

**UNIVERSIDADE IGUAÇU
FACULDADE DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLÓGICAS
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA MECÂNICA**

Rui Herédia de Sá Junior

**ANÁLISE DA MELHORIA OPERACIONAL EM ELEVADORES DE
CREMALHEIRA.**

Nova Iguaçu – RJ

2021

Rui Herédia de Sá Junior

**ANÁLISE DA MELHORIA OPERACIONAL EM ELEVADORES DE
CREMALHEIRA.**

Monografia submetida ao Curso de Graduação em Engenharia Mecânica, da Universidade Iguaçu - UNIG, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Engenharia Mecânica. Orientador: Prof. M.Sc. Erick de Sousa Marouço.

Nova Iguaçu – RJ
2021

S158a

Sá Junior, Rui Herédia de.

Análise da melhoria operacional em elevadores de cremalheira / Rui Herédia de Sá Junior. – 2021.

70f. : il.

Graduação (Engenharia Mecânica). Universidade Iguaçu, Nova Iguaçu, 2021.

Bibliografia: f.: 70.

Rui Herédia de Sá Junior

**ANÁLISE DA MELHORIA OPERACIONAL EM ELEVADORES DE
CREMALHEIRA.**

Monografia submetida à Coordenação do
Curso de Engenharia Mecânica, da
Universidade Iguaçu - UNIG, com
requisito parcial para obtenção do título de
Bacharel em Engenharia Mecânica.

Data de aprovação: __/__/____.

Banca Examinadora:

Presidente: _____
Professor M.Sc. Jorge Luiz Coutinho Diniz.

Universidade Iguaçu - UNIG

1º. Examinador: _____
Professor M.Sc. Erick de Sousa Marouço.

Universidade Iguaçu - UNIG

2o. Examinador: _____
Professor M.Sc. Telmo Viana Rodrigues

Universidade Iguaçu - UNIG

AGRADECIMENTOS

À Deus

Aos meus pais

Aos professores

Aos colegas de turma

Aos amigos e

A Instituição

“Até aqui nos ajudou o Senhor, por isso
estamos felizes”

RESUMO

O trabalho em Altura estabelece requisitos de proteção que envolvem conhecimento de seus riscos, normas a serem respeitadas, medidas de proteção a serem seguidas, planejamento, organização e execução, de forma a garantir a segurança, saúde e qualidade de vida dos colaboradores envolvidos, sem contar com a responsabilidade do colaborador. Os métodos a serem adotados têm em vista preservar a saúde física dos mesmos, em geral, a aplicabilidade das NR e NBR, têm como finalidade as atividades de montagem de elevadores de cremalheira enfatizando as diretrizes sobre segurança e riscos do trabalho em altura. Já os objetivos específicos explicitam as atividades do trabalho em altura, avaliam a NR aplicada na atividade que está relacionada ao elevador de cremalheira, tais como: NR18 – condições e meio ambiente de trabalho na indústria da construção e NBR 16200, conceituando-se a expressão “elevador de cremalheira” tendo em vista diagnosticar os riscos nessas atividades e documentação necessária. Tem sido observado o maior uso de elevadores de cremalheira na construção civil, uma atividade que vem se intensificando a cada dia. Comparando o equipamento deste estudo com as principais normas ABNT NBR16200 e NR 18 fez-se necessária a inspeção sobre a segurança como: sistema de elevação, sistemas de frenagem, dispositivos de segurança. Através de consulta às normas regulamentadoras ABNT NBR 16200 e NR 18, a inspeção de melhorias só pode ser realizada com base nas normas, pois ajudou nas diretrizes corretas a serem seguidas. Os resultados desse estudo apontam as melhorias operacionais feitas baseando-se nas normas que regem os elevadores de cremalheiras.

Palavra-chave: Elevador, Manutenção, Inspeção, Segurança, Elevador Cremalheira.

ABSTRACT

The present work concisely portrays the protection requirements that involve knowledge of its risks, standards to be respected, protection measures to be adopted, planning, organization and execution, in order to ensure the safety, health and quality of life of the employees involved, not taking into account the responsibility of the employee. The methods to be followed aim to preserve the physical health of the worker, in general, the applicability of the NR and NBR have as purpose the rack elevators assembly activities, emphasizing the guidelines on safety and risks of working at heights. Conversely, the specific objectives explain the activities of the work at heights and evaluate the NR applied in the activity that is related to the rack elevator, just as: NR18 - working conditions and work environment in the construction industry and NBR 16200, conceptualizing the expression "rack elevator" in order to diagnose the risks in these activities and the necessary documentation. The increased use of rack elevators in the civil construction has been noticed, an activity that has been intensifying constantly. Comparing the equipment discussed in this study with the ABNT NBR16200 and NR 18 standards, it was necessary the inspection in terms of safety such as: lifting system, braking system, safety devices. Through the consult about the regulatory standards ABNT NBR 16200 and NR 18, the inspection of improvements can only be carried out based on those standards, considering it helped to acquire the appropriate guidelines to be followed. The results of this study expose the operational improvements made based on the rules that govern the rack elevators.

Keyword: Elevator, Maintenance, Inspection, Safety, Elevator Rack

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Demonstração histórica. Fonte: SOS elevadores	15
Figura 2 - Elevador de cremalheira. Autor: Tencipar elevadores.	16
Figura 3 - Componentes do elevador de cremalheira. Autor: Fabrica do projeto	17
Figura 4 - Engrenagens de uma caixa redutora danificada. Fonte: Autor	27
Figura 5 - Elevador cremalheira MODELO PLT - WP5000. Fonte: Manual	29
Figura 6 - Partes da torre do elevador de cremalheira. Fonte: Autor	31
Figura 7 - Placa de sinalização do elevador de cremalheira. Fonte: Autor	32
Figura 8 - Placa de orientação de utilização do elevador de cremalheira. Fonte: Autor	33
Figura 9 - Dispositivo de segurança jumpeado. Fonte: Autor	35
Figura 10 - Seção da torre desalinhada. Fonte: Autor	37
Figura 11 - Cremalheira desgastada. Fonte: Autor	38
Figura 12 - Desgaste máximo permitido pelo fabricante. Fonte: Manual ZPMC elevadores	39
Figura 13 - Guarda corpo ou Balaustrada do elevador de cremalheira. Fonte: Autor	40
Figura 14 – Máquina motriz - Composto por motor, eletro freio e caixa redutora do elevador de cremalheira. Fonte: Autor	42
Figura 15 - Freio de segurança centrífugo. Fonte: Autor	44
Figura 16 - Esquema de acoplamento da máquina de tração com os sistemas de freios de segurança. Fonte: Pingon elevadores	45
Figura 17 - Freio de segurança centrífugo inspecionado. Fonte: Autor	46
Figura 18 - Placa do freio amassada. Fonte: Autor	47
Figura 19 - Componentes do freio de segurança centrífugo. Fonte: Azanelli	49
Figura 20 - Trava eletromecânica da porta da cabine. Fonte: Metax	50

Figura 21 - Cabos elétricos do elevador de cremalheira. Fonte: Autor	51
Figura 22 - Painel elétrico do elevador de cremalheira. Fonte: Autor	52
Figura 23 - Gravata ou amarração da torre do elevador de cremalheira. Fonte: Autor	53
Figura 24 - Pau de carga do elevador de cremalheira. Fonte: Autor	54
Figura 25 - Cabine do elevador de cremalheira. Fonte: Autor	56
Figura 26 - Guia cabo do elevador de cremalheira. Fonte: Metax	57
Figura 27 - Grade de proteção da base do elevador de cremalheira. Fonte: Autor	58
Figura 28 - Base de amortecimento do elevador de cremalheira. Fonte: Manual Passini	59
Figura 29 - Parafuso da cabine sem torque e contrapino. Fonte: Autor	60
Figura 30 - Parafuso da torre sem contra porca e torqueamento. Fonte: Autor	61
Figura 31 - Fim de curso da porta de pavimento jumpeada. Fonte: Autor	62
Figura 32 - Folga nos roletes da cabine. Fonte: Autor	63
Figura 33 - Ilustração da regulação dos roletes. Fonte: Manual ZPMC elevadores.	64
Figura 34 - Pinhão desgastado. Fonte: Autor	65
Figura 35 - Degaste máximo admissível do pinhão. Fonte: Manual Limac	66

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Diagrama de manutenção. Fonte: Autor	24
Tabela 2 - Diagrama de lubrificação. Fonte: Autor	25
Tabela 3 - Componentes para serem lubrificados. Fonte: Autor	26
Tabela 4 - Especificação técnica da plataforma. Fonte: Autor	28

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	12
1.1 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.	13
1.1.2 OBJETIVO GERAL.	13
1.1.3. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.	14
1.1.4. METODOLOGIA	14
1.2 SURGIMENTO DO PRIMEIRO ELEVADOR.	14
1.3 ELEVADOR DE CREMALHEIRA	16
1.4 COMPONENTES DO ELEVADOR DE CREMALHEIRA	17
1.4.1 TORRE	18
1.4.2 CREMALHEIRA	18
1.4.3 GUARDA CORPO	19

1.4.4	MÁQUINA MOTRIZ	19
1.4.5	ELETRO FREIO	19
1.4.6	MOTOR	19
1.4.7	FREIO DE SEGURANÇA CENTRÍFUGO	20
1.4.8	TRAVA MECÂNICA	20
1.4.9	CABO ELÉTRICO	20
1.4.10	PAINEL ELÉTRICO	20
1.4.11	ANCORAGEM	20
1.4.12	PAU DE CARGA	21
1.4.13	CABINE	21
1.4.14	GUIA CABO	21
1.4.15	GRADE DE PROTEÇÃO	21
1.4.16	BASE DE MOLAS	21
1.5	NORMAS REGULAMENTADORAS DO ELEVADOR DE CREMALHEIRA NR 18....	21
1.6	NORMAS REGULAMENTADORAS DO ELEVADOR DE CREMALHEIRA ABNT NBR 16200	22

1.7	MANUTENÇÃO PREDITIVA	23
1.8	MANUTENÇÃO PREVENTIVA	23
1.9	MANUTENÇÃO CORRETIVA	27
2.	DESENVOLVIMENTO	28
2.1	DESCRIÇÃO OPERACIONAL DO ELEVADOR DE CREMALHEIRA (MODELO PLT-WP5000).	28
2.2	COMPONENTES EM CONFORMIDADES E DESCONFORMIDADES A NORMA NR 18	30
2.2.1	TORRE – NR 18 SUBITENS: NR 18.14.21, NR 18.14.21.1, NR18.14.21.1.1, NR 18.14.21.2, NR 18.14.21.3, NR 18.14.21.4, NR 18.14.21.4.1, NR 18.14.21.6, NR 18.14.21.8, NR 18.14.21.14	30
2.2.2	PLACA DE SINALIZAÇÃO – NR 18 SUBITENS: NR 18.14.22.2, NR 18.14.22.5	31
2.2.3	ORIENTAÇÃO DE UTILIZAÇÃO DO ELEVADOR DE CREMALHEIRA – NR 18 SUBITENS: NR 18.14.23.1, NR 18.14.23.1.1, NR 18.14.23.2.2, NR 18.14.23.4.....	32
2.2.4	ORIENTAÇÃO DE SEGURANÇA PARA O ELEVADOR DE CREMALHEIRA – NR 18 SUBITENS NR 18.14.25 ATÉ NR 18.14.25.5	34
2.3	COMPONENTES EM CONFORMIDADES E DESCONFORMIDADES A NORMA ABNT NBR 16200	36
2.3.1	TORRE - ABNT NBR 16200 SUBITEM: NBR 5.4 E NBR 5.4.2	36
2.3.2	CREMALHEIRA - ABNT NBR 16200 SUBITEM: NBR 5.7.3.1.2.2	38

2.3.3	GUARDA CORPO – ABNT NBR 16200 ITEM: NBR 5.6.1.3.3 E 5.6.1.3.4	39
2.3.4	MÁQUINA MOTRIZ – ABNT NBR 16200 SUBITENS NBR 5.7 ATÉ NBR 5.7.1.5....	41
2.3.5	FREIO DE SEGURANÇA CENTRÍFUGO – ABNT NBR 16200 SUBITENS NBR 5.6.2 ATÉ 5.6.12 E NBR 6.2.3. E NBR 6.2.3.1	42
2.3.5.1	ACOPLAMENTO E FUNCIONAMENTO DO FREIO DE SEGURANÇA CENTRÍFUGO	44
2.3.5.2	FREIO DE SEGURANÇA CENTRÍFUGO INSPECIONADO	46
2.3.5.3	ETIQUETA DO DISPOSITIVO DE SOBREVELOCIDADE – ABNT NBR 16200 ITEM: NBR 7.2.6	47
2.3.5.4	CERTIFICAÇÃO DO FREIO DE SEGURANÇA CENTRÍFUGO	48
2.3.6	TRAVA ELETROMECÂNICA – ABNT NBR 16200 SUBITENS NBR 5.6.1.4.1.4, NBR 5.6.1.4.1.5 E NBR 5.6.1.4.1.9	49
2.3.7	CABOS ELÉTRICOS – ABNT NBR 16200 SUBITENS NBR 5.9.4	50
2.3.8	PAINEL ELÉTRICO – ABNT NBR 16200 SUBITENS NBR 5.9, NBR 5.9.1 E NBR 5.10.7 ATÉ 5.10.7.1.3	51
2.3.9	ANCORAGEM – ABNT NBR 16200 SUBITEM NBR 5.4.2	53
2.3.10	PAU DE CARGA – ABNT NBR 16200 SUBITEM NBR 5.10.4	54
2.3.11	CABINE – ABNT NBR 16200 SUBITENS NBR 5.6 E NBR 5.6.1	55
2.3.12	GUIA CABO	56
2.3.13	GRADE DE PROTEÇÃO – ABNT NBR 16200 SUBITENS NBR 5.5.2 ATÉ NBR 5.5.2.3	57
2.3.14	BASE DE MOLAS – ABNT NBR 16200 SUBITENS NBR 5.4.3 ATÉ NBR 5.4.3.2....	58

2.3.15	PARAFUSOS DA CABINE SEM TORQUEAMENTO E CONTRA PINOS.....	59
2.3.16	PARAFUSO DA TORRE SEM CONTRA PORCA	60
2.3.17	DISPOSITIVO DE SEGURANÇA JUMPEADO – ABNT NBR 16200 SUBITEM NBF 5.5.5	61
2.3.18	FOLGAS DOS ROLETES DA CABINE – ABNT NBR 16200 SUBITENS NBR 5.5.6 E NBR 5.5.6.1	63
2.3.18.1	REGULAGEM DOS ROLETES	64
2.3.19	PINHÃO DESGASTADO – ABNT NBR 16200 SUBITEM NBR 5.7.3.1.2.1.....	64
2.3.19.1	DESGASTE MÁXIMO ADMISSÍVEL DO PINHÃO.	66
3.	CONCLUSÃO	67
4.	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	69

1. INTRODUÇÃO.

Na última década, o governo brasileiro investiu consideravelmente em políticas econômicas e programas sociais. Ao reduzir juros nesse setor, o governo estrategicamente facilitou a aquisição de imóveis, atingindo grande parte da sociedade, (CONEM – Congresso Nacional de Engenharia Mecânica, 2016).

Em função disto, o setor industrial civil teve um exorbitante crescimento, sendo talvez o maior dos últimos tempos. E as construtoras estão sendo obrigadas a empregar cada vez mais, buscando conseguir suprir a demanda de mão de obra, promovendo oportunidades para que estas pessoas passem a consumir cada vez mais produtos, inclusive os próprios imóveis. Neste processo cíclico e com um cenário cada vez mais próspero, não só as construtoras e o governo brasileiro se beneficiam, mas também todos os setores que estão diretamente e indiretamente interligados aos canteiros de obras, (CONEM – Congresso Nacional de Engenharia Mecânica, 2016).

Como por exemplo, os prestadores de serviço e as indústrias fornecedoras de máquinas e equipamentos para a construção civil. Em função deste “boom” da construção civil e do seu contínuo crescimento, as construtoras estão sempre em busca do aprimoramento e aperfeiçoamento dos seus equipamentos, fazendo investimentos cada vez mais altos para garantir sua permanência no cenário competitivo do País, (CONEM – Congresso Nacional de Engenharia Mecânica, 2016).

A tendência natural das cidades é de se tornar cada vez mais verticais, e por consequência, aumentam a procura por equipamentos de finalidade de transporte vertical, sendo estes imprescindíveis na construção dessas obras. Porém, para o perfeito aproveitamento e a garantia total de eficiência e eficácia desses equipamentos, é necessário que sejam atendidos os requisitos básicos impostos pelas normas de segurança reguladora NR 18 que trata da segurança do trabalho na

indústria da construção civil, (CONEM – Congresso Nacional de Engenharia Mecânica, 2016).

O uso legal dessas normas acarreta consideravelmente na minimização de acidentes nos canteiros de obras, além de minimizar os custos e redução dos prazos de entrega das obras. Construtoras em geral usufruem de elevadores para realizar o transporte de matérias primas e/ou de pessoas em suas obras.

E atualmente, há a predominância de dois tipos diferentes: tracionados à cabo e tracionados à cremalheira. Apesar de toda a segurança oferecida em elevadores tracionados à cabo, acidentes ainda ocorrem com frequência. E esta é uma dificuldade que o desenvolvimento de tecnologias apresentadas e utilizadas em elevadores tracionados à cremalheira tem conseguido superar. Este tipo de elevador diminui a constância de acidentes.

E a sua correta instalação, manutenção e operação podem até mesmo zerar estas ocorrências. Assim, o elevador à cabo predominava como um dos tipos mais utilizados nas obras, atualmente tem perdido espaço para o elevador à cremalheira. Sendo que este último passou a ser específico e obrigatório para o transporte de pessoas, de acordo com a NR 18 desenvolveu uma espécie de trilhos com ranhuras triangulares. Tais ranhuras permitiam que a plataforma do elevador tivesse sustentação em caso do rompimento dos cabos. Esse fato foi o marco para a evolução do elevador. É considerado o meio de transporte mais seguro.

1.1 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.

1.1.2 OBJETIVO GERAL.

Sabendo-se da importância sobre o entendimento às normas que regulamentam os critérios técnicos que os elevadores de cremalheira devem cumprir, o presente trabalho visa de acordo com as normais ABNT/NR18,

ABNT/NBR 16200:2013, descrever as irregularidades segundo tais normas técnicas que foram encontradas durante a inspeção de um elevador de cremalheira e as correções realizadas no mesmo.

1.1.3. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

- a) Comparar o equipamento encontrado com as normas técnicas, apontando se os principais critérios estavam sendo atendidos.
- b) Avaliar se o equipamento atende a ABNT/NR18.
- c) Avaliar se o equipamento atende a ABNT NBR 16200:2013.
- d) Analisar e avaliar o equipamento para ver sua condição de operação.
- e) Avaliar os componentes para saber se precisam ser trocados ou reparados.
- f) Adequar o equipamento a norma ABNT NBR 16200.

1.1.4. METODOLOGIA

Para embasar este trabalho foram realizadas pesquisas bibliográficas em normas regulamentadoras brasileiras, manuais de fabricantes, arquivos, recomendações de procedimentos técnicos e consultas à internet, acerca do tema aqui proposto.

Assim, pôde-se traçar uma linha evolutiva da produção e utilização de elevadores. Também foram realizadas visitas técnicas a obras de construção civil, onde foram observados o uso de elevadores, bem como os quadros de manutenção, diagrama de lubrificação e check-list de inspeção utilizados em suas manutenções.

1.2 SURGIMENTO DO PRIMEIRO ELEVADOR.

Acredita-se que já no antigo Egito existiam rudimentares guindastes que funcionavam por amarrações, alavancas e apoios. A história daquela época relata

situações na qual a água era retirada de rios por meio de tração animal ou humana. Outros creditam o primeiro feito nesta área a um engenheiro romano. Há relatos, ainda, de que o Grego Arquimedes projetou um sistema com roldanas para içar verticalmente as cargas, (Soares, 2018, p. 12).

Embora não se tenha absoluta certeza de quem ou quando foi arquitetado, os fatos demonstram que o elevador rudimentar era utilizado apenas para transporte vertical de cargas. Não existiam sistemas de segurança que tornassem o equipamento apto ao transporte de pessoas. Já no século XIX, por meio dos avanços e reflexos da revolução industrial, Elisha Grave Otis (FIGURA 1) desenvolveu uma espécie de trilhos com ranhuras triangulares. Tais ranhuras permitiam que a plataforma do elevador tivesse sustentação em caso do rompimento dos cabos. Esse fato foi o marco para a evolução do elevador. É considerado o meio de transporte mais seguro, (Soares, 2018, p. 12).



Figura 1 - Demonstração histórica. Fonte: SOS elevadores

1.3 ELEVADOR DE CREMALHEIRA

O Sistema de redução e transmissão de movimento por pinhão e cremalheira, foi inventado por Leonardo da Vinci (1452-1519), sendo utilizado por Werner Siemens em 1880, como segurança para seu primeiro elevador elétrico. Em 1890, Elisha Otis (Pai da segurança nos elevadores), aplicou o conceito de pinhão e cremalheira, aumentando a segurança de elevadores verticais e inclinados de

caráter provisório (na Torre Eiffel – Paris), sendo o mais seguro até hoje (FIGURA 2), (GSXBRASIL, 2021).

Elevadores de cremalheiras, são máquinas de ação periódica, destinadas ao transporte vertical, inclinado e horizontal de pessoas e cargas, que utiliza o sistema de tração pinhão e cremalheira, proporcionando: maior segurança e conforto aos usuários, (GSX BRASIL, 2021).



Figura 2 - Elevador de cremalheira. Fonte: Tencipar elevadores.

1.4 COMPONENTES DO ELEVADOR DE CREMALHEIRA

Para uma melhor compreensão desse trabalho faz-se necessário apresentar os componentes (Figura 3) que integram um elevador de cremalheira. Tais componentes seguem abaixo:

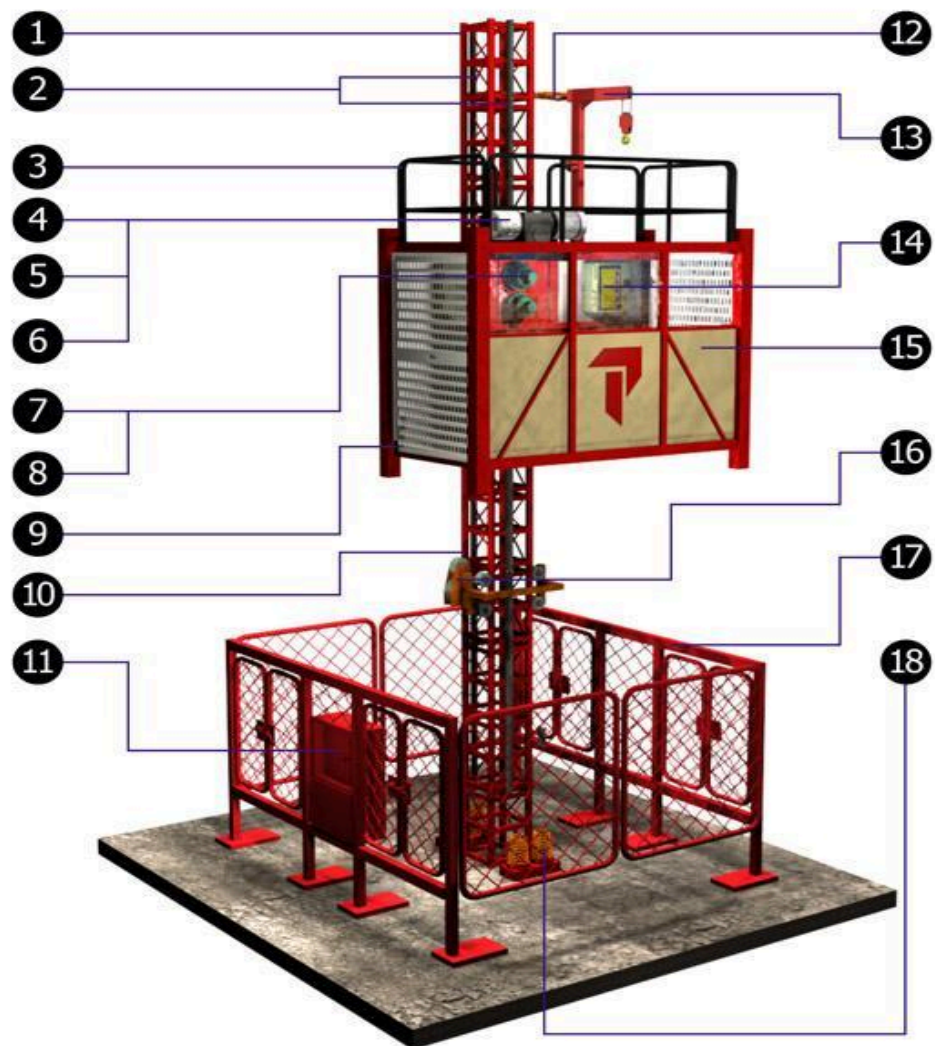


Figura 3 - Componentes do elevador de cremalheira. Fonte: Fábrica do projeto

- Componente 1 – Torre
- Componente 2 – Cremalheira
- Componente 3 – Guarda corpo
- Componente 4 – Máquina motriz

- Componente 5 – Eletro freio
- Componente 6 – Motor
- Componente 7 – 1º Freio de segurança centrífugo
- Componente 8 – 2º Freio de segurança centrífugo
- Componente 9 – Trava mecânica
- Componente 10 – Cabo elétrico
- Componente 11 – Painel elétrico
- Componente 12 – Ancoragem
- Componente 13 – Pau de carga
- Componente 14 – Painel elétrico
- Componente 15 – Cabine
- Componente 16 – Guia de cabo (recolhedor de cabo)
- Componente 17 – Recinto fechado (Grade de proteção)
- Componente 18 – Base de molas

1.4.1 TORRE

A torre é a estrutura responsável por permitir a movimentação do elevador através dela, as cremalheiras são fixadas na torre. Segundo projeto de alguns fabricantes é constituída por estrutura seccionadas tubulares, reforçadas por treliças para aumentar sua resistência e cantoneiras para fazerem as conexões dos tubos seccionados.

1.4.2 CREMALHEIRA

A cremalheira é uma peça mecânica que consiste numa barra ou trilho dentado que em conjunto com uma engrenagem a ele ajustada, converte movimento retilíneo em rotacional e vice-versa. Instalada no módulo da torre, trata-se de uma peça fundamental na estrutura do elevador, responsável pelo fracionamento da cabina junto com a motorização.

Outro componente é o pinhão, uma peça redonda dentada de ferro ou aço. Estes dentes irão se encaixar no trilho cremalheira, que é um tipo de haste de ferro ou aço que fica fixada na torre do elevador. É por este trilho que irá correr a cabina do equipamento nos movimentos de subida e descida. O freio centrífugo é baseado no princípio de pinhão e cremalheira, montado na estrutura da cabina. Ele freia progressivamente o elevador no mastro quando a velocidade de deslocamento normal é excedida.

1.4.3 GUARDA CORPO

O guarda corpo é fixado na parte superior da cabine, o guarda corpo tem como objetivo impedir que o usuário tenha uma queda de cima da cabine, assim garantindo a segurança na instalação dos módulos e manutenção do equipamento.

1.4.4 MÁQUINA MOTRIZ

A máquina motriz é composta pelo motor, caixa redutora e eletro freio, que são responsáveis pelo deslocamento e parada do elevador nos pavimentos.

1.4.5 ELETRO FREIO

O funcionamento deste sistema de freio eletromagnético para motores acontece com a conexão ao eixo traseiro. Existe uma bobina em forma de disco que energizada que atrai outro disco de metal, que tem em um dos lados uma lona de freio colada e prensada, um sistema de molas empurra o disco com lona. Isso acontece de maneira que ele engate no eixo preparado do motor e sua lona, o que produz uma força de atrito forte o suficiente para travar o motor quando está desligado.

1.4.6 MOTOR

Já motor é que determina o deslocamento vertical do elevador, sendo constituído por moto-freio acoplado ao redutor de velocidade que transmite o movimento por intermédio do pinhão em contato com a cremalheira.

1.4.7 FREIO DE SEGURANÇA CENTRÍFUGO

O freio de segurança centrífugo tem a função de interromper a descida da cabine do elevador quando sua velocidade é maior do que a estabelecida pelo sistema de tração (máquina motriz).

1.4.8 TRAVA MECÂNICA

A trava mecânica é instalada dentro da cabine e é fechada manualmente pelo operador e travada pelo dispositivo eletromecânico com bloqueio de abertura de porta.

1.4.9 CABO ELÉTRICO

O cabo elétrico é utilizado para realizar a ligação entre o Autotransformador e a Cabina, energizando todo o comando do elevador.

1.4.10 PAINEL ELÉTRICO

O painel elétrico é responsável por controlar e comanda todos os movimentos do elevador. Na parte frontal do quadro possui os principais comandos para o elevador.

1.4.11 ANCORAGEM

A ancoragem é utilizada para realizar o travamento da torre do elevador com o prédio, possui ainda a função de realizar o alinhamento da torre no momento de ascensão.

1.4.12 PAU DE CARGA

O pau de carga é utilizado na montagem e desmontagem do elevador de cremalheira.

1.4.13 CABINE

A cabine é o conjunto principal do elevador, onde é montado o Piso, Laterais, Teto, Motorização, Freio e Outros.

1.4.14 GUIA CABO

O guia cabo é responsável pelo recolhimento do cabo de alimentação durante a movimentação da cabina que direcionam o cabo até uma caixa.

1.4.15 GRADE DE PROTEÇÃO

A proteção da base ou grade de proteção serve como uma cerca de proteção em torno da base metálica para impedir o acesso dos usuários, evitando acidentes no período de movimentação do elevador, podendo ser painéis metálicos com tela de aço galvanizados.

1.4.16 BASE DE MOLAS

A base de mola consiste em uma base de concreto onde é chumbado o elemento de base de concreto onde são montados os amortecedores (molas).

1.5 NORMAS REGULAMENTADORAS DO ELEVADOR DE CREMALHEIRA NR 18

A Norma Regulamentadora nº 18 Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção, do Ministério do Trabalho, especificamente 18.14 trata-se da movimentação e do transporte de materiais e pessoas. Um dos primeiros itens do documento diz que os elevadores de obra necessitam ser mensurados por um profissional legalmente capacitado.

Para se aprofundar mais no assunto, se faz necessário conhecer as NR, ou seja, as normas de regulamentos, que tem como objetivo prevenir acidentes e comorbidades profissionais, requerendo que as empresas cumpram suas exigências e assim, viabilizar um local seguro para o indivíduo trabalhar. As normas NR12 e NR18 são as quem melhor delimitam as regras de segurança de um Elevador de Cremalheira. A NR 12 é responsável pela segurança no trabalho em máquinas e equipamentos, ela determina exigências obrigatórias para assegurar a integridade física e saúde dos trabalhadores da empresa e a prevenção de comorbidades profissionais e acidentes em ambientes que tenham máquinas ou equipamentos, independente da dimensão do mesmo. A NR 18 é responsável pelas condições e meio ambiente de trabalho na indústria da construção, ou seja, determina parâmetros de ordem administrativa de planejamento e organização, que tem como finalidade a implantação de medidas, controles e sistemas preventivos de segurança nos processos que também requer obrigatoriedade na concepção do Programa de Condições e Meio Ambiente de trabalho na indústria de Construção Civil (PCMAT), em locais com 20 ou mais trabalhadores. Há várias NR'S empregadas nos elevadores de cremalheiras, várias administrativas, referem-se à documentação, exigências ao consumidor, tudo referente ao desenvolvimento do elevador, são elas: NR 18.14.21.2, NR 18.14.21.5, NR 18.14.21.6, NR 18.14.21.8, NR 18.14.21.14, NR 18.14.22.2, NR 18.14.22.5, NR 18.14.23.1, NR 18.14.23.1.1, NR 18.14.23.2.2, NR

18.14.23.4, NR 18.14.25, NR 18.14.25.1, NR 18.14.25.2, NR18.14.25.3, NR18.14.25.4, NR 18.14.25.5, NR 18.14.25.6, NR 18.14.25.7, NR 18.14.25.8.

1.6 NORMAS REGULAMENTADORAS DO ELEVADOR DE CREMALHEIRA ABNT NBR 16200

Quando se pensa em canteiro de obra de grandes construções com muitos pavimentos, instantâneo idealizarmos aqueles elevadores de carga expostos para fora da estrutura que está sendo construída. Porém, o que muitas pessoas não sabem, é que tanto a instalação, quanto o próprio uso desses elevadores são regulamentados por uma norma de segurança (NBR 16200).

A Norma Brasileira NBR 16200 foi elaborada pelo Comitê Brasileiro de Máquinas e Equipamentos Mecânicos (CB-04) da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) para prevenir quedas e outros acidentes de trabalho, além de garantir o bom funcionamento da obra. Ela trata de requisitos de projeto, construção, instalação e manutenção dos elevadores. Confira quais são as principais regras que essa norma exige sobre o uso e manutenção de elevadores de carga em obras de construção civil.

As empresas que disponibilizam os equipamentos de montagem e serviço de instalação de elevadores terão de se adaptar aos requisitos normativos. Porém, o profissional que for operar a máquina deverá estar devidamente instruído sobre os pontos que precisam ser checados todos os dias, antes do funcionamento, além da verificação da carga a ser transportada, de acordo com os pesos permitidos.

Os elevadores utilizados em canteiros de obras são na maioria aqueles que têm como princípio de movimentação o sistema tipo cremalheira. As exigências técnicas legais são tratadas na NR-18, do Ministério do Trabalho. No item 18.14 são tratadas de maneira explícita as exigências técnicas, sendo que alguns itens devem ser complementados com a norma técnica ABNT NBR 16200.

Elevadores que não atenderem às normas estabelecidas desde 10 de abril de 2013, assim como as disposições da NR 18 (norma de segurança do Ministério do Trabalho e Emprego), devem ser desativados e inutilizados.

1.7 MANUTENÇÃO PREDITIVA

A manutenção preditiva tem com finalidade antever futuras falhas no elevador por meio de intervenções programadas.

Os dados registrados durante as visitas apontam o desgaste e o processo natural de degradação do equipamento e a substituição é feita antes de apresentar quaisquer problemas.

Essa metodologia evita a necessidade de uma manutenção corretiva e atua em conformidade com a preventiva.

1.8 MANUTENÇÃO PREVENTIVA

A manutenção preventiva é realizada periodicamente no elevador.

A manutenção preventiva de elevadores tem por objetivo identificar possíveis condições que possam pôr em perigo a segurança e a funcionalidade do equipamento.

Todo o sistema de funcionamento é examinado (TABELA 1) para avaliar se a máquina de tração, freios, polias, e cabos de manobra estão em plenas condições de uso.

Ela é dirigente por efetuar a limpeza de todas as engrenagens do elevador, bem como realizar a lubrificação (TABELA 2 e 3) do sistema.

Tabela 1 - Diagrama de manutenção. Fonte: Autor

	Portas do elevador	Verificar seu funcionamento, fixação, desgaste, nos roletes e cabo de aço. Também verificar se seu amortecimento está em funcionamento.
	Amortecedores da cabine e contrapeso	Verificar seu funcionamento e posicionamento.
	Equipamento de aviso e iluminação	Verificar iluminação, sinal de alarme, parada automática no patamar e chamada

400 horas de operação ou pelo menos 4 vezes por ano		por voz, caso seja equipado com o sistema
	Iluminação de emergência	Desligar a chave do elevador e verificar se a iluminação funciona, religar a chave e verificar se a bateria da lâmpada funciona
	Cremalheira e pinhão	Verificar as condições de desgaste
	Engrenagem	Verificar as condições de desgaste
	Dispositivo de segurança com placa separada da placa do maquinário	Carregar o elevador com a carga útil, ou descarregar o contrapeso, em seguida verificar se a parada na placa de segurança está justa e nivelada contra a placa do maquinário. Certificar que os parafusos estejam apertados.
	Cerca de proteção	Verificar se está fixa e se há alguma violação.
	Lubrificação	Realizar de acordo com o diagrama de lubrificação.
	Roletes e conjunto de roletes	Verificar desgaste, jogos de rolamentos e posicionamento.
	Dispositivos de segurança	Testar o dispositivo.
	Motores elétricos	Verificar seu funcionamento, limpar as flanges de arrefecimento caso precise.
	Lubrificação	Realizar de acordo com o diagrama de lubrificação.
	Contatores	Verificar as condições dos pontos de contatos dos contatores.
	Acoplamentos	Verificar se há algum jogo (folga) no acoplamento entre o motor e a engrenagem, caso haja, deve ser feito o reparo pelo profissional autorizado.
	Dispositivos de polias	Verificar se há algum jogo (folga) de rolamentos nas polias, caso haja, deve ser feito o reparo pelo profissional autorizado. Recomenda-se trocar os rolamentos uma vez por ano.
1000 horas de operação ou pelo menos 1 vez por ano	Cabos de aço do contrapeso	Verificar se há corrosão e danos nos cabos. Se for detectado excesso de corrosão ou rompimento deve-se trocar os cabos.

	Fiação elétrica	Verificar todos os fios.
	Protetor de sobrecarga do motor	Verificar se o protetor está ajustado de acordo com a corrente nominal descrita na placa de dados para o motor elétrico.
	Geral	Verificar visualmente por completo quanto a danos na cabine do elevador, na torre e tirantes, cabos elétricos, cabos de aço, portas, guarda corpo e cerca, se há corrosão e desgaste nos componentes estruturais.
	Torre do elevador	Verificar se todas as juntas parafusadas de todas as cremalheiras e juntas da torre estão adequadamente apertadas.
	Lubrificação	Realizar de acordo com o diagrama de lubrificação.

Tabela 2 - Diagrama de lubrificação. Fonte: Autor

Intervalo	Ponto de lubrificação	Lubrificante	Instruções
40 horas de operação ou pelo menos uma vez por ano	Engrenagens		Verificar nível de óleo, completar se necessário.
	Cremalheira e guia de contrapeso		Lubrificar durante a descida, tirar o elevador de operação durante 2 a 3 horas
	Dispositivo de segurança e engrenagem intermediária	Graxa	Engraxar os niples.
	Dispositivos limitadores de curso	Graxa	Lubrificar as superfícies dos mancais e engraxar os niples.
	Cabo de alimentação, guias de cabo e trole		Engraxar as superfícies de contato.
120 horas de operação ou pelo menos 6 vezes por ano	Portas da cabine	Graxa	Engraxar as superfícies de contato.
	Portas dos pavimentos	Graxa	Engraxe os mancais e superfícies de contato
	Roletes guia na cabine e contrapeso	Graxa	

400 horas de operação ou pelo menos 4 vezes por ano	Rolamento de equalizador de cabo		
	engrenagem		Troca óleo

Tabela 3 - Componentes para serem lubrificados. Fonte: Autor

Período	Item	Partes a serem lubrificadas	Notas
semanalmente	1	Redutor	Cheque o nível de óleo através do buraco de observação e complete se necessário
	2	Engrenagem e cremalheira	Esvove com graxa
	3	Pista do contrapeso	Escove com graxa
mensalmente	4	Limite de velocidade	Complete a graxa com a pistola lubrificante
	5	Roldana	Complete a graxa com a pistola lubrificante
	6	Roda guia do contrapeso	Complete a graxa com a pistola lubrificante
	7	Porta pista	Escove com graxa, incluindo a cabine e a porta da cabine
	8	Cano do trilho	Escove com graxa

1.9 MANUTENÇÃO CORRETIVA

A manutenção corretiva é a operação técnica desenvolvida para realizar conserto em decorrência de uma avaria. Este problema pode ser provocado por desgaste do equipamento, erro no manuseio ou, mesmo, quedas e outros tipos de acidentes (FIGURA 4). E essa manutenção tem como função restaurar o ativo para uma condição em que pode funcionar como planejado, quer pelo seu conserto ou por substituição. Este ativo pode ser uma peça, um componente, acessórios ou, mesmo, um equipamento inteiro que precisa de conserto para voltar às condições iniciais e indicadas para que seja utilizado.

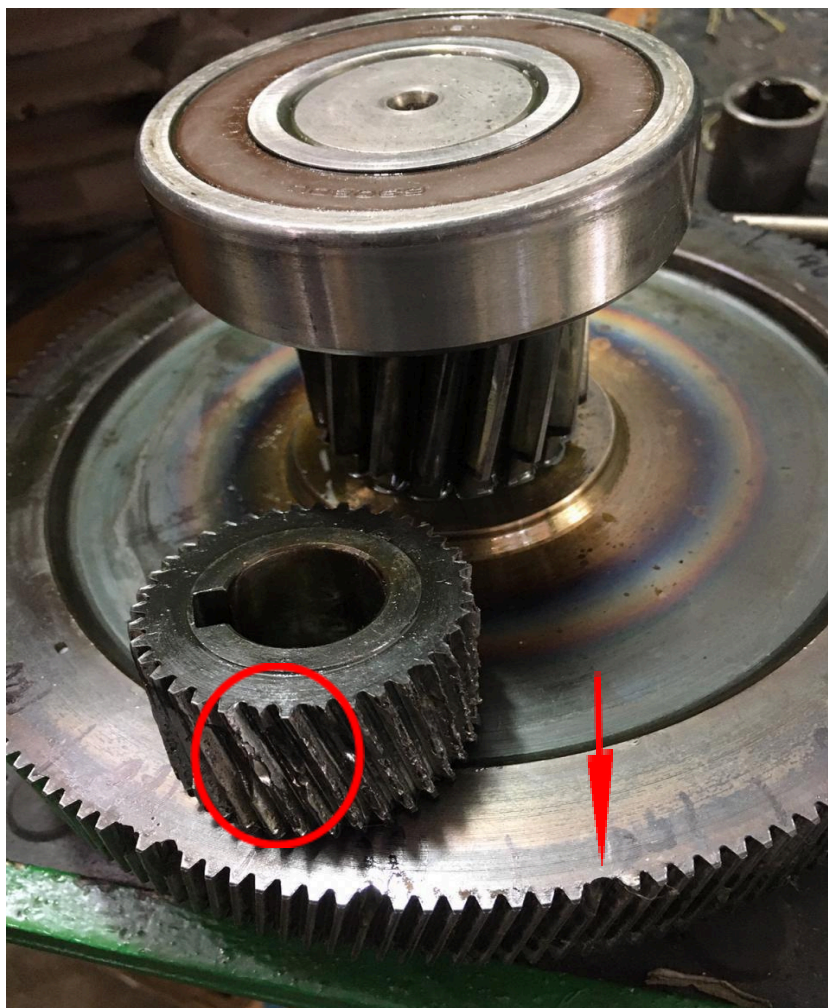


Figura 4 - Engrenagens de uma caixa redutora danificada. Fonte: Autor

2. DESENVOLVIMENTO

2.1. DESCRIÇÃO OPERACIONAL DO ELEVADOR DE CREMALHEIRA (MODELO PLT-WP5000).

Com base nas normas o elevador de cremalheira tem que estar adequado com a norma para um perfeito funcionamento e apto a uso para seus devidos fins. Foi analisado alguns casos em que componentes não estavam adequados com as normas e até sem condição de uso. Foi realizada uma inspeção em um elevador de cremalheira modelo PLT – WP50009 (FIGURA 5), no Estado de São Paulo e feita

uma análise operacional conforme sua especificação técnica (TABELA 4) e constatadas várias irregularidades no equipamento.

Tabela 4 - Especificação técnica da plataforma. Fonte: Autor

PLATAFORMA PLT – WP 500 PASSINI			
ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS DA PLATAFORMA			
#	DESCRIÇÃO	UNIDADE	DIMENSÕES
1	Capacidade	kgf	3000
2	Número de pessoas	qde	Somente o operador
3	Velocidade	m/min	20
4	Dimensões internas da plataforma	mm	2000 X 4700
5	Dimensões externas da plataforma	mm	3360 X 4700
6	Peso da plataforma	kg	4300
7	Capacidade do pau de carga	kg	180
8	Torre	mm	650 X 1500
9	Peso do modulo	kg	125
10	Altura máxima	M	220
11	Freio automático de emergência tipo centrífugo	qde	2

12	Motofreio redutores	kw/cv	2 X 22/30
13	Tensão do motor	v	220/380/440
14	Corrente nominal	A	2 X (73/42/36,50)
15	Corrente de partida (Ip) inversor de frequência	A	Ip = In
16	Paradas	qde	32
17	Entradas	qde	2
18	Frequência da rede	Hz	60
CARGA MÁXIMA PERMITIDA – 3000 kgf			

A empresa contratada foi ao canteiro de obra para comissionar o elevador de cremalheira conforme o manual do fabricante e norma ABNT NBR 16200/20123 para avaliar se o equipamento estava em condições de uso sem colocar em risco a segurança de seus colaboradores e otimizar o andamento da obra.

Era para ser realizado teste de carga com 125% da carga nominal e teste de queda livre com 100% da carga nominal conforme a norma, mas alguns componentes não estavam em conformidade com a norma ABNT NBR 16200 impossibilitando os testes.

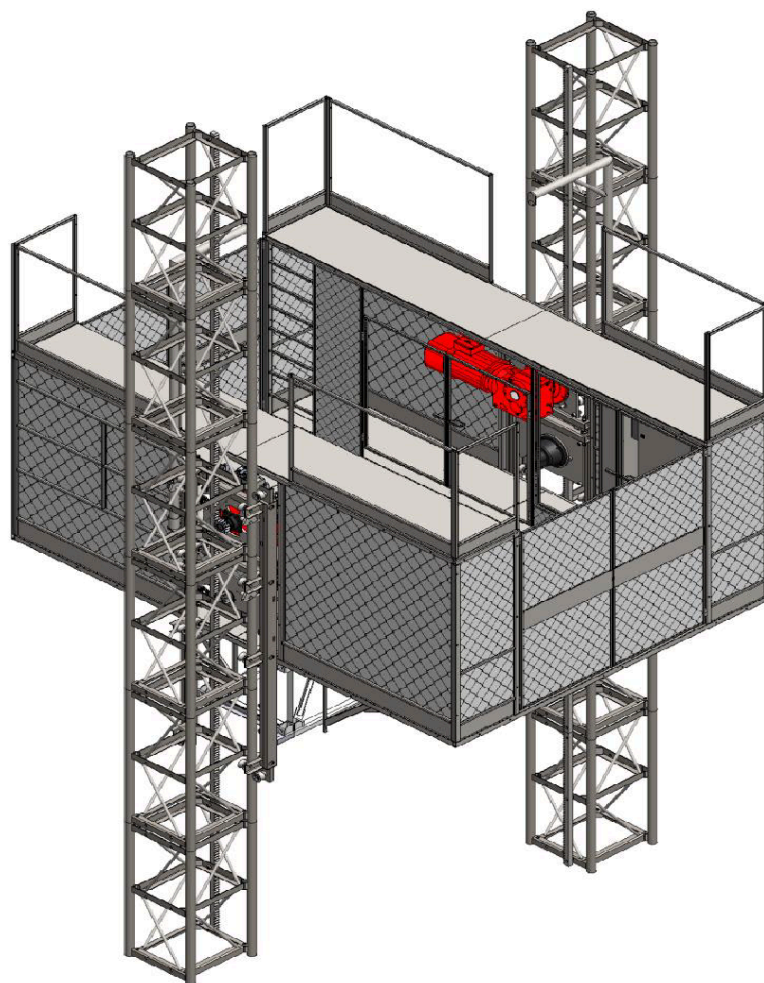


Figura 5 - Elevador cremalheira MODELO PLT - WP5000. Fonte: Manual Passini

2.2. COMPONENTES EM CONFORMIDADES E DESCONFORMIDADES A NORMA NR 18

De acordo com a norma NR 18 subitens: NR 18.14.21, NR 18.14.21.1, NR18.14.21.1.1, NR 18.14.21.2, NR 18.14.21.3, NR 18.14.21.4, NR 18.14.21.4.1, NR 18.14.21.6, NR 18.14.21.8, NR 18.14.21.14, NR 18.14.22.2, NR 18.14.22.5, NR 18.14.23.1, NR 18.14.23.1.1, NR 18.14.23.2.2, NR 18.14.23.4, NR 18.14.25, NR

18.14.25.1, NR 18.14.25.2, NR18.14.25.3, NR18.14.25.4, NR 18.14.25.5, que exclusivamente abordam o elevador de cremalheira.

2.2.1. TORRE – NR 18 SUBITENS: NR 18.14.21, NR 18.14.21.1, NR18.14.21.1.1, NR 18.14.21.2, NR 18.14.21.3, NR 18.14.21.4, NR 18.14.21.4.1, NR 18.14.21.6, NR 18.14.21.8, NR 18.14.21.14

Como menciona a norma NR18, as torres de elevadores devem ser dimensionadas em função das cargas a que estarão sujeitas. É proibido o uso de elevadores com torre de elevador e/ou cabine de madeira. As torres dos elevadores devem ser montadas e desmontadas por trabalhadores qualificados.

As torres dos elevadores devem estar afastadas das redes elétricas ou estar isoladas conforme normas específicas da concessionária local. As torres dos elevadores devem ser montadas de maneira que a distância entre a face da cabina e a face da edificação seja de, no máximo, sessenta centímetros. Para distâncias maiores, as cargas e os esforços solicitantes originados pelas rampas deverão ser considerados no dimensionamento e especificação da torre do elevador.

As torres do elevador (FIGURA 6) encontravam-se em bom estado e de acordo com NR 18 e seguindo todos os requisitos recomendado pela norma.



Figura 6 - Partes da torre do elevador de cremalheira. Fonte: Autor

2.2.2. PLACA DE SINALIZAÇÃO – NR 18 SUBITENS: NR 18.14.22.2, NR 18.14.22.5

Citado na norma NR 18, deve ser fixada uma placa no interior do elevador de material, contendo a indicação de carga máxima e a proibição de transporte de pessoas e todo serviço executado no elevador deve ser registrado no Livro de Inspeção do Elevador o qual deverá acompanhar o equipamento e estar sobre a responsabilidade do contratante (FIGURA 7).

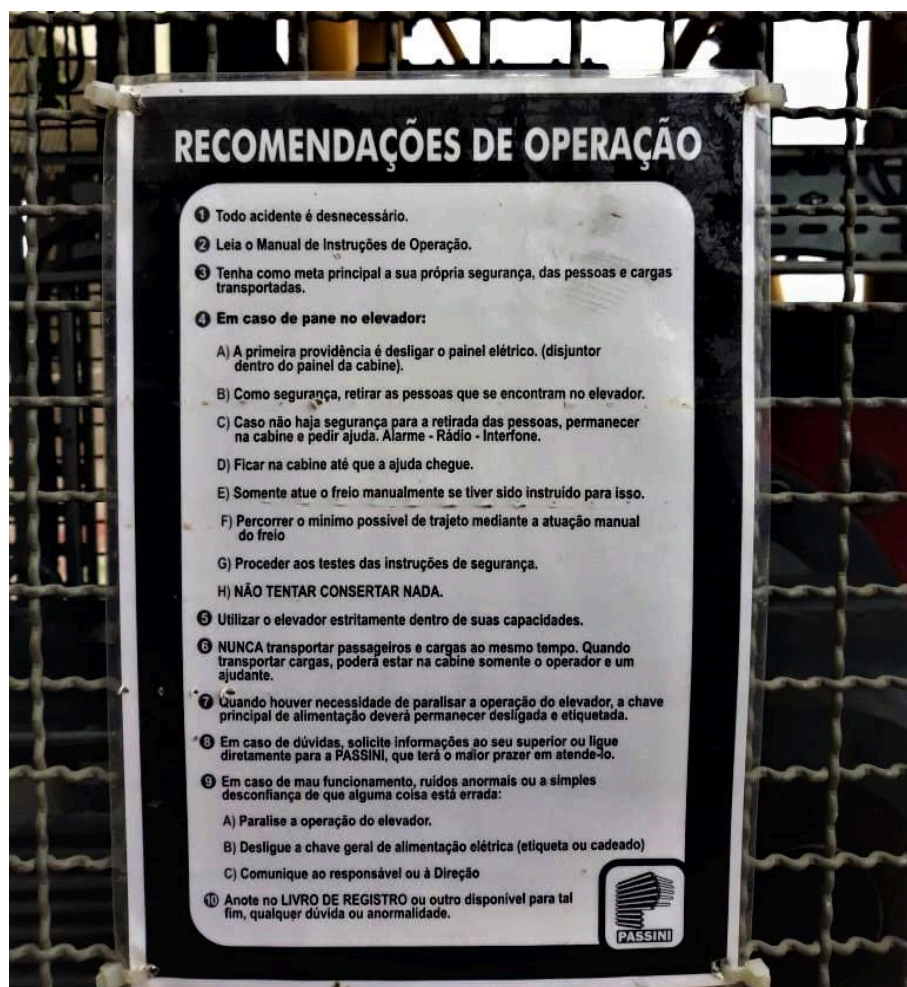


Figura 7 - Placa de sinalização do elevador de cremalheira. Fonte: Autor

2.2.3. ORIENTAÇÃO DE UTILIZAÇÃO DO ELEVADOR DE CREMALHEIRA – NR 18 SUBITENS: NR 18.14.23.1, NR 18.14.23.1.1, NR 18.14.23.2.2, NR 18.14.23.4

De acordo com a norma NR 18, os edifícios em construção com oito ou mais pavimentos a partir do térreo ou altura equivalente é obrigatória a instalação de pelo menos um elevador de passageiros devendo seu percurso alcançar toda a extensão vertical da obra.

O elevador de passageiros deve ser instalado a partir da conclusão da laje de piso do quinto pavimento ou altura equivalente.

Em caso de utilização de elevador de passageiros para transporte de cargas ou materiais, não simultâneo, deverá haver sinalização por meio de cartazes em seu

interior, onde conste de forma visível, os seguintes dizeres, ou outros que traduzam a mesma mensagem: “É PERMITIDO O USO DESTA ELEVADOR PARA TRANSPORTE DE MATERIAL, DESDE QUE NÃO REALIZADO SIMULTÂNEO COM O TRANSPORTE DE PESSOAS.”

Todo serviço executado no elevador deve ser registrado no Livro de Inspeção do Elevador, o qual deverá acompanhar o equipamento e estar sob a responsabilidade do contratante.

Conforme a norma NR 18, o elevador encontrava-se de acordo, pois havia as placas de orientações (FIGURA 8) sinalando a utilização do equipamento.

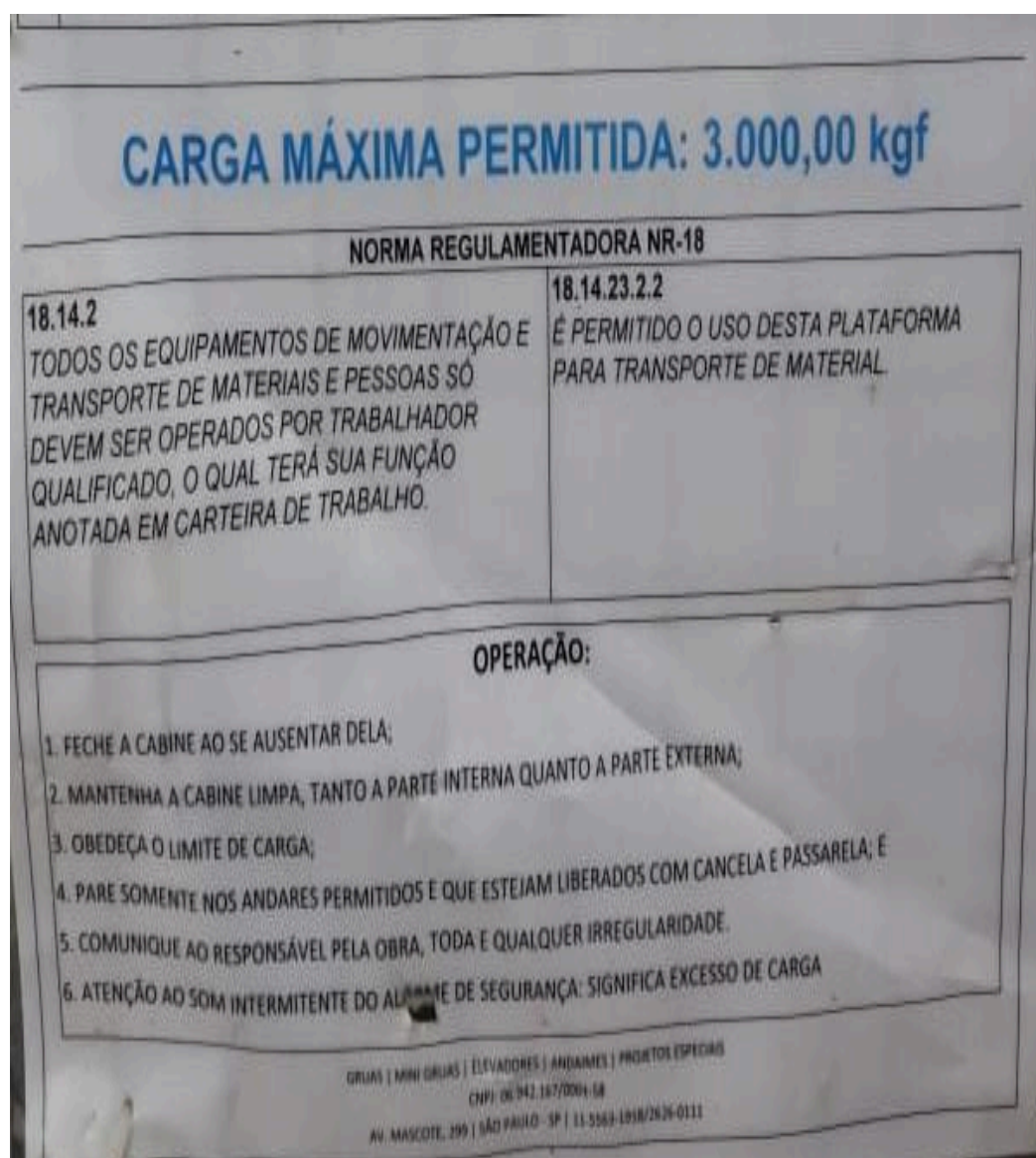


Figura 8 - Placa de orientação de utilização do elevador de cremalheira. Fonte: Autor

2.2.4. ORIENTAÇÃO DE SEGURANÇA PARA O ELEVADOR DE CREMALHEIRA – NR 18 SUBITENS NR 18.14.25 ATÉ NR 18.14.25.5

Conforme a norma NR 18, os elevadores de cremalheira para transporte de pessoas e materiais deverão obedecer às especificações do fabricante para montagem, operação, manutenção e desmontagem, e estar sob responsabilidade de profissional legalmente habilitado.

Os manuais de orientação do fabricante deverão estar à disposição, no canteiro de obra.

Dentre os requisitos para entrega técnica, devem ser verificados e ou testados os seguintes itens, quando couber, o equipamento deve estar de acordo com o contratado e o equipamento deve estar identificado com placas de forma indelével no interior da cabina.

Os elevadores de carga e passageiros devem dispor no mínimo dos seguintes itens de segurança:

- intertravamento das proteções com o sistema elétrico, através de chaves de segurança com ruptura positiva, que impeça a movimentação da cabine quando:
- a porta de acesso da cabine não estiver devidamente fechada;
- a rampa de acesso à cabine não estiver devidamente recolhida no elevador do tipo cremalheira;
- e a porta da cancela de qualquer um dos pavimentos ou do recinto de proteção da base estiver aberta;
- dispositivo eletromecânico de emergência que impeça a queda livre da cabine, monitorado por interface de segurança, de forma a freá-la quando ultrapassar a velocidade de descida nominal, interrompendo automática e simultaneamente a corrente elétrica da cabine;

- chave de segurança monitorada através de interface de segurança, ou outro sistema com a mesma categoria de segurança, que impeça que a cabine ultrapasse a última parada superior ou inferior;
- nos elevadores do tipo cremalheira, de dispositivo mecânico, que impeça que a cabine se desprenda acidentalmente da torre do elevador.

Os elevadores do tipo cremalheira devem ser dotados de amortecedores de impacto de velocidade nominal na base caso o mesmo ultrapasse os limites de parada final.

Como mencionado na norma NR 18 item: NR 18.14.25.4, os dispositivos de segurança das portas dos pavimentos que garante os travamentos das portas e a segurança do usuário quando o elevador está em funcionamento, não estavam em conformidade com a norma, pois os dispositivos de segurança das portas dos pavimentos estavam “jumpeadas” (FIGURA 9), ou seja, circuito fechado, onde era preciso fazer uma manutenção corretiva para substituição dos dispositivos.



Figura 9 - Dispositivo de segurança jumpeado. Fonte: Autor

2.3. COMPONENTES EM CONFORMIDADES E DESCONFORMIDADES A NORMA ABNT NBR 16200

A Norma Brasileira NBR 16200 foi elaborada pelo Comitê Brasileiro de Máquinas e Equipamentos Mecânicos (CB-04) da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) para prevenir quedas e outros acidentes de trabalho, além de garantir o bom funcionamento da obra. Ela trata de requisitos de projeto, construção, instalação e manutenção dos elevadores. Confira quais são as principais regras que

essa norma exige sobre o uso e manutenção de elevadores de carga em obras de construção civil.

2.3.1 TORRE - ABNT NBR 16200 SUBITEM: NBR 5.4 E NBR 5.4.2

A torre é constituída de vários elementos de torre (produzidos em tubos de aço A-500 GR. B) montado até a altura final da torre do elevador. Cada elemento de torre mede 2000 mm e possui seção plana retangular. Os elementos são fixados através de parafusos. Cada elemento possui uma cremalheira montada. O perfil transversal das seções do mastro são tubos redondos de 3pol com espessura de 3,00mm, galvanizado a quente e com recobrimento em pintura epóxi, a estrutura soldada com tubos forma a guia nos cantos. A distância entre os centros dos tubos é de 650 mm, as seções de mastro são unidas umas às outras com dois parafusos M 20x200 mm - 10,9 GR parafusos e porcas autotravantes com torque de aperto de 430 Nm.

Conforme a norma ABNT NBR 16200, as guias podem fazer parte da torre ou podem ser um mecanismo articulado expansível. As guias devem ser rígidas. Elementos flexíveis como cabos de aço ou correntes não podem ser utilizados. A deflexão de qualquer parte da torre ou da cabine deve ser limitada de modo a evitar colisão que possam ocorrer. As guias ou torre devem ser projetadas de tal forma que possam suportar todos os casos de carga estipulados.

As conexões entre os comprimentos individuais da torre, guias ou braços de ligação devem proporcionar uma transferência de carga efetiva e manter o alinhamento. Desapertos só devem ser possíveis por uma ação manual, intencional.

As fixações de elementos de acionamento (cremalheira) à guia/torre devem garantir que o elemento de acionamento seja mantido na posição correta de modo que as cargas estipuladas possam ser transferidas para a torre, devendo ser assegurado que as fixações não se tornem frouxas, utilizando uma contraporca.

A (FIGURA 10) ilustra um desalinhamento de seção onde é preciso uma manutenção corretiva para alinhar a seção pois pode ocasionar um descarrilhamento ou agarramento do pinhão do conjunto motriz do elevador durante

o seu percurso e desgaste prematuro do pinhão e cremalheira. Observando a (FIGURA 10) observa-se que a cremalheira está em bom estado, pois os dentes têm as espessuras regular, entretanto o módulo de torre está desalinhado e encontra-se em bom estado, só precisando de alinhamento. Segundo o manual do fabricante e a norma ABNT NBR 16200 configura-se como fator de parada de equipamento desaprovando sua utilização.



Figura 10 - Seção da torre desalinhada. Fonte: Autor

2.3.2 CREMALHEIRA - ABNT NBR 16200 SUBITEM: NBR 5.7.3.1.2.2

Foi aferido e constatado que algumas cremalheiras não estavam em conformidade nas seções 10, 22 e 30, com a norma NBR 16200 item 5.7.3.1.2.2 havendo desgaste além do permitido pela norma (FIGURA 11). De acordo com a norma ABNT NBR 16200 do item 5.7.3.1.2.2 a cremalheira deve ser fabricada com materiais que possuam propriedades que se ajustem àquelas dos pinhões em termos de desgaste e deve ser projetada atendendo às ISO 6336-1, ISO 6336-2, ISO 6336-3 e ISO 6336-5 com relação à resistência e desgaste dos dentes.

A cremalheira é fabricada com dentes retos, módulo 8 – 80x80x2000 mm, aço 1045 e com ângulo de pressão de 20° de acordo com a norma din 782.17.

A cremalheira deve possuir coeficiente de segurança mínimo de 2,0 considerando o limite estático da resistência dos dentes, considerando o desgaste máximo estabelecido no manual de instruções do fabricante de 58,8mm à partir da utilização de uma barra redonda de 14mm (FIGURA 12).



Figura 11 - Cremalheira desgastada. Fonte: Autor

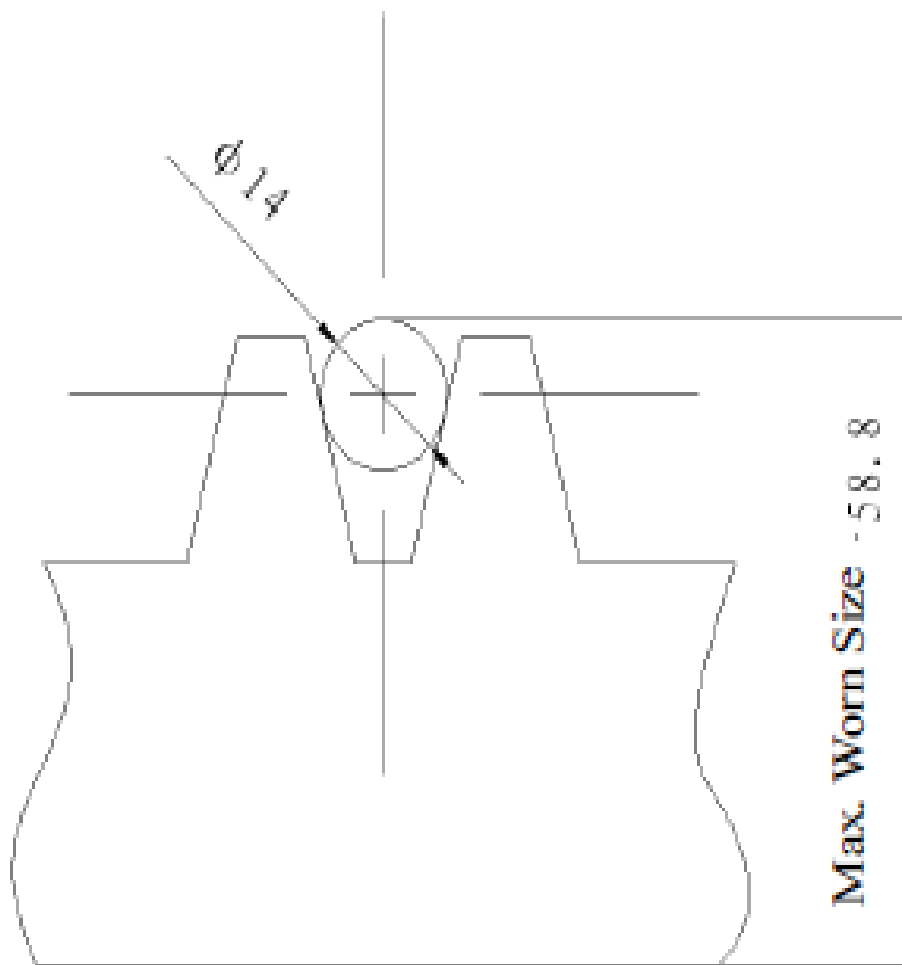


Figura 12 - Desgaste máximo permitido pelo fabricante. Fonte: Manual ZPMC elevadores

2.3.3 GUARDA CORPO – ABNT NBR 16200 ITEM: NBR 5.6.1.3.3 E 5.6.1.3.4

Conforme ABNT NBR 16200 subitem NBR 5.6.1.3.3 e 5.6.1.3.4, se o teto for utilizado na montagem, desmontagem, manutenção ou inspeção do próprio elevador ou estiver provido de um alçapão, ele deve ser antiderrapante e protegido por um guarda corpo, chamado pela norma de “balaustrada”.

Essa balaustrada deve consistir em uma barra superior a uma altura não inferior a 1,1 m acima do teto, uma barra intermediária a meia altura e um rodapé de pelo menos 150 mm. A balaustrada deve conter aquela parte do teto da cabina que permita que a montagem, a manutenção ou a inspeção possam ser realizadas

com segurança. A balaustrada não pode ser colocada além de 200 mm (horizontalmente) dentro da borda do teto.

Se qualquer parte móvel de outra cabina ou contrapeso estiver dentro de 0,3 m da borda interna da balaustrada, deve ser provida uma proteção adicional proporcionando proteção por pelo menos 2 m de altura e se estender a largura a ser protegida mais 0,1 m em cada lado, conforme inspecionado no elevador (FIGURA 13).



Figura 13 - Guarda corpo ou Balaustrada do elevador de cremalheira. Fonte: Autor

2.3.4 MÁQUINA MOTRIZ – ABNT NBR 16200 SUBITENS NBR 5.7 ATÉ NBR 5.7.1.5

A máquina motriz é composta pelo motor, eletro freio e caixa redutora e é responsável pelo deslocamento da cabine pela torre (FIGURA 14). Conforme a norma ABNT NBR 16200, cada elevador deve ter pelos menos uma unidade de acionamento própria, exceto os elevadores com acionamento do tipo pinhão e cremalheira que deve ter no mínimo duas unidades de acionamento próprias.

Quando mais de uma unidade de acionamento for utilizada, se uma das unidades falhar, a outra deve ser capaz de manter parada a carga estática do elevador. Cada unidade de acionamento deve ser calculada de acordo com o estabelecido em 5.2, incluindo os requisitos específicos estabelecidos em 5.2.6.

O motor de tração deve ser acoplado com o tambor ou pinhão de acionamento por um sistema de acionamento positivo que não possa ser desacoplado. Durante a operação normal a cabine deve ser levantada e abaixada sempre mediante ação motora.

Para todos os elevadores, a velocidade da cabina vazia para cima ou da cabina com carga nominal para baixo não pode exceder a velocidade nominal em mais de 15 % nas condições normais de operação. A máquina motriz inspecionada estava de acordo com que a norma estabelece, assim sendo aprovada sua utilização com segurança.



Figura 14 – Máquina motriz - Composto por motor, eletro freio e caixa redutora do elevador de cremalheira. Fonte: Autor

2.3.5 FREIO DE SEGURANÇA CENTRÍFUGO – ABNT NBR 16200 SUBITENS NBR 5.6.2 ATÉ 5.6.12 E NBR 6.2.3. E NBR 6.2.3.1

Conforme a norma ABNT NBR 16200, todo elevador de cremalheira deve ser provido um freio de segurança (FIGURA 15) para evitar que a cabine caia. Um dos seguintes tipos de freios de segurança deve ser utilizado, freio de segurança de sobrevelocidade ativados na ocorrência de sobrevelocidade ou válvulas de queda.

O freio de segurança deve estar sempre operacional, inclusive na montagem, desmontagem e durante a rearmação, se estiver desarmado. Nenhum dos componentes de acionamento normal, com exceção da cremalheira, pode seu

utilizado como freio de segurança de sobrevelocidade. O freio de segurança não pode atuar em elementos flexível.

O freio de segurança deve ser capaz de para e manter a cabine parada com 1,3 vez carga nominal. O freio de segurança deve ser calculado atendendo ao estabelecido em 5.2, especialmente em 5.2.2.8.

O retardamento do freio de segurança com qualquer carga na cabine até a carga nominal deve estar entre 0,05g e 1,0g, sem nenhum pico excedendo 2,5g por mais de 0,04s. Esses valores podem ser excedidos se o freio de segurança desarmar antes que a operação de rearmação esteja concluída.

O movimento da cabina deve ser automaticamente evitado por um dispositivo elétrico de segurança atendendo ao estabelecido em 5.9.6 no mais tardar quando o freio de segurança de sobrevelocidade for desarmado. O método de rearmação do freio de segurança deve requerer a intervenção de uma pessoa competente para repor o elevador em operação normal.

Deve-se poder realizar ensaios de freios de segurança em uma distância de segurança adequado da cabine utilizado um controle remoto. Cada cabine, não diretamente suportada por pistões hidráulicos, devem estar equipados com freio de segurança fixado à armação da cabine e desarmado diretamente pela sobrevelocidade da cabine.

O ajuste não autorizado da velocidade de desarme do limitador de velocidade deve ser evitado, por exemplo, por um lacre. As polias dos limitadores de velocidades devem ser montadas independentemente de qualquer eixo que suporte polias dos cabos de suspensão. O freio de segurança de sobrevelocidade não pode ser desarmado por nenhum dispositivo operado eletricamente ou pneumaticamente.

Sob todas as condições de carregamento, excluindo sobrecarga, quando o freio de segurança estiver em operação, o piso da cabine não pode se inclinar mais que 5% de sua posição normal e deve se restabelecer sem deformação permanente.

A velocidade de desarme do freio de segurança não pode exceder a velocidade nominal do elevador em mais de 0,4m/s. Deve-se tomar medidas adequadas para evitar que o freio de segurança venha a se tornar inoperante devido ao acúmulo de corpos estranhos ou às condições atmosféricas.

O freio de segurança centrífugo inspecionado estava sem identificação de validade e sem certificação, onde também continha uma placa amassada com data de 2014. Conforme a norma, nesse caso tem que ser feita a substituição ou a certificação do freio para o uso dele. Segundo o manual do fabricante e a norma ABNT NBR 16200 configura-se como fator de parada de equipamento desaprovando sua utilização.



Figura 15 - Freio de segurança centrífugo. Fonte: Autor

2.3.5.1 ACOPLAMENTO E FUNCIONAMENTO DO FREIO DE SEGURANÇA CENTRÍFUGO

O sistema do freio de emergência é responsável pela segurança do elevador, em caso de problema no sistema do freio eletromagnético ou qualquer outra causa que leve o elevador a uma descida com velocidade superior à nominal, o sistema de freios de emergência é acionado travando a cabina e simultaneamente acionando a chave de ruptura que desliga o funcionamento da máquina de tração até que seja realizado o destravamento por uma pessoa habilitada.

O sistema desativado opera em modo livre, o movimento se dá apenas no pinhão, eixo do pinhão e no mecanismo centrífugo que funciona como limitador de velocidade do elevador.

A medida em que a velocidade da cabine aumenta, o eixo do pinhão gira mais rápido, fazendo com que o mecanismo centrífugo vá em direção ao tambor do freio, no momento em que eles tocam o tambor entra em movimento como o mesmo, neste momento está em contato com as sapatas e causa a ação de frenagem. Simultaneamente, a essa ação o eixo roscado ligado ao tambor comprime as anilhas e aciona o interruptor de segurança que interrompe o sistema elétrico que alimenta a máquina de tração anulando a força motriz do sistema.

Na (FIGURA 16), mostra de como os sistemas de freio de segurança são interligados com o sistema de máquina de tração. Esse sistema está funcionando com dois freios e estão interligados diretamente com a máquina de tração.

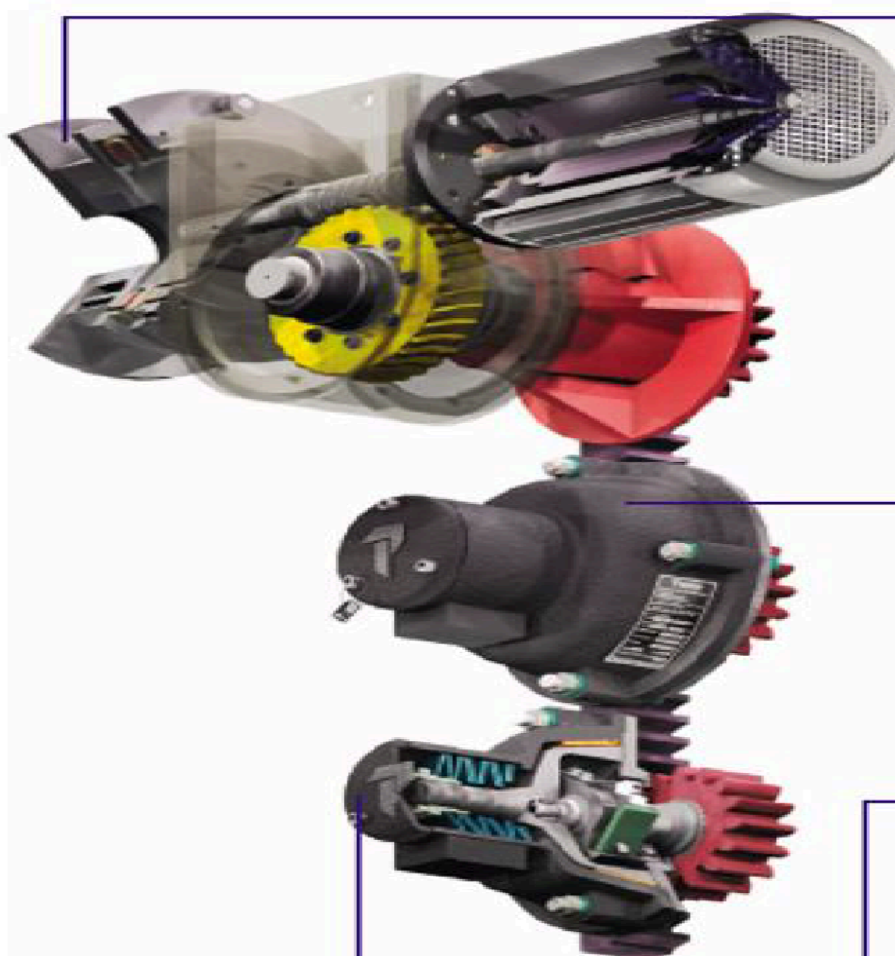


Figura 16 - Esquema de acoplamento da máquina de tração com os sistemas de freios de segurança. Fonte: Pingon elevadores

2.3.5.2 FREIO DE SEGURANÇA CENTRÍFUGO INSPECIONADO

O freio de segurança centrífugo estava sem identificação de validade e sem certificação (FIGURA 16), onde também continha uma placa amassada com data de 2014. Conforme a norma, nesse caso tem que ser feita a substituição ou a certificação do freio para o uso do mesmo. Mediante a norma NBR 16200 itens 5.6.2 até 5.6.2.12 o freio estava em conformidade, atendendo os critérios como: lacre, dispositivo de segurança (fim de curso), adequado para o limite de peso do equipamento, armando o freio a uma velocidade superior a 0,5m/s e desarme manual.



Figura 17 - Freio de segurança centrífugo inspecionado. Fonte: Autor

2.3.5.3 ETIQUETA DO DISPOSITIVO DE SOBREVELOCIDADE – ABNT NBR 16200 ITEM: NBR 7.2.6

Conforme a norma NBR 16200 item 7.2.6, o freio de segurança tem que estar com a placa de identificação, chamado de etiqueta, contendo as informações como, nome e endereço do fabricante, número do certificado de inspeção de tipo, velocidade de desarme, ano de construção e número de série.

A placa do freio estava amassada e sem condições de enxergar as especificações recomendada pela norma ABNT NBR 16200 subitem 7.2.6. Segundo

o manual do fabricante e a norma ABNT NBR 16200 configura-se como fator de parada de equipamento desaprovando sua utilização.



Figura 18 - Placa do freio amassada. Fonte: Autor

2.3.5.4 CERTIFICAÇÃO DO FREIO DE SEGURANÇA CENTRÍFUGO

A certificação consiste em desmontar o equipamento e inspecionar e avaliar os componentes do equipamento para saber se tem a necessidade de reparo ou substituição deles em conjunto ou individualmente.

Na certificação tem que ser avaliado a carcaça do freio para ver se não tem trinca ou nenhuma outra avaria.

A bucha de assentamento tem que ser medida para ver se existe folga e o pinhão tem que ser medido para avaliar se não tem folga além do permitido pela norma ABNT NBR 16200 subitens NBR 5.7.3.1.2.1 e NBR 5.7.3.1.4.4.

O suporte acionador ou tranqueta e a mola de pressão tem que ser avaliadas para saber se não tem avaria na tranqueta ou se a ponta do acionador não está amassada, impedindo uma acoplagem correta com o suporte do freio, e as molas se estão com a funções elásticas boa.

O suporte do freio de que avaliado para ver se não tem trinca ou avaria e se está faceado com a lona de freio para uma frenagem correta.

A porca e o fixador, tem que ser avaliados para ver se não tem trincas ou avarias.

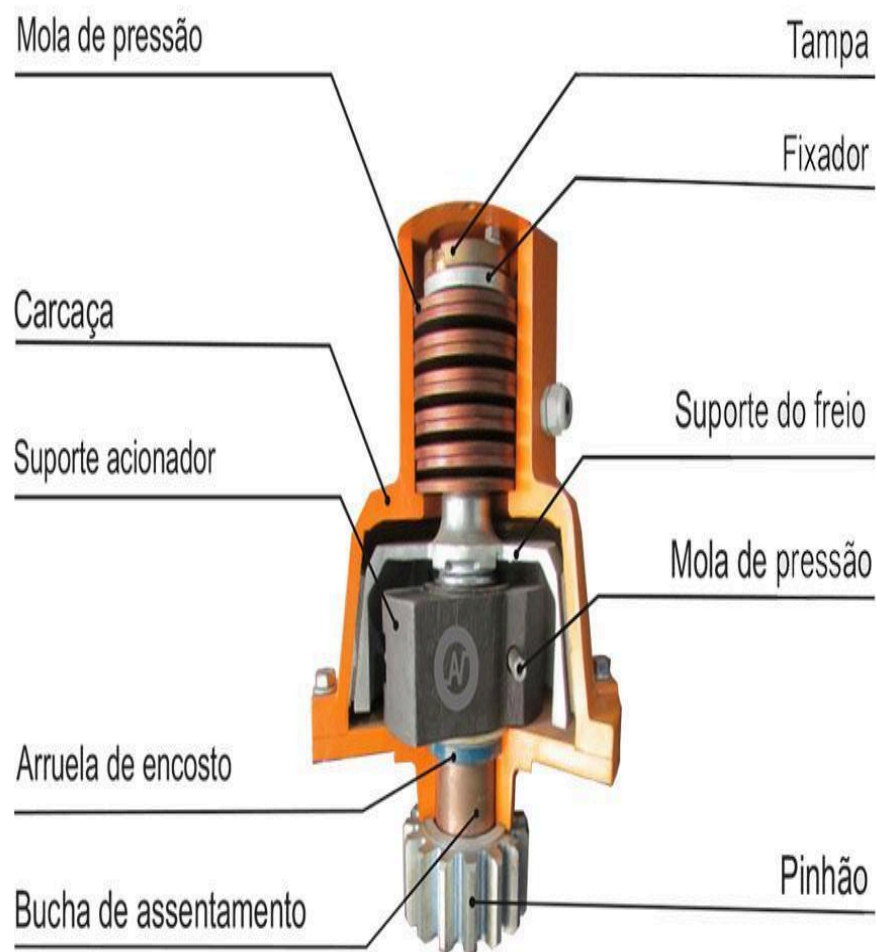


Figura 19 - Componentes do freio de segurança centrífugo. Fonte: Azanelli

2.3.6 TRAVA ELETROMECAÂNICA – ABNT NBR 16200 SUBITENS NBR 5.6.1.4.1.4, NBR 5.6.1.4.1.5 E NBR 5.6.1.4.1.9

Conforme a norma ABNT NBR 16200, as portas devem ser montadas com travas mecânicas de modo que em operação normal elas não possam ser abertas, a menos que o piso da cabine esteja dentro da distância de um pavimento conforme descrita 5.5.5.1.

Não pode ser, sob nenhuma condição normal de operação, dar partida ou manter a cabine em movimento, a não ser que todas as portas estejam na posição fechada.

O dispositivo de travamento da porta da cabine juntamente com qualquer mecanismo de atuação e contatos elétricos associados, deve ser situado ou protegido de modo a ser inacessível por pessoas não autorizadas de dentro da cabine, com todas as portas da cabine fechadas (FIGURA 20).

A trava eletromecânica inspecionada estava de acordo com que a norma estabelece, assim sendo aprovada sua utilização com segurança.



Figura 20 - Trava eletromecânica da porta da cabine. Fonte: Metax

2.3.7 CABOS ELÉTRICOS – ABNT NBR 16200 SUBITENS NBR 5.9.4

Conforme a norma ABNT NBR 16200, todos os cabos e a fiação elétrica do elevador (FIGURA 21) devem ser localizados e instalados para prover proteção contra danos mecânicos. Deve-se dar atenção especial aos cabos elétricos que ficam suspensos na cabine com relação à resistência dos cabos e efeitos climáticos.

Para evitar encaixes incorretos, devem ser utilizados dispositivos de encaixe e soquetes com codificação mecânica ou equivalente atendendo à EM 60204-1:2006, 13.4.5.

Os cabos elétricos inspecionados estavam de acordo com que a norma estabelece, assim sendo aprovada sua utilização com segurança.



Figura 21 - Cabos elétricos do elevador de cremalheira. Fonte: Autor

2.3.8 PAINEL ELÉTRICO – ABNT NBR 16200 SUBITENS NBR 5.9, NBR 5.9.1 E NBR 5.10.7 ATÉ 5.10.7.1.3

As instalações e aparelhagens elétricas devem atender à EN 60204-1, que é integralmente aplicável.

Adicionalmente, para as peças eletrônicas, a temperatura ambiente para utilização estabelecida pelo fabricante deve ser levada em consideração. Se os limites de temperatura ambiente estabelecidos na EN 60204-1 forem excedidos, devem ser utilizados meios adequados, como aquecimento ou refrigeração.

As partes relacionadas com a segurança dos sistemas de controle devem ser projetadas, incorporando dispositivos eletrônicos como dispositivos de detecção de sobrecarga atendendo ao estabelecido em 5.6.3

O elevador deve ser controlável de dentro da cabine. Ele também pode ser controlável a partir do pavimento térreo (FIGURA 22) e a partir dos pavimentos.

Todos os controles, exceto quanto à parada de emergência, devem ser projetados de modo que possam operar somente por uma ação manual intencional.

Um dispositivo deve impedir que a cabine saia de um pavimento por um período de pelo menos 2s após parar.

O painel elétrico inspecionada estava de acordo com que a norma estabelece, assim sendo aprovada sua utilização com segurança.



Figura 22 - Painel elétrico do elevador de cremalheira. Fonte: Autor

2.3.9 ANCORAGEM – ABNT NBR 16200 SUBITEM NBR 5.4.2

Para elevadores do tipo cremalheira a quantidade e tipo de amarração ou também chamado de gravata (FIGURA 23), deve ser especificada pelo fabricante ou pelo profissional legalmente habilitado responsável pelo equipamento.

Conforme a norma ANBT NBR 16200, as amarrações devem suportar os casos de carga citados em subitem 5.2. Atenção especial deve ser dada às forças geradas durante a montagem e desmontagem.

A ancoragem inspecionada estava de acordo com que a norma estabelece, assim sendo aprovada sua utilização com segurança.



Figura 23 - Gravata ou amarração da torre do elevador de cremalheira. Fonte: Autor

2.3.10 PAU DE CARGA – ABNT NBR 16200 SUBITEM NBR 5.10.4

Conforme a norma ABNT NBR 16200, qualquer acessório (FIGURA 23) de montagem deve ter seu posicionamento seguro, durante a viagem do elevador, tanto na operação normal quanto durante operações de montagem, desmontagem e manutenção, garantido por projeto ou monitorado por um dispositivo elétrico de segurança atendendo ao apresentado em 5.9.6. Tais acessórios de montagem devem incluir equipamentos de levantamento da torre, extensões utilizadas para acesso durante a montagem das amarrações da torre etc.

O pau de carga inspecionada estava de acordo com que a norma estabelece, assim sendo aprovada sua utilização com segurança.



Figura 24 - Pau de carga do elevador de cremalheira. Fonte: Autor

2.3.11 CABINA – ABNT NBR 16200 SUBITENS NBR 5.6 E NBR 5.6.1

É o principal componente do equipamento. Consiste em uma armação de aço no qual são montados os componentes mecânicos elétricos e sistema de segurança.

Conforme a norma ABNT NBR 16200, a cabine deve ser totalmente fechada (FIGURA 25).

Para a definição do número máximo de pessoas na cabine, deve ser utilizada a proporção de 0,2m² de área de piso por pessoa, cada pessoa pesando 80

kg. A estrutura da cabine deve ser calculada de acordo com o subitem 5.2. A cabine deve possuir guiamento rígido para evitar descarrilhamento ou agarramento.

A cabine deve ser provida de dispositivos efetivos que retenham a cabine nas guias da cabine na eventualidade de falhas dos cursores deslizantes ou de rolos. Ela deve ser provida de meios mecânicos que a impeçam de sair das guias. Esses meios devem estar ativos tanto durante a operação normal quanto durante a montagem/desmontagem e manutenção. Deve estar equipada de meios efetivos para detectar uma sessão solta da torre evitar que ela se movimente nesta seção ou assegurar que a cabine de seção fixada da torre.

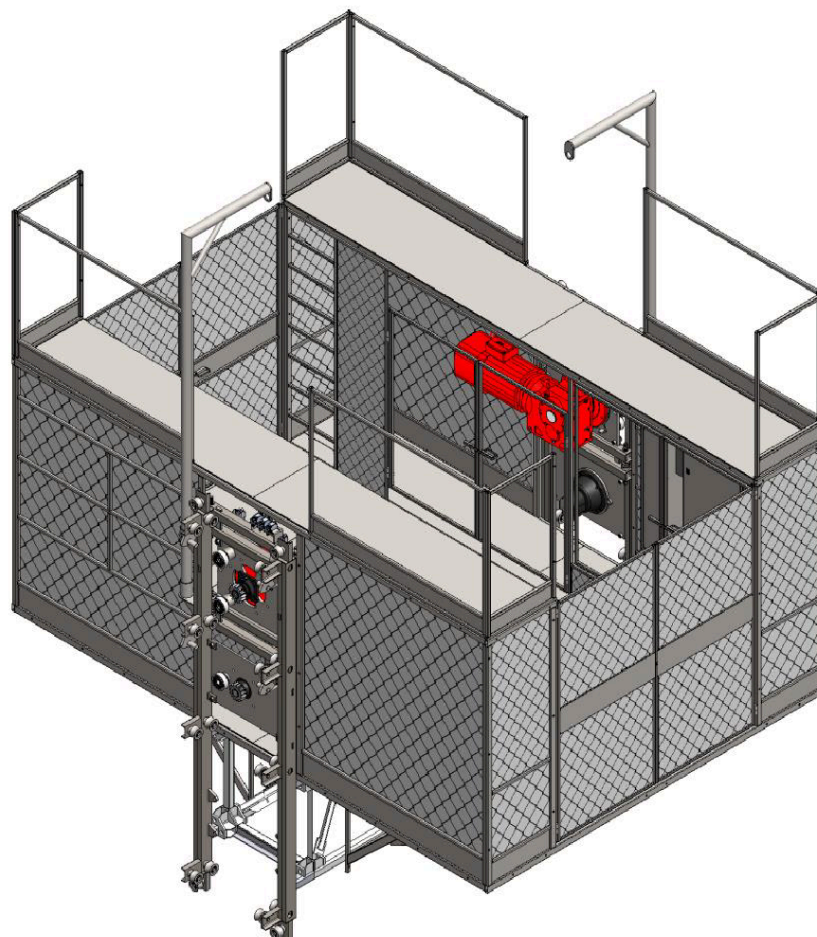


Figura 25 - Cabine do elevador de cremalheira. Fonte: Autor

2.3.12 GUIA CABO

Dispositivo que guia e tenciona o cabo elétrico de alimentação à medida que a cabine sobe ou desce. O guia cabo elétrico é uma estrutura muito leve e, caso seja utilizado sem o guia cabo, pode ser deslocado pela força do vento.

O guia cabo elétrico é montado abaixo da cabine na torre, sendo de fácil instalação. Os tubos principais da lateral da torre que servem de guia da cabine também servem de guia para o guia cabo elétrico. Estes dispositivos deixam o cabo elétrico menos vulnerável à ação do vento.



Figura 26 - Guia cabo do elevador de cremalheira. Fonte: Metax

2.3.13 GRADE DE PROTEÇÃO – ABNT NBR 16200 SUBITENS NBR 5.5.2 ATÉ NBR 5.5.2.3

A proteção de base é constituída por painéis tubulares e telas de aço galvanizado, proporcionando uma montagem simples e rápida. Sua fixação é feita na base de concreto onde para a cabine.

Conforme a norma ABNT NBR 16200, O fechamento da base do elevador deve proteger todos os lados até uma altura de pelo menos 2 m. Qualquer contrapeso móvel deve ser posicionado dentro do fechamento da base do elevador.

Quando, como com o propósito de manutenção, o fechamento da base for acessado pela sua porta, ela deve permitir abertura pelo lado de dentro e ser intertravada com fecho eletromecânico.

A grade de proteção do elevador de cremalheira inspecionado estava em conformidade com a norma, pois estava cobrindo toda base do elevador para impedir o acesso dos usuários enquanto o elevador estivesse em operação e não tiver permissão para ter acesso ao elevador.



Figura 27 - Grade de proteção da base do elevador de cremalheira. Fonte: Autor

2.3.14 BASE DE MOLAS – ABNT NBR 16200 SUBITENS NBR 5.4.3 ATÉ NBR 5.4.3.2

Os elevadores do tipo cremalheira devem ser dotados de amortecedores de impacto (FIGURA 28) de velocidade nominal na base caso ele ultrapasse os limites de parada final, o sistema de segurança fixado na base, tem a finalidade de amortecer o impacto (velocidade nominal) e dimensionadas considerando a carga máxima.

Conforme a norma ABNT NBR 16200, os percursos da cabine e o do contrapeso devem ser limitados na parte inferior de seus percursos por para-choques.

Com carga nominal na cabine e velocidade igual à velocidade nominal mais 0,2 m/s, o retardamento médio da cabine durante à ação dos amortecedores não podem exercer 1g, com nenhum pico excedendo 2,5g por mais de 0,04s (ver 5.2.2.15).

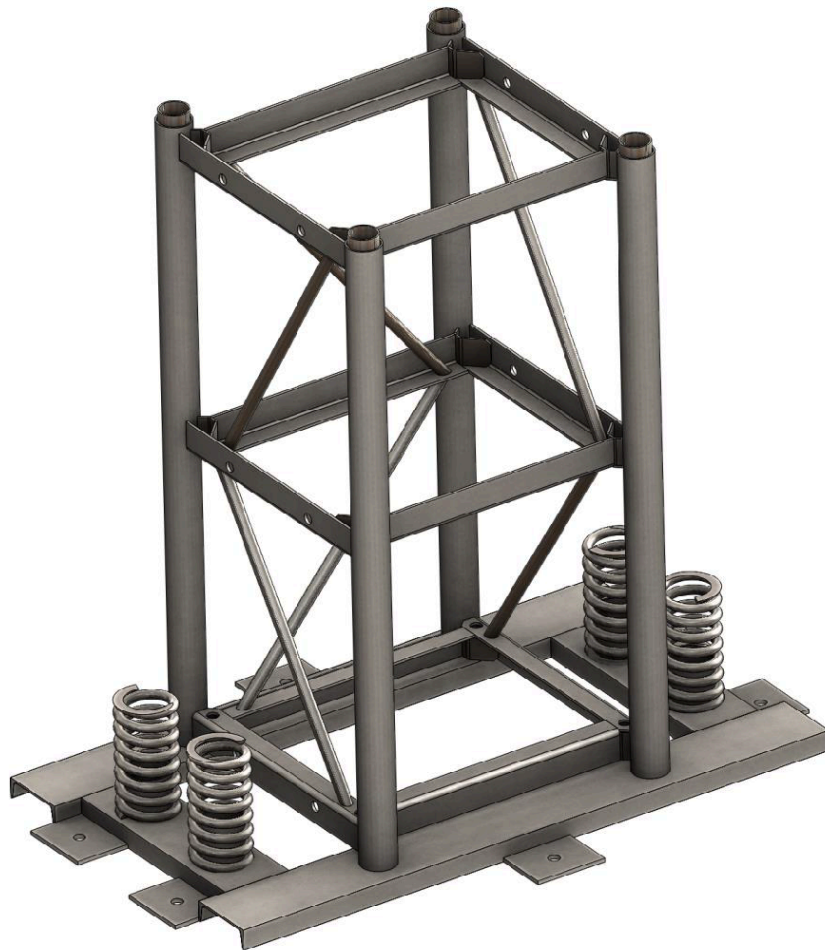


Figura 28 - Base de amortecimento do elevador de cremalheira. Fonte: Manual Passini

2.3.15 PARAFUSOS DA CABINE SEM TORQUEAMENTO E CONTRA PINOS

Conforme o manual do fabricante, todos os parafusos devem possuir porcas ou porca autotravantes, contra porcas, além de contra pinos. Observando a (FIGURA 29) observa-se que os parafusos estão em bom estado, apresentando também porcas e contra porcas adequadas, entretanto não existiam contra pino.

Segundo o manual do fabricante a ausência de contra pino configura-se como fator de parada de equipamento desaprovando sua utilização além disso encontrava-se sem torqueamento.

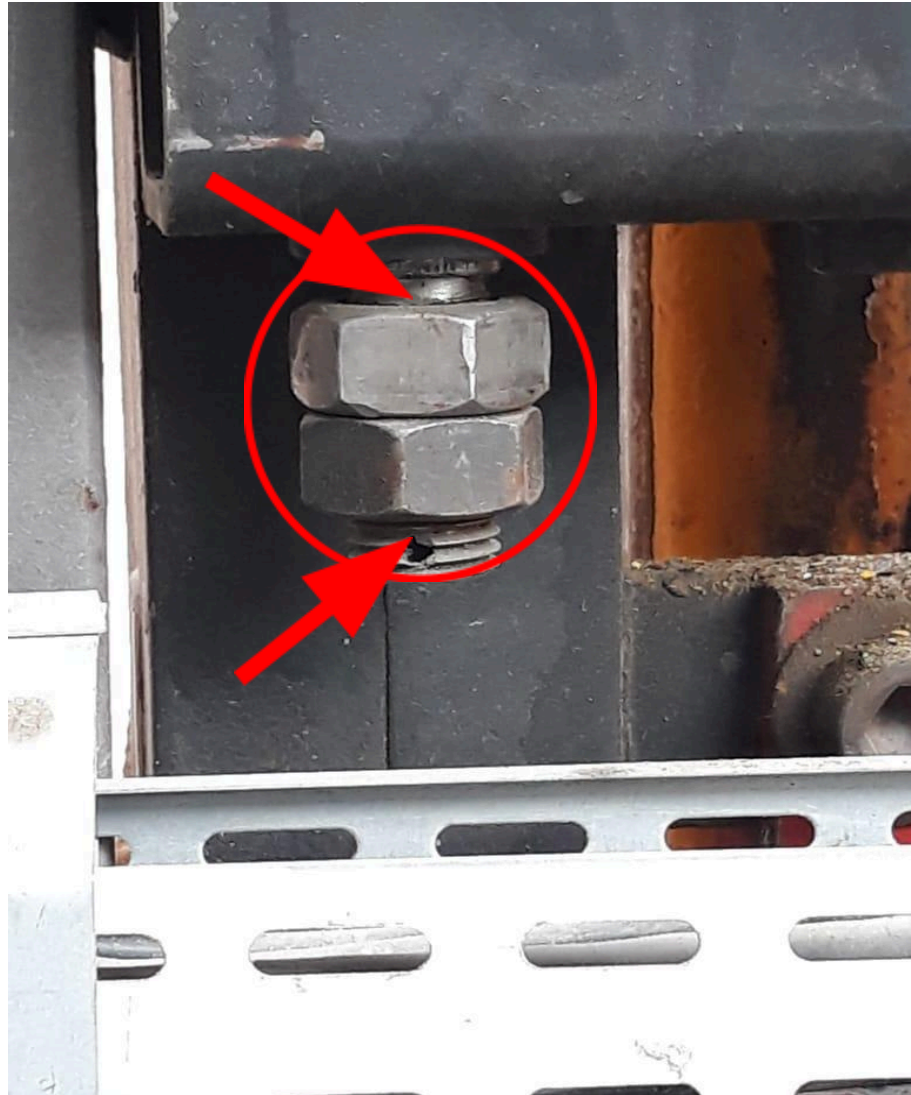


Figura 29 - Parafuso da cabine sem torque e contrapino. Fonte: Autor

2.3.16 PARAFUSO DA TORRE SEM CONTRA PORCA

Conforme o manual do fabricante, todos os parafusos da torre devem possuir porcas ou porca autotravantes e contra porcas. Observando a (FIGURA 30) observa-se que os parafusos estão em bom estado, apresentando também porcas adequadas, entretanto não existiam contra porca. Segundo o manual do fabricante a

ausência de contra porca configura-se como fator de parada de equipamento desaprovando sua utilização além disso encontrava-se sem torqueamento, o torque estava abaixo de 430N.m como indicado no manual do fabricante.

O manual do fabricante informa que os parafusos dos elementos de torre devem ser torqueados à 430 N.m e conferido periodicamente em intervalos máximos de 100 dias.



Figura 30 - Parafuso da torre sem contra porca e torqueamento. Fonte: Autor

2.3.17 DISPOSITIVO DE SEGURANÇA JUMPEADO – ABNT NBR 16200
SUBITEM NBF 5.5.5

As portas dos pavimentos estavam com os circuitos de segurança com jumper, o elevador funcionava com a porta aberta no pavimento (FIGURA 31).

De acordo com a norma ABNT NBR 16200 item 5.5.5 o dispositivo de travamento da porta de pavimento sob condições normais de operação, não pode abrir qualquer porta do pavimento, a não ser que o piso da cabina esteja dentro de mais ou menos 25mm desse pavimento, se partir ou manter a cabina em movimento, a não ser que todas as portas dos pavimentos estejam na posição fechada, exceto quanto ao caso indicado em 5.7.3.5.8, no qual é utilizado renivelamento como meio antideslize.

Com relação ao destravamento de emergência, cada uma das portas de pavimento deve poder ser destravada a partir do lado do pavimento com a ajuda de uma chave de destravamento de acordo com a ABNT NBR 207:1999, Anexo B.

Foi necessária manutenção corretiva do circuito de segurança, ligações elétricas, fixações de fim de curso com parafusos e até substituição de fim de curso.



Figura 31 - Fim de curso da porta de pavimento jumpeada. Fonte: Autor

2.3.18 FOLGAS DOS ROLETES DA CABINE – ABNT NBR 16200 SUBITENS NBR 5.5.6 E NBR 5.5.6.1

Conforme a norma ABNT NBR 16200, todas as distâncias de segurança ainda não estabelecidas nesta norma devem estar em conformidade com a ABNT NBR ISO 13852 e ABNT NBR NM ISO 13853. Todos os espaçamentos devem estar em conformidade com a ABNT NBR NM ISO 13854 e manual do fabricante.

De acordo com a (FIGURA 32) os roletes do guia da cabine estavam com folga além do permitido tendo que ter uma regulagem dos roletes. Segundo o manual do fabricante e a norma ABNT NBR 16200 configura-se como fator de parada de equipamento desaprovando sua utilização.



Figura 32 - Folga nos roletes da cabine. Fonte: Autor

2.3.18.1 REGULAGEM DOS ROLETES

Conforme manual do fabricante a folga mínima é de 0,5mm e a máxima de 1,5mm (FIGURA 33).

Para regular os roletes, utilizar uma chave especial conforme o parafuso do eixo excêntrico dos roletes girando-o para direita (FIGURA 33).

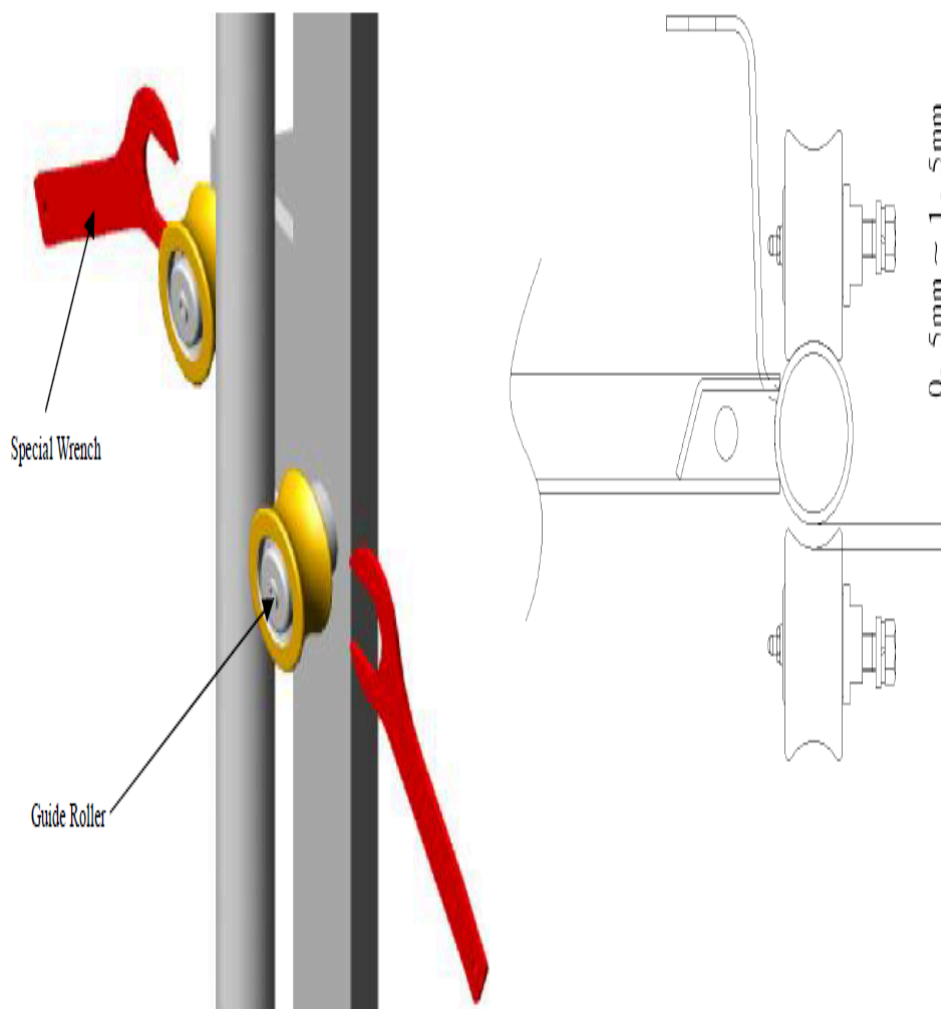


Figura 33 - Ilustração da regulagem dos roletes. Fonte: Manual ZPMC elevadores.

2.3.19 PINHÃO DESGASTADO – ABNT NBR 16200 SUBITEM NBR 5.7.3.1.2.1

Conforme (FIGURA 34) foi observado e aferido desgaste superior ao desgaste máximo admissível do pinhão permitido pela norma NBR 16200 item 5.7.3.1.2.1.

Conforme a norma ABNT NBR 16200, cada pinhão deve ser projetado em conformidade com as ISO 6336-1, ISO 6336-2, ISO 6336-3 e ISO 6336-5 com relação à resistência e desgaste dos dentes. Cada pinhão deve possuir coeficiente

de segurança mínimo de 2,0 com base no limite de fadiga quanto à resistência dos dentes, e coeficiente de segurança mínimo de 1,4 com base no limite de fadiga ao desgaste.



Figura 34 - Pinhão desgastado. Fonte: Autor

2.3.19.1 DESGASTE MÁXIMO ADESSÍVEL DO PINHÃO.

Conforme o manual do fabricante, os pinhões devem ser trocados antes que o equipamento seja instalado. Verificar o desgaste dos pinhões antes de cada instalação, e trocá-los quando o desgaste exceder a dimensão da (FIGURA 35).

Recomenda-se que os pinhões sejam substituídos antes do desgaste atingir o máximo valor permitido.

Devem-se trocar todos os pinhões tanto nos conjuntos de acionamento com dois motores como no de três motores.

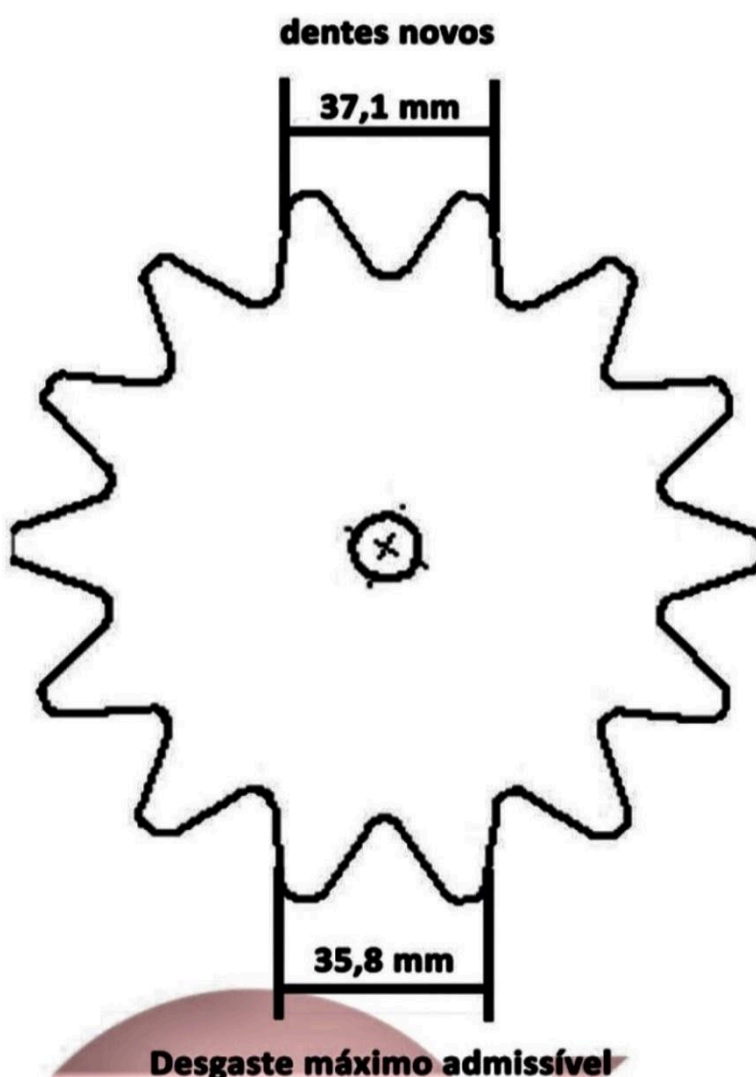


Figura 35 - Desgaste máximo admissível do pinhão. Fonte: Manual Limac

3. CONCLUSÃO

Após a inspeção para comissionamento, concluiu-se que devido todas as não conformidades relacionadas nesse trabalho, o elevador foi considerado reprovado para a utilização em atendimento a NBR 16200 e NR 18. Impossibilitando assim a realização de testes adicionais, tais como, teste de carga e teste de queda livre.

Conforme a norma ABNT NBR 16200 o elevador de cremalheira inspecionado não estava em conformidade com os subitens 5.4.1.3, 5.5.5, 5.5.6, 5.6.2, 5.7.3.1.2.1, 5.7.3.1.2.2, 6.2.3, 6.2.3.1 e 7.2.6, colocando em risco a operação e a segurança dos colaboradores.

Sendo assim, o elevador foi impedido de operar, pois as não conformidades apontadas por esse estudo, devem ser tratadas conforme as recomendações do estudo.

Recomenda-se ao proprietário e ao fabricante as manutenções das não conformidades encontradas, realizando as seguintes tratativas:

1 – Subitem 5.4.1.3 da ABNT NBR 16200 - A torre na seção 08 estava desalinhada, onde é preciso uma manutenção corretiva para alinhar a seção pois pode ocasionar um descarrilhamento ou agarramento do pinhão do conjunto motriz do elevador durante o seu percurso e desgaste prematuro do pinhão e cremalheira.

2 – Subitem 5.5.5 da ABNT NBR 16200 – Realizar substituição de todos os dispositivos de segurança das portas de pavimentos, pois os dispositivos estavam ruins “jumpeados”, onde as portas poderiam ser abertas com o elevador funcionando.

3 – Subitem 5.5.6 da ABNT NBR 16200 – Realizar regulagem dos roletes guias da cabine.

4 – Subitem 5.6.2 da ABNT NBR 16200 – Realizar substituição ou certificação do freio de segurança centrífugo e troca da placa amassada do freio com as especificações de acordo com o subitem 7.2.6 da ABNT NBR 16200.

5 – Subitem 5.7.3.1.2.1 da ABNT NBR 16200 – Realizar a substituição do pinhão conforme o indicado no manual do fabricante, pois o inspecionado estava com o desgaste máximo admissível além do permitido.

6 – Subitem 5.7.3.1.2.2 da ABNT NBR 16200 – Realizar a substituição das cremalheiras das seções 10, 22, 30, conforme o manual do fabricante, pois as inspecionadas estavam além do desgaste máximo admissível indicado pelo fabricante.

7 - Subitens 6.2.3 e 6.2.3.1. da ABNT NBR 16200 – Realizar teste de carga do freio de segurança centrífugo com 125% da carga nominal e teste de queda livre com 100% da carga nominal.

Conclui-se que após as inspeções o elevador está inapto para utilização. Sendo assim, observa-se a importância do emprego e atendimento da norma para os elevadores de cremalheiras que são utilizados em canteiros de obras, tanto nas diretrizes de ordem administrativa, de planejamento, organização, instalação e manutenção.

4. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFIA

Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) ABNT NBR 16200:2013 - Elevadores de canteiros de obras para pessoas e materiais com cabina guiada verticalmente - Requisitos de segurança para construção e instalação.

Associação Brasileira de Normas Técnicas, Normas Regulamentadoras NR 18.14:2011 Movimentação e Transporte de Materiais e Pessoas.

AGUILERA, H. (2011). Elevadores cremalheira. Disponível em AGEU - Elevadores: <http://ageuelevadores.webnode.com.br/elevador-cremalheira/> Acesso em Maio 2020.

ELEVATORBOBS. (2010). Construction Hoists. Disponível em Elevatorbobs: http://www.elevatorbobs-elevator-pics.com/hoists_p1.html Acesso: Maio 2020.

GESEC. Elevador de Tração a Cabo e Cremalheira. 2016.

LOPES, José Carlos Leite; GALDINO, Luciano. Dimensionamento do sistema cremalheira pinhão de dentes retos. Revista Augusto Guzzo. São Paulo, n. 12, p. 127-139, 2013.

METAX, E. Sobre a empresa: Elevadores Metax. Site da Elevadores Metax, 2019. Disponível em: <http://www.metax.com.br/aluguel-de-elevador-de-cremalheira-id-88>. Acesso em: Outubro 2019.

Rodrigues, Ricardo. Importância dos elevadores de carga na construção civil, 2013. Disponível em: <https://engiobra.com/elevadores-de-carga/>. Acesso: Setembro 2019.

RUDENKO, N, Máquinas de Elevação e Transporte, Rio de Janeiro, 1976.

SILVA, WESLEY. Proposta De Melhoria Da Segurança Em Elevadores Na Construção Civil De Guarulhos Através De Normas Técnicas. São Paulo: Faculdade Eniac 2016.

VIANA, SOUZA. Movimentação e Transporte de Materiais e Pessoas – Elevadores de Obra. Brasil. 2001.

PINGON. (2011). ELEVADORES DE CREMELHEIRA. Acesso em 20 de 07 de 2016, disponível em PINGON ELEVADORES E GRUAS: http://www.pingon.com.br/produtos_elevador.htm

FÁBRICA DO PROJETO. Principais componentes do elevador de cremalheira. Disponível em: <https://www.fabricadoprojeto.com.br/2013/11/projeto-solicitado-18-de-novembro-de-2013-elevador-de-cremalheira>

METAX. Guia cabos. Disponível em: <https://www.metax.com.br/downloads/ccf443012c0600de9755dcb2637ab0b9.pdf>

Soares, Matheus Henrique Oliveira. Síntese de um freio simplificado e de emergência para elevadores do tipo cremalheira. Disponível em: <https://repositorio.ufpb.br/jspui/bitstream/123456789/13398/1/MHOS05072018.pdf>

GSX BRASIL. História do elevador de cremalheira. Disponível em: <https://www.gsxbrasil.com.br/elevadores>

CONEM, Congresso Nacional de Engenharia Mecânica, 2016. Análise de tipos de elevadores utilizados na indústria da construção civil. Disponível em: <https://ssl4799.websiteseuro.com/swge5/PROCEEDINGS/PDF/CON-2016-1269.pdf>