

FUNDAÇÃO DE ENSINO “EURÍPIDES SOARES DA ROCHA”
CENTRO UNIVERSITÁRIO EURÍPIDES DE MARÍLIA – UNIVEM
CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

FERNANDO AUGUSTO DE ANDRADE CORNEJO

**PADRONIZAÇÃO DE PROCEDIMENTOS DE MANUTENÇÃO EM
TALHAS ELÉTRICAS**

MARÍLIA

2016

FERNANDO AUGUSTO DE ANDRADE CORNEJO

PADRONIZAÇÃO DE PROCEDIMENTOS DE MANUTENÇÃO EM TALHAS
ELÉTRICAS

Trabalho de Curso apresentado ao Curso de Engenharia de Produção da Fundação de Ensino “Eurípides Soares da Rocha”, mantenedora do Centro Universitário Eurípides de Marília – UNIVEM, como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia de Produção.

Orientador:
Prof. Danilo Correa Silva.

MARÍLIA

2016

CORNEJO, Fernando Augusto de Andrade

Padronização de Procedimentos de Manutenção em Talhas Elétricas / Fernando Augusto de Andrade Cornejo; orientador: Danilo Correa Silva. Marília, SP: [s.n.], 2016.

55 f.

Trabalho de Curso (Graduação em Engenharia de Produção) - Curso de Engenharia de Produção, Fundação de Ensino “Eurípides Soares da Rocha”, mantenedora do Centro Universitário Eurípides de Marília –UNIVEM, Marília, 2015.

1. Manutenção 2. FMEA 3. Qualidade

CDD: 620.0046



FUNDAÇÃO DE ENSINO "EURÍPIDES SOARES DA ROCHA"
Mantenedora do Centro Universitário Eurípides de Marília - UNIVEM
Curso de Engenharia de Produção.

Fernando Augusto de Andrade Cornejo - 47142-9

TÍTULO "Padronização de Procedimentos de Manutenção em Talhas Elétricas."

Banca examinadora do Trabalho de Curso apresentada ao Programa de Graduação em Engenharia de Produção da UNIVEM, F.E.E.S.R, para obtenção do Título de Bacharel em Engenharia de Produção.

Nota: 3,0

ORIENTADOR: _____

Danilo Correa Silva

1º EXAMINADOR: _____

Rodrigo Fabiano Rayazi

2º EXAMINADOR: _____

Gerardo Cesar de Menezes

Marília, 29 de novembro de 2016

AGRADECIMENTOS

A Deus por ter me dado saúde e força para superar as dificuldades.

Ao professor Danilo Correa Silva, pela orientação, apoio e confiança.

Aos meus pais, pelo amor, incentivo e apoio incondicional.

Aos meus amigos pelo incentivo, apoio e confiança que foi muito importante.

A todos que direta ou indiretamente fizeram parte de minha formação, muito obrigado!

“O mundo é um lugar perigoso de se viver, não por causa daqueles que fazem o mal, mas sim por causa daqueles que observam e deixam o mal acontecer”.

Albert Einstein.

CORNEJO, Fernando Andrade. **Padronização de Procedimentos de Manutenção em Talhas Elétricas**. 2016. 55 f. Trabalho de Curso. (Bacharelado em Engenharia de Produção) – Centro Universitário Eurípides de Marília, Fundação de Ensino “Eurípides Soares da Rocha”, Marília, 2016.

RESUMO

As manutenções foram criadas para evitar falhas nos equipamentos. Contudo causada pelo seu desgaste natural e suas complicações nas instalações. As falhas apresentam-se de diversas formas: desde ruídos estranhos nos equipamentos ou perdas no desempenho e paradas na produção. A ferramenta FMEA tem por finalidade, priorizar as falhas dos equipamentos e dos processos para fornecer uma ação preventiva. O objetivo desse trabalho é identificar falhas que ocorrem nos equipamentos de içamento de carga, com foco em talhas elétricas de corrente, com o auxílio do FMEA, para criar um documento relatando o que será inspecionado, deixando todos os envolvidos informados sobre o que está acontecendo, criando um histórico de cada equipamento inspecionado. O resultado foi à elaboração de uma ficha de inspeção preventiva, onde contém a maioria dos itens dos equipamentos. Cada item relacionado foi separado de acordo com o sistema que ela compõe sendo ela de elevação, de alimentação, de comando e sistema de translação.

Palavras-chave: Manutenção. Qualidade. FMEA, Padronização.

CORNEJO, Fernando Andrade. **Title of the Term Paper**. 2016. 55 f. Trabalho de Curso. (Bacharelado em Engenharia de Produção) – Centro Universitário Eurípides de Marília, Fundação de Ensino “Eurípides Soares da Rocha”, Marília, 2016.

ABSTRACT

Maintenance was designed to avoid equipment failure, due to its natural deterioration and or complications in its installations. Failures occur in a variety of ways from extraneous equipment noises, performance losses, and downtime. The FMEA tool aims to prioritize failures in equipment, processes and provide a preventive action. The objective of the work is to identify the failures that occur in load lifting equipment, focusing on electric chain hoists, with the help of the FMEA and to create a document reporting what will be inspected, letting all involved informed about what is happening And creating a history of each inspected equipment. The result was the preparation of a preventive inspection form, which contains most of the items of equipment. Each related item was separated according to the system that it composes being it of elevation, feeding and command and system of translation.

Keywords: Maintenance. Quality. FMEA, Standardization.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Evolução da manutenção.....	20
Figura 2 - Tipos de Manutenção.....	25
Figura 3 - Classificação de máquinas de levantamento.....	29
Figura 4 - Talha elétrica.....	31
Figura 5 - Talha Demag.....	35
Figura 6 - Talha elétrica Columbus McKinnon Lodestar.....	35
Figura 7 - Motor Principal da Talha.....	38
Figura 8 - Redutor.....	38
Figura 9 - Continuação do Redutor.....	39
Figura10 - Bloco Inferior do Equipamento.....	39
Figura11 - Componentes Elétricos.....	40
Figura 12 - Montagem do Bloco Inferior.....	41
Figura 13 - Componentes do Freio da Talha Lodestar.....	41
Figura 14 - Componentes de Fim de Curso da Talha.....	42
Figura 15 - Componentes da Engrenagem da Talha Lodestar.....	43
Figura 17 - Componentes do Motor.....	44

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Benefícios da Manutenção	17
Tabela 3 - Pesos da NPR	27
Tabela 4 - Informações coletadas	36
Tabela 5 - FMEA dos sistemas das talhas elétricas	37
Tabela 6 - Ficha de inspeção (Dados gerais)	45
Tabela 7 - Ficha de Inspeção (Situação de Elevação)	45
Tabela 8 - Sistema de Alimentação e Comando e Sistema de translação	46
Tabela 9 - Ganchos	47
Tabela 10 - Correntes	47
Tabela 11 - Materiais	48
Tabela 12 - Entrega do Documento	48

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas.FMEA - Análise do Tipo e Efeito de Falha (*Failure Mode And Effect Analysis*)

ISO - Organização Internacional para Padronização (International Organization for Standardization)

NBR - Norma Brasileira

NR – Norma Regulamentadora

NRP – Número de Prioridade de Risco

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	13
1.1 Delimitação do Tema.....	14
1.2 Objetivo	14
1.3 Objetivos Específicos	14
1.4 Justificativa	15
1.5 Metodologia.....	15
1.6 Estrutura do Trabalho	15
2 REVISÃO TEÓRICA.....	17
2.1 Manutenção	17
2.1.1 Histórico da Manutenção.....	18
2.1.2 Objetivos básicos da manutenção.....	20
2.2 Manutenção Corretiva	20
2.2.1 Vantagens	21
2.2.2 Desvantagens	21
2.2.3 Manutenção Corretiva não Planejada.....	21
2.2.4 Manutenção Corretiva Planejada.....	22
2.3 Manutenção Preditiva	22
2.3.1 Vantagens da Manutenção Preditiva	23
2.4 Manutenção Preventiva	23
2.5 Manutenção Detectiva	24
2.6 Engenharia de Manutenção	24
2.7 Resumo dos Tipos de Manutenção.....	25
2.8 Custo de Manutenção	25
2.9 FMEA.....	26
2.9.1 Definição	26
2.9.2 Tipos de FMEA	26
2.9.3 Mecanismos.....	27

2.9.4 Benefícios e informações geradas pelo FMEA	28
2.10 Padronização.....	28
2.11 Elevação e Movimentação de Cargas	29
2.11.1 Escolha das máquinas de elevação transporte	30
2.11.2 Vantagens da utilização	30
2.12 Talhas Elétricas.....	31
2.13 Normas.....	32
3. ESTUDO DE CASO	34
3.1 Empresa	34
3.2 Levantamento de informações.....	34
4. RESULTADOS	45
5 CONCLUSÕES	49
REFERÊNCIAS	50

1 INTRODUÇÃO

A manutenção é comumente utilizada em diversos processos para evitar ou corrigir falhas e quebras em máquinas ou instalações. Entretanto, também é extremamente importante para manter os processos eficientes, produzindo em ritmos adequados, respeitando padrões e evitando paradas. Com isso, a manutenção aumenta a confiabilidade dos equipamentos, melhora a qualidade e diminui desperdícios.

A Engenharia de Produção tem papel importantíssimo nessa área, para qual já surgiu uma especialização conhecida como Engenharia de Manutenção. Implantar a Engenharia de Manutenção significa uma mudança cultural para a maioria das empresas. Com as técnicas adequadas é possível parar de consertar falhas continuamente e passar a identificar causas fundamentais e gerenciá-las.

Em algumas operações, a manutenção tem caráter crítico, como é o caso da elevação e movimentação de cargas. Nessas operações, são utilizadas técnicas para içar, transportar e deslocar uma determinada carga com ajuda de máquinas ou equipamentos.

Essa operação facilita o transporte, a montagem ou até mesmo o armazenamento das cargas. Esse processo deverá minimizar ou eliminar os possíveis riscos ergonômicos (movimentos repetitivos, esforço físico intenso, levantamento e transporte manual de peso) e de segurança presentes na execução da atividade.

Equipamentos de elevação e transportes de cargas necessitam de manutenção especializada. Os riscos associados a essa operação são sérios, tanto para a empresa como para o operador. Em qualquer eventualidade da carga desabar, pode levar o operador ou quem estiver por perto a graves lesões ou até a óbito.

Assim, é comum que as empresas que se utilizam desses equipamentos terceirizem a manutenção dos mesmos. A terceirização é a transferência para terceiros de tarefas que somam para a competitividade empresarial, fundamentada numa parceria. Trata-se de uma ferramenta estratégica que pode trazer resultados bastante positivos, quando utilizada de maneira adequada.

É importante que a empresa que adquire esses equipamentos, e que opte por essa estratégia, contrate uma empresa especializada para atender qualquer eventualidade que o equipamento apresente. De acordo com a NR12 (ABNT, 1994) a manutenção e inspeção desses equipamentos só podem ser executadas por empresas registradas no CREA.

1.1 Delimitação do Tema

As empresas e prestadoras de serviços, sempre almejam que as máquinas e os equipamentos estejam em bom funcionamento para que não haja paradas, perdas e atrasos na produção. Muitas vezes, as operações de elevação e transporte de cargas dentro do ambiente produtivo é essencial para o bom funcionamento do processo.

Esse trabalho aborda a manutenção de equipamentos de elevação de carga, especificamente as talhas elétricas, sob a ótica da padronização dos procedimentos críticos de manutenção. Com a sistematização dos procedimentos será possível manter um elevado nível de qualidade, confiabilidade e segurança quando da utilização desses equipamentos pela contratante em suas operações rotineiras.

Empresas prestadoras de serviços de manutenção comumente precisam deslocar seus colaboradores até o local do serviço, as vezes enfrentando viagens longas para chegar até o local do equipamento. Raramente é necessária fazer a retirada do equipamento do local. A retirada do equipamento só é necessária, quando ocorre a quebra de algum componente.

Nesse sentido, a ferramenta FMEA pode contribuir para a prevenção de falhas que ocorre nos componentes e no equipamento de maneira geral, podendo auxiliar um padrão de manutenção.

1.2 Objetivo

O objetivo desse trabalho é determinar e padronizar os procedimentos de manutenção em talhas elétricas, garantindo o correto funcionamento desses equipamentos até o instante da próxima manutenção.

1.3 Objetivos Específicos

Os objetivos específicos deste trabalho são:

- Apresentar melhorias;
- Identificar os riscos existentes;
- Criar um histórico de equipamentos;

1.4 Justificativa

A elevação e transporte de cargas é uma operação de alto risco. O risco dessa atividade de modo geral pode ser representado pela queda da própria carga ou do próprio equipamento, danificando a carga, pessoas, o patrimônio, causando uma série de transtornos, como por exemplo, parada de linhas de produção, funcionários feridos e o mais grave, levando o funcionário a óbito.

Os riscos podem ser ocasionados pelas dimensões e geometria das cargas, dos equipamentos, do trajeto, pelos pontos de pega, quebras nos ganchos, nas correntes, cabos, cintas, etc.

A manutenção nesse tipo de equipamento deve ser realizada seguindo parâmetros rigorosos de qualidade, para que o equipamento tenha uma vida útil duradoura e que seu funcionamento atenda as necessidades de seu objetivo.

Nesse sentido, a melhoria desses aspectos resulta não somente em benefícios à empresa prestadora de serviços, mas também à contratante e à segurança dos colaboradores.

1.5 Metodologia

A pesquisa a ser realizada se caracteriza estudo de caso, pois além de cada setor ter sua peculiaridade ambiental e método de trabalho, se trata de uma empresa onde foi realizado os estudos para que os resultados possam ser aproveitados na empresa.

Para Yin (2015), diz que o estudo de caso é um baseado na investigação de um fenômeno atualizado dentro de sua realidade.

1.6 Estrutura do Trabalho

O primeiro capítulo deste trabalho apresenta o tema, objetivos, delimitação do tema e a metodologia usada.

O segundo capítulo contém a revisão teórica dos principais conceitos ligados a manutenção , FMEA e padronização. com o levantamento desses aspectos envolvidos na realização das atividades e métodos aplicados, trazendo também uma breve apresentação do equipamento em estudo.

O capítulo três aborda o estudo de caso, descrevendo a empresa, opiniões sobre os envolvidos, informações coletadas sobre o equipamento e o FMEA que será utilizado para realizar melhorias.

O capítulo quatro apresenta os resultados obtidos, na qual determinou a elaboração de um check list para a realização da manutenção, tendo a certeza de que os componentes foram corretamente inspecionados, informando o seu estado.

O capítulo cinco contém a conclusão, que após analisar os conceitos do trabalho e concretizar no estudo de caso obtendo os resultados.

2 REVISÃO TEÓRICA

2.1 Manutenção

Manutenção é um conjunto de metodologias e técnicas que permite aprimorar as atividades dos equipamentos, sistemas e processos. A manutenção tem como principal objetivo manter os equipamentos em condições de funcionamento, evitando que estes venham a se degradar antes do tempo planejado (XENOS, 2004).

Manutenção é a ação de manter, sustentar, consertar ou conservar algo e também é formada por um conjunto de ações que ajudam no bom e correto funcionamento como por exemplo, a manutenção das máquinas de elevação de carga. O termo manutenção também pode estar relacionado com a conservação periódica, tendo os determinados cuidados e consertos que são feitos entre períodos de tempo com o intuito de preservar. (SOUZA, 2009)

Segundo a apresentação de Mirshawka e Olmedo (1993) afirmam que manutenção pode ser definida como um conjugado de tarefas que podem ser aplicadas em equipamentos, garantindo sua funcionalidade dentro dos parâmetros e prazos de sua vida útil.

Conforme a Associação Francesa de Normalização (AFNOR, 1989) trata-se de um conjunto de atos que restauram um bem para seu estado exclusivo, ou medidas para garantir algum serviço.

Já a Associação Brasileira de Normas Técnicas, em sua norma NBR- 5462 (ABNT, 1994), define manutenção como a combinação de todas as ações técnicas e administrativas, incluindo as de supervisão, dedicadas a manter um item em funcionamento. Os benefícios da manutenção podem ser visualizados na Tabela 1.

Tabela 1 - Benefícios da Manutenção

Aumenta a confiabilidade	Boa manutenção gera menos paradas de máquina.
Melhora a qualidade	Máquinas e equipamentos mal ajustados têm mais probabilidade de causar erros ou baixo desempenho e podem causar problemas de qualidade.
Diminui os custos	Quando bem cuidados, os equipamentos funcionam com maior eficiência.
Aumenta a vida útil	Cuidados simples, como limpeza e lubrificação, garantem a durabilidade da máquina, reduzindo os pequenos problemas que podem causar desgaste ou deterioração.
Melhora a segurança	Máquinas e equipamentos bem conservados têm menos chance de se comportar de forma não previsível ou não padronizada, evitando assim, possíveis riscos ao operário.

Fonte: Adaptado de Koyano (2002, p. X)

Kardc e Nascif (2009) definem os principais tipos de manutenção como: Manutenção Corretiva não Planejada; Manutenção Corretiva Planejada; Manutenção Preventiva; Manutenção Preditiva; Manutenção Detectiva; e Engenharia de Manutenção.

2.1.1 Histórico da Manutenção

Segundo Monchy (1989), o termo "manutenção" tem linhagem militar, onde o objetivo era manter nas unidades de combate, o efetivo e o material num nível constante. O aparecimento dessa palavra na indústria ocorreu por volta do ano 1950 nos Estados Unidos da América e na França, onde o termo manutenção era chamado de "conservação".

Kardec e Nascif (2009) relatam a evolução da manutenção partindo da primeira geração até a quarta geração, nos dando um entendimento de seu progresso, conforme as necessidades de manutenibilidade, confiabilidade, disponibilidade e qualidade, para o bom funcionamento de equipamentos e redução de custo dentro da organização. A Tabela 2 apresenta a evolução da manutenção durante a história.

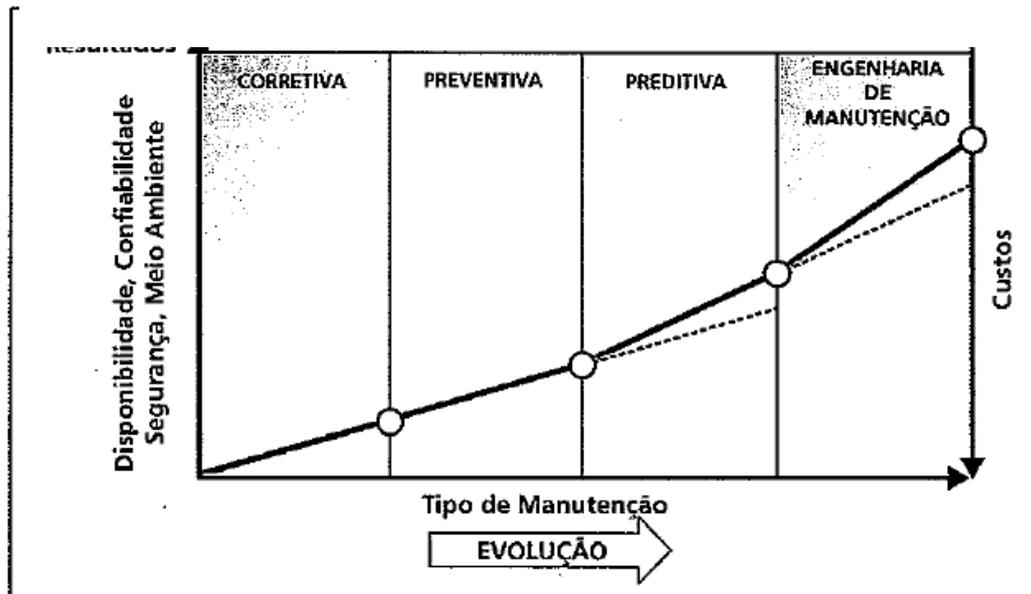
Tabela 2 - Evolução da Manutenção

ANO	Primeira geração		Segunda geração		Terceira geração		Quarta geração	
								
	1940	1950	1960	1970	1980	1990	2000	2010
Aumento das expectativas em relação à Manutenção	Conserto após a falha		Disponibilidade crescente. Maior vida útil do equipamento		Maior confiabilidade Maior disponibilidade Melhor relação custo-benefício Preservação do meio ambiente		Maior confiabilidade/ Maior disponibilidade/ Preservação do meio ambiente/ Segurança/ Influir nos resultados do negócio/ Gerenciar os ativos	
Visão quanto à falha do equipamento	Todos os equipamentos se desgastam com a idade e, por isso, falham		Todos os equipamentos se comportam de acordo com a curva bandeira		Existência de falhas		Reduzir drasticamente falhas.	
Mudança nas técnicas de Manutenção	Habilidade voltadas para o reparo		Planejamento manual da manutenção/ Computadores grandes e lentos / Manutenção preventiva (por tempo)		Monitoramento da condição/ Manutenção Preditiva/ Análise de risco/ Computadores pequenos e rápidos/ Softwares potentes/ Grupos de trabalho multidisciplinares/ Projetos voltados para a confiabilidade/ Contratação por mão de obra e serviços		Aumento da manutenção preditiva e monitoramento da condição/ Minimização nas 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: Adaptado de Kardec e Nascif (2009, p. 5).

A Figura 1 ilustra de maneira clara o caminho da otimização dos resultados na manutenção. Mostra, principalmente, como o resultado da Disponibilidade vai melhorando à medida de sua evolução.

Figura 1: Evolução da manutenção.



Fonte: Kardec e Nascif (2009, p. 29)

2.1.2 Objetivos básicos da manutenção.

Os objetivos da manutenção, segundo Souza (2009), estão sempre relacionados para o bem da produção e para a operação; com isso para que a manutenção cumpra suas atividades com eficiência e qualidade, são estabelecidas algumas regras, sendo elas:

- O principal objetivo da manutenção está relacionada em manter os equipamentos, instalações e instrumentos operando, o mais próximo possível do original vindo de fábrica.
- Fornecer melhorias e modificações tecnológicas que atendam as necessidades da operação para haja ganhos de qualidade e de produtividade;
- Manter a segurança industrial e pessoal, manter a limpeza, a ordem e a higiene atendendo as necessidades e exigências das normas, sem deixar de lado os cuidados com o meio ambiente.

2.2 Manutenção Corretiva

A manutenção corretiva visa corrigir, restaurar, recuperar o equipamento ou instalação, que tenha parado o seu funcionamento pelo qual foi projetado, ou seja, é a manutenção de atendimento imediato (MONTEIRO; SOUZA; ROSSI, 2010).

Souza (2009) diz que a manutenção corretiva é responsável pela correção de uma falha identificada em uma determinada parte do equipamento, onde esse tipo de manutenção requer um local certo pra que o serviço seja executado.

A “manutenção corretiva” é muito conhecida no ramo industrial, sendo a forma mais comum de reparo do equipamento com problema. Sua principal característica é que o reparo que se inicia após a falha, dependendo da disponibilidade de mão-de-obra e material necessários para o conserto (PEREIRA, 2009)

2.2.1 Vantagens

Souza (2009) diz que vários profissionais acreditam que não existem vantagens na manutenção corretiva, no entanto quando existem equipamentos de baixo índice crítico e que os custos de reparo são inferiores a manutenção preventiva, a manutenção corretiva se torna a melhor estratégia.

2.2.2 Desvantagens

Souza (2009) mais uma vez, diz que a manutenção corretiva tem suas desvantagens, sendo elas:

- Alto custo de mão de obra;
- Utilização de peças e serviços;
- Eventual quebra durante os horários de produção;
- Utilização de equipamentos reservas;
- Perda na produção.

Sendo assim a manutenção corretiva pode ser dividida em duas partes:

- Manutenção Corretiva Não Planejada.
- Manutenção Corretiva Planejada.

2.2.3 Manutenção Corretiva não Planejada

Kardec e Nascif (2009) caracterizam que a manutenção corretiva não planejada é a correção da falha de maneira eventual. Por também ser conhecida como manutenção corretiva não programada ou emergencial, ela se caracteriza pela ação de um fato já ocorrido, seja por uma falha ou por um desempenho menor apresentado. Kardec e Nascif (2009) ainda ressaltam que esse tipo de manutenção tem altos custos, pois a quebra inesperada pode gerar grandes perdas de produção e da qualidade e ainda podendo gerar custos indiretos de manutenção.

Moraes (2009) afirma que a manutenção corretiva não planejada e a manutenção de forma inesperada, após o acontecimento do caso, implicando altos custos e perdas na produção, tendo danos maiores nos equipamentos como consequência.

2.2.4 Manutenção Corretiva Planejada

Moraes (2009) informa que a manutenção corretiva planejada, é a correção que se faz em função de um acompanhamento preditivo ou até mesmo pela decisão gerencial de se operar, até ocorrer à falha. Esse tipo de manutenção indica que tudo é planejado, onde tende a ficar mais barato, mais seguro e mais rápido.

Para Kardec e Nascif (2009), uma manutenção corretiva planejada é sempre mais econômica mais rápida e mais segura do que um trabalho não planejado, tendo como consequência uma melhor qualidade. As principais características desse tipo de manutenção é a qualidade de informação que é fornecida pelo acompanhamento sobre o equipamento.

2.3 Manutenção Preditiva

Souza (2009) fala que a manutenção preditiva é aquela que indica as condições reais de funcionamento das máquinas com base em dados que informam os seus desgastes ou processo de degradação, ou seja, é a manutenção que informa o tempo de vida útil dos componentes das máquinas e equipamentos tendo finalidade que seu tempo de vida seja bem aproveitado.

Xenos (2004) relata que a manutenção preditiva é a modalidade mais cara observando apenas para o custo de manutenção, pois a peça e componentes dos equipamentos são alteradas ou reparadas antes de chegarem ao seu limite, onde permite otimizar a troca das peças ou reforma dos itens da máquina e ampliar o intervalo de manutenção para antecipar o limite das peças.

Sendo uma manutenção que visa sempre manter o equipamento em funcionamento. Souza (2009) lista os principais objetivos da manutenção preditiva, que são:

- Preditizar a ocorrência de uma falha ou degeneração;
- Determinar, antecipadamente, a necessidade de correção em peça específica;
- Eliminar as desmontagens desnecessárias para inspeção;
- Aumentar o tempo de disponibilidade dos equipamentos para operação;
- Reduzir o trabalho de emergência e urgência não planejadas;
- Impedir a ocorrência de falhas e o aumento de danos;

- Aproveitar a vida útil de cada componente e de um equipamento;
- Redução de custo de manutenção;
- Aumento da produtividade e consequentemente da competitividade.

2.31 Vantagens da Manutenção Preditiva

Segundo Souza (2009) as vantagens da manutenção preditiva surgem a partir do:

- Envolvimento da tecnologia e conhecimento;
- Aumento da disponibilidade do equipamento para operação;
- Ganhos por redução do número de paradas e perdas de produção;
- Ganhos por redução dos custos de manutenção;
- Redução dos custos pelo acompanhamento constante das condições dos equipamentos;
- Ganhos de confiabilidade e produtividade.

2.4 Manutenção Preventiva

Xenos (2004) define que manutenção preventiva é o coração das atividades de manutenção, pois ela envolve diversas tarefas como: inspeções, reformas e trocas de peças. E que ela não deve ser comparada com a manutenção corretiva, pois ela é consequentemente mais cara devido à reforma e troca dos componentes antes de atingirem seus limites de vida.

"Manutenção efetuada em intervalos pré-determinados, ou de acordo com critérios prescritos pelo fabricante, destinada a reduzir a probabilidade de falha ou a degradação de funcionamento de um item" (ABNT,1994).

Souza (2009), diz que com uma implantação da Manutenção Preventiva pode-se ter as expectativas:

- Reduzir o envelhecimento ou degeneração dos equipamentos;
- Melhorar o estado operacional do equipamento;
- Atuar antes dos custos de intervenções altos;
- Eliminar ou reduzir ao mínimo os riscos de quebras nos equipamentos;
- Diminuir os tempos de imobilizações do equipamento para concerto;
- Normalizar o equipamento e suas peças sobressalentes;
- Realizar trabalhos nas melhores condições para a operação;
- Programar os trabalhos de conservação.

2.5 Manutenção Detectiva

Baptista (2016) define que manutenção detectiva consiste na inspeção das falhas ocultas. As falhas ocultas são aquelas que não são perceptíveis pelos operadores e até mesmo os técnicos de manutenção.

Moraes (2010) afirma que a manutenção detectiva é a atuação em sistemas de proteção para detectar falhas não perceptíveis por pessoas que atuam na operação e na manutenção.

“Um exemplo clássico é o circuito que comanda a entrada de um gerador em um hospital, se houver falta de energia e o circuito tiver uma falha, o gerador não funciona” (MORAES, 2010, p.235).

Kardec e Nascif (2010) relatam que a identificação de falhas ocultas é extremamente importante para garantir a confiabilidade. Em sistemas muito complexos, essas identificações só devem ser realizadas pelos técnicos de manutenção, sendo que eles devem ter treinamentos e habilitação para realizar a operação.

2.6 Engenharia de Manutenção

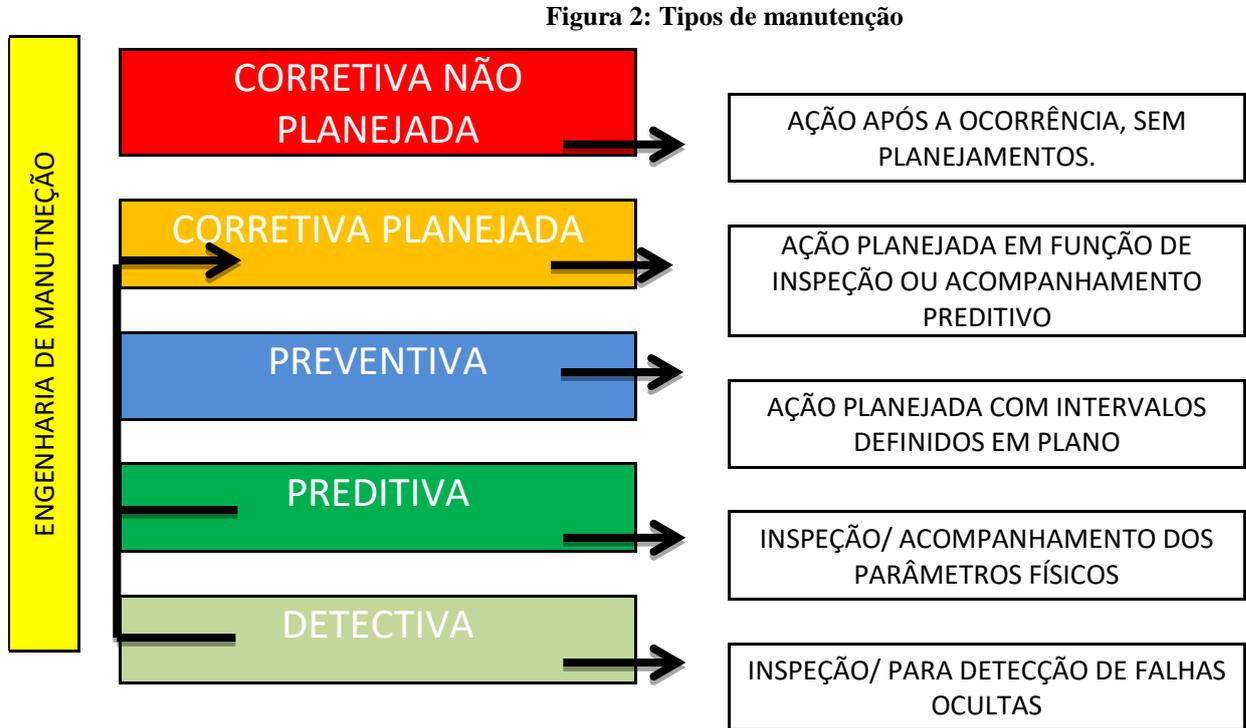
A prática da Engenharia de Manutenção pode ser considerada como uma quebra de padronização, principalmente na mudanças de rotina da atividade e da consolidação de uma política de melhoria contínua para a área de manutenção.

De acordo com KARDEC & NASCIF (2009) a Engenharia de Manutenção significa “perseguir benchmarks, aplicar técnicas modernas, estar nivelado com a manutenção do Primeiro Mundo”. Onde visa aumentar a confiabilidade, disponibilidade, segurança e manutenibilidade para eliminar problemas crônicos e solucionar problemas tecnológicos melhorando gestão de pessoal, materiais e sobressalentes participando de novos projetos fazendo análise de falhas e estudos.

A empresa que pratica a Engenharia de Manutenção não está apenas realizando acompanhamento preditivo de seus equipamentos, ela está educando sua estrutura de dados e informações sobre manutenção que irá permitir realizar análises e estudos para garantir melhorias no futuro.

2.7 Resumo dos Tipos de Manutenção

Resumindo as manutenções, corretiva não planejada, corretiva planejada, preventiva, preditiva e detectiva podem ser definidas segundo a Figura 2.



Fonte: Adaptado (Kardec e Nascif. 2009 p. 38).

2.8 Custo de Manutenção

Mensurar os gastos causados com a manutenção é uma preocupação recente. Assim, os gestores não compreendiam a importância da manutenção para o bom funcionamento da fábrica.

É importante distinguir claramente os custos de manutenção dos investimentos com a compra de equipamentos novos ou com a expansão de instalações existentes. Os custos de manutenção dos equipamentos representam uma parcela dos custos de produção da organização. Para manter os equipamentos é preciso utilizar peças de reposição, materiais de consumo, energia, mão-de-obra de gerenciamento e execução, serviços subcontratados, dentre outros recursos (XENOS, 2004, p. 220).

Com isso define-se que é importante diferenciar os possíveis gastos gerados pela manutenção, sendo possível, medir e elaborar formas de controlar e prever as falhas dos equipamentos e maquinários. Pinto e Xavier (2001) determinam os custos da manutenção, sendo eles:

- **Custos diretos** – Essenciais para manter os equipamentos em operação, normalmente encontrados na manutenção preventiva e corretiva.
- **Custos de perda de produção** – Causados por perdas na produção.
- **Custos indiretos** – Estão relacionados com a composição gerencial e administrativo.

Se o valor da atividade de manutenção for maior em relação à prevenção de falhas nos equipamentos, o lucro da organização será afetada.

2.9 FMEA

2.9.1 Definição

FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*) é um instrumento usado para aumentar a confiabilidade no decorrer da fase de projeto ou processo. Ela consiste em detectar possíveis falhas num grupo e avaliar seus efeitos. A partir das falhas encontradas, verificam as ações a serem tomadas para suprimir ou reduzir a possibilidade de que ocorram essas falhas. CARAÇA (2007).

Segundo Kardec e Nascif (2009), o FMEA se fundamenta em um enfoque que auxilia a identificar e priorizar falhas potenciais no equipamento, sistemas ou processos.

“FMEA é um sistema lógico que hierarquiza as falhas potenciais e fornece as recomendações para ações previstas. É um processo formal que utiliza especialistas dedicados a analisar as falhas e solucioná-las.” (KARDEC; NASCIF, 2010 p. 127).

2.9.2 Tipos de FMEA

Geralmente é aceito que existem três tipos de FMEAs, sendo eles:

- FMEA de Processos
- FMEA de Sistema
- FMEA de Projetos

Segundo Caraça (2007), FMEA de processos são as falhas no programa e execução do processo, onde seu objetivo é evitar falhas nos métodos, contendo as não conformidades. FMEA de sistemas tem como objetivo focar nos modos de falhas entre funções do sistema. Incluindo seus sistemas e elementos. Já FMEA de projetos tem a função de eliminar as causas de falhas durante o projeto do equipamento, considerando todas as suas etapas.

Kardec e Nascif (2009) relatam que os trabalhadores de manutenção estão mais envolvidos no FMEA de processo, pois é exatamente onde os equipamentos estão instalados e em funcionamento.

2.9.3 Mecanismos

Caraça (2007) determina que os mecanismos utilizados no FMEA sejam relativamente simples, pois consiste necessariamente em listar todas as falhas em potencial em uma tabela que facilitará a sua interpretação. Kardec e Nascif (2009) definem que o risco de falha deve ser determinado pelas seguintes etapas:

- Isolar e descrever o modo da falha potencial;
- Descrever o efeito potencial da falha;
- Determinar a frequência e a detectabilidade da falha;
- Determinar o Número da Prioridade do Risco – NPR;
- Desenvolver planos de ação para eliminar ou corrigir o problema potencial.

Esses autores afirmam que para compor o NPR devem existir parcelas com pesos diferentes que se baseiam em experiências em empresas, como exhibe a tabela 4.

Tabela 3 - Pesos da NPR

Componente do NRP	Classificação	Peso
FREQUÊNCIA DA OCORRÊNCIA F	Improvável	1
	Muito pequena	2 a 3
	Pequena	4 a 6
	Média	7 a 8
	Alta	9 a 10
GRAVIDADE DA FALHA G	Apenas perceptível	1
	Pouca importância	2 a 3
	Moderadamente grave	4 a 6
	Grave	7 a 8
	Extremamente grave	9 a 10
DETECTIBILIDADE D	Alta	1
	Moderada	2 a 5
	Pequena	6 a 8
	Muito pequena	9
	Improvável	10
NRP	Baixo	1 a 50
	Médio	50 a 100
	Alto	100 a 200
	Muito alto	200 a 1.000

Fonte: Adaptado de Kardec e Nascif (2009, p. 129).

2.9.4 Benefícios e informações geradas pelo FMEA

Segundo Caraça (2007), o FMEA apresenta para a companhia uma noção melhor dos problemas nos produtos ou processos. A técnica ordena uma forma de hierarquizar dados sobre as falhas, situando melhorias. O autor afirma que a documentação de riscos e prevenção de falhas, diminuem o tempo e o custo de desenvolvimento. Ao mesmo tempo em que se aumenta a confiabilidade, qualidade e segurança. Esse método ajuda a empresa a manter o foco no cliente, garantindo segurança e qualidade. No Anexo A, se encontra um modelo do FMEA.

2.10 Padronização

Segundo Xenos (2004), a padronização é um meio para melhorar a execução e o gerenciamento da manutenção. Ou seja, encontrar um padrão, onde as atividades ficam mais simples, para que as pessoas qualificadas possam executar os serviços. No entanto, a execução da manutenção deve ser abrangida como um trabalho realizado no chão-de-fábrica. O autor salienta que a padronização traz vários benefícios para a manutenção sendo eles:

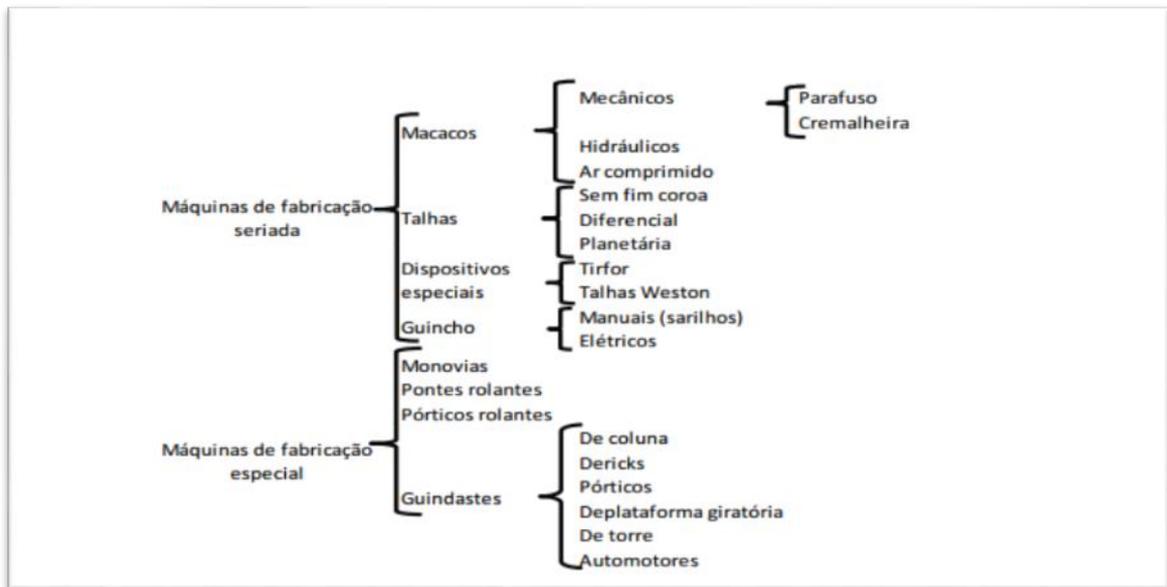
- a) Aumento da capacidade do treinamento de novos profissionais num curto espaço de tempo, permitindo um número maior de técnicos para executar tarefas difíceis, que antes eram feitas somente pelos técnicos mais experientes;
- b) Torna possível a mudança de tarefas simples para os operadores da produção, tendo aumento da eficiência no serviço de manutenção;
- c) Aumenta a competência das ações corretivas e preventivas da manutenção, tendo como consequência a redução de paradas de produção por falhas;
- d) Permite que a eficiência e a qualidade da manutenção nos equipamentos da empresa continuem, evitando declínio nas equipes de manutenção conforme vão sendo trocadas;
- e) Fornece uma melhoria da manutenção ao longo do ano, diminuindo os tempos para execução das tarefas do planejamento.

Silva e Antunes (2012) relatam que, na prática, para que os resultados sejam obtidos, determina que os padrões e as informações devam ser elaborados e disponibilizados por toda a equipe de manutenção.

2.11 Elevação e Movimentação de Cargas

Os equipamentos de elevação e movimentação de cargas são classificados conforme a finalidade de sua fabricação, onde se pode observar que alguns se enquadram no tipo de fabricação seriada e os demais implicam em projeto especial e específico para finalidade industrial bem característica (BRASIL, 1985).

Figura 3 - Classificação de máquinas de levantamento.



Fonte: BRASIL (1985).

O mesmo documento ressalta que esses equipamentos podem ser resumidamente conceituados da seguinte forma:

- Macacos – Destina-se a elevação de cargas pequena altura, com ou sem deslocamento horizontal, a pequena distância;
- Talhas – São máquinas constituídas essencialmente por um redutor de velocidade ligado a um tambor e polias de acionamento e suspensão de carga;
- Dispositivos especiais – Tem a mesma finalidade das talhas usando, porém sistemas patenteados de multiplicadores de força;
- Guinchos – Compostos essencialmente de tambor com cabo, freio, redutor, motor, chassi, destinam-se a elevação ou ao arraste de carga a grande altura ou distancia;

- Monovias – São talhas dotadas de um sistema de translação sobre a aba inferior de viga “I”, motorizadas ou manuais;
- Pontes rolantes – Possuem uma estrutura horizontal em ponte que permite o movimento transversal de um guincho;
- Pórticos rolantes – Diferem das pontes por terem uma estrutura própria para a translação;
- Guindastes – Classifica-se como guindaste qualquer máquina de levantamento dotada de lança. Também nessas máquinas a peça básica é o guincho (MICHELS, 2012, p.15)

Para Nassar (2004), o desenvolvimento e a construção do equipamento são necessários, portanto a utilização do equipamento pode modificar desde sua seleção e especificação de elementos de máquina, até a especificação de um equipamento completo.

2.11.1 Escolha das máquinas de elevação transporte

As máquinas de elevação e transporte são produzidas em grande variedade de modelos e formato, por isso, os mesmos trabalhos podem ser executados por vários tipos de aparelhos. A escolha apropriada dos equipamentos requer além do conhecimento do projeto dos mecanismos, a compreensão da organização de produção na empresa (RUDENKO, 1976).

O autor ainda relata que a escolha dos tipos de aparelhos a serem empregados para mecanizar qualquer processo de elevação e transporte é extremamente importante, pois é necessário considerar os seguintes fatores técnicos:

- Espécie e propriedades da carga a serem manuseadas;
- Capacidade horária requerida por unidade;
- Direção e distância do percurso;
- Características dos processos de produção relacionados com a movimentação de cargas;
- Condições específicas do local.

2.11.2 Vantagens da utilização

Segundo Passos (2011), a utilização de uma máquina de elevação e transporte contribui para uma melhor execução e também reduz o esforço físico do operador.

De acordo com Langui (2001), o emprego destes equipamentos proporciona uma série de vantagens, entre elas a redução de custo de mão de obra, redução do custo de materiais, aumenta de produção, melhor distribuição de armazenagem, maior segurança e a melhoria na circulação.

2.12 Talhas Elétricas

Costa e Andrada (2012) definem que talha elétrica é um equipamento usado para transportes de objetos pesados ou de difícil locomoção. Tem como principal função facilitar a locomoção de objetos pesado demais para ser levantado por um ser humano.

As talhas elétricas são encontradas em várias áreas de trabalho. Elas são usadas em construção civil, armazéns, oficinas, garagens de manutenção de automóveis e fábricas.

Climber (S/N) diz que há várias razões para usar uma talha elétrica. A principal é a segurança, pois esse equipamento pode reduzir muito o risco de lesões, devido ao fato de que é o equipamento que leva todo o peso e não o indivíduo.

Talhas elétricas são economicamente mais eficientes porque, conseguem sustentar objetos que precisariam de 3, 4 ou mais homens para levantar a mesma carga, reduzindo a mão de obra necessária e redução de lesões, com isso há menos ausências e licenças médicas entre os funcionários.

Se a talha elétrica receber cuidados de manutenção terá uma excelente vida útil. Os problemas são facilmente reparados. A Figura 4 exibe uma talha elétrica de corrente.

Figura 4 - Talha elétrica



Fonte: SAMM Talhas (2001)

2.13 Normas

Para realizar trabalhos com equipamento de içamento e transportes de carga deve-se seguir algumas normas que indicam quais as possibilidades e melhorias a serem aplicadas à esses equipamentos e critérios de utilização.

A **NBR 11327 - Requisitos de utilização de talhas de corrente com acionamento motorizado** fixa condições mínimas exigíveis para a inspeção, instalação, verificação, ensaios operacionais, operação e manutenção de talhas de corrente com acionamento motorizado, visando garantir a segurança na utilização, fornecendo aos usuários informações geral sobre as características e cuidados a dispensar a estes equipamentos.

A **NBR 10981 - Talhas de corrente com acionamento motorizado** fixa condições de qualidade e segurança que devem ser satisfeitas pelas talhas de corrente com acionamento motorizado, seja quando utilizadas como unidades autônomas, seja quando fizerem parte de outros equipamentos de elevação e transporte.

Neto (2014) afirma que as NR (Normas Regulamentadoras) são normas que foram criadas para promover saúde e segurança do trabalho na empresa.

A **NR11 - Transporte, Movimentação, Armazenagem e Manuseio de Materiais** é uma norma utilizada pelas empresas (segurança da empresa) visando a boa utilização e o aproveitamento dos equipamentos que içam e transportam cargas. Essa ferramenta visa a segurança para o operador e para a carga a ser transportada. As seções mais representativas da NR11 são:

11.1.3. Os equipamentos utilizados na movimentação de materiais, tais como ascensores elevadores de carga, guindastes, monta-carga, pontes-rolantes, talhas, empilhadeiras, guinchos, esteiras-rolantes, transportadores de diferentes tipos, serão calculados e construídos de maneira que ofereçam as necessárias garantias de resistência e segurança e conservados em perfeitas condições de trabalho. (111.003-9 / I2)

11.1.3.1. Especial atenção será dada aos cabos de aço, cordas, correntes, roldanas e ganchos que deverão ser inspecionados, permanentemente, substituindo-se as suas partes defeituosas. (111.004-7 / I2)

11.1.3.2. Em todo o equipamento será indicado, em lugar visível, a carga máxima de trabalho permitida. (111.005-5 / I1)

11.1.4. Os carros manuais para transporte devem possuir protetores das mãos. (111.007-1 / I1)

11.1.5. Nos equipamentos de transporte, com força motriz própria, o operador deverá receber treinamento específico, dado pela empresa, que o habilitará nessa função. (111.008-0 / I1)

11.1.8. Todos os transportadores industriais serão permanentemente inspecionados e as peças defeituosas, ou que apresentem deficiências, deverão ser imediatamente substituídas. (111.012-8 / I1)

11.2.2.1. Além do limite previsto nesta norma, o transporte descarga deverá ser realizado mediante impulsão de vagonetes, carros, carretas, carros de mão apropriados, ou qualquer tipo de tração mecanizada. (111.016-0/I1). (MTPS, 2016).

Já a Norma Regulamentadora **NR12**, define os princípios fundamentais que devem ser seguidos para garantir a integridade física e saúde dos colaboradores. Ela normatiza as condições mínimas de todos os tipos de máquinas, para a prevenção de doenças e acidentes, já na fase de projeto, seria para antecipar eventuais problemas no futuro (PARLOW, 2014). As seções mais representativas da NR12 são:

12.6.1. Os reparos, a limpeza, os ajustes e a inspeção somente podem ser executados com as máquinas paradas, salvo se o movimento for indispensável à sua realização. (112.029-8 / I2)

12.6.2. A manutenção e inspeção somente podem ser executadas por pessoas devidamente credenciadas pela empresa. (112.030-1 / I1)

12.6.3. A manutenção a inspeção das máquinas e dos equipamentos devem ser feitas de acordo com as instruções fornecidas pelo fabricante e/ou de acordo com as normas técnicas oficiais vigentes no País. (112.031-0 / I1)

12.6.4. Nas áreas de trabalho com máquinas e equipamentos devem permanecer apenas o operador e as pessoas autorizadas. (112.032-8 / I1)

12.6.5. Os operadores não podem se afastar das áreas de controle das máquinas sob sua responsabilidade, quando em funcionamento. (112.033-6 / I1)

(MTPS, 2015)

3. ESTUDO DE CASO

Esse capítulo apresenta a realização de um estudo de caso em uma empresa que realiza serviços em equipamentos de içamento e movimentação de carga com o foco em talhas elétricas.

3.1 Empresa

A empresa estudada se localiza na cidade de Marília, interior de São Paulo. Sua fundação ocorreu no ano de 2007, oferecendo serviços de reforma de equipamentos, manutenções corretivas, preventivas e preditivas. A empresa também realiza alguns treinamentos com o intuito de preservar com qualidade o equipamento.

A companhia é de médio porte contendo atualmente 5 funcionários que atuam diretamente a esses serviços. Além de clientes locais, a empresa realiza seus serviços em outras cidades, e até mesmo outros estados do Brasil. Seus principais clientes são: Café Iguaçu, Kimberly-Clarck, Klabin, e Nestlé.

Os serviços que a empresa oferece são realizados nas empresas e fábricas contratantes (*in loco*) ou dentro de suas próprias instalações. Quando o serviço é realizado fora das dependências da empresa, é necessário a ida de 2 (dois) funcionários, podendo chegar a 3 (três) dependendo da complexidade do chamado.

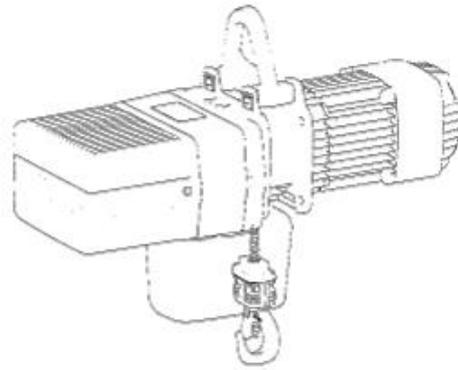
Antes de saírem da empresa, os escalados para o serviço retiram uma lista com o tipo de EPI e ferramentas necessárias. A solicitação de serviços é sempre realizada por contratos e pedidos documentados, para que não haja nenhum problema de informações.

3.2 Levantamento de informações

As talhas elétricas que recebem os serviços são de diversas marcas e modelos. Entretanto os equipamentos que aparecem com mais frequência, são talhas as do fabricante Demag e Columbus, ambas com corrente.

As talhas Demag, são de origem alemã, e atuam cerca de 40 anos no mercado brasileiro. O equipamento dessa marca não é barato, pois suas peças são importadas do país de origem e não existem outras peças compatíveis, ou seja, as peças para uma eventual troca tem que ser adquiridas diretamente do fabricante. Entretanto sua qualidade é alta e confiável. A Figura 5 exibe uma talha DEMAG.

Figura 5 - Talha Demag



Fonte: Demag (1994, p. 1)

As talhas elétricas da Columbus McKinnon tem origem americana, onde está há muitos anos no mercado na fabricação desses equipamentos. A Columbus está em vários países, incluindo o Brasil, facilitando assim um eventual contato. A Figura 6 exibe um equipamento da Columbus McKinnon.

Figura 6 - Talha elétrica Columbus McKinnon Lodestar.



Fonte: Columbus McKinnon (2012)

Para elaborar uma padronização, foi necessário conversar e coletar algumas informações com todos os envolvidos, incluindo funcionários, gerente de manutenção e coordenadores de manutenção das empresas contratantes. As informações consideradas mais relevantes estão descritas na Tabela 4.

Tabela 4 - Informações coletadas

Funcionários da empresa prestadora do serviço	Coordenador de manutenção da empresa	Coordenador da empresa contratante
Ter uma sequência de trabalho.	Ter medidas atuais em relação a um equipamento novo.	Ter medidas atuais em relação a um equipamento novo.
Indicar se as peças do equipamento estão aptas para uso.	Um documento que relate as informações de cada equipamento	Informar as peças do equipamento que precisam ser trocadas ou reparadas.
	Ter um histórico de cada equipamento.	Ter um histórico de cada equipamento.

Fonte: o autor

Com essas informações, nota-se que é necessário criar um documento que fique na empresa com uma cópia na empresa contratante, mas primeiramente seria necessário encontrar os principais sistemas das talhas, que determine as eventuais falhas que podem acontecer no equipamento durante o seu funcionamento.

Sendo assim, foi necessário pesquisar o interior de cada equipamento citado através de catálogos determinando os sistemas analisados. Sendo eles:

- Sistema de Elevação;
- Sistema de Alimentação e Comando;
- Sistema de translação;
- Freio

Com o auxílio do FMEA é possível verificar o índice de risco de cada um desses componentes que geram todos os componentes do equipamento. A Tabela 5 exhibe os quatro componentes citados analisando e informando as possíveis falhas e o índice de risco.

Tabela 5 - FMEA dos sistemas das talhas elétricas

Processo / Sistema	Função do processo	Efeito da falha	Causa da falha	Índices atuais				Índice de risco
				F	G	D	NR P	
Sistema de elevação	Elevar a carga	Não elevar carga	Limite fim de curso	7	5	6	210	Muito alto
			Falha no sistema de comando	8	3	5	120	Alto
			Motor queimado	1	4	5	20	Baixo
			Rolamento travado	1	1	5	5	Baixo
			Eixo de acionamento travado	1	1	5	5	Baixo
Sistema de alimentação e comando	Deixar o equipamento o em funcionamento	O equipamento não funcionar	Falta de fase	9	6	5	270	Muito alto
			Limite fim de curso	7	5	6	210	Muito alto
			Falta de fusíveis	6	3	4	72	Médio
Sistema de translação	Locomover a carga para os lados	O equipamento não se locomover	Freio travado	4	5	5	100	Médio/Alto
			Ligação errada	1	6	4	24	Baixo
			Queima do motor	1	6	4	24	Baixo
			Rolamento travado	1	1	5	5	Baixo
			Falta de fase	9	6	5	270	Muito alto
			Limite fim de curso irregular	7	5	6	210	Muito alto
Freio	Segurar a carga suspensa	Cair à carga	Folga elevada	7	8	7	392	Muito alto
			Má regulagem	6	8	9	432	Muito alto
			Óleo ou graxa no freio	6	9	5	270	Muito alto
			Freio desgastado	9	10	10	900	Muito alto

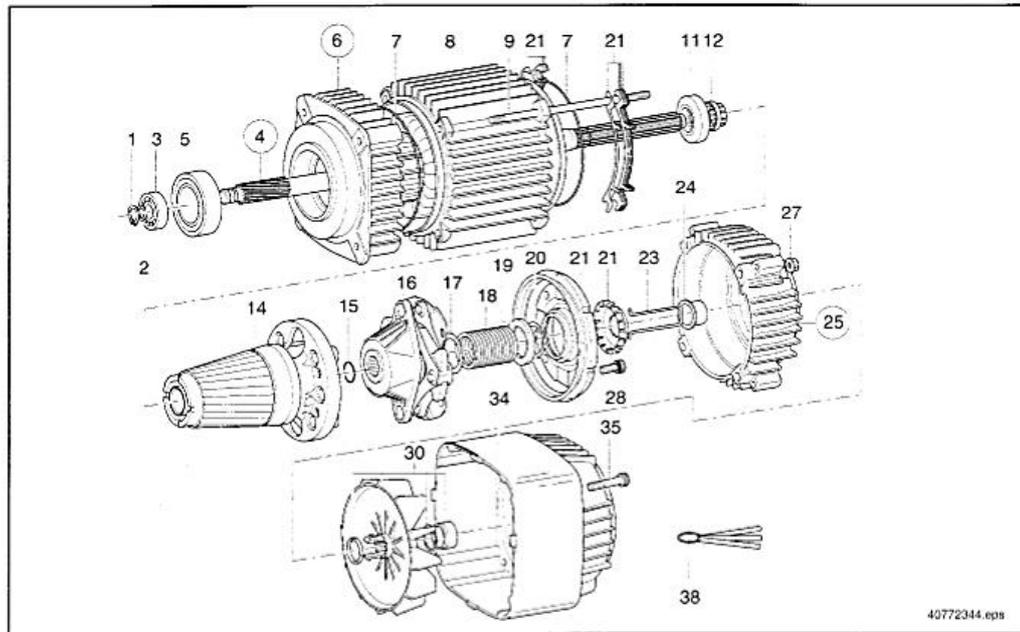
Fonte: O autor

Com base na Tabela 6, pode-se analisar que o freio de qualquer talha deve ser cuidadosamente analisado. Em caso de má regulagem, desgaste ou impurezas, pode gerar uma folga relativamente grande, aumentando o risco da carga que está sendo içada cair. Isso geraria danos à carga, ao patrimônio, ao equipamento em si, e aos operadores.

Com essas informações, foi necessário identificar todos os componentes que determinam o sistema de elevação, o sistema de alimentação e comando e o sistema de translação dos dois equipamentos e encontrar semelhanças para gerar o documento.

O modelo da talha Demag analisada foi a DKUN-2 com a capacidade de até 600kg, sendo muito utilizada nas indústrias do sul do país. A Figura 7 exibe o motor principal da talha junto com o conjunto do disco de freio (peça nº 21) e o conjunto de ventilação (peça nº 30).

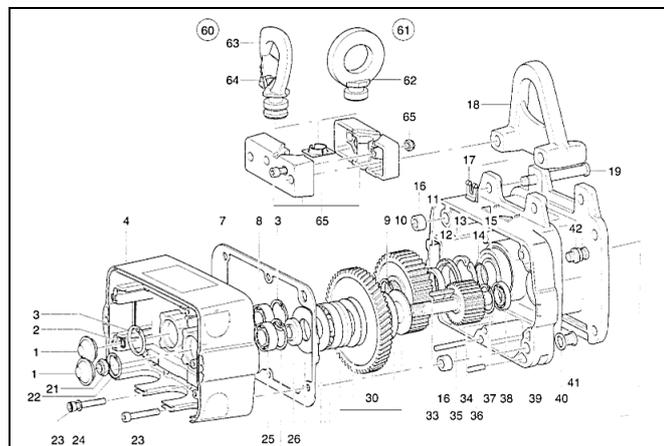
Figura 7 - Motor Principal da Talha



Fonte: Demag (1994, p. 5)

A Figura 8 exibe de forma explodida o redutor do equipamento, essa parte tem a função de determinar a velocidade do equipamento.

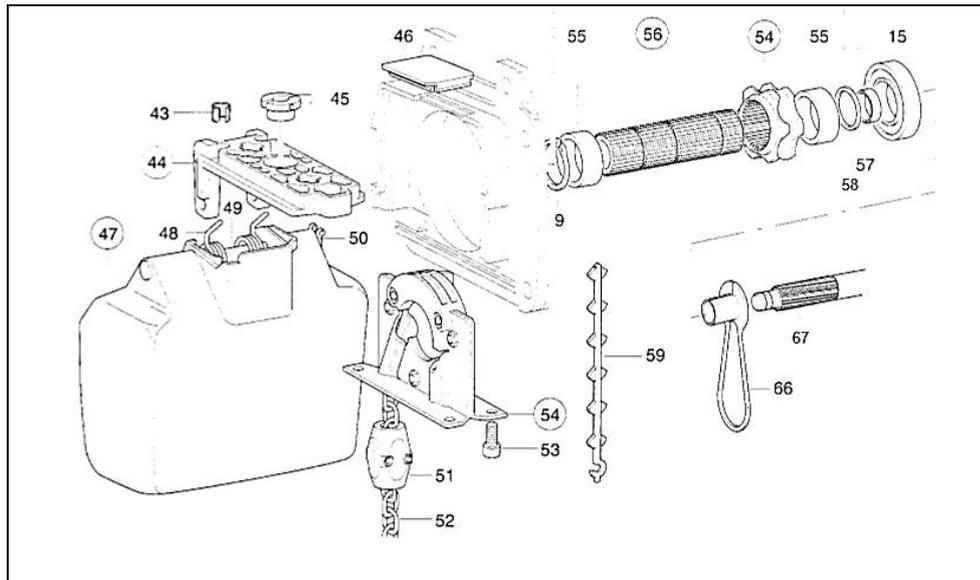
Figura 8 - Redutor



Fonte: Demag (1994, p. 6)

A Figura 9 exibe o guia da corrente, uma má manutenção ou até mesmo a instalação inadequada da corrente, pode ocasionar a deformação da peça nº 54. Caso ocorra essa deformação, a corrente não terá orientação, podendo ocasionar danos ao equipamento.

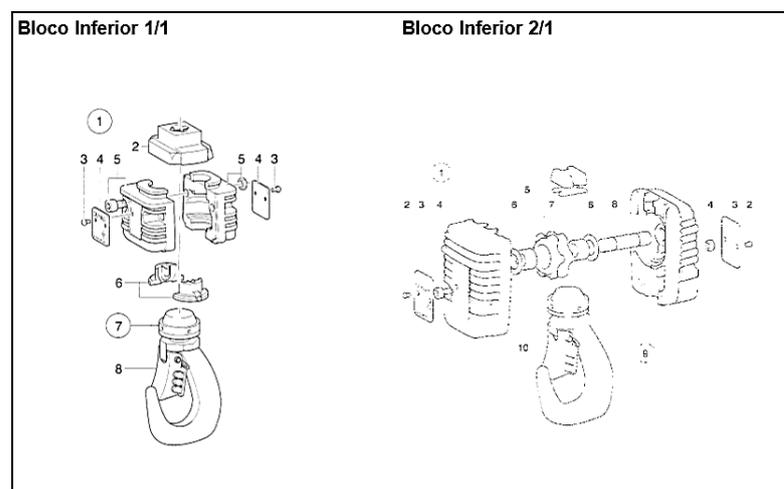
Figura 9 - Continuação do Redutor



Fonte: Demag (1994, p. 6)

A Figura 10 exibe de forma explodida os dois tipos de bloco inferior existe para esse equipamento.

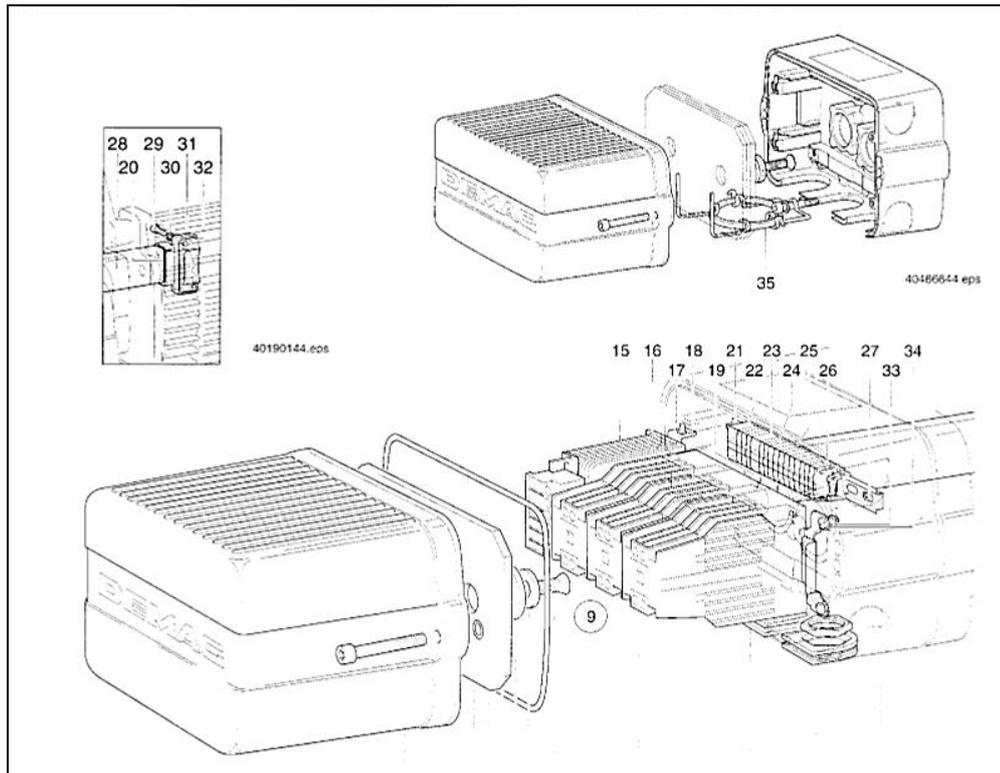
Figura 10 - Bloco Inferior do Equipamento



Fonte: Demag (1994, p. 10)

A Figura 11 exibe os componentes elétricos da máquina, essa parte é responsável pela entrada de energia que passa pelos contatores, realizando o acionamento do equipamento.

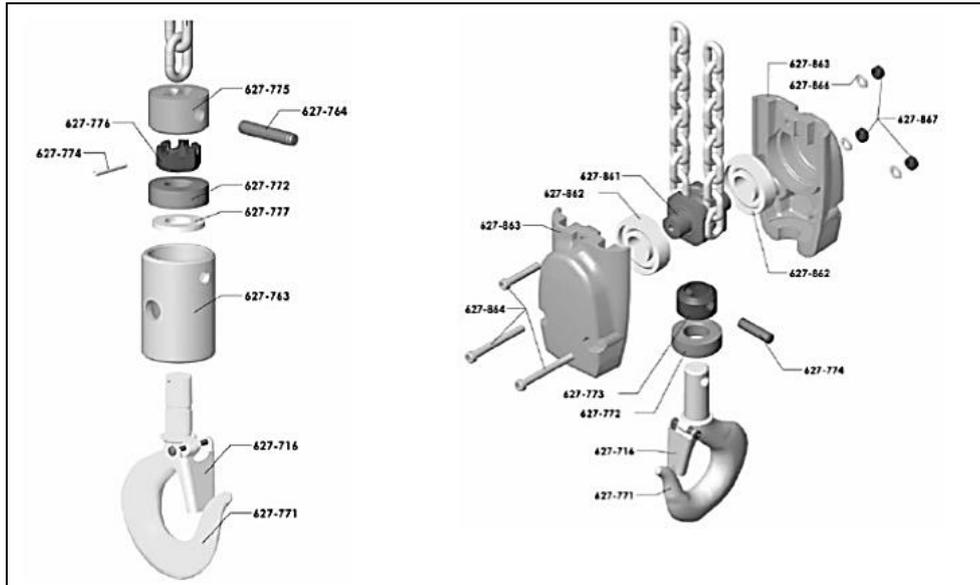
Figura 11 - Componentes Elétricos



Fonte: Fonte: Demag (1994, p. 12)

O modelo da talha Columbus analisada foi a Lodestar, sua capacidade é de 2000 Kg. A figura 12 exhibe a vista explodida do bloco inferior do equipamento, ficando a critério do peso da carga.

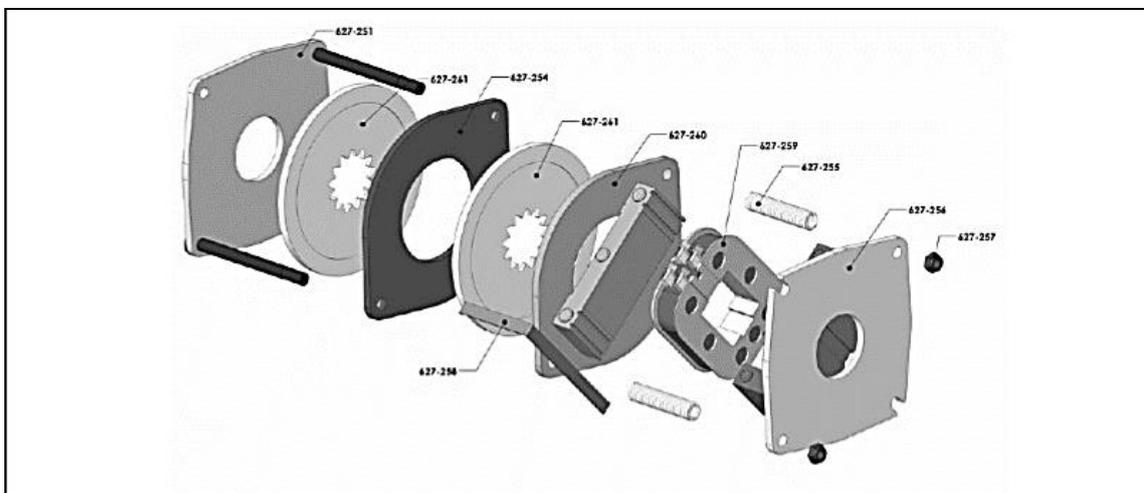
Figura 12 - Montagem do Bloco Inferior



Fonte: Columbus (2008, p. 58)

A Figura ,13 exhibe o sistema de freio da talha, sua forma de funcionamento é elétrico. Esse sistema de freio precisa ser muito bem inspecionado, pois no meio dos discos, passa um eixo e com a vibração do mesmo faz com que os dentes dos discos sofram danos, criando grandes deformações podendo ocasionar a queda da carga.

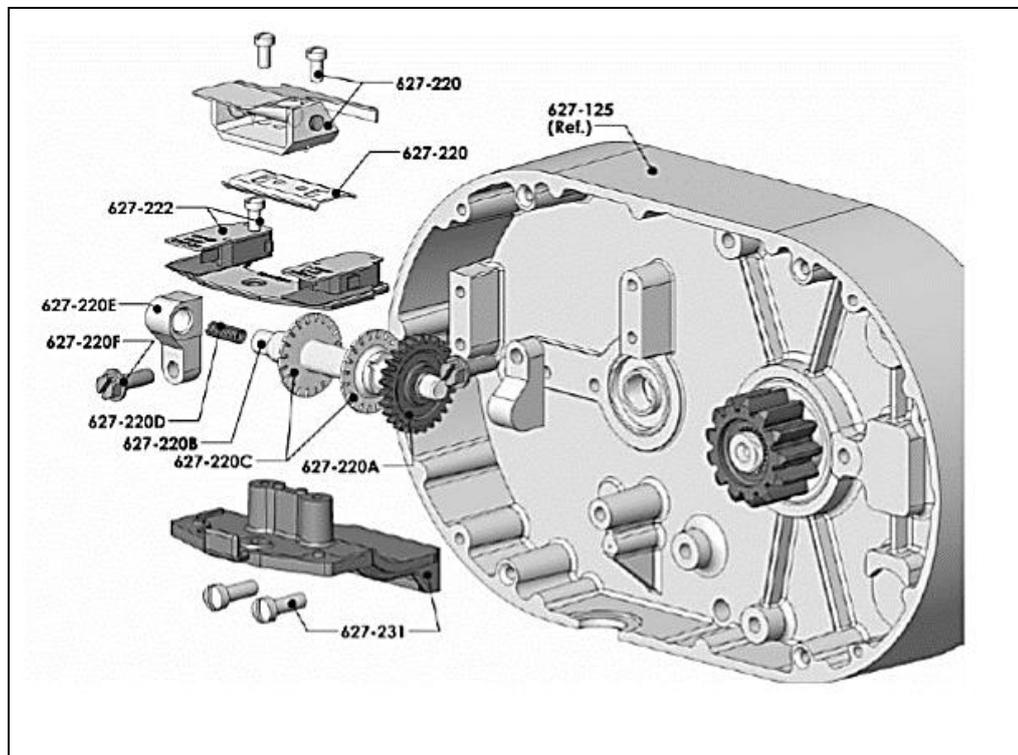
Figura 13 - Componentes do Freio da Talha Lodestar



Fonte: Columbus (2008, p. 62)

A Figura 14 exibe o sistema de fim de curso no equipamento, essa parte é determinada o comprimento da corrente em funcionamento, determinado pelo perímetro útil de utilização da corrente se adequando ao local.

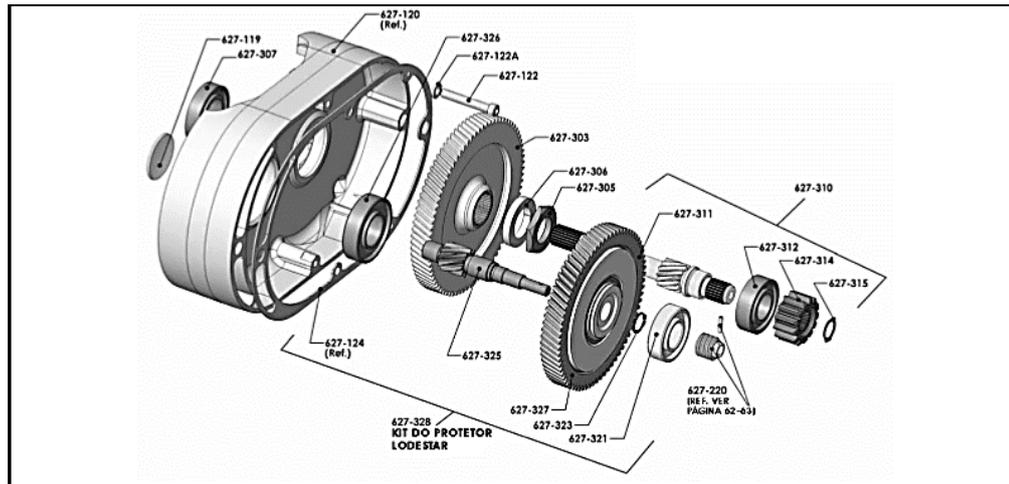
Figura 14 - Componentes de Fim de Curso da Talha



Fonte: Columbus (2008, p. 64)

A Figura 15 exibe os componentes de engrenagem, parte muito importante do equipamento, pois necessita estar bem lubrificada para que os dentes das engrenagens não trabalhem a seco, que pode gerar sua quebra e causar o mau funcionamento do equipamento.

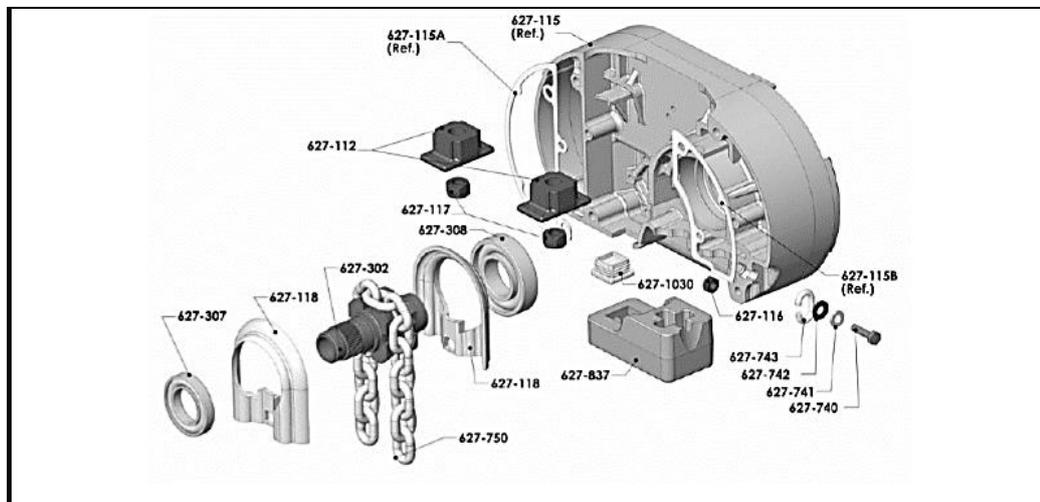
Figura 15 - Componentes da Engrenagem da Talha Lodestar



Fonte: Columbus (2008, p. 66)

Os componentes de elevação do equipamento são importantes, pois é esse conjunto de peças que tem o objetivo de manter o alinhamento da corrente de elevação alinhado. O descuido na manutenção nesse conjunto e em qualquer outro relacionado a elevação, pode gerar grandes interferências no bom funcionamento do equipamento. O que pode ocorrer, por exemplo, é a corrente entrar torcida gerando a parada total do equipamento e a quebra de peças.

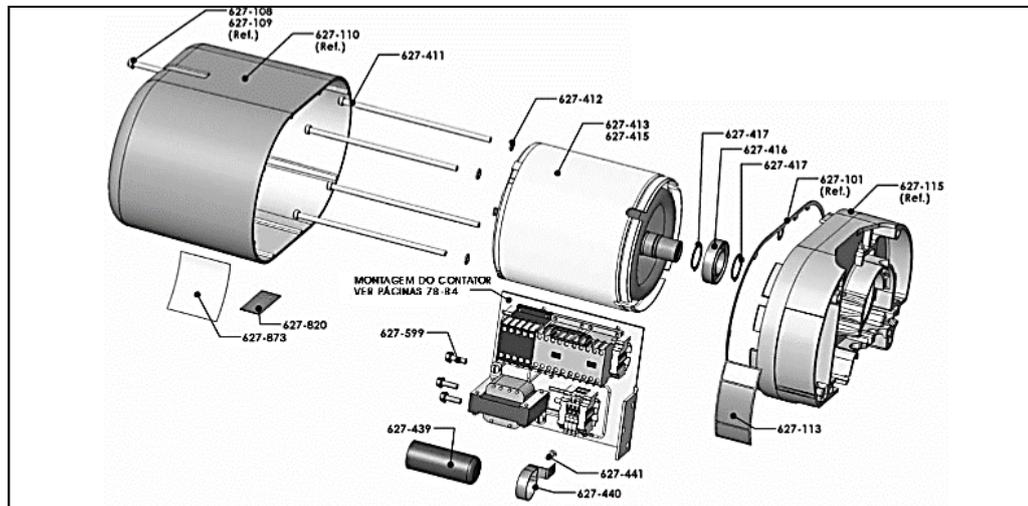
Figura 16 - Componentes de Elevação



Fonte: Columbus (2008, p. 68)

A Figura 17 exhibe os Componentes do Motor do equipamento, essas peças são extremamente fundamentais para o funcionamento da talha. Normalmente esse conjunto não dão muitos problemas, pois mantendo uma boa manutenção esse conjunto pode funcionar por muito tempo sem dar nenhum tipo de problemas.

Figura 17 - Componentes do Motor



Fonte: Columbus (2008, p. 70)

Como pode-se observar, nas ilustrações acima a possibilidade de ser gerada uma análise preditiva que possa auxiliar para que os equipamentos funcionem adequadamente em sua plena atividade dentro da área produtiva.

4. RESULTADOS

Após analisar e verificar os catálogos referente aos dois equipamentos foi necessário fazer uma lista que comportaria não somente os dois tipos de equipamento, mas da maioria das talhas elétricas. Sendo assim, foi elaborada uma ficha de inspeção em talhas elétricas de corrente onde consta cada item de cada sistema relatado (Sistema de elevação, Sistema de Alimentação e Comando e Sistema de translação), além dos dados da talha e do cliente, como exemplificado na Tabela 6.

Tabela 6 - Ficha de inspeção (Dados gerais)

Ficha de inspeção em talha elétrica de corrente			Nº
Cliente:	Contato:		
Endereço:	Tempo utilizado:		h:
Equipamento:	Tag.:	Capacidade:	Kg.

Fonte: o autor

Nessa parte do documento são relatados alguns dados do cliente, quem é o responsável do local onde se encontra a equipamento, qual o tipo e modelo da talha com o respectivo número (Tag) determinado pela empresa e a capacidade total que o equipamento suporta.

A Tabela 7 exhibe todos os itens relacionados ao sistema de elevação do equipamento. Nessa parte o técnico de manutenção fará a inspeção nesses itens informando se a peça está boa (B), se a peça precisa ser reparada (R) ou se ela precisa ser trocada (T).

Tabela 7 - Ficha de Inspeção (Situação de Elevação)

SITUAÇÃO	B	R	T
Sistema de elevação			
Motor de elevação			
Entreferro do estator com o rotor			
Sistema de freio			
Ventilador do motor			
Eixo de acionamento			
Arrastador do rotor			
Calço do entreferro			
Amortecedor do eixo de acionamento			
Vaz. de óleo no eixo de acionamento			
Guia da corrente			
Coletor da corrente			

Fricção			
Vazamento no rolamento do guia			
Flange de centralização			
Base do guia da corrente			
Corrente de elevação			
Batedor do bloco inferior			
Gancho de elevação			
Laterais / eixo / rol./roda do bloco inferior			
Trava do gancho			

Fonte: o autor

A Tabela 8 é referente ao sistema de alimentação e comando e o sistema de translação do equipamento.

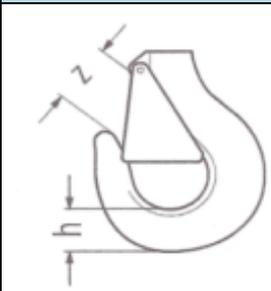
Tabela 8 - Sistema de Alimentação e Comando e Sistema de translação

<u>Sistema de alimentação e comando</u>			
Tampa traseira da botoeira			
Tampa dianteira da botoeira			
Fole da botoeira			
Botão de emergência da botoeira			
Botões de acionamento			
Cabo de comando			
Cortina de alimentação e comando			
Carro arrastador de comando			
Troles de alimentação e comando			
Tomada de alimentação			
Perfis de alimentação e comando			
Cabos chatos de alimentação e comando			
<u>Sistema de translação</u>			
Caixa de ligação do motor de translação			
Rodas engrenadas de translação			
Rodas lisas de translação			
Folga entre e viga e as rodas			
Sistema de fixação do trole			
Sistema de freio			

Fonte: o autor

Na Tabela 9 o técnico está realizando todas as medidas necessárias no gancho. Depois do conhecimento das medidas atuais, elas são comparadas ao um gancho novo que varia de fabricante pra fabricante. Caso o gancho do equipamento esteja com suas medidas atuais muito diferentes a um gancho novo, o gancho é reprovado e como consequência a talha será interdita.

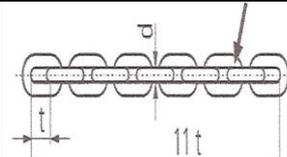
Tabela 9 - Ganchos

GANCHOS:	Gancho de suspensão mm		Valor encontrado
		Altura h novo	
Altura h mín.			
Abertura z novo			
Abertura z máx.			
Gancho de carga mm		Valor encontrado	
Altura h novo			
Altura h mín.			
Abertura z novo			
Abertura z máx.			
Aprovado		Reprovado	

Fonte: o autor

Posteriormente, o técnico também tirará as medidas necessárias da corrente. Depois do conhecimento das atuais medidas, elas também serão comparadas a uma corrente nova, que varia de fabricante pra fabricante. Caso a corrente do equipamento esteja com suas medidas atuais muito distintas a uma corrente nova, será solicitada uma corrente nova de forma urgente, mas a corrente será reprovada e como consequência a talha também será interditada. A Tabela 10 exhibe as medidas encontradas da corrente. Depois de identificar as atuais medidas, elas serão comparadas a uma corrente nova, que varia de fabricante pra fabricante. Caso as medidas estejam distintas, será solicitada uma corrente nova de forma urgente, mas a corrente será reprovada e como consequência a talha será interditada.

Tabela 10 - Correntes

CORRENTE	Valor de referencia		Valores DXT	Valor encontrado
Norma DIN 685	d		d mínimo =	
	t		t máximo =	
	11 t		11 t máximo =	
	Aprovado	Reprovado		

Fonte: o autor

Nessa parte da ficha, são relatados todos os materiais que precisam ser trocados e uma breve descrição do serviço que precisa ser realizado. Na parte de observações, é contada alguma anomalia que acontece fora da talha, sendo ela na ponte rolante, estrutura da viga e na própria viga. A Tabela 11 exhibe que o manutentor deverá relatar todos os materiais que precisam ser trocados e também realizar uma breve descrição do serviço que precisa ser

efetuado. Na parte de observações, é descrita alguma anomalia que esteja ocorrendo no ambiente onde a talha opera, sendo ela na ponte rolante, estrutura da viga e na própria viga.

Tabela 11 - Materiais

Material a ser substituído	Obs.:	Material / Serviço pendente

Fonte: o autor

A Tabela 12 exibe todos os materiais que precisam ser trocados e uma breve descrição do serviço que precisa ser realizado. Na parte de observações, é contada alguma anomalia que acontece fora da talha, sendo ela na ponte rolante, estrutura da viga e na própria viga.

Tabela 12 - Entrega do Documento

B = BOM / R = RECUPERAR / T = TROCAR / NA= NÃO SE APLICA		<u>O cliente foi avisado dos itens acima estando ciente das condições</u>			
Para uso do Técnico					
		/	/		
Data	Assinatura do Técnico	Data	Assinatura do cliente		

Fonte: o autor

A ficha de inspeção nas talhas elétricas de corrente se encontra montada em Apêndice A.

5 CONCLUSÕES

Esse trabalho abordou diversos termos relacionados à manutenção para que os equipamentos tenham uma qualidade, um desempenho melhor junto com uma vida útil mais duradoura. Assim, a manutenção se torna um dos fatores essenciais dentro de uma organização que visa o bom funcionamento da máquina e da empresa de modo geral. Com os equipamentos de içamento de cargas não pode ser diferente, pois por ser um equipamento de risco, a falta de manutenção nas talhas elétricas podem ocasionar graves acidentes e desastres nas empresas.

Com o FMEA foi possível identificar os principais índices de falhas que podem determinar uma falha no equipamento, direcionando os principais itens a serem analisados. Com a ficha de inspeção apresentada no estudo de caso, queria-se a certeza de que cada item relacionado foi inspecionado, gerando uma confiança tanto do técnico de manutenção da empresa contratada, como para os envolvidos da empresa contratante. Com isso, conseqüentemente se cria um histórico de cada equipamento, onde podem ser acompanhadas por ambas as empresas (contratante e contratada).

Após da análise da empresa o *checklist* já foi implantado e já está sendo utilizada nas fábricas onde há contrato.

Considerando os resultados obtidos com a pesquisa e a satisfação das empresas, acredita-se que há a possibilidade de criar outras fichas de inspeção para outros equipamentos como: Pontes Rolantes, Talhas de Cabo de Aço, Talhas Pneumáticas, Pórticos Rolantes, Pórticos Manuais, Transpaleteira Manual, Transpaleteira Elétrica etc.

Com a criação do check list, a empresa tem o interesse da implantação da ISO 9001, já que um dos requisitos para se obter a ISO 9001 é a criação de histórico de equipamentos.

Com isso, determina que a manutenção deve estar sempre presente não só em equipamentos de elevação e movimentação de carga, mas sim em todos. Uma boa manutenção sempre irá fornecer mais segurança e qualidade, fazendo com que as paradas de produção sejam menores e aumentando a produtividade na produção e a vida útil no equipamento.

REFERÊNCIAS

ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10981: TALHAS DE CORRENTE COM ACIONAMENTO MOTORIZADO - ESPECIFICAÇÃO**. 1989. 8 p. DISPONÍVEL EM: <[HTTP://WWW.ABNTCATALOGO.COM.BR/NORMA.ASPX?ID=006271](http://www.abntcatalogo.com.br/norma.aspx?id=006271)>. ACESSO EM: 16 JUL. 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 11327: REQUISITOS DE UTILIZAÇÃO DE TALHAS DE CORRENTE COM ACIONAMENTO MOTORIZADO**. 2016.13P. DISPONÍVEL EM: <[HTTP://WWW.ABNTCATALOGO.COM.BR/NORMA.ASPX?ID=358664](http://www.abntcatalogo.com.br/norma.aspx?id=358664)>. ACESSO EM: 04 SET. 2016.

BAPTISTA, JOSÉ ANTÔNIO. **MANUTENÇÃO INDUSTRIAL: TÉCNICAS, CONTOS E CAUSOS**. SÃO CAETANO DO SUL: LAURA EDITORIAL, 2016. 256 p.

CARAÇA, AMANDA. **FMEA (FAILURE MODE AND EFFECT ANALYSIS)**. 2007. DISPONÍVEL EM: <[HTTP://WWW.PORTALDECONHECIMENTOS.ORG.BR/INDEX.PHP/POR/CONTEUDO/FMEA-FAILURE-MODE-AND-EFFECT-ANALYSIS](http://www.portaldeconhecimentos.org.br/index.php/por/conteudo/fmea-failure-mode-and-effect-analysis)>. ACESSO EM: 14 SET. 2016.

COLUMBUS MCKINNON CORPORATION (EUA). **DIVISÃO DE PRODUTOS INDUSTRIAIS. MANUAL DE OPERAÇÃO, MANUTENÇÃO E PEÇAS**: LODESTAR. NEW YORK, 2008. 92 p.

DEMAG CRANES & COMPONENTS (COTIA) (ED.). **PEÇAS SOBRESSALENTES: TALHA DE CORRENTE DEMAG DKUN2**. COTIA, 1994. 16 f.

GESTÃO INDUSTRIAL – **HISTÓRIA DA MANUTENÇÃO**. DISPONÍVEL EM <[HTTP://WWW.GESTAOINDUSTRIAL.ILAX.COM.BR/3.002%20HISTORIAMANUTENCAO.HTM](http://www.gestaoindustrial.ilax.com.br/3.002%20HISTORIAMANUTENCAO.HTM)> . ACESSO EM 10 DE OUT. DE 2016.

KOYANO, MAURICIO. **MANUTENÇÃO INDUSTRIAL: TREINAMENTO INDUSTRIAL**. 2002. DISPONÍVEL EM: <[HTTP://WWW.GIBEN.COM.BR/MANU1.HTM](http://www.giben.com.br/manu1.htm)>. ACESSO EM: 28 SET. 2016.

LANGUI, C. A. **PONTES ROLANTES - A IMPORTÂNCIA DO EQUIPAMENTO NAS ÁREAS DE PRODUÇÃO INDUSTRIAL - PONTES ROLANTES**. 50P. MONOGRAFIA (MBA EM GERÊNCIA EMPRESARIAL) - DEPARTAMENTO DE ECONOMIA, CONTABILIDADE, ADMINISTRAÇÃO E SECRETARIADO, UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ, TAUBATÉ, 2001.

MANUTENÇÃO CORRETIVA. DISPONÍVEL EM: <[HTTPS://MANUTENCAOEFAZ.WORDPRESS.COM/PORTAL-DO-CONHECIMENTO/MANUTENCAO-CORRETIVA/](https://manutencaoeficaz.wordpress.com/porta-do-conhecimento/manutencao-corretiva/)>. ACESSO EM: 15 JUN. 2016.

MICHEL, EDIUN. **PROJETO DETALHADO DE UMA MÁQUINA DE ELEVAÇÃO E TRANSPORTE**. 2012. 63 F. TCC (GRADUAÇÃO) - CURSO DE ENGENHARIA MECÂNICA, FAHOR FACULDADE HARIZONA, HORIZONTINA, 2012. DISPONÍVEL EM: <[HTTP://WWW.FAHOR.COM.BR/PUBLICACOES/TFC/ENGMEC/2012/EDIUN_MICHEL_2014.PDF](http://www.fahor.com.br/publicacoes/tfc/engmec/2012/EDIUN_MICHEL_2014.pdf)>. ACESSO EM: 28 OUT. 2016.

MONCHY, FRANÇOIS, **A FUNÇÃO MANUTENÇÃO – FORMAÇÃO PARA A GERÊNCIA DA MANUTENÇÃO INDUSTRIAL**.

MORAES, GIOVANNI. **ELEMENTOS DO SISTEMA DE GESTÃO DE SMSQRS – TEORIA DA VULNERABILIDADE**. VOLUME 1. 2ª. ED. RIO DE JANEIRO: GERENCIAMENTO VERDE EDITORA E LIVRARIA VIRTUAL, 2009. 460P.

MORAES, GIOVANNI. **SISTEMA DE GESTÃO DE RISCO: PRINCÍPIOS E DIRETRIZES ISO 31000/2009 COMENTADA E ILUSTRADA**. RIO DE JANEIRO: LIVRARIA VIRTUAL, 2010. 280 P. DISPONÍVEL EM: <[HTTPS://BOOKS.GOOGLE.COM.BR/BOOKS?ID=F_G1RKJNUXAC&PRINTSEC=FRONTCOVER&HL=P T-BR#V=ONEPAGE&Q&F;=FALSE](https://books.google.com.br/books?id=F_g1rkjnuXAC&printsec=frontcover&hl=pt-br#v=onepage&q&f=false)>. ACESSO EM: 1 NOV. 2016.

NASSAR, W. R. **APOSTILA DE MÁQUINAS DE ELEVAÇÃO E TRANSPORTE**. UNIVERSIDADE DE SANTA CECÍLIA - SÃO PAULO. 2004

NORMA REGULAMENTADORA. NR12 **SEGURANÇA NO TRABALHO EM MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS: SEGURANÇA NO TRABALHO EM MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS**. 1978. DISPONÍVEL EM: <[HTTP://TRABALHO.GOV.BR/IMAGES/DOCUMENTOS/SST/NR/NR12/NR-12-ATUALIZADA-OUT-2016.PDF](http://trabalho.gov.br/images/documentos/sst/nr/nr12/nr-12-atualizada-out-2016.pdf)>. ACESSO EM: 25 OUT. 2016.

NORMA REGULAMENTADORA. NR12 **TRANSPORTE, MOVIMENTAÇÃO, ARMAZENAGEM E MANUSEIO DE MATERIAIS: TRANSPORTE, MOVIMENTAÇÃO, ARMAZENAGEM E MANUSEIO DE MATERIAIS**. 1978. DISPONÍVEL EM: <[HTTP://TRABALHO.GOV.BR/IMAGES/DOCUMENTOS/SST/NR/NR11.PDF](http://trabalho.gov.br/images/documentos/sst/nr/nr11.pdf)>. ACESSO EM: 25 OUT. 2016.

O QUE É UMA TALHA ELÉTRICA. 2012. DISPONÍVEL EM: <[HTTP://WWW.MANUTENCAOESUPRIMENTOS.COM.BR/CONTEUDO/6072-O-QUE-E-UMA-TALHA-ELETRICA/](http://www.manutencao.esuprimentos.com.br/conteudo/6072-o-que-e-uma-talha-eletrica/)>. ACESSO EM: 12 JUN. 2016.

PARLOW, RICARDO DE CAMPOS. **ADEQUAÇÃO DE UMA SERRA CIRCULAR À NR-12**. 2014. 39 F. TCC (GRADUAÇÃO) - CURSO DE ENGENHARIA MECÂNICA, FAHOR - FACULDADE HORIZONTAL, HORIZONTAL, 2014. CAP. 2. DISPONÍVEL EM: <[HTTP://WWW.FAHOR.COM.BR/PUBLICACOES/TFC/ENGMEC/2014/RICARDO_DE_CAMPOS_PARLOW.PDF](http://www.fahor.com.br/publicacoes/tfc/engmec/2014/ricardo_de_campos_parlow.pdf)>. ACESSO EM: 8 OUT. 2016.

PASSOS, L. C. **APOSTILA: TÉCNICAS DE INSTALAÇÃO, OPERAÇÃO, MANUTENÇÃO, TESTES E INSPEÇÃO: PONTES ROLANTES, GUINDASTES GIRATÓRIOS E ACESSÓRIOS DE MOVIMENTAÇÃO DE CARGAS**. MAKE ENGENHARIA, ACESSORIA E DESENVOLVIMENTO. 2011.

PINTO, ALAN KARDEC; XAVIER, JÚLIO AQUINO NASCIF. **MANUTENÇÃO: FUNÇÃO ESTRATÉGICA**. RIO DE JANEIRO: QUALITYMARK, 1998

RUDENKO, N. **MÁQUINAS DE ELEVAÇÃO E TRANSPORTE**. RIO DE JANEIRO: LIVROS TÉCNICOS E CIENTÍFICOS, EDITORA S.A. TRADUTOR: JOÃO PLAZA. 1976.SÃO PAULO: EDITORA DURBAN LTDA, 1989.

TALHA ELÉTRICA DE CORRENTE. DISPONÍVEL EM: <[HTTP://WWW.SAMMTALHAS.COM.BR/TALHA-ELETRICA/TALHA-ELETRICA-DE-CORRENTE.PHP](http://www.sammtalhas.com.br/talha-eletrica/talha-eletrica-de-corrente.php)>. ACESSO EM: 10 JUL. 2016.

TOLEDO, JOSÉ CARLOS DE; AMARAL, DANIEL CAPALDO. **FMEA - ANÁLISE DO TIPO E EFEITO DE FALHA**. SÃO CARLOS: S/N, /. DISPONÍVEL EM: <[HTTP://WWW.GEPEQ.DEP.UFSCAR.BR/ARQUIVOS/FMEA-APOSTILA.PDF](http://www.gepeq.dep.ufscar.br/arquivos/fmea-apostila.pdf)>. ACESSO EM: 30 OUT. 2016.

SOUZA, VALDIR CARDOSO DE. **ORGANIZAÇÃO E GERÊNCIA DA MANUTENÇÃO: PLANEJAMENTO, PROGRAMAÇÃO E CONTROLE DA MANUTENÇÃO**. 4. ED. SÃO PAULO: ALL PRINT, 2009.

W. NETO, NESTOR. **O QUE É NR**. DISPONÍVEL EM: <[HTTP://SEGURANCADOTRABALHONWN.COM/O-QUE-E-NR/4](http://segurancadotrabalhonnwn.com/o-que-e-nr/4)>. ACESSO EM: 4 NOV. 2016

XENOS, HARILAUS G. **GERENCIANDO A MANUTENÇÃO PRODUTIVA**, BELO HORIZONTE: EDITORA DE DESENVOLVIMENTO GERENCIA, 1998.

YIN, R. K. **ESTUDO DE CASO – PLANEJAMENTO E MÉTODOS**. PORTO ALEGRE: BOOKMAN, 2015.

