



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
Universidade Federal de Ouro Preto – UFOP
Instituto de Ciências Exatas e Aplicadas - ICEA
Colegiado do Curso de Engenharia de Produção - COEP
Campus João Monlevade



UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS E APLICADAS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO
CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

**ANÁLISE DA GESTÃO DE CONFIABILIDADE NA MANUTENÇÃO EM UMA
EMPRESA DO RAMO SIDERÚRGICO EM JOÃO MONLEVADE**

THULIO HENRIQUE BALBINO

JOÃO MONLEVADE

DEZEMBRO, 2020



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
Universidade Federal de Ouro Preto – UFOP
Instituto de Ciências Exatas e Aplicadas - ICEA
Colegiado do Curso de Engenharia de Produção - COEP
Campus João Monlevade



THULIO HENRIQUE BALBINO

**ANÁLISE DA GESTÃO DE CONFIABILIDADE NA MANUTENÇÃO EM UMA
EMPRESA DO RAMO SIDERÚRGICO EM JOÃO MONLEVADE**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como parte dos requisitos para obtenção do Título de Bacharel em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Ouro Preto.

Orientador: Prof^ª Elisângela Fátima de Oliveira

João Monlevade

Dezembro, 2020

SISBIN - SISTEMA DE BIBLIOTECAS E INFORMAÇÃO

B172a Balbino, Thulio Henrique .
Análise da gestão de confiabilidade na manutenção em uma empresa do ramo siderúrgico em João Monlevade. [manuscrito] / Thulio Henrique Balbino. - 2020.
58 f.: il.: color., gráf., tab..

Orientadora: Profa. Ma. Elisangela Fatima de Oliveira.
Monografia (Bacharelado). Universidade Federal de Ouro Preto.
Instituto de Ciências Exatas e Aplicadas. Graduação em Engenharia de Produção .

1. Concorrência. 2. Confiabilidade. 3. Ferramentas - Controle da qualidade. 4. Manutenção - Administração. 5. Manutenção produtiva total . I. Oliveira, Elisangela Fatima de. II. Universidade Federal de Ouro Preto. III. Título.

CDU 658.5

Bibliotecário(a) Responsável: Flavia Reis - CRB6-2431



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO
REITORIA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS E APLICADAS
COLEGIADO DO CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO - JM

**FOLHA DE APROVAÇÃO**

Thulio Henrique Balbino

Análise da gestão de confiabilidade na manutenção em uma empresa do ramo siderúrgico em João Monlevade

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia de Produção da Universidade Federal de Ouro Preto como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Produção

Aprovada em 18 de dezembro de 2020, com nota 8,6.

Membros da banca

[Dra] - Elisângela Fátima de Oliveira- Orientadora (UFOP)
[Dr] - Gilbert Cardoso Bouyer - (UFOP)
[Dra] - Luciana Paula Reis - (UFOP)

Elisângela Fátima de Oliveira, orientadora do trabalho, aprovou a versão final e autorizou seu depósito na Biblioteca Digital de Trabalhos de Conclusão de Curso da UFOP em 26/01/2021.



Documento assinado eletronicamente por **Wagner Ragi Curi Filho, COORDENADOR(A) DO CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO - JM**, em 26/01/2021, às 18:22, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site http://sei.ufop.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **0127837** e o código CRC **A52FAA9F**.

Referência: Caso responda este documento, indicar expressamente o Processo nº 23109.000746/2021-43

SEI nº 0127837

R. Diogo de Vasconcelos, 122, - Bairro Pilar Ouro Preto/MG, CEP 35400-000
Telefone: - www.ufop.br

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente à Deus, pelo dom da sabedoria e por permitir que eu realizasse o sonho de me tornar Engenheiro.

Agradeço aos meus pais, Sirley e Jefferson, e à minha irmã Amanda, por sempre acreditarem e apoiarem o meu crescimento pessoal e profissional, e aos meus demais familiares por sempre estarem presentes dando forças a cada momento difícil.

Agradeço aos colaboradores da companhia siderúrgica onde realizei o estágio pela oportunidade de aprendizado e por permitirem que este trabalho fosse realizado através de troca de experiências.

Por fim, agradeço à Professora Elisângela pela me orientar nesta etapa tão importante, e por ser referência profissional dentro da universidade.

À todos, o meu muito obrigado.

RESUMO

O desenvolvimento tecnológico cada vez mais acelerado e o aumento pela exigência da qualidade dos serviços fazem com que as empresas percebam a necessidade de aprimorar suas técnicas de manutenção afim de que elas se tornem eficientes e adequadas, promovendo assim maior competitividade perante à concorrência. Tendo a manutenção como a atividade que mantém os ativos em condições de atender suas finalidades funcionais e atendendo aos quesitos de qualidade, custo e disponibilidade, é preciso aplicar técnicas modernas de análise e prevenção de falhas através de uma gestão de confiabilidade na manutenção bem estruturada. Neste contexto, o presente trabalho buscou relacionar os conceitos de gestão da manutenção e confiabilidade elencando métodos e ferramentas da qualidade que auxiliam na garantia de vantagem competitiva. A metodologia de Estudo de Caso auxiliou na contextualização real do setor de manutenção de uma empresa siderúrgica perante suas rotinas e práticas de gestão, através de dados reais de um equipamento relevante dentro do processo produtivo, realizando análise de seus modos de falhas e ações de melhorias cabíveis através do FMEA. Além de evidenciar os benefícios de uma boa gestão de confiabilidade da manutenção auxiliada pela utilização de métodos e ferramentas da qualidade, foi possível levantar propostas de melhorias para o projeto, que se cultua em melhoria contínua, a fim tornar as atividades de manutenção mais produtivas, seguras e rentáveis financeiramente.

Palavras chave: manutenção, disponibilidade, confiabilidade, FMEA, gestão da manutenção, ferramentas da qualidade.

ABSTRACT

The accelerated technological development and the increase in the demand for service quality make companies realize the need to improve their maintenance techniques in order to become efficient and adequate, promoting greater competitiveness in the face of competition. With maintenance as the activity that keeps the assets in a position to meet their functional purposes and meeting the requirements of quality, cost and availability, it is necessary to apply modern techniques of analysis and failure prevention through a well-structured maintenance reliability management. In this context, the present work sought to relate the concepts of maintenance and reliability management, listing quality methods and tools that help guarantee competitive advantage. The Case Study methodology helped in the real contextualization of the maintenance sector of a steel company in view of its management routines and practices, through real data of a relevant equipment within the production process, performing analysis of its failure modes and improvement actions of FMEA. In addition to highlighting the benefits of good maintenance reliability management aided by the use of quality methods and tools, it was possible to raise proposals for improvements to the project, which is cultivated in continuous improvement, in order to make maintenance activities more productive, safe and financially profitable.

Keywords: maintenance, availability, reliability, FMEA, maintenance management, quality tools.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Tipos de manutenção	17
Figura 2 - Pilares da MPT	26
Figura 3 - Organograma Gerência Manutenção Aciaria	36

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Evolução da Manutenção	21
Tabela 2 – FMEA	44
Tabela 3 - Modo de Falha 1	45
Tabela 4 - Modo de Falha 2	45
Tabela 5 - Modo de Falha 5	46
Tabela 6 - Modo de Falha 6	46

LISTA DE ABREVIATURAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

NBR – Norma Brasileira

ERP – Enterprise Resource Planning

MCC – Manutenção Centrada em Confiabilidade

MPT – Manutenção Produtiva Total

MTBF – Mean Time Between Failures

MTTR – Mean Time to Repair

PCM – Planejamento e Controle da Manutenção

FMEA – Failure Mode and Effect Analysis

PLC – Programmable Logic Controller

MLC – Máquina de Lingotamento Contínuo

Sumário

1. INTRODUÇÃO	13
1.1. OBJETIVOS	14
1.1.1. Objetivos gerais	14
1.1.2. Objetivos específicos	14
2. REVISÃO DA LITERATURA.....	16
2.1. MANUTENÇÃO	16
2.2. TIPOS DE MANUTENÇÃO.....	17
2.2.1. Manutenção preventiva.....	17
2.2.2. Manutenção preditiva	18
2.2.3. Manutenção corretiva	19
2.3. GESTÃO DA MANUTENÇÃO	20
2.4. MANUTENÇÃO PRODUTIVA TOTAL.....	25
2.5. PLANEJAMENTO E CONTROLE DA MANUTENÇÃO.....	26
2.6. DISPONIBILIDADE, CONFIABILIDADE E MANTENABILIDADE.....	27
2.7. MANUTENÇÃO CENTRADA EM CONFIABILIDADE	30
3. METODOLOGIA	33
4. GESTÃO DA MANUTENÇÃO NA EMPRESA ESTUDADA.....	35
4.1. CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA.....	35
4.2. ROTINA E ORGANOGRAMA DE MANUTENÇÃO	36

4.3. SISTEMAS ELETRÔNICOS UTILIZADOS NA GESTÃO DE MANUTENÇÃO DA EMPRESA	38
4.4. ANÁLISES DE GESTÃO DA MANUTENÇÃO E CONFIABILIDADE.....	39
4.5 FERRAMENTAS E METODOLOGIAS DE QUALIDADE NA GESTÃO DE MANUTENÇÃO	43
5. RESULTADOS E CONSIDERAÇÕES FINAIS	50
5.1. ÍNDICE DE PARADAS	50
5.2. CUSTOS	51
5.3 PRINCIPAIS IMPACTOS E SUGESTÕES	52
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	55

1. INTRODUÇÃO

A evolução das técnicas de produção tem aumentado de forma sensível à capacidade produtiva das plantas industriais. Tal aumento é causado, principalmente, pela modernização do índice de produtividade de seus equipamentos. Dentre as características de um sistema, é desejável que este tenha vida ilimitada e deva funcionar sem falhas. Infelizmente, segundo Lafraia (2006), isto nem sempre é possível. Desta forma, a busca pelo limite de falhas e o aumento da vida útil dos equipamentos têm sido o grande objetivo das empresas de maquinofatura.

Segundo Alves (2014), a maquinofatura como nova forma de produção do capital, produto do desenvolvimento da manufatura e grande indústria, surgiu como determinação da base técnica do sistema de produção de mercadorias, implicando irremediavelmente na constituição de uma nova relação homem x natureza. Sendo assim, a maquinofatura tem como ponto de partida o revolucionamento do homem e da técnica, colocando a gestão como nexos essenciais da produção de capital

Essa revolução trouxe para as indústrias a necessidade de reinventar suas técnicas de planejamento e controle, buscando atingir o nível de produção exigido por suas partes interessadas. Nesse contexto, a manutenção tem como objetivo preservação dos equipamentos para a realização das suas atividades funcionais, além de promover o aumento de sua vida útil, eliminando as possibilidades de paradas não planejadas e as consequentes perdas geradas por tal intervenção. Segundo Brito (2005), devido aos resultados alcançados e à série de estudos efetuados, tem-se a prova de que, com manutenção e planejamento eficientes, podem-se obter grandes ganhos e ótimos resultados.

Segundo Mirshawa e Olmedo (1993), os custos gerados pela função manutenção correspondem aos custos com mão-de-obra, ferramentas e instrumentos, material aplicado nos reparos, custo com subcontratação e outros referentes à instalação ocupada pela equipe de manutenção. Devido a esses expressivos custos, faz-se necessário o controle e monitoramento das atividades associadas à manutenção.

Souza et al. (2012) apontam que uma forma usual de medição dos custos e, conseqüentemente, do desempenho das atividades inerentes à manutenção é o uso de indicadores de desempenho e sistemas. Esses indicadores e sistemas são capazes de

apontar dados que possam direcionar lhes ao alcance de seus resultados. Tal realidade demonstra a necessidade da procura de melhores práticas de gestão da manutenção, com processos inovadores e de melhoria contínua.

Com a finalidade de medir o seu desempenho nesse contexto, a maioria das organizações modernas formulam e avaliam os seus indicadores de desempenho. Exemplos típicos desses indicadores, apontados por Souza (2012), são a disponibilidade, confiabilidade dos equipamentos, o lucro, custo e quota de mercado, que são considerados importantes descritivos e suficientemente representativos para o estado e a orientação da organização.

Segundo Otani (2008), a manutenção, como função estratégica das organizações é responsável direta pela disponibilidade dos ativos e tem importância capital nos resultados da empresa. Esses resultados serão tanto melhores quanto mais eficaz for a gestão da manutenção, na visão desse autor. No setor siderúrgico, essa relação é significativa e implica em otimização dos recursos e na eficácia dos processos de manutenção. Nesse contexto, tem-se a seguinte questão de pesquisa: Como é tratada a gestão de confiabilidade na manutenção dentro de uma empresa siderúrgica?

1.1. OBJETIVOS

1.1.1. Objetivos gerais

O estudo tem como objetivo observar a aplicação da metodologia de gestão da confiabilidade na manutenção em uma empresa do ramo siderúrgico.

1.1.2. Objetivos específicos

Para alcançar o objetivo geral, foram definidos alguns objetivos específicos:

- Caracterizar a gestão da manutenção bem como a sua importância no contexto de uma empresa siderúrgica;
- Identificar as metodologias e os indicadores empregados na gestão de manutenção;

- Observar a aplicação da gestão da manutenção na empresa analisada e elencar indicadores de confiabilidade da manutenção aplicáveis
- Elencar pontos de atenção e oportunidades aplicáveis à gestão da confiabilidade na manutenção na empresa.

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1. MANUTENÇÃO

A partir da década de 50 nos Estados Unidos, durante o período de desenvolvimento tecnológico pós-guerra, nasce na indústria a expressão manutenção. Houve a separação dos setores de manutenção e produção, observado que desta forma possibilitava um maior funcionamento do sistema produtivo (NETTO, 2008).

Manutenção se refere às ações que são necessárias para que algo seja conservado, ou ainda, como as ponderações técnicas indispensáveis para que equipamentos como máquinas, motores e outros funcionem regularmente. Assim, manutenção significa a ação ou o efeito de manter, zelar e conservar, administrar e gerenciar. (SOUZA, 2012).

Por extensão, as atividades de manutenção foram, inicialmente, orientadas para que as empresas conseguissem diminuir os seus custos relacionados à esta vertente dentro das mesmas. Porém, segundo Cordeiro e Pontes (2016), considerações sobre segurança no ambiente de trabalho, qualidade dos produtos, níveis de serviço internos e competitividade aumentaram a abrangência destas atividades.

Desta forma, a manutenção é o ramo da engenharia que visa manter, por longos períodos, os ativos fixos da empresa em condições de atender plenamente a suas finalidades funcionais (MIRSHAWKA; OLMEDO, 1993) sendo ela, então, voltada para a preservação e obtenção do maior tempo de vida útil de máquinas, equipamento e instalações, além de evitar que os mesmos deixem de funcionar enquanto estiverem sendo operados.

Segundo Xenos (1998), as atividades de manutenção têm por objetivo evitar a degradação dos equipamentos e instalações em decorrência do seu desgaste natural e pelo uso, onde a degradação pode ser perceptível fisicamente através de deterioração ou até de perdas produtivas e quedas de desempenho. Paradas, quebras e perdas de velocidade da máquina em operação são exemplos de alguns tipos de causadores dessas perdas.

Observando em um contexto industrial, a manutenção se responsabiliza pela garantia da funcionalidade dos equipamentos dispostos em uma planta industrial. Conforme a ABNT NBR 5462/1994, manutenção é interpretada como a combinação de ações técnicas e administrativas, incluindo as de supervisão, destinadas a manter ou recolocar um item em uma condição na qual possa desempenhar uma função requerida, outrora projetado.

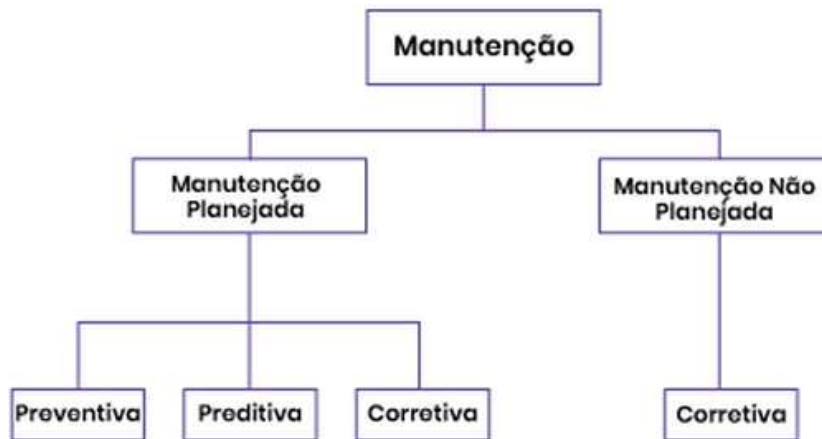
2.2. TIPOS DE MANUTENÇÃO

É de grande importância entender as divisões da manutenção, pois desta forma o gestor e os demais responsáveis pelas práticas de manutenção podem ter assertividade em como aplicá-las, envolvendo fatores como tempo, custo, componente e/ou equipamento correto, entre outros.

Segundo Rodrigues (2018), os tipos de manutenção podem se dividir em:

- Manutenção Planejada, que se subdivide em preditiva, preventiva e corretiva;
- Manutenção Não Planejada, sendo sempre corretiva.

Figura 1 - Tipos de manutenção



Fonte: RODRIGUES, 2020.

2.2.1. Manutenção preventiva

Nepomuceno (1989) descreve que a manutenção preventiva busca realizar paradas planejadas do equipamento onde são realizadas intervenções com o intuito evitar a ocorrência de falhas ou queda de rendimento. Dentro deste conceito, Moubrey (1996) considera que ações preventivas podem ser de restauração ou troca de uma peça ou equipamento independente de sua condição dentro de um período limite em que o item apresenta um aumento de sua probabilidade de falha.

A manutenção preventiva tem como principal objetivo prevenir uma falha ou quebra no equipamento, além de diminuir a velocidade de desgaste das máquinas e demais componentes. Para Xenos (1998), a manutenção preventiva é uma das principais atividades executadas na

área da manutenção, é o coração das atividades de manutenção, envolvendo algumas tarefas sistemáticas, tais como as inspeções, reformas, trocas de peças, principalmente.

Segundo Kardec e Nascif (2009), os seguintes fatores devem ser levados em consideração para adoção de uma política de manutenção preventiva:

- Quando não é possível a manutenção preditiva;
- Aspectos relacionados com a segurança pessoal ou da instalação que tornam mandatória a intervenção, normalmente para substituição de componentes;
- Por oportunidade em equipamentos críticos de difícil liberação operacional;
- Riscos de agressão ao meio ambiente;
- Em sistemas complexos e/ou de operação contínua;
- Em indústrias do ramo Petroquímico, siderúrgico, automobilístico, entre outras.

2.2.2. Manutenção preditiva

A manutenção preditiva pode ser definida como o acompanhamento periódico de máquinas ou equipamentos, auxiliado por dados coletados através de inspeções realizadas nos mesmos. Para isso, são utilizadas algumas técnicas de manutenção preditiva como: análise de vibração, inspeção visual, ultrassom, entre outras.

Para Moubray (1996) a manutenção preditiva se baseia na ideia de que a grande maioria das falhas não ocorre instantaneamente se desenvolvendo por um dado período, portanto, em muitos casos, é possível identificar parâmetros que caracterizem que uma falha está ocorrendo ou prestes a ocorrer.

A manutenção preditiva pode ser comparada a uma inspeção pelo fato de permitir acompanhar as condições do equipamento, uma vez que se trata de um processo que diz o tempo de vida útil dos componentes e as condições para que esse tempo de vida útil seja bem aproveitado.

Dentre os objetivos da manutenção preditiva, destacam-se:

- Determinar a necessidade de manutenção de forma antecipada;
- Prolongar o tempo de durabilidade dos equipamentos;
- Evitar trabalhos de emergência não planejados;

- Preservar-se de intervenções desnecessárias;
- Impedir o aumento de danos ao equipamento.

Este tipo de manutenção visa evitar que equipamentos sejam desmontados e inspecionados desnecessariamente, aumentando a confiança no desempenho do mesmo. Segundo Xenos (1998), as técnicas da manutenção preditiva visam na otimização da troca ou reforma de peças dos componentes, prolongando o intervalo de manutenção, permitindo uma previsão do seu limite de vida.

2.2.3. Manutenção corretiva

A manutenção corretiva atua na correção da falha do equipamento ou máquina no momento em que o seu desempenho não esteja conforme esperado, podendo ser identificado pelo mau funcionamento, irregularidade de uma peça, onde é necessária uma substituição. Desta forma, ela é realizada após a ocorrência da falha, o que causa interferência no processo produtivo.

Kardec e Nascif (2009) definem a manutenção corretiva planejada é a correção de desempenho menor que o esperado ou correção da falha por decisão gerencial. Neste caso, o equipamento é monitorado e são tomadas medidas de planejamento para minimizar os prejuízos quando a falha vier a ocorrer. Em síntese, a manutenção corretiva planejada é o acompanhamento de um equipamento com a finalidade de corrigir um erro que virá a aparecer.

A manutenção corretiva não planejada tem como objetivo corrigir ou restaurar as condições de funcionamento de um sistema que apresenta falha ou queda de rendimento. Caracteriza-se pela atuação em fato já ocorrido não havendo tempo para preparação do serviço. Este tipo de manutenção na maioria dos casos implica em altos custos, pois a quebra de um equipamento pode acarretar perdas de produção, qualidade e elevados custos indiretos de manutenção. (KARDEC e NASCIF, 2009).

Apesar de ser realizada para superar falhas ou danos identificados durante a execução de uma manutenção preditiva, por exemplo, Mendes (2020) salienta que a manutenção corretiva apresenta de forma geral algumas vantagens, tais como:

- Os requisitos de manutenção de emergência são reduzidos;
- A disponibilidade da planta é aumentada;

- Perdas de tempo em inatividade são reduzidas;
- Melhor utilização das instalações da fábrica;
- O nível de segurança é melhorado e, portanto, há menos chance de acidentes;
- São fornecidas informações suficientes sobre substituição e manutenção.

2.3. GESTÃO DA MANUTENÇÃO

A gestão da manutenção se refere ao conjunto de atividades direcionadas, que ao menor custo possível, procura garantir a máxima disponibilidade, a máxima capacidade, a prevenção e ocorrência de falhas dos equipamentos, identificando e sanando as causas raízes atuantes no desempenho deficiente das máquinas (GUSMÃO, 2017).

Segundo a ABNT NBR 5462/1994, gerir a manutenção trata da combinação de ações técnicas e administrativas, incluindo as de supervisão, com o intento de manter ou recolocar um item no estado em que possa desempenhar sua função requerida. A gestão da manutenção é então considerada a correta administração da manutenção, ou seja, a organização dos recursos humanos e materiais, dos insumos e do planejamento estratégico necessários para que máquinas, equipamentos e instalações de qualquer empresa estejam em boas condições de funcionamento e supram as necessidades produtivas existentes. (ALMEIDA, P. S, 2018).


A importância da gestão da manutenção pode ser notada a partir do momento que se vê a necessidade de acompanhar frequentemente o funcionamento de máquinas, equipamentos e peças, sendo este um método eficaz para prevenir de intervenções na linha de produção. Desta forma, a gestão da manutenção é considerada por muitos como fator de sucesso empresarial, conforme citação:

[...] “Em linhas gerais, pode-se afirmar que toda evolução tecnológica dos equipamentos, processos e técnicas de manutenção, a necessidade de controles cada vez mais eficientes e de ferramentas de apoio à decisão, o desenvolvimento de estudos relativos ao desgaste e controle das falhas e suas consequências, a dependência de equipes treinadas e motivadas para enfrentar estes desafios, o desenvolvimento de novas técnicas, e, conseqüentemente, os custos de manutenção em termos absolutos e proporcionalmente às despesas globais, transformaram a gestão da manutenção em um segmento estratégico para o sucesso empresarial” (NUNES E VALLADARES, 2017)

Segundo Mortelari, Pizzati e Siqueira (2011); Salmazo (2012), podem-se descrever estas quatro evoluções da gestão de manutenção em quatro gerações diferentes.

Kardec e Nascif (2010) apresentam um resumo da evolução da manutenção a partir de 1930 no quadro a seguir.

Tabela 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 falha. 		<ul style="list-style-type: none"> • Disponibilidade crescente. • Maior vida útil do equipamento. 			<ul style="list-style-type: none"> • Maior confiabilidade • Maior disponibilidade • Melhor relação custo – benefício • Preservação do meio ambiente. 		<ul style="list-style-type: none"> • Maior confiabilidade • Maior disponibilidade • Preservação do meio ambiente. • Segurança • Influir nos resultados do negócio • Gerenciar ativos 		
Visão quanto à falha de equipamento	<ul style="list-style-type: none"> • Todos os equipamentos se desgastam com a idade e, por isso, falham. 		<ul style="list-style-type: none"> • Todos os equipamentos se comportam de acordo com a curva da banheira. 			<ul style="list-style-type: none"> • Existência de 6 padrões de falhas (Nowlan&Heap e Moubray) 		<ul style="list-style-type: none"> • Reduzir drasticamente falhas prematuras dos padrões A e F. (Nowlan&Heap e Moubray) 		

Mudança nas técnicas de Manutenção.	<ul style="list-style-type: none"> • Habilidades voltadas para o reparo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Planejamento manual da manutenção. • 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 de mão de obra e serviços. 	<ul style="list-style-type: none"> • Aumento da manutenção preditiva e monitoramento por condição. • Minimização das Manutenções preventiva e corretiva 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: Kardec e Nascif, 2010.

A primeira geração, para muitos autores, compreende o período que antecede a Segunda Guerra Mundial, e recebe o nome de manutenção corretiva que, conforme visto anteriormente, é feita após a identificação da falha ou em casos emergenciais.

Consequência da grande demanda provocada pelo período da Segunda Guerra Mundial, a segunda geração da gestão da manutenção, que compreende entre as décadas de 50 e 70, foi marcada pela intensa mecanização onde as empresas passaram a depender totalmente do bom funcionamento das máquinas. Segundo Kardec e Nascif (2009), com o aumento da produção, as falhas começaram a ser motivo de preocupação, pois exigia que os equipamentos parassem para realizar reparos.

Ainda segundo Kardec e Nascif (2009), o custo de manutenção também começou a se elevar muito em comparação aos custos operacionais, onde deu-se início ao princípio do planejamento da manutenção. Mais tarde, deu-se início ao uso de computadores para execução dessas atividades, associado à maior exigência de vida útil e da disponibilidade dos equipamentos em conformidade para produção com custos cada vez menores.

A terceira geração da gestão da manutenção, que foi percebida em meados dos anos 70, foi marcada pela automação e mecanização dos equipamentos, que começam a fazer parte das premissas das empresas. Com o aumento da automação, significavam falhas cada vez mais frequentes que afetavam diretamente a capacidade de manter padrões do serviço quanto à qualidade do produto. (KARDEC e NASCIF, 2009).

Kardec e Nascif (2009) reforçam ainda o conceito e a utilização da manutenção preditiva, a informática estava avançada, permitindo a utilização de computadores velozes e o desenvolvimento de softwares para planejamento e controle dos serviços. A partir deste momento, são introduzidos novos conceitos como Disponibilidade e Confiabilidade.

Também marcada pelo aumento da segurança operacional, pela qualidade dos serviços realizados e dos produtos, pela ausência de impactos ambientais negativos, pela utilização de software (ERP) para gestão e controle das atividades, pelas ferramentas de suporte às decisões, pela formação de equipes multidisciplinares, pelo melhor custo x benefício dos processos, pelo aumento da produtividade, a terceira geração da gestão da manutenção trouxe à tona aspectos de competitividade e lucratividade da organização.

As mudanças ocorridas ao longo das três gerações provocaram uma evolução na visão e na postura do homem de manutenção, em relação a sua missão e a missão da manutenção, que passou da consideração da manutenção como um mal necessário, para visão da manutenção como função estratégica. (PINTO, 1999).

De acordo com Kardec e Nascif (2010), a quarta geração é considerada a partir de meados da década de 90, quando a confiabilidade de equipamentos é um fator de constante busca pela manutenção. A partir disto, as empresas começam a investir em novas estratégias de gestão, revelando que a engenharia de confiabilidade através de seus controles e monitoramentos resulta em uma melhor gestão da manutenção.

Iniciada por volta dos anos 2000, a quarta geração da gestão da manutenção, também conhecida como Gestão de Ativos, aborda o gerenciamento de ativos, confiabilidade e risco de máquinas, equipamentos e mantenedores responsáveis, utilização de softwares, confiabilidade, preocupação com o meio ambiente, gerenciamento de planos de atividades e, ainda, conta com o surgimento da MCC, uma nova metodologia de gestão de manutenção.

[...]A principal contribuição da quarta geração está relacionada com o desenvolvimento de novos projetos que privilegiam aspectos de confiabilidade, disponibilidade e custo do ciclo de vida da instalação como fruto de uma maior interação entre as áreas de engenharia, manutenção e operação. (KARDEC e NASCIF, 2010).

2.4. MANUTENÇÃO PRODUTIVA TOTAL

A Manutenção Produtiva Total (MPT) é um programa de manutenção que envolve conceitos de manutenção de equipamentos e instalações, que têm como objetivo aumentar significativamente a produção e, ao mesmo tempo, a moral dos funcionários e a satisfação do ambiente de trabalho (ROBERTS, 1997), uma vez que ela conta com o cuidado do operador com a máquina que lhe compete integrando homem – máquina - empresa dentro dos meios de produção (KARDEC apud RIBEIRO, 2003)

Para Ghinato (1995) a MPT se define como uma “abordagem de parceria entre todas as funções organizacionais, mas particularmente entre produção e manutenção, para melhoria contínua da qualidade do produto, a eficiência da operação e a garantia da capacidade de produção e segurança operacional”, auxiliando desta forma com a motivação dos operadores gerada pela contribuição na melhoria contínua do processo.

Segundo Nakajima (1989), a MPT corresponde ao 4º Estágio no sistema da Manutenção, sucedendo à Manutenção Corretiva, à Manutenção Preventiva, e à Manutenção do Sistema de Produção, respectivamente. Nakajima ainda reforça que a MPT é uma Manutenção Preventiva mais ampla, utilizando ferramentas que possibilitam diagnóstico preliminar das máquinas e equipamentos.

Segundo FLEMING & FRANÇA (1997), a Manutenção Produtiva Total visa a maximizar a eficiência geral dos equipamentos e a eliminação dos desperdícios de produção, preservando e prolongando o período de vida entre falhas e da vida total dos sistemas. De acordo com Wyrebski (1997), o objetivo da MPT é a eliminação de seis grandes perdas:

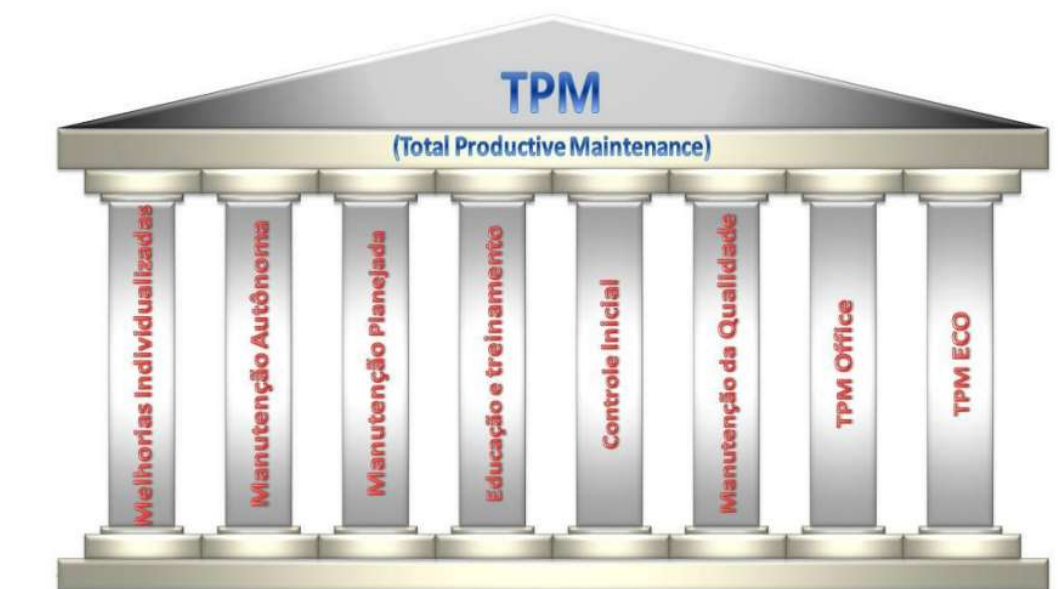
- Perda por parada devido à quebra/falha;
- Perda por mudança de linha e regulagens;
- Perda por operação em vazio e pequenas paradas;
- Perda por queda de velocidade;
- Perda por defeitos gerados no processo de produção;
- Perda no início da operação e por queda de rendimento.

Em busca da redução das perdas dentro do processo produtivo, foram implementados oito pilares de sustentação do desenvolvimento da MPT. (JIPM – Japan Institute of Plant Maintenance). São eles:

1. Melhoria individual dos equipamentos para elevar a eficácia;
2. Elaboração de uma estrutura de manutenção autônoma do operador;
3. Elaboração de uma estrutura de manutenção planejada do departamento de manutenção;
4. Treinamento para a melhoria da habilidade do operador e do técnico de manutenção;
5. Elaboração de uma estrutura de controle inicial do equipamento.
6. Manutenção com vistas a melhoria da qualidade;
7. Gerenciamento;
8. Segurança, higiene e meio ambiente.

A sintetização dos pilares acima relacionados é apresentada na figura abaixo:

Figura 2 - Pilares da MPT



Fonte: Engenharia de Manutenção no Brasil

2.5. PLANEJAMENTO E CONTROLE DA MANUTENÇÃO

Segundo FILHO (2008) o planejamento e controle da manutenção (PCM) é o "conjunto de ações para preparar, programar, verificar o resultado da execução das tarefas de manutenção contra valores preestabelecidos e adotar medidas de correção de desvios para a consecução dos objetivos e da missão da empresa, usando os meios disponíveis."

Considerado como uma peça de extrema importância da Gestão Industrial dentro de uma empresa, o Planejamento e Controle da Manutenção acabou se tornando uma área de apoio tático e estratégico para as atividades de manutenção. O PCM está difundido como uma ferramenta fundamental para que as decisões sejam definidas, tanto na produção como nos negócios, visto que somente a manutenção garante a confiabilidade e a disponibilidade dos equipamentos (VIANA, 2002).

Com o intuito de se tornarem competitivas, as empresas necessitam extrair o máximo que puderem dos seus equipamentos e processos, sendo estes industriais e administrativos. A manutenção sendo observada como um fator estratégico necessita da utilização de tecnologias para auxiliar o PCM, afim de evidenciar melhoras no planejamento e na tomada de decisões.

As empresas podem desenvolver suas técnicas cada vez mais avançadas de manutenção tais como a manutenção preventiva (Moya, 2006), onde as aplicações de ferramentas de manutenção apropriadas podem monitorar o estado das máquinas continuamente, gerando alertas e facilitando o gerenciamento dos equipamentos. Desta forma os esforços para manter os ativos são reduzidos, uma vez que permite diagnosticar os problemas quando eles ocorrem além de melhorar o planejamento da manutenção preventiva (ONG e Lee, 2004).

2.6. DISPONIBILIDADE, CONFIABILIDADE E MANTENABILIDADE

Para Oliveira (2014), os indicadores de manutenção surgem como direcionamento estratégico dentro das organizações. Além disso, permitem a comparação entre os dados com a concorrência, buscando a superação dos mesmos resultados mensurados, por meio de programas de melhoria contínua, e conseqüente aumento da competitividade.

De acordo com Gomes, Andrade e Costa (2018), é necessário utilizar a análise de indicadores para se ter o acompanhamento da qualidade de serviços de manutenção, onde é possível comparar os objetivos estratégicos da organização com a sua situação real. Cada empresa tem um conjunto de indicadores específicos que irão demonstrar da melhor forma a situação da manutenção (ZEN, 2011), onde dentre esses indicadores destacam-se Disponibilidade, Confiabilidade e Manutenibilidade.

Segundo a ABNT (1994), a disponibilidade pode ser definida como a “capacidade de um item estar em condições de executar certa função em um dado instante ou durante um intervalo de tempo determinado, levando-se em conta os aspectos combinados de sua

confiabilidade, manutenibilidade e suporte de manutenção, supondo que recursos externos requeridos estejam assegurados”.

A disponibilidade é um indicador que deve sempre ser monitorado e aprimorado, uma vez que os planejamentos, quando mal feitos, acarretam em manutenções desorganizadas e fazer com que a disponibilidade do equipamento ou sistema seja menor que o desejável. Aumentar a disponibilidade é um objetivo clássico dos serviços de manutenção, e isto implica um aumento da confiabilidade dos equipamentos e a diminuição das durações de intervenção (MONTEIRO, 2000).

Pode-se calcular a disponibilidade de manutenção através da equação (1):

$$\text{Disponibilidade} = \frac{MTBF}{MTBF+MTTR} \times 100 \quad (1)$$

Em termos práticos, a disponibilidade é apresentada como um índice percentual do tempo pelo qual o equipamento de encontram operantes. Fogliatto e Duarte (2009) afirmam que o conceito de disponibilidade varia conforme a capacidade de reparo de uma unidade, sendo que em unidade não-reparáveis, os conceitos de disponibilidade e confiabilidade se equivalem.

Segundo Gnedenko e Ushakov (1995) a confiabilidade é uma aquisição do século XX. Ela surgiu devido ao fato de que vários equipamentos e sistemas técnicos começaram a realizar importantes funções industriais, sendo útil também para a segurança das pessoas e seus bens. Inicialmente, a teoria de confiabilidade foi desenvolvida para atender aos sistemas complexos que surgiram no ramo da indústria eletroeletrônica, e com seu avanço acabou se expandindo para as demais áreas da engenharia.

De uma forma geral, pode-se associar a confiabilidade à operação bem-sucedida de um sistema ou produto onde ele não apresente falha ou quebras, onde Leemis (1995) reforça que a confiabilidade de um item corresponde à sua probabilidade de desempenhar adequadamente o seu propósito especificado, por um determinado intervalo de tempo e sob condições ambientais predeterminadas.

Trazendo a confiabilidade para uma visão social, ela é usada pelas empresas ao oferecerem garantia aos consumidores quando adquirem algum produto, sendo esta uma forma

de proteção legal para as falhas ou quebras que ocorram dentro do período de tempo estabelecido, partindo da premissa que o consumidor está ciente de que o produto que está sendo adquirido pode vir a apresentar tais falhas em algum momento.

Segundo a ABNT (1994), a Manutenibilidade é definida como a “capacidade de um item ser mantido ou recolocado em condições de executar suas funções requeridas, sob condições de uso especificadas, quando a manutenção é executada sob condições determinadas e mediante procedimentos e meios prescritos”. A manutenibilidade acaba sendo um fator essencial no estabelecimento da disponibilidade de uma unidade (FOGLIATTO E DUARTE, 2009).

A manutenibilidade pode ser medida pelo Tempo Médio para efetuar a Reparação (MTTR). Segundo Zen, o tempo médio para reparo aponta o período gasto pela equipe de manutenção para que o equipamento seja reparo e disponibilizado para a produção da empresa. Este período engloba todas as ações envolvidas no reparo do equipamento, sendo elas compras, análises, e qualquer outra equipe necessária.

O MTTR é expresso em horas, e pode ser calculado através da equação (2):

$$MTTR = \frac{\text{Total de horas gasta em reparação}}{\text{Número de avarias}} \quad (2)$$

A manutenibilidade, segundo Monteiro (2000), acaba sendo influenciada pelos seguintes fatores:

- Intermutabilidade dos componentes suscetíveis de desgastes ou avarias;
- Normalização dos sistemas e componentes;
- Possibilidade de inspeção, verificação e controle dos componentes;
- Montagem e afinação.

Ainda segundo Monteiro, a Manutenibilidade depende da aptidão do serviço de manutenção, sendo que a rapidez, a segurança de diagnóstico, os equipamentos de ensaio e as peças sobressalentes são fatores da mesma. Desta forma, a manutenibilidade é uma peça fundamental para garantir a eficiência operacional de uma indústria, justamente por estar diretamente relacionada à Disponibilidade e Confiabilidade dos ativos.

Outro indicador comumente utilizado em gestão dentro das organizações é o MTBF (*Mean Time Between Failures*). Também conhecido como período médio entre falhas, se

caracteriza como o valor que descreve a fiabilidade de um equipamento, informando quando o mesmo poderá apresentar uma falha. Quanto maior for o índice apresentado, maior a fiabilidade do equipamento (MARTINS E LEITÃO, 2009).

O MTBF é expresso em horas, e pode ser calculado através da equação (3):

$$MTBF = \frac{\text{Total de horas em bom funcionamento}}{\text{número de avarias}} \quad (3)$$

2.7. MANUTENÇÃO CENTRADA EM CONFIABILIDADE

De acordo com Komninakis, Piratelli e Achcar (2018), a “função manutenção tem um importante papel na busca por vantagens competitivas pelas empresas. Nesse sentido, a análise de confiabilidade dos equipamentos é parte fundamental para a definição e seleção de estratégias de manutenção mais adequadas”. A manutenção centrada em confiabilidade (MCC) pode ser considerada como um processo utilizado para mostrar o que deve ser feito em um sistema industrial, assegurando que itens físicos realizem suas funções (MOUBRAY, 2001).

A metodologia MCC surgiu na década de 60, na indústria aeronáutica americana. A partir do seu sucesso nesse setor, ela passou a ser aplicada ao longo dos anos em usinas nucleares, refinarias de petróleo e outras indústrias (RAUSAND, 1998). Uma das decorrências da adoção da MCC é o aumento na confiabilidade dos sistemas de produção e a redução das intervenções preventivas (BACKLUND E AKERSTEN, 2003).

Fogliatto e Duarte (2009) definem a MCC como um programa de agrupamento de várias técnicas de engenharia, com o intuito de garantir que os equipamentos continuem realizando as funções especificadas. Com isso, a grande força estratégica do MCC é a chance de uma gestão da manutenção eficiente, através do estabelecimento de parâmetros e análises como meio ambiente, operação e custos, que auxiliarão na decisão de atividades de manutenção aplicáveis e viáveis, dentro da aplicabilidade do equipamento.

Uma vez que as metodologias implementadas na Manutenção Centrada em Confiabilidade baseiam-se na confiabilidade do equipamento ou de um sistema, segundo Tavares (2012), é necessário um registro histórico de funcionamento do equipamento, com o seu tempo de funcionamento, o tempo de avaria, assim como a quantidade de avarias

apresentadas desde que o mesmo começou a funcionar. Desta forma, é possível determinar o seu período médio entre avarias, a sua disponibilidade e, por fim, determinar a confiabilidade o equipamento analisado.

Para chegar à excelência, a MCC precisa evoluir junto com o projeto do equipamento, pois só assim se consegue ter informações necessárias para conservar suas funções e direcionar a ação de manutenção mais adequada (SOUZA, 2008). Calache et al. (2019) acrescentam que outro critério importante para alcançar a qualidade é a escolha da manutenção industrial, que deve ser bem escolhida e contar com funcionários devidamente treinados, o que evita maiores custos no processo.

A Manutenção Centrada em Confiabilidade utiliza ferramentas para identificar quais os tipos de falhas, suas causas e definir seus efeitos, e uma ferramenta usual é a denominada Análise de Modos de Falha e seus Efeitos (FMEA). De acordo com a norma 5462 (ABNT, 1994), FMEA é uma ferramenta de confiabilidade que avalia qualitativamente as medidas de confiabilidade que abrangem os modos de falha de certo componente de um equipamento e suas consequências sobre o funcionamento dos outros componentes e sobre o funcionamento do conjunto como um todo.

No FMEA, a avaliação do risco é uma das etapas mais importantes, na qual é feita analisando três pontos: (I) severidade, o qual se avalia o nível de impacto de uma falha; (II) Ocorrência, que analisa o quanto frequentemente a causa da falha pode ocorrer e (III) A detecção, que avalia o quão bem os controles de produto ou processo detectam a falha ou o modo da falha. Para cada uma das etapas mencionadas é atribuído um valor, denominado Número de Prioridade de Risco (NPR), este que é o produto das classificações de severidade, ocorrência e detecção, que pode variar. Para que essa avaliação e atribuição de NPR sejam possíveis, é necessário que as organizações conheçam e entendam os requisitos de seus clientes (AIAG, 2008).

A metodologia dos 5 Porquês também é utilizada para se definir a causa e os efeitos de uma falha específica, que consiste em pergunta “Por quê” cinco vezes para se encontrar a causa raiz do problema identifica. De acordo ainda com Weiss (2011), para análise dos 5 por quês, embora seja denominada assim, pode-se utilizar menos por quês (3 por exemplo), ou mais por quês, de acordo com a necessidade para que se encontre a causa raiz.

Ainda segundo Weiss (2011), cinco passos devem ser dados para a aplicação do método. São eles:

1. Inicie a análise com a afirmação da situação que se deseja entender – ou seja, deve-se iniciar com o problema;
2. Pergunte por que a afirmação anterior é verdadeira.
3. Para a razão descrita que explica por quê a afirmação anterior é verdadeira, pergunte por quê novamente;
4. Continue perguntando por quê até que não se possa mais perguntar mais por quês;
5. Ao cessar as respostas dos por quês significa que a causa raiz foi identificada.

3. METODOLOGIA

Metodologia é representada como às formas para obtenção de informações para que uma pesquisa seja feita através da utilização de instrumentos. Segundo Fonseca (2002), através dela busca-se organizar e descrever a maneira como os dados da pesquisa em questão serão coletados e posteriormente avaliados, bem como ilustrar os caminhos cujo trabalho será conduzido.

De acordo com seus objetivos, o trabalho é classificado como exploratório pois visa proporcionar maior familiaridade com o problema, buscando torná-lo mais explícito. Segundo Gil (2007), estas pesquisas têm como objetivo principal aperfeiçoar ideias ou descobertas de intuições através de um planejamento flexível que, na maioria das vezes, assume forma de pesquisa bibliográfica ou estudo de caso.

A abordagem do presente trabalho é classificada como qualitativa, uma vez que tem como foco compreender os procedimentos assim como as necessidades do objeto analisado. A pesquisa qualitativa tem como característica a não preocupação com os aspectos que não podem ser quantificados, a ordenação das etapas desde à descrição à explicação do problema, bem como a exatidão das relações globais com o local em que há a observação e estudo de um fenômeno.

O método utilizado foi o estudo de caso que, segundo Gil (2007), possibilita o estudo de um objeto de maneira que se possa conhecê-lo detalhadamente, através de dados colhidos em observações, entrevistas, relatórios entre outras fontes, desde que confiáveis.

Neste trabalho, os dados foram observados diretamente pelo autor durante o período de realização de estágio supervisionado no setor de manutenção eletromecânica da Aciaria na empresa estudada, o que permitiu acesso e utilização dos documentos para fins de consulta e interpretações sem a divulgação de alguns destes dados. A observação direta foi realizada em duas etapas sendo uma durante os 3 meses, de abril a junho de 2018, que correspondem ao período de realização das atividades envolvidas no projeto que visa aumentar a disponibilidade e confiabilidade dos equipamentos de manutenção, e a outra os meses subsequentes que visam acompanhar os resultados das análises e ações realizadas.

Durante os 3 meses de atividade do projeto o autor do trabalho acompanhou as etapas, participando das reuniões, construção de formulários, execução de ações de melhoria,

atualização de resultados (KPI's) e finalização do projeto. Um fator imprescindível para a realização das atividades é a disponibilidade dos ativos envolvidos no projeto, pois são eles os responsáveis pelos mapeamentos e posteriores direcionamentos das ações devido ao fato de serem especialistas no setor.

Os sistemas utilizados, oriundos de toda a programação de automação da companhia, fornecem relatórios em planilhas eletrônicas com as informações pertinentes às análises e acompanhamentos de resultados. Diariamente são extraídas planilhas com informações de tempo de parada ou redução de velocidade da máquina de lingotamento e demais sistemas do setor da Aciaria, o equipamento causador, a perda de produção relacionada ao evento, o motivo e a origem deste evento (se mecânico, elétrico, hidráulico ou outros), e demais informações necessárias para o gerenciamento das atividades de manutenção.

Após a estratificação das informações e a confirmação da veracidade de cada uma delas, os mesmos são compilados e transformados em gráficos de acompanhamento bem como os utilizados neste presente trabalho, com a finalidade de confirmar a eficácia das ações realizadas, os resultados do setor, além de serem utilizados como indicador de performance da companhia.

4. GESTÃO DA MANUTENÇÃO NA EMPRESA ESTUDADA

4.1. CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA

Maior produtora de aço do mundo e presente em mais de 60 países, a ArcelorMittal é a líder no mercado de siderurgia no Brasil, onde conta com a força de trabalho de cerca de 17 mil pessoas. A empresa conta com uma capacidade instalada de produção superior a 11 milhões de toneladas de aço bruto por ano no país, que saem de plantas industriais localizadas nos estados de São Paulo, Minas Gerais, Santa Catarina e Espírito Santo. Com a missão de ser líder inquestionável no setor de aço e visando ser a produtora de aço mais admirada do mundo, a referência global no setor, a empresa possui como valores sustentabilidade, qualidade e liderança. (ArcelorMittal, 2019)

Segundo Andrade e Cunha (2012), a usina em que o trabalho foi desenvolvido foi inaugurada em 1939, sendo à época a maior siderúrgica integrada a carvão vegetal do mundo. Em 1943, a usina atingiu a capacidade de 100 mil toneladas/ano, onde a maior parcela da produção correspondia a arame farpado e a cerca de 30 mil toneladas de trilhos.

A usina situada em João Monlevade emprega o modelo de usina integrada, promovendo então a transformação do minério de ferro em produtos siderúrgicos semiacabados ou acabados através de três fases básicas: redução, refino e laminação (Costa, Escorsim e Leonor, 2007). O ambiente do presente estudo é a Aciaria, responsável pela transformação do ferro gusa em diferentes tipos de aço e sua consolidação em barras de ferro, denominadas tarugos. O setor a ser analisado para a realização da pesquisa é o de Manutenção da Aciaria, localizado na Gerência de Engenharia de Manutenção e Utilidades.

A Gerência de Manutenção da Aciaria é composta por funcionários do quadro próprio da empresa, além de outros colaboradores terceirizados que realizam atividades de manutenção. Todos os funcionários, conjuntamente, exercem as funções inseridas na rotina de manutenção como inspeção, planejamento e execução de manutenção dos equipamentos da área.

Além da gerência de manutenção, há a atuação da gerência de operação, responsável por atuar na operação de todos os recursos envolvidos da função produção da usina. Esta, além de conduzir o funcionamento dos equipamentos, pode ser responsável por comunicar a necessidade de uma intervenção de manutenção ao identificar um problema no processo

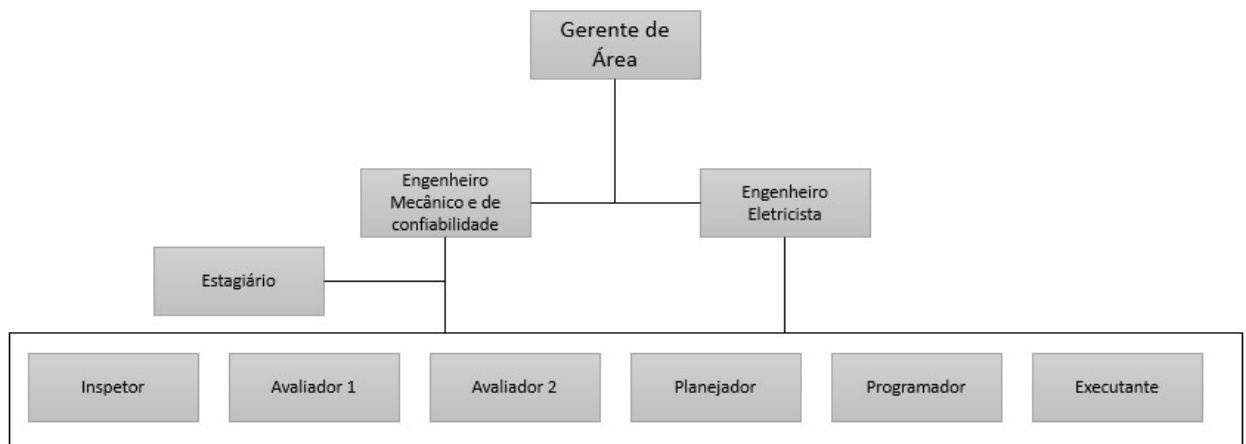
produtivo. Desta forma, é muito importante que ambas as gerências mantenham uma comunicação efetiva afim de otimizar o processo integrado dentro da empresa.

4.2. ROTINA E ORGANOGRAMA DE MANUTENÇÃO

Com todas as mudanças percebidas desde o início das atividades de manutenção até os dias atuais e com a grande competitividade que as empresas enfrentam, é necessário que os trabalhadores sejam cada vez mais multidisciplinares e busquem os melhores hábitos dentro da companhia. Desta forma, todos os colaboradores devem estar capacitados, disponíveis e envolvidos nos processos para que o objetivo final seja alcançado.

Dentro da gerência de manutenção da empresa estudada, os colaboradores são distribuídos conforme organograma abaixo:

Figura 3 - Organograma Gerência Manutenção Aciaria



Fonte: Autor, 2020

Cada um dos cargos acima relacionados tem uma importância muito relevante no processo de manutenção dos equipamentos e na disponibilidade dos mesmos diante ao sistema produtivo.

O Gerente de Área assume as funções estratégicas da gerência, orientando e direcionando os demais membros sobre suas funções e sobre o objetivo do grupo como função de manutenção.

O Engenheiro Eletricista coordena todas as atividades da parte elétrica e eletrônica do setor, assim como os executores destas atividades. O Engenheiro Mecânico e de Confiabilidade

assume as mesmas responsabilidades na parte mecânica e hidráulica, além de estar à frente das rotinas e atividades voltadas para a confiabilidade dos equipamentos de manutenção, que estão sendo abordadas neste trabalho.

De forma a facilitar toda a execução da rotina, o Estagiário se encarrega das atividades administrativas e de apoio, auxiliando em metodologias, documentações, disponibilidade de recursos, relatórios, entre outros. Ele também fica responsável por garantir o cumprimento do cronograma de cada etapa do projeto conforme o planejado.

Os inspetores atuam na avaliação dos equipamentos ou sistemas existentes afim de identificar algum tipo de problema que já ocorreu ou que venha a acontecer. Eles são os responsáveis por dar o início ao fluxo de manutenção, criando uma notificação para que o problema identificado seja registrado e as informações sejam transmitidas para os próximos envolvidos.

Avaliador 1 é o responsável pela primeira análise da notificação do problema, observando a pertinência da anomalia/problema detectado. Através desta análise será definido se o problema é passível de reparo ou não. No caso de necessidade de reparo imediato, dá-se o prosseguimento necessário.

Após a realização da primeira avaliação, o Avaliador 2 fará a avaliação de dois aspectos: criticidade, estabelecendo o quão prejudicial e quais as possíveis consequências do problema identificado; e custo que condiz ao recuso necessário para que o problema seja resolvido (financeiro, mão de obra, material, fornecedores, etc.).

O Planejador de manutenção elabora o plano adequado de manutenção considerando todas os aspectos levantados anteriormente. Ele irá decidir o que fazer, como fazer, o motivo de ser feito, quem irá fazer e o que utilizará para executar a manutenção. De modo geral, ele traça a estratégia adequada para que o problema seja corrigido.

Uma vez que o Planejador definiu toda a estratégia de manutenção, o Programador fica a cargo de alocar todos os recursos necessários para que a correção do problema, além de programar o tempo em que a atividade será realizada.

Com todos os passos anteriores realizados, o último passo é de fato a atuação do Executante, realizando a manutenção/reparo do equipamento. É muito importante que todos os

passos realizados anteriormente sejam verificados a cada etapa, para que não comprometa a execução final.

No que tange às metodologias aplicadas com objetivo de melhorar a confiabilidade dos equipamentos do setor, todos os ativos acima relacionados devem ser envolvidos no processo, afim de garantir que nenhuma etapa seja desconsiderada nas análises realizadas e que o resultado não seja comprometido, garantindo então a disponibilidade desejada.

4.3. SISTEMAS ELETRÔNICOS UTILIZADOS NA GESTÃO DE MANUTENÇÃO DA EMPRESA

Para que seja possível todo o controle e acompanhamento dos resultados das atividades de manutenção e, conseqüentemente, da companhia, é necessária a utilização de sistemas eletrônicos que auxiliem o registro e disponibilização dos dados. Todos os sistemas utilizados pela empresa estudada são licenciados e de uso restrito.

O SAP surge como sistema de apoio auxiliando na composição da análise, uma vez que parte das ações precisam ser executadas através dele (especificação de materiais, planos de inspeção, ordens de manutenção, entre outros). Para a execução das ferramentas FMEA, 5 Porquês e o gerenciamento de ações, são utilizadas planilhas eletrônicas com formatos e padrões pré-estabelecidos pensadas na melhor forma de executar as etapas da análise do equipamento. Os registros de reduções de velocidade captados pelo PLC são armazenados em um sistema denominado “RedVel”, onde podem ser introduzidas informações como o equipamento responsável pela redução, data e hora da ocorrência, causa da redução e o tempo de redução de velocidade que tal causa acarretou. Todos os dados podem ser extraídos em planilhas eletrônicas de forma a facilitar a manipulação e análise dos mesmos.

Através da “Taxa de utilização” é possível identificar os registros de todo e qualquer tipo de parada que venha impactar no processo de produção. O setor de operação/produção é encarregado por disponibilizar diariamente a taxa de utilização, pois ela é extraída do sistema PLC utilizado para controle e operação da máquina de lingotamento contínuo, sendo este o sistema pelo qual o equipamento de estudo faz parte. Esta taxa é expressa através de um gráfico de acompanhamento da funcionalidade da máquina de lingotamento durante o período de 24 horas, contendo as causas das paradas e o equipamento/sistema responsável pela mesma.

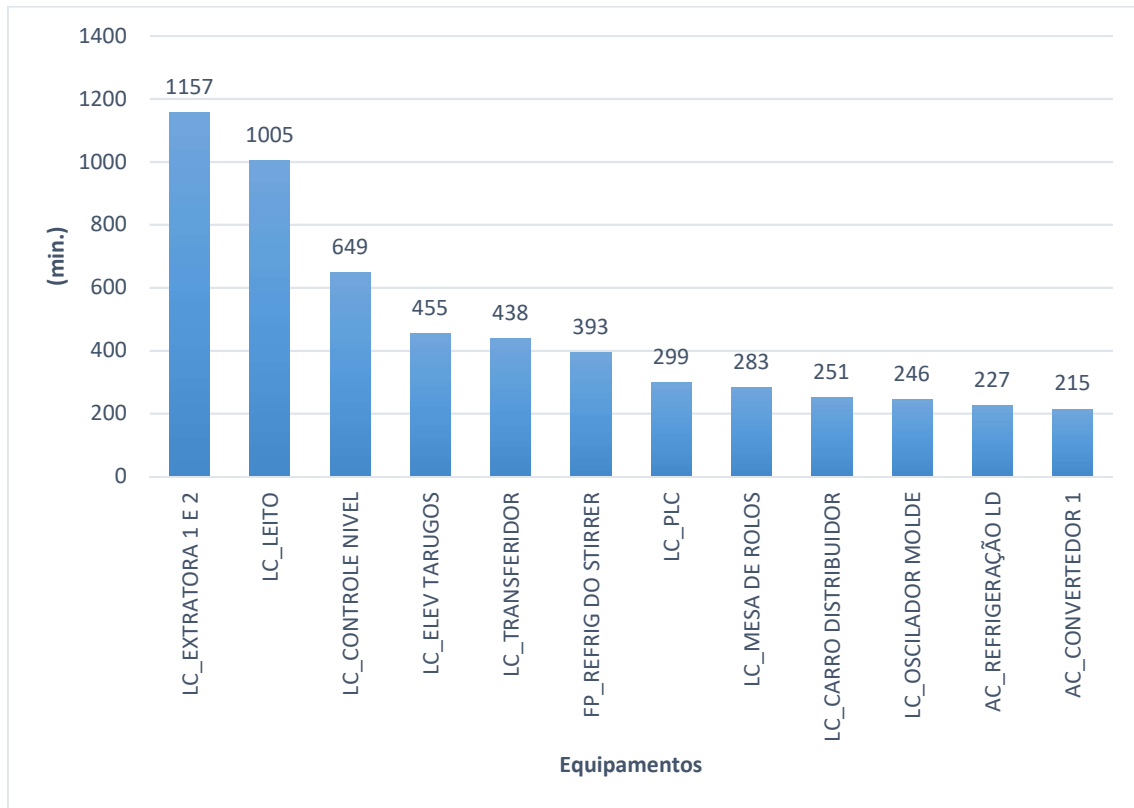
Os PLC's instalados na produção acompanham os dados de abertura e fechamento da panela, início e fim de lingotamento, comparando com valores pré-setados e encaminhando os dados para sistema supervisório que detecta as alterações e identifica o equipamento responsável. Esta leitura é possível e se dá através de um sistema binário atribuído à lógica programável do programa de automação com a utilização de bits que demonstram de o sistema está funcionando como o previsto, ou se apresenta alguma anormalidade.

4.4. ANÁLISES DE GESTÃO DA MANUTENÇÃO E CONFIABILIDADE

Dentre os princípios do gerenciamento de manutenção, podemos destacar a priorização das ações a serem tomadas, como forma de objetivar os resultados alcançados da melhor forma possível. Diversos autores apontam que alguns fatores devem ser analisados para que seja feita a priorização assertiva de melhoria em um equipamento ou sistema, como desempenho, custo, relevância no processo, segurança operacional, etc.

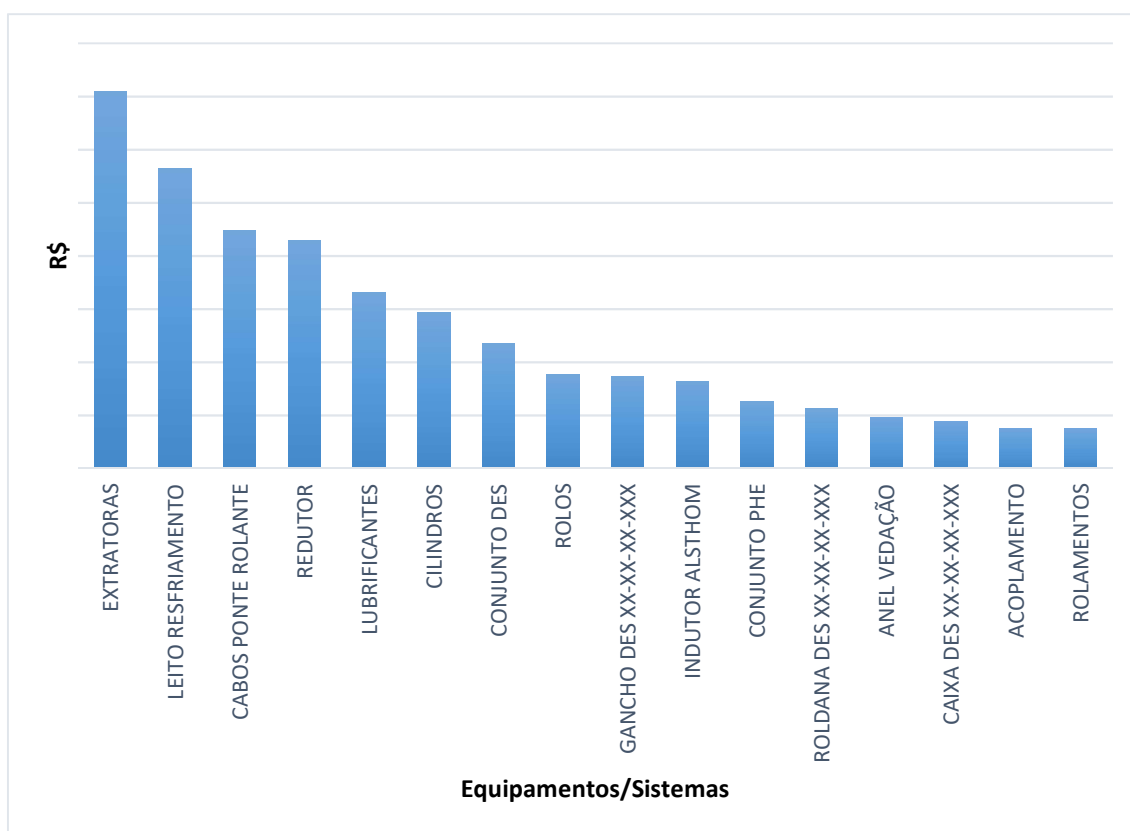
Afim de entender qual é a prioridade atual, foi realizado um levantamento com os equipamentos presentes na área da Aciaria destacando dois requisitos julgados como essenciais para esta definição: o tempo de parada do equipamento e o seu custo de manutenção que ele desprende mensalmente. O período considerado para este levantamento compreende um ano (12 meses), sendo estes compõem o ano anterior ao vigente do projeto.

As paradas não programadas consideradas como emergenciais e com maior necessidade de ação, extraídas do PLC, são registradas em um sistema gerencial (taxa de utilização) que considera os minutos em que o equipamento não apresentou funcionamento. O tempo é dado em minutos e o resultado da análise anual que evidencia os equipamentos que mais apresentaram registros de paradas não programadas é representada no gráfico 1 abaixo:

Gráfico 1 - Tempo de parada não programada

Fonte: Autor, 2020

A análise de custos foi realizada através dos gastos financeiros resultantes da atividade de manutenção (preventiva, preditiva e corretiva) durante o período, sendo que cada gasto é obrigatoriamente relacionado a um equipamento ou sistema. Todos os custos oriundos das atividades de manutenção são de responsabilidade da gerência e contribuem para os resultados gerais da empresa, por isto, é necessária a tomada de ações com a finalidade de minimizá-los. Desta forma, os principais custos do período analisado representam o gráfico 2 a seguir:

Gráfico 2 - Custo de manutenção

Fonte: Autor, 2020

Os valores reais levantados foram preservados, por solicitação da empresa. Todavia, o gráfico 2 retrata a realidade de dispêndios de manutenção por equipamento para o período analisado (12 meses).

Outros fatores como a importância do equipamento por funcionamento do sistema ou a expertise em manutenção dos atuantes da gerência podem ainda ser considerados para que seja realizada uma priorização cada vez mais assertiva, uma vez que a decisão de ação é uma premissa estratégica e deve condizer totalmente com a situação real da empresa.

Através das análises acima, é possível perceber que um equipamento específico é responsável pelo maior índice de paradas (em minutos) e, também, pelo maior custo de manutenção no mesmo período. Tal resultado deixa a necessidade de uma revisão em seu

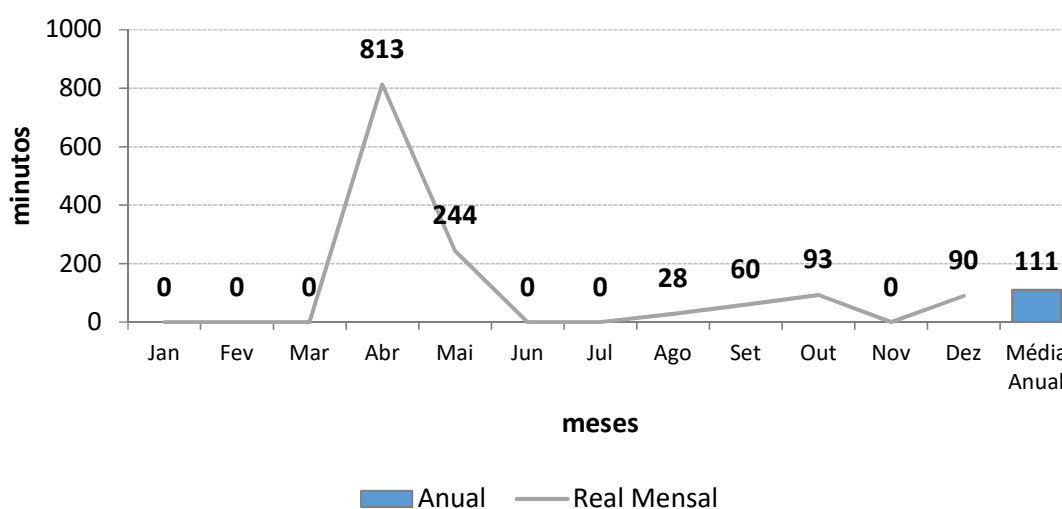
sistema gestão afim de procurar seu maior desempenho assim como minimizar seus custos de manutenção.

Um passo muito importante para justificar a importância do projeto e, também, para confirmar os resultados obtidos é o levantamento dos índices de paradas e reduções de velocidade que o equipamento apresentou durante o período que antecede a realização do projeto. Para isto, são identificados os índices mensais que representam os momentos em que o equipamento não funcionou conforme o esperado, interrompendo desta forma o fluxo de produção.

O registro equivale ao tempo de parada não programada registrado no período, que teve como causa principal o equipamento analisado. A parada não programada é o resultado de paradas acidentais, que causam paralização do equipamento, e também de redução de velocidade. Esta última refere-se ao tempo em que a máquina de lingotamento contínuo apresentou rendimento abaixo do esperado, tendo como causa algum problema apresentado pelo equipamento em específico.

Abaixo, no gráfico 3, é possível acompanhar o resultado geral (em minutos) do ano que antecede a realização do projeto:

Gráfico 3 – Índice de paradas (pré-análise)



Fonte: Autor, 2020

4.5 FERRAMENTAS E METODOLOGIAS DE QUALIDADE NA GESTÃO DE MANUTENÇÃO

Na presença de todos os ativos relacionados no tópico anterior, é possível iniciar o trabalho de identificação das falhas do sistema, das suas causas, e quais as tratativas cabíveis para que estas falhas sejam mitigadas dentro do processo, aumentando cada vez mais a disponibilidade e a confiabilidade do sistema. Essa identificação é realizada através do FMEA. Este processo é de grande importância para a gestão da manutenção da empresa pois através dele serão tomadas as ações estratégicas para que definirão o sucesso das atividades de manutenção e funcionamento do equipamento.

Após a identificação dos processos e da caracterização dos seus elementos e funções, próximo passo é o levantamento dos tipos, efeitos e causas das falhas afim de transformá-los em índices de priorização e traçar as ações necessárias de prevenção ou controle. O produto Severidade, Ocorrência e Detecção resulta no RPN (Número de Prioridade de Risco), onde este aponta quais modos de falha devem possuir a prioridade em sua tratativa. Além do alto valor do RPN, um índice alto de severidade também requer uma tratativa para o modo de falha analisado.

A análise dos modos de falha através do FMEA é apresentada na tabela 2 e, em destaque, os índices que indicaram o motivo de priorização da falha a ele relacionado:

Tabela 2 – FMEA

UNIDADE:		<i>Aciaria</i>				
SUB-UNIDADE:		<i>Lingotamento Contínuo</i>	EQUIPAMENTO:		<i>Unidade extratora</i>	
SISTEMA:		<i>Extratoras/ Estrutura</i>	REVISÃO:		<i>REV 01</i>	
FUNÇÕES DO SISTEMA:		<i>Extrair, endireitar e controlar a velocidade de lingotamento dos tarugos</i>				
MODOS DE FALHAS		EFEITO DA FALHA	SEVERIDADE	OCORRÊNCIA	DETECÇÃO	RPN (Risk Priority Number)
1	Inversor com defeito (queimado)	O inversor entra em falha, um alarme é mostrado no supervisão e poderá ocorrer a perda do veio.	7	7	10	490
2	Redutor horizontal com defeito (travado)	O inversor de frequência entra em falha por sobre corrente e o motor da extratora danificada irá desarmar e a corrente da outra extratora irá subir, podendo até desarmar gerando a perda do veio e do equipamento.	10	3	3	90
3	Ajuste de pressão inadequada	Poderá avariar os componentes (rolamento dos rolos) e poderá ocorrer desarme do disjuntor por elevação de corrente	3	1	1	3
4	Não efetuar fechamento modo manual (cabos rompidos, em curto circuito, baixo isolamento)	Não ocorrerá a execução do comando quando solicitado pelo operador sendo necessário a troca. Para dar continuidade no processo haverá necessidade da intervenção mecânica.	7	1	3	21
5	Tubulação/mangueira/conexões avariadas (Rompimento da tubulação)	Poderá ocasionar a perda do veio caso a pressão esteja ausente em ambas extratoras.	10	1	3	30
6	Acoplamento redutor horizontal/redutor vertical com defeito (Não transmite o movimento)	Será gerado um ruído anormal. A corrente da extratora danificada diminuirá e a corrente da outra extratora poderá sofrer alterações e gerando a perda do equipamento	10	1	3	30

Fonte: Autor, 2020

Tendo identificado os modos os modos de falha 1, 2, 5 e 6 como prioritários dentro do sistema, é preciso encontrar a(s) causa(s) fundamental(is) da falha para que se desenvolva uma ação realista e que solucione tal problema. Isto é possível através da metodologia dos 5 Porquês, como foi realizado:

Tabela 3 - Modo de Falha 1

MODO DE FALHA		Por que?	Por que?	Por que?	Por que?	Por que?
1	Inversor com defeito	Excesso de poeira metálica	Má isolamento do painel	Deficiência no isolamento do painel		
		Temperatura excessiva nos inversores	Deficiência na ventilação do painel	Deficiência na ventilação do painel	Defeito nos ventiladores na porta do painel	
			Deficiência na ventilação do inversor	Deficiência na ventilação do inversor	Defeito nos ventiladores do inversor	
		Fim da vida útil				

Fonte: Autor, 2020

O modo de falha 1 - *Inversor com defeito* apresenta quatro causas fundamentais. São elas:

- Deficiência no isolamento do painel;
- Defeito nos ventiladores na porta do painel;
- Defeitos nos ventiladores na porta do inversor;
- Fim de vida útil.

Tabela 4 - Modo de Falha 2

MODO DE FALHA		Por que?	Por que?	Por que?	Por que?	Por que?
2	Redutor horizontal com defeito	Rolamento do eixo de entrada danificado	Sobrecarga	Montagem inadequada		
			Rolamento não adequado			
		Rolamentos dos eixos intermediários e saída danificados	Lubrificação deficiente	Vazamento de óleo	Deficiência na vedação	Vedação inadequada
					Má fixação das tampas	Montagem inadequada
		Engrenamento danificado	Lubrificação deficiente	Vazamento de óleo	Deficiência na vedação	Vedação inadequada
					Má fixação das tampas	Montagem inadequada
			Montagem inadequada			

Fonte: Autor, 2020

O modo de falha 2 - *Redutor horizontal com defeito* apresenta três causas fundamentais. São elas:

- Montagem inadequada dos equipamentos;

- Rolamento não adequado;
- Vedação inadequada.

Tabela 5 - Modo de Falha 5

MODO DE FALHA		Por que?	Por que?	Por que?	Por que?	Por que?
5	Tubulação/mangueira/conexões avariadas (Rompimento da tubulação)	Vibração excessiva	Deficiência na fixação	Montagem inadequada dos fixadores		
		Soldas "mal feitas"	Material de solda não apropriado e/ou de má qualidade			
			Profissional não qualificado	Falta de treinamento		
		Desgaste excessivo da mangueira	Fim da vida útil			
			Má qualidade da mangueira			
Desprendimento do terminal da mangueira	Deficiência no prensamento do terminal na mangueira	Montagem inadequada				

Fonte: Autor, 2020

O modo de falha 5 - *Tubulação/mangueira/conexões avariadas (Rompimento da tubulação)* apresenta cinco causas fundamentais. São elas:

- Montagem inadequada;
- Material de solda não apropriado e/ou de má qualidade;
- Falta de treinamento;
- Fim de vida útil;
- Má qualidade da mangueira.

Tabela 6 - Modo de Falha 6

MODO DE FALHA		Por que?	Por que?	Por que?	Por que?	Por que?
6	Acoplamento redutor horizontal/redutor vertical com defeito (Não transmite o movimento)	Quebra dos dentes da capa ou do cubo do acoplamento	Sobrecarga	Desalinhamento	Montagem inadequada	
			Desgaste excessivo	Desalinhamento	Montagem inadequada	
		Falta de lubrificação				
		Montagem inadequada do acoplamento				
	Quebra da chaveta	Folga excessiva entre componentes	Ajuste inadequado			
		Material não atende à especificação				

Fonte: Autor, 2020

O modo de falha 6 - *Acoplamento redutor horizontal/redutor vertical com defeito (Não transmite o movimento)* apresenta três causas fundamentais. São elas:

- Montagem inadequada;
- Falta de lubrificação;
- Ajuste inadequado;
- Material não atende à especificação.

De acordo com cada causa fundamental encontrada, é sugerida uma ação afim de mitigar a falha e evitar que os problemas ocorram novamente com o equipamento ou que eles sejam, pelo menos, controlados. Abaixo, no quadro 1, as ações propostas após análise das causas fundamentais identificadas:

Quadro 1: Ações Propostas

MODOS DE FALHA		CAUSA FUNDAMENTAL		ACÇÃO PROPOSTA
1	Inversor com defeito	A	Deficiência no isolamento do painel	Incluir no plano de manutenção uma tarefa de inspeção
		B	Defeito nos ventiladores na porta do painel	
		C	Defeito nos ventiladores do inversor	
		D	Fim da vida útil	Criar um item no plano de inspeção de sobressalentes garantindo ponte de ressuprimento em campo
2	Redutor horizontal com defeito	A	Montagem inadequada	Elaborar e implementar folha de especificação para verificação das peças
		B	Rolamento não adequado	
		C	Vedação inadequada	
5	Tubulação/mangueira/conexões avariadas (Rompimento da tubulação)	A	Montagem inadequada	Incluir no plano de inspeção uma operação de verificar os fixadores da tubulação
		B	Material de solda não apropriado e/ou de má qualidade	Treinar o programador de serviço a incluir nas ordens de serviço a especificação dos consumíveis.
		C	Falta de treinamento	Exigir na ordem de serviço que o profissional seja "soldador especializado"
		D	Fim da vida útil	Incluir na PPS a operação obrigatória para substituição sistemática da mangueira
		E	Má qualidade da mangueira	Alterar cadastro da mangueira exigindo "certificado de qualidade"
6	Acoplamento redutor horizontal/redutor vertical com defeito (Não transmite o movimento)	A	Montagem inadequada	Inserir no plano atual uma operação de verificação de folga entre semi-acoplamentos.
		B	Falta de lubrificação	Melhorar a descrição no plano de inspeção e itemizar as operações
		C	Ajuste inadequado	Inserir no plano atual uma operação de verificação de folga entre semi-acoplamento e eixo.
		D	Material fora do especificado	Elaborar e implementar folha de especificação para verificação das peças

Fonte: Autor, 2020

Alguns fatores são importantes para garantir a efetividade das ações que foram propostas durante o projeto. Impreterivelmente, as ações devem condizer à realidade da rotina vivenciada pela organização, precisam ser planejados de acordo com os prazos adequados, além de utilizar os recursos técnicos e matérias de forma otimizada.

A rotina de manutenção engloba uma série de inspeções e verificações orientadas por planos de inspeção, de onde identifica-se grande parte das oportunidades de melhoria dentro do

processo. A definição das ações permite uma revisão periódica destes planos com a finalidade de ajustar as atividades de manutenção direcionadas a corrigir as falhas identificadas, além de garantir peças para ressurgimento para que o período de reparo seja cada vez menor.

A capacitação dos profissionais de manutenção é também um fator de grande importância no gerenciamento, uma vez que eles precisam estar atualizados e cientes de todas as especificidades dos equipamentos e processos para atuarem quando necessário. Visando também a integridade dos componentes pertencentes ao sistema, uma oportunidade percebida nas ações propostas é a revisão dos fornecedores assim como a certificação de qualidade do material que é fornecido.

A parametrização correta das atividades de inspeção permite que o equipamento seja monitorado corretamente, de acordo com a probabilidade e o histórico de falhas que o mesmo apresenta, o que pode ser evidenciado e percebido através das informações extraídas dos sistemas diariamente. Esta ação realizada continuamente garante que a vistoria seja cumprida de acordo com as necessidades específicas do componente e que o sistema apresentará seu funcionamento conforme o esperado.

Todas as ações mapeadas de acordo com as necessidades levantadas que permitiram os ajustes dos processos realizadas de forma conjunta, contribuíram para que fossem alcançados os resultados previamente desejados, que serão apresentados posteriormente neste trabalho.

5. RESULTADOS E CONSIDERAÇÕES FINAIS

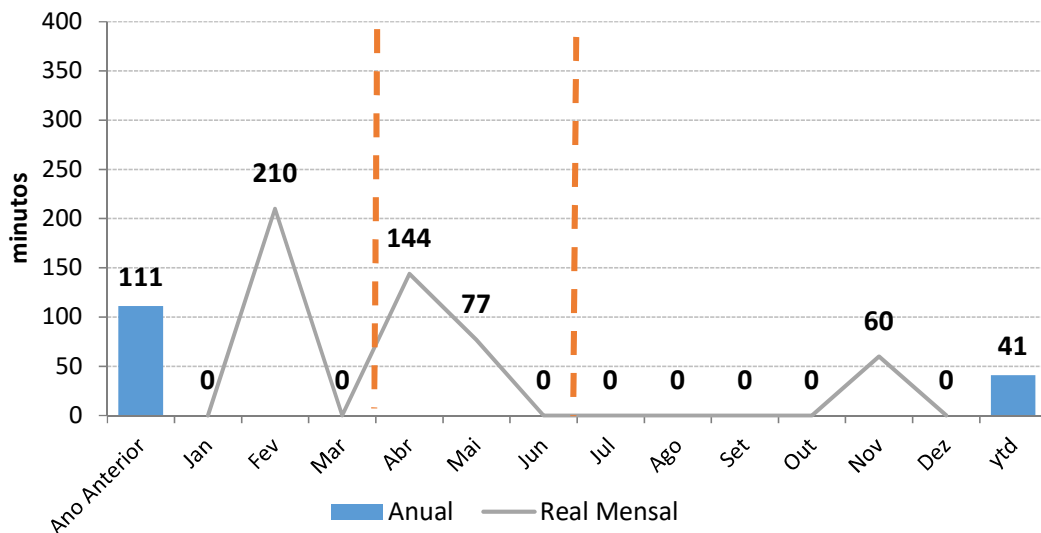
5.1. ÍNDICE DE PARADAS

O objetivo fundamental da análise do equipamento é permitir a melhor performance do sistema, que se dá através da identificação das causas fundamentais de cada falha e a consequente proposta de ações corretivas que foram apresentadas nos tópicos anteriores. Para confirmar a veracidade das análises e a eficiência das ações propostas, foi realizado um acompanhamento que integra o período pré-análise, durante esta e pós-análise.

O período pré-análise caracteriza-se por todos os meses que antecedem o início das análises no ano recorrente (podem ser mensais ou anuais). O período de análise equivale a três meses, pois foi o tempo que o grupo responsável pelas atividades esteve envolvido no projeto. Já o pós-análise retrata os meses que sucedem o trabalho realizado, sendo que este fica responsável por indicar os resultados obtidos.

O resultado é expresso em minutos e se comporta conforme gráfico abaixo:

Gráfico 4 – Índice de Paradas



Fonte: Autor, 2020

No ano anterior, o equipamento apresentou uma média de 111 minutos registrados de paradas não programadas e redução de velocidade (também representado no gráfico 3 deste trabalho).

Os meses de Jan, Fev e Mar, que antecederam as atividades do projeto, apresentaram índices de 0, 210 e 0 minutos respectivamente, resultando em uma média mensal de 70 minutos.

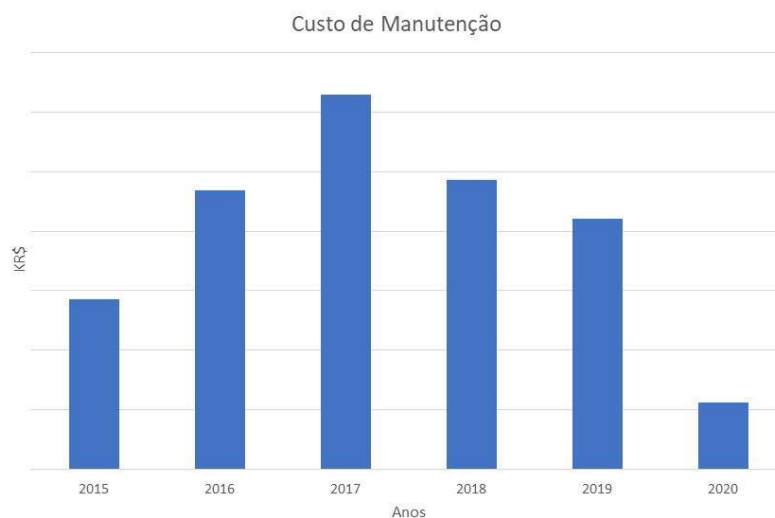
As atividades do projeto foram realizadas durante os meses de Abr, Mai e Jun, apresentando índices de 144, 77 e 0 minutos, respectivamente. A média mensal deste período é de 73,6 minutos.

Durante os seis meses subsequentes ao término do projeto, apenas um mês registrou índice de parada não programada, sendo este o mês de novembro com 60 minutos. Desta forma o período pós-análise registrou uma média mensal de 10 minutos.

Em um panorama anual, podemos perceber uma redução de 111 minutos do ano anterior, para 41 minutos do ano de realização do projeto. Desta forma, as todas as ações do projeto relacionadas neste trabalho permitiram uma redução de, aproximadamente, 63% de paradas não programadas do equipamento estudado. Isto significa que foi possível aumentar a disponibilidade do equipamento em 63%.

5.2. CUSTOS

O parâmetro custo é, sem dúvidas, um determinante estratégico dentro da companhia. Neste trabalho podemos notar que ele foi utilizado como um fator decisivo para a determinação do equipamento a ser analisado dentro do setor de manutenção. Apesar dos dados serem preservados, a pedido da empresa, pode-se perceber a função custo de manutenção relacionado às extratoras foi benéfico à organização. Foram extraídos os dados de custo do setor de manutenção através do SAP e o resultado é apresentado no gráfico 5:

Gráfico 5 – Custos de Manutenção

Fonte: Autor, 2020

Percebemos inicialmente que, nos primeiros anos observados, os custos apresentavam um crescente até 2017, sendo este o ano que antecede a realização do projeto. Após a finalização do projeto, no ano de 2018, houve uma queda gradual no custo resultando num resultado considerado ótimo no ano de 2020, com redução significativa dos custos confirmando os benefícios colhidos a médio prazo, uma vez que a não realização do projeto poderia acarretar na constante crescente dos custos de manutenção relacionados ao equipamento de estudo.

Logo no ano de 2018, apresentou-se uma redução de aproximadamente 23% dos custos de manutenção com as extratoras em relação a 2017. No ano subsequente, houve uma redução de mais 14%, em relação ao ano anterior e, logo em seguida, o ano de 2020 apresentou mais uma redução de 73% do custo anual de manutenção. Desta forma, entende-se que o projeto cultua uma continuidade de ações e melhorias, onde o setor de manutenção da Aciaria tende a ter, cada vez mais, a redução de seus custos de manutenção de forma geral.

5.3 PRINCIPAIS IMPACTOS E SUGESTÕES

Uma dificuldade encontrada durante a realização do projeto, é a disponibilidade dos colaboradores da gerência em cumprir o cronograma. Dentro da empresa, eles têm uma rotina

imprevisível e as reuniões acabam sofrendo alterações constantes, ou até mesmo nota-se a impossibilidade de algum colaborador estar presente. Esta deficiência compromete no quesito troca de experiências e visão de fora, que podem contribuir para mapeamento, execução e resultados mais efetivos.

Ao mesmo tempo, o êxito de todo esse projeto depende do trabalho em conjunto dos ativos relacionados, que propiciam um aprendizado multidisciplinar e permitem que seja realizada uma troca de experiências muito enriquecedora. Além de tudo, o projeto permite que seja realizado, através dele, a gestão de conhecimento das rotinas, das necessidades, dos futuros problemas e, também, das possíveis soluções para os mesmos, trazendo à gerência de manutenção uma bagagem muito favorável de resolução de problemas.

Os benefícios notados após a finalização do projeto condizem totalmente com os objetivos pelos quais ele é realizado. O projeto visava o aumento da vida útil das extratoras, ganho de performance financeira e uma menor exposição ao risco durante a atividade de troca do equipamento. Notou-se ao fim do projeto o aumento da segurança, melhoria de performance do equipamento, redução do custo anual de manutenção e redução de 88,21% do tempo de paradas acidentais das extratoras. Em geral, a realização das práticas e metodologias citadas neste trabalho colaboram para uma melhor gestão de manutenção, buscando sempre uma performance positiva dos equipamentos e dos processos e, ao mesmo tempo, reduzindo os custos de manutenção.

Obviamente, o projeto necessita de um orçamento para que sejam realizadas intervenções, melhorias, aquisições e capacitações. Todo esse custo planejado é percebido mais tarde como investimento, pois ele acaba sendo menor que um custo que apareça inesperadamente em intervenções e manutenções corretivas, além de perda de produção.

Contudo, este trabalho viabiliza a disponibilidade eficaz do sistema/equipamento analisado, uma vez que promove ações que permitem sua melhor performance operacional e financeira, menor exposição de risco de segurança, aumento da vida útil e a diminuição de periodicidade de troca. Ter o equipamento disponível para a cadeira produtiva é a peça chave para os resultados da gerência de manutenção.

Analisando o sistema e todo o processo em que ele está inserido, são identificadas muitas oportunidades de melhoria. Uma dessas oportunidades são as adequações relacionadas

à segurança das pessoas e do processo, que garantem a integridade de todos e cumprindo a principal regra da empresa que é proteger a vida.

Para os próximos projetos, pode-se implementar o acompanhamento e a análise de demais indicadores de manutenção além dos que são monitorados, como o MTTR, MTBF e MTTF que foram relacionados na bibliografia deste estudo, a fim de aprimorar a gestão de manutenção da empresa. Outra sugestão é a utilização de ferramentas estatísticas dentro da gestão de manutenção com a função de analisar tendências de falhas e quebras dos equipamentos a partir dos dados e histórico de atividades de manutenção.

É certo que, muitas etapas dentro deste projeto de gestão de confiabilidade na manutenção são realizadas manualmente, o que pode acabar sendo desgastante para os responsáveis. Tem-se a oportunidade de implementação de tecnologias a favor dos processos e de monitoramentos, tornando as análises cada vez mais eficazes e as ações mais assertivas.

A realização desse trabalho evidencia que é possível levar benefícios financeiros, melhores performance dos equipamentos, maior disponibilidade e confiabilidade durante a atividades dos sistemas dentro da cadeia produtiva, através de uma gestão de confiabilidade na manutenção que utiliza métodos e ferramentas de qualidade quando aplicados de forma correta e fiel ao seu propósito.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARCELOR MITTAL. **Relatório de Sustentabilidade**, 2019.

AIAG - Automotive Industry Action Group. **Análise de Modo e Efeito de Falha Potencial (FMEA)**. Manual de Referência, 4ª edição, 2008.

ALMEIDA, P. S. **Gestão da manutenção aplicada às áreas industrial, predial e elétrica**. São Paulo, 2017.

ALVES, Giovanni. Trabalho, constituição e cidadania: **A Dimensão Coletiva dos Direitos Sociais Trabalhistas na Perspectiva Sociológica**. São Paulo: LTR Editora, 2014.

ANDRADE, M. L. A.; CUNHA, L. M. S. **O setor siderúrgico**. BNDES 50 anos – Histórias setoriais. p.21-47. 2012

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 5462: Confiabilidade de manutenibilidade**. Rio de Janeiro, 1994.

BACKLUND, F.; AKERSTEN, P. **RCM introduction: process and requirements management aspects**. Journal of Quality in Maintenance mManagement. V.9, n.3, p.250-264, 2003.

BRITO, J. N.; LIMA, P. F. R.; PORTES, D. F. **Sistema de informação e gestão da manutenção de equipamentos industriais - SIGM**. Congresso Brasileiro de Manutenção, Anais 2005. Belo Horizonte, 2005.

CALACHE L. D. D. R.; et. Al. **Proposta de um modelo de avaliação e de seleção de fornecedores de manutenção industrial utilizando Fuzzy-TOPSIS**. Gestão da Produção. p. 1-11, 2019.

CORDEIRO, J. C. A.; PONTES, M. R. **Indicadores para gestão na manutenção corretiva**. São Paulo. Universidade Nove de Julho. 2016

COSTA, V. L.; ESCORSIM, S.; LEONOR, D. C. **Processo produtivo e produção de aço: a inserção do Grupo Gerdau no S.A. no cenário mundial**. Ponta Grossa. 2007

ENGENHARIA DE MANUTENÇÃO NO BRASIL. **Definições e Objetivos do TPM (Total Productive Maintenance)**. 2012

FILHO, Gil Branco. **A organização, O planejamento e o controle da manutenção**. Rio de Janeiro, Editora Ciência Moderna Ltda.; 2008.

FLEMING, P.V.; FRANÇA, S.R.R.O. **Considerações sobre a implementação conjunta de TPM e MCC na indústria de processos**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MANUTENÇÃO, 12., 1997, São Paulo. 53 p.

FOGLIATTO, F. S.; RIBEIRO, J. L. D. **Confiabilidade e Manutenção Industrial**. 1 ee. Porto Alegre: Elsevier. 2009

FONSECA, J. J. S. **Metodologia da pesquisa científica**. Fortaleza: UEC, 2002.

GHINATO, P. S. **Sistema Toyota de Produção: Mais do que simples Just in Time**. Revista Produção, v.5, n.2. 1995.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. Ed. São Paulo: Atlas, 2007.

GNEDENKO, Boris; USHAKOV, Igor. **Probabilistic Reliability Engineering**. Ed. John Wiley & Sons, 1995

GOMES, M. C.; ANDRADE, P. C. R.; COSTA, T. F. **Análise de indicadores de desempenho da manutenção em um moinho de bolas**. Revista Thema. p. 1089 a 1103. Diamantina. 2018

GUSMÃO, C. A. **Índices de desempenho da manutenção - Um enfoque prático**.2017.

KARDEC, A.; NASCIF J. **Manutenção: função estratégica**. 3 ed. Rio de Janeiro: Ed. Qualitymark, 2009.

KOMNIAKIS, D.; PIRATELLI, C. L.. ACHCAR, J. A. **Análise de confiabilidade para formulação estratégica de manutenção de equipamentos em uma empresa da indústria alimentícia**. Revista Produção Online, v. 18, n. 2, p. 560-592, 2018.

LAFRAIA, Ricardo Barusso. **Manual de Confiabilidade, Manutenibilidade e Disponibilidade**. Rio de Janeiro: Qualitymark Editora, 1ed, 2006

LEEMIS, L. **Reliability: probabilistic models and statistical methods**. Nova York: PrenticeHall, 384p., 1995.

MENDES, G. **Tipos de Manutenção – Corretiva, Preventiva e Preditiva**. Disponível em: <https://www.fm2s.com.br/corretiva-preventiva-preditiva/>. 2020

MIRSHAWKA, V.; OLMEDO, N. L. **Manutenção – Combate aos custos da não eficácia – A vez do Brasil**. São Paulo: Editora Makron Books do Brasil Ltda., 1993.

MONTEIRO, A. M. S. C. **Fiabilidade de equipamentos na indústria automóvel**. Departamento de Engenharia Mecânica e Gestão Industrial. Porto. 2000.

MORTELARI, D.; PIZZATI, N.; SIQUEIRA, K. **O RCM na quarta geração da manutenção de ativos**. São Paulo: RG Editores, 1ª edição, 2011.

MOUBRAY, J. **Introdução à manutenção centrada na confiabilidade**. São Paulo. Aladon, 2001.

MOUBRAY, John. **Reliability-Centered Maintenance Parte II**. 1996

MOYA, M. C. **An evaluation system of the setting up of predictive Maintenance programmes**. Reliability Engineering & System Safety, Vol. 91 No. 8, pp. 945-63, 2006.

NAKAJIMA, Seiichi, **Introdução ao TPM – Total Productive Maintenance**. IMC Internacional Sistemas Educativos. São Paulo. 1989.

NEPOMUCENO, L. X. **Técnicas de manutenção preditiva**. São Paulo: EBB – Edgard Blucher, 1989.

NETTO, C. A. W. **A importância e a aplicabilidade da manutenção produtiva total (TPM) nas indústrias**. Juiz de Fora, 2008.

NUNES, E. N; VALLADARES, A. **Gestão da Manutenção com Estratégia na Instalação de unidades Geradoras de Energia Elétrica**.

ONG, M. H., LEE, S. M. **Evaluating the use of multimedia tool in remote maintenance of production machinery in the automotive sector**. Robotics, Automation and Mechatronics. IEEE Conference on, vol.2, 2004.

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

PINTO, C. V. **Organização e Gestão da Manutenção**. MONITOR, Ltda 1999.

RAUSAND, M. **Reliability Centered Maintenance. Reliability Engineering and System Safety**. v. 60, n. 2, p. 121-132, 1998.

RIBEIRO, C.R. **Processo de Implementação da Manutenção Produtiva Total (TPM) na Indústria Brasileira**. Monografia Departamento de economia, Contabilidade e Administração. Universidade de Taubaté. Taubaté. 2003

ROBERTS, J. **Department of Industrial and engineering Technology**. Texas A&M University-Commerce. 1997

RODRIGUES, Gustavo. **Manutenção preditiva, preventiva e corretiva: entenda a diferença entre elas!**. 2018

SALMAZO, F. **Proposta de manutenção centrada na confiabilidade: estudo de caso no SEP de redes subterrâneas em Curitiba**. Curitiba, 2012.

SOUZA, J. B. **Alinhamento das estratégias do planejamento e controle da manutenção (PCM) com as finalidades e função do planejamento e controle da produção (PCP): uma abordagem analítica**. Ponta Grossa, 2008

SOUZA, J. B.; SACOMANO, J. B.; KYRILLOS, S. L.; MILREU, F. J. S. **Indicadores de desempenho da função manutenção: um enfoque em aciarias brasileiras**. GEPROS. Gestão da Produção, Operações e Sistemas, Ano 7, nº 3, jul-set/2012, p. 75-89

SOUZA, Manuela Soares de. **A Importância do Planejamento e Controle da Manutenção: um estudo na Afla indústria de bebidas**. Revista Eletrônica da Faculdade José Augusto Vieira, Lagarto, v. 7, n. 5, p.1-22, set. 2012

TAVARES, Helder Dinis Fernandes. **Aplicação de Metodologias RCM dos planos de manutenção de Sistemas de Proteção, Comando e Controle.** Dissertação Faculdade de Engenharia da universidade do Porto. Porto. 2012

VIANA, H. R. G. **PCM, Planejamento e controle da manutenção.** Rio de Janeiro: Qualitymark, 2002.

WEISS, A.E. **Key business solutions: essential problem-solving tools and techniques that every manager needs to know.** Grã-Bretanha: Pearson Education Limited, 2011.

WYREBSKI, J. **Manutenção Produtiva Total – Um modelo adaptado.** Dissertação submetida à Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis. 1997

XENOS, Harilaus G. **Gerenciando a Manutenção Produtiva.** Belo Horizonte: Editora de Desenvolvimento Gerencial, 1998

ZEN, Milton Augusto Galvão. **Indicadores de manutenção.** 2011