

Faculdade de Tecnologia de Pindamonhangaba

**AVALIAÇÃO DA GESTÃO DA MANUTENÇÃO E
TERCEIRIZAÇÃO**

Análise e definição das métricas e indicadores de desempenho para
avaliação dos processos de manutenção corretiva e preventiva
realizados por uma caldeiraria industrial

**Eduardo Henrique Barbosa
José Alberto Marques Negro**

**Pindamonhangaba - SP
2022**

Faculdade de Tecnologia de Pindamonhangaba

**AVALIAÇÃO DA GESTÃO DA MANUTENÇÃO E
TERCEIRIZAÇÃO**

Análise e definição das métricas e indicadores de desempenho para
avaliação dos processos de manutenção corretiva e preventiva
realizados por uma caldeiraria industrial

**Eduardo Henrique Barbosa
José Alberto Marques Negro**

Monografia apresentada à Faculdade de
Tecnologia de Pindamonhangaba
para graduação no Curso Superior
de Tecnologia em Manutenção Industrial.

Orientador(a): Prof. Me. Laércio Ferreira

**Pindamonhangaba - SP
2022**

B238a Barbosa, Eduardo Henrique.

Avaliação da Gestão da Manutenção e Terceirização: Análise e definição das métricas e indicadores de desempenho para avaliação dos processos de manutenção corretiva e preventiva realizados por uma caldeiraria industrial / Eduardo Henrique Barbosa; José Alberto Marques Negrodo / FATEC Pindamonhangaba, 2022.
69f.; il.

Orientador: Professor Me. Laércio Ferreira
Monografia (Graduação) – FATEC – Faculdade de Tecnologia de Pindamonhangaba. 2022

1. Manutenção. 2. Gestão da Manutenção. 3. Gestão da Manutenção Terceirizadas. I. Barbosa, Eduardo Henrique. II. Negrodo, José Alberto Marques. III. Ferreira, Laércio. IV. Título.

Faculdade de Tecnologia de Pindamonhangaba

**AVALIAÇÃO DA GESTÃO DA MANUTENÇÃO E
TERCEIRIZAÇÃO**

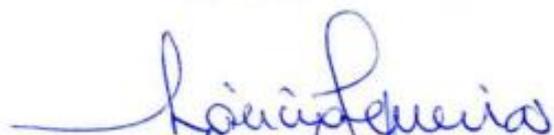
Análise e definição das métricas e indicadores de desempenho para
avaliação dos processos de manutenção corretiva e preventiva
realizados por uma caldeiraria industrial

**Eduardo Henrique Barbosa
José Alberto Marques Negro**

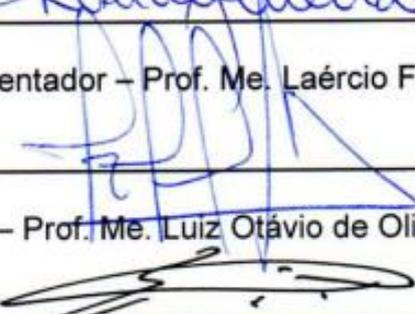
Monografia apresentada à Faculdade de
Tecnologia de Pindamonhangaba
para graduação no Curso Superior
de Tecnologia em Manutenção Industrial.

Orientador(a): Prof. Me. Laércio Ferreira

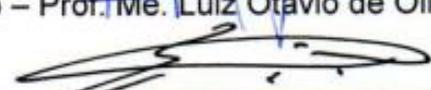
Comissão Examinadora



Orientador – Prof. Me. Laércio Ferreira



Membro – Prof. Me. Luiz Otávio de Oliveira Arouca



Membro – Prof. Me. Fernando Luiz Moteiro

Pindamonhangaba, 08 de dezembro de 2022.

DEDICATÓRIA

A minha família e amigos que me incentivaram a conquistar mais esse objetivo na minha vida, além do professor e amigo Me Laércio Ferreira, que nos ajudou e orientou para a conclusão deste.

AGRADECIMENTO

A todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho.

Aos nossos familiares, que proporcionaram toda condição necessária para a conclusão desta faculdade.

Ao professor Me Laércio Ferreira, pelo inestimável apoio na orientação deste trabalho.

Aos colegas de classe, com quem nesses anos de estudo tivemos a felicidade de conviver.

“Para uma tecnologia de sucesso, a realidade deve ter prioridade sobre as relações públicas, pois, a Natureza não pode ser enganada.”

Richard Feynman

BARBOSA, Eduardo Henrique. NEGREDO, José Alberto Marques. **Avaliação da gestão da manutenção e terceirização**: Análise e definição das métricas e indicadores de desempenho para avaliação dos processos de manutenção 2022. 69p. Trabalho de Graduação (Curso Superior de Tecnologia em Manutenção Industrial). Faculdade de Tecnologia de Pindamonhangaba.Pindamonhangaba. 2022.

RESUMO

A avaliação dos planos e processos técnicos através do estabelecimento de métricas e indicadores de desempenho é peça-chave para as tomadas de decisão assertivas na Gestão da Manutenção, pois, refletem a real situação dos ativos e como as ações planejadas afetaram o aumento ou diminuição de sua disponibilidade e/ou confiabilidade. Eles também se mostram fundamentais para a prospecção de melhorias e controle da efetividade de processos e operações da manutenção. Dentro deste contexto, a pesquisa busca evidenciar a importância da avaliação da Gestão da Manutenção e terceirizadas, que são empresas que assumem parte das atividades de manutenção dentro de uma organização. A contratação deste tipo de empresa tem como foco solucionar problemas específicos dentro da sua especialização na área de Manutenção Industrial para que eles sejam resolvidos de maneira mais eficiente, no prazo certo, aos menores custos possíveis. Para tanto, como metodologia utilizou o estudo de caso, para avaliar quais os indicadores de desempenho aplicáveis a manutenção industrial pode melhor mensurar a efetividade dos serviços de manutenção corretiva e preventiva prestados por uma empresa terceirizada de caldeiraria no setor industrial, além de uma pesquisa bibliográfica, na qual se utilizou livros, dissertações e artigos científicos publicados entre 1987 e 2022. Como resultado constatou-se que esses índices permitem justificar a confiabilidade e disponibilidade em função do investimento realizado nas ações técnicas e gerenciais desenvolvidas baseadas nos planos de manutenção sob a responsabilidade das empresas terceirizadas, medindo assim, a efetividade em colaborar para que a produção seja realizada de forma eficiente.

Palavras-chave: Gestão da Manutenção. Manutenção. Gestão da Manutenção. Terceirizadas.

BARBOSA, Eduardo Henrique. NEGREDO, José Alberto Marques. ***Evaluation of maintenance and outsourcing management: Analysis and definition of metrics and performance indicators for evaluation of maintenance processes.*** 2022. 69p. Graduation Work (Superior Course of Technology in Industrial Maintenance). Pindamonhangaba College of Technology. Pindamonhangaba. 2022

ABSTRACT

The evaluation of plans and technical processes through the establishment of metrics and performance indicators is a key element for assertive decision-making in Maintenance Management, as it reflects the real situation of the assets and how the planned actions affected the increase or decrease of its availability and/or reliability. They are also fundamental for prospecting improvements and controlling the effectiveness of maintenance processes and operations. Within this context, the research seeks to highlight the importance of evaluating Maintenance Management and outsourced companies, which are companies that assume part of the maintenance activities within an organization. Hiring this type of company is focused on solving specific problems within their specialization in the field of Industrial Maintenance so that they are resolved more efficiently, in the right time, at the lowest possible cost. For that, as a methodology used the case study, to evaluate which performance indicators applicable to industrial maintenance can better measure the effectiveness of corrective and preventive maintenance services provided by an outsourced boiler company in the industrial sector, in addition to a bibliographical research , in which books, dissertations and scientific articles published between 1987 and 2022 were used. As a result, it was found that these indexes allow justifying the reliability and availability due to the investment made in the technical and managerial actions developed based on the maintenance plans under the responsibility of outsourced companies, thus measuring the effectiveness in collaborating so that production is carried out efficiently.

Keywords: Maintenance Management. Maintenance. Maintenance management. Outsourced.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Processos de gestão da manutenção	22
Figura 2 – Contribuição da manutenção no desempenho das organizações	23
Figura 3 – Tipos de manutenção	26
Figura 4 – Manutenção corretiva	28
Figura 5 – Manutenção preventiva	29
Figura 6 – Manutenção preditiva	30
Figura 7 – Fluxograma de planejamento, execução, controle e indicadores	35
Figura 8 – Sistemática de coleta e tratativa de dados para indicadores.....	36
Figura 9 – Fórmula para cálculo do MTBF	38
Figura 10 – Fórmula para cálculo do MTTR	39
Figura 11 – Fórmula para medir a manutenibilidade	40
Figura 12 – Fórmula para cálculo da Disponibilidade.....	40
Figura 13 – Fórmula para cálculo da confiabilidade	41
Figura 14 – Fórmula para cálculo de Alocação de HH em OM.....	43
Figura 15 – Fórmula para cálculo de <i>backlog</i>	45
Figura 16 – Perdas e tempos utilizados para a quantificação do OEE	46
Figura 17 – Fórmula para o cálculo do OEE.....	47

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Evolução da manutenção	19
Quadro 2 – Aplicação do <i>Benchmarking</i>	48
Quadro 3 – Classificação da pesquisa	52
Quadro 4 – <i>Benchmarking</i>	60

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Gráfico da disponibilidade, confiabilidade e custo versus tipo de manutenção.....	32
Gráfico 2 – Exemplo de aplicação do MTBF	38
Gráfico 3 – Exemplo de aplicação do indicador de Distribuição de atividade por tipo de manutenção.....	43
Gráfico 4 – Distribuição de atividades por tipo de manutenção na empresa contratada	54
Gráfico 5 – HH OS	55
Gráfico 6 – <i>Backlog</i>	56
Gráfico 7 – Custos de manutenção da empresa contratada e terceirizada	57
Gráfico 8 – Evolução dos indicadores primários da efetividade da manutenção.....	58
Gráfico 9 – Eficiência Global dos Equipamentos com intervenções da terceirizada .	59

LISTA DE SIGLAS E ABREVIações

A	Fator disponibilidade
AP	Acerto da programação
CM	Custo de materiais
CP:	Cumprimento da programação
EM	Engenharia da Manutenção
FMEA	<i>Failure Mode and Effects Analysis</i> (Análise dos Modos e Efeitos de Falha)
FTA	<i>Failure Tree Analysis</i> (Análise de Árvores de Falha)
HHCorretiva	Alocação da Mão de obra em serviços de manutenção corretiva
HHPreventiva	Alocação da Mão de obra em serviços de manutenção preventiva
HHPredictiva	Alocação da Mão de obra em serviços de manutenção preditiva
HH OS	Homem Hora alocado em Ordem de Serviço
HH OM	Homem Hora alocado em Ordem de Manutenção
IMF	Custo total de manutenção por faturamento bruto
KPI	<i>Key Performance Indicators</i> (Indicadores de performance chave)
MCC	Manutenção Centrada na Confiabilidade
MCM	Manufatura Classe Mundial
MDT	Tempo Médio de Paragem para Ações de Manutenção
MO	Custo de mão de obra
MPT	Manutenção Produtiva Total
MP	Cumprimentos de planos de manutenção preventiva
MTBF	Tempo Médio Entre Avarias
MTTR	Tempo Médio de Reparação
MTBM	Tempo Médio entre Ações de Manutenção
OEE	Eficiência Global de Equipamento
OOE	Eficácia geral do equipamento
PCM	Planejamento e Controle da Manutenção
R	Fator Confiabilidade
TEEP	Performance Efetiva Total dos Equipamentos
SMART	S (<i>Specific</i>), seja específico; M (<i>Measurable</i>) mensurável; A (<i>Attainable</i>) atingível; R (<i>Realistic</i>) realista; T (<i>Timely</i>) em tempo

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
1.1 PROBLEMA DA PESQUISA.....	15
1.2 OBJETIVOS	16
1.2.1 Objetivo Geral	16
1.2.2 Objetivos Específicos	16
1.3 JUSTIFICATIVA	16
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	18
2.1 GESTÃO DA MANUTENÇÃO.....	18
2.2 TIPOS DE MANUTENÇÃO.....	25
2.3 INDICADORES DE DESEMPENHO NA MANUTENÇÃO INDUSTRIAL.....	32
2.3.1 Tempo médio entre falhas.....	37
2.3.2 Tempo médio de reparo	38
2.3.3 Manutenibilidade	39
2.3.4 Disponibilidade	40
2.3.5 Confiabilidade	41
2.3.6 Custos de manutenção	42
2.3.7 Distribuição de atividade por tipo de manutenção.....	42
2.3.8 Alocação Homem-Hora por Ordem de Serviço	43
2.3.9 Backlog	44
2.3.10 Eficiência Global dos Equipamentos	45
2.3.11 Benchmarking	47
2.4 TERCEIRIZAÇÃO DOS SERVIÇOS DE MANUTENÇÃO.....	49
3 METODOLOGIA	51
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	54
4.1 RESULTADOS.....	54
4.2 DISCUSSÃO	60
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	64
REFERÊNCIAS	67

1 INTRODUÇÃO

A avaliação dos planos e processos técnicos através do estabelecimento de métricas e indicadores de desempenho é peça-chave para as tomadas de decisão assertivas na Gestão da Manutenção, pois, refletem a real situação dos ativos e como as ações planejadas afetaram o aumento ou diminuição de sua disponibilidade e/ou confiabilidade. Eles também se mostram fundamentais para a prospecção de melhorias e controle da efetividade de processos e operações da manutenção.

Dentro deste contexto, a pesquisa busca evidenciar a importância da avaliação da Gestão da Manutenção e terceirizadas, que são empresas que assumem parte das atividades de manutenção dentro de uma organização. A contratação deste tipo de empresa tem como foco solucionar problemas específicos dentro da sua especialização na área de Manutenção Industrial para que eles sejam resolvidos de maneira mais eficiente, no prazo certo, aos menores custos possíveis.

Para tanto, delimitou-se a realizar um estudo de caso para a análise e definição das métricas e indicadores de desempenho para avaliação dos processos de manutenção corretiva e preventiva realizados por uma terceirizada especializada em caldeiraria industrial. Geralmente os requisitos de competitividade e preservação de empresas terceirizadas são medidos pela segurança do processo, tempo, custo e qualidade do serviço realizado.

Portanto, os requisitos citados são preponderantes não só para prospectar quais as métricas e indicadores de desempenho devem ser utilizados, mas também, para estabelecer as estratégias e metas que garantirão a estabilidade da empresa no mercado. Esta sistemática permite que o planejamento seja controlado e o resultado obtido avaliado, verificando os pontos que atingiram a maximização da efetividade e os pontos que ainda necessitam ser melhorados.

Por fim, compreende-se que a abordagem da avaliação da Gestão da Manutenção e terceirizadas nesta pesquisa está ligado a uma discussão maior sobre os meios para se ter uma maior efetividade e competitividade nos serviços de manutenção através de uma maior qualidade das ações e planos de manutenção para a gestão de ativos em consonância a redução de custos e aumento da disponibilidade e confiabilidade dos equipamentos e máquinas que viabilizam a produção em massa no setor industrial.

1.1 PROBLEMA DA PESQUISA

Na associação entre contratada no setor industrial e terceirizada na área de manutenção espera-se uma relação ganha-ganha para que de um lado a primeira possa ter a diminuição de encargos, redução de custo, maior flexibilidade, maior eficiência com o serviço especializado, além de um maior foco de seu capital humano na criação de valor em sua atividade fim, enquanto a segunda busca a perpetuidade na prestação de serviços como forma de garantir sua permanência no mercado.

Uma das principais desvantagens observadas na contratação de terceirizadas na área de Manutenção Industrial, além da deficiência em pontos cruciais, como segurança, custos, qualidade e atendimento dos prazos dos serviços realizados, é a falta de controle dos serviços na contratada através de instrumentos de coletas de dados incapazes de estabelecer indicadores que reflitam a real situação do desempenho para atestar a eficiência das atividades realizadas.

Desta maneira, compreende-se ser importante não só estabelecer quais são as métricas e indicadores de desempenho mais adequados para o negócio, mas também, as formas e coleta de dados para que estes reflitam realmente os resultados obtidos em campo. Neste sentido, a análise dos dados da manutenção deve ter como objetivo o gerenciamento e controle da efetividade dos procedimentos técnicos e planos de manutenção em garantir a confiabilidade e disponibilidade dos ativos.

Portanto, quando bem aplicados, os indicadores de manutenção para avaliação da Gestão a Manutenção e terceirização permitem a identificação de oportunidades de melhoria da eficiência e a garantia, pelo histórico, de que a empresa terceirizada consegue alcançar os resultados esperados pela contratada. Para tanto, as métricas que formam os indicadores de manutenção devem ser medidas frequentemente e de forma sistemática para que se possa controlar as variáveis que podem influenciar a qualidade dos serviços prestados.

Com esses pressupostos, considera-se que sem a mensuração dos indicadores de manutenção não é possível averiguar a eficiência das intervenções técnicas implantadas visando melhorar continuamente os planos de manutenção. Deste modo, elencou-se como problema da pesquisa a seguinte questão: Qual a importância do uso sistemático de indicadores de desempenho como ferramenta de

Gestão da Manutenção para a avaliação dos serviços de uma terceirizada que presta serviços de manutenção?

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo Geral

Investigar, através de um estudo de caso, as métricas e indicadores de desempenho que podem colaborar para avaliação da efetividade dos procedimentos de manutenção corretiva e preventiva realizados por uma caldeiraria no setor industrial.

1.2.2 Objetivos Específicos

Os objetivos específicos foram os seguintes:

- a) Contextualizar a gestão da manutenção;
- b) Caracterizar as políticas e estratégias de manutenção;
- c) Discorrer sobre as métricas e os indicadores de desempenho aplicados a manutenção industrial;
- d) Investigar as políticas de terceirização dos serviços de manutenção;
- e) Realizar um estudo de caso para avaliar quais os indicadores de desempenho aplicáveis a manutenção industrial pode melhor mensurar a efetividade dos serviços de manutenção corretiva e preventiva prestados por uma empresa de caldeiraria no setor industrial.

1.3 JUSTIFICATIVA

A principal justificativa para estabelecimento de métricas e indicadores de desempenho é que não se pode gerenciar a Manutenção industrial, no nível de competitividade exigido no setor, sem a avaliação da efetividade das ações planejadas para atingir os resultados esperados. Ou seja, eles são primordiais para analisar se o que foi executado saiu conforme o planejado, aspecto crucial para a conservação de um contrato com uma empresa terceirizada de manutenção.

Para as empresas contratantes, a prática do uso de métricas e indicadores de desempenho é relevante para atestar a eficiência, viabilidade e o valor dos serviços

terceirizados de manutenção prestados, podendo servir de ferramenta para decidir sobre a continuação da prestação do serviço para a organização. Portanto, essas ferramentas de gestão são importantes para guiar quantitativamente a tomada de decisão através da análise e avaliação da efetividade da terceirizada de manutenção.

Já no âmbito dos serviços de manutenção corretiva e preventiva prestados por uma caldeiraria, um dos temas centrais da pesquisa, torna-se pertinente a utilização das métricas e indicadores de desempenho para auxiliar tanto na melhoria contínua dos procedimentos técnicos realizados visando o aperfeiçoamento da competitividade da empresa, como para garantir as partes interessadas a qualidade e eficácia dos serviços prestados.

Outra importante função que comprova a relevância do estabelecimento de indicadores para avaliação do desempenho de empresas terceirizadas na área de Manutenção Industrial é o controle da competitividade perante a concorrência, pois, pode-se comparar o desempenho entre elas para que se possa realizar um *benchmarking* para direcionar estratégias com o objetivo de superar a concorrência, garantindo ao cliente através de dados concretos sua maior viabilidade e eficácia.

Enfim, dada sua pertinência, escolheu-se a abordagem do tema nesta pesquisa para se expor a relevância dos indicadores de manutenção na avaliação da efetividade das atividades e dos planos de manutenção realizados por terceirizadas, além deles terem um papel fundamental com prognósticos para oportunidades de melhorias futuras. Destaca-se também, que o assunto sobre a terceirização da manutenção é de vital importância, pois, com ela é possível alcançar menores custos, maior flexibilidade e disponibilidade para a organização focar em sua atividade fim.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 GESTÃO DA MANUTENÇÃO

Nesta seção buscou-se contextualizar a gestão da manutenção através das particularidades que faz das ações em sua responsabilidade uma das principais atividades de apoio a produção no setor industrial. Desta forma, a discussão do tema nesta seção procurou colaborar para relacionar os paradigmas da gestão da manutenção a sua recente atribuição na gestão da performance dos ativos industriais.

A palavra manutenção deriva do latim *manus tenere*, que significa manter o que se tem e mesmo que não percebamos ela está presente em nossas vidas o tempo inteiro, desde que começamos a fazer uso de instrumentos para produção de coisas, ela está e sempre esteve intrínseca no nosso dia-a-dia, porém foi no final do século XVIII, com o advento da Revolução Industrial e o aumento da capacidade de produção de bens de consumo que passamos a vê-la inserida como parte da função produtiva das indústrias (VIANA, 2006, p. 12).

Relata Gregório e Silveira (2018), que no seu início a gestão da manutenção era apenas focada em manter os máquinas e equipamento em pleno funcionamento, porém, a evolução da competitividade e das tecnologias produtivas na indústria fez com que fossem desenvolvidas técnicas de planejamento, organização e controle das intervenções e metodologias da manutenção. Deste modo, passou-se para um novo paradigma que busca a otimização de sua disponibilidade e performance.

Conforme explanado por Verri (2007, p.1),

[...] somente a partir da década de 80, tendo a sociedade se movimentado de uma era industrial simples para uma era caracterizada pela alta tecnologia e complexidade, é que a manutenção está sendo obrigada a absorver tecnologias cada vez mais sofisticadas, inclusive o gerenciamento no seu mais amplo sentido, envolvendo aspectos comportamentais, terceirização, controle de custos, ferramentas da qualidade, procedimentos indicadores, controles estatísticos, manutenção preditiva, relações com fornecedores e clientes. A extrema valorização a segurança no trabalho trouxe complexidade ainda maior para esta atividade.

Neste contexto, segundo Scarpim e Shigunov Neto (2014), a manutenção é a atividade responsável pelo manutenção dos equipamentos e máquinas e instalações em pleno funcionamento, sem perdas e/ou desperdícios. Assim, o seu planejamento e controle deve analisar o funcionamento e/ou utilização destes ativos

para desenvolver ações para postergar ao máximo sua paralisação ou inutilização.

Desta maneira, segundo Verri (2007), a manutenção evoluiu e se tornou uma das atividades estratégicas mais importante para o sucesso das organizações no setor industrial, devendo ser gerenciada de forma integrada para criar valor tanto quanto outros departamentos, porém, visando especificamente o aumento de disponibilidade e performance das instalações, equipamentos e máquinas do sistema produtivo.

O Quadro 1 apresenta a evolução pela qual a manutenção tem passado principalmente durante as últimas décadas são comumente divididas em fases ou gerações, podemos dividir a partir de 1930 em 4 gerações.

Quadro 1 – Evolução da manutenção

EVOLUÇÃO DA MANUTENÇÃO								
	Primeira Geração	Segunda Geração	Terceira Geração	Quarta Geração				
Ano	1940	1950	1960	1970	1980	1990	2000	2010
Aumento das 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 do meio ambiente 	<ul style="list-style-type: none"> • Maior confiabilidade • Maior disponibilidade • Preservação do meio ambiente • Segurança • Influir nos resultados do negócio • Gerenciar os ativos 				
Visão quanto a 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"> • Existem 6 padrões de falhas 	<ul style="list-style-type: none"> • Reduzir drasticamente falhas prematuras dos padrões A e F. 				
Mudanças 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 • Softwares potentes • Grupos de trabalho multidisciplinares • Projetos voltados para a confiabilidade • Contratação por mão de obra e serviços 	<ul style="list-style-type: none"> • Aumento da manutenção preditiva e monitoramento da condição • Minimização das manutenções preventivas e corretivas não planejada • Análise de falhas • Técnicas de confiabilidade • Manutenibilidade • Engenharia de manutenção • Projetos voltados para confiabilidade, manutenibilidade e custo do ciclo de vida • Contratação por resultados 				

Fonte – Adaptado de Pinto e Xavier (2019)

De acordo com Pinto e Xavier (2019), as fases relatadas podem ser descritas da seguinte maneira:

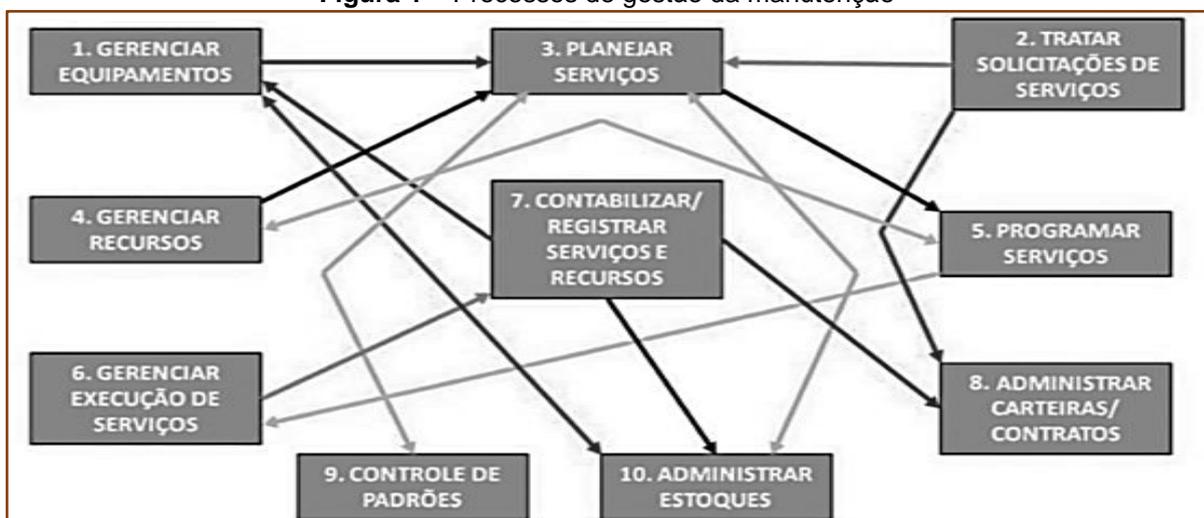
- a) Primeira geração (período pré-guerra mundial): nesse período encontramos equipamentos com as seguintes características: simples, pouco mecanizados, superdimensionados. Assim, a manutenção resumia-se basicamente em corretivas não planejadas, ou seja, reparo após a quebra e atividades de limpeza e lubrificação, isso se dava devido a situação econômica da época que não exigia tanta produtividade. Existia também a crença de que (todos os equipamentos se desgastavam com o passar dos anos, vindo a sofrer falhas ou quebras”, diante desse cenário não se exigia uma mão de obra qualificada, apenas a habilidade de realizar os reparos requeridos;
- b) Segunda geração (período pós-guerra mundial): nesse período várias situações trouxeram à tona a necessidade de mecanização dos equipamentos fazendo a complexidade das instalações industriais aumentarem. A partir daí começou-se a trabalhar em cima dos conceitos de manutenção preventiva, que inicialmente passaram a ser executadas de maneira periódica, em intervalos fixos. Com a modernização de instalações e crescimento da demanda produtiva, os custos com manutenção aumentaram significativamente, o que despertou a necessidade de implantação de sistemas de planejamento e controle de manutenção afim de buscar formas para aumentar a vida útil dos ativos e garantir maior disponibilidade e confiabilidade aos mesmos;
- c) terceira geração (a partir da década de 1970): a partir da década de 70 o processo de mudanças nas indústrias se acelerou, com a tendência mundial da utilização do sistema *Just In Time*, que determina que nada deve ser comprado, produzido ou transportado antes da hora certa, o cenário produtivo passou a contar com estoques reduzidos e qualquer parada na produção poderia acarretar paralizações no processo. A automação ganhou o seu espaço e como isso se tornou cada vez mais importante a garantia da disponibilidade e confiabilidade de equipamentos e sistemas á que o contrário poderia causar impacto direto no dia a dia de todo a sociedade;
- d) quarta geração (dias atuais): diversos conceitos criados na terceira geração são trazidos para a quarta, mas sendo aprimorados. A

disponibilidade ganha ainda mais notoriedade e o aumento da confiabilidade de equipamentos se torna algo de constante busca da manutenção. A participação da engenharia de manutenção se consolida através da garantia do alcance dos 3 principais alvos: disponibilidade; confiabilidade; manutenibilidade. A análise de falhas passa a ser uma metodologia amplamente aplicada e apoia a resolução da minimização das falhas prematuras em equipamentos que passaram a ser observadas ainda na terceira geração. Procura-se interferir o menos possível nos equipamentos e diminuir cada vez mais as paradas de manutenção de produção para intervenções de manutenção, até mesmo as preventivas que passam a dar lugar para a aplicação de manutenções preditivas e monitoramento das condições dos equipamentos e processos, a manutenção corretiva não planejada passa a ser vista como um indicador de ineficácia na manutenção.

Segundo Bueno (2020), a manutenção deve agir para otimizar a manutenibilidade, disponibilidade e confiabilidade de uma das mais importantes variáveis do processo de transformação de entradas em saídas satisfatórias em conformidade com as especificações, os equipamentos. Assim, são realizados planos de manutenção através do desenvolvimento de processos, de um modelo de gestão, estratégias e políticas de manutenção para otimizar a performance dos equipamentos.

A Figura 1 apresenta os principais blocos de ação da manutenção que direcionam seus processos para a promoção da disponibilidade, manutenibilidade e confiabilidade das instalações, equipamentos e máquinas necessárias para que a organização produza bens de consumo com a qualidade esperada, no prazo certo e aos menores custos possíveis.

Figura 1 – Processos de gestão da manutenção



Fonte – Araújo e Santos (2012, *apud* Bueno, 2020)

Reforça Martins (2015), que na quarta geração os ativos físicos nas indústrias, principalmente as de intensivo capital e produção em massa, correspondem as instalações, máquinas e equipamentos que representam os maiores investimentos realizados e, normalmente, realizam os processos mais complexos e pesados, não sendo facilmente intercambiáveis. Desta forma, através destes ativos as indústrias devem ser capazes ou não de atingir as suas metas econômicas e financeiras.

De acordo com Lucato, Olívio e Soeiro (2017), a gestão da manutenção e performance dos ativos tem como atribuição primária elevar a confiabilidade e disponibilidade dos equipamentos. Entre os objetivos secundários estão a realização da gestão dos custos e aplicação eficaz dos recursos de manutenção, o estabelecimento de um plano de manutenção efetivo que atenda certificações e normas de segurança do trabalho, qualidade e meio ambiente.

Posto isto, pode-se considerar que no setor industrial o “desempenho das organizações não é apenas responsabilidade da manutenção, contudo, a sua contribuição tem impacto em todas as áreas de negócio” (MARTINS, 2015, p. 3). A Figura 2 apresenta as áreas do negócio impactadas pelas ações da gestão da manutenção e a contribuição da manutenção para a otimização de seu desempenho e valor para o negócio.

Figura 2 – Contribuição da manutenção no desempenho das organizações



Fonte: Adaptado de Ferreira (2013, *apud* Martins, 2015)

Desta maneira, conforme relata Cordeiro *et al.* (2021), para atender os novos requisitos e paradigmas competitivos são necessárias estratégias para a melhoria dos processos gerenciais da manutenção. Para tanto, surgiram novas metodologias, técnicas e ferramentas para colaborar não só com a otimização da performance dos ativos industriais, mas também, com a interação do departamento de manutenção com outras áreas funcionais ligadas a produção.

Além desses processos gerenciais, reforça Almeida (2016), a manutenção realiza atividades técnicas para restabelecer e manter a performance dos ativos físicos do sistema produtivo, que podem ser realizadas segundo as estratégias estabelecidas. São exemplos destas atividades as técnicas de montagem e desmontagem; fixação de componentes; lubrificação; e a conservação e reparação de conjuntos mecânicos, elétricos e eletrônicos, que compõe a grande maioria das ações.

Já em relação aos modelos de gestão da manutenção industrial, ressalta Gregório, Prata e Santos (2018), que os principais são a Manutenção Centrada na Confiabilidade (MCC); a Manutenção Produtiva Total (MPT); a Manutenção Classe Mundial (MCM) e a Engenharia da Manutenção (EM). Estes modelos colaboram para a estruturação e direcionamento eficiente das políticas e estratégias de manutenção dependendo da realidade do setor produtivo da organização.

De acordo com Lucato, Olívio e Soeiro (2017), a MCC busca garantir que os ativos e seus componentes tenham a melhor performance, condição adequada de uso, primando pela segurança, qualidade, economia e que não impacte o meio ambiente. Assim, esse modelo de gestão da manutenção industrial privilegia o monitoramento da condição preditiva para redução das preventivas e extinção das corretivas, pelo menos a não planejadas. Para tanto, deve implementar atividades eficientes e técnicas gerenciais que promovam a otimização da tomada de decisão quanto as intervenções de manutenção, além de promover a melhoria contínua.

Já a MPT, conforme relata Gregório e Silveira (2018), é ligada a filosofia *Lean* (enxuta), assim sendo, tem como foco a eliminação de perdas e/ou desperdícios com o auxílio de técnicas e ferramentas de gestão enxutas aplicadas a manutenção. Desta forma, objetiva-se com a MPT um melhor desempenho dos equipamentos, reduzindo a quantidade de interrupções de produção, reforçando a atitude, habilidades e conhecimentos dos funcionários para otimizar a sistemática de trabalho.

A MPT apoia-se em alguns elementos gerais. Entre esses elementos, vale destacar: (i) mudança cultural, visando otimizar o rendimento geral dos equipamentos; (ii) estabelecimento de um sistema para prevenir as perdas associadas aos equipamento e local de trabalho (zero acidente, zero defeito de qualidade, zero quebra); (iii) implementação envolvendo todos os departamentos – manutenção, produção, engenharia, desenvolvimento de produtos, vendas, recursos humanos etc.; (iv) envolvimento de todos os colaboradores em atividades de melhoria contínua (kaizen), desde a alta direção até os operadores mais simples; e (v) educação e treinamento, visando aprimorar a consciência e competência dos colaboradores (FOGLIATO; RIBEIRO, 2009, p. 232).

Em relação a MCM, de acordo com Gregório, Prata e Santos (2018), ela busca melhorias contínuas na gestão de manutenção por meio de práticas inovadoras visando a otimização da eficiência e qualidade do sistema produtivo. A implantação da MCM depende do entendimento e da prática de dois fundamentos: sair do estágio atual relacionado à manutenção e alcançar a manutenção classe mundial; e caminhar na direção dos melhores com velocidade compatível e se manter entre eles.

Assim sendo, “a manutenção classe mundial consiste em adotar os métodos, técnicas, ferramentas e políticas mais adequados para conduzir à liderança, ou seja, à manufatura classe mundial” (GREGÓRIO; SILVEIRA, 2018, p. 37).

Enfim, o último dos modelos de gestão da manutenção industrial apresentado é a Engenharia da Manutenção, que de acordo com Lucato, Olívio e Soeiro (2017),

age como um programa para o suporte técnico da manutenção, se dedicando a consolidar a eficiência nos processos de rotina da manutenção, além de implementar melhorias nos processos para alcançar a confiabilidade máxima dos equipamentos.

Quanto a política de manutenção, segundo Seleme (2015), pode ser organizada de duas formas, centralizada e descentralizada, além de uma terceira pela combinação das outras duas, a híbrida. A decisão de organizar de uma maneira ou outra depende da filosofia operacional, o tamanho da planta e do processo de fabricação que traduz a necessidade de manutenção. Na centralizada os colaboradores assumem multitarefas da necessidade de manutenção do sistema e na descentralizada as atividades são de responsabilidade de equipes específicas.

Por fim, percebe-se que a gestão da manutenção tem grande representatividade pela sua importante atribuição de manter o funcionamento correto do sistema produtivo. Com isso, observou-se também que sua função deve ir além de corrigir defeitos e falhas, ela deve agir estrategicamente para que o desempenho do sistema como todo possa melhorar continuamente até seu estado de máximo desempenho e competitividade.

2.2 TIPOS DE MANUTENÇÃO

Quanto aos tipos de manutenção, conforme relata Lucato, Olívio e Soeiro (2017), elas refletem as estratégias que ajudam a efetivar os modelos para a gestão da manutenção, sendo classificadas pelas diferenças em suas abordagens operacionais, são elas: corretiva; preventiva; preditiva; e detectiva e a engenharia da manutenção. Estas atividades correspondem às formas de conduzir as ações técnicas da manutenção para garantir que o desempenho das instalações, equipamentos e máquinas que compõem o sistema de produção seja satisfatório. A Figura 3 apresenta os tipos de estratégias utilizadas para gerenciar o desempenho e garantir a confiabilidade dos ativos físicos industriais.

Figura 3– Tipos de manutenção



Fonte – Adaptada de Gregório e Silvestre (2018)

Segundo Scarpim e Shigunov Neto (2014), a manutenção corretiva é aquela realizada após o acontecimento de um evento de falha do equipamento, sendo geralmente, não planejada. Para a escolha da manutenção corretiva deve-se levar em consideração fatores econômicos, sendo indicada quando existir equipamento em espera; não for possível prevenir a falha; for nulo o impacto da falha; for baixo o custo do reparo, inviabilizando o custo de fazer manutenção preventiva.

Segundo Monchy (1987, p.37) “ A manutenção corretiva corresponde a uma atitude de defesa (submeter-se, sofrer) enquanto se espera uma próxima falha acidental (fortuita), atitude característica da conservação tradicional’.

De acordo com Monchy (1987), ela pode ser caracterizada como uma manutenção paliativa, que tem caráter provisório e tem objetivo somente de tirar o equipamento do estado de pane, ou como uma manutenção curativa, que tem

caráter definitivo. A escolha da manutenção corretiva com método pode ser justificada quando seus custos são mínimos, não acarretam problemas de segurança, não cria risco de grande paradas e impactos produtivos ou quando não se tem ação preventiva viável para aplicação.

Deste modo pode-se dividir a manutenção em dois tipos: A manutenção corretiva planejada é a "correção do desempenho menor do que o esperado ou correção da falha por decisão gerencial. [...] Geralmente se baseia na modificação dos parâmetros de condição observados pela manutenção preditiva"(PINTO; XAVIER, 2019; p.41). Já a não planejada é a manutenção emergencial, [...] "caracteriza-se pela atuação da manutenção em fato já ocorrido, seja este uma falha ou um desempenho menos do que o esperado. Não há tempo para preparação do serviço. Infelizmente ainda é mais praticada do que deveria" (PINTO; XAVIER, 2019, p.39).

Orienta Xenos (1998, p.23), que se não houver outro jeito, o recomendável é que a manutenção corretiva seja planejada para algumas partes menos críticas do equipamento, porém, é necessário ter recursos para as ações técnicas, como peças de reposição, mão-de-obra e ferramental, para agir rapidamente, visando a redução de possíveis impactos com a parada da produção. Há casos em que é vantajoso ter componentes montados em estoque para substituição rápida na área. O reparo do componente danificado poderá ser feito posteriormente pela oficina central ou por uma empresa terceirizada.

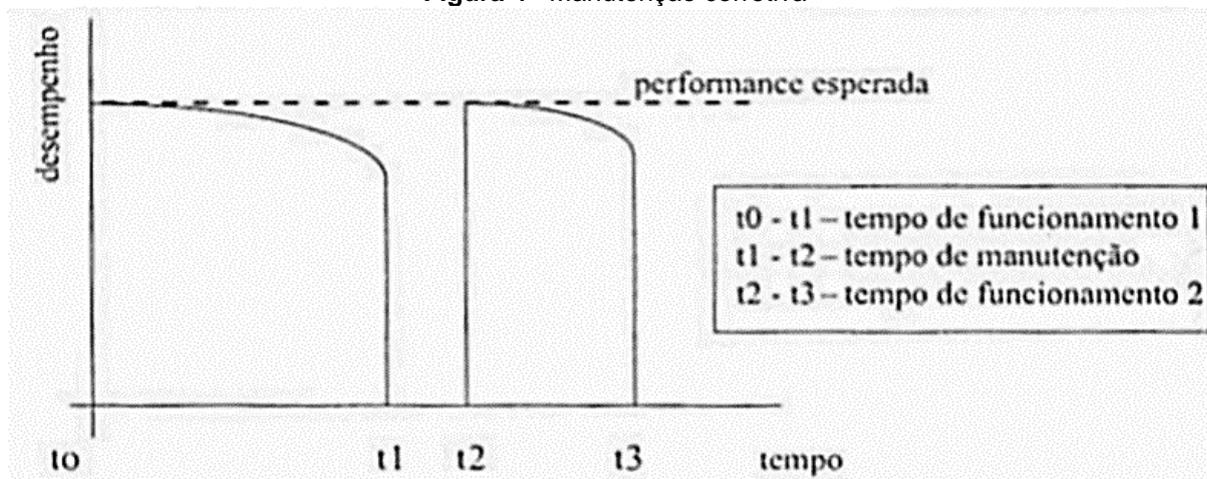
Reforça Pinto e Xavier (2019), que a corretiva planejada deve ser a preferencial em planos de manutenção, pois, ela pode ocorrer antes do equipamento vir a falhar ou por decisão ser executada após a quebra de um item, mas ainda assim será uma decisão baseada em dados e suas consequências serão mensuráveis e conhecidas e a atividade anda será executada baseada em um planejamento. A adoção de uma política de manutenção corretiva planejada pode advir de vários fatores:

- a) Possibilidade de compatibilizar a necessidade da intervenção com os interesses da produção;
- b) Aspectos relacionados com segurança, quando a falha não provoca qualquer situação de risco para o pessoal ou para instalação;
- c) Melhor planejamento dos serviços;
- d) Garantia da existência de sobressalentes, equipamentos e ferramental;

e) Existência de recursos humanos com a tecnologia necessária para a execução dos serviços e em quantidade suficiente, que podem, inclusive, ser buscados externamente a organização.

A Figura 4 apresenta a programação da corretiva planejada através do estudo do tempo entre falhas, o que deve ser feito para cada componente crítico.

Figura 4– Manutenção corretiva



Fonte –Pinto e Xavier (2019)

Assim, a preventiva, de acordo com Lucato, Olívio e Soeiro (2017), envolve algumas tarefas sistemáticas, sendo sempre planejada e realizada periodicamente bem definida para manter o ativo em seu estado de ótima operação. Ela é mais cara do que a corretiva, porém, apresenta melhores resultados, como a redução de falhas e perdas da manutenção, a elevação da disponibilidade e minimização das interrupções do sistema de produção.

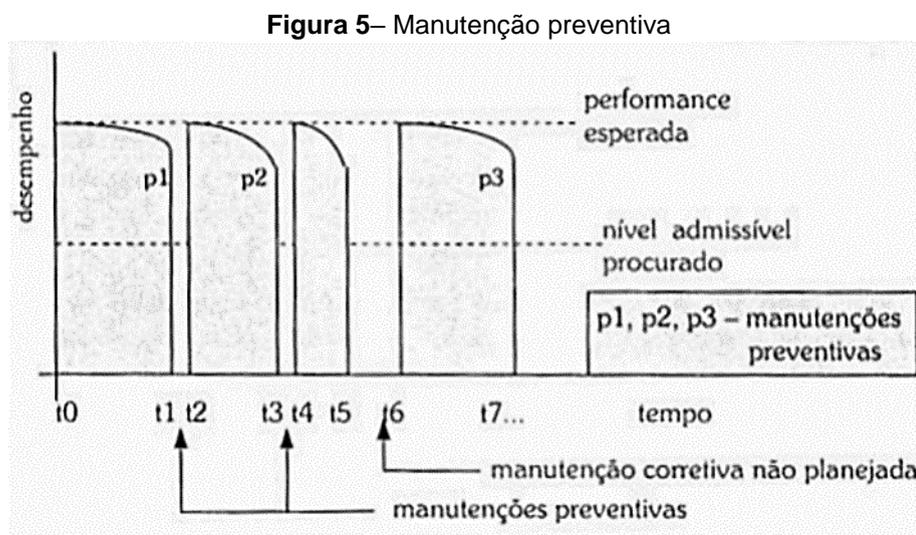
Segundo Pinto e Xavier (2019), deve-se utilizar estratégias de manutenções preventivas quando:

- a) Não podemos aplicar manutenção preditiva no equipamento para monitoramento de parâmetros e possíveis falhas;
- b) Itens que podem afetar a segurança pessoal, patrimonial ou ambiental e que torna obrigatória a substituição de peças;
- c) Em indústrias que possuem em suas instalações sistemas complexos e/ou contínuos como indústrias petroquímica, siderúrgica, automobilística.

Segundo Monchy (1987), A manutenção preventiva traz diversos benefícios, como a diminuição de falhas e intervenções corretivas, conhecimento prévio das ações o que permite boa condição de gerenciamento, custos com material, mão-de-

obra e paradas podem ser pré-definidos, mas ela também pode gerar aspectos negativos como a introdução de falhas no equipamento provenientes de falha humana, defeito em peças sobressalentes, contaminação de fluidos, danos em paradas e partidas do equipamento e falhas nos procedimentos de manutenção.

A Figura 5 apresenta a programação da preventiva através do estudo do tempo entre falhas, o que deve ser feito para cada componente crítico.



Conforme relata Pinto e Xavier (2019), em relação aos custos, se avaliado superficialmente as preventivas tem custos mais elevados, visto que muitas peças precisam ser trocadas antes que seja atingido o fim de suas vidas uteis, mas se bem executadas terá como consequência o aumento da disponibilidade e confiabilidade dos equipamentos, o que acarretará menos custos relacionados a paradas não programadas e indisponibilidade, custos esses que ao contrário dos relacionados a preventivas não podem ser calculados previamente.

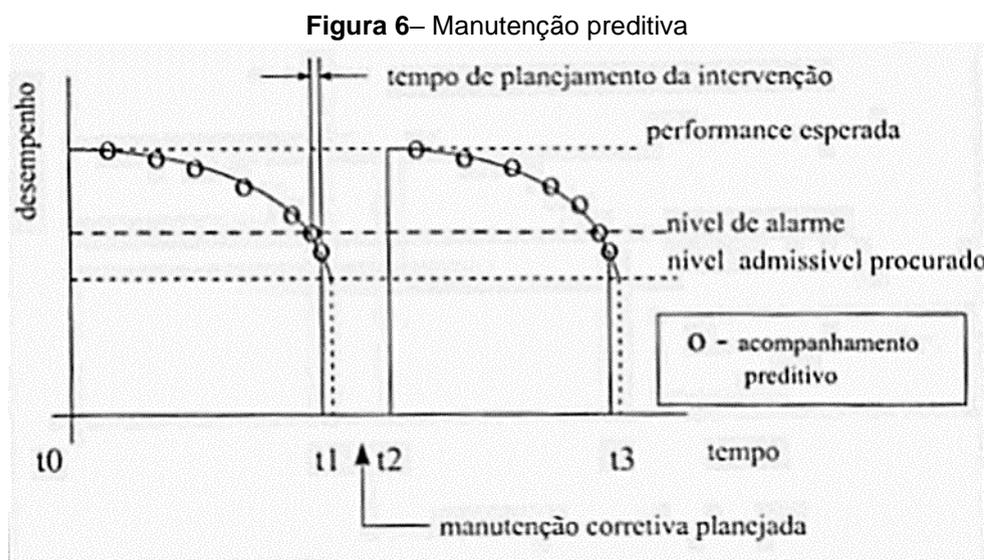
Quanto a preditiva ou manutenção sob condição, pode ser definida como “ a atuação realizada com base na modificação de parâmetros de condições ou desempenho, cujo acompanhamento obedece a uma sistemática” (PINTO; XAVIER, 2019, p. 44).

Segundo Almeida (2016), a manutenção preditiva é realizada através de inspeções periódicas para verificação de variáveis operacionais relevantes para o estabelecimento do ciclo de vida do equipamento e seus componentes. Alguns exemplos é a análise e monitoramento, por meio de instrumentos específicos, da

temperatura; velocidade; deslocamento; aceleração; lubrificantes; vibração; ruídos excessivos etc.

Reforça Pinto e Xavier (2019), que a preditiva visa prolongar o máximo possível o tempo de operação dos equipamentos, espaçando as intervenções por parte da manutenção, ela é feita através do monitoramento de determinados parâmetros, que são realizados com a máquina em funcionamento e se através desse monitoramento forem detectadas variações que podem ocasionar futuras falhas suas correções são executadas por meio de manutenções corretivas programadas.

A Figura 6 apresenta a programação da preditiva através do estudo do tempo entre falhas, destacando também os pontos de acompanhamento preditivo através da análise dos parâmetros e variáveis pertinentes ao sucesso do processo.



Fonte –Pinto e Xavier (2019)

Ressalta Monchy (1987), principais benefícios dessa técnica de manutenção são justamente o aumento da disponibilidade dos equipamentos e possibilidade de planejamento, quando se aproxima o fim da vida útil de determinado item começa-se o planejamento e preparação de uma intervenção da manutenção, essa análise prévia permite que decisões sejam tomadas de forma que atendam às necessidades da produção.

Portanto, de acordo com Gregório e Silveira (2018), que a manutenção preditiva visa a diminuição das manutenções preventivas e corretivas, além do aproveitamento do componente durante toda a sua vida útil. A manutenção preditiva

apresenta vantagens como: a redução do número de falhas em equipamentos; a redução do tempo de parada; o aumento da produtividade; o aumento da segurança; a elevação exponencial da vida útil dos ativos físicos; e a redução de custos.

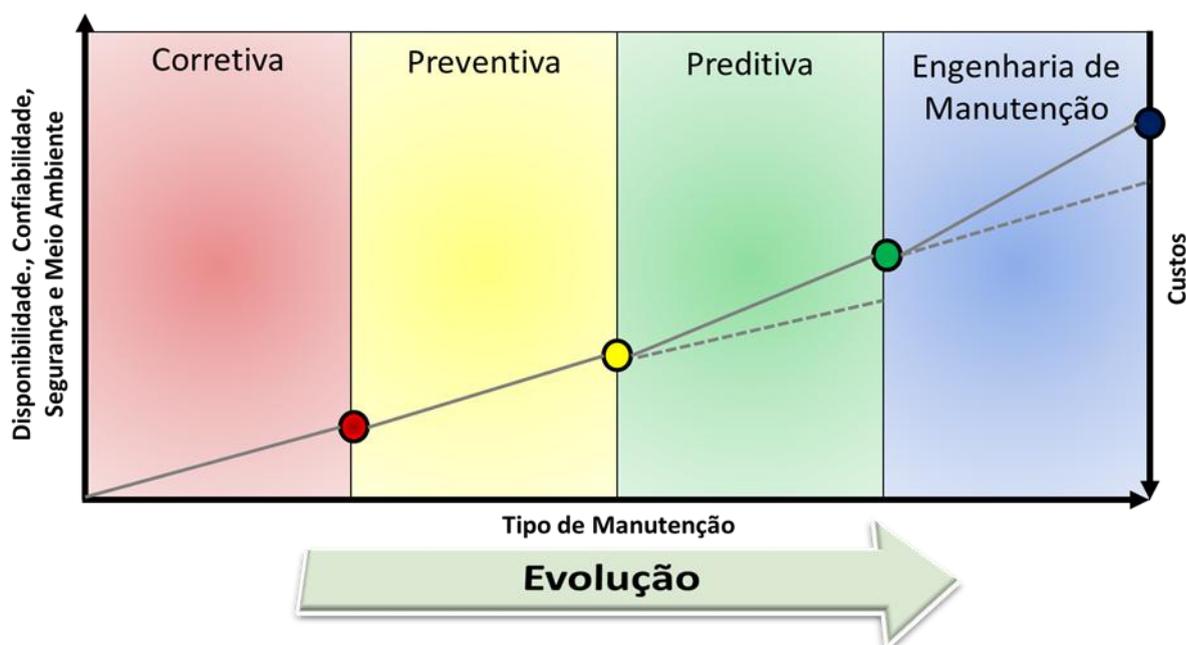
Segundo Xenos (1998), para a manutenção preditiva ser adotada são necessárias algumas condições básicas, como por exemplo o equipamento, sistema ou instalação devem permitir algum tipo de monitoramento ou medição, deve merecer esse monitoramento para que não gere custos desnecessários, as causas de falhas devem poder ser monitoradas e acompanhadas, através de análises e diagnósticos sistematizados.).

A manutenção detectiva, segundo Gregório, Prata e Santos (2018), é uma complementação da preditiva, e utilizada como base da Engenharia da Manutenção, porém, busca por falhas ocultas em sistemas de proteção dos processos industriais, identificando falhas que já tenham acontecido, mas que não foram percebidas. Este tipo de manutenção é adequado para os ativos que não são atendidos por outras formas de manutenção e que só precisam operar em determinadas situações e, assim, não é possível saber se estão em estado de falha.

De acordo com Pinto e Xavier (2019), a engenharia de manutenção tem como objetivo apoiar tecnicamente a manutenção utilizando de técnicas modernas para alcançar resultados de primeiro mundo. Ela é considerada a segunda quebra de paradigmas na manutenção, sendo a primeira a manutenção preditiva, e dedica-se a consolidar rotinas e implantar melhorias, gerando mudanças culturais para a área.

A Gráfico 1 apresenta a relação da disponibilidade, da confiabilidade e do custo com as diferentes práticas de manutenção (corretiva, preventiva, preditiva) e a aplicação da engenharia de manutenção.

Gráfico 1– Gráfico da disponibilidade, confiabilidade e custo versus tipo de manutenção



Fonte –Pinto e Xavier (2019)

Para Pinto e Xavier (2019) as principais atribuições da engenharia de manutenção são: aumentar a confiabilidade; aumentar a disponibilidade; melhorar a manutenibilidade; aumentar a segurança; eliminar problemas crônicos; solucionar problemas tecnológicos; melhorar a capacitação do pessoal; gerir materiais e sobressalentes; participar de novos projetos (interface com a engenharia); dar suporte à execução; fazer Análise de Falhas e estudos; elaborar planos de manutenção e inspeção e fazer sua análise crítica; acompanhar os indicadores; e zelar pela Documentação Técnica.

2.3 INDICADORES DE DESEMPENHO NA MANUTENÇÃO INDUSTRIAL

Nesta seção foram analisadas as principais métricas e indicadores utilizados para mensurar o desempenho na manutenção ao detalhar sua importância para a tomada de decisão gerencial. Desta maneira, no contexto da pesquisa, buscou-se evidenciar sua relevância como orientadores da eficácia do planejamento, do controle e dos planos de manutenção.

“Todo planejamento deve ser necessariamente controlado para que o resultado obtido seja avaliado, verificando os pontos de sucesso e os pontos que necessitam ser melhorados, informações essas obtidas na interpretação dos indicadores” (LUCATO: OLÍVIO; SOEIRO, 2017, p. 144). Ou seja, “os indicadores da

manutenção auxiliam na avaliação das ações e dos planos de manutenção e podem sinalizar as oportunidades de melhoria” (GREGÓRIO; PRATA; SANTOS, 2018, p. 40).

Conforme relata Teles (2016), os KPI's (*Key Performance Indicators*) ou Indicadores de performance chave como são conhecidos em português, são uma importante ferramenta para apoiar a gestão de manutenção na tomada de decisões de maneira estratégica. Os indicadores de manutenção servem para demonstrar a real situação do setor, assim como, um navegador precisa conhecer sua atual localização para traçar seu plano de navegação, o gestor de manutenção precisa dos indicadores para conhecer a realidade do posicionamento atual do setor para poder traçar planos de ação, tomar decisão em relação a investimentos, justificar despesas e controlar custos, ainda pode estar decidindo sobre a necessidade e o melhor momento de paradas produtivas, para intervenções da manutenção e etc. Tudo isso pode manter a empresa competitiva no mercado.

Deste modo, de acordo com Pinto e Xavier (2009), os KPI são um tipo de quantificação para o acompanhamento da efetividade dos processos e planos realizados para manter a performance desejável dos ativos. Assim sendo, eles se mostram ferramentas de gestão ótimas para o apoio da tomada de decisão quanto a continuidade de um sistema de manutenção como está ou se deve promover melhorias para que ele possa operar com toda sua potencialidade.

De acordo com Bueno (2020), na manutenção industrial eles fornecem dados e informações para efetivação dos resultados operacionais; do controle de estoque de materiais e sobressalentes; da distribuição das modalidades de manutenção; da análise de criticidade de equipamentos; da distribuição dos tipos e abordagem de manutenção; do treinamento e capacitação da equipe de manutenção; e do estabelecimento de períodos de parada; e tomada de decisão no PCM.

Conforme relata Gregório, Prata e Santos (2018), os KPI colaboram para a avaliação da efetividade da gestão da manutenção e performance de equipamentos, colaborando para o controle de sua padronização no estado ótimo. Existem inúmeros indicadores que podem ser utilizados nas áreas de interesse da manutenção industrial, para isso é necessário que se estabeleça métricas e formas adequadas para coletar os dados.

De acordo com Bueno (2020), os principais indicadores utilizados na manutenção são:

- a) MTBF: Tempo Médio Entre Avarias;
- b) MTTR: Tempo Médio de Reparação;
- c) MTBM: Tempo Médio entre Ações de Manutenção;
- d) MDT: Tempo Médio de Paragem para Ações de Manutenção;
- e) A: Fator disponibilidade;
- f) R: Fator Confiabilidade;
- g) Manutenibilidade: Fator manutenibilidade;
- h) MP: Cumprimentos de planos de manutenção preventiva;
- i) IMF: Custo total de manutenção por faturamento bruto;
- j) MO: Custo de mão de obra;
- k) CM: Custo de materiais;
- l) Backlog: Carga futura de trabalho;
- m) HHCORRETIVA: Alocação da Mão de obra em serviços de manutenção corretiva;
- n) HHPREVENTIVA: Alocação da Mão de obra em serviços de manutenção preventiva;
- o) HHPREDITIVA: Alocação da Mão de obra em serviços de manutenção preditiva;
- p) CP: Cumprimento da programação;
- q) AP: Acerto da programação;
- r) OEE: Eficiência Global de Equipamento;
- s) TEEP: Performance Efetiva Total dos Equipamentos;
- t) OOE: Eficácia geral do equipamento;
- u) Benchmarking: Comparação com a efetividade de outras empresas.

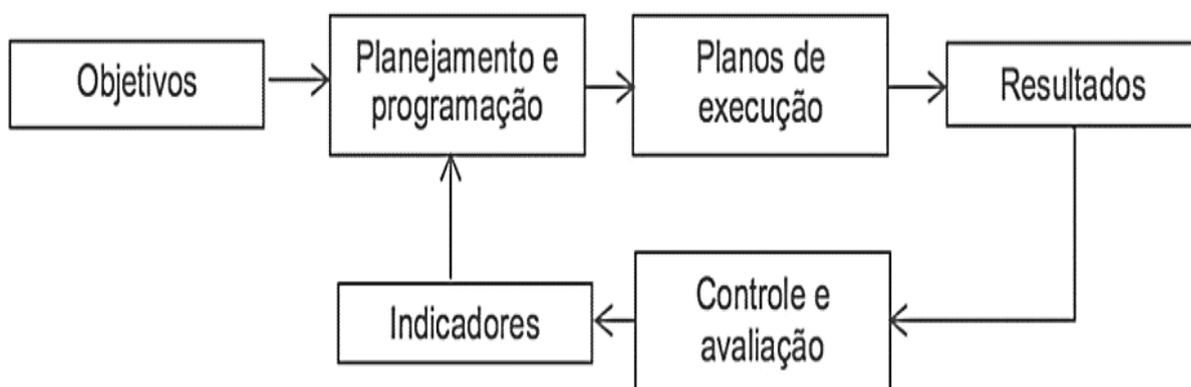
Portanto, ressalta Lucato, Olívio e Soeiro (2017), que os resultados obtidos pela mensuração destes KPI colaboram para estabelecer as políticas e estratégias ótimas e adequadas de manutenção para cada setor dentro do processo produtivo. O princípio básico da utilização de KPI é que para se gerenciar um processo, é preciso medir sua eficiência para atestar que suas variáveis estão controladas, além de garantir que o resultado obtido seja avaliado e comparado com o esperado, para realizar possíveis adequações visando sua melhoria contínua.

Segundo Megiolaro (2015), as intervenções técnicas e paradas para manutenção da performance dos equipamentos representam um fator de despesa e, portanto, deve-se ter o controle de seus resultados. Para mensurar os esforços

realizados pelo setor de manutenção os KPI representam uma importante ferramenta de gestão da manutenção tanto para análise da efetividade do planejamento e do controle do progresso em direção aos objetivos para padronização no estado ótimo.

Reforça Lucato, Olívio e Soeiro (2017), que a aplicação dos KPI deve ser baseada nos objetivos e metas da manutenção. Assim, para alcançá-los, deve se tomar decisões baseados neles para estabelecer quais são as atividades da manutenção mais efetivas para fazer parte do plano mestre, cujos resultados devem mensurados e controlados através de KPIs adequados, visando indicar a efetividade do planejamento e programação ou se demanda de revisão. A Figura 7 mostra o fluxograma de planejamento, execução, controle de indicadores da manutenção.

Figura 7 – Fluxograma de planejamento, execução, controle e indicadores



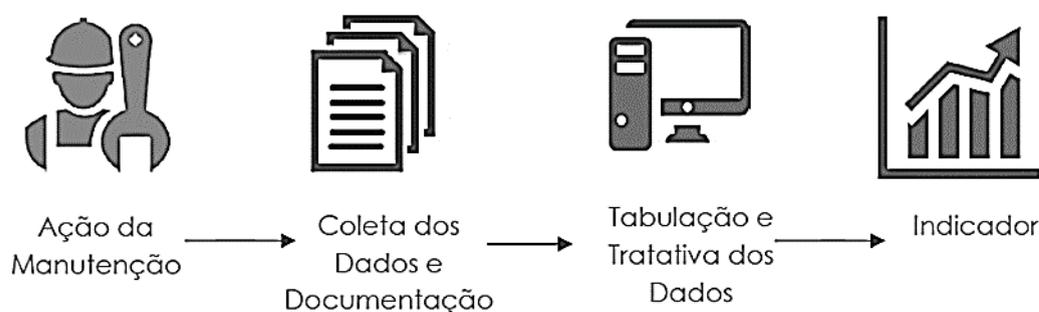
Fonte – Lucato, Olívio e Soeiro (2017)

Conforme relata Gregório e Silveira (2018), as métricas são os parâmetros operacionais mensuráveis utilizados para desenvolver KPI. Deste modo, eles são a representação pertinente do cruzamento de métricas para a análise e controle dos resultados, agindo como direcionadores para o resultado esperado, monitorando e controlando a causa ou o efeito das ações e planos de manutenção.

De acordo com Pinto e Xavier (2009), as principais métricas para a formulação dos KPI voltados a manutenção industrial são a análise da função requerida; as condições definidas de uso; os intervalos de tempo; o desempenho e falha dos equipamentos; as taxas de falhas dos equipamentos e componentes; a disponibilidade inerente, técnica e operacional; tempo de reparação; produtos conformes; custos da manutenção; eficiência do equipamento; e efetividade dos colaboradores.

Reforça Teles (2016), que para implementar o uso de indicadores na gestão da manutenção industrial é necessária estabelecer uma sistemática para coleta e tratamento dos dados. A Figura 8 apresenta a sistemática adequada para coleta das métricas, através da coleta de dados e documentação, e o tratamento destes para que se transformem em informações pertinentes e KPIs.

Figura 8 – Sistemática de coleta e tratativa de dados para indicadores



Fonte: Teles (2016)

Segundo Gregório e Silveira (2018) para se ter assertividade na criação e controle dos KPI foi formulada a ferramenta SMART, que é um acrônimo de quais qualidades um KPI deve ter para ser realmente efetivo. Assim, este acrônimo representas as seguintes qualidades dos KPI, são elas:

- a) **S** (*Specific*), seja específico: escolher KPIs simples e específicos para evitar equívocos posteriores;
- b) **M** (*Measurable*) mensurável: os KPIS devem ser comparáveis e quantificáveis para se estabelecer metas. Os KPI devem preferencialmente ser expressos em números;
- c) **A** (*Attainable*) atingível: a meta de refletir a capacidade da organização, podendo ser agressiva, mas não deve ser impossível.
- d) **R** (*Realistic*) realista: ameta deve ser baseada na realidade atual e não com as condições desejáveis;
- e) **T** (*Timely*) em tempo: deve ser definido um tempo para que as metas possam ser atingidas.

Desta maneira, discorre Martins (2015), que os KPI devem medir não só o desempenho e performance das máquinas, equipamentos e seus componentes, mas também, as ações planejadas pela própria gestão e os direcionamentos

estabelecidos para o sistema de manutenção, podendo ser medidas de forma direta, indireta, financeira ou não financeira. Exclusivamente a gestão dos ativos produtivos é medida de forma indireta, financeira e/ou não financeira.

Ressalta Scarpim e Shigunov (2014), que a confiabilidade, a disponibilidade e a manutenibilidade são os principais índices para medir a efetividade das ações da gestão da manutenção e performance e equipamentos no setor industrial. A confiabilidade reflete a probabilidade de um equipamento ou os seus componentes funcionem eficientemente por um tempo e condições estabelecidas para atender a demanda prospectada sem perdas e desperdícios.

Por fim, observa-se que é baseado nesses tipos de KPI relatados durante esta subseção que devem ser realizados as ações de melhoria do PCM, pois, eles colaboram na tomada de decisão de quais serão as estratégias mais adequadas para que cada equipamento possa ter o desempenho esperado. Assim, dependendo do tipo de manufatura um ou outro é aplicado para manter o controle do padrão esperado para que se possa ter a maior disponibilidade e confiabilidade possível dos ativos. Os principais KPIs utilizados no resultado deste trabalho serão mais bem explicados nas subseções a seguir.

2.3.1 Tempo médio entre falhas

Segundo Teles (2016), o Tempo Médio Entre Falhas ou MTBF (*Mean Time Between Failures*) tem medido tempo médio entre uma falha e outra em um determinado equipamento, ele é considerado um dos indicadores mais importantes para a manutenção pois é capaz de demonstrar a efetividade do setor de manutenção. É recomendado que ele seja aplicado a cada equipamento de maneira individual para facilitar a tomada de decisões em cima dos resultados observados.

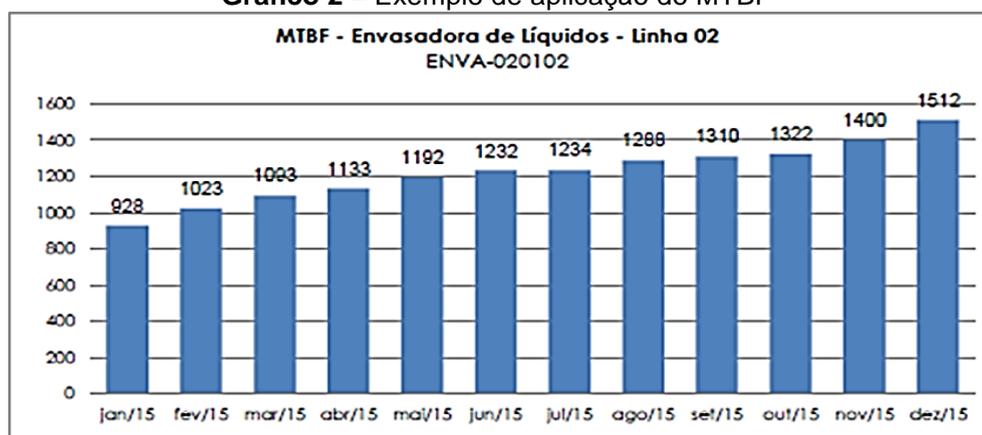
A Figura 9 apresenta a fórmula para o cálculo do MTBF. Na fórmula pode-se ver que o MTBF é calculado a partir do somatório das horas trabalhando em bom funcionamento dividido pelo número total de paradas para manutenção corretiva.

Figura 9 – Fórmula para cálculo do MTBF

$$MTBF = \frac{\text{Somatório das horas de trabalho em bom funcionamento}}{\text{Número de paradas para manutenção corretiva}}$$

Fonte – Teles (2016)

O Gráfico 2 apresenta um exemplo de aplicação do MTBF no acompanhamento mensal de um equipamento, ele tende a uma crescente, o que significa que a cada mês o intervalo entre as falhas no equipamento está aumentando, ou seja, estão ocorrendo menos paradas de manutenção corretiva, o que é resultado de um bom trabalho da manutenção.

Gráfico 2 – Exemplo de aplicação do MTBF

Fonte – Teles (2016)

Portanto, de acordo com Pinto e Xavier (2019), o Indicador MTBF representa o tempo médio entre a ocorrência de uma falha e a próxima, representa também o tempo de funcionamento da máquina ou equipamento diante das necessidades de produção até a próxima falha. Assim, o acompanhamento de seu histórico pode ajudar a programar as intervenções preventivas e corretivas planejadas, além de ajudar para calcular a eficiência global dos equipamentos.

2.3.2 Tempo médio de reparo

Segundo Teles (2016), o tempo médio para reparo ou MTTR (*Mean Time To Repair*) é um indicador que permite medir a agilidade da manutenção para realizar

um atendimento corretivo, ou seja, quanto tempo é dedicado para a resolução dos problemas, o que permite buscar uma causa raiz e traçar planos para a melhoria desse tempo. Ao contrário do MTBF, quanto menor for o MTTR mais eficiente será a manutenção e menor o impacto causado por ela para a disponibilidade produtiva. Sua aplicação pode ser feita de maneira global, um único indicador para uma mesma planta ou setor, já que ele visa analisar o desempenho da manutenção e não de um único equipamento.

A Figura 10 apresenta o cálculo para a obtenção do MTTR, que consiste em dividir a somatória dos tempos de reparo dos equipamentos pelo número de intervenções realizadas pela manutenção em um mesmo período.

Figura 10 – Fórmula para cálculo do MTTR

$$MTTR = \frac{\text{Somatório dos Tempos de Reparo}}{\text{Número de intervenções realizadas}}$$

Fonte – Teles (2016)

Portanto, conforme relata Pinto e Xavier (2019), o MTTR é um indicador que mensura o tempo que a equipe de manutenção demanda para reparar e disponibilizar a máquina ou equipamento para o sistema produtivo. Nesse período estão todas as ações envolvidas no reparo, sejam elas da equipe de compras, de laboratório ou qualquer outra equipe de trabalho. Este indicador também deve ter seu histórico acompanhado para avaliar a performance da manutenção, ele é utilizado como métrica para o cálculo da eficiência global dos equipamentos.

2.3.3 Manutenibilidade

De acordo com Viana (2006), a manutenibilidade é a probabilidade de que um item avariado possa ser colocado novamente em seu estado operacional, em um período predefinido, quando a Manutenção é realizada em condições determinadas, e é efetuada com os meios e procedimentos estabelecidos. A Figura 11 apresenta a fórmula da manutenibilidade ($\mu_{(t)}$).

Figura 11 – Fórmula para medir a manutenibilidade

$$\mu(t) = \frac{1}{MTTR}$$

Fonte – Teles (2016)

Segundo Pinto e Xavier (2019), como atributo a manutenibilidade reflete a facilidade ou não de se executar as intervenções técnicas de reparo e restauração da manutenção. Como índice, o fator de manutenibilidade é a probabilidade de se restabelecer o pleno funcionamento e performance do equipamento em um limite de tempo, desde que a manutenção seja conduzida de forma eficiência e conforme recomendado pelo fabricante, e é medido pelo tempo médio de reparo.

2.3.4 Disponibilidade

“Disponibilidade é a capacidade de um item de estar em condições de executar uma certa função em um dado instante ou durante um intervalo de tempo determinado” (VIANA, 2006, p.143).

De acordo com Teles (2016), a disponibilidade é então a porcentagem de tempo em que um equipamento esteve disponível para operação em um determinado período. Esse é um indicador muito importante para manutenção, pois o principal objetivo da manutenção é garantir a maior disponibilidade possível para um equipamento. Para padrões de classe mundial os valores de disponibilidade dos equipamentos devem estar acima de 90%, mas pode-se considerar que valores acima de 80% são aceitáveis, com capacidade de melhora.

A Figura 12 apresenta a fórmula para o cálculo da disponibilidade. Como vemos na fórmula acima, disponibilidade pode ser calculada a partir dos valores de MTBF e MTTR, que por sua vez, é utilizado no cálculo da eficiência global dos equipamentos.

Figura 12 – Fórmula para cálculo da Disponibilidade

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

Fonte – Teles (2016)

Conforme discorre Soares (2019), é o KPI que reflete o potencial de um equipamento estar em plena funcionalidade e performance para realizar eficientemente o processo produtivo que irá atender a demanda da empresa em certo período. Ele é formulado através do percentual de horas totais q equipamento esteve disponível para a produção, nestas se descontam as perdas com paradas para manutenção ou por quaisquer falhas que o ativo possa ter.

2.3.5 Confiabilidade

Segundo Teles (2016), a confiabilidade é a probabilidade de um item, componente, equipamento, máquina ou sistema desempenhar a sua função especificada no projeto, de acordo com as condições de operação especificadas, em um intervalo específico de tempo. O cálculo da Confiabilidade serve para projetar um cenário futuro baseado no histórico de falhas do equipamento.

De acordo com Vianna (2006), o importante nos atentarmos aos seguintes fatores: essa fórmula deve ser aplicada apenas para itens reparáveis; a confiabilidade é calculada em função do tempo, então todas as medidas de tempo aplicadas devem estar na mesma unidade; além de ser preciso ter o histórico de falhas do item para se realizar o cálculo de confiabilidade.

Para o cálculo da confiabilidade é necessário calcular antes a Taxa de Falhas (λ), para depois calcular o coeficiente R (*Reliability* ou confiabilidade), sendo necessário também o tempo de projeção (t), conforme fórmula apresentada na Figura 13.

Figura 13 – Fórmula para cálculo da confiabilidade

$$R(t) = e^{-\lambda \cdot t}$$

$$\lambda(t) = \frac{1}{MTBF}$$

Fonte – Adaptado de Teles (2016)

De acordo com Nepomuceno (2018), um bom índice de confiabilidade pode ser atrelado a um eficaz plano de manutenção eficiente e adequado sistema de manutenção, pois, quanto maior o seu nível, menor foi as falhas e perdas provenientes dos equipamentos no período em análise. Entretanto, o fator

confiabilidade só pode ser considerado se o sistema produtivo operar conforme o planejado, ou seja, esteja produzindo dentro da capacidade e condições especificadas para o ativo.

2.3.6 Custos de manutenção

Segundo Viana (2006), como a manutenção pode ser considerado no setor estratégico para garantir a competitividade da empresa é de suma importância que os seus custos sejam conhecidos. Pode-se dividir os custos da manutenção em dois tipos de custos diferentes:

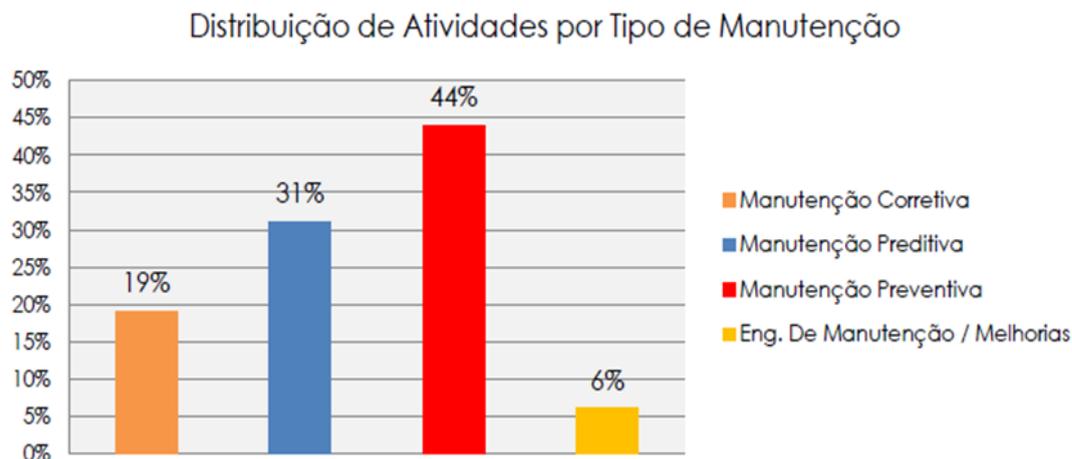
- a) Custos por faturamento: é a relação entre os gastos totais com a manutenção e o faturamento total da empresa, ou seja, quantos por cento do faturamento da empresa foram gastos em manutenção;
- b) Custos de manutenção por valor de reposição: é a relação entre o custo de manutenção de um equipamento pelo seu valor de compra, o resultado também é dado em porcentagem e deve ficar na casa dos 6% ao ano.

Conforme relata Pinto e Xavier (2019), os indicadores mais utilizados são o custo da manutenção em relação ao faturamento bruto total; e o custo da manutenção em relação ao patrimônio ou valor estimado dos ativos ao longo do tempo. A composição dos custos da manutenção diz respeito aos custos com mão de obra; custos com serviços de terceiros; custos com materiais para reparo e peças sobressalentes.

2.3.7 Distribuição de atividade por tipo de manutenção

De acordo com Teles (2016), esse indicador serve para que seja obtida qual a porcentagem de mão de obra aplicada para cada tipo de manutenção. Padrões estipulam que a manutenção corretiva não deve passar de 10% do total, enquanto a preventiva normalmente fica na faixa de 30% a 40. O Gráfico 3 apresenta um exemplo de aplicação do indicador de distribuição de atividades por tipo de manutenção.

Gráfico 3 – Exemplo de aplicação do indicador de Distribuição de atividade por tipo de manutenção



Fonte – Teles (2016)

Segundo Xenos (1998), esse indicador é relacionado ao nível de intervenções realizadas em um período ou em homem-hora utilizados para realizar cada tipo de manutenção. Esse indicador geralmente é usado em comparação com o nível de manutenção classe mundial para mensurar se os níveis de manutenção da empresa são competitivos.

2.3.8 Alocação Homem-Hora por Ordem de Serviço

De acordo com Viana (2006), o indicador de Homem Hora alocado em Ordem de Serviço (HH OS) da manutenção serão úteis para informar se o sistema de manutenção adotado está sendo bem utilizado, bem como para demonstrar a dedicação da equipe de manutenção, os seus níveis de ociosidade e sobrecarregamento.

A fórmula para o cálculo desse indicador se encontra na Figura 14. Conforme demonstrado na fórmula esse indicador é calculado a partir da soma de Homem Hora disponível em um determinado período sobre o total de horas trabalhadas em ordens de manutenção nesse mesmo período.

Figura 14 – Fórmula para cálculo de Alocação de HH em OS

$$\% HH OS = \frac{\sum HH \text{ indicado em OS}}{\sum HH \text{ instalado em um mês}} \times 100\%$$

Fonte – Adaptado de Viana (2006)

Conforme relata Seleme (2015), ele também informa o percentual de HH (homens X horas) alocados em ordens de manutenção pelo PCM em relação ao total de HH instalado em um mês. Este KPI pode colaborar no aprimoramento do treinamento na manutenção, pois, pode-se medir o percentual de HH dedicado a aperfeiçoamento em relação ao HH instalado no período considerado.; no melhoramento de taxa de frequência de acidentes, que é o Índice representado pelo total de acidentes contabilizados por milhão de HH trabalhado; e a taxa de gravidade de acidentes, que consiste no total de HH perdido decorrente de acidente de trabalho por milhão de HH trabalhando.

2.3.9 Backlog

Segundo Teles (2016), o *backlog* é a somatória de todos os serviços no plano mestre de manutenção que foram planejados, programados, executados e pendentes, ou seja, são todas atividades que já tiveram seus recursos planejados, seus prazos estipulados, já foram executadas, mas ainda não foram processadas para coleta de dados e aquelas que ainda não passaram por nenhuma dessas etapas de processamento, entram para o cálculo do *backlog*. Ele visa medir toda a carga horária aplicado nas etapas de planejamento, programação, execução e controle. Conflitando os recursos de mão de obra que estão disponíveis para sua conclusão.

Ressalta Viana (2006), que se pode usar o *backlog* também para definir a composição da equipe de manutenção, dividindo o cálculo por especialidades, como mecânica, elétrica e caldeiraria, por exemplo, assim encontrar aquela que tem maior demanda de mão de obra e selecionar quais profissionais irão compor a equipe de manutenção.

A Figura 15 apresenta a fórmula para cálculo desse indicador. Na fórmula o cálculo *backlog* é feito pela divisão da somatória das horas previstas de HH OS e a capacidade instalada da equipe (capacidade de atendimento).

Figura 15 – Fórmula para cálculo de *backlog*

$$\text{Backlog} = \frac{\sum \text{HH OS Planejadas} + \sum \text{HH OS Pendente} + \sum \text{HH OS Programada} + \sum \text{HH OS Executadas}}{\text{HH Disponível}}$$

$$\text{HH Disponível} = \text{HH Total} \times \text{Fator de Produtividade (\%)}$$

Fonte – Teles (2016)

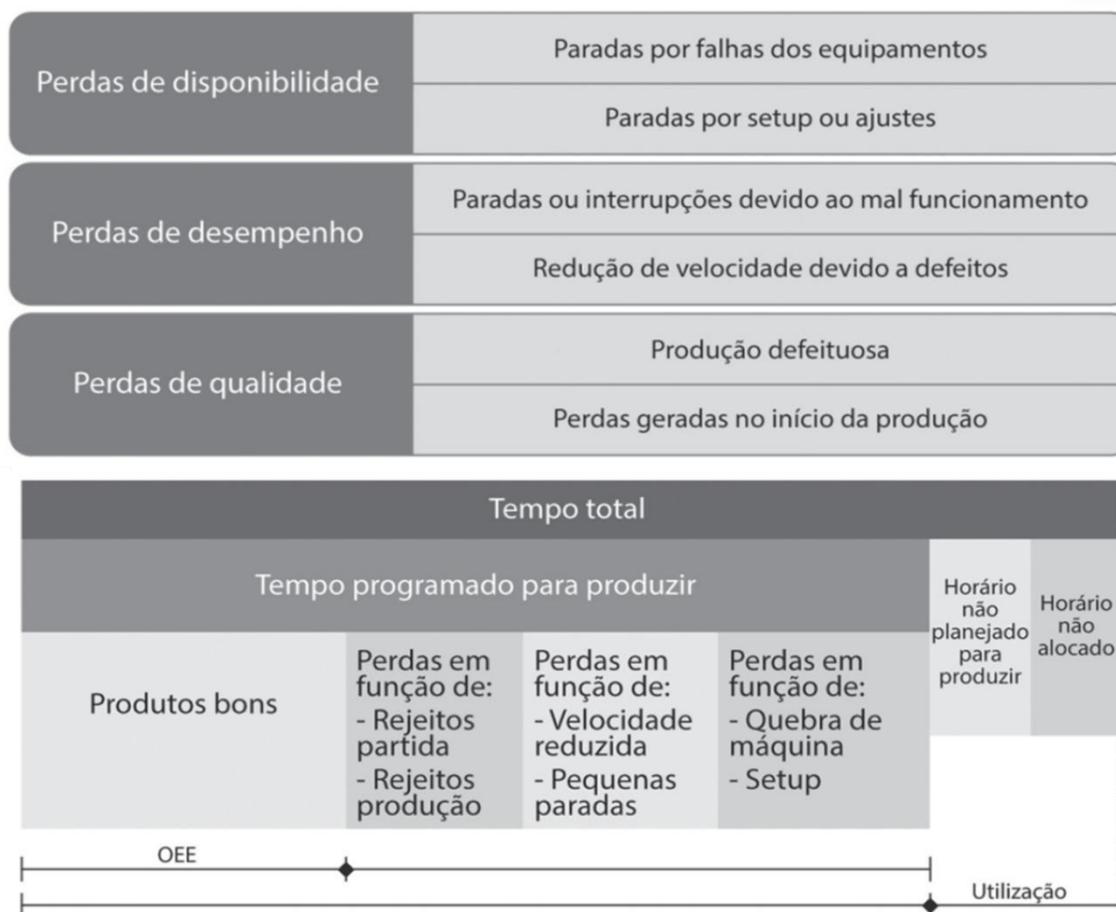
Conforme relata Viana (2006), no cálculo do *backlogé* importante considerar também o fator produtividade, pois, certamente a equipe não executará o serviço programado em 100% do tempo de trabalho, uma parte da carga horária será dedicada a reuniões, treinamentos, limpeza e organização da oficina. Pode-se considerar 20% da carga horária dedicada a atividades paralelas e os outros 80% atividade de manutenção em si.

2.3.10 Eficiência Global dos Equipamentos

Segundo Gregório, Prata e Santos (2018), o índice de Eficiência Global dos Equipamentos (OEE ou *Overall Equipment Effectiveness*), foi desenvolvido na década de 1960 e começou a ser amplamente utilizada na década de 1980. Este KPI une preceitos da manutenção, da produção e da engenharia com a perspectiva de identificar oportunidades de melhoria para eliminar desperdícios e perdas dos processos produtivos. Para quantificar o OEE, uma série de coleta de dados é importante, sendo necessário adotar as estratégias e formas adequadas.

Reforça Gregório e Silveira (2018), que o OEE busca mensurar a eficiência dos ativos físicos dos processos produtivos, visando estabelecer metas e permitir o monitoramento da evolução da performance dos equipamentos em empresas que adotavam o MPT (Manutenção Produtiva Total). A Figura 16 representa as perdas equipamento, produto e processo que precisam ser coletadas para quantificação do OEE, além dos tempos utilizados para o cálculo dos índices de OEE.

Figura 16 – Perdas e tempos utilizados para a quantificação do OEE



Fonte – Adaptado de Gregório, Prata e Santos (2018)

Relata Megiolaro (2015) que o OEE é composto por três fatores: Disponibilidade, Performance e Qualidade. Em forma de porcentagens, estes são multiplicados para resultarem no índice OEE final. Existem diferentes formas de se calcular o OEE. Hansen 2006 aponta três métodos: (I) utiliza dados de produção, identificando unidades boas e contaminadas, tempos de operação realizado e tempo teórico, tempos de paradas técnicas ou operacionais; (II) utilizando os tempos registrados dos eventos; e (III) baseando-se nas unidades boas transferidas. A Figura 17 mostra o cálculo do OEE e dos fatores que o compõe.

Figura 17 – Fórmula para o cálculo do OEE

$$OEE = \text{Disponibilidade} \times \text{Performance} \times \text{Qualidade}$$

$$\text{Índice de disponibilidade} = \frac{\text{Tempo operacional}}{\text{Tempo programado}}$$

$$\text{Índice de performance operacional} = \frac{\sum(\text{Quantidade produzida} \times \text{Tempo padrão})}{\text{Tempo operacional}}$$

$$\text{Índice de qualidade} = \frac{\sum(\text{Quantidade produzida} - \text{Refugos e retrabalhos}) \times \text{Tempo de ciclo}}{\sum(\text{Quantidade produzida} \times \text{tempo de ciclo})}$$

Fonte – Adaptado de Gregório e Silveira (2018)

Segundo Gregório, Prata e Santos (2018), O OEE é um KPI simples e fácil de ser mensurado quando a empresa realiza controle dos dados do processo produtivo. Ele permite a visualização das perdas relacionadas à operação de determinado equipamento e, assim, possibilita o planejamento de ações que contribuam com a redução de desperdícios. Cada um dos itens levados em consideração para o seu cálculo é descrito a seguir, são eles:

- a) Índice de disponibilidade: considera paradas por falhas, por setups e/ou por necessidades de ajustes no equipamento;
- b) Índice de performance: leva em conta as perdas de ritmo causadas por problemas nos recursos (redução de velocidade, atrasos, aumento no tempo de ciclo);
- c) Índice de qualidade: leva em conta produtos fora de especificação que tiveram origem em falhas nos ativos.

De acordo com Gregório e Silveira (2018), uma classificação global orienta a análise do OEE, sendo que um índice menor que 65% é inaceitável, o processo deverá sofrer ações o quanto antes; índice entre 65% e 75% reflete um processo considerado bom; para um índice entre 75% e 85% o processo considerado muito bom; e o índice acima de 85% para uma empresa de classe mundial.

2.3.11 Benchmarking

Relata Teles (2016), que o benchmarking é um indicador de comparação que pode ser aplicado em qualquer situação em que é possível extrair um dado quantitativo. Ele consiste em comparar os resultados entre empresas, do mesmo segmento ou não, setores ou anos, por exemplo, ou seja, é possível comparar dados

internos da empresa ou externos. A partir da comparação é possível levantar pontos de melhoria e saber se a empresa está obtendo ou não um bom desempenho. A Quadro 2 exemplifica o uso desse indicador.

Quadro 2– Aplicação do *Benchmarking*

INDICADORES	CLASSE MUNDIAL	MERCADO
Custo total da manutenção sobre o valor do novo	< 2%	3%
Tempo em urgências / total de horas	< 10%	35%
Disponibilidade	95%	75%
Re-trabalho	< 5%	16%
Conformidade às normas e regulamentações	100%	76%
Trabalhos planejados	90%	63%
Precisão das estimativas	90%	51%
Manutenção feita por operadores	> 25%	7%
Porcentagem de preventivo	Preditivo	40%
Análise de causas	60 à 70%	< 40%
Capex for sustaining	3 a 4 %	< 2%

Fonte – Adaptado de Lucato, Olívio e Soeiro (2017)

Relata Lucato, Olívio e Soeiro (2017), a aplicação do índice de *benchmarking* consiste na análise e comparação da performance de organizações para identificar se suas práticas levam a resultados ótimos que podem ser comparados com líderes do mercado. Além disso, busca-se compreender quais são as atividades e estratégias destas organizações para adaptar a gestão da manutenção para a incorporação destas melhores práticas.

Portanto, de acordo com Pinto e Xavier (2019, p. 14), o *benchmarking* funciona como um ponto de referência do nível de desempenho ótimo esperado para os processos técnicos e gerenciais da manutenção. Assim, geralmente utiliza-se o padrão de classe mundial da manutenção, o mercado local com principais concorrentes e até mesmo, departamentos de manutenção de filiais da empresa analisada, desde que estes tenham altos índices de desempenho.

Reforça Lucato, Olívio e Soeiro (2017), a aplicação do *benchmarking* tem como principal foco prospectar melhorias para que se otimize o desempenho dos equipamentos. Implementar a técnica do *benchmarking* colabora para a identificação das melhores práticas. Deste modo, pode-se replicar os resultados com as ferramentas e técnicas da manutenção utilizadas para alcançar altos níveis de

confiabilidade, disponibilidade e manutenibilidade.

2.4 TERCEIRIZAÇÃO DOS SERVIÇOS DE MANUTENÇÃO

Neste capítulo irá se realizar uma investigação das políticas e premissas para a efetividade e atendimento dos requisitos tidos como essenciais na terceirização dos serviços de manutenção. Desta maneira, busca-se além de discorrer sobre os conceitos importantes ligados a terceirização, analisa-se o contexto de sua aplicação em atividades específicas de responsabilidade da manutenção no setor industrial.

Segundo Xavier e Pinto (2019), a terceirização nada mais é do que uma relação de parceria na qual se espera resultados empresariais positivos entre as partes envolvidas, ou seja, que traga vantagem competitivas tanto para a contratante, como para a contratada. Isto, se dá através de uma maior especialização, comprometimento com resultados e autonomia gerencial em atividades chaves que se manifestar em maiores ganhos e valor a contratante.

Destaca Lucato, Olívio e Soeiro (2017), que a terceirização é como uma transferência, baseada em um contrato de fornecimento, para terceiros, das atividades cuja responsabilidade seria de uma equipe interna. Assim sendo, os autores relatam que a terceirização deve seguir quatro pontos essenciais, são elas: segurança; custo; aspectos legais; e qualidade. Nestes elementos devem ser embasados os indicadores de avaliação da Gestão da Manutenção e terceirizadas para ajudar a estabelecer metas e comparar o planejado com o realizado.

Segundo Scarpim e Shigunov Neto (2014), existem três modelos de política para a contratação de empresas terceirizadas, são eles:

- a) Contratação por mão de obra: é a transferência da obrigação trabalhista para a empresa terceirizada. Essa modalidade corresponde 65% dos contratos de terceirização;
- b) Contratação por serviço: é a transferência de serviços específicos especializados para uma empresa terceirizada. Essa modalidade representa 30% dos contratos de terceirização;
- c) Contratação por resultado: é a transferência de responsabilidade de uma estratégia para atingir uma meta ou objetivo para uma empresa

terceirizada. Apesar de corresponder apenas a 5% dos contratos de terceirização, esse se mostra o mais moderno e eficiente meio para a terceirização dos serviços de manutenção, sendo o resultado mais comum esperado a disponibilidade e confiabilidade dos ativos da contratante.

Conforme relatam Pinto e Xavier (2019), as empresas terceirizadas geralmente são responsáveis pela realização das atividades meio do negócio, que estão ligadas diretamente à atividade fim (razão do negócio), como a manutenção e logística, e as atividades acessórios e que não são ligadas a atividade-fim, como a limpeza e segurança patrimonial. No contexto da Manutenção Industrial, ao terceirizar o processo de manutenção a empresa contratante tem como foco a melhoria dos resultados mediante o aumento da confiabilidade e disponibilidade dos ativos.

Dessa forma, de acordo com Lucato, Olívio e Soeiro (2017), pelo citado que a principal dificuldade no gerenciamento da terceirização dos serviços de manutenção é porque ela ficará responsável por uma atividade meio, assim, qualquer perda ou desperdício praticado pela contratada reflete nos custos da atividade central da contratante. Assim sendo, observa-se que uma avaliação adequada da Gestão da Manutenção e terceirizadas constitui de uma essencial ferramenta de gestão, que se eficientemente aplicada, tem capacidade para otimizar a disponibilidade e confiabilidade dos ativos da organização, colaborando para que os resultados esperados sejam eficazmente alcançados.

3METODOLOGIA

Esta pesquisa trata-se de um estudo de caso quantiquantitativa, para a análise e definição das métricas e indicadores de desempenho para avaliação dos processos de manutenção corretiva e preventiva realizados por uma caldeiraria industrial, de enfoque aplicado e objetivo descritivo.

A pesquisa aplicada tem como objetivo “adquirir conhecimento para a solução de um problema específico” (LAKATOS; MARCONI, 2022, p. 297). Nesse caso, a pesquisa irá explorar soluções e meios ótimos para a avaliação da Gestão da Manutenção e terceirizadas através de um estudo de caso para a mensuração de métricas e indicadores de desempenho capazes de atestar a efetividade da prestação de serviço de uma empresa terceirizada especializada em caldeiraria industrial.

Especificadamente quanto a delimitação do tema e a aplicação do estudo de caso, busca-se como resultado uma melhor avaliação dos serviços prestados através da análise dos indicadores de desempenho possa colaborar para que a Gestão da Manutenção e terceirizadas possa prospectar ações para que as atividades melhorem continuamente, garantindo a disponibilidade e confiabilidade esperada dos ativos que sofreram algum tipo e intervenção corretiva ou preventiva sobre a responsabilidade da empresa terceirizada especializada em caldeiraria industrial

O estudo (ou relato) de caso é o tipo mais básico de estudo descritivo. Costuma ser a primeira abordagem de um tema, e é usado para a avaliação inicial de problemas ainda mal conhecidos e cujas características ainda não foram suficientemente detalhadas. O estudo de caso tem enfoque qualitativo, embora muitas facetas possam ser quantificadas. Assim como as pesquisas qualitativas, geralmente é usado em combinação com estudos quantitativos de natureza epidemiológica, para compor um quadro mais completo da situação (ESTRELA, 2018, p. 109).

Na realização do estudo de caso, buscou-se identificar e mensurar os indicadores de desempenho mais adequados para avaliação dos procedimentos dentro dos planos de manutenção corretivo planejado e preventivo delegados a uma empresa terceirizada especializada em caldeiraria industrial. Com essa avaliação espera-se não só obter a situação real da efetividade dos serviços prestados pela empresa para propor melhorias e/ou a padronização das ações que já estão

otimizadas, mas também, poder apresentar a empresa contratante os resultados obtidos para comparação com o esperado pelo serviço terceirizado prestado.

Segundo Lakatos e Marconi (2022), a pesquisa descritiva tem como foco caracterizar uma população, ou identificar relações entre variáveis. Desta forma, são comuns as pesquisas que investigam características de um grupo, no caso, os indicadores de manutenção utilizados na gestão da efetividade de empresas terceirizadas. Para uma melhor visualização dos tipos de pesquisa utilizados para estruturar a pesquisa foi formulado o Quadro 3.

Quadro 3 – Classificação da pesquisa

Classificação da pesquisa	Tipo de pesquisa realizada
Quanto a sua Abordagem	Pesquisa Mista (Qualiquantitativa)
Quanto a sua Natureza	Pesquisa Aplicada
Quanto ao seu objetivo	Pesquisa Descritiva
Quanto aos seus procedimentos	Pesquisa Bibliográfica e Estudo de Caso

Fonte – Elaborado pelos autores (2022)

Quanto a abordagem da pesquisa mista, segundo Lozada e Nunes (2018), contém o método quantitativo e o método qualitativo, ou seja, ela aborda tantos valores filosóficos quanto métodos de investigação objetivos. No método qualitativo o pesquisador observa o fenômeno buscando sentido das situações e os impactos das variáveis estudadas. Na quantitativa as variáveis são mensuradas e expressas numericamente por meio de tratamentos estatísticos.

Nesta pesquisa os dados serão tratados tanto qualitativamente, ao abordar as variáveis não quantificáveis do processo que podem estabelecer quais são as ferramentas de coleta de dados e indicadores da manutenção mais adequadas as perspectivas competitivas de uma terceirizada especializada em caldeiraria industrial. Já a parte quantitativa será realizada através do tratamento dos dados históricos dos procedimentos técnicos realizadas e métricas disponíveis já quantificadas para definir e mensurar os indicadores de desempenho cabíveis a avaliação da Gestão da Manutenção e terceirizadas neste estudo.

Para a pesquisa bibliográfica, que de acordo com Parras Filho e Santos (2011), é a base de qualquer pesquisa científica para estabelecer uma base teórica-

conceitual, deve ser realizada tendo como premissa discussões e informações já escritas em livros, jornais, revistas, entre outros documentos escritos ou em registros de vídeo ou áudio.

Espera-se que o embasamento teórico-conceitual obtido através da pesquisa bibliográfica possa colaborar positivamente para que não só a principal questão desta pesquisa possa ser respondida assertivamente, mas também, que o objetivo geral seja contemplado. Isto, para se realizar uma melhor análise e definição das métricas e indicadores de desempenho para avaliação dos processos de manutenção corretiva e preventiva realizados por uma caldeiraria industrial.

Na pesquisa o levantamento de conteúdo acadêmico utilizado para estruturar o referencial teórico será realizada em sites de busca de trabalhos científicos de instituições acadêmicas de ensino superior e na biblioteca da universidade, sendo escolhidas obras no período entre 1987 e 2022. Os descritores utilizados serão: Gestão da Manutenção; Métricas e Indicadores da Manutenção; Terceirizadas da Manutenção; Políticas e Estratégias de Manutenção.

Por fim, como principal direcionamento deste estudo de caso espera-se colaborar positivamente para a discussão sobre a melhor forma de se aplicar ferramentas e técnicas de gestão, como na definição de indicadores de desempenho para ajudar na tomada de decisão que leve a otimização do gerenciamento e controle de empresas terceirizadas encarregadas por parte e/ou a totalidade das ações e planos na Manutenção Industrial.

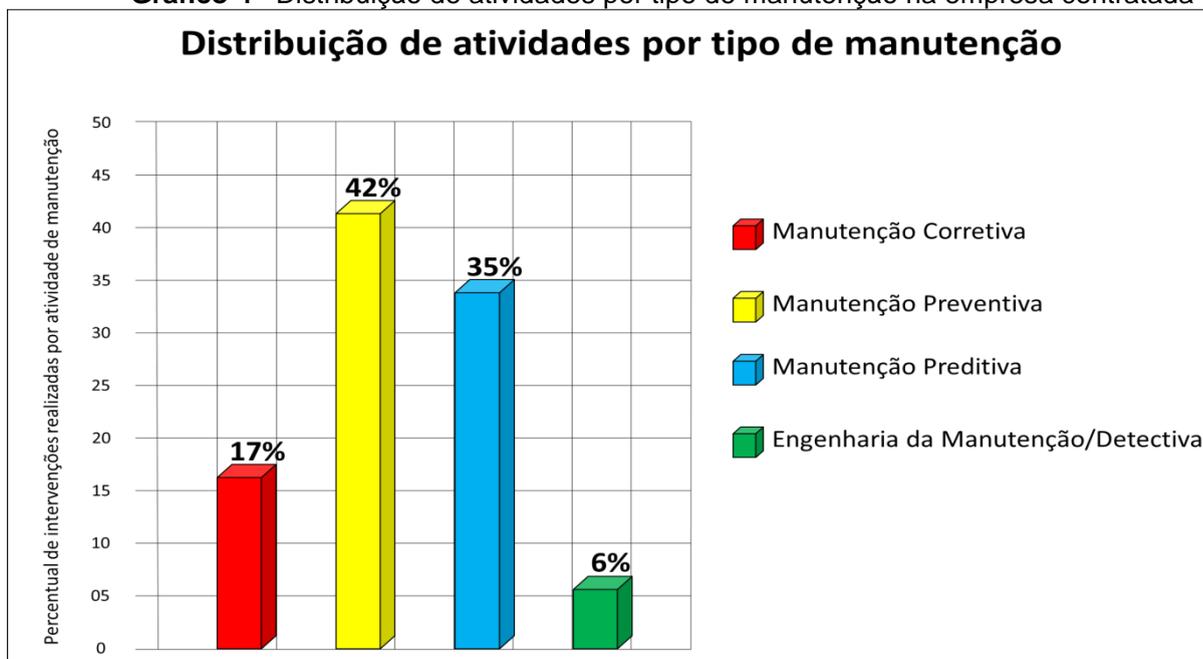
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 RESULTADOS

Os processos realizados pela empresa de serviços terceirizados de manutenção realiza trabalhos especializados de caldeiraria para colaborar com as estratégias de manutenção corretiva e preventiva da empresa contratante. Deste modo, relata-se que apesar de acompanhar as principais métricas necessárias para o controle e avaliação da efetividade do negócio. Serão colocados apenas os percentuais pela não autorização da exposição dos números da empresa, todos calculados para os últimos seis meses em cima de métricas, levadas em conta na empresa mais pela contabilidade e controle dos serviços realizados, do que para alicerçar os planos de manutenção.

Assim, durante o estudo de caso tratou-se esses dados para expor os KPI mais importantes para empresa terceirizada e contratada, podendo avaliar assim, a efetividade da terceirizada em realizar as ações planejadas. Alguns dos dados foram obtidos através da ajuda de colaboradores do PCM da empresa contratante. O Gráfico 4 apresenta o nível de cada tipo de manutenção relatado nos primeiros seis meses do ano de 2022 na empresa contratada.

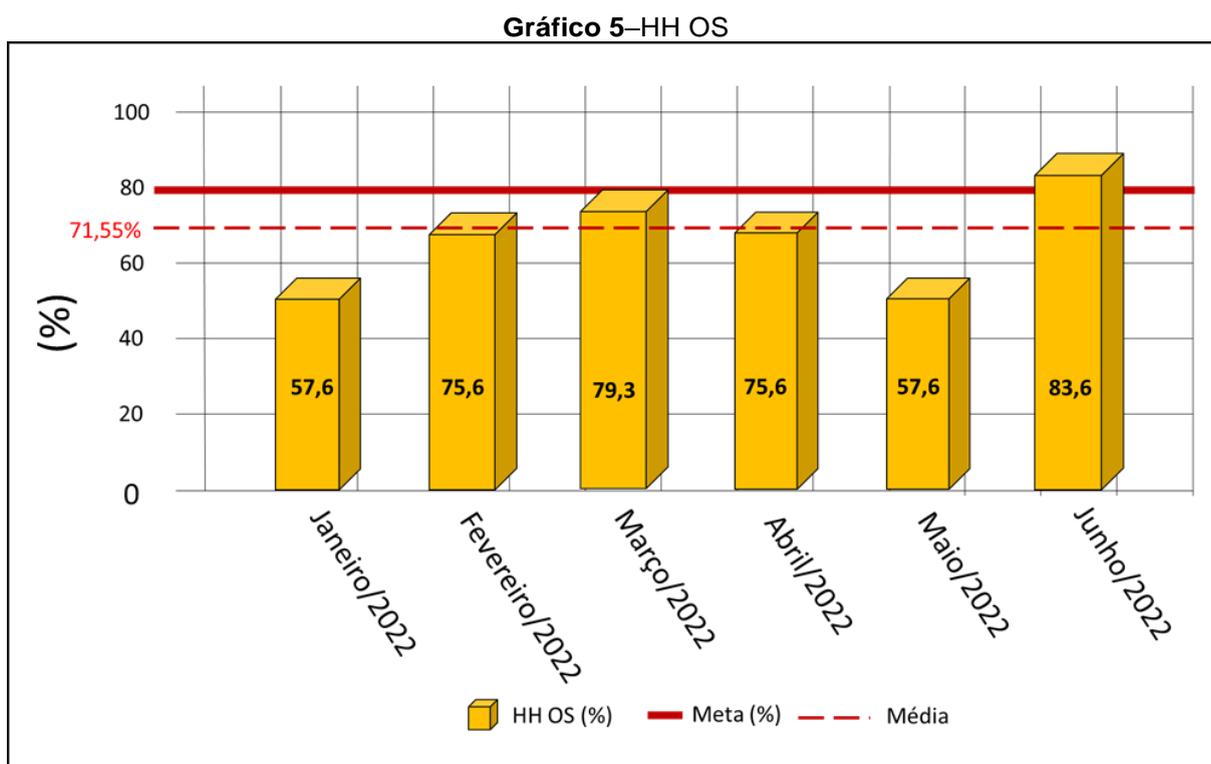
Gráfico 4– Distribuição de atividades por tipo de manutenção na empresa contratada



Fonte – Elaborado pelos autores (2022)

Dentro deste cenário, relata-se que a empresa terceirizada analisada realizou apenas 3% de todas as atividades da manutenção da empresa, 1,7% das corretivas planejadas (10% das ações corretivas totais da contratante) e 1,3% das preventivas (aproximadamente 3,10% das intervenções preventivas totais da contratante).

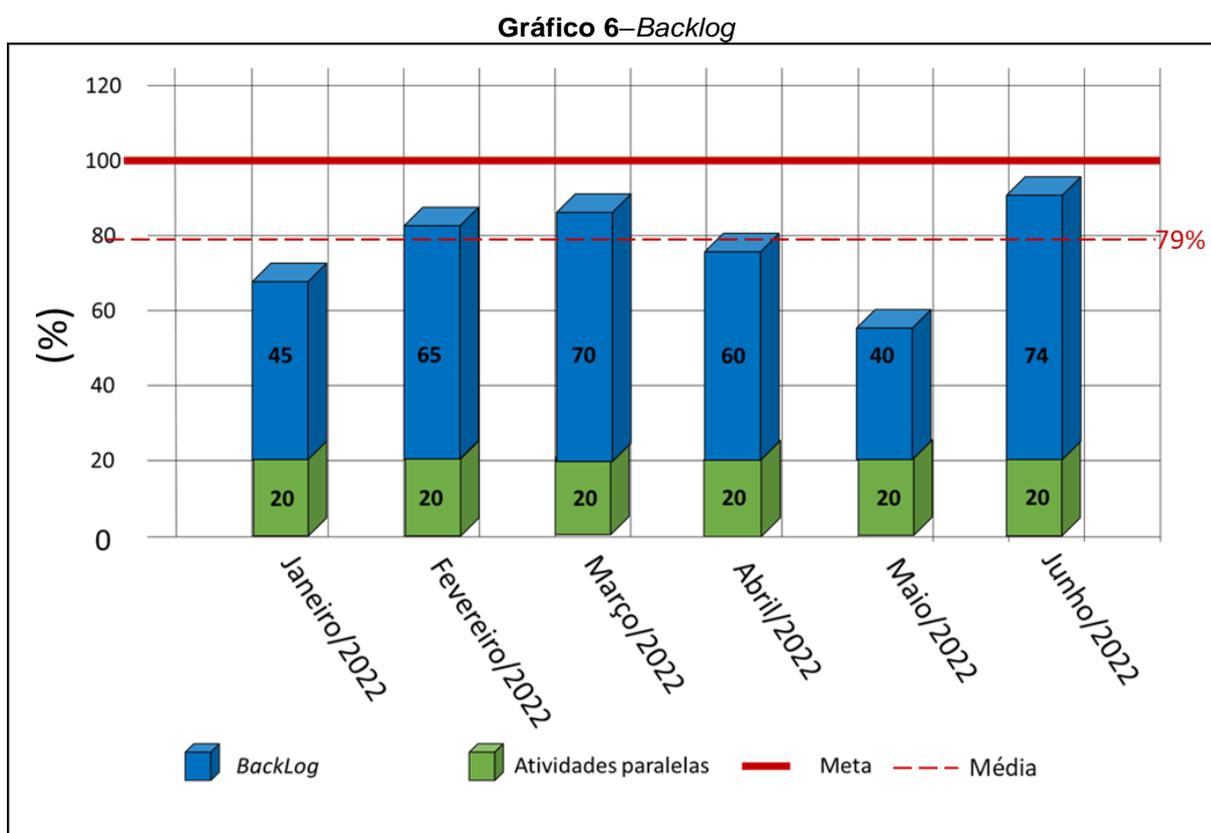
O Gráfico 5 apresenta aHH OS dessas ações realizadas pela empresa levando em conta somatória das horas previstas de HH OS de corretivas e preventivas e a HH instalada a cada mês, sendo que são 240 HH/mês por funcionário na empresa contratada, descontadas as paradas para atividades paralelas dentro da própria unidade de preparação para o trabalho, alimentação e reuniões, já que esses dados da HH são prospecções feitas através de dados cruzados entre os Recursos Humanos e OS que servem como registro dos trabalhos feitos pela terceirizada na contratada.



Primeiramente relata-se que os meses com menores índices são relativos a meses com funcionários em períodos de férias ou afastados em outros projetos da empresa fora da contratada principal analisada. Além disso, no período com índice maior acima da meta (junho), pela alocação de outros

funcionários de unidades diferentes na empresa contratada para terminar serviços e trabalhar em uma parada geral para manutenção.

O Gráfico 6 apresenta o *Backlog* dos serviços realizados pela terceirizada, levando em conta a HH OM planejadas, pendentes, programadas e executadas dividido pela HH disponível na empresa contratada pela terceirizada especializada relacionados aos planos corretivos planejados e preventivos delegados a empresa terceirizada. Para coleta dos dados relacionados as métricas deste indicador usaram-se a programação da manutenção da contratada para a empresa terceirizada especializada em serviços de caldeiraria nos primeiros seis meses do ano de 2022 e as OS dados como executadas para serem faturadas, sendo que 20% são relacionados as HH para atividades paralelas já relatadas.

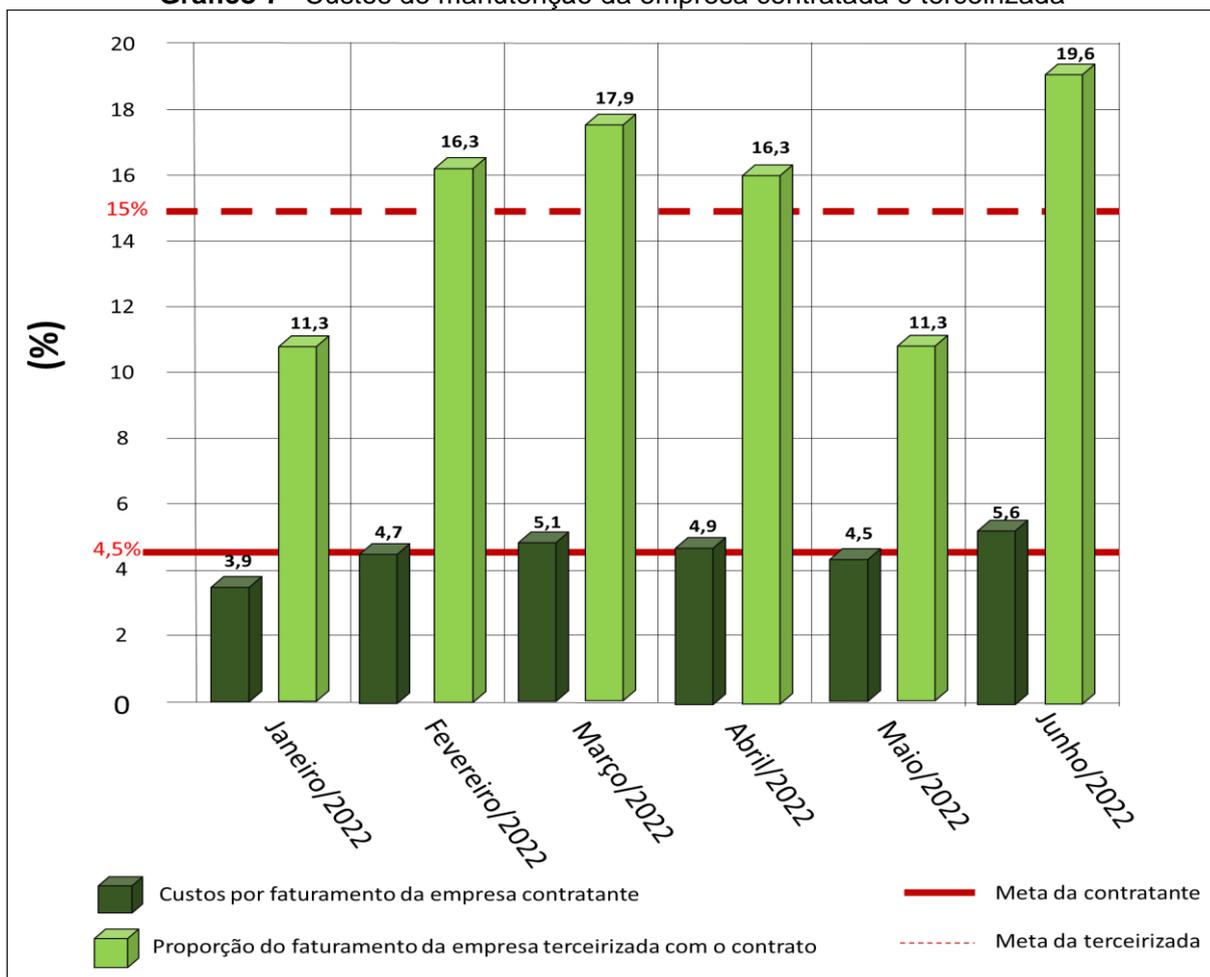


Relata-se que as atividades não realizadas no mês anterior são reprogramadas para serem realizadas no próximo mês conforme a urgência relatada pela empresa contratante, o que significa que apenas 6% dos serviços programados e planejados para a empresa realizar no semestre deixaram de ser

feitos. Os custos de manutenção neste caso se aplicam como HH/mês para a empresa terceirizada, na contratada é medida comparação ao faturamento bruto.

O Gráfico 7 apresenta a proporção do faturamento bruto da empresa terceirizada pela HH/mês dos funcionários do contrato da empresa contratada, além da proporção dos custos de manutenção pelo faturamento bruto da empresa contratante para cada mês analisado, sendo que a sua meta é que os custos da manutenção cheguem a 4,5% do faturamento bruto.

Gráfico 7– Custos de manutenção da empresa contratada e terceirizada

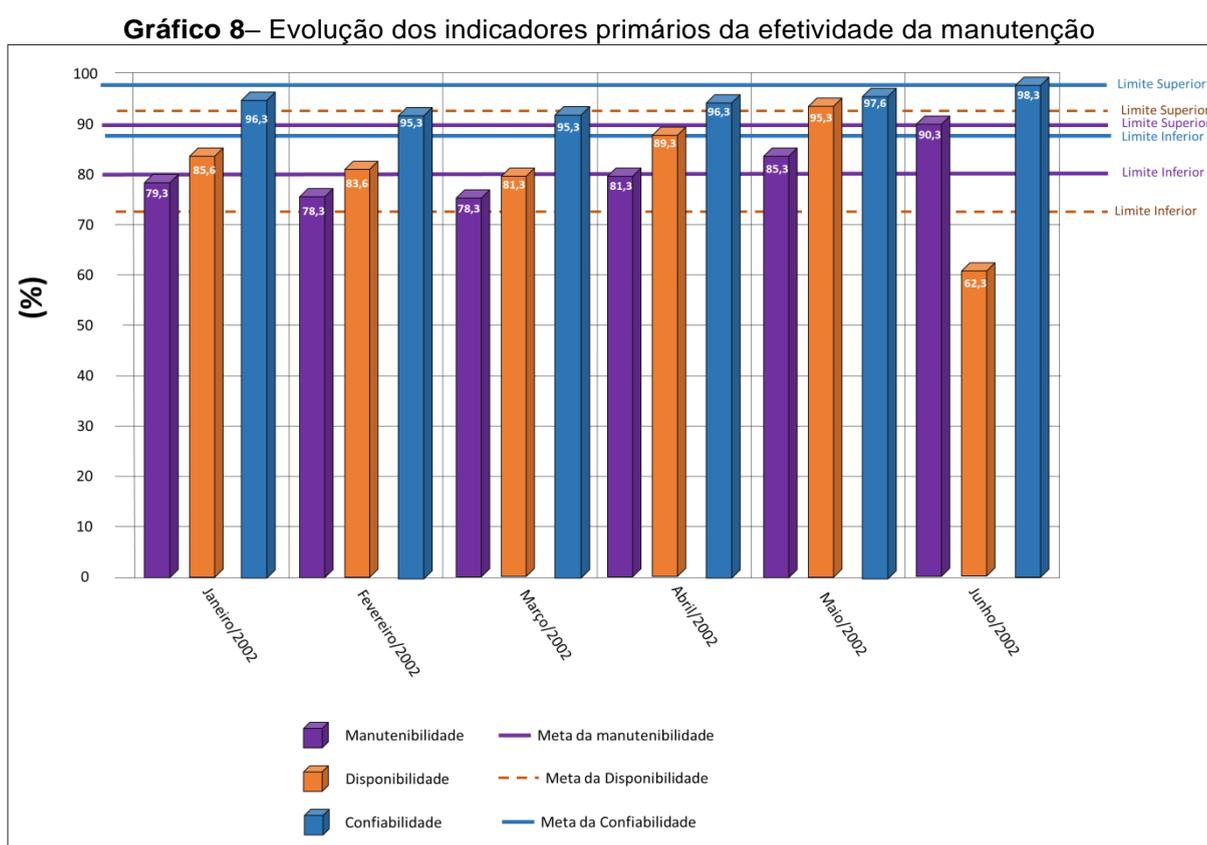


Fonte – Elaborado pelos autores (2022)

Apesar das oscilações, a média de gastos para o semestre ficou apenas 0,28% acima da prospectado para o período, sendo que houve uma parada programada para a manutenção realizada anualmente que tem seus benefícios para a confiabilidade e manutenibilidade dos equipamentos observada apenas no próximo período operacional, prolongando o ciclo de vida útil dos equipamentos. Já o faturamento esperado pela empresa terceirizada ficou 0.45

acima, refletindo em atividades extras realizadas além do planejado pela empresa para o semestre.

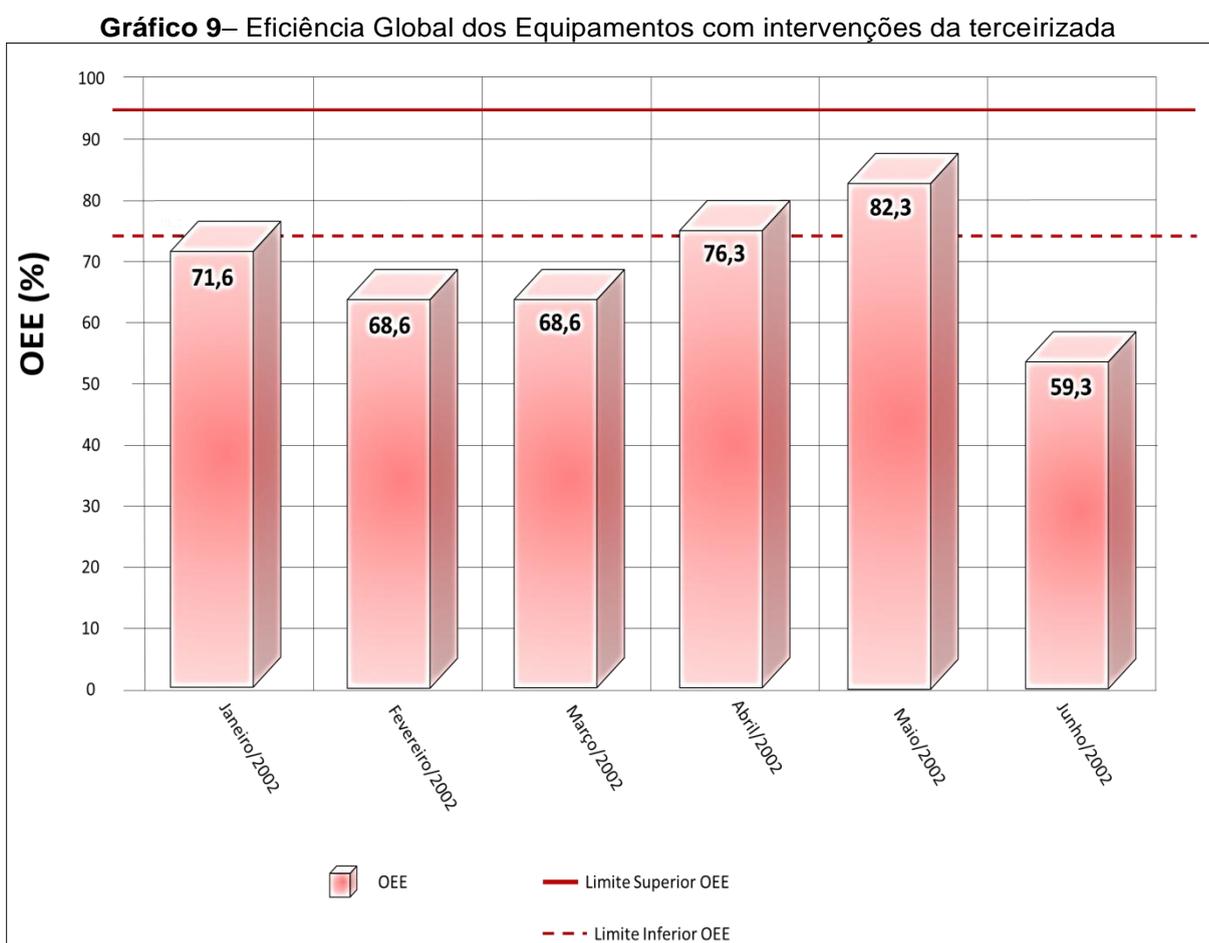
No Gráfico 8 é apresentada a evolução dos indicadores primários da manutenção dos equipamentos, máquinas e componentes que tenham sido reparados pela empresa terceirizada, ou seja, a confiabilidade, a disponibilidade e a manutenibilidade. Primeiramente, calculou-se o tempo médio entre falhas e o tempo médio de reparo para cada mês baseado nas OS executadas e seus prazos, além do histórico da produção nesses equipamentos.



A média da confiabilidade para os equipamentos que a terceirizada compartilha a responsabilidade das estratégias de manutenção corretiva e preventiva no semestre foi 96,51%, próximo do limite superior buscado pela empresa de 98% confiabilidade. Quanto a manutenibilidade ficou 82,13% no semestre, próximo ao limite inferior para este índice estipulado pela empresa. Já a disponibilidade teve como média 82,9% no semestre, nível intermediário tido como aceitável pela empresa.

Com base nos cálculos de métricas realizados para os indicadores

primários, construiu-se também o KPI OEE, para tanto, utilizou-se as métricas já calculadas em conjunto com os dados de qualidade disponibilizados. Considerou perdas de disponibilidade (paradas para corretivas, limpeza etc.), de desempenho (perda de velocidade por falhas; espera) e qualidade relatadas (produtos não conformes e retrabalho). O Gráfico 9 apresenta o indicador OEE utilizado para medir a efetividade global dos equipamentos que passaram por intervenções pela empresa terceirizada.



Na média o OEE semestral dos equipamentos sobre responsabilidade da terceirizada para as atividades de manutenção corretiva e preventiva ficou em aproximadamente 71,12%, abaixo do estipulado para a empresa contratada que tem como meta manter este índice entre 75% e 95%, considerados ótimos, porém, ainda é considerado um processo eficiente.

Enfim, elaborou-se o KPI de benchmarking para comparação dos resultados obtidos pela empresa terceirizada na contratada em comparação a

classe mundial e a média do mercado, que no caso, foi a comparação da média dos outros contratos da empresa, além dos indicadores da contratada, a qual tivemos acesso ao realizar a pesquisa para este estudo de caso dos cálculos dos indicadores globais, não apenas das instalações, equipamentos e máquinas que a terceirizada ajuda a manter. O Quadro 4 apresenta a análise realizada para comparação dos KPIs pertinentes.

Quadro 4 – Benchmarking

Tipo de KPI	Empresa Contratada	Empresa Terceirizada	Média do Mercado	Classe Mundial
Custo total da manutenção	4,7%	0,63%	3,9%	<2%
Tempo em urgências	8,9%	12%	7,6%	<10%
Disponibilidade	83,3%	82,9%	85%	95%
Conformidade às normas e regulamentações	99%	95%	98%	100%
Trabalhos planejados	91%	88%	90%	90%
HH Preventivo	42%	60%	>30% <=45%	Preditivo
HH Corretivo	17%	40%	12%	<10%
Precisão das estimativas	89%	78%	69%	90%
Manutenibilidade	0,85%	0,82%	0,80%	0,01
Confiabilidade	0,97%	0,96%	0,89%	0,98

Fonte – Elaborado pelos autores (2022)

Apesar de não caber a comparação entre alguns dos índices importantes listados para uma empresa terceirizada, já que por exemplo, as HH preventivo e corretivo da empresa são mais voltados a manutenção e reposição de ferramentas e seus componentes consumidos no processo do que intervenções técnicas elaboradas para aumentar o ciclo de vida útil.

4.2 DISCUSSÃO

Os resultados obtidos pela mensuração destes KPI têm potencial para colaborar para estabelecer as políticas e estratégias ótimas e adequadas de manutenção para cada equipamento dentro do processo produtivo sob a responsabilidade da empresa terceirizada. Ou seja, como na teoria, que indica que os KPI auxiliam na avaliação das ações técnicas e do planejamento realizado, visualiza-se ser possível assinalar oportunidades de melhoria do planejamento e programação dos serviços terceirizados para se obter altos índices de eficiência global dos equipamentos e, conseqüentemente, garantir sua efetividade.

Em outros termos, expõe-se que na prática a utilização dos indicadores de desempenho é realizada na empresa contratada de forma indireta pelo tratamento dado as métricas para monitorar não só a condição de efetividade dos equipamentos ao longo do tempo, mas também, se as ações da manutenção estão sendo eficientes em alcançar as metas impostar. Desta maneira, ele é financeiro quando mede os padrões produtivos e qualidade dos produtos e não financeiro quando mede a eficiência dos processos e operações da manutenção.

Quanto aos tipos de manutenção, o levantamento mostrou que a empresa ainda tem um grande nível de manutenção corretiva não planejada, pois, o projetado pela empresa seria por volta de 10% de ações estratégicas corretivas planejadas em seus equipamentos. Para a empresa terceirizada contratadas esta falta de planejamento pode refletir em um lucro maior, porém, a programação e cumprimento de suas ações planejadas ficam comprometidas.

Desta maneira, atribui-se a essa deficiência na programação e acúmulo de trabalho não programado diminui os índices de HH OS da terceirizada, que se mostram abaixo da média semestral prevista, sendo que se chegou a cumprir ela apenas quando realocado outros profissionais da empresa terceirizada para colaborar com as ações preventivas e corretivas planejadas durante a parada programada para manutenção em junho. Deste modo, já que este indicador pode indicar um déficit de pessoal na equipe de manutenção, ele evidencia que a empresa deve alocar mão de obra extra para este contrato, tendo em vista que com a equipe total está direcionada apenas para este contrato, os índices chegam muito próximos dos tidos como ótimo pela contratada.

O Backlog reforça os erros na programação das atividades, já que em nenhum mês todas as ações planejadas foram executadas, até mesmo em junho, com a parada específica para se reparar e fazer as correções pertinentes em todos os sistemas dos equipamentos e máquinas, além das instalações e possíveis reforços de nos sistemas de proteção destes. O ideal é ter todas as ações planejadas realizadas, porém, o nível alcançado foi de aproximadamente 79%, sendo que os menores índices no semestre foram quando o quadro de funcionário da terceirizada na contratante era menor do que o previsto em programação.

Os custo proporcional da manutenção pelo faturamento bruto da empresa

contratada mostra que ela opera com valores acima do planejado, que apesar de na média semestral ter ficado apenas 0,28% a mais que o planejado, que em cifras representa um grande prejuízo, representando quase 6% a mais do orçamento dispensado para tal fim no planejamento estratégico da empresa contratada. Observa-se que este aumento também é impulsionado pelo número excessivo de ações corretivas não planejadas, tanto que o faturamento da empresa terceirizada foi maior do que o planejado para a média semestral, pois, houve mais HH executando o trabalho para manutenção dos ativos sob sua responsabilidade.

Os índices tidos como mais importantes para avaliação dos resultados da manutenção são a confiabilidade, manutenibilidade e disponibilidade, assim, para os equipamentos sob responsabilidade da terceirizada tem-se que os índices são satisfatórios e com a parada programada eles puderam alcançar índices bem próximos a recomendação da classe mundial, o que indica que as melhores práticas foram realizadas e foi possível aumentar a efetividade dos ativos do sistema produtivo da contratada.

Destaca-se que o índice de disponibilidade caiu em junho justamente pela parada programada dos equipamentos para manutenção, porém para o próximo ciclo operacional ele tende a aumentar para o maior nível apresentado no ano, pois, tanto a manutenibilidade e confiabilidade cresceram exponencialmente. Assim, avalia-se que as atividades realizadas pela empresa terceirizada especializada em caldeiraria em consonância as outras realizadas tiveram níveis aceitáveis capazes de garantir que os ativos irão atender plenamente a demanda.

Desta forma, o índice OEE analisado está estabilizado na área considerada como “bom”, estabelecendo o desempenho esperado para garantir a competitividade almejada pela organização, porém, aquém da classe mundial e da competitividade esperada para que se possa assumir uma posição de liderança no mercado. Assim, este índice colaborou para assegurar que o planejamento e controle é eficaz em garantir a eficiência global dos equipamentos sob a responsabilidade da terceirizada, porém, são necessárias ações para melhorar a programação e se diminua as corretivas não planejada para que o sistema produtivo atue em seu estado operacional ótimo.

Portanto, no contexto da avaliação de serviços terceirizados de

manutenção, observa-se que esses índices servem para justificar a confiabilidade e disponibilidade em função do investimento realizado nas ações técnicas e gerenciais desenvolvidas nos planos de manutenção corretivos e preventivos que eles realizam. Assim, constata-se que baseado neste dados cabe ao gestor da manutenção escolher a que traz o maior custo-benefício a organização e ao sistema de gestão da manutenção com a contratação de terceiros.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Observa-se que o objetivo principal foi contemplado, tendo em vista que pode se compreender que é baseado nesses tipos de KPIs aplicados para avaliar os serviços terceirizados de manutenção, mostram que as ações de melhoria em todos os níveis gerenciais da manutenção, pois, eles colaboram na tomada de decisão de quais serão as estratégias mais adequadas para que cada equipamento possa ter o desempenho esperado.

Posto isto, chegou-se nestas considerações finais através do cumprimento dos objetivos específicos, deste modo, ao contextualizar a gestão da manutenção percebeu-se que suas ações estratégicas devem ser alicerçadas por um planejamento e controle da manutenção cíclico baseado na avaliação realizada ao fim destes. Esta avaliação das políticas, estratégias e modelos de gestão da manutenção é realizada geralmente pelo uso sistemático dos KPIs para prospectar melhorias contínuas.

Já ao caracterizar as políticas e estratégias de manutenção entendeu-se que elas são os principais direcionamentos para garantir que os equipamentos e máquinas possam operar sem falhas e interrupções que podem prejudicar sua performance e disponibilidade, afetando, portanto, a produtividade da empresa. Os principais tipos de manutenção relatados são a corretiva, preventiva, preditiva, e detectiva, todas utilizadas para estabelecer o plano mestre de manutenção que visa garantir o funcionamento correto e adequado de cada ativo do sistema produtivo.

Ao discorrer sobre as métricas e os KPIs aplicados a manutenção industrial, constatou-se que a análise dos dados referente a suas aplicações pode levar a otimização do sistema de manutenção, evidenciando o quanto suas ações colaboram para manter a efetividade do sistema produtivo e dos ativos que viabilizam a transformação de entradas em saídas satisfatórias. A confiabilidade e disponibilidade se destacam como indicadores de desempenho, e o OEE e custos por faturamento bruto são os principais fatores econômicos.

Ao investigar as políticas de terceirização dos serviços de manutenção pode-se visualizar que geralmente elas são contratadas para realizar um serviço especializado que a empresa considera que não vai conseguir realizar efetivamente sozinha. Para avaliar estes serviços, já que eles são relacionados a sua atividade fim, mas dão suporte a ela, deve-se medir a eficiência destes em garantir, em

conjunto com outras atribuições da manutenção, a confiabilidade e disponibilidade, além do nível de qualidade dos produtos gerados pelos processos mantidos por ela.

Desta maneira, ao realizar um estudo de caso para avaliar quais os indicadores de desempenho aplicáveis a manutenção industrial podem melhor mensurar a efetividade dos serviços de manutenção corretiva e preventiva prestados por uma empresa de caldeiraria no setor industrial indica-se o HH OS (para ordem de manutenção corretiva e preventiva), o *Backlog*; o custo de HH; os KPI que medem a eficiência global dos equipamentos sob a responsabilidade da terceirizada, além dos primários desenvolvidos para direcionar toda as ações da gestão da manutenção, que são a confiabilidade, a manutenibilidade e a disponibilidade dos ativos.

Deste modo, como limitações da pesquisa, relata-se a impossibilidade de registrar efetivamente os números reais de serviços realizados e sua efetividade, pois, a empresa apesar de disponibilizar os dados suficientes para estabelecer as métricas e indicadores, não liberou a exposição dos dados reais necessários para a apresentação dos cálculos. Além disso, destaca-se o acesso restrito de dados da contratada ao disponíveis pelo PCM em apresentações dos indicadores semestrais a gerência da manutenção e da produção coletados dos sistemas de informação da empresa.

Como recomendações para colaborar com a discussão sobre as melhores práticas para aplicação de KPIs para avaliação de empresas terceirizadas que prestam serviços de manutenção é seguir a metodologia SMART, para definir quais são os que mais se adéquam a realidade da empresa e das ações que ela realiza na contratada. Portanto, acredita-se que eles devem ter uma coleta de dados simples e eficaz em gerar informações realistas e pertinentes, além de escolher os de fácil formulação e interpretação.

Assim, ao responder a principal problemática da pesquisa, considera-se que dependendo do tipo de manufatura um ou outro KPI é aplicado para manter o controle do padrão esperado para que se possa ter a maior disponibilidade, manutenibilidade e confiabilidade possível dos ativos. Com essa colocação, constata-se que estes KPIs asseguram a efetividade das intervenções corretivas planejadas e preventivas realizadas pela terceirizada, como para indicar a probabilidade de a produção poder contar com os equipamentos por um período específico.

Por fim, sugere-se como tema para futuras pesquisas a abordagem dos KPI

na formulação dos planos de manutenção que irão atender os equipamentos e máquinas críticas do processo produtivo.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, P. S. D. **Manutenção Mecânica Industrial: Conceitos Básicos e Tecnologia Aplicada**. 1ª edição. 2ª tiragem. São Paulo: Érica, 2016.
- BUENO, E. R. F. **Gestão da Manutenção de Máquinas**. Curitiba: Contentus, 2020.
- CORDEIRO, M. C. *et al.* Gestão de ativos: proposta de otimização de investimento no processo de manutenção. *In: South American Development Society Journal*. Vol. 07. Nº. 20. Ano 2021. Pag. 278-308. Disponível em: <http://www.sadsj.org/index.php/revista/article/view/440/386>. Acesso em: 29 jul. 2022.
- ESTRELA, C. **Metodologia científica: ciência, ensino, pesquisa**. 3ª edição. Porto Alegre: Artes Médicas, 2018.
- FOGLIATTO, F. S.; RIBEIRO, J. L. D. **Confiabilidade e Manutenção Industrial**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2009.
- GREGÓRIO, G. F. P.; SILVEIRA, A. M. **Manutenção industrial**. Revisão técnica: Henrique Martins Rocha. Porto Alegre: SAGAH, 2018.
- GREGÓRIO, G. F. P.; PRATA, A. B.; SANTOS, D. F. **Engenharia de manutenção**. Revisão técnica: André Shataloff. Porto Alegre: SAGAH, 2018.
- LAKATOS, E. M. MARCONI, M. A. **Metodologia científica**. Atualização: João Bosco Medeiros. 8ª Edição. Barueri: Atlas, 2022.
- LOZADA, G. NUNES, K. S. **Metodologia científica**. Revisão técnica: Ane Lise Pereira da Costa Dalcul. Porto Alegre: SAGAH, 2018.
- LUCATO, A. V. R.; OLÍVIO, A.; SOEIRO, M. V. A. **Gestão da Manutenção**. Londrina: Editora e Distribuidora Educacional S. A., 2017.
- MARTINS, J. C. **O papel da engenharia na gestão de ativos de uma unidade industrial**. Portugal, 2015. 187 p. Trabalho Final de Mestrado para obtenção do grau de Mestre em Engenharia de Manutenção. Instituto Superior de Engenharia de Lisboa. Departamento de Engenharia Mecânica. Disponível em: <https://repositorio.ipl.pt/bitstream/10400.21/5402/1/Disserta%c3%a7%c3%a3o.pdf>. Acesso em: 30 jul. 2022.
- MEGIOLARO, Marcello Rodrigo de Oliveira. **Indicadores de manutenção industrial relacionados à eficiência global de equipamentos**. 2015. 87 p. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Pato Branco. 2015. Disponível em: <http://riut.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/15030>. Acesso em: 03 nov. 2022.
- MONCHY, F. A. **Função Manutenção: Formação para a gerência da Manutenção Industrial**. 1ª edição. São Paulo: Ed. Durban, 1987.

NEPOMUCENO, L. X. **Técnicas de manutenção preditiva**. 1ª edição. 9ª reimpressão. São Paulo: Blucher, 2018.

PINTO, A. K. XAVIER, J. A. N. **Manutenção: função estratégica**. 5ª edição revisada e atualizada. Rio de Janeiro: Qualitymark/ Petrobrás, 2019.

PARRA FILHO, D. SANTOS, J. A. **Metodologia científica**. 2ª edição. São Paulo: Cengage Learning, 2011.

SCARPIM, J. A. SHIGUNOV NETO, A. **Terceirização nos serviços de Manutenção Industrial**. Rio de Janeiro: Editora InterCiências, 2014.

SELEME, R. **Manutenção Industrial: mantendo a fábrica em funcionamento**. Curitiba: Inter saberes, 2015.

TELES, J. **Indicadores de Manutenção: conheça os principais KPIs para gestão da manutenção**. 2016. P. única. Artigo Científico (Especialização em Engenharia da Manutenção). Escola Brasileira de Gestão da Manutenção ENGETELES. Disponível em: <https://engeteles.com.br/indicadores-de-manutencao/>. Acesso em: 05 out. 2022.

VIANA, H. R. **Planejamento e Controle da Manutenção**. 2ª edição. Rio de Janeiro: QualityMark, 2006.

VERRI, L. A. **Gerenciamento pela Qualidade Total na Manutenção Industrial**. 1ª edição. Rio de Janeiro: QualityMark, 2007.

XENOS, H. G. **Gerenciando a Manutenção Produtiva: O Caminho para Eliminar Falhas nos Equipamentos e Aumentar a Produtividade**. 1.ed. Rio de Janeiro: EDG, 1998.