	19:15	95,2	16/02/2019	01:03	5,08
06	19/02/2019	18:35	89,53	20/02/2019	02:19	7,73
07	20/02/2019	04:05	1,76	20/02/2019	14:46	10,68
08	22/02/2019	17:08	50,36	22/02/2019	17:55	0,78
09	23/02/2019	16:26	22,51	24/02/2019	03:42	11,26
10	24/02/2019	05:23	1,68	25/02/2019	07:43	26,33
11	27/02/2019	10:06	50,38	27/02/2019	11:33	1,45
12	28/02/2019	09:51	22,3	28/02/2019	11:25	1,56
13	02/03/2019	19:44	56,31	03/03/2019	01:27	5,71
14	03/03/2019	02:12	0,75	03/03/2019	04:38	2,43
15	08/03/2019	18:50	134,2	09/03/2019	00:30	5,66
16	09/03/2019	01:00	0,5	09/03/2019	02:30	1,5
17	10/03/2019	11:05	32,58	10/03/2019	15:30	4,41
18	16/03/2019	06:52	135,36	16/03/2019	10:12	3,33
19	20/03/2019	20:42	106,5	20/03/2019	21:50	1,13
20	21/03/2019	02:36	4,76	21/03/2019	04:28	1,86
21	24/03/2019	08:20	75,86	24/03/2019	11:15	2,91
22	25/03/2019	06:15	19,0	26/03/2019	10:40	28,41
23	26/03/2019	13:00	2,33	26/03/2019	14:55	1,91
24	27/03/2019	08:07	17,2	27/03/2019	10:50	2,71
25	30/03/2019	16:44	77,9	30/03/2019	17:31	0,78
26	31/03/2019	01:23	7,86	31/03/2019	05:45	4,36

Fonte: Autor, 2023.

Para Faesarella (2006), os indicadores são a melhor forma de evidenciar o desempenho da manutenção, sendo esses os que trazem uma análise sistêmica de todo o processo de planejamento e programação, por meio da identificação dos problemas utilizando

variáveis numéricas. Segundo Canhada e Lima (2000), o sucesso de desempenho da manutenção é suportado pela capacidade de se medir com eficiência os indicadores desempenho, de maneira que devem proporcionar informações no que diz respeito às expectativas dos objetivos.

Com base na amostragem de dados, foi feita uma análise inicial para demonstrar o atual desempenho. Por meio dos indicadores MTBF, MTTF e a Disponibilidade são feitos os cálculos para estipular o posicionamento da eficiência da manutenção. Dando início pelo cálculo do MTBF através da resolução da Formula 1.

$$MTBF = \frac{\sum \text{Up Time}}{\text{Número de Falhas}} \quad (1)$$

$$MTBF = \frac{1156,08}{26} \quad (1.1)$$

$$MTBF = 44,46 \text{ Horas} \quad (1.2)$$

Para MTBF, quanto maior seu valor com o tempo, melhor será o desempenho. Portanto temos como base desse indicador um MTBF de 44,46 horas. Assim, utilizando a Formula 2, chegamos ao valor do MTTR.

$$MTTR = \frac{\sum \text{Down Time}}{\text{Número de Falhas}} \quad (2)$$

$$MTTR = \frac{156,41}{26} \quad (2.1)$$

$$MTTR = 6,01 \text{ Horas} \quad (2.2)$$

Já o MTTR no passar do tempo, quanto menor, melhor o andamento da manutenção. Logo o MTTR de 6,01 horas será a base para esse indicador.

Para a disponibilidade, há um entendimento que o mesmo deve atender a um valor maior ou igual a 90% para ser considerado altamente confiável de acordo com os padrões internacionais ou de “classe mundial” (OEE, 2021). Assim sendo, esse indicador já poderá mostrar uma comparação a partir do resultado da Formula 4.

$$\text{Disponibilidade} = \frac{\sum \text{Up Time}}{\sum(\text{Up Time} + \text{Down Time})} \times 100\% \quad (4)$$

$$\text{Disponibilidade} = \frac{1156,08}{(1156,08 + 156,41)} \times 100\% \quad (4.1)$$

$$\text{Disponibilidade} = 88,08\% \quad (4.2)$$

Dessa maneira, levando em conta o nível de classe mundial como 90%, a disponibilidade se encontra abaixo do padrão, com uma porcentagem de apenas 88,08%, deste modo é necessário identificar as causas para reduza à inatividade e conseqüentemente aumente a sua disponibilidade.

4.3. PLANEJAMENTO

O desenvolvimento dos planos de ação é a etapa decisiva para a Gestão da Manutenção, aqui são definidas as estratégias e atividades que serão realizadas para alcançar os objetivos. Além disso, os planos de ação permitem identificar os desvios de planejamento, eventuais falhas e enxergar pontos de melhoria.

Uma vez que e feita análise do histórico e o acompanhamento das atividades é possível apontar alguns pontos de potenciais falhas. Algumas falhas podem influenciar gravemente o desempenho da empresa, desse modo, é importante classifica-las de acordo com sua prioridade de risco, essa classificação auxilia direcionando as ações para as falhas mais relevantes.

Em primeiro lugar, para a priorização e a mitigação das falhas foi utilizada à ferramenta FMEA, que além de identificar as falhas também às relaciona com as suas causas e efeitos. Já a partir da identificação dos modos de possíveis falhas, a ferramenta as classificou de acordo com sua pontuação de risco, possibilitando definir ações preventivas, melhorias no projeto e até outras medidas.

Tabela 03 - Aplicação do FMEA.

ANÁLISE DE MODOS DE FALHA E SEUS EFEITOS FMEA				
MODOS DE FALHAS	Gravidade do Problema. (G) 1~10; 10 = Mais Grave	Probabilidade de Ocorrência. (O) 1~10; 10 = Maior a Probabilidade	Probabilidade de Detecção da Falha. (D) 1~10; 10 = Menor a Probabilidade	Pontuação de Risco. (RPN) RPN = (G)x(O)x(D)
Sistema de Controle e Automação	9	6	8	432
Vazamento de Fluidos	8	7	6	336
Sistema de Lubrificação	6	6	7	252
Obstrução do transporte	7	5	7	245
Sistema de Filtragem	5	7	7	245
Desgaste de Componentes	6	8	5	240
Controle de Temperatura	4	5	6	120

Fonte: Autor, 2023.

Em conjunto com a equipe de engenheiros, técnicos de manutenção e operadores da usina, se formou uma série de pesos para cada modo de falha. A partir da análise do FMEA, a priorização das falhas em relação aos riscos segue o RPN em ordem decrescente, sendo o modo de falha do sistema de controle e automação o de maior risco e o controle de temperatura o de menor risco, e mais uma vez, pela coleta de dados pode-se identificar o porquê de cada atribuição da análise.

Uma vez que todas essas informações são adquiridas, a elaboração de planos de ação se faz necessário. Os planos de manutenção por sua vez são documentos que estabelecem uma rotina de trabalho, tendo de estar adequado e interligado aos processos, setores e objetivos da empresa, de modo que as ações planejadas ajudem a otimizar os processos, conseqüentemente melhorem o desempenho da empresa.

Por sua vez, a definição das ações foi tomada com base nos modos de falha identificados pelo FMEA. Cada atividade foi planejada levando em consideração a experiência da equipe, recomendações do fabricante assim como as melhores práticas. As ações contemplaram inspeções regulares, lubrificação adequada, substituição de componentes desgastados, limpeza e manutenção dos sistemas, calibração de sensores, entre outras medidas, esperando minimizar as chances de ocorrência dessas falhas, do mesmo modo, garantindo um processo seguro e eficiente da usina.

Quadro 04 - Plano de ação para manutenção preventiva.

MODOS DE FALHAS	AÇÕES	OBJETIVOS
Sistema de Controle e Automação	Calibração dos sensores e instrumentos de controle	Garantir a precisão dos equipamentos.
	Monitoramento dos sistemas	Identificar falhas ou desvios.
	Manutenção dos componentes eletrônicos	Garantir o funcionamento desses elementos.
Vazamento de Fluidos	Inspeção regular dos componentes.	Identificar vazamentos e verificar e substituir vedantes e selos desgastados.
	Monitoramento dos fluidos	Detectar variações anormais no nível e pressão dos fluidos.
	Manutenção dos sistemas hidráulicos	Prevenir vazamentos e obstruções sistemas de tubulação, mangueiras e conexões.
Sistema de Lubrificação	Estabelecimento de um programa de lubrificação	Lubrificar componentes durante intervalos definidos.
	Verificação da lubrificação	Averiguar os níveis de lubrificação e renovação.
	Limpeza e manutenção dos pontos de lubrificação	Evitar contaminação e obstrução.
Obstrução do Transporte	Limpeza periódica	Garantir o funcionamento adequado das esteiras, transportadores e sistemas de carregamento.
	Inspeção e manutenção dos dispositivos de proteção	Prevenir obstruções e danos às esteiras, transportadores e sistemas de carregamento.
	Verificação da tensão e alinhamento	Prevenir danos às esteiras, transportadores e sistemas de carregamento.
Sistema de Filtragem	Substituição elementos de filtragem	Substituir filtros e mangas.
	Limpeza e verificação dos elementos de filtragem	Prevenir obstruções, vazamentos e danos aos elementos de filtragem.
Desgaste de Componentes	Lubrificação dos componentes	Reduzir o atrito e o desgaste.
	Monitoramento do desgaste	Inspecionar e medir nível de desgaste.
	Substituição de peças desgastadas	Substituir peças desgastadas de acordo com estabelecido.
Controle de Temperatura	Calibração dos sensores de temperatura	Garantir a precisão dos equipamentos.
	Limpeza e manutenção dos dispositivos de troca térmica	Prevenir danos aos radiadores e trocadores de calor.
	Monitoramento constante da temperatura	Identificar possíveis desvios.

Fonte: Autor, 2023.

Quadro 05 - Plano de ação para manutenção corretiva.

MODOS DE FALHAS	AÇÕES	OBJETIVOS
Sistema de Controle e Automação	Substituição	Substituir imediatamente componentes danificados ou defeituosos.
Vazamento De Fluidos	Substituição ou reparo	Substituir ou reparar imediatamente tubulações, conexões ou componentes com vazamentos.
	Procedimentos de contenção e limpeza	Executar contenção e limpeza em caso de vazamentos.
Sistema de Lubrificação	Melhorias do sistema de lubrificação	Melhorar lubrificantes, planos e avaliação.
Obstrução do Transporte	Reparo	Reparar imediatamente as esteiras, transportadores ou sistemas de carregamento.
Sistema de Filtragem	Substituição	Substituir imediatamente elementos de filtragem com integridade comprometida.
Desgaste de Componentes	Substituição ou reparo	Substituir ou reparar imediatamente peças desgastadas.
Controle de Temperatura	Ajustar controladores de temperatura	Ajustar controladores para manter a temperatura no necessário.
	Implantar redundância	Instalar mais de uma forma de controlar a temperatura.

Fonte: Autor, 2023.

Desta maneira, cada atividade de produção, antes de sua inicialização, passa por estudo, em conjunto do setor de produção, para programar as atividades preventivas aproveitando os tempos de “*setup*” existentes no processo da melhor forma possível. Além disso, na busca de se conseguir eficiência, confiança e rapidez na execução das atividades de manutenção, um treinamento da equipe é realizado. Esse treinamento é baseado nos registros anteriores para compreender as maneiras de facilitar as ações, melhorando a manutenção e consequentemente reduzindo o seu tempo.

Cada treinamento buscou aprimorar as técnicas de cada colaborador para desempenhar suas habilidades através de um serviço de qualidade e eficiente. Servindo não só para a área de manutenção, mas também para outras áreas. Ao verificar os registros, notou-se que muito alto tempo de reparo vinha por falta de peças no estoque, ou seja, o setor de compras e almoxarifado também necessitou de instrução, pois, é de suma importância para o planejamento que o estoque se mantenha atualizado e com o seu nível acima do de segurança, para não existir falta de sobressalentes, ferramentas e utensílios nas atividades.

4.4. PROGRAMAÇÃO

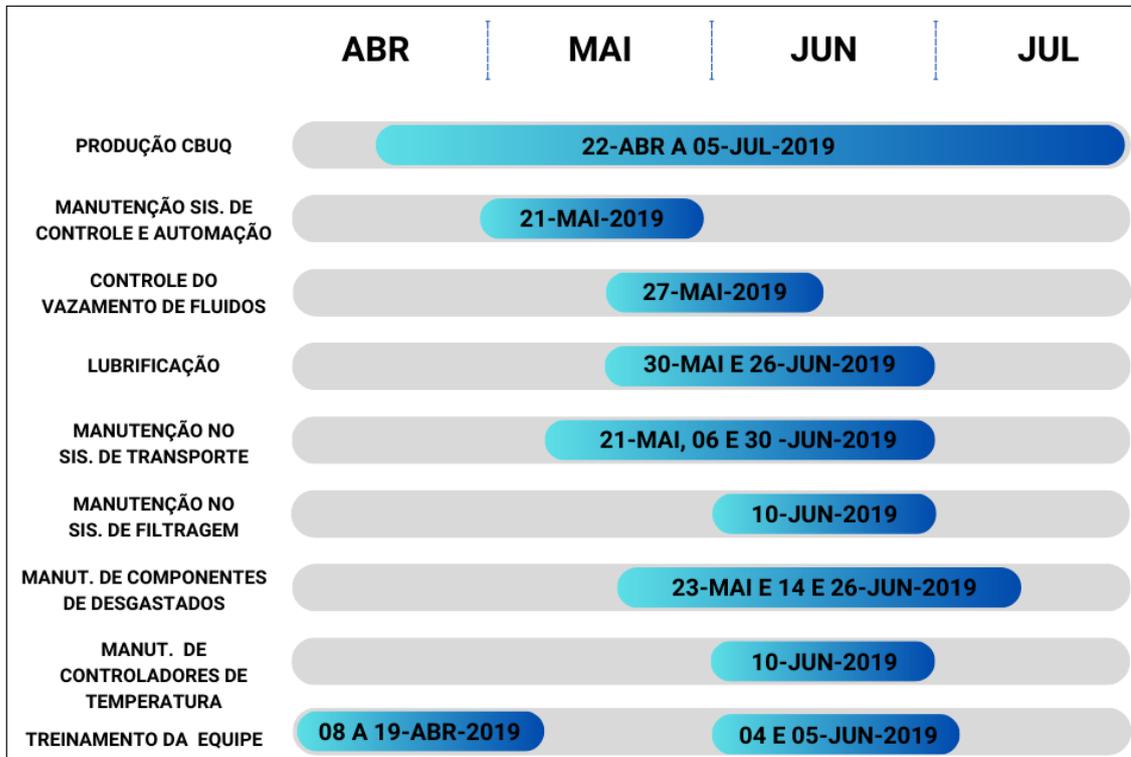
Mediante a etapa de planejamento, cada setor passou por seu treinamento, o responsável por cada setor instruiu seus colaboradores procurando alinhar serviços com os demais setores, eliminando assim alguns problemas e estabelecendo um novo padrão, necessitando o compromisso de cada em mantê-lo funcionando e sempre o ajustando e melhorando a cada treinamento.

Já a execução das ações mitigadoras começou com a primeira oportunidade que os técnicos de manutenção tiveram em conjunto com setor de produção para parar a produção da usina, lembrando que a mesma funciona em regime contínuo de produção, é só existe oportunidades nos tempos de “*setup*”. Logo, com todos os ajustes prontos e as ações tomadas, a usina pode retornar com seus processos, a partir de então resta monitorar e executar ações corretivas caso necessário.

No momento em que foram estabelecidas as ações mitigadoras, o monitoramento dos dados passou a conta para uma nova análise de indicadores, a previsão de produção dessa nova amostragem foi de 75 dias de produção contínua, de 22 de abril a 05 de Julho, tendo até alguns dias para manutenção preventiva e corretiva, caso o monitoramento indique necessidade. Já após esse período se executa mais um ciclo de atividades e reparos e outra rodagem de produção programada para mais ou menos 60 dias, inicializando de 08 de Julho a 08 de Setembro.

Para cada período de produção foram programados cronogramas da sequência de atividade de manutenção mediante os “setups” de produção da usina, para o primeiro período de produção o seu cronograma foi representado pela Figura 18.

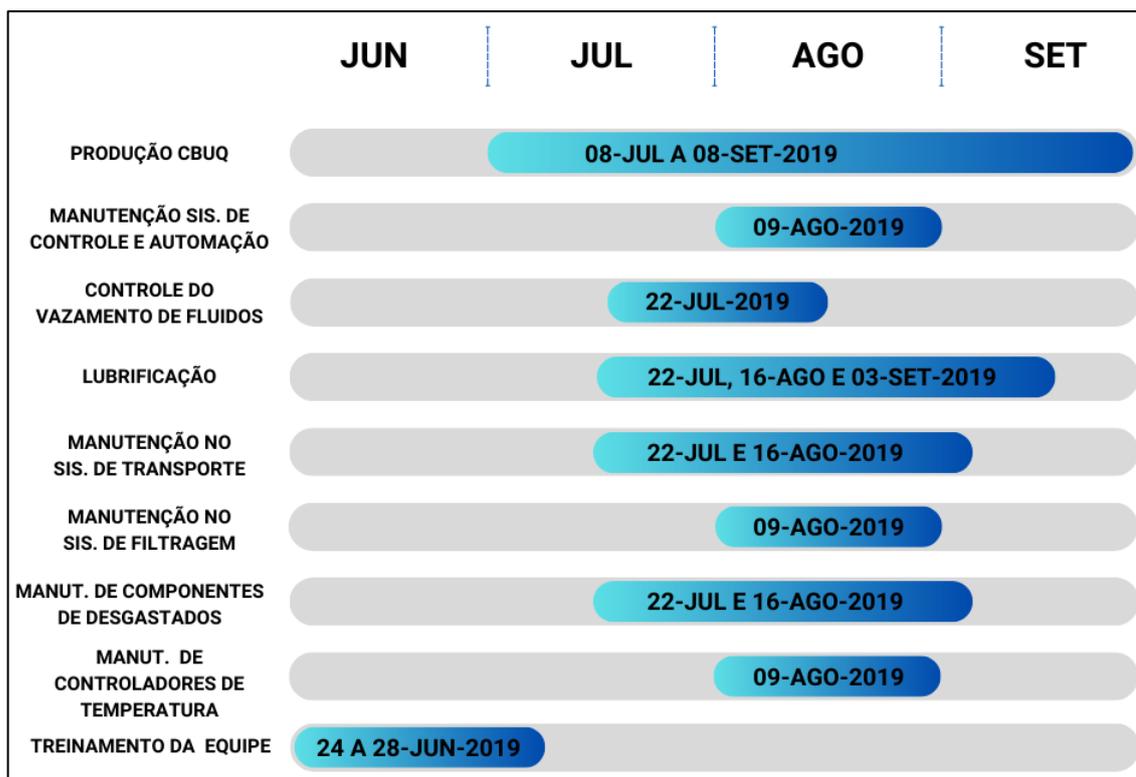
Figura 18 - Cronograma de atividades (I).



Fonte: Auto, 2023.

Embora o primeiro período de atividades de produção apresente uma previsão de produção e atividade de manutenção até o mês de Junho, as atividades para esse período acabaram encerrando no dia 17 de Julho. O encerramento antes do prazo previsto aconteceu pelo recebimento de CBUQ de outra unidade, proporcionando assim, a conclusão das atividades de produção e manutenção programadas no cronograma.

Já o segundo período de produção ocorreu como previsto e sem alterações de adiantamento ou atraso da conclusão, encerrando suas atividades bem próximas do período previsto. Para o segundo período de produção o seu cronograma foi representado pela Figura 19.

Figura 19 - Cronograma de atividades (II).

Fonte: Auto, 2023.

Visto que a maioria das paradas que ocorreram durante o período de coleta de dados se dava por conta de peças danificadas por desgaste e obstruções dos filtros, comparando os primeiros 30 dias de antes e depois da implementação, notou-se uma redução dessas falhas, significando que as medidas tomadas já tiveram efeito visível.

4.5. CONTROLE

A etapa de controle se inicia por meio do monitoramento das atividades, desempenhando um papel de garantir que sejam executadas as atividades programadas de acordo com o planejado. Além disso, durante essa etapa as inspeções periódicas de manutenção registram as informações relevantes e observações de falhas para as análises, que possibilitam a identificação de padrões e desvios, auxiliando nas ações corretivas e ajustando e melhorando as medidas preventivas para evitar as falhas.

Também na etapa de controle é feito o acompanhamento do desempenho da empresa. Através das leituras de medições a comparação entre os dados de cada período, buscando superar os resultados por meio de programas de melhoria contínua (OLIVEIRA, 2013). Para Zen (2011), é por meio da análise de indicadores, que permitem comparar os objetivos específicos da organização com a sua real situação, que irão demonstrar a qualidade dos serviços e o seu desempenho.

Portanto, somente a parti da analise dos indicadores que comprovaram a significância do estudo e suas aplicações, a medição dos dados para os indicadores pode ser acompanhada pelas tabelas seguintes e sua intepretação pelos cálculos posteriores a cada tabela. Sendo assim, a primeira análise é feita sobre o primeiro período produtivo programado, 22 Abril a 05 de Julho, exposto na Tabela 04.

Tabela 04 - Amostragem de 22/04 a 05/07/19.

NUMERO DE FALHAS	DATA DE ENTRADA	HORA DE ENTRADA	UP TIME	DATA DE SAÍDA	HORA DE SAÍDA	DOWN TIME
01	06/05/2019	06:50	340,17	08/05/2019	10:30	51,7
02	08/05/2019	11:00	1,0	09/05/2019	10:10	22,7
03	21/05/2019	06:00	283,83	21/05/2019	08:50	2,83
04	23/05/2019	06:00	45,17	23/05/2019	08:30	2,5
05	27/05/2019	06:00	93,5	27/05/2019	08:50	2,83
06	30/05/2019	06:00	69,17	30/05/2019	08:20	2,33
07	02/06/2019	14:40	78,33	02/06/2019	21:00	6,33
08	06/06/2019	06:00	81,0	06/06/2019	08:30	2,5
09	10/06/2019	06:00	93,5	10/06/2019	08:50	2,83
10	14/06/2019	06:00	93,17	14/06/2019	08:10	2,17
11	15/06/2019	19:00	34,83	16/06/2019	02:00	7,0

Fonte: Autor, 2023.

A interpretação desses dados significa tomar as melhores decisões sobre melhorias na manutenção, ou seja, é possível planejar e a otimizar os processos de manutenção pela análise desses dados. Portanto, esses dados assim como os da avaliação inicial são calculados por meio das formulas dos indicadores de MTBF, MTTR e Disponibilidade, para compara seus resultados com os encontrados inicialmente. Dessa forma, iniciamos com os cálculos dos indicadores da primeira amostragem assim como da avaliação inicial pelo indicador MTBF.

$$MTBF = \frac{1209,5}{11} \quad (1.3)$$

$$MTBF = 109,95 \text{ Horas} \quad (1.4)$$

Partindo para o calculo do MTTR.

$$\text{MTTR} = \frac{105,7}{11} \quad (1.3)$$

$$\text{MTTR} = 9,61 \text{ Horas} \quad (1.4)$$

Finalizando a primeira amostragem com o calculo do indicador de Disponibilidade.

$$\text{Disponibilidade} = \frac{1209,5}{(1209,5 + 105,7)} \times 100\% \quad (4.3)$$

$$\text{Disponibilidade} = 91,96\% \quad (4.4)$$

Para a segunda amostragem, de 08 de Julho a 08 de Setembro, seus dados assim como os da primeira amostragem foram tabelados, expressos na Tabela 05, e interpretados pela mesma sequencia de indicadores calculados.

Tabela 05 - Amostragem de 08/07 a 08/09/19.

NUMERO DE FALHAS	DATA DE ENTRADA	HORA DE ENTRADA	UP TIME	DATA DE SAÍDA	HORA DE SAÍDA	DOWN TIME
01	19/07/2019	20:40	276,7	20/07/2019	09:30	12,83
02	22/07/2019	06:00	44,5	22/07/2019	07:30	1,5
03	29/07/2019	06:00	166,5	29/07/2019	07:30	1,5
04	09/08/2019	06:00	262,5	09/08/2019	07:20	1,33
05	16/08/2019	06:00	166,7	16/08/2019	07:20	1,33
06	20/08/2019	21:00	109,7	21/08/2019	01:30	4,5
07	26/08/2019	22:30	141,0	27/08/2019	00:40	2,17
08	28/08/2019	04:30	27,83	28/08/2019	08:00	3,3
09	29/08/2019	02:00	18,0	29/08/2019	05:10	3,17
10	30/08/2019	13:50	32,7	30/08/2019	15:00	1,17
11	01/09/2019	00:40	33,7	01/09/2019	04:30	3,83
12	03/09/2019	06:00	49,5	03/09/2019	07:40	1,7

Fonte: Autor, 2023.

Para o MTBF:

$$\text{MTBF} = \frac{1329,17}{12} \quad (1.5)$$

$$\text{MTBF} = 110,76 \text{ Horas} \quad (1.6)$$

Para o MTTR:

$$\text{MTTR} = \frac{38,5}{12} \quad (2.5)$$

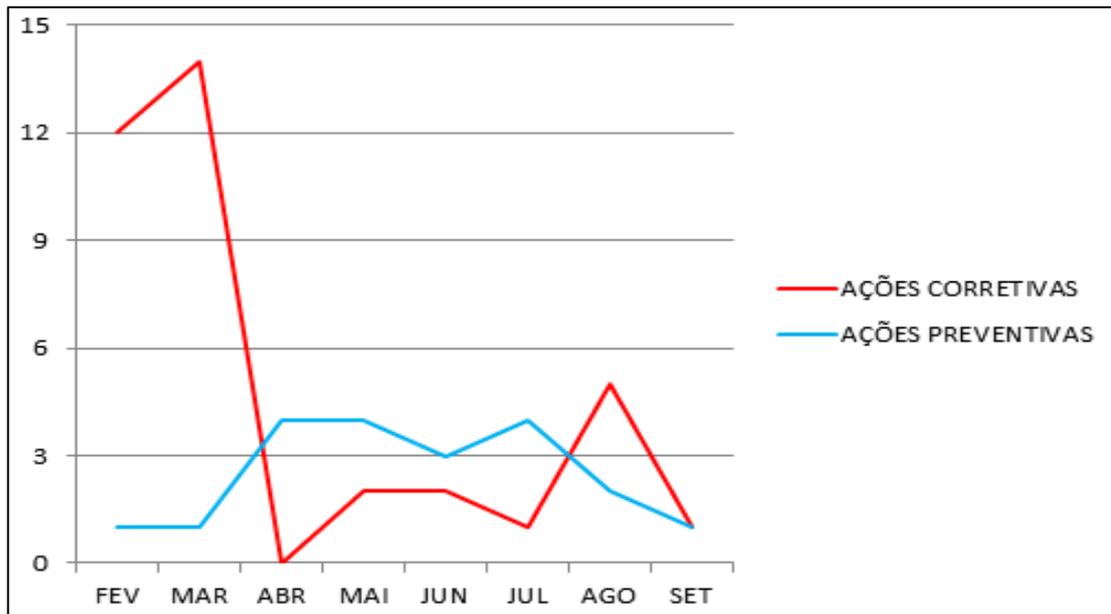
$$\text{MTTR} = 3,21 \text{ Horas} \quad (2.6)$$

Para a disponibilidade:

$$\text{Disponibilidade} = \frac{1329,17}{(1329,17 + 38,5)} \times 100\% \quad (4.5)$$

$$\text{Disponibilidade} = 97,18\% \quad (4.6)$$

Com a obtenção de todos os valores a comparação de resultados de cada período em relação ao outro possibilita indicar como o desempenho ficou diante de todas as ações tomadas pela Gestão da Manutenção nesses períodos. Em primeiro lugar, observa-se pela coleta dos dados necessários para a comparação que no período total o número de manutenções corretivas reduziram, analogamente o número de preventivas aumentaram como exposto pela Figura 20, porém devido a existência da lacuna nas informações passadas ao período da Figura 20, só se fez utilização dos mesmos a partir de Fevereiro de 2019.

Figura 20 - Ações corretivas x Ações preventivas.

Fonte: Autor, 2023.

Compreendendo que a redução do número dessas ações se deve pelo fator que as estratégias adotadas para alcançar o objetivo estão funcionando, presumisse que as horas empregadas para essas ações também tenham reduzido, sendo isso uma condição favorável para os indicadores. Para os indicadores, a sua comparação é feita a seguir:

Figura 21 - Comparação do indicador MTBF.

MTBF base		MTBF I		MTBF II
44,46	<	109,95	<	110,76
Horas		Horas		Horas

Fonte: Autor, 2023.

Pela a explicação do MTBF, quanto maior o seu valor consecutivamente indicara menos falhas, logicamente, pela Figura 20 apresenta a redução dos números de ações não programadas se tem que o seus valores em relação à base será alto. Portanto, tomando em consideração comparação de seus valores obtidos, compreende-se que o tempo entre uma falha e outra aumentou. Logo, pode-se dizer que a confiança foi aumenta pela diminuição das falhas.

O próximo indicado está relacionando com o objetivo do tempo de reparo, dessa maneira, para um resultado positivo seu valor terá diminuir em relação ao tempo, indicando as falhas estão sendo cada vez menos impactantes. Portanto:

Figura 22 - Comparação do indicador MTTF.

MTTR base		MTTR I		MTTR II
6,01	<	9,61	>	3,21
Horas		Horas		Horas

Fonte: Autor, 2023.

O valor final obtido em no MTTR II resulta de maneira positiva em relação aos outros, porem, MTTR I apresentou um aumento em relação ao seu antecessor, indicando que aconteceram falhas significativas de difícil reparo ou algum imprevisto durante as atividades e o que se apresentou foi a ausência de sobressalentes, tanto em almoxarifado quanto em fornecedores, ocasionando assim um maior tempo de reparo até o sobressalente se repostado, contudo, em relação aos três períodos de análise, seu resultado final indica sim, uma redução significativa do tempo de reparo. Restando a conferencia da disponibilidade.

Figura 23 - Comparação do indicador de Disponibilidade.

Disp. base		Disp. I		Disp. II
88,08%	<	91,96%	<	97,18%
Disponibilidade de Classe Mundial				
90,0%				

Fonte: Autor, 2023.

Para esse indicador, podemos levar em conta a existência de uma métrica certificação chamada classe mundial, ao qual indica que para esse indicador ser efetivo e confiável ele deve apresenta seu valor acima de 90%. Como expresso os valores, a empresa antes de se estabelecido às mudanças não apresentava um índice confiável para esse indicador, Contudo, o período posterior à mudança já apresenta uma porcentagem considerável e finalmente o valor consolida tanto o objetivo de aumentar a disponibilidade, mas a métrica de disponibilidade de classe mundial.

4.6. RESULTADOS

Os resultados do estudo foram aparecendo à medida que as observações realizadas ao longo das etapas de seu desenvolvimento destacaram as metas necessárias para se atender os objetivos estabelecidos, ou seja, como o foco do estudo era estabelecer uma gestão adaptada do PCM para atender as necessidades de funcionamento e disponibilidade da usina de CBUQ, através da redução das falhas, da minimização do tempo de reparo e da maximização de sua disponibilidade, foi possível demonstrar os pontos em que objetivo foi atendido.

Em primeiro lugar, as definições dos objetivos corroboraram tanto para atenderem os objetivos da empresa quanto aos do estudo, unificando ambos a exposição aos resultados se tornam mais claros e precisos, eliminando redundâncias e expectativas paralelas.

Em seguida, é acordado que as avaliações no campo da manutenção dependam naturalmente de dados, certamente o apoio que a avaliação dessas informações dá às decisões e ao planejamento é inquestionável, e sem elas como se obter e comparar os resultados para comprovação de melhorias. Uma vez que essa etapa interpretada como meta para descobrir posicionamento que empresa se encontrou e ao está agora fica claro a sua importância.

Para a etapa de planejamento, se faz essencial para a Gestão da Manutenção por adequar e interligar os processos, setores e objetivos da organização. Essa etapa foi encarregada de planejar cada ação, utilização de recurso, tempo e características que simplifiquem e assegure às atividades, mostrando o qual crucial é essa etapa para alcançar os resultados. Em seguida a execução das ações planejadas para comprovar que as medidas tomadas realmente chegaram às expectativas.

Finalmente a etapa de controle, onde as atividades foram monitoradas para atender planejamento, evitando os desvios e fixando o padrão a empresa através da mensuração e comparação dos indicadores de desempenho, conseqüentemente melhorando continuamente, através das ações nos pontos de melhoria. Mediante o exposto, essa etapa mostrou resultados obtidos foram satisfatórios, também é a qual mostra quais ajustes serão feitos para melhorar o valor desses resultados.

5. CONCLUSÃO

Este capítulo final apresenta as conclusões resultantes do trabalho desenvolvido.

5.1. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho abordou uma variedade de aspectos relacionados à manutenção, com o objetivo de estabelecer uma gestão adaptada do PCM específica para uma usina de CBUQ. Entretanto, inúmeras variáveis não tornaram o estudo uma ocupação simples, principalmente por está relacionado com mudanças gerenciais interligadas a outros setores, apesar disso, a alta gerencia ponderou e votou pela aceitação do projeto.

Ainda, acreditou-se que esse novo modelo de gestão não só resolveria os problemas enfrentados posteriormente com a adoção de novas estratégias como também possibilitou a criação de novos vínculos e canais entre os setores, os quais anteriormente não firmavam cooperação entre suas atividades acreditando um ser superior ao outro.

Lembra-se que, apesar de o PCM abranger muitos caminhos para esse estudo, a empresa possuía um histórico de evolução em relação à manutenção, e foi de grande sabedoria ponderar que nem tudo poderia ser recriado, e que todo bom trabalho poderia sim se resguardado do descarte apesar do mau uso.

Considerando os pontos de melhoria, a utilização de um novo software de características mais leve, sem limitações ao uso, com interface simples e fácil manuseio eliminaria algumas lacunas existentes. Ainda referente à tecnologia o aumento do nível tecnológico e capacitação dos colaboradores ao uso dessa tecnologia possibilitaria respostas mais rápidas e eficientes às atividades. Espera-se também que a continuidade dos treinamentos dos demais setores corrijam falhas que afetam a Gestão da Manutenção.

Conforme os objetivos específicos citados para este estudo se mostraram claros e bem elaborados, tendo em si a expectativa ter gerado um ciclo melhoria continua para a empresa sempre buscar, quando necessário, resultados melhores no seu desempenho. Ainda com avaliação continua, espera-se que novos indicadores sejam adicionados e proporcionem ainda mais melhorias.

Inegavelmente, todos os objetivos traçados para esse estudo foram concluídos, a comprovação dos resultados mostra que ações tomadas serviram de metas para alcançar as expectativas, apesar de que a gestão formada serviu para apenas único equipamento acredita-se que a mesma seja aplicável os demais equipamentos da empresa, respalda-se ainda que o equipamento estudado seja essencial para a cadeia produtiva, e que, portanto os resultados obtidos foram excelentes para o desfecho desse estudo.

5.2. SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Ressalvar-se ainda, que para trabalhos futuros prolonguem o tempo de execução das atividades de melhoria como também atendam os demais equipamentos proporcionando assim um ajuste de padronização mais preciso nas atividades. A utilização de indicadores financeiros, horas e ou de segurança contribuiriam com certeza de que a Gestão da Manutenção proporciona ambos os resultados satisfatórios. Outro bom ponto é a expansão de utilização do software assim como o seu ajuste para que atenda a todos os envolvidos, visto o mesmo é limitado e não é compreendido por que o utiliza.

REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5462: 1975. **Confiabilidade e Manutenibilidade**. Rio de Janeiro: ABNT, 1975.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5462: 1994. **Confiabilidade e Manutenibilidade**. Rio de Janeiro: ABNT, 1994.
- ALMEIDA, Márcio Tadeu de. **Manutenção preditiva: confiabilidade e qualidade**. Itajubá, MG, 2000.
- BARDIN, Laurence. Análisis de contenido. Ediciones Akal, 1991.
- BRANCO, F. G. **A organização, o planejamento e o controle da manutenção**. Rio de Janeiro: Ciência Moderna, 2008.
- CANHADA, Marcos A.; LIMA, Carlos RC. **Indicadores de Avaliação de Desempenho da Manutenção Industrial Terceirizada**. ENEGEP, São Paulo, 2000.
- CARVALHO, Carla. **PCM (Planejamento e Controle da Manutenção): o que é e como aplicar**. Disponível em: <<https://www.produttivo.com.br/blog/gerenciamento/2019/04/23/pcm-planejamento-e-controle-da-manutencao-o-que-e-e-como-aplicar.html>>. Acessado em Dezembro de 2022.
- COSTA, Mariana de Almeida. **Gestão Estratégica da Manutenção: uma oportunidade para melhorar o resultado operacional**. 2013. Monografia. Curso de Engenharia de Produção. Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2013.
- Departamento Nacional de Infra-Estrutura de Transportes - DNIT, 2003. Disponível em: <<http://www.dnit.gov.br/rodovias/condicoes/rs.htm>>. Acessado em Janeiro de 2023.
- DE SIQUEIRA, Iony Patriota. **Indicadores de eficiência, eficácia e efetividade da manutenção**. 2006.
- DUARTE, A. M. P; MIRANDA, G. W. A; FORTES, M. Z. **Manutenção Centrada Em Confiabilidade (Mcc): Pesquisa Ação De Implantação Em Uma Fã Brica De Pneumã Ticos**. Ciência & Engenharia, v. 22, n. 1, p. 79-85, 2013.
- FAGNANI, Kátia & Ribas, Maria & Fagundes-Klen, Márcia & Veit, Márcia. (2009). **Diagnóstico de uma usina de asfalto visando a implantação de um Sistema de Gestão Ambiental com base na norma ABNT NBR ISO 14001**. Estudos Tecnológicos em Engenharia. 5. 10.4013/ete.2009.52.08.

FLEURY, Maria T. L.; WERLANG, Sergio R. C. **Pesquisa aplicada: conceitos e abordagens**. Anuário de Pesquisa 2016-2017. GVpesquisa, 2016.

GIL, A.C. **Como elaborar Projetos de Pesquisa**. São Paulo: Atlas, 2010.

GONÇALVES, Elisa Pereira. **Conversas sobre iniciação à pesquisa científica**. Editora Alínea, 2001.

KARDEC, Allan; NASCIF, Júlio. **Manutenção: Função Estratégica**. 4ª Edição: Rio de Janeiro: Qualitymark Editora, 2013.

LIKER, Jeffrey K. Méier, David. **O Modelo Toyota: Manual de aplicação**. Porto Alegre: Bookman, 2007.

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Fundamentos de metodologia científica**. 8. ed. São Paulo: Atlas, 2019.

MEDEIROS, J. B. **Redação Científica: a prática de fichamentos, resumos, resenhas**. 8. ed. São Paulo: Atlas, 2006.

MENDONÇA, Fauzi. **Um quarto das empresas não possuem um setor de Planejamento e Controle de Manutenção (PCM)**. Revista Manutenção, 2020. Disponível em: <<https://www.revistamanutencao.com.br/noticias/manutencao/um-quarto-das-empresas-nao-possuem-um-setor-de-planejamento-e-controle-de-manutencao-pcm.html>>. Acessado em Dezembro de 2022.

MONCHY, François. **A Função Manutenção: Formação para a gerência da Manutenção Industrial**. 1.ed. São Paulo: Ed. Durban, 1987. 424 p.

MUCHIRI, P.; PINTELON, L. G.; LUDO, M. H. **Development of maintenance function performance measurement framework and indicators**. International Journal Production Economics, v. 131, p. 295-302, 2011

NATIONAL AERONAUTICS AND SPACE ADMINISTRATION. **Reliability Centered Maintenance Guide for Facilities and Collateral Equipment**. Washington, 2000. 356 p.

NETTO, W. A. C. **A Importância e a Aplicabilidade da Manutenção Produtiva Total (TPM) nas Indústrias**. 2008. 53f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Produção). Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2008.

OEE Classe Mundial. OEE Efetividade Global do Equipamento, 2021. Disponível em: <<http://www.oeeclass.com.br/oeeclass-mundial/>>. Acessado em Janeiro de 2022.

OLIVEIRA, Djalma de Pinho Rebouças de. **Planejamento Estratégico: Conceitos, metodologias e práticas**. 23. Ed. São Paulo: Atlas, 2007.

OLIVEIRA, José Carlos Souza. **Análise de indicadores de qualidade e produtividade da manutenção nas indústrias brasileiras**. Revista Gestão da Produção Operações e Sistemas, n. 3, p. 53-53, 2013.

OTANI, M.; MACHADO, W. V. **A proposta de desenvolvimento de gestão da manutenção industrial na busca da excelência ou classe mundial**. Revista Gestão Industrial. Vol.4, n.2, 2008.

POSSAN, E.; DEMOLINER, C.A. **Desempenho, durabilidade e vida útil das edificações: abordagem geral**. Revista Técnico-Científica do CREA-PR, 1ª edição, out. 2013.

SOARES, A. M. (2019). **Planejamento e controle da manutenção como alavanca de resultados: implantação em uma indústria de carcinicultura**. 138f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção). Natal: UFRGN.

SOUZA, Fábio Januário de. **Melhoria do pilar “Manutenção Planejada” da TPM através da utilização do RCM para nortear as estratégias de Manutenção**. 2004. 115f. Dissertação (Mestrado Profissionalizante em Engenharia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004.

SOUZA, J. B. (2008). **Alinhamento das estratégias do Planejamento e Controle da Manutenção (PCM) com as finalidades e função do Planejamento e Controle da Produção (PCP): Uma abordagem Analítica**. 169 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção). Ponta Grossa: UTFP

SLACK, Nigel; CHAMBERS, Stuart; JOHNSTON, Robert. **Administração da produção**. 3.ed. São Paulo: Atlas, 2009.

TAVARES, L. A. **Manutenção centrada no negócio**. 1ª edição. Rio de Janeiro: NAT, 2005. 164 p.

TURRIONI, J.B.; MELLO, C. H. P. **Metodologia de pesquisa em engenharia de produção: estratégias, métodos e técnicas para condução de pesquisas quantitativas e qualitativas**. Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Itajuba, 2012.

VIANA, Hebert Ricardo Garcia. **PCM, Planejamento e Controle de Manutenção**. Rio de Janeiro: Quallymark, 2002.

VIANA, Hebert Ricardo Garcia. **Planejamento e Controle da Manutenção**. 1.ed. Rio de Janeiro: Ed. Qualitymark, 2006. 167 p.

WIREMAN, Terry. **Benchmarking best practices in maintenance management**. Industrial Press Inc., 2004.

XAVIER, Júlio Nascif. **Manutenção classe mundial**. In: Congresso Brasileiro de Manutenção, Salvador. sn, 1998.