

**FACULDADE DE ENGENHARIA DE MINAS GERAIS
PROGRAMA DE PESQUISA, PRODUÇÃO E DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA**

**CARLOS ALBERTO DA SILVA
HUDSON DELA SILVA MIRANDA
RODRIGO FERREIRA DA SILVA
RUAN ALBERT RODRIGUES SILVA**

**IMPLEMENTAÇÃO DO OPERADOR MANTENEDOR NO PROCESSO
DE LAMINAÇÃO CONTÍNUA DE TUBOS**

Belo Horizonte - MG

2018

**CARLOS ALBERTO DA SILVA
HUDSON DELA SILVA MIRANDA
RODRIGO FERREIRA DA SILVA
RUAN ALBERT RODRIGUES SILVA**

IMPLEMENTAÇÃO DO OPERADOR MANTENEDOR NO PROCESSO DE LAMINAÇÃO CONTÍNUA DE TUBOS

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) apresentado ao curso de Engenharia de Produção da Faculdade de Engenharia de Minas Gerais – FEAMIG, como requisito parcial para obtenção do título de bacharel em Engenharia de Produção.

Área de concentração: Engenharia de Operações e Processos da Produção.

Orientador de conteúdo: Prof. Ms. Wilson José Vieira da Costa.

Orientador de metodologia: Professora Ms. Gabriela Fonseca Parreira.

Belo Horizonte - MG

2018

RESUMO

O termo manutenção também pode estar relacionado com a conservação periódica, ou seja, com os cuidados e consertos que são feitos entre determinados períodos de tempo com o intuito de preservar a gestão da manutenção. Acredita-se que, é relevante a reestruturação de regras de trabalho, por meio da organização, o que conseqüentemente pode garantir um processo constante de evolução dentro das organizações. É relevante a prática da manutenção nas empresas, buscando garantir a produtividade e competitividade. Muito se tem discutido acerca de manutenção de maquinários nas empresas, sendo o operador mantenedor um profissional relevante para as empresas. O objetivo geral deste estudo é fazer uma análise sobre a implementação do operador mantenedor no processo de laminação contínua de tubos. Os resultados aqui apresentados mostram que, houve relevante melhoria após a implantação do operador mantenedor na empresa aqui analisada, proporcionando ganhos. Conclui-se que, o processo de laminação contínua de tubos se mostrou mais eficiente e após a implantação do operador mantenedor na empresa, visto que, o aumento da vida útil dos equipamentos é um fator que, na maioria das vezes, não pode ser considerado de forma isolada. Esse fator, geralmente, é consequência da redução de custos, qualidade do produto, aumento de produção e efeitos do meio ambiente, sendo o operador mantenedor o profissional adequado para eliminar os problemas nos maquinários antes mesmo que eles ocorram utilizando-se da manutenção como ferramenta importante para a redução do *breakdown* das máquinas.

Palavras-chave: Manutenção. Operador mantenedor. Processo de laminação. Tubos. Empresas.

ABSTRACT

The term maintenance can also be related to the periodic conservation, that is, with the care and repairs that are made between certain periods of time in order to preserve maintenance management. It is believed that it is relevant to restructure work rules through the organization, which can consequently guarantee a constant process of evolution within organizations. It is relevant to practice maintenance in companies, seeking to ensure productivity and competitiveness. Much has been discussed about maintenance of machinery in companies, and the operator is a relevant professional for companies. The general objective of this study is to make an analysis on the implementation of the maintainer operator in the process of continuous rolling of tubes. The results presented here show that there was a significant improvement after the implementation of the maintainer operator in the company analyzed here, providing gains. It is concluded that the continuous rolling of pipes proved to be more efficient and after the implantation of the holding operator in the company, since the increase in the useful life of the equipment is a factor that, in most cases, can not be considered in isolation. This factor is usually a consequence of cost reduction, product quality, production increase and environmental effects, and the maintainer is the appropriate professional to eliminate the problems in the machinery even before they occur using maintenance as a tool important to reduce the breakdown of machines.

Key-words: Maintenance. Maintenance operator. Lamination process. Tubes. Companies.

LISTA DE SIGLAS

TPM: *Total Productive Maintenance.*

FEAMIG: Faculdade de Engenharia de Minas Gerais.

FMEA: *Failure Modes and Effects Analysis.*

FMECA: *Failure Mode, Effects and Criticality Analysis.*

ABEPRO: Associação Brasileira de Engenharia de Produção.

INDICE DE ILUSTRAÇÕES

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Árvore de falhas	22
Figura 2 - Os 8 pilares da Manutenção Produtiva Total – TPM.....	23
Figura 3 - Fluxo de produção da laminação a quente	29
Figura 4 – Fluxo de processo antigo	42
Figura 5 – Fluxo de processo atual	43

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Etapas de implantação de manutenção autônoma.....	25
Tabela 2 – Relação equipamentos do laminador x horas paradas para manutenção antes da implementação do operador mantenedor.....	44
Tabela 3 – Relação equipamentos do laminador x horas paradas para manutenção após a implementação do operador mantenedor.....	44

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Quantidade eletricitistas x tempo estimado.....	35
---	----

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Histórico manutenção	37
Gráfico 2 – Histórico manutenção 2015 e 2016	38
Gráfico 3 – Disponibilidade do laminador sem a presença do operador mantenedor - 2015.....	44
Gráfico 4 – Disponibilidade do operador mantenedor no processo de laminação em 2016.....	45

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	8
1.1 Contexto do Problema	9
1.2 Problema de pesquisa	10
1.3 Objetivos	10
1.3.2 Objetivos específicos	10
1.4 Justificativa	10
2 REFERENCIAL TEÓRICO	11
2.1 Gestão da manutenção	11
2.1.1 Tipos de manutenção	12
2.1.2 Ferramentas de Análise	16
2.1.3 Manutenção Produtiva Total - TPM	19
2.1.4 Manutenção Autônoma	20
2.2 Processos Produtivos	22
2.3 Processo de laminação contínua de tubos	23
Figura 3 - Fluxo de produção da laminação a quente	24
2.4 Gestão da manutenção em processos de laminação	25
2.4.1 O Operador Mantenedor	26
3 METODOLOGIA	27
3.1 Pesquisa quanto aos fins	27
3.2 Pesquisa quanto aos meios	28
3.3 Organização em estudo	29
3.4 Universo e Amostra	30
3.5 Formas de coleta e análise dos dados	31
3.6 Limitações da pesquisa	31
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	32
4.1 Mapear o processo de manutenção no equipamento laminador na empresa analisada	32
4.2 Avaliação do Breakdown da linha do laminador perfurador sem e com a presença do operador mantenedor de 2014 à 2015	39

4.3 Disponibilidades do equipamento sem e com a presença do operador mantenedor	41
5 CONCLUSÃO	44
REFERÊNCIAS.....	45

1 INTRODUÇÃO

A manutenção de maquinários é fator relevante dentro das organizações, visto que está relacionado com o tratamento probabilístico de falhas em sistemas. Assim, diversos fatores podem influenciar no desenvolvimento de um processo ou sistema, onde aqui cabe citar alguns deles, como por exemplo: competição, pressão dos prazos e cronogramas, rápida evolução dos materiais, complexidade dos métodos e sistemas, necessidade de redução de custos, considerações de segurança e legislação, sendo todos esses fatores probabilísticos.

A qualidade e a confiabilidade são fatores relevantes quanto ao desempenho do processo. Para serem competitivas as empresas enfrentam o desafio de otimizar seus recursos, garantindo dessa forma a sobrevivência do negócio, a manutenção dos equipamentos de produção é um fator essencial de desempenho das organizações.

Percebe-se que diversas ferramentas de gerência de manutenção têm surgido, entre elas um método chamado Manutenção Produtiva Total (TPM), onde é apresentada como uma possível aliada da manutenção preditiva e a solução definitiva aos altos custos de manutenção em plantas industriais.

A TPM revela ser uma metodologia empresarial que busca a melhoria do desempenho produtivo através da eliminação de desperdícios. Trata-se de uma filosofia gerencial que atua no comportamento das pessoas e de como se devem tratar os problemas, não só os de manutenção, mas todos ligados ao processo produtivo como, por exemplo, capacitação de pessoas, controle de qualidade e também segurança e meio ambiente, pois gera um comprometimento dos colaboradores onde todos se sentem parte integrante do processo.

Dessa forma, a possibilidade de implementação do profissional operador mantenedor pode ser a solução para que o maquinário das empresas esteja sempre em perfeitas condições de acordo com a necessidade do processo, objetivando a manutenção desses maquinários e prevenindo danos. Com isso, esse profissional dispõe de conhecimentos específicos sobre cada maquinário para que possa reduzir possíveis problemas relacionados ao mal funcionamento dos equipamentos.

A implantação do operador mantenedor nas empresas busca resultados, principalmente na redução dos custos de manutenção e nos processos, padronizando a operação e capacitando os operadores para assumirem as condições básicas de manutenção e operação de cada equipamento.

O objetivo desta pesquisa é avaliar os indicadores de *Breakdown* e disponibilidade antes e após a implementação do profissional operador mantenedor e analisar os resultados obtidos para assim definir a relevância do profissional para o processo de laminação contínua de tubos.

1.1 Contexto do Problema

A empresa pesquisada pertence ao ramo siderúrgico e está situada no estado de Minas Gerais. Um dos pontos organizacionais relevantes é a preocupação com a manutenção de suas máquinas, visto que, no processo de laminação contínua de tubos o equipamento laminador SWW responsável pela perfuração dos blocos é exposto a diversos fatores que podem comprometer seu desempenho e qualidade.

O processo de laminação de tubos é um processo que exige muito do equipamento, pois a transformação do aço é dada pelo calor e força mecânica, expondo o equipamento a altas temperaturas, desgaste mecânico e vibração contínua. Tais condições elevam consideravelmente a probabilidade de ocorrência de vários tipos de falhas afetando diretamente a disponibilidade e elevando o *breakdown* do laminador, sendo assim, a manutenção é essencial para um bom desempenho do equipamento no processo, evitando paradas inesperadas e melhorando seus indicadores.

Observa-se que, a falta de manutenção do maquinário pode ocasionar em diversos problemas, como por exemplo, prejuízos financeiros para a empresa. Atualmente, toda a inspeção e manutenções corretivas e preventivas nos equipamentos da linha do laminador perfurador são realizadas pelos membros da gerência de manutenção da laminação contínua. Essa condição demanda um tempo muito grande desses inspetores e mantenedores que algumas vezes investem muito tempo em atividade de pouca complexidade, mas que são fundamentais para a boa

operação dos equipamentos. Com isso, atividades importantes de análise de falhas, planejamento de melhorias e redução de custo ficam prejudicadas.

Uma das maneiras de disponibilizar mais tempos a esses inspetores e mantenedores é colocar os operadores dos equipamentos realizando as inspeções e intervenções com complexidade mais baixa.

1.2 Problema de pesquisa

Quais são os impactos da presença do operador mantenedor no processo de laminação contínua de tubos?

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo geral

Comparar o processo de laminação contínua de tubos sem e com a presença do operador mantenedor no processo.

1.3.2 Objetivos específicos

- Mapear o processo de manutenção no equipamento laminador na empresa analisada;
- Avaliar o Breakdown da linha do laminador perfurador sem e com a presença do operador mantenedor de janeiro de 2014 a março de 2016;
- Avaliar a disponibilidade do equipamento sem e com a presença do operador mantenedor.

1.4 Justificativa

A manutenção do maquinário das empresas se faz necessário para evitar paradas não programadas da produção, visto que, a preservação dessas máquinas

pode influenciar no aumento da produtividade. Tal fator gera inúmeros benefícios a qualquer organização, seja ela privada ou governamental, reduzindo custos e desperdícios, mais lucros e rapidez e competitividade. De uma forma geral, o estudo irá proporcionar uma análise da importância da manutenção de maquinário por meio do operador mantenedor, visto a busca da empresa aqui analisada visa alcançar maior produtividade no setor que atua. Assim, tendo em vista os objetivos específicos, obterá conhecimento não só para os profissionais do ramo, como para todos aqueles que buscam a melhoria contínua dos processos produtivos.

Diante deste contexto competitivo, torna-se ainda mais necessária esta pesquisa na busca pela análise sobre a implementação do operador mantenedor no processo de laminação contínua de tubos, visto que, contribui para o aumento da produtividade, fazendo com que os mantenedores fiquem com maior disponibilidade para execução de atividade com grau de complexidade mais elevado.

Para os pesquisadores e para a Faculdade de Engenharia de Minas Gerais (FEAMIG), será de grande valia a oportunidade de poder aplicar os conhecimentos adquiridos no curso de Engenharia de Produção em uma situação real, documentar a pesquisa e adicioná-la ao acervo de pesquisas já existentes na instituição de ensino. Também se faz relevante para a engenharia de produção, visto que, a busca por melhores resultados é uma prática necessária para que as empresas se mantenham competitivas no cenário econômico atual.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Gestão da manutenção

Para Verma (2002), a manutenção é a combinação de ações técnicas definidas a partir de uma concepção da manutenção, de ações administrativas e de gestão durante o ciclo de vida do maquinário com a finalidade de manter ou retorná-la ao estado onde possa cumprir sua função.

A manutenção, conceituada como sendo o conjunto de elementos básicos que caracterizam aquilo que a organização gostaria de ser no futuro, sua vontade,

seu desejo de ser e de agir (DA COSTA, 2002). Com isso, o foco da empresa em relação à manutenção de seu maquinário pode levar em consideração sua vontade própria, suas crenças e não se limitando pelo ambiente externo nem pela capacitação atual da mesma.

A função manutenção para cumprir de maneira satisfatória o seu objetivo e se tornar competitiva deve adotar os princípios de administração contidos nos conceitos da gestão estratégica, desenvolver-se ao mesmo ritmo que as demais funções administrativas da organização e desta forma, fornecerem um serviço eficiente a seus clientes, que são os ativos da empresa. Deve ter uma visão, uma missão e uma abrangência bem definida, ou seja, o que a função manutenção quer ser no futuro dentro da organização, qual é a necessidade básica que a função pretende suprir e, finalmente, quais são as limitações reais ou auto-impostas para a atuação da função (FUENTES, 2006, p. 14).

Entende-se por manutenção todas as ações necessárias para que um componente, equipamento ou sistema, seja conservado ou restaurado, de modo a poder permanecer de acordo com a condição especificada por seu fabricante (ARANTES, 2002).

Para tanto, a manutenção se utiliza de três ferramentas importantes que são Análise de Manutenção, Análise de Falhas e Árvore de Falhas, que serão detalhadas no decorrer desta pesquisa.

2.1.1 Tipos de manutenção

2.1.1.1 Manutenção corretiva

Manutenção corretiva é aquela realizada em equipamentos que apresentam falhas, com o objetivo de sanar a falha e de classificá-la como de emergência, de urgência ou programada, dependendo do defeito e das necessidades de atendimento (CABRAL, 2006).

A manutenção corretiva apresenta as seguintes desvantagens: a falha ou o defeito ocorrem sem controle; maiores custos devido à saída não programada do equipamento; maior custo de pessoal em função de horas extras ou de emergência;

maior custo de reparo por troca de peças e estragos adicionais; redução da vida útil do equipamento e uso ineficiente de recursos humanos (SANTOS, 2003).

A manutenção corretiva pode ser dividida em duas partes segundo Nascif (2017) são elas:

- **Manutenção corretiva não planejada:** correção da falha de maneira aleatória, ou seja, é a correção da falha ou desempenho menor que o esperado após a ocorrência do fato. Esse tipo de manutenção implica em altos custos, pois causam perdas de produção, a extensão dos danos aos equipamentos é maior. Quando só existe corretiva, a manutenção é comandada pelos equipamentos;
- **Manutenção corretiva planejada:** é a correção que se faz em função de um acompanhamento preditivo, detectivo, ou até pela decisão gerencial de se operar até a falha. Esse tipo de manutenção é planejada.

Para Santos (1994), consiste em substituir peças ou componentes que se desgastaram ou falharam e que levaram a máquina ou o equipamento a uma parada, por falha ou pane em um ou mais componentes. É o conjunto de serviços executados nos equipamentos com falha.

2.1.1.2 Manutenção preventiva

Pode-se dizer que é todo o serviço de manutenção realizado em equipamentos que não estejam sob falha, ou seja, que estejam em condições operacionais normais ou com defeito.

A manutenção preventiva sistemática é aquela realizada em intervalos regulares (quilômetros, horas de funcionamento, meses, ciclos de operação, etc.). Já a manutenção corretiva por condição é a realizada quando ocorre o desvio de algum parâmetro que está sendo controlado. Reparo de um defeito ou intervenção antes que ocorra uma falha.

Santos (1994) ao definir os procedimentos de manutenção intencionando levantar os indicadores para certificação da garantia de qualidade advertem que, todo programa de manutenção apresentará vantagens e desvantagens, cabendo ao setor responsável pela implantação, definir seus prazos considerando as mesmas e também os tipos existentes na organização.

Segundo Santos (1994), a manutenção preventiva, se bem aplicada, apresenta diversas vantagens, tais como: melhor relação custo/benefício; flexibilidade das indisponibilidades para atender as necessidades da produção; aumento da vida útil dos componentes e dos equipamentos; redução das falhas dos equipamentos e/ou processos operacionais.

Ainda, de acordo com Santos (1994), a manutenção preventiva possui as seguintes desvantagens: não garante o controle sobre todas as falhas; aumenta a necessidade de mão de obra; pode realizar intervenções desnecessárias e aumentar o risco de dano acidental ou falha potencial no equipamento.

2.1.1.3 Manutenção preditiva

Segundo Cabral (2006), a manutenção preditiva consiste nas medidas tomadas para detectar o início da degradação de um componente, controlar o seu avanço e antever o limite aceitável de degradação.

A manutenção preditiva possui as seguintes vantagens: reduz a incidência de falhas inesperadas; evita custos pela realização de manutenção não programada (horas-extras, perda de produção, falta de material e peças de reposição); aumenta a disponibilidade e a confiabilidade do equipamento; aumenta a vida útil dos componentes e/ou equipamentos, melhora a qualidade dos produtos fabricados e a segurança das pessoas e do meio ambiente (SANTOS, 1994).

Dentre as desvantagens, destacam-se: maior custo de implantação (equipamentos de monitoramento e de diagnóstico); maior custo de mão de obra (competência e treinamento) e os benefícios não são tão claros ou tangíveis quanto os custos (SANTOS, 1994).

Para Santos (2003) é o conjunto de programas especiais (Análise e Medição de Vibrações, Termografia, Análise de Óleo, etc.) orientados para o monitoramento de máquinas e equipamentos em serviço. Sua finalidade é prever falhas e detectar mudanças no estado físico que exijam serviços de manutenção, com a antecedência necessária para evitar quebras ou estragos maiores.

2.1.1.4 Manutenção detectiva

De acordo com Moraes (2004), ao verificar os tipos de manutenção, observa-se que, o mais relevante é a manutenção detectiva. Dessa forma, é relevante que seja verificada a classe de cada tarefa a ser realizado, posto à importância de garantir que os equipamentos e instalações continuem seguros e produtivos. Tais tarefas são baseadas em uma estratégia de manutenção detectiva. Esta manutenção possui como objetivo auxiliar na boa operação dos equipamentos e máquinas e garante a viabilidade em longo prazo.

Para Zen (2008), uma das maneiras de descobrir se os dispositivos de proteção ou sistemas irão durante a execução de uma operação acontece durante esta operação. Manutenção detectiva é uma atividade necessária para garantir o bom funcionamento de um equipamento, sua manutenção do ciclo de vida e alto grau de confiabilidade.

Conforme Santos (2003) a manutenção detectiva possui as seguintes tarefas conforme a seguir:

- Testes de detectores de gás de fumaça e fogo;
- Inspeção de bombas de incêndio;
- Testes com válvulas de todos os tipos;
- Inspeção veicular anual;
- Teste de emergência ligue/ desligue de sistemas de vasos de pressão;
- Testes de malhas de controle de dispositivos de segurança;
- Testes de relés de proteção de equipamentos elétricos;
- Testes de fornos e caldeira;
- Testes periódicos de válvulas (proteção contra incêndios) e sistemas de aspersão.

É relevante aqui salientar que, em vários casos a manutenção detectiva também pode ser chamada de proativa, tornando-se um fator de competitividade para a empresa, visto que, a condição dos maquinários ativos é um dos fatores que determina o sucesso financeiro e produtivo da organização.

2.1.2 Ferramentas de Análise

2.1.2.1 Análise de Manutenção

É feita utilizando-se a documentação existente na empresa sobre os equipamentos (ordem de serviço, banco de dados, fotografias, vídeos, etc.) com a finalidade de detectar um desvio da situação atual para a situação desejada (SANTOS, 1994).

Avaliar as reais condições das máquinas e equipamentos requer um trabalho minucioso de coletas e análises de dados dos equipamentos monitorados. Para isso, a manutenção preditiva deve contar com uma série de métodos e processos que irão permear a gestão dos equipamentos da sua empresa (SIQUEIRA, 2005).

2.1.2.2 Análise de Falhas

Kardec; Nassif (2006) define falha como rompimento da função de um item ou a incapacidade de satisfazer ao padrão de desempenho planejado. Portanto, a análise de falhas apresenta o exame lógico e sistemático de um item que falhou no equipamento, buscando identificar a causa e as consequências da mesma para o bom andamento dos serviços.

Siqueira (2005) apresenta que as falhas podem ser classificadas considerando o efeito que provocam sobre uma função do sistema ou equipamento a que pertencem, nomeando-as como funcional e potencial. Estas, por sua vez, são reclassificadas considerando a sua visibilidade.

Para Germano (2018), esta dimensão da qualidade, a confiabilidade, tem se tornado cada vez mais importante para os consumidores, pois, a falha de um

produto, mesmo que prontamente reparada pelo serviço de assistência técnica e totalmente coberta por termos de garantia, causa, no mínimo, uma insatisfação ao consumidor ao privá-lo do uso do produto por determinado tempo. Além disso, cada vez mais são lançados produtos em que determinados tipos de falhas podem ter consequências drásticas para o consumidor, tais como aviões e equipamentos hospitalares nos quais o mau funcionamento pode significar até mesmo um risco de vida ao cliente.

Ainda conforme Germano (2018), apesar de ter sido desenvolvida com um enfoque no projeto de novos produtos e processos, a análise de falhas, pela sua utilidade, passou a ser aplicada de diversas maneiras. Dessa forma, ela atualmente é utilizada para diminuir as falhas de produtos e processos existentes e para diminuir a probabilidade de falha em processos administrativos.

Assim, pode-se dizer que quanto maior o número de falhas, menor a confiabilidade de um item para os autores citados, cabe ainda ressaltar que estas classificações definirão a estratégia de manutenção que será adotada que servirá para a empresa analisada neste estudo.

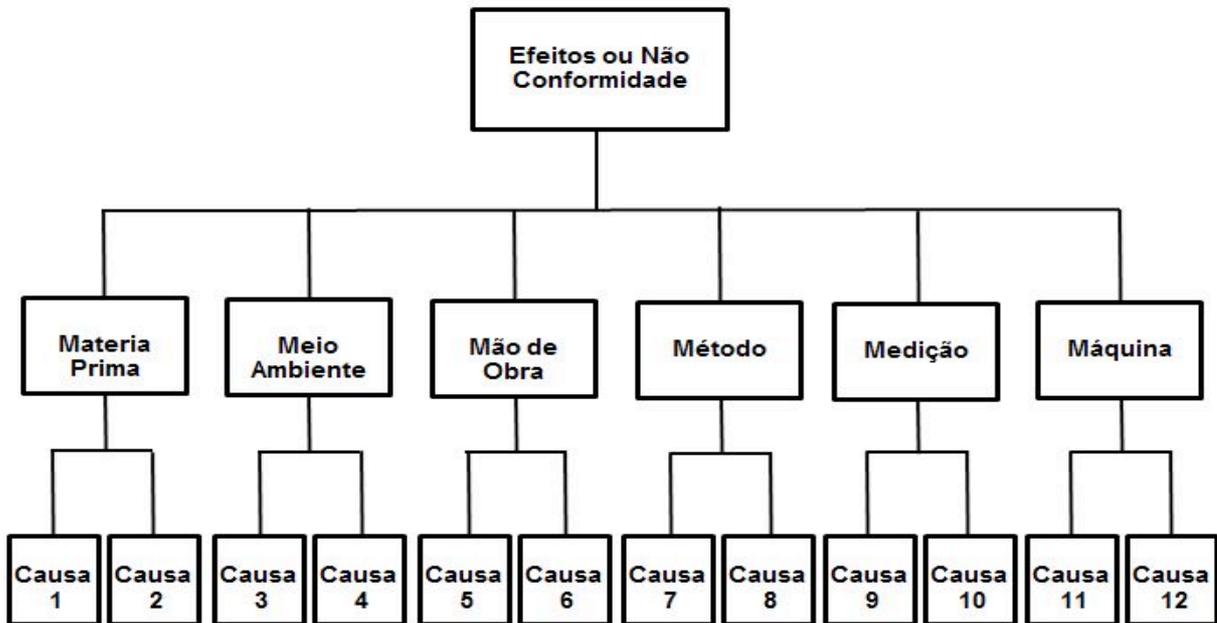
2.1.2.3 Árvore de falhas

Segundo Siqueira (2005), ao pesquisar os efeitos das falhas, investiga-se como os modos das mesmas se propagam e influem nos objetivos do sistema em análise, e na funcionalidade da instalação. Ou seja, o efeito é entendido como aquilo que ocorre quando um modo de falha é percebido, implicando na pesquisa de seus impactos nas funções do sistema produtivo como um todo.

Desta forma, a adaptação do Diagrama de Ishikawa utilizado pela gestão de qualidade total¹ favorece o entendimento da proposta de análise da Árvore de Falhas (CAMPOS, 2004), conforme ilustrado na Figura 1.

¹ O Diagrama de Ishikawa tornou-se conhecido como uma das ferramentas do controle de qualidade total implantado nas empresas japonesas após a Segunda Guerra Mundial e difundido no Brasil a partir dos anos de 1980. Ver mais em TQC – controle da qualidade total no estilo japonês (CAMPOS, V. F.: TQC – controle de qualidade total. 2004).

Figura 1 - Árvore de falhas



Fonte: Campos (2004, p.20).

A literatura apresenta diversos conceitos acerca de manutenção e para efeito deste estudo adotar-se-á os seguintes:

a) Defeito: trata-se da alteração das condições de um item, máquina ou sistema suficiente para que a sua função normal não seja satisfatória. Um defeito não torna a máquina ou equipamento indisponível, mas se não corrigido levará a máquina ou equipamento à falha (CABRAL, 2006).

b) Diagnóstico: é a identificação da causa provável de uma falha ou defeito com a ajuda de dados levantados, experiência e raciocínio (SANTOS, 1994).

c) Disponibilidade: é a capacidade de um equipamento estar em condições de desenvolver sua função em um determinado momento ou período de tempo, nas condições e rendimento definidos pelo fabricante do mesmo (CABRAL, 2006).

d) Manutenibilidade: é a capacidade de um item ser mantido ou recolocado em condições de executar as suas funções requeridas, sob as condições de uso especificadas, quando a manutenção é executada em condições determinadas e mediante procedimentos e meios prescritos (SANTOS, 1994).

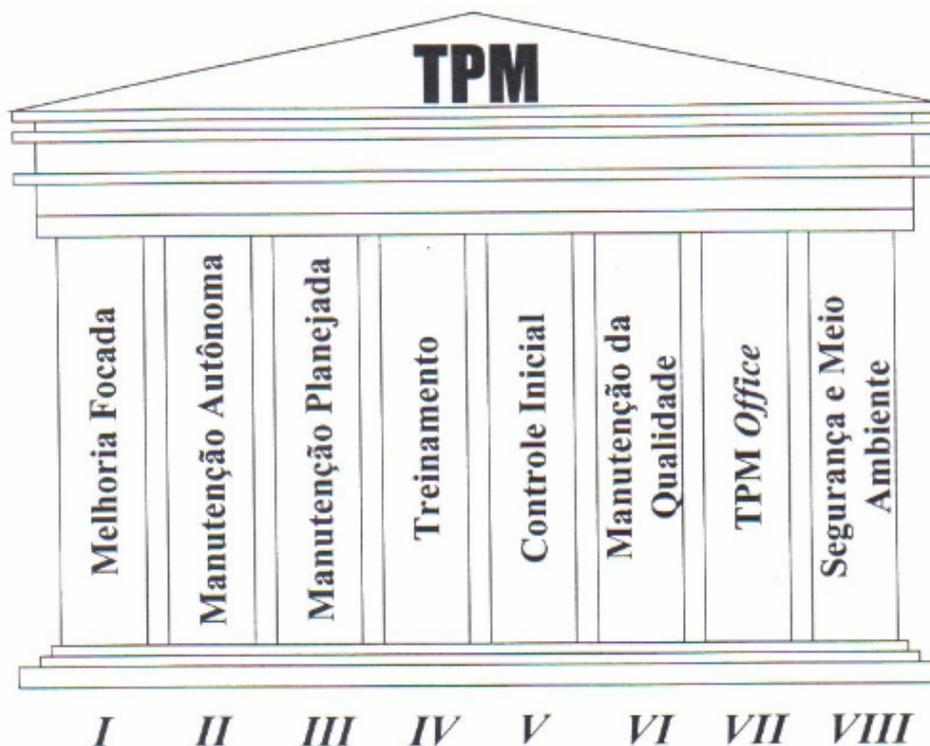
Atualmente, pode-se ainda identificar três tipos de manutenção muito utilizados nas empresas. São elas: preventiva, corretiva e preditiva.

2.1.3 Manutenção Produtiva Total - TPM

Segundo Santos (1994), trata-se do sistema de organização do trabalho, no qual parte da manutenção (limpeza, lubrificação, ajustes, troca de ferramentas e peças que demandam pequenos reparos e verificações, inspeção visual) é realizada pelo operador do equipamento ou da máquina, ficando a cargo da manutenção as inspeções, as revisões e os reparos de maior porte, normalmente representada pela sigla TPM, da expressão inglesa *Total Productive Maintenance* (TAKAHASHI, 1993).

De acordo com Campos (2004), a Manutenção Produtiva Total se apoia em oito pilares distintos, são eles conforme a seguir:

Figura 2 – Os 8 pilares da Manutenção Produtiva Total – TPM.



Fonte: Campos (2004).

A ideia central da TPM é fazer com que o operador do equipamento se torne um parceiro da manutenção, ou seja, todos os operadores envolvidos no processo (TAKAHASHI, 1993).

A manutenção produtiva total é um modelo de gestão importado do Japão, para que a empresa possa se manter competitiva no mercado globalizado, mediante a utilização das competências de todas as pessoas (CAMPOS, 2004).

A novidade trazida pela TPM é que o operador faz a manutenção básica no seu equipamento e desenvolve a habilidade de detectar problemas. Assim, o operador de máquina é peça chave já que as atividades básicas de manutenção passaram a ser realizadas pelo próprio operador. O setor de manutenção ficou com as atividades mais nobres e complexas, passando a atuar como um consultor, promovendo treinamento básico para as equipes de produção, definindo normas, executando reparos de vulto, fazendo análise de engenharia na manutenção, ou seja, buscam as melhorias dos equipamentos e sistemas (XENOS, 2004).

Assim, observou-se que, a TPM busca a conquista da quebra zebra ou falha zero, com operador envolvido cuidando diretamente do funcionamento básico de seu equipamento. Uma máquina disponível e em perfeitas condições de uso propicia elevados rendimentos operacionais, resultando em maior produtividade e menores custos operacionais. Dessa forma, uma análise mais detalhada acerca das metodologias de manutenção se faz relevante, conforme o item a seguir.

2.1.4 Manutenção Autônoma

A manutenção autônoma é um dos pilares da *Total Productive Maintenance* – TPM, e sua finalidade, conforme Xenos (2004) é fazer com que equipes de manutenção e produção trabalhem em conjunto, buscando sempre o melhoramento das condições dos maquinários, reduzindo assim a sua deteriorização.

De acordo com Suzuki (1995), o pilar da manutenção autônoma visa dar condições aos funcionários para que os mesmos desenvolvam rotinas de limpeza, lubrificação e inspeção, assim, os funcionários desenvolvem as suas capacidades de resolução de problemas no que tange os maquinários.

Além de melhorar a cooperação entre os operadores e o pessoal da manutenção, a manutenção autônoma é um método eficaz que, aplicado diretamente no chão-de-fábrica, contribui para eliminar as falhas nos equipamentos e reduzir as interrupções da produção (XENO, 2004, 35).

De acordo com Kardec (2002), o objetivo principal da manutenção autônoma é o aumento do tempo de disponibilidade operacional dos equipamentos através da verificação e envolvimento do pessoal de operação. O termo “autônoma” conceitua-

se como sendo a obtenção de conhecimento suficiente que a partir de tal ponto o indivíduo consegue executar intervenções relevantes para o prosseguimento de alguma função.

Para Xenos (2004) para implementação da Manutenção Autônoma são necessárias algumas etapas nas quais são essenciais para um início de sucesso no processo de implementação, são elas:

- Etapa 0: Preparação.
- Etapa 1: Limpar e inspecionar.
- Etapa 2: Eliminar fontes de problemas e áreas inacessíveis.
- Etapa 3: Preparar padrões de limpeza/ inspeção/ lubrificação.
- Etapa 4: Realizar inspeções gerais.
- Etapa 5: Realizar inspeções autônomas.
- Etapa 6: Padronizar aplicando a gestão visual do lugar de trabalho.
- Etapa 7: Implantação da gestão autônoma de equipamentos.

Tabela 1 – Etapas de implantação de manutenção autônoma.

Nome	Atividade
1-Limpar e inspecionar	Eliminar todo o pó e a sujeira do equipamento, lubrificar e apertar parafuso. Encontrar e corrigir anomalias.
2 - Eliminar fontes de problemas e áreas inacessíveis	Corrigir as fontes de sujeira e pó: prevenir sua dispersão e melhorar a acessibilidade para a limpeza e lubrificação. Otimizar o tempo de limpeza e inspeção.
3 -Preparar padrões de limpeza e lubrificação	Redigir padrões que assegurem que a limpeza e lubrificação sejam feitas eficientemente. (Preparar um programa para as tarefas periódicas).
4 -Realizar inspeções gerais	Depois de receber o treinamento e estudar os manuais de inspeção, realizar inspeções gerais para encontrar e corrigir pequenas anormalidades do equipamento.
5 -Realizar inspeções autônomas	Preparar <i>check list</i> padrões para inspeções autônomas. Realizar as inspeções.
6 -Padronizar aplicando a gestão visual do lugar de trabalho	Padronizar e gerenciar visualmente todos os processos de trabalho. Exemplos de padrões necessários: - Padrões de limpeza, lubrificação e inspeção; - Padrões para o fluxo de materiais na planta; - Padrões para métodos de registro de dados; - Padrões para gerenciamento de ferramentas.
7 -Implantação da gestão autônoma do equipamento	Desenvolver políticas e objetivos da empresa; fazer das atividades de melhoria parte do trabalho diário; promover a autogestão do equipamento.

Fonte: Kardec (2002).

Observa-se que as sete etapas constam descritas conforme a Tabela 1. As etapas 1, 2 e 3 da manutenção autônoma são atividades que tem como objetivo impedir a deterioração dos equipamentos mantendo suas condições básicas. Já as etapas 4 e 5 incorporam padrões de inspeção geral que completam os padrões estabelecidos nas três primeiras etapas. A etapa 6 já envolve o gerenciamento do local de trabalho, o processo de fabricação e a segurança do ambiente, tornando o escopo do funcionário da produção mais abrangente, ordenando e organizando materiais e ferramentas, padronizando e gerenciando visualmente todas as atividades. Por fim, na etapa 7, é onde se tem início das atividades verdadeiramente autônomas.

Conforme Shirose et al. (1999), ao acoplar os pilares supracitados, observa-se que, os funcionários da produção já são capazes de exercerem a manutenção do maquinário com independência, e buscando sempre a melhoria contínua.

Dessa forma, ao analisar a manutenção autônoma é relevante também que seja feita uma observação acerca das metodologias da manutenção conforme o item a seguir, com a finalidade de melhor expor o tema aqui abordado.

2.2 Processos Produtivos

De acordo com Salgueiro (2015), o processo de produção é muito importante para o desenvolvimento, expansão e objetivos de uma empresa. É por meio do processo de produção, que uma empresa é mais ou menos competitiva e, atualmente as empresas só sobrevivem se conseguirem implementar estratégias inovadoras que as façam sobressair daquelas que apenas desenvolvem o trabalho normal da sua produção.

Para Marques (1991), essas estratégias têm de evoluir continuamente, com processos mais inovadores, face à concorrência, a fim de se tornarem modelos de referência. Hoje em dia, as empresas, vêm-se inseridas num meio cada vez mais dinâmico e competitivo e com consumidores cada vez mais exigentes. Daí a sua necessidade em evoluir continuamente, sendo muito cuidadosas na sua gestão, procurando produzir mais, com menos custos e sem perdas de eficiência. Para que isto aconteça há necessidade de colaboradores altamente qualificados, com

conhecimentos profundos dos negócios da empresa e uma visão integral dos aspectos que a envolvem. Isto porque, a sobrevivência das empresas em mercados tão competitivos, está ligada à forma como as organizações planejam e controlam os seus negócios.

Na gestão da produção é de sobressair um conjunto de políticas que torne a empresa mais dinâmica, do que as concorrentes, baseando-se num bom desempenho e programação, nas diferentes áreas de decisão de produção. Num sistema de produção, onde os insumos são combinados para um determinado produto, é maior a produtividade, quanto maior for o aproveitamento dos recursos nesse processo de produção.

Para Krajewski; Ritzman (2004), aumentar a produtividade é diretamente proporcional a um aproveitamento dos funcionários, máquinas, energia, combustíveis consumidos e matérias primas. Em relação ao controlo dos custos é importante estabelecer padrões, orçamentos e outras formas de previsão, para numa fase posterior, estabelecer comparações e tentar melhorar, se possível. Assim sendo, poder-se-á aplicar alterações estratégicas, nos planos de curto, médio e longo prazo, que possam melhorar custos. Mas, as empresas têm de ser muito cuidadosas nestas decisões, porque, por vezes, estas alterações podem passar por um grande empate de capital, pela imobilização de recursos, pelas dificuldades posteriores de mudança e impacto sobre custos de operação.

2.3 Processo de laminação contínua de tubos

De acordo com Neto (2006), os tubos são utilizados em indústrias de processamento, químicas, petroquímicas, refinarias de petróleo, alimentícias e farmacêuticas. O conjunto de tubos e acessórios voltados ao processo industrial, principalmente para distribuição de gases, óleos, vapores, lubrificantes e demais líquidos industriais chegam a representar 70% do custo dos equipamentos, ou 25% do custo total da instalação.

Conforme Pintaúde (2002), os tubos são divididos em dois grupos principais, como por exemplo, sem costura e com costura. Os tubos sem costura são fabricados por dois tipos de processos industriais, laminação (para os de grandes

diâmetros), extrusão (para aqueles com pequenos diâmetros) e processo de fundição. Já os tubos com costura são fabricados por solda. Os processos industriais de maior importância na fabricação de tubulações são os de laminação e solda. Através desses processos são fabricados mais de 2/3 dos tubos usados em instalações industriais.

Figura 3 - Fluxo de produção da laminação a quente



Fonte: Intranet V&M do Brasil (1995).

Conforme Sandor (2008), o processo de fabricação por laminação é empregado em tubos de aço carbono, aço-liga e aço inox, de 8 até 65 centímetros de diâmetro. Existem vários processos de fabricação por laminação.

Ainda conforme Sandor (2008), a formação por esse processo dá-se a partir de uma barra circular maciça de aço, empurrada por dois cilindros oblíquos que o rotacionam e transladam contra um mandril fixo. Obtém-se um tubo bruto, que sofrerá conformação de acabamento através de laminadores perfiladores.

A seguir, o uso/vantagens, esforços envolvidos e etapas utilizadas para o processo de laminação contínua de tubos (SANDOR, 2018):

- **Usos – vantagens:** É o processo de transformação mecânica de metais mais utilizado, pois, apresenta alta produtividade e um controle dimensional do produto acabado que pode ser bastante preciso.

- **Esforços envolvidos** - na laminação o material é submetido a tensões compressivas elevadas, resultantes da ação de prensagem dos rolos e a tensões cisalhantes superficiais, resultantes do atrito entre os rolos e o material. As forças de atrito são também responsáveis pelo ato de "puxar" o metal para dentro dos cilindros.
- **Etapas** - A redução ou desbaste inicial dos lingotes em blocos, tarugos ou placas é realizado normalmente por laminação a quente. Depois dessa fase segue-se uma nova etapa de laminação a quente para transformar o produto em chapas grossas, tiras a quente, vergalhões, barras, tubos, trilhos ou perfis estruturais. A laminação a frio que ocorre após a laminação de tiras a quente produz tiras a frio de excelente acabamento superficial, com boas propriedades mecânicas e controle dimensional do produto final bastante rigoroso.

Assim, a laminação e a soldagem são responsáveis pela fabricação da maioria das tubulações usadas nas instalações industriais, e é por isso que também se faz relevante maiores esclarecimentos acerca do profissional operador mantenedor e sua relevância no processo de laminação de tubos, conforme será abordado nos próximos itens.

2.4 Gestão da manutenção em processos de laminação

De acordo com Monteiro (2013), acredita-se que, proporcionar a manutenção de máquinas e equipamentos industriais é essencial em qualquer empresa, pois visa à prevenção e à correção de falhas com base em métodos de manutenção. A manutenção é capaz de minimizar fontes de perdas na linha de produção, aumentar a qualidade dos produtos e maximizar a utilização dos ativos. Assim, diante da necessidade de reduzir a ineficiência de um processo e maximizar a utilização de investimentos de capital, algumas empresas vêm prestando mais atenção ao processo de manutenção de seus equipamentos.

Conforme Rizzo (2005), a correlação entre os dados da manutenção e os dados da produção permite a criação de métricas como, por exemplo, a eficácia global do equipamento e o tempo de inatividade, que poderão ser utilizadas no

processo de gestão da manutenção em processos de laminação. A integração desses dados torna viável detectar possíveis causas de perda de eficiência da linha de produção e garante um retorno imediato sobre a disponibilidade da planta e a qualidade do produto.

Para Rizzo (2007), o processo de laminação causa um desgaste grande nos cilindros graças ao atrito e às temperaturas atingidas no processo, com isso algumas propriedades do cilindro como, por exemplo, dureza, o diâmetro e o perfil de laminação podem sofrer alterações. Diante disso o processo de manutenção se torna de extrema importância para o processo de produção.

Dessa forma, para um maior entendimento sobre o papel do operador mantenedor no processo de laminação, a seção a seguir discutirá sobre o profissional operador mantenedor.

2.4.1 O Operador Mantenedor

De acordo com a Empresa Alfa (2017), o operador mantenedor opera equipamentos e máquinas para identificar e analisar falhas e efetuar correções, garantindo seu perfeito funcionamento, disponibilidade dos recursos e planejamento de manutenção. A necessidade em buscar forma mais eficiente de operar, rever a forma de pensar, de agir, e de realizar as tarefas, assim, o dia-a-dia de cada um, deverá ser uma constante para um melhor desempenho dos processos, equipamentos e das pessoas, buscando melhores resultados e maior satisfação pessoal e profissional de todos.

Cabe aqui salientar que, conforme a empresa Alfa (2017) é importante repensar acerca da área operacional/manutenção, posto que, são de total relevância para a sustentação, crescimento e sobrevivência, frente às condições que possam ocorrer do cenário atual das empresas, dos custos operacionais e dos custos de manutenção com equipamentos.

Os objetivos do operador mantenedor são, conforme a empresa Alfa (2017):

- Estratégia prática para envolver os operadores nas atividades de manutenção diária, capacitando-os para operar seu equipamento, identificar, relatar, manter e remover as anomalias antes que se tornem falhas;
- Desenvolver nos operadores o senso de propriedade dos equipamentos sob sua responsabilidade;
- Garantir a harmonia entre atividades de manutenção e operação;
- Possibilitar o desenvolvimento da manutenção planejada, minimizando as atividades corretivas;
- Melhorar a empresa através do melhoramento dos equipamentos e dos colaboradores;
- Promover a participação dos colaboradores de forma a obter sugestões de melhorias das condições de trabalho e dos equipamentos;
- Garantir que os operadores mantenedores assumam as condições básicas de Manutenção dos equipamentos.

Assim, o próximo capítulo a ser observado é a Metodologia, visto a necessidade de aqui expor como foi elaborado o presente estudo e quais as técnicas aqui utilizadas para a coleta e tabulação de dados.

3 METODOLOGIA

3.1 Pesquisa quanto aos fins

As pesquisas conforme Gil (2002) também pode ser classificado de acordo com seus objetivos gerais sendo:

- a) Pesquisas exploratórias: são baseadas no levantamento de documentos e bibliografias relacionadas ao tema ou problema;
- b) Pesquisas descritivas: tem como princípio, descrever as características de uma determinada população ou fenômeno e podendo também estabelecer algumas relações entre variáveis, utilizando técnicas padronizadas de coleta de dados;

- c) Pesquisas explicativas: é o tipo de pesquisa mais complexa, por se tratar de um estudo que mais se aproxima da realidade, explicando a razão de como as coisas acontecem.

Esta pesquisa quanto aos fins pode ser classificada em conjunto como uma pesquisa exploratória, passando pela análise documental e bibliográfica, por descrever as características de um determinado fenômeno podendo também estabelecer algumas relações entre variáveis, utilizando técnicas padronizadas de coleta de dados.

Portanto, para descrever e ampliar o conhecimento sobre o tema proposto, coletar informações e dados que visam buscar responder o objetivo geral desta pesquisa, optou-se por classificá-la como pesquisa exploratória e descritiva. Foram explorados levantamentos feitos por autores da área de interesse da pesquisa e sites de internet. Através dos dados coletados por meio de documentos fornecidos pela empresa aqui analisada.

3.2 Pesquisa quanto aos meios

Para Appolinário (2004) e Gil (2002), uma das classificações de pesquisa refere-se aos meios e métodos empregados, tornando necessário saber como os dados foram obtidos e os procedimentos para analisá-los e interpretá-los:

- a) **Pesquisa bibliográfica:** é feita por meio da ação de localizar e consultar fontes diversas de informações já publicadas em meio impresso (livros, revistas, jornais, dissertações, etc.) e em meio digital (CD's, DVD's e materiais oferecidos pela internet), para coletar dados gerais ou específicos a respeito de um tema;
- b) **Pesquisa documental:** se assemelha em partes à pesquisa bibliográfica, pois as duas utilizam dados já existentes, sendo elas de meio impresso ou digital. A diferença é que a pesquisa documental não se restringe em um âmbito restrito de fontes de dados específicos e direcionado a determinado público, e sim se dá através de toda documentação elaborada com finalidades diversas (relatórios, comunicados, autorizações, etc.);

- c) **Pesquisa experimental:** muito utilizada em meios científicos, se trata de uma pesquisa no qual uma ou mais variáveis independentes são manipuladas para fim de um resultado;
- d) **Pesquisa Ex Post Facto:** refere-se a um fato já ocorrido. O pesquisador não tem controle sobre as variáveis, não pode manipulá-las nem as controlar, pois suas manifestações já ocorreram;
- e) **Pesquisa de levantamento:** caracteriza-se pela interrogação direta das pessoas cujo comportamento deseja-se conhecer, em seguida, mediante análise quantitativa, chega-se a conclusões correspondentes aos dados coletados.
- f) **Pesquisa de campo:** é a observação dos fatos tal como ocorrem. É feita no local onde acontece ou aconteceu um fenômeno ou que dispõe de elementos para explicá-lo. Não permite isolar e controlar variáveis, mas perceber e estudar as relações estabelecidas;
- g) **Estudo de caso:** trata-se de uma abordagem metodológica de investigação, adequada quando procura compreender, explorar ou descrever acontecimentos e contextos complexos, nos quais estão simultaneamente envolvidos diversos fatores.

A presente pesquisa passa pela análise documental e bibliográfica. Por meio de material bibliográfico como livros, dissertações, artigos científicos, sites de pesquisa, relatórios e dados coletados junto a gestor responsável diretamente pelo setor pertinente ao tema proposto da empresa e serão analisadas informações sobre o objeto de estudo. O estudo de caso foi a ferramenta utilizada para a pesquisa quanto aos meios

3.3 Organização em estudo

De acordo com Alfa (2017), a Empresa Alfa foi fundada em 1952 pela Mannesmannröhren-Werke, e instalou-se no Brasil para atender à indústria petrolífera nacional.

Com aproximadamente 19.000 empregados em 50 unidades industriais, escritórios de vendas e seis centros de pesquisa, a Empresa Alfa está estabelecida

em mais de 20 países. Líder mundial na fabricação de tubos de aço sem costura e em soluções tubulares Premium. A Empresa Alfa atende aos setores de energia, petrolífero, industrial, construção civil e automotiva (ALFA, 2017).

A Empresa Alfa possui mais de 4.500 funcionários apenas no Brasil, sendo uma empresa de grande porte. A sua unidade no Brasil possui uma das mais modernas siderúrgicas integradas do mundo, produzindo tubos de aço sem costura a partir de matéria-prima e energia fornecidas pelas subsidiárias. O processo de produção é autossustentável, designando seus produtos como tubos verdes (ALFA, 2017).

3.4 Universo e Amostra

De acordo com Appolinário (2004, p. 188) “universo é o conjunto de tudo o que existe no tempo e no espaço”. Ou seja, é um grupo de eventos que possuem um conjunto de características comuns. Para se tornar viável o estudo de um universo é comum retirar dele uma amostra, que nada mais é que um subconjunto do universo pesquisado.

Quando os elementos de um universo são grandes demais é mais apropriado usar para o levantamento de dados, uma pequena parcela deste universo, ou seja, uma amostra da população, e esta deverá ser selecionada de forma rigorosa no intuito de conseguir representar todo o universo (GIL, 2002).

No que tange a amostra, Gil (2002) afirma que, é parte da população ou do universo, selecionada de acordo com uma regra ou plano. A amostra pode ser probabilística e não probabilística. A amostra é um processo de informação.

O universo da presente pesquisa encontra-se Empresa Alfa e a amostra está na análise sobre a implementação do operador mantenedor no processo de laminação contínua de tubos.

O período em análise neste estudo foi entre os meses de junho a dezembro de 2014 (período observado acerca da necessidade da implementação do operador mantenedor no processo de laminação contínua de tubos) e de junho a dezembro de 2017 (período após a implementação do operador mantenedor).

3.5 Formas de coleta e análise dos dados

A coleta de dados é uma técnica através da qual se obtêm informações dos dados pesquisados e é realizada através de um instrumento de pesquisa (APPOLINÁRIO, 2004).

Segundo Gil (2002, p. 120) na maioria dos estudos de caso bem conduzidos, a coleta de dados é feita mediante entrevistas, observação e análise de documentos.

Conforme Gil (2002), após a coleta de dado, faz-se necessário a análise dos mesmos. Entretanto, o planejamento anterior dessa análise deve ter sido feita antes mesmo da coleta dos dados. Este procedimento auxilia o pesquisador e evita que sejam feitos trabalhos desnecessários, além do que, possibilita o pesquisador prever os gastos necessários para a realização da pesquisa.

As técnicas utilizadas para coleta de dados foram feitas através de relatórios e informações coletadas junto ao gestor responsável, análise das informações e dados obtidos com a empresa (gráficos, tabelas), como também, informações colhidas por meio de documentos fornecidos pela empresa referentes à temática aqui proposta. Também se dará por meio de planilhas de controle, gráficos, tabelas utilizadas para análise da manutenção, e todo o material disponibilizado pela empresa, inclusive dados gerados no decorrer do desenvolvimento do trabalho realizado pelo grupo para uma melhor análise sobre tal problemática.

A análise dos dados coletados se deu no período entre os anos de 2014 e 2016.

3.6 Limitações da pesquisa

Não foram encontradas limitações, visto que a empresa já forneceu todos os dados pertinentes à pesquisa aqui proposta.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Mapear o processo de manutenção no equipamento laminador na empresa analisada

A inspeção/manutenção inicial do equipamento de laminação foi realizada por um funcionário VSB, que tem conhecimento da área e do processo de inspeção/manutenção, acompanhado por eletricitistas de empresas terceirizadas, devidamente instruídas sobre as atividades, riscos, ferramental, recursos e EPI's necessários, de forma a repassar o conhecimento da área e da atividade para que, as execuções futuras sejam realizadas pelos mesmos.

Durante a execução da inspeção, o executante realiza também pequenas manutenções como limpeza, reaperto, pequena melhora de fixação (com abraçadeira de nylon, por exemplo) etc., de forma a se ter uma ação rápida que garanta o bom funcionamento do equipamento.

Ao menos um dos eletricitistas envolvidos nas atividades deve ser o mesmo em todas as paradas, de forma a garantir o pleno conhecimento da atividade e a qualidade da execução. Ao término de cada execução da atividade, é de responsabilidade da VSB a conferência total ou por amostragem da qualidade da execução da atividade, podendo ser realizada pelo inspetor, fiscal ou qualquer outro funcionário designado pela gerência da PHM.

A quantidade de executantes envolvidos na atividade é de no mínimo 2 eletricitistas, podendo esse número ser aumentado conforme disponibilidade e/ou diretriz da gerência da PHM. Conforme as quantidades de eletricitistas executantes e o tempo estimado para cada atividade têm-se os seguintes prazos para término das atividades em toda área do PBL, representados no Quadro 1:

Quadro 1 – Quantidade eletricitistas x tempo estimado.

Quant. eletricitistas X Tempo estimado					
Quant. eletricitistas	2	3	4	5	>5
Tempo total	22h e 10min	14h e 47min	11h e 05min	8h e 52min	<8h e 52min

Fonte: Dados da pesquisa (2018).

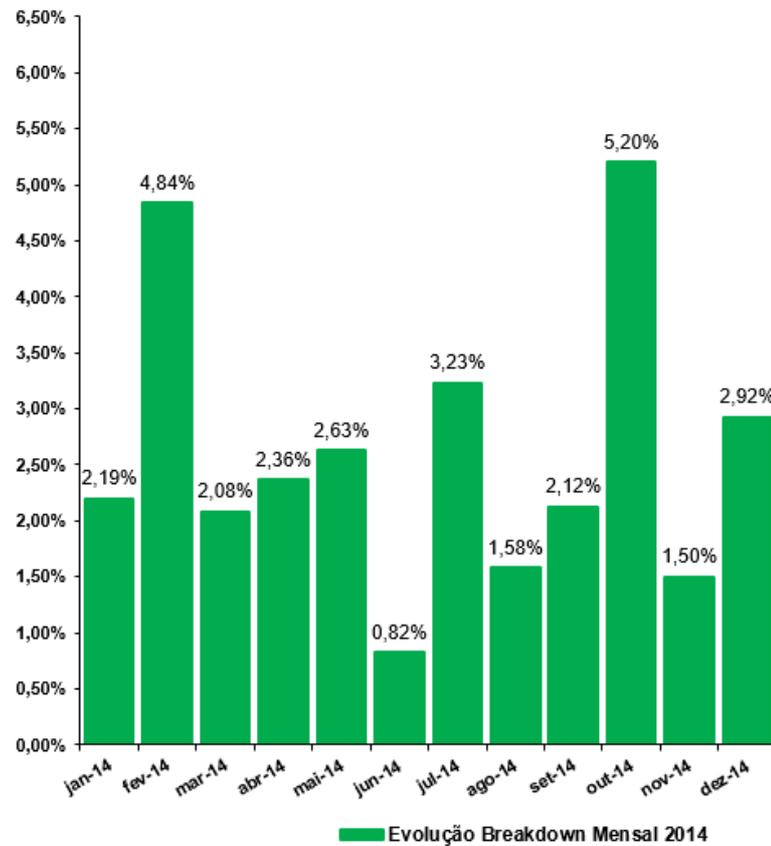
A execução da atividade é realizada seguindo o sentido de laminação. Os sensores (indutivos, fotocélulas, pressostatos, encoders, etc.) a serem verificados durante as inspeções, bem como os TAGs, tipos, localização rápida e itens a verificar estão descritos no formulário “Verificação de sensores – área: PBL”.

Durante a inspeção/manutenção, o executante realiza as devidas marcações no formulário, nos respectivos espaços dos itens verificados, bem como preencher os campos data, Re./Assinatura. Ao término da atividade este formulário é entregue para o inspetor responsável ou superior imediato do mesmo, para que se tomem as devidas ações para solucionar / normalizar as não conformidades detectadas em paradas futuras.

De acordo com Scarpelli; Saliba (2018), proporcionar a manutenção de máquinas e equipamentos industriais é essencial em qualquer planta, pois visa à prevenção e à correção de falhas com base em métodos de manutenção preventiva e corretiva. A manutenção é capaz de minimizar fontes de perdas na linha de produção, aumentar a qualidade dos produtos e maximizar a utilização dos ativos. Por isso, diante da necessidade de reduzir a ineficiência de um processo e maximizar a utilização de investimentos de capital, algumas empresas vêm prestando mais atenção ao processo de manutenção de seus equipamentos.

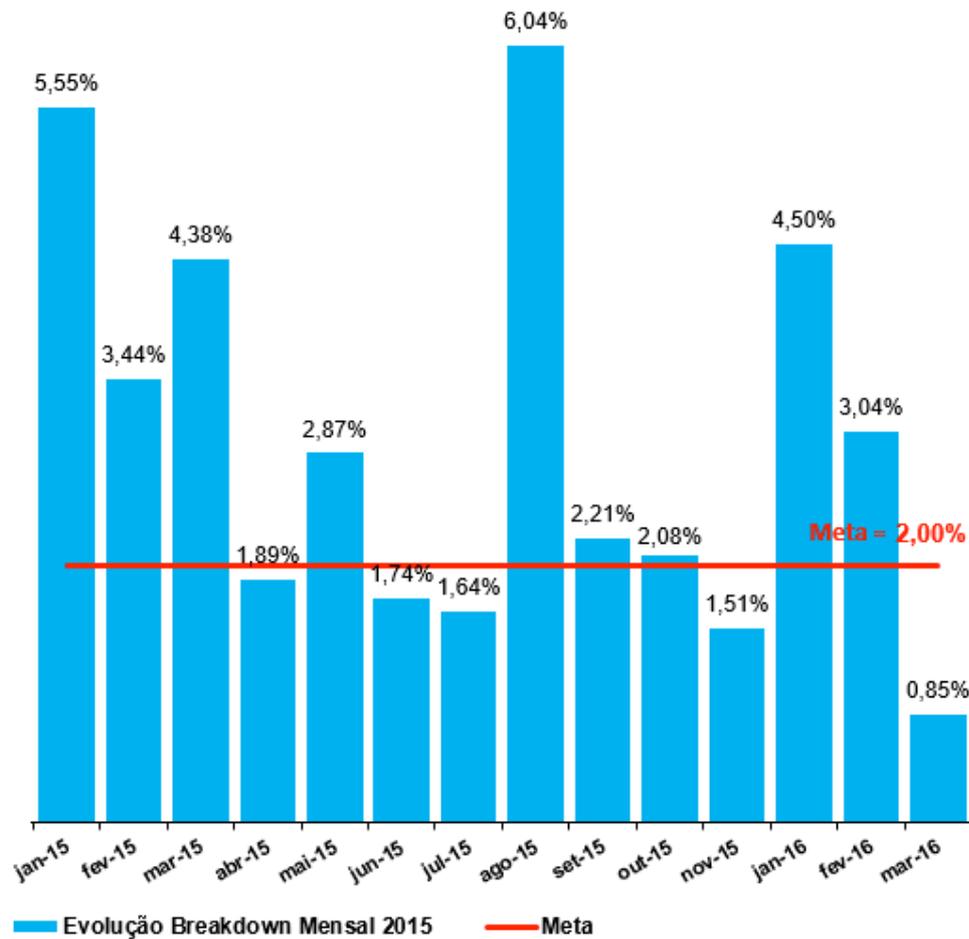
Para Scarpelli; Saliba (2018), o processo de laminação causa um desgaste grande nos cilindros graças ao atrito e às temperaturas atingidas no processo, com isso algumas propriedades do cilindro como, por exemplo, dureza, o diâmetro e o perfil de laminação podem sofrer alterações. Com acesso aos dados dos sensores que monitoram as características dos cilindros e os dados de produção, o sistema de gestão consegue programar uma manutenção preventiva, identificar possíveis falhas e programar uma manutenção preditiva ou até redistribuir a produção em caso de existir a necessidade de uma manutenção corretiva.

Observa-se que, houve uma evolução no que tange a manutenção nos equipamentos laminadora no período aqui analisado de acordo com os dados fornecidos pela empresa. Conforme se pode analisar no Gráfico 1:

Gráfico 1 – Histórico manutenção.

Fonte: Dados da pesquisa (2018).

Os dados do Gráfico 1 mostram que nos meses de fevereiro de 2014 e outubro do mesmo ano houve um maior percentual de *breakdown* na empresa, o que mostra uma maior problemática nos respectivos meses.

Gráfico 2 – Histórico manutenção 2015 e 2016.

Fonte: Dados da pesquisa (2018).

De acordo com o Gráfico 2 toda a inspeção e manutenções corretivas e preventivas nos equipamentos da linha do laminador perfurador são realizadas pelos membros da gerência de manutenção da laminação contínua. Essa condição demanda um tempo muito grande desses inspetores e manutentores que algumas vezes investem muito tempo em atividade de pouca complexidade, mas que são fundamentais para a boa operação dos equipamentos. Com isso, atividades importantes de análise de falha, e planejamento de melhorias e redução de custo ficam prejudicadas.

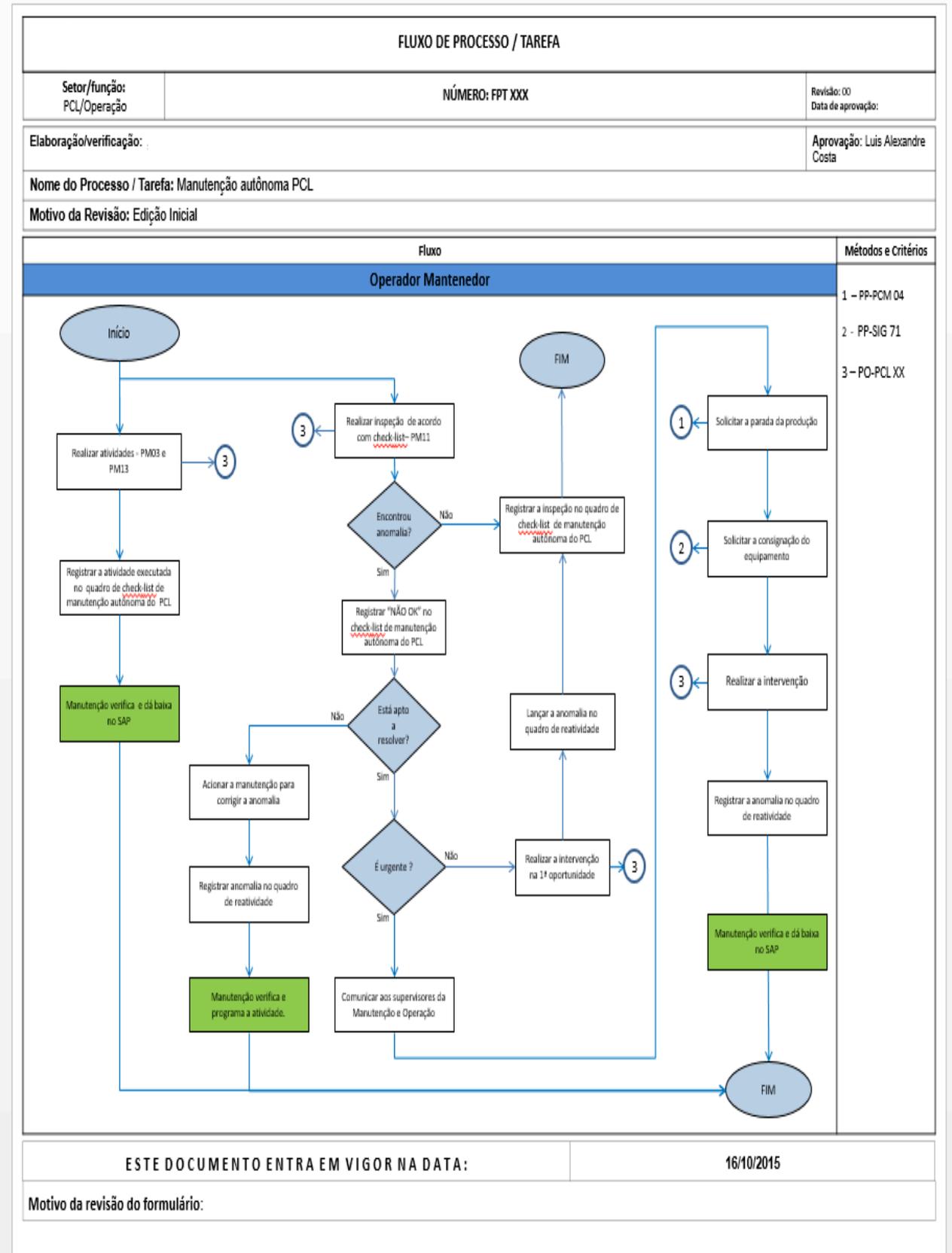
Uma das maneiras de disponibilizar mais tempos a esses inspetores e manutentores é colocar os operadores dos equipamentos realizando as inspeções e intervenções com complexidade mais baixa.

Durante a execução do projeto, o escopo foi gerenciado através de reuniões semanais com a equipe do projeto visando comparar o andamento do projeto ao planejado, e implementar as melhorias necessárias. A frequência de realização das reuniões pode ser aumentada caso haja necessidade em função do andamento do projeto. O GP é o responsável por determinar esta alteração. Assim, participaram destas reuniões todos os envolvidos no projeto. Estas reuniões foram coordenadas pelo Gerente de Projeto.

Pode-se observar que, conforme dados obtidos nessa pesquisa, os indicadores mostram a melhoria na percepção do operador para falhas nos equipamentos e desenvolver o senso de pertencimento, para cuidando melhor da máquina e das variáveis de processo. Os indicadores mostram a ampliação da manutenção autônoma, fazendo uso do recurso da operação para realizar pequenas intervenções nos equipamentos predefinidos.

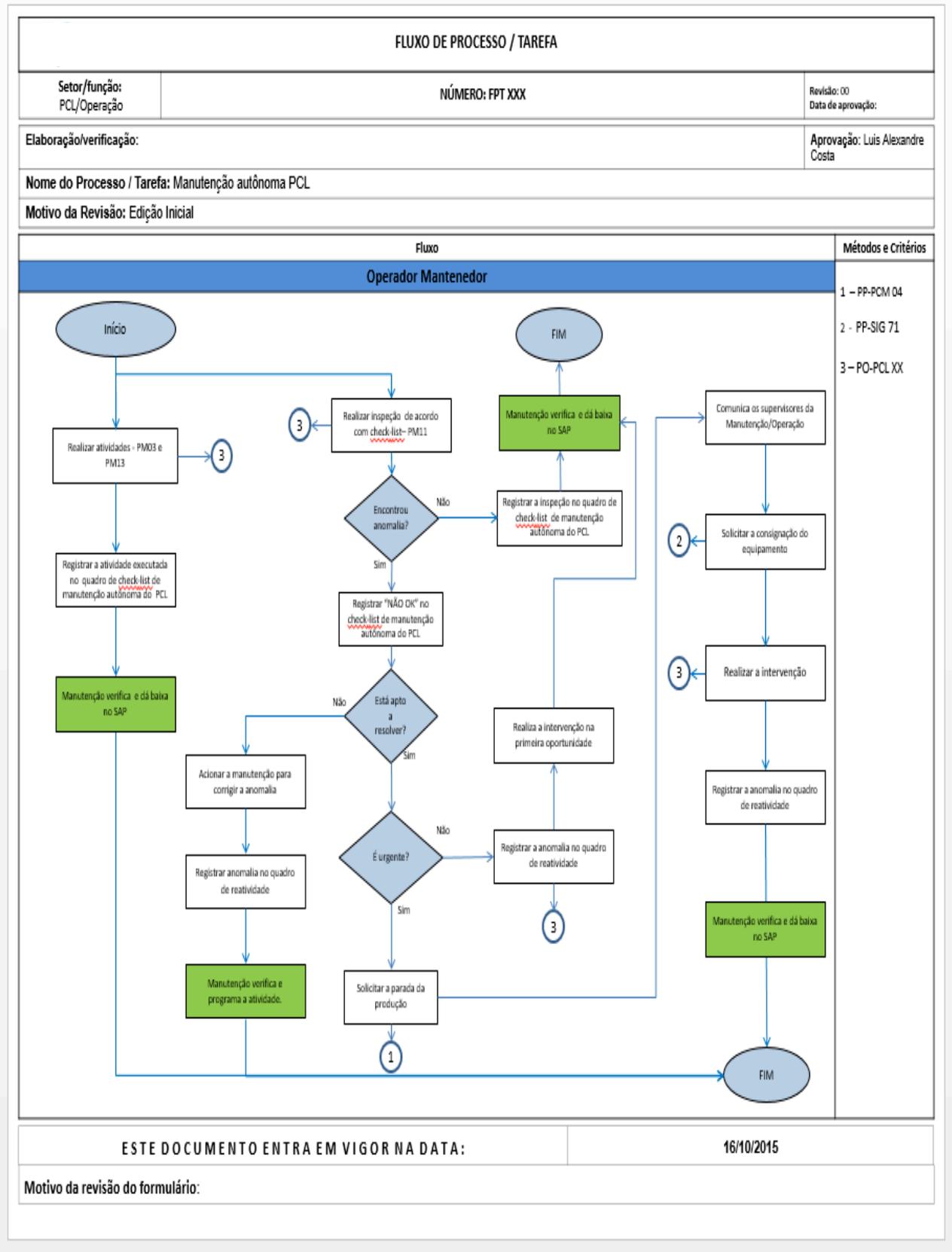
Observa-se que, toda a inspeção e manutenções corretivas e preventivas nos equipamentos são realizadas pelos membros da gerência de manutenção da laminação contínua. Essa condição demanda um tempo muito grande desses inspetores e mantenedores que, às vezes, investem muito tempo em atividade de pouca complexidade, mas que são fundamentais para a boa operação dos equipamentos. Com isso, atividades importantes de análise de falha, planejamento de melhorias e redução de custo ficam prejudicadas. Uma das maneiras de disponibilizar mais tempos a esses inspetores e mantenedores é colocar os operadores dos equipamentos realizando as inspeções e intervenções com complexidade mais baixa, melhorando assim o fluxo conforme demonstrado nas figuras 4 e 5 a seguir.

Figura 4 – Fluxo de processo antigo.



Fonte: Dados da pesquisa (2018).

Figura 5 – Fluxo de processo atual.



Fonte: Dados da pesquisa (2018).

Dessa forma, acredita-se que, houve relevante melhoria após a implantação do operador mantenedor na empresa aqui analisada, proporcionando ganhos conforme abaixo:

- Diminuição do *breakdown*;
- Ganho TRS;
- Capacidade técnica e operacional para realização das atividades;
- Aumento na eficiência da manutenção, atingindo melhores resultados;
- Ganho de qualidade no produto;
- Empregabilidade;
- Melhor interação entre manutenção e operação;
- Diminuição de terceiros nas manutenções.

4.2 Avaliação do Breakdown da linha do laminador perfurador sem e com a presença do operador mantenedor de 2014 à 2015

É relevante diminuir cada dia mais o tempo de parada do maquinário da empresa, buscando reduzir as perdas e maximizar os ganhos. O operador mantenedor é profissional relevante dentro da empresa aqui analisada, visto que, após sua presença pode-se observar ganhos com a redução do *breakdown* do maquinário, fazendo com que a manutenção seja importante para que não ocorram paradas desnecessárias dos equipamentos.

As tabelas 2 e 3 mostram a relação de equipamentos do laminador SWW por horas paradas.

Tabela 2 – Relação equipamentos do laminador x horas paradas para manutenção antes da implementação do operador mantenedor.

RELAÇÃO EQUIPAMENTOS DO LAMINADOR X HORA PARADA - 2015												
Soma de dura	Rótulos de Coluna											
Rótulos de Linha	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Total Geral
SWW												
D - Laminador SWW	10,95	13,39	18,65	5,70	6,69	2,75	3,02	13,40	4,76	6,80	0,40	86,50
G - Locomotiva - contra mancal			1,50	1,06	2,90		0,89	0,77	0,10	1,79		9,01
H - Guia de três rolos	2,94			0,08		3,52	1,07			0,04		7,65
C - Acionamento do laminador SWW			0,27					5,15	0,26	0,48		6,17
F - Circulação de bielas	0,55	0,08	0,11	0,70	0,07	0,21	0,32	0,77	1,63	0,13	1,04	5,62
A - Mesa e removedor de entrada	0,50	0,06					0,12		1,86			2,54
I - Saída do laminador SWW	0,58			0,06					1,61			2,25
B - Empurrador de blocos		0,04	0,16				0,05	1,63			0,13	2,01
Total Geral	15,52	13,57	20,70	7,60	9,66	6,48	5,46	21,73	10,22	9,24	1,56	121,75

Fonte: Dados da pesquisa (2018).

Pode-se observar na Tabela 1 a relação de equipamentos do laminador e fazer uma comparação com as horas necessárias para a parada dos maquinários em prol da manutenção sem o profissional operador mantenedor.

Tabela 3 – Relação equipamentos do laminador x horas paradas para manutenção após a implementação do operador mantenedor.

RELAÇÃO EQUIPAMENTOS DO LAMINADOR X HORA PARADA - 2016												
Soma de dura	Rótulos de Coluna											
Rótulos de Linha	1	2	3	4	5	6	7	8	9	11	12	Total Geral
SWW												
A - Mesa e removedor de entrada							0,65				0,23	0,87
B - Empurrador de blocos		0,55	0,23		0,43			0,24	0,14	0,05	0,33	1,97
C - Acionamento do laminador SWW	0,26	0,35				0,23		0,09				0,92
D - Laminador SWW	6,89	2,18	1,04	0,64	2,97	4,29	4,22	3,41	3,77	1,98	1,39	32,77
E - Troca de bielas e pontas		0,07					0,11		0,52	0,17		0,86
F - Circulação de bielas		5,16	0,31	0,04	0,13	0,12	0,87	0,29	0,39	0,77	5,19	13,27
G - Locomotiva - contra mancal	1,44	1,86	0,54	0,58			0,36		0,50	0,35	0,48	6,10
H - Guia de três rolos	5,25	0,09		1,16				0,04				6,54
I - Saída do laminador SWW	0,59	0,52	0,84	0,43	1,78		1,42			0,25	0,03	5,85
Total Geral	14,43	10,77	2,95	2,85	5,31	4,64	7,62	4,06	5,32	3,56	7,65	69,17

Fonte: Dados da pesquisa (2018).

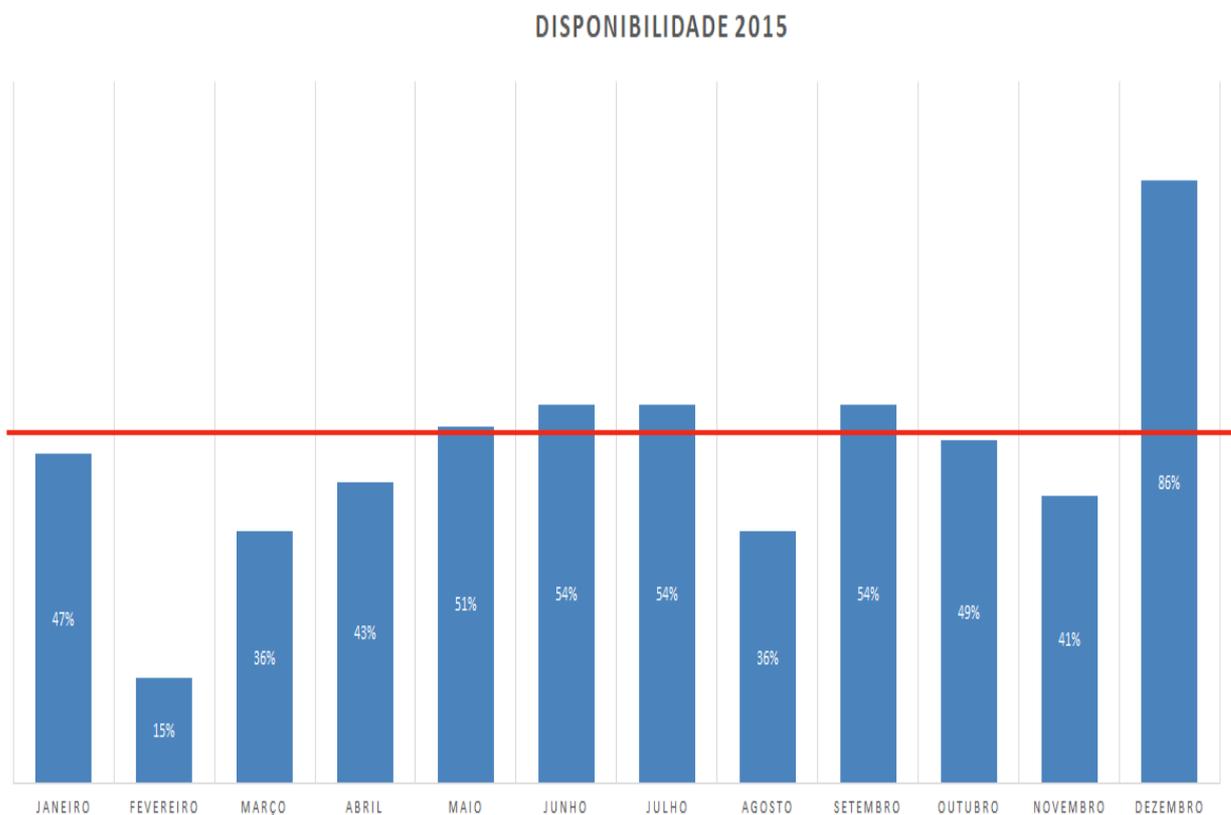
Na Tabela 3 observa-se a diferença na relação de equipamentos do laminador x horas paradas para manutenção após a implementação do operador mantenedor, mostrando uma redução de tempo que antes era de 121,75 horas para atualmente 69,17 horas, mostrando assim, a viabilidade da implementação do profissional operador mantenedor na empresa aqui analisada.

4.3 Disponibilidades do equipamento sem e com a presença do operador mantenedor

De acordo com Campos (2004), com a globalização da economia, a busca da qualidade total em serviços, produtos, gerenciamento ambiental, saúde e segurança passaram a ser a meta de todas as empresas. A disponibilidade de máquina, aumento da competitividade, aumento da lucratividade, satisfação dos clientes, produtos com defeito zero, dentre outros, passaram a ser fundamental para sobrevivência das empresas.

Os Gráficos 3 e 4 mostram o projeto do operador mantenedor executado na empresa analisada neste estudo.

Gráfico 3 – Disponibilidade do laminador sem a presença do operador mantenedor - 2015.

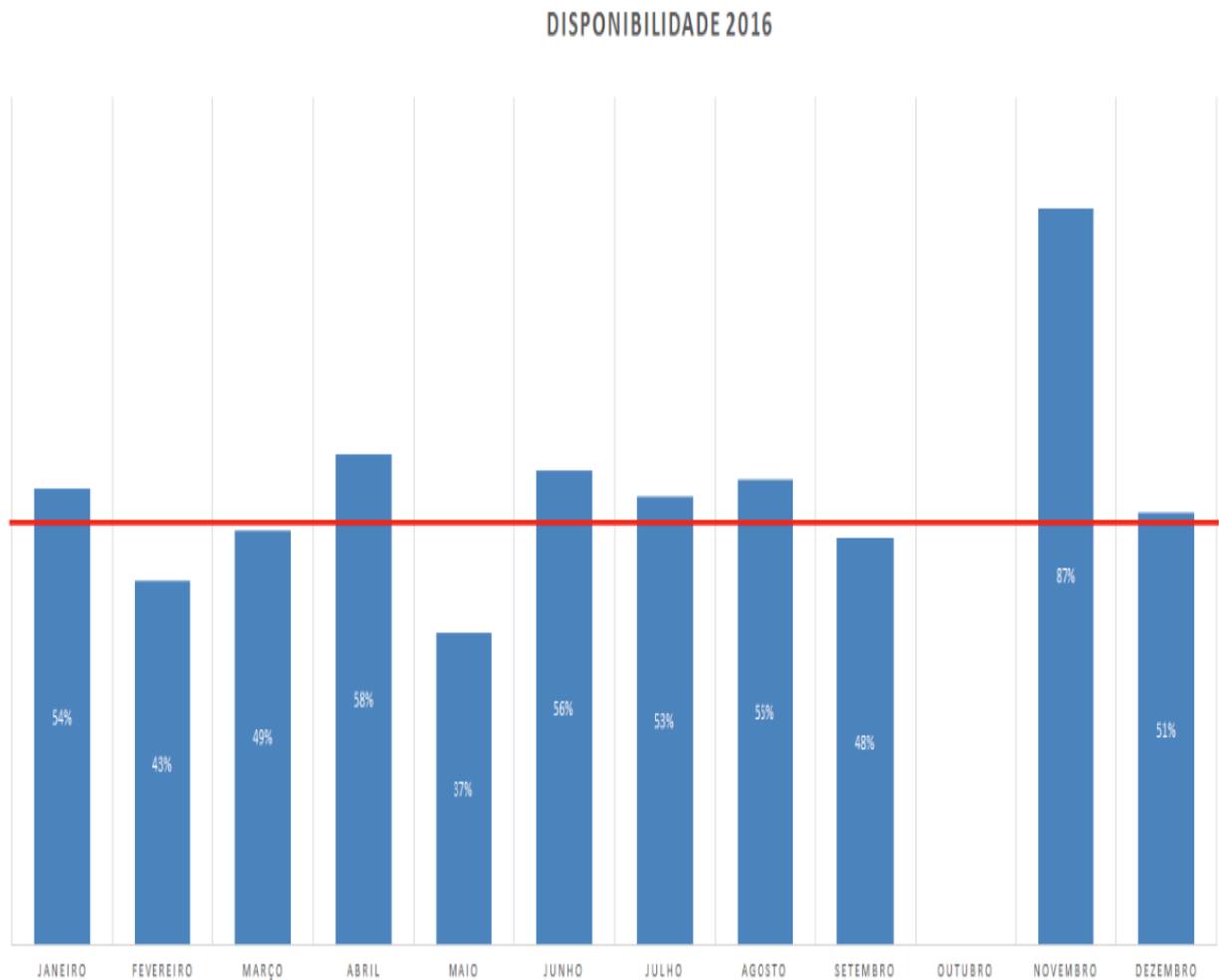


Meta 50%

Fonte: Dados da pesquisa (2015).

Observa-se que antes da implementação do operador mantenedor no laminador SWW o indicador de disponibilidade não alcançava índices satisfatórios, raramente alcançando a meta proposta de 50%, afetando a capacidade produtiva do processo. Obtendo assim sua pior margem em fevereiro de 2018 e sua melhor marca em dezembro do mesmo ano, mesmo assim ainda não obtendo margens satisfatórias, ocorrendo a necessidade de implementar o profissional operador mantenedor na empresa.

Gráfico 4 - Disponibilidade do operador mantenedor no processo de laminação em 2016.



Meta - 50%

Fonte: Dados da pesquisa (2016).

Com isso, observou-se no Gráfico 4 que, com o operador mantenedor, os ganhos foram elevados e a disponibilidade do maquinário aumentou o que mostra

um impacto positivo desse profissional dentro da empresa. Sua pior margem de ganhos foi no mês de outubro de 2016 com nenhum aumento e sua melhor marca no mês de novembro do mesmo ano, com um aumento de 87%.

O aumento de produção de uma empresa se resume em atender à demanda crescente do mercado. É preciso manter a fidelidade dos clientes e conquistar outros, mantendo os prazos de entrega dos produtos em dia. Dessa forma, observa-se a importância do operador mantenedor na empresa, visto a redução das paradas desnecessárias do maquinário, utilizando-se da manutenção para eliminar os problemas antes mesmo que eles surjam.

5 CONCLUSÃO

Por meio deste estudo percebe-se que os processos de manutenção são de total relevância para as empresas, visto que os mesmos têm aumentado nos últimos tempos devido à complexidade crescente dos sistemas e às duras implicações decorrentes de eventuais falhas. Sabe-se que existe uma necessidade por sistemas mais confiáveis, onde a mesma insere-se em um contexto de interesses conflitantes que envolvem a minimização de gastos e o aumento da lucratividade da empresa.

Com as inovações impostas pela tecnologia, procedimentos geralmente executados e controlados de forma manual passam a ser processado pelos computadores, que hoje são uma poderosa ferramenta de trabalho indispensável no seu dia-a-dia.

A concorrência no mercado nem sempre ganha com o menor custo. Muitas vezes ela ganha com um produto de melhor qualidade. Para atingir a meta qualidade do produto, a manutenção do maquinário e a implantação do profissional operador mantenedor na mesma devem ser aplicadas com maior rigor, ou seja, máquinas deficientes X máquinas eficientes; abastecimento deficiente X abastecimento otimizado. Dessa forma, o aumento de produção de uma empresa se resume em atender à demanda crescente do mercado.

Assim, conclui-se que, o processo de laminação contínua de tubos se mostrou mais eficiente e após a implantação do operador mantenedor na empresa, visto que, o aumento da vida útil dos equipamentos é um fator que, na maioria das vezes, não pode ser considerado de forma isolada. Esse fator, geralmente, é consequência da redução de custos, qualidade do produto, aumento de produção e efeitos do meio ambiente, sendo o operador mantenedor o profissional adequado para eliminar os problemas nos maquinários antes mesmo que eles ocorram utilizando-se da manutenção como ferramenta importante para a redução do breakdown das máquinas.

Acredita-se que outros estudos devem ser realizados futuramente com a finalidade de melhor entender a dinâmica do operador mantenedor e a implementação do mesmo no processo de laminação contínua de tubos.

REFERÊNCIAS

- APPOLINÁRIO, F. **Dicionário de metodologia científica: um guia para a produção do conhecimento científico**. São Paulo: Atlas, 2004. p. 19-85.
- ARANTES DA COSTA E.. **Gestão estratégica**. Editora Saraiva. 2002. p. 25-91.
- BASTOS, A. L. A.; **FMEA (Failure Mode and Effect Analysis) Como Ferramenta de Prevenção da Qualidade em Produtos e Processos: uma avaliação da aplicação em um processo produtivo de usinagem e engrenagem**; 2006; Fortaleza; Anais do XXVI ENEGEP; Fortaleza: ABEPRO, 2001; Disponível em: http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2006_TR470324_8144.pdf. Acesso em: outubro de 2017.
- CABRAL, J.P.S.: **Organização e gestão da manutenção**. Lisboa: Lidel, 2006. p. 32-97.
- CAMPOS, V. F.: **TQC Controle da qualidade total no estilo japonês**. Nova Lima: INDG Tecnologia e Serviços Ltda., 2004. p. 18-85.
- FUENTES, Fernando Félix Espinosa. **Metodologia para inovação da gestão de manutenção industrial**. Tese de doutorado. 208 p. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis. 2006. p.14.
- GERMANO, Fábio. **Análise de falhas**. 2018. Disponível em: <http://www.ebah.com.br/content/ABAAAANK0AF/trabalho-analise-falhas>. Acesso em: maio de 2018.
- GIL, Antônio Carlos. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. 4 edição. Editora Atlas. 2002. p. 32-65.
- HERPICH, C., FOGLIATTO, F. S.; **Aplicação de FMECA para definição de estratégias de manutenção em um sistema de controle e instrumentação de turbogeradores**; Iberoamerican Journal of Industrial Engineering; V. 5.; N.9; p. 70-88; 2013 Disponível em: <http://incubadora.periodicos.ufsc.br/index.php/IJIE/article/view/2594> Acesso em: outubro de 2017.
- JUNIOR, E. S.. **Efeito do tratamento térmico na microestrutura e nas propriedades mecânicas de aços – ferramenta para trabalho a frio**. Dissertação de Mestrado – USP, São Paulo, 2006. p. 34-55.

KARDEC, Alan. **Gestão Estratégica e Manutenção Autônoma**. Rio de Janeiro: ABRAMAN: 2002. p. 41-59.

KARDEC, A.; NASSCIF, J.: **Manutenção: função estratégica**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2006. p. 50-78.

KRAJEWSKI, L.; RITZMAN, L.. **Administração da produção e operações**. Pearson Education do Brasil. 2ª edição. São Paulo. 2004.

MARQUES, A.. **Gestão da Produção**. Texto Editora Lda. Lisboa. 1991.

MONTEIRO, Guilherme Arthur. **Estratégia de manutenção em uma oficina de cilindros de laminação de aços longos**. Dissertação de mestrado. 104 f. Universidade Federal de Pernambuco. Recife. 2013.

MORAES, Paulo Henrique de Almeida. **Manutenção produtiva total: estudo de caso em uma empresa automobilística**. Taubaté: UNITAU, 2004. p. 14-64.

NASCIF, Júlio. **Manutenção: tipos e tendências**. 2017. Disponível em: <http://blog.engeman.com.br/manutencao-tipos-e-tendencias/>. Acesso em: outubro de 2017.

NETO, C. Lovato. **Simulação numérica da laminação a frio no laminador Sendzimir número 2 da Acesita**. 86p. Dissertação de Mestrado – UFMG, Belo Horizonte, 2006. p. 42-89.

NUNES, E.L.: **Manutenção centrada em confiabilidade (MCC): análise da implantação em uma sistemática de manutenção preventiva consolidada**. Florianópolis. 146p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, UFSC. 2001. p. 21-36.

PINTAÚDE, Giuseppe. **Análise dos regimes moderado e severo de desgaste abrasivo utilizando ensaios instrumentados de dureza**. São Paulo. 200p. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. 2002. p. 48-95.

RIZZO, E. M. S. **Introdução aos Processos siderúrgicos**. São Paulo, associação Brasileira de Metalurgia e Materiais, 2005.

RIZZO, E. M. S. **Processo de Laminação dos Aços: Uma Introdução.** São Paulo: Associação Brasileira de Metalurgia e Materiais. 2007.

SALGUEIRO, Gonçalo Nuno. **Aplicação de ferramentas para melhorar o processo produtivo numa empresa do sector automóvel.** Dissertação de mestrado. 150 f. Instituto Superior de Engenharia de Lisboa. Lisboa. 2015.

SANDOR, Leonardo Taborda. **Influência do teor de carbono na propagação de trinca por fadiga e na tenacidade à fratura em camada cimentada em aços de alta resistência mecânica.** Campinas, SP. Tese de Doutorado. 2008. p. 35-41.

SANTOS, L.F.G.: **Padronizando a manutenção e segurança:** itens de controle. Revista Mundo Fiat CNH, ano IV. 1994. p. 12-16.

SANTOS, A.E.O.: **Riscos de acidentes em atividades de manutenção.** Belo Horizonte: UFMG, 2003. p. 31-41.

SHIROSE, K.; KYMURA, Y.; NOKASU, Y.; TANIGUSHI, S.; TANAKA, S.; YOSHIDA, R.; MITOME, Y.. **Mantenimento Autônomo por Operários.** Madri: TGP Hoshin, 1999. p. 29-49.

SIQUEIRA, I. P.: **Manutenção centrada na confiabilidade:** manual de implementação. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2005. p. 35-62.

SUZUKI, Tokutaro. **TPM em Industrias de Processo.** Espanha, Editora: TGP Hostin, 1995. p. 18-59.

TAKAHASHI, Y.; OSADA, T.: **TPM MPT: manutenção produtiva total.** Trad. Outras Palavras. São Paulo: Instituto IMAM, 1993. p. 51-69.

VALLOUREC. **A empresa.** Disponível em: <http://www.vallourec.com/COUNTRIES/BRAZIL/PT/Paginas/Default.aspx>. Acesso em: outubro de 2017.

VERMA, D. **System engineering and architecting:** a global perspective. Presentation at the North Star Chapter of INCOSE. 2002. p. 35-46.

XENOS, Harilaus Georgius D' Philippos. **Gerenciando a Manutenção Produtiva.** Nova Lima: INDG Tecnologia e Serviços Ltda, 2004. p. 27-81.

ZEN, Milton Augusto Galvão. **Indicadores de manutenção**. 2008. Disponível em: <<http://www.mantenimentomundial.com/sites/mmnew/bib/notas/indicadoresBR.pdf>>. Acesso em: outubro de 2017.