



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA - AM.
DEPARTAMENTO DE ENSINO SUPERIOR



MARCOS RAMON LIMA ALMEIDA

**DIRETRIZES PARA CONSTRUÇÃO DE CAIXAS PARA
INSTALAÇÃO DE ELEVADORES ELÉTRICOS DE
PASSAGEIROS**

MANAUS
2016

MARCOS RAMON LIMA ALMEIDA

**DIRETRIZES PARA CONSTRUÇÃO DE CAIXAS PARA
INSTALAÇÃO DE ELEVADORES ELÉTRICOS DE
PASSAGEIROS**

Monografia apresentada ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas, como requisito parcial, para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Mecânica, sob a orientação do Prof. Esp. Sidney Assis Chagas.

MANAUS-AM
2016

Ficha Catalográfica
Layde Dayelle dos Santos Queiroz
CRB – 11/980

A447d Almeida, Marcos Ramon Lima.
Diretrizes para construção de caixas para instalação de elevadores elétricos de passageiros. / Marcos Ramon Lima Almeida. – Manaus: IFAM, 2016.
83 f.: il.; 30 cm.

Monografia (Bacharelado em Engenharia Mecânica) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas, 2016.
Orientador: Prof. Esp. Sidney Assis Chagas.

1. Engenharia mecânica 2. Elevadores elétricos I. Chagas, Sidney Assis (Orient.) II. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas III. Título.

CDD: 621



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO MÉDIA E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA - AM
DEPARTAMENTO DE ENSINO SUPERIOR
ENGENHARIA MECÂNICA



Ata de Defesa de Trabalho Final da Graduação do (a) acadêmico (a)
MARCOS RAMON LIMA ALMEIDA sobre o tema
"DIRETRIZES PARA CONSTRUÇÃO DE CAIXAS PARA
INSTALAÇÃO DE ELEVADORES ELÉTRICOS DE
PASSAGEIROS."

Aos sete dias do mês de dezembro de
Dois mil e dezesseis, às 21:45 na sala _____ do corredor da Sete de Setembro do Instituto Federal
de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas - IFAM, realizou-se a Defesa Pública do Trabalho de
Conclusão de Curso - TOC do formando: **MARCOS RAMON LIMA ALMEIDA**, intitulada:
"DIRETRIZES PARA CONSTRUÇÃO DE CAIXAS PARA INSTALAÇÃO DE ELEVADORES
ELÉTRICOS DE PASSAGEIROS." A composição da Banca Examinadora contou com o Prof^o MSc.
SIDNEY ASSIS DAS CHAGAS, orientador e presidente da mesma, Prof^o MSc. Alberto de Castro Monteiro,
examinador e Prof^o MSc. Carlos José Batista Machado, examinador. A presidência da mesa deu início aos
trabalhos, seguindo metodologia apropriada, após a apresentação, a Banca Examinadora se reuniu para
análise, deliberação e divulgação de nota atribuída ao Trabalho, solicitando inserção e remoção de dados. A
sessão foi encerrada às 22:55 horas. O Prof^o Alberto de Castro Monteiro, coordenador do Curso de
Engenharia Mecânica do IFAM, lavrou a presente ata, que depois de lida e aprovada, foi assinada por mim,
pelos membros da Banca Examinadora e formando MARCOS RAMON LIMA ALMEIDA a quem foi
conferido o mérito de aprovado no Trabalho de Conclusão de Curso - TOC de Engenharia Mecânica.
Manaus, sete de dezembro de dois mil e dezesseis.

Orientador (a):

Examinador (a):

Examinador (a):

Formando (a):

Secretário (a):

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos Prof. Msc. Andréa Regina do Nascimento e o Prof. Esp. Sidney Assis Chagas pela orientação e atenção durante a confecção deste trabalho.

Agradeço ao Prof. Msc. Carlos Machado que aconselhou-me a estagiar no segmento de máquinas de transporte vertical para adquirir experiência em uma área que poucos engenheiros mecânicos tem a oportunidade de atuar.

Aos meus pais Jucilene e Marcos e a minha irmã, Camila, que me apoiaram em minhas decisões e me ajudaram a alcançar os meus objetivos, sempre me incentivando a continuar e não a desistir.

Aos colegas de trabalho e todos os profissionais envolvidos na pesquisa, pelas orientações e contribuições sobre os processos relacionados com elevadores.

Aos meus amigos que torceram e me incentivaram a conquistar mais essa conquista.

“Insanidade é continuar fazendo sempre a mesma coisa e esperar resultados diferentes”

(Albert Einstein)

RESUMO

Elevadores são equipamentos fundamentais para o funcionamento de quase todos os empreendimentos, como grandes prédios comerciais e residenciais, hotéis, shoppings e hospitais. No caso onde os elevadores não funcionam corretamente ou param com frequência, o sucesso desse empreendimento pode ser seriamente comprometido devido ao medo dos usuários de ficarem presos nos equipamentos. Assim o presente trabalho apresenta diretrizes para construção de caixa de corridas de elevadores buscando minimizar ou excluir os erros na etapa de construção, que acabam prejudicando e até inviabilizando os serviços de montagem, gerando grandes gastos e transtornos tanto para contratante (obras) como para o contratado (fabricantes de elevadores). Estas diretrizes fornecerão aos responsáveis pela execução das caixas informações fundamentais para entendimento do processo, e procedimentos para evitar os problemas de construção que são os principais responsáveis pelos problemas enfrentados pela montagem que acabam impactando na entrega final do elevador. Os dados foram obtidos através de pesquisas, entrevistas e observação em obras de Manaus nas mais diferentes etapas, tanto de pré-instalação, montagem e assistência técnica. Desta forma foi possível confirmar as dificuldades encontradas e como os processos de pré-instalação impactam nos serviços de montagem e na entrega final dos equipamentos. Percebeu-se que uma orientação do conjunto como um todo, a integração e um acompanhamento através de um cronograma detalhado de atividades por parte do contratante e do contratado pode minimizar muitos problemas e gastos desnecessários de tempo e dinheiro neste processo para ambos os envolvidos.

Palavras-chave: Elevador, Diretrizes, Caixa de Corrida, Pré-Instalação, Montagem.

ABSTRACT

Elevators are an essential equipment for the operation of almost all developments, such as large commercial and residential buildings, hotels, malls and hospitals. In cases where elevators do not work properly or stop frequently, the success of this ploy can be seriously compromised due to users' fear of getting stuck in the equipment. The present work show the guidelines for the construction of the elevator boxes to minimize or exclude mistakes in the construction stage, which end up harming and even unfeasible the services of installation, bringing expenses and inconvenience for who was hired (works) as well as for the Contractors (manufacturers of lifts). These guidelines will provide for those responsible for the execution of the boxes the information needed to understand the process and procedures to avoid the construction problems that are primarily responsible for the problems faced by the assembly that end up impacting the final delivery of the lift. The data were obtained through surveys, interviews and observation in Manaus works in the most different stages, both pre-installation, assembly and technical assistance. In this way it was possible to confirm the difficulties encountered and how the pre-install the processes impact on the assembly services and the final delivery of the equipment. It has been realized by an orientation of the whole process in the integration and follow-up through a detailed schedule of activities by the contractor and the contractor can minimize many problems and unnecessary expenses of time and money in this process for both involved.

Keywords: Elevator, Guidelines, Racing Box, Pre-Installation, Assembly.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Modelo de elevador Caneca	19
Figura 2 – Demonstração do sistema de segurança por Elisha Otis.....	21
Figura 3- Elevador com Casa de Máquinas	23
Figura 4- Elevador sem casa de Máquinas	23
Figura 5- Descrição dos ambientes de uma caixa de corrida de elevador.	24
Figura 6- Caixa de corrida com componentes instalados.....	26
Figura 7- Esquema simplificado dos componentes do elevador.	27
Figura 8- Detalhe do fundo do poço.	31
Figura 9- Detalhe das medidas para L.P.C.	43
Figura 10- Disposição de pilares que alteram a medida da caixa.	44
Figura 11- Detalhe do vão das portas de pavimento da caixa de corrida.....	45
Figura 12- Detalhe da disposição das luminárias na caixa de corrida.....	56
Figura 13- Proteção de pavimento.	58
Figura 14- Foto da viga superior para fixação da porta de pavimento.	58
Figura 15- Casa de máquinas de 2 níveis.....	61
Figura 16- Casa de máquinas de 1 nível.....	61
Figura 17- Detalhe dos ganchos da laje em obra.....	62
Figura 18- Detalhe para construção do quadro de força.	65
Figura 19- Modelo de aterramento TN-S.....	65
Figura 20- Detalhe das vigas do pesador de carga, da máquina de tração.	67
Figura 21 - Fluxograma Etapas do processo.....	69

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Perfil dos entrevistados	37
Tabela 2- Ferramentas utilizadas	39

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CC	Caixa de Corrida
CM	Casa de Máquinas
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
NBR	Norma Brasileira
NM	Norma Mercosul
LPC	Levantamento de Prumo Central
cm	centímetro
m	metro
mm	milímetro
lx	luxes
N	Newton
N/m ²	Newton por metro quadrado

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
1.1 OBJETIVOS	16
1.1.1 Objetivo Geral	16
1.1.2 Objetivo Especifico	16
1.2 MÉTODOS E PROCEDIMENTO (METODOLOGIA)	16
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	18
2.1 EVOLUÇÃO HISTÓRICA DO SISTEMA DE TRANSPORTE VERTICAL	18
2.2 CASA DE MÁQUINAS	24
2.3 CAIXA DE CORRIDA	25
2.3.1 Última Altura	28
2.3.2 Percurso	29
2.3.3 Guias	29
2.3.4 Contrapeso	29
2.3.5 Cabina	30
2.3.6 Portas de Pavimento	30
2.4 POÇO	30
2.5 PROJETO EXECUTIVO	32
3 METODOLOGIA	34
3.1 PESQUISA EXPLORATÓRIA (PARTE 1)	34
3.1.1 Revisão Bibliográfica	34
3.2 ESTUDO DE CASO (PARTE 2)	35
3.2.1 Visita de Campo	35
3.2.2 Entrevistas	36
3.2.3 Análise dos Documentos	38
3.2.4 Ferramentas Utilizadas	38
3.3 ELABORAÇÃO DE DIRETRIZES (PARTE 3)	39
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES	40
4.1 CRITÉRIOS PARA ELABORAÇÃO DAS DIRETRIZES	40
4.1.1 Contrato e Projeto Executivo	40
4.1.2 Caixa de Corrida	42
4.1.3 Elevador com Casa de Máquinas	46
4.1.4 Elevador Sem Casa de Máquinas	49
4.1.5 Poço	51

4.2 DIRETRIZES PARA CONSTRUÇÃO DE CAIXAS DE ELEVADORES	53
4.2.1 Diretrizes para construção do Poço	53
4.2.2 Diretrizes para construção da Caixa de Corrida.....	55
4.2.3 Diretrizes para construção da Casa de Máquinas.....	59
4.2.5 Cronogramas de execução para construção de Caixas de Corridas	69
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	70
REFERÊNCIAS.....	73
ANEXO A- ROTEIRO DE ENTREVISTA COM SUPERVISORES, MONTADORES E PRÉ-INSTALADORES.....	76
ANEXO B- ROTEIRO DE ENTREVISTAS COM ARQUITETOS, ENGENHEIROS E MESTRES DE OBRAS	78
ANEXO C- CRITÉRIOS PARA INSPEÇÃO DE CAIXAS COM CASA DE MÁQUINAS.....	80
ANEXO D- CRITÉRIOS PARA INSPEÇÃO DE CAIXAS SEM CASA DE MÁQUINAS.....	82

1 INTRODUÇÃO

O mercado brasileiro da construção civil vive uma crise devido à queda de investimentos no setor gerada pela crise econômica que o país se encontra. Segundo levantamento da revista MELHORES e MAIORES, a rentabilidade do setor caiu de 11,2% em 2013 para 2,3% em 2014 (Exame.com, 2015). E conforme notícia da revista Exame, construção civil vive crise sem precedentes no Brasil, especialistas e executivos do setor são unânimes em afirmar que a recuperação da crise será lenta e deverá começar em 2017.

A maioria dos prédios, possuem em suas estruturas máquinas de transporte vertical, para permitir o acesso fácil e rápido de pessoas e objetos aos diversos andares dos edifícios, os elevadores são máquinas indispensáveis para o funcionamento dessas construções uma vez que seria extremamente desgastante acessar uma sala no 20º andar pelas escadas ou até mesmo levar um objeto por elas.

Conforme NBR 5666/1977, elevador é definido como o aparelho estacionário provido de cabina que se move aproximadamente na vertical entre guias, servindo a níveis distintos e destinados ao transporte de pessoas e cargas.

Desta forma, para a instalação dos elevadores é necessário haver um local destinado exclusivamente a instalação dos elevadores no edifício, este local é dividido geralmente em três partes: casa de máquinas, caixa de corrida e poço e deve ser construído pela construtora conforme as normas especificadas e o projeto executivo do elevador.

Diante disso, observa-se que para a entrega final de um elevador existem trabalhos de responsabilidade civil, elétrica e mecânica, onde a civil está relacionada com a construção da caixa onde será montado o elevador, a elétrica com o dimensionamento e fornecimento da alimentação elétrica e a mecânica relacionada com a instalação do elevador comprado pela construtora. Assim, faz-se necessário que as normas e as dimensões de projetos sejam respeitadas para que o cronograma de entrega seja cumprido e o equipamento seja entregue sem gerar problemas ou retrabalhos a ambas as partes.

No entanto, não é geralmente isso que acontece, devido à falta de conhecimento por parte das construtoras sobre a importância de se cumprir alguns pontos, como, os itens normativos para instalação de elevadores, as tolerâncias de medida dos projetos dos elevadores e a falta de compatibilidade entre os projetos

estruturais e arquitetônicos da obra com o projeto do elevador, que podem sofrer alterações que inviabilizem a instalação dos equipamentos. Estes problemas podem resultar em um retardamento do cronograma proposto em contrato caso não sejam observados com antecedência, devido a novas análises e especificações que se farão necessárias. Caso essas alterações não sejam informadas as empresas de elevadores, e os equipamentos entrem em fabricação, pode-se haver prejuízos com retrabalhos ou até mesmo a impossibilidade de instalação do elevador.

Diante dos problemas citados acima, observou-se a necessidade da elaboração de diretrizes para construção de caixas para instalação de elevadores que operam com casa de máquinas e sem casa de máquinas, com o objetivo de orientar o construtor sobre os itens geralmente exigidos, tanto pelas empresas de elevadores como pelas normas. Além disso, busca-se diminuir as divergências entre projetos da obra e dos elevadores, o tempo de execução dos trabalhos para liberação para montagem e minimizar os retrabalhos, tanto estrutural como os de acabamento. Reduzindo-se assim o tempo total, pré-instalação e montagem, e os custos de execução da caixa para montagem do equipamento.

As diretrizes que serão apresentadas no decorrer do trabalho, buscam orientar tantos os profissionais da área civil, elétrica e mecânica sobre os itens necessários para preparação dos locais para montagem e a relevância destes itens, independente do objetivo final, seja para a elaboração de projetos, fim acadêmico ou para a construção de uma caixa de corrida de elevadores. Através deste, será possível compreender melhor os ambientes mencionados nas normas, quais os modelos para execução, filtrar os itens normativos para a construção e entender de forma básica o processo de montagem de elevadores, mesmo que não se tenha a oportunidade de atuar na área relacionada com os elevadores.

1.1 OBJETIVOS

Os objetivos deste trabalho serão apresentados como objetivo geral e objetivos específicos conforme descrito a seguir:

1.1.1 Objetivo Geral

Identificar os itens necessários em projetos e normas para a elaboração de diretrizes para construção de caixas para instalação de elevadores. Separar o processo civil da obra, executado pela construtora ou compradora, do processo mecânico do elevador executado pela contratante (empresa de elevador).

1.1.2 Objetivo Especifico

- Identificar os itens para compatibilidade entre os projetos da construtora e do fornecedor dos equipamentos;
- Identificar o modelo do equipamento para construção da caixa;
- Identificar os principais problemas encontrados na construção das caixas que impactam a montagem e entrega dos elevadores;
- Definir as diretrizes necessárias para a construção da caixa e liberação para montagem de forma a minimizar retrabalhos.

1.2 MÉTODOS E PROCEDIMENTO (METODOLOGIA)

Para elaboração deste trabalho foi observado uma necessidade referente a informações para construção de caixas para instalação de elevadores, partindo-se disto, foi coletado informações em manuais de empresas de elevadores, artigos, normas e pesquisa de campo.

Observou-se inicialmente através de pesquisa de campo e depois em meios de comunicação online que existem muitas dúvidas sobre a elaboração de caixas de elevadores.

Os dados coletados na pesquisa bibliográfica têm o objetivo de identificar os itens necessários para a construção das caixas para montagem de elevadores, os materiais e os relatos já existentes relacionados com o tema.

Os dados de campo foram obtidos através de acompanhamento no local de instalação de elevadores, canteiros de obras, buscando-se inferir dados e informações reais sobre as dificuldades das equipes de montagem de elevadores e as dos engenheiros civis responsáveis pela construção das caixas, para assim, estruturar as diretrizes para construção de caixas de elevadores, afim de facilitar e agilizar os processos de instalação dos equipamentos.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Este tópico tem por objetivo apresentar e definir os principais termos e conceitos relacionados com o local de instalação de elevadores, assim como os principais componentes dos elevadores.

2.1 EVOLUÇÃO HISTÓRICA DO SISTEMA DE TRANSPORTE VERTICAL

Elevador de tração é compreendido como o equipamento cujos cabos são acionados por atrito nas ranhuras da polia motriz da máquina fazendo um carro e um contrapeso se locomoverem em uma caixa de corrida (NBR NM207,1999, p. 7).

Conforme NBR 5666 (1977), elevador é definido como o aparelho estacionário provido de cabina que se move aproximadamente na vertical entre guias, servindo a níveis distintos e destinados ao transporte de pessoas e carga.

Este equipamento permitiu e permitiu agilidade a trabalhos e minimiza esforços ao ser humano, possibilitando ao mesmo transportar de forma rápida e eficiente pessoas e cargas a outros níveis em uma construção.

Os primeiros relatos sobre movimentação de cargas na vertical não estão diretamente relacionados às máquinas e sim as ferramentas, que serviriam de impulso para o desenvolvimento de meios cada vez mais revolucionários e eficientes de transporte de pessoas e cargas.

Os primeiros indícios estão relacionados com os Egípcios, por volta de 1500 a.C., que utilizavam métodos elevatórios para tirarem água do rio Nilo para transportarem para terras mais altas, e se dava através da coleta de água por painéis de barro puxadas por cordas de cânhamo, para estes equipamentos rudimentares, a força de tração era garantida por escravos ou animais que trabalhavam puxando esses baldes (COSTA, 2014). Este método serviu como base para o invento das rodas d'água e para o desenvolvimento dos elevadores de Canecas, utilizados na indústria atual, como exemplo, temos os que são utilizados no transporte de grãos.

Este período também é marcado pela construção das grandes pirâmides de pedra, acredita-se que estas foram construídas através de ferramentas que tinham como elementos principais ganchos, cordas e alavancas que eram utilizadas para içar as pedras para os patamares superiores, e estas eram impulsionadas pela força de animais e escravos (COSTA, 2014).

A construção civil foi um dos principais contribuintes para o desenvolvimento de novas técnicas de suspensão e transporte naquela época, pois para elevar as cargas pesadas para realização das construções o homem tinha que pensar em novos meios para realizar suas tarefas.

Figura 1 – Modelo de elevador Caneca



Fonte: Adaptado de www.fabricadoprojeto.com.br.

O filósofo grego Arquimedes desenvolveu vários sistemas de polias e roldanas para içar cargas que posteriormente seria mais estudado e aperfeiçoado e seria de grande relevância para o desenvolvimento dos elevadores. Em seus livros relata algumas possibilidades do uso de um sistema de roldanas e manivelas para transportar cargas, mas sem relatar distancias ou peso das cargas transportadas (SANTOS, 2007).

No período da Revolução Industrial, com o advento de uma série de invenções, como por exemplo, a máquina a vapor, os motores elétricos e a combustão, as antigas formas de tração conhecidas pela humanidade como a força humana, animal ou da natureza foram gradativamente sendo substituídas pela energia do vapor e logo após, pela da queima de combustíveis fósseis e da eletricidade.

Em 1800, na Inglaterra, com o invento da máquina à vapor por James Watt (1736-1819), empregou-se pela primeira vez este tipo de máquina para o transporte

com elevadores (COSTA,2014). Este equipamento iria substituir a força animal, humana ou da natureza utilizada para movimentar as cargas. O emprego do motor a vapor consistia em mover o elevador através do enrolar e desenrolar de um cabo ao redor de um cilindro. No entanto, os elevadores não eram utilizados para o transporte de pessoas devido as vibrações e o medo das pessoas em relação ao rompimento do cabo de aço e conseqüentemente a queda do elevador.

Com o avanço tecnológico e a expansão das cidades, no século XIX começam a ser desenvolvidas novos métodos de transporte vertical impulsionados por essa necessidade de expansão.

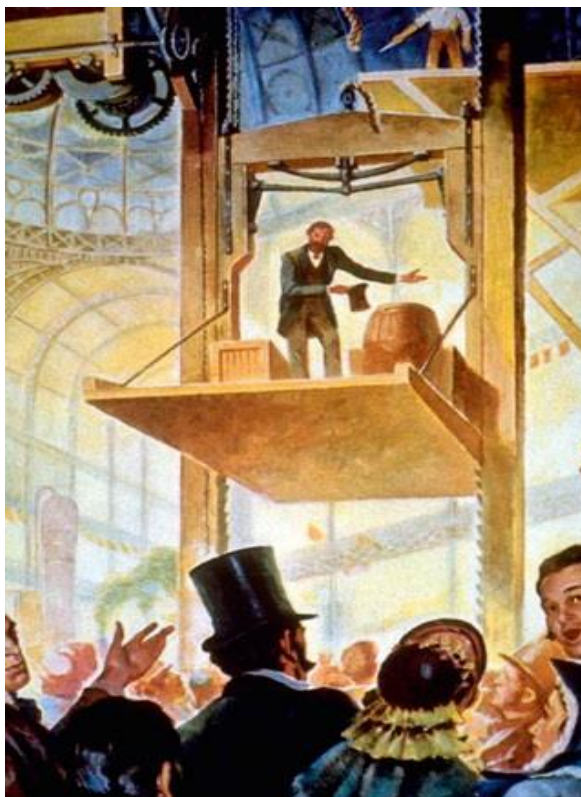
Em 1823, Bricquet cria o elevador hidráulico, que consiste em um tanque móvel com água que funciona como um contrapeso à cabina, possibilitando o movimento na vertical através da diferença de peso entre as massas (SANTOS, 2007). Seu funcionamento consisti numa bomba a vapor que transferia água de um reservatório fixo no topo da cabina do elevador para o contrapeso.

Buscando minimizar esforços e o tempo improdutivo dos operários das empresas, 1835 o arquiteto William Strutt com o inglês Frost desenvolvem um elevador denominado de Teagle, que utilizava um sistema com roldanas (COSTA, 2014).

A desvantagem dos elevadores hidráulicos quando comparados com estes com cordas é que eles eram lentos no entanto eram mais seguros pois em caso de ruptura da corda o equipamento despenca, e geralmente acidentes deste tipo eram fatais.

Buscando resolver este problema, em 1853, a história dos elevadores teve um grande avanço relacionado com a segurança, com o americano Elisha Otis, que revolucionou o ramo com a invenção do aparelho de segurança (SANTOS, 2007). Este dispositivo de segurança tinha por função travar a plataforma rapidamente evitando a queda do elevador caso os cabos se rompessem. Assim, Elisha Otis inventou o primeiro modelo de freio de segurança para elevadores e sendo reconhecido como o inventor do elevador de segurança.

Figura 2 – Demonstração do sistema de segurança por Elisha Otis.



Fonte: <http://intohistory.com>.

A partir deste marco, a construção civil teve um grande impulso, com a construção de prédios mais altos em virtude do desenvolvimento do elevador. Turistas eram atraídos pela possibilidade de ver a cidade de grandes alturas. A partir de então começamos a ver de forma mais acentuada o crescimento vertical das grandes metrópoles.

Em 1857, é instalado em Nova York, por Otis, em um prédio de 5 andares da E.V. Haughwout & Co, o primeiro elevador para o transporte de passageiros com motor a vapor e equipado com um freio de segurança. O elevador tinha a capacidade de transportar 450 kg o equivalente a 6 pessoas e alcançar a velocidade de 0,2 m/s (COSTA, 2014).

Em 1880, é apresentado por Werner Von Siemens e Hulstie, o primeiro elevador movido por motor elétrico na Feira de Indústrias de Manheim na Alemanha (COSTA, 2014). Seu funcionamento baseava-se em enrolar e desenrolar os cabos ao redor de um tambor e a compensação do peso da cabina era dado através de um

conjunto de dois contrapesos, utilizando um motor elétrico de corrente contínua. Este equipamento tinha a capacidade de percorrer uma torre de 20 andares em 11 segundos.

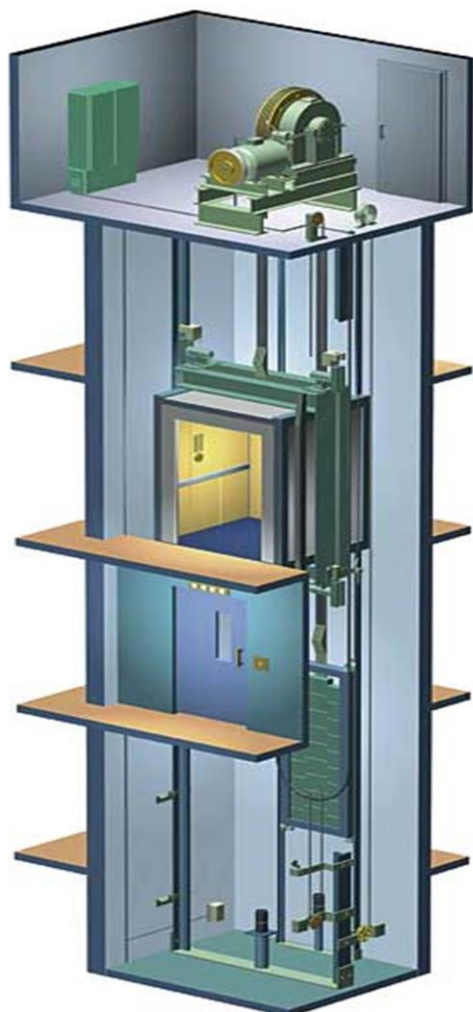
Em 1889, é disponibilizado o primeiro elevador elétrico de utilização comercial no Desmarest Building, em N.Y, instalado pela Cia Otis. O elevador utilizava um motor elétrico para deslocar a cabina através de um sistema de engrenagens, que seria substituída por um sistema com contrapeso deslizante em 1903 (COSTA, 2014).

Com o avanço tecnológico e o crescimento e das grandes metrópoles as cidades começaram a crescer cada vez mais na vertical e junto com elas a tecnologia nas máquinas de transporte vertical, os elevadores.

Em 1931, foram instalados no Empire States Buildings, na época considerado o prédio mais alto do mundo, com 102 andares e projetado com a altura de 381 metros, localizado em Nova York nos U.S.A., 67 elevadores que operavam praticamente do mesmo modo dos usados nos dias de hoje, com um motor elétrico, situado na casa de máquinas em cima ou embaixo do fosso, movimentando uma cabina ligada a um contrapeso por meio de cabos de aço que eram tracionados por uma polia acoplada ao motor, com sistema automatizado e comando através de botões localizados na cabina e nos pavimentos (COSTA, 2014).

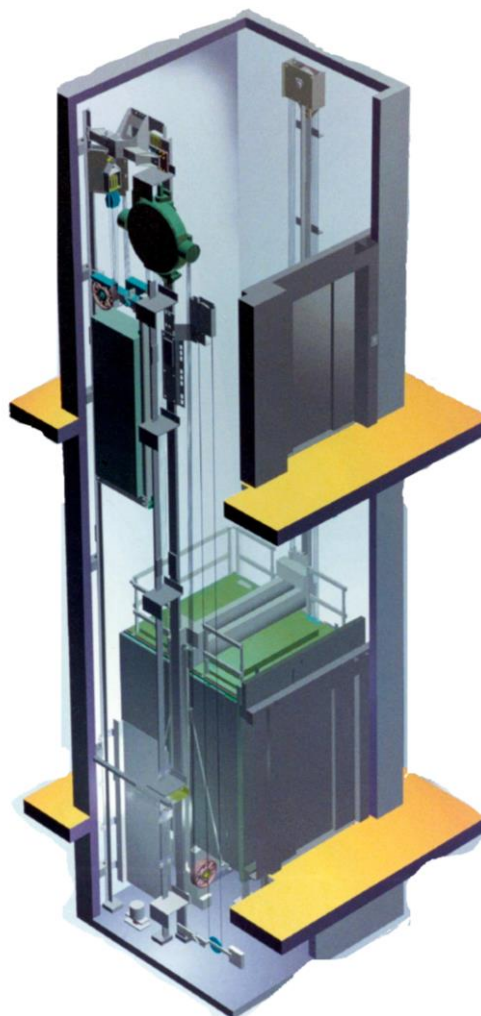
Uma grande evolução na montagem dos elevadores deu-se no século XX, causada pela necessidade de se diminuir o espaço necessário para a montagem de um elevador, em virtude disso é lançado o elevador linear Sem Casa de Máquinas, dispensando a existência de uma casa de máquinas na parte superior ou inferior do prédio, passando todo o material que ficava nessa área para o último pavimento no interior da caixa de corrida (SANTOS, 2007).

Figura 3- Elevador com Casa de Máquinas



Fonte: <http://www.cortxelevadores.com.br>.

Figura 4- Elevador sem casa de Máquinas



Fonte: <http://www.cortxelevadores.com.br>.

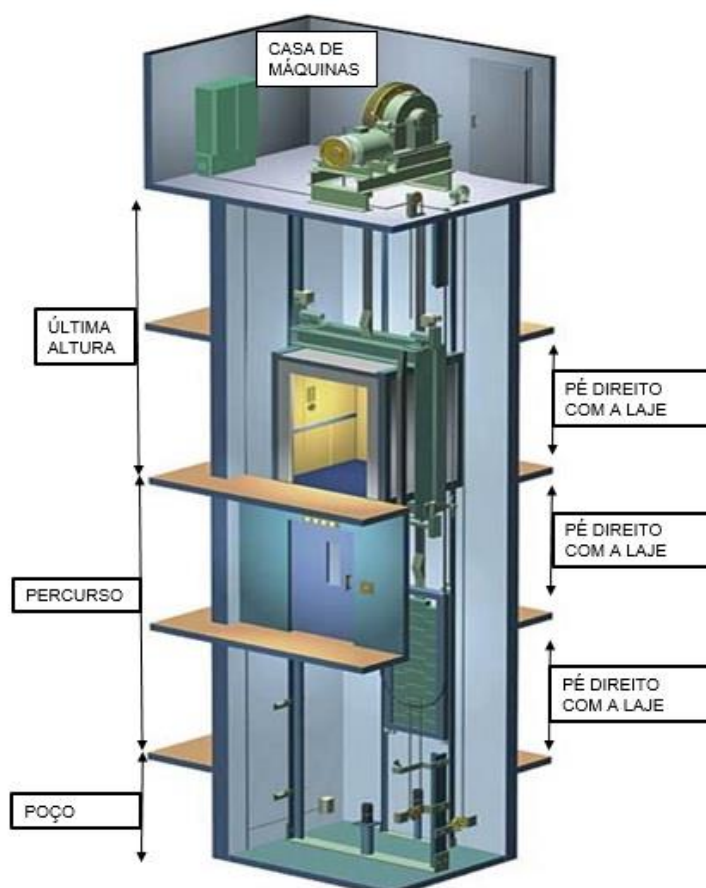
Com o avanço tecnológico, as empresas de elevadores desenvolveram seus elevadores otimizando segurança, conforto na viagem e velocidade de transporte. Disponibilizando ao mercado elevadores capazes de atender grandes alturas com alto padrão de qualidade e eficiência. Os quadros de comandos compostos por várias chaves eletromagnéticas foram substituídos por microprocessadores possibilitando assim uma diminuição dos comandos e uma melhoria de performance com uma maior confiabilidade. Os quadros atuais são capazes de corrigir automaticamente alguns defeitos ou identificar qual o erro atual e até mesmo o histórico de erros, possibilitando assim uma correção mais rápida do defeito.

Os motores também tiveram uma grande evolução, sendo cada vez menores, mais silenciosos e eficientes. Com acelerações e desacelerações gradativas não gerando solavancos na partida ou parada.

Os elevadores atuais possuem diversos sistemas inteligentes que possibilitam o atendimento inteligente aos andares indicando ao passageiro que aguarda o elevador qual das cabinas o atenderá de forma mais eficiente até o andar desejado.

2.2 CASA DE MÁQUINAS

Figura 5- Descrição dos ambientes de uma caixa de corrida de elevador.



Fonte: Adaptado de <http://www.cortexelevadores.com.br>.

A casa de máquinas corresponde o ambiente onde estão localizadas as máquinas e os componentes relacionados com elas, como quadro de comando, regulador de velocidade, pesador de carga e etc. (NBR-NM207, 1999).

A maior parte dos equipamentos atuais e os mais comuns, elevadores comerciais de passageiros, trabalham com casa de máquinas superior, de um nível ou de dois níveis. O que irá definir se a casa de máquinas será de um nível ou de dois

será a diferença entre a última altura do elevador e o pé direito do piso do último pavimento à casa de máquinas.

As empresas de elevadores aconselham aos seus clientes a escolha preferencial por elevadores com casa de máquinas devido a facilidade e a discricção nos momentos de manutenção dos equipamentos, pois em elevadores sem casa de máquinas o técnico ocupa uma área no hall dos prédios onde estará localizado o quadro de comando. Elevadores sem casa de máquinas são soluções para ambientes sem área útil para a construção de uma casa de máquinas.

A elaboração da casa de máquinas é dada através de medidas informadas pela construtora no momento do contrato, através das informações de: última altura, largura da CM, comprimento da CM, altura da CM, pé direito da CM e posição da frente do elevador em relação as ruas, planta de situação, com isso, a fabricante irá dimensionar e posicionar no projeto os componentes do elevador para a casa de máquinas e fechar o layout da casa de máquinas, para posterior análise e aprovação do cliente (AZAMBUJA, 2002).

Com o projeto em mãos o cliente tem a responsabilidade de executar todos os itens especificados em projeto, onde conta com a ajuda de profissionais habilitados das empresas de elevadores para esclarecer dúvidas que podem ir aparecendo durante a confecção da caixa (THYSSENKRUPP, 2014).

O não cumprimento ou execução incorreta dos trabalhos na casa de máquinas pode ocasionar em um atraso na liberação e na montagem dos elevadores, e em caso mais críticos em acidentes, devido ao peso das peças que são manuseadas. Os erros mais comuns estão relacionados com o posicionamento dos furos da laje, posicionamento dos ganchos, áreas de ventilação, altura da casa de máquinas e dimensão dos alçapões.

2.3 CAIXA DE CORRIDA

A caixa de corrida é o local onde são instalados o carro ou cabina, contrapeso, fiações, os suportes de fixação das guias (braquetes), guias, portas, entre outros, é onde estará localizado a maior parte dos componentes do equipamento, uma vez que é na caixa de corrida que a cabina e o contrapeso se deslocam (NBR-NM207,1999).

A caixa de corrida é delimitada pela área correspondente ao fundo do poço, as paredes e o topo ou teto da caixa de corrida onde está localizado o equipamento,

independentemente de o equipamento ser com casa de máquinas ou sem casa de máquinas (NBR-NM207,1999).

Para elaboração do layout da caixa de corrida, ou seja, a disposição dos elementos dos elevadores na caixa de corrida, o cliente precisa enviar a empresa de elevadores as medidas de pé direito, largura e comprimento da caixa, sendo que, já devem estar definidas as medidas de altura, o tipo de abertura de porta (central, direita ou esquerda) e o tipo de marco da porta do elevador, para poder se definir as medidas das frentes do elevador, ou seja, as medidas das portas dos halls (AZAMBUJA, 2002).

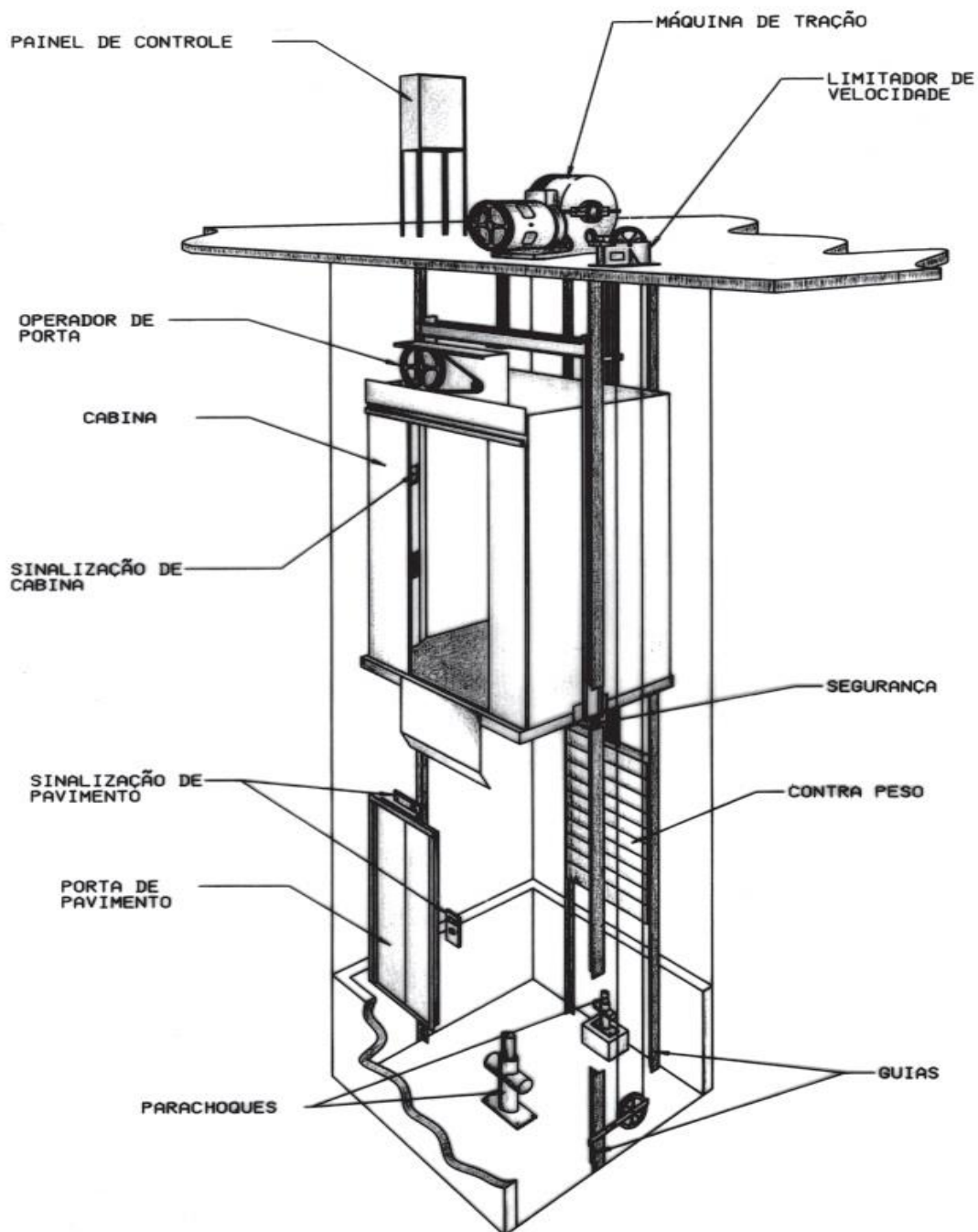
Na execução das caixas de corridas o construtor deve buscar trabalhar com a menor variação possível de prumo nas dimensões da caixa de corrida, os maiores problemas estão relacionados com as medidas de largura, profundidade, altura do poço, altura da viga de porta e última altura, uma vez que os arquitetos e engenheiros dimensionam as caixas dos elevadores em projeto conforme os catálogos dos fabricantes, ou seja, as medidas deixadas para trabalho na maioria dos casos são as mínimas para o equipamento especificado pelo cálculo de tráfego (ATLAS SCHINDLER, s.d.).

Figura 6- Caixa de corrida com componentes instalados.



Fonte: Foto retirada pelo autor em canteiro de obra, 2016.

Figura 7- Esquema simplificado dos componentes do elevador.



Fonte: Atlas, manual de transporte Vertical.

A conclusão da construção da caixa de corrida é compreendida pela conclusão de todos os itens necessários para o início de montagem, que correspondem basicamente aos seguintes itens:

1. Todos os pavimentos concretados;
2. Vigas intermediarias conforme projeto (quando existir);
3. Vedamento e reboco das paredes;
4. Execução das golas ou bonecas da frente do elevador;
5. Viga da porta de pavimento conforme projeto do fabricante;
6. Instalação dos pré-marcos (realizado pela fabricante do elevador);
7. Arremate dos pré-marcos (realizado pela construtora);
8. Instalação das caixas de botoeiras e indicadores (quando houver);
9. Caixa pintada, caiada e desimpedida;
10. Iluminação da caixa de corrida;
11. Proteções dos vãos das portas de pavimento, conforme NR-18.

Com a conclusão dos itens listados acima, a caixa de corrida está pronta para o início dos trabalhos na caixa de corrida pelas fabricantes dos equipamentos.

2.3.1 Última Altura

Corresponde à área entre o ultimo pavimento servido pelo elevador e o teto da caixa de corrida (NBR-NM207,1999, p.8).

Ao projetar a última altura de uma caixa de corrida deve ser consultado em catálogos de fabricantes de elevadores quais as dimensões mínimas e máximas, de acordo com o tipo do elevador a ser instalado para a correta dimensão da última altura, uma vez que uma última altura inferior as especificadas em catálogos gerariam retrabalhos como eliminação da última parada atendida pelo elevador ou quebra do teto da caixa de corrida para correção da última altura, ambas gerariam além de custos excedentes atrasos na construção da caixa devido ser necessário a análise e aprovação de engenheiros calculistas e projetistas (ATLAS SCHINDLER, s.d.).

2.3.2 Percurso

O percurso é corresponde a área do pavimento de acesso ao poço ou primeiro piso até o piso do último pavimento que será atendido pelo elevador (ATLAS SCHINDLER, s.d., p.32). Este é um dos itens de principal importância para a fabricação dos elevadores, uma vez que informado incorretamente para fabricação (valor menor que o encontrado em campo) haverá um erro de dimensionamento de comprimento de trilhos, cabos elétricos, cabos de aço entre outros materiais enviados pela fábrica para montagem do elevador, fazendo-se necessário a compra de novos componentes e a paralisação dos serviços de montagem.

2.3.3 Guias

Correspondem a perfis metálicos em formato de “T” no qual a cabina e o contrapeso realizam seu deslocamento através de corrediças (AZAMBUJA, 2002, p.68). A disposição dos mesmos na caixa de corrida pode variar conforme a localização do contrapeso que pode ser lateral ou ao fundo.

As guias são fixadas nas vigas de concreto ou aço, geralmente localizadas no mesmo nível dos pavimentos, através de suportes (chapas) metálicos, quando o pé direito (distância de um pavimento à outro) é superior a 3m as fabricantes de elevadores solicitam a instalação de vigas intermediárias com o objetivo de minimizar a vibração nos trilhos devido a distância entre os suportes (ATLAS SCHINDLER, s.d., p. 4).

2.3.4 Contrapeso

O contrapeso é o componente responsável pelo equilíbrio de carga com a cabina, possibilitando ao motor trabalhar de forma mais eficaz e com menor esforço.

O contrapeso é um conjunto metálico composto por longarinas, cabeçotes, polia, tirantes e pedras de concreto ou metálica, sendo seu peso dimensionado através do somatório do peso do carro acrescido de 40 à 50% da capacidade licenciada, considerar o valor de 75kg sendo o correspondente à um passageiro (AZAMBUJA, 2002, p.68)

2.3.5 Cabina

É a parte móvel do elevador responsável por abrigar e transportar as pessoas e ou objetos aos pavimentos (NBR-NM207,1999, p.8).

É um dos itens mais importantes para os usuários finais, uma vez que será nela que os passageiros serão transportados. Na cabina do elevador estão presentes geralmente os seguintes componentes: luminárias, painel de operação (painel onde se permite selecionar o andar desejado, abrir e fechar porta, etc.), ventilador, espelhos, painéis e porta de cabina. É um item muito observado na entrega de elevadores da obra ao condomínio.

2.3.6 Portas de Pavimento

É um item de grande relevância uma vez que muitos chamados de elevador parado à assistência técnica são gerados por falha no fechamento de portas, causado por detritos como pedra e areia nas soleiras das portas de pavimento e mal ajuste das portas de pavimento. Estes problemas impedem a confirmação do sinal de fechamento da porta, causando o impedimento da movimentação do elevador, uma vez que os elevadores são programados para não se movimentarem caso alguma porta esteja aberta.

As portas de pavimentos são componentes que possibilitam aos usuários acessar a cabina do elevador quando a mesma se encontra parada no pavimento. A abertura da maioria das portas atuais é automática, e acontece quando a cabina está nivelada no pavimento, onde a cabina irá fazer a abertura da porta de pavimento através da utilização de um conjunto composto por um motor e uma rampa.

2.4 POÇO

O poço compreende ao local abaixo da parada mais baixa atendida pelo elevador (NBR NM- 207, 1999, p. 9). É no poço que se localizam as bases para molas, os pistões ou molas, o dispositivo de segurança STOP, a corrente de compensação e a polia tensora do regulador de velocidade.

O poço tem que ser dimensionado de forma a suportar cargas em caso de colisão do carro com os pistões ou com as molas presentes no fundo do poço. Estas

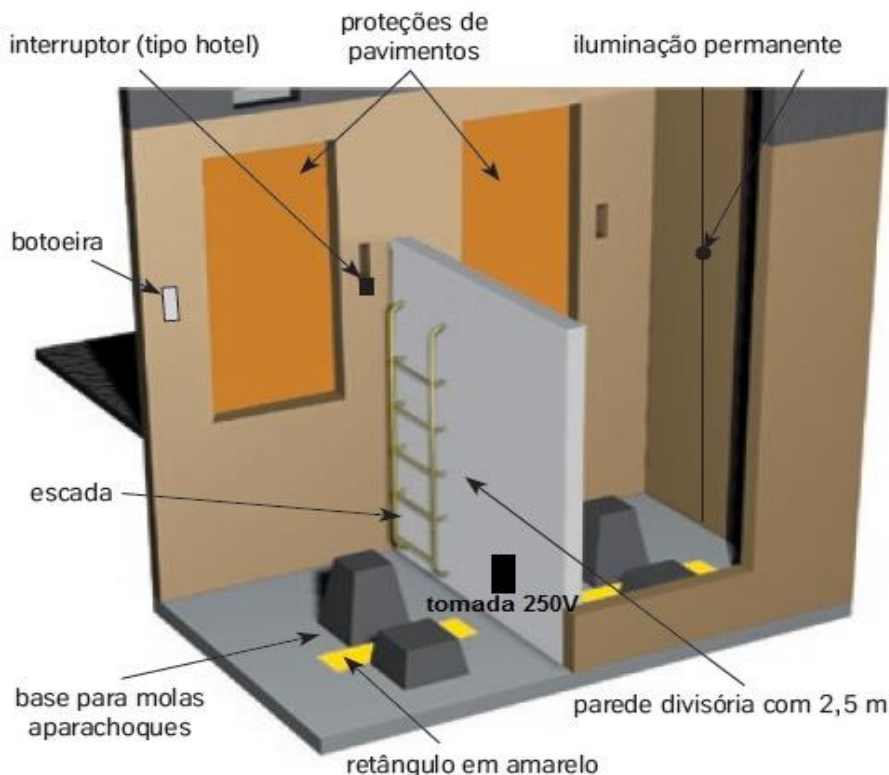
cargas são informadas no projeto executivo entregue ao cliente pelo fornecedor do elevador.

Além disso, o poço tem que ser construído com um piso liso e nivelado e impermeabilizado contra infiltração de água.

Em elevadores com caixas germinadas na parte inferior da caixa, no poço, deve ser construída uma parede divisória de no mínimo 2,5m (dois metros e meio) de altura separando as duas caixas, impedindo assim o acesso à outra caixa de elevador através do fundo do poço de outro elevador devido aos grandes riscos de colisão com partes móveis.

O acesso ao poço é feito através da porta de pavimento do nível mais inferior. Para a descida ao poço é utilizada uma escada marinheiro que se localiza instalada na parede do poço fora do caminho das partes móveis do elevador. A escada do poço possui um corrimão que se estende até 0,8m acima da soleira da porta de acesso ao poço (THYSSENKRUPP, 2014).

Figura 8- Detalhe do fundo do poço.



Fonte: Adaptado de Thyssenkrupp (2014).

2.5 PROJETO EXECUTIVO

O projeto executivo do elevador é elaborado a partir de informações concedidas pela construtora no momento da compra do elevador (AZAMBUJA, 2002, p.71).

Para obtenção das informações referente a capacidade dos equipamentos, quantidade de elevadores e velocidade faz-se necessário o cálculo de trafego conforme os critérios da NBR 5665 (ABNT, 1983).

A NBR 5665 estabelece condições mínimas para o cálculo de trafego referente a instalação de elevadores de forma a garantir condições satisfatórias de uso. Esta atividade é de extrema importância, pois uma vez, sendo mal dimensionada a quantidade e a capacidade dos elevadores, o fluxo de pessoas pode ser extremamente prejudicado no edifício, devido a incapacidade do elevador de atender a demanda necessária, causando um grande tempo de espera e desconforto para os usuários.

Este cálculo de trafego pode ser feito pelo arquiteto ou pelos fabricantes de elevadores. Com as informações obtidas com o cálculo de trafego é possível consultar as tabelas dimensionais dos fabricantes de elevadores para determinar o espaço que deve ser reservado em projeto para à instalação do(s) elevador(es).

Na etapa referente a compra dos elevadores, os fabricantes coletam com a construtora ou cliente todos os dados técnicos necessários para oferecer o equipamento que atenda a necessidade do edifício ou empreendimento. Os fabricantes geralmente utilizam softwares para o cálculo de trafego que agilizam o processo de determinação e análise dos dados fornecidos pelo cliente referente aos equipamentos, e em função dessa análise, verifica se o que o cliente solicita ou disponibiliza está conforme as normas vigentes, caso não, indica as correções necessárias para adequação.

Com o equipamento especificado e com o contrato fechado, a empresa de elevador contratada irá elaborar o projeto executivo do elevador e posteriormente entrega-lo ao cliente para análise e aprovação caso todos as informações contidas no projeto permaneçam sem alteração e estejam corretas. Caso contrário a construtora deve informar a correção para posterior análise e correção do projeto, pois o elevador será fabricado conforme os dados presentes nesse projeto.

Estes projetos geralmente contemplam as seguintes folhas:

1. Folha de rosto: contém as informações do edifício e algumas informações do elevador, como capacidade, tipo de abertura de porta e etc;
2. Planta baixa: contempla a vista superior do elevador, nela estão presentes a largura e comprimento da caixa, tamanho da cabina, posição das luminárias, entre outros;
3. Cortes A-B, detalhe da casa de máquinas e poço: corresponde as medidas de pé direito, poço do elevador e casa de máquinas;
4. Casa de máquinas: consta a vista superior da casa de máquinas e seus componentes;
5. Portas: mostra a disposição das portas de pavimento no hall;
6. Características elétricas: contempla as principais informações sobre a rede elétrica do elevador e do edifício;
7. Orientações técnicas: principais responsabilidades do cliente em relação a construção da caixa do elevador;
8. Furação da laje: indica em vista superior a posição dos furos da laje;
9. Anexo: informações adicionais.

Com o projeto executivo a construtora possui todas as informações para construção da caixa do elevador conforme as especificações do fabricante e as normas aplicáveis.

3 METODOLOGIA

Conforme Gil (2002) a metodologia é o campo onde é descrito os procedimentos para a elaboração da pesquisa. Sua organização irá variar em função do tipo de objeto a ser estudado e do método de pesquisa, no entanto, é importante ressaltar informações referentes ao tipo de pesquisa, a população e amostra, a coleta de dados e a análise de dados.

Neste tópico apresenta-se o método de pesquisa empregado para a construção deste trabalho.

Desta forma, optou-se em dividir a metodologia em 3 (três) partes: estudo exploratório do assunto a ser estudado (Parte 1); realização de um estudo de caso com os envolvidos no processo de construção e montagem de elevadores nas obras de Manaus (Parte 2); análise dos dados obtidos na Parte 1 e 2 para a proposição de diretrizes para minimizar os retrabalhos e o tempo de execução na construção de caixas de elevadores (Parte 3).

3.1 PESQUISA EXPLORATÓRIA (PARTE 1)

As pesquisas exploratórias têm por objetivo expor um determinada problema de forma a torna-lo mais explícito ou a aprimorar ideias e propor teses (GIL,2002, pg41).

O estudo exploratório baseou-se no estudo de normas técnicas, dissertações, artigos de periódicos acadêmicos, manuais de fabricantes de elevadores, sites da internet, na experiência do autor que atua na área de elevadores e em entrevistas com profissionais da área, como consultores, engenheiros, arquitetos e montadores.

3.1.1 Revisão Bibliográfica

A pesquisa bibliográfica é desenvolvida com fundamento em trabalhos já elaborados, geralmente presente em livros e trabalhos científicos, como artigos e dissertações (GIL,2002, p.44). Tem como objetivo embasar um determinado objeto de pesquisa e direcionar sobre o método de coleta e análise de dados e na apresentação e analise dos resultados obtidos com a pesquisa.

Para elaboração deste trabalho, as pesquisas bibliográficas foram iniciadas após análise em campo de diversos fatores que atrasavam a conclusão das CC+CM pelas construtoras e respectivamente o início e término das montagens dos elevadores. Com fundamentação neste problema, foram iniciadas diversas pesquisas sobre a construção de caixas de corridas e processos de montagem de elevadores em obras civis com o objetivo de compreender quais são os principais elementos envolvidos no sistema, na definição dos materiais relacionados e as etapas de fluxo de informação.

Nessa primeira parte, procurou-se revisar os trabalhos relacionados com o tema elevadores em busca de estudos e levantamentos que dessem embasamento e diretrizes para apresentação da pesquisa no decorrer do trabalho assim como base para o levantamento dos dados em campo.

3.2 ESTUDO DE CASO (PARTE 2)

O estudo de caso consiste no estudo de um ou mais objetos, de forma a permitir uma análise sobre o objeto ou grupo estudado proporcionando o surgimento de hipóteses através dos dados coletados (GIL, 2002, p.54).

O estudo de caso apresentado neste trabalho, foi realizado através de observação (visitas as obras), de entrevistas com os envolvidos no processo e a análise de documentos.

3.2.1 Visita de Campo

Para elaboração de hipóteses, uma das qualidades mais requeridas é a experiência na área ou a vivência com o objeto de estudo. A análise de literaturas a respeito de descobertas científicas nos mostram que as hipóteses surgem de diversas fontes, destas iremos dar ênfase a duas, a oriundas de outros trabalhos e as obtidas através de observação (GIL, 2002, p.35).

A observação é um dos procedimentos base na construção de hipóteses, no entanto ele por si só, não tem capacidade de conduzir à um conhecimento eficaz e de alto grau de confiança mas nos fornece indícios para análise e construção de soluções para problemas (GIL, 2002, p.36). Com base nisso, para hipóteses mais eficazes, utiliza-se de resultados, caso existam, de outras pesquisas relacionadas com o tema,

de forma a confirmar ou a testar hipóteses, assim verificando sua eficácia e contribuindo para o avanço de soluções na área de estudo.

Assim, para a coleta de dados em campo adotou-se primeiramente a técnica da observação direta e em seguida a observação participante, com o objetivo de identificar como o processo era executado, as ferramentas utilizadas, a comunicação entre os envolvidos e o conhecimento dos profissionais sobre o processo.

Devido a profissão do pesquisador (Supervisor de Instalação) eram visitados em média 4 (quatro) canteiros de obras por dia, com o objetivo de verificar o andamento dos serviços de responsabilidade da construtora (construção da CC+CM) e o andamento das atividades de montagem e pré-instalação. Os dados coletados nas visitas eram anotados em um caderno de campo e registrados em ata de reunião ou em Relatórios de Pré-instalação (R.P.I) com os responsáveis pelo canteiro de obra, afim de se registrar as visitas e o andamento dos serviços executados pela construtora.

Para este trabalho foram selecionadas 10 obras, onde foram acompanhados tanto os trabalhos de pré-instalação, montagem e entrega final ao cliente. Para a primeira visita, era separada as informações sobre os principais compromissos (datas contratuais) que o cliente precisar cumprir para que as datas contratuais sejam alcançadas, como a entrega da CC+CM e entrega final dos elevadores e caso já estivesse disponível o projeto executivo do elevador já era entregue e explicado.

Dependendo da fase em que a obra se encontrava as visitas poderiam levar mais de 2 horas, mas de forma geral, podemos considerar que as visitas duravam em média 2 horas em cada canteiro, nestas visitas eram anotados tanto as principais dúvidas como os problemas e imprevistos que geravam retrabalhos e paralisação das atividades. Além disso, foi observado também as etapas de execução dos serviços e os documentos usados para a execução da Casa de Máquinas, Caixa de Corrida e do Poço pela obra. Estes dados eram registrados na maior parte das vezes em caderno e fotografias.

3.2.2 Entrevistas

A entrevista consiste em uma ferramenta que possibilita a troca de conhecimentos e experiências com um grupo de envolvidos, de forma a captar a opinião, a percepção e as metas dos mesmos (GIL, 2002, p.149).

Devido à baixa divulgação de informações e trabalhos acadêmicos sobre o tema elevadores, realizou-se entrevistas com profissionais que já atuaram e atuam com atividades civis, mecânicas ou elétricas relacionada com elevadores, a fim de coletar informações dos processos.

As entrevistas foram realizadas em sua maioria com mestres de obras, engenheiros e profissionais da área de montagem e pré-instalação de elevadores.

Elas foram elaboradas e direcionadas conforme a função dos entrevistados de forma a tornar as entrevistas mais produtivas, obtendo desta forma respostas conforme a especialidade da cada profissional. Os roteiros das entrevistas encontram-se no Anexo A e B.

As entrevistas tinham como objetivo captar as principais experiências dos profissionais no segmento, buscando relatos sobre o fluxo de informações no processo, as principais dificuldades encontradas, as consequências desses problemas e as sugestões para solução. Na tabela abaixo descreve as principais atividades desenvolvidas ou analisadas conforme o perfil do profissional.

Tabela 1- Perfil dos entrevistados

Cargo	Atividades
Engenheiro	Planejamentos das atividades, direcionamento aos mestres e encarregados, análise de projetos, análise dos prazos contratuais.
Mestre de Obra e Encarregado	Execução dos serviços na CC+CM, análise de projetos, executar as atividades conforme cronograma estimado pelo engenheiro, fornecer material e mão de obra conforme a necessidade do fornecedor de elevador, acompanhar as atividades civis e elétricas da CC+CM;
Arquiteto	Análise do Projetos estruturais e do elevador, dimensionamento do elevador, cálculo de tráfego,
Pré-Instalador	Visitar o canteiro de obra, acompanhar e orientar os serviços na obra, executar a instalação dos pré-marcos, marcar a base para molas, explicar o projeto executivo do elevador, apresentar as datas contratuais, aprovar e liberar a CC+CM para montagem.
Montador	Avaliar os serviços de Pré-instalação, executar a montagem do elevador conforme cronograma de montagem
Supervisor	Acompanhar as atividades de pré-instalação, montagem e planejamento dos elevadores.
Consultor	Negociar e analisar as dimensões e o local de obra para venda de elevadores

Fonte: Elaborado pelo próprio autor.

3.2.3 Análise dos Documentos

Obter dados de diversas fontes é um método básico para alcançar resultados confiáveis e de qualidade. Para melhores resultados os dados oriundos do estudo de caso devem ser obtidos da comparação de diversos métodos, garantindo assim que os resultados obtidos com a pesquisa não fiquem dependentes apenas da subjetividade do pesquisador (GIL, 2002, p.140).

Em virtude disso, com o objetivo de enriquecer os dados obtidos através das entrevistas, das visitas de campo e da experiência do pesquisador na área, foram utilizadas diversas normas, nas quais podemos destacar as seguintes:

1. NBR NM207/99- Elevadores elétricos de passageiros- Requisitos de segurança para construção e instalação;
2. NBR 5665/83- Cálculo do trafego nos elevadores;
3. NBR 5666/1977- Elevadores elétricos;
4. ABNT NBR 16042/2012- Elevadores elétricos de passageiros- Requisitos de segurança para construção e instalação de elevadores sem casa de máquinas.

Além disso, coletou-se os diferentes catálogos de elevadores, projetos executivos utilizados na pré-instalação e na montagem e as listas de verificação dos serviços de pré-instalação, de diferentes períodos nas obras, denominadas de R.P.I.

Foram realizados treinamentos em Porto Alegre sobre Produtos e processos de instalação em obra, onde foram mencionados diversos pontos sobre normas, produtos e processos com supervisores da área de elevadores de diversos estados, o que possibilitou uma grande gama de troca de informações sobre estes processos nos outros estados, adicionando mais referências a pesquisa.

3.2.4 Ferramentas Utilizadas

Para a coleta das informações no campo foram utilizadas diversas ferramentas diferentes com o intuito de registrar e averiguar a veracidade das informações. Estas estão listadas na tabela abaixo, onde está relacionada a ferramentas com a sua empregabilidade neste estudo de caso.

Tabela 2- Ferramentas utilizadas.

Ferramenta	Empregabilidade
Trena à laser	Utilizada para medir as grandes distâncias. Utilizou-se está trena para medir os pisos, a profundidade da caixa de corrida, a largura da caixa de corrida, a profundidade do poço, dimensão da casa de máquinas e altura dos vãos de porta
Trena de 10m	Utilizada para medir os vãos de porta, as bonecas ou golas dos halls, componentes na casa de máquinas, componentes no poço, e conferir medidas em geral;
Caderno de campo	Anotar o que era relatado e observado em obra;
Carro	Utilizado para o deslocamento entre os canteiros;
Capacete	EPI obrigatório;
Cinto Paraquedista+Talabarte	EPI obrigatório;
Óculos de proteção	EPI obrigatório;
Bota	EPI obrigatório;
Celular	Utilizado para registrar as imagens das caixas de corridas.

Fonte: Elaborado pelo próprio autor.

3.3 ELABORAÇÃO DE DIRETRIZES (PARTE 3)

Com embasamentos nas partes 1 e 2 foi possível obter dados suficientes para a elaboração de diretrizes para a construção de caixas de corridas buscando assim minimizar os desperdícios gerados em obra por virtude de atrasos e retrabalhos para ambas as partes.

Estas diretrizes irão fornecer dados para orientar profissionais de diferentes áreas, como engenheiros mecânicos, eletricitas e estudantes sobre os processos envolvidos para a construção de caixas de corridas de elevadores.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Com base nas informações apresentadas nos tópicos anteriores, nesta etapa serão apresentados a análise e os resultados conseguidos através das pesquisas bibliográficas e do estudo de caso sobre a construção de caixas de corridas de elevadores.

Os resultados serão apresentados em 02 (duas) Partes, sendo a primeira definida pelos critérios para elaboração das diretrizes e o segundo pelas diretrizes para construção das caixas.

4.1 CRITÉRIOS PARA ELABORAÇÃO DAS DIRETRIZES

Nesse campo iremos dividir os principais tópicos relacionando os principais problemas encontrados com cada etapa que prejudicam a construção da CC+CM, os serviços a serem executados durante a montagem e, conseqüentemente, a entrega do elevador para o cliente.

4.1.1 Contrato e Projeto Executivo

Conforme explicado no tópico 2.5 deste trabalho, o projeto executivo do elevador é elaborado com base nas informações fornecidas pelo contratante, estas que estão presentes no contrato de venda. De forma que, após a conclusão do projeto executivo pelo fabricante, ele é enviado a obra ou ao contratante para análise, onde geralmente é estipulado um prazo de 10 dias para o cliente aprovar ou solicitar correções no projeto (THYSSENKRUPP, 2014). Este tempo pode ser maior, caso a data de fabricação do elevador não esteja muito próxima, no entanto os fabricantes não iniciam a fabricação do elevador e dos pré-marcos sem a aprovação do projeto, visando não ter problemas caso seja necessário fazer alterações no projeto que alterem as dimensões ou o modelo dos pré-marcos, o que geraria um custo extra.

Ente os principais problemas podemos destacar os relacionados abaixo:

- 1. Falta de padronização das medidas entre os fabricantes:** problema relacionado com as diferentes medidas encontrados nos catálogos de fabricantes para elevadores de mesma capacidade e velocidade, tanto em dimensões de largura e

altura da caixa, como nas demais medidas referentes a dimensão de alçapões, poço e etc;

2. Falta de comunicação entre arquitetos, construtoras e fornecedores na concepção do elevador: Assim como no item anterior esse problema pode gerar falhas de dimensionamento do elevador. Em caso de falhas, dependendo da etapa em que a obra se encontra, seja necessário corrigir ou em casos mais graves, construir novamente a estrutura da caixa para instalação do elevador. Os erros nesta etapa, estão relacionados também com a exigência de itens que muitas vezes não estão presentes no projeto estrutural e no arquitetônico, os erros mais frequentes em relação a estes itens, são os que dizem respeito as vigas intermediárias, as vigas das portas, as janelas de inspeção e ventilação e as medidas de última altura e casa de máquinas.

3. Problemas na definição a respeito das tolerâncias de projeto: Devido as constantes alterações nos projetos de obra, a obra acaba alterando algumas medidas que interferem na altura do piso e das vigas para fixação dos componentes do elevador. Mas o principal problema está relacionado com as dimensões usadas por engenheiros e arquitetos no dimensionamento da caixa de corrida, poço e casa de máquinas, por usar as medidas mínimas informadas em catálogos, o que pode gerar grandes problemas devido as variações de prumo encontradas ao medir as caixas. As empresas de elevadores trabalham com medidas em milímetros, ou seja, alto grau de precisão, sem permitir muitas variações. No entanto, encontra-se medidas que fogem em até 10cm em relação a prumo, o que inviabiliza uma instalação sem correção dessa variação ou sem a substituição por peças especiais, o que aumentaria de forma considerável o valor do produto.

4. Problemas relacionados com a execução do cálculo de tráfego: Está relacionado com a falta de informação sobre os ocupantes e o fluxo de pessoas, este problema foi mencionado apenas por um engenheiro, no caso em questão, o problema foi mencionado devido aos elevadores que foram dimensionados para uma faculdade, não serem capazes de atender a demanda de pessoas devido ao grande fluxo nos horários de entrada e saída, o que gera uma grande espera pelos elevadores e conseqüentemente filas. Quando os elevadores dão problema e necessitam de assistência o problema se torna muito mais grave. Este tipo de problema pode prejudicar e gerar grande transtorno ao comprador devido as grandes reclamações que podem surgir relacionadas com a qualidade e atendimento dos elevadores.

5. Compatibilização de projetos: O projeto corresponde a última etapa desta primeira parte, como já explicado anteriormente o mesmo é elaborado depois de fornecidos todos os dados do contrato. Os problemas relacionados com a compatibilização de projeto encontram-se geralmente em virtude das alterações que vão ocorrendo no desenvolver da obra, então, caso os elevadores tenham sido adquiridos com antecedência, faz-se necessário uma análise dos projetos antes da execução ou autorização para fabricação dos mesmos. Entre os principais erros encontrados nesta etapa, são os relacionados com as medidas de pé direito, pilares presentes na caixa do elevador e localização das diversas vigas para sustentação do elevador, estas alterações quando não detectadas podem gerar muitos problemas tanto para a construtora como para a empresa de elevadores, devido ao tempo e custo para análise e correções.

4.1.2 Caixa de Corrida

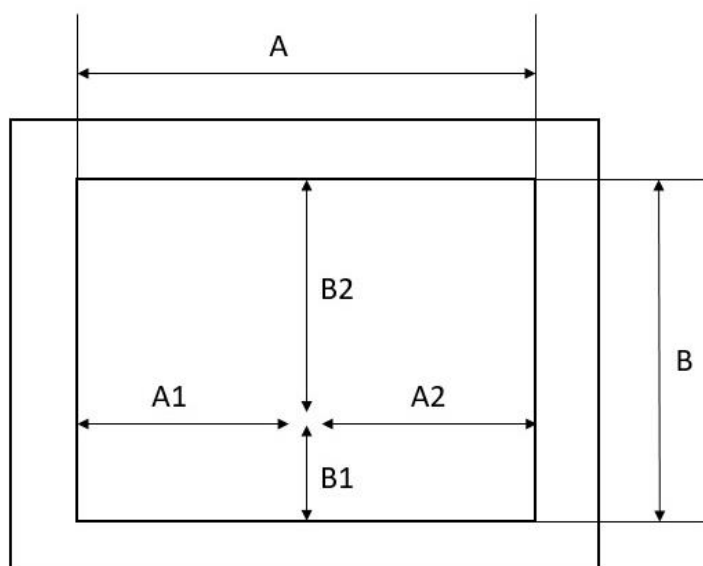
A caixa de corrida é o espaço destinado a acomodar tanto a cabina como o contra-peso do elevador, é por essa área que os passageiros são transportados para os diversos pavimentos de um edifício. Mas além disso, estão presentes os trilhos do elevador, que são os componentes que possibilitam que o elevador faça o deslocamento vertical entre os andares, assim como já explicamos no tópico caixa de corrida, na fundamentação teórica, existem diversos componentes que estão presentes nela que são essenciais para o funcionamento do elevador, como os cabos de interligação com a casa de máquinas e poço. Com base nessas informações, percebe-se que um dimensionamento ou um erro de execução nesta etapa pode ter um grande impacto tanto na montagem como para o usuário final.

Com base nas pesquisas podemos apontar como principais problemas encontrados na construção das caixas de corridas relacionando com os seguintes pontos:

1. Prumo da caixa de corrida: Através de medições e análises de L.P.C (Levantamento de Prumo Central) foi possível constatar e analisar as divergências entre as medidas informados no projeto executivo e o executado em obra. O L.P.C consiste no mapeamento completo dos locais onde será instalado o equipamento, ou seja, ele não mede apenas a caixa de corrida, mas sim, todo o conjunto, ou seja, casa

de máquinas, caixa de corrida e poço. Na casa de máquinas é medido as dimensões de largura, altura e comprimento, tanto do espaço como das entradas, como porta e alçapão, caso os mesmos já estejam prontos, mesmo que no bruto. Na caixa de corrida, a medição é feita através de uma trena a laser e um prumo localizado no centro da caixa, no entanto deslocado a 30cm da entrada do último pavimento ($B1=30\text{cm}$), para evitar que quem vá realizar a medição não se exponha tanto para o interior da caixa de corrida do elevador. Através deste prumo são retiradas as medias $A1$, $A2$, $B1$ e $B2$ (conforme figura abaixo) em todos os pavimentos, assim como registrado as medidas de cada pé direito.

Figura 9- Detalhe das medidas para L.P.C.



Fonte: Elaborado pelo autor.

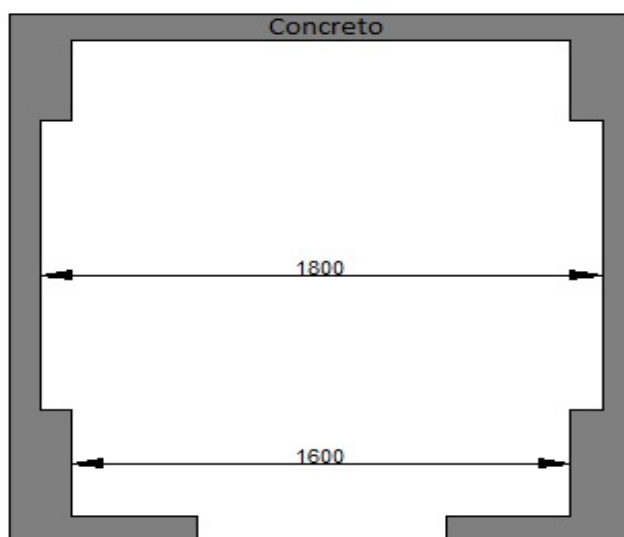
Após a medição e análise do L.P.C será dado o parecer da aprovação ou rejeição das medidas encontradas em campo, caso seja aprovada, o elevador pode ser liberado para fabricação, caso não, será apresentado ao cliente as possíveis soluções para resolução do problema.

Com base nesses dados, observou-se que a inexistência do L.P.C e a fabricação conforme projeto executivo pode representar um risco muito alto para as construtoras, uma vez que elas são as responsáveis em aprovar a fabricação conforme projeto executivo, sendo que caso não seja possível instalar o equipamento ou tenha-se que fazer correções na caixa, todo o custo do processo será de

responsabilidade da mesma. Na medição em campo, detectamos obras que apresentavam variações de prumo superior a 10cm.

2. Disposição de vigas e pilares: Algumas caixas de corridas apresentam pilares em toda sua extensão, que se não estiverem presentes ou sinalizados no projeto executivo podem gerar grandes problemas na montagem do equipamento. Através das visitas de campo e as entrevistas, foi possível identificar os principais problemas que aparecem relacionados com a disposição de vigas e pilares na caixa de corrida. Muitas vezes os pilares encontram-se posicionados de forma a alterar as medidas coletadas no L.P.C, ou seja, localizados apenas em um determinado trecho da caixa, como ilustrado na figura abaixo, o que altera as medidas coletadas caso não seja feita uma planta baixa detalhando a presença de pilares a fábrica. Este tipo de problema gera erros de dimensionamento de suportes de guiais e das bases metálicas do motor e pesador de carga (elevador sem casa de máquinas), ou até mesmo inviabiliza a instalação do mesmo.

Figura 10- Disposição de pilares que alteram a medida da caixa.



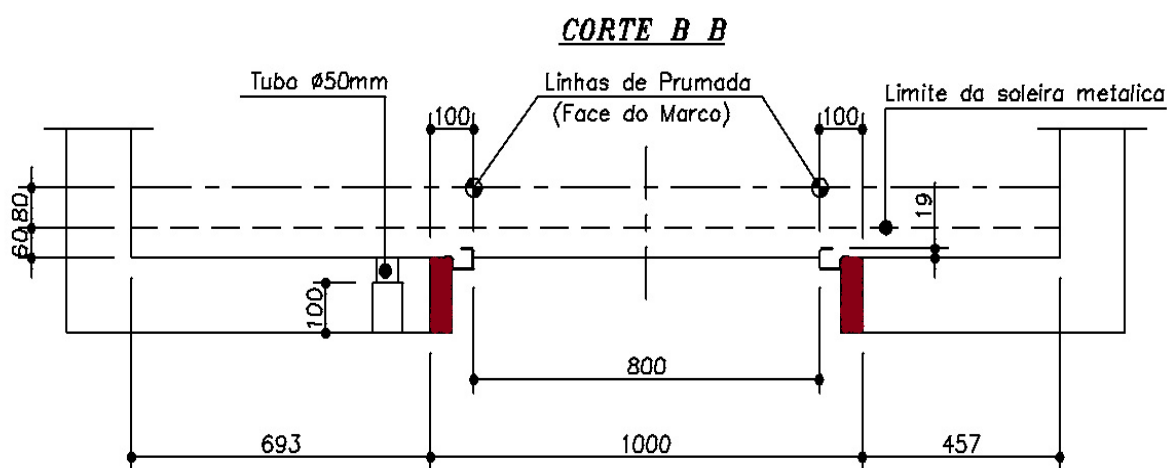
Fonte: Elaborado pelo autor, ferramenta Autocad (2010).

3. Alvenaria e Reboco: Na construção das caixas foram verificados muitos erros relacionados com a construção das alvenarias e reboco da caixa. Observou-se, na maioria dos canteiros, erros nas medidas da alvenaria, devido os mestres e encarregados utilizarem a medida final, não considerando a instalação do pré-marco ou a variação de prumo das paredes, gerando retrabalhos para a instalação tanto dos

pré-marcos como das portas devido ao vão de entrada sem menor que o mínimo necessário para instalação dos componentes mencionados.

Outro problema percebido foi em relação ao reboco das vigas, dificultando a fixação dos suportes de fixação dos trilhos que é feita através de parabolts, ou seja, quando a viga é rebocada o parabolts pode não conseguir alcançar o concreto impossibilitando a fixação dos mesmo sem a retirada do reboco. Outro problema relacionado a este está na dimensão dos suportes, caso o reboco seja retirado o suporte pode ficar curto pois se a caixa foi medida (L.P.C) considerando o reboco como medida, retirando o mesmo, o suporte pode não alcançar a viga, tornando necessário uma adaptação ou correção mecânica ou civil para corrigir o problema.

Figura 11- Detalhe do vão das portas de pavimento da caixa de corrida.



Fonte: Adaptado de projeto executivo de elevador.

4. Disposição das instalações elétricas de responsabilidade da obra:

Foi observado retrabalhos em algumas obras referente a instalação elétrica do interior da caixa, causados principalmente por mestres, encarregados ou empresas terceiras por não utilizarem o projeto do elevador ou utilizarem o projeto errado. Os erros neste caso se dão no posicionamento e na disposição errônea das luminárias na extensão da caixa de corrida, assim como a inexistência de interruptores ou tomadas. Todos estes itens estão previstos na norma NM-207. O não cumprimento desses itens da forma correta acarretou na dificuldade em busca de pontos de tomadas para ligação de ferramentas durante a montagem, assim como pouca iluminação, o que dificulta a

verificação das medidas que devem ser aplicadas no posicionamento dos componentes mecânicos.

5. Nível do piso: A indefinição sobre o piso acabado nas obras é um ponto crítico, uma vez que os pré-marcos e as portas são definidos através dele. Uma definição incorreta pode gerar grandes retrabalhos para ambas as partes, e as empresas de elevadores costumam cobrar para refazer esses trabalhos. Esse problema acontece geralmente quando os pré-marcos ou portas são instalados antes do piso do hall, assim a marcação do nível do piso sofre muitas alterações no progresso da obra.

6. Instalação dos pré-marcos: Este problema foi mencionado por montadores, supervisores, mestres e engenheiros das obras, que relataram sobre o retrabalho dos pré- marcos pelos seguintes motivos:

- Falta de precisão nas medidas pelo pré-instalador;
- Mestras instaladas pela obra fora de nível ou na posição incorreta;
- Deslocamento dos pré-marcos durante o processo de arremate ou requadro, deixando os mesmos na posição incorreta;
- Erro na aproximação da alvenaria para instalação dos pré-marcos;
- Posicionamento incorreto do pré-marco.

Esses erros quando não verificados geram erros que impactam fortemente na instalação do elevador, uma vez que não percebidos com antecedência serão notados apenas no momento da instalação das portas, podendo gerar atrasos superiores a 1 semana dependendo do número de paradas do elevador.

4.1.3 Elevador com Casa de Máquinas

A casa de máquinas é o ambiente onde está presente o cérebro do elevador, ou seja, o quadro de comando, além de outros componentes como detalhamos no tópico 2.2. A correta construção da casa de máquinas é de fundamental importância, pois nela será imposta a maior carga do conjunto, a carga da mesa dos motores, ou seja, a carga do conjunto máquina. A máquina de tração é posicionada na laje da casa de máquinas, e de acordo com o projeto executivo, seguindo o mesmo alinhamento da furação da laje. Com base nesta informação, observa-se que todo o posicionamento inicial do elevador parte do alinhamento dos furos da laje e é

compatibilizado com as medidas da caixa de corrida para definição da posição do elevador e de seus componentes. Este processo de posicionamento do elevador na caixa é denominado pelos profissionais da área como “disctorcimento da caixa de corrida” ou “mapeamento da caixa”.

Entre os problemas encontrados na construção da casa de máquinas podemos destacar os listados abaixo:

1. Acesso a casa de máquinas: Nas visitas em campo detectamos acessos a casa de máquinas divergentes dos especificados em norma, com difícil acesso e medidas de entrada menor que o especificado. A norma determina que o acesso deve ser fácil e seguro, mesmo em condições de intempéries e por locais de uso comum. Notou-se que um acesso difícil, atrasa os serviços de montagem em virtude da dificuldade para transportas as peças do elevador para a casa de máquinas, assim como as ferramentas dos montadores. Este tipo de problema impacta tanto o serviço de montagem como o de assistência técnica. Logo, foi observado que as dimensões da casa de máquinas devem permitir um acesso fácil e seguro ao local de trabalho tanto para fins de inspeção como manutenção de qualquer componente existente na casa de máquinas, assim como para remoção ou troca destas partes.

2. Posicionamento dos ganchos e alçapões: Os ganchos são localizados na casa de máquinas, geralmente estão posicionados na projeção do centro do motor, centro do contrapeso e deslocados a 1m do centro do alçapão, quando o mesmo for do tipo vertical. São os componentes que permitem o içamento e o deslocamento de componentes no ambiente da casa de máquinas. O alçapão é a porta que permite a retirada dos componentes que serão transportados através da caixa de corrida por um equipamento de içamento, como guinchos e talhas elétricas e mecânicas para a casa de máquinas. Os ganchos devem suportar as cargas especificadas no projeto executivo do elevador possibilitando assim o içamento dos componentes do elevador ou a substituição dos mesmos em caso de defeito. Com base nessas informações, constamos em campo, casas de máquinas faltando ganchos e com ganchos mal fixados, oferecendo riscos de queda e de adaptações indevidas para içamentos. Além disso, detectamos casas de máquinas sem alçapão ou com dimensões incorretas. Acompanhando o processo de montagem dos equipamentos verificamos os problemas gerados e os atrasos em virtude destes erros, exigindo dos supervisores e engenheiros, estratégias diferentes para transporte das peças, o que exige mais tempo e mão de obra. No caso de ganchos mal fixados os

montadores de elevadores seguem procedimentos de segurança para testar a capacidade e fixação dos ganchos antes de começar a içar as cargas.

3. Furação da laje: A furação da laje foi o assunto mais apontado por todos os envolvidos no processo, devido aos constantes retrabalhos nas mesmas. A furação da laje diverge conforme o tipo de máquina, tipo de porta, tipo de contrapeso e fabricante. As empresas de elevadores costumam disponibilizar funcionários para assessorar na marcação da laje junto com o cliente, esta data deve ser combinada entre as partes. Com o projeto em mãos e com a análise do L.P.C o pré-instalador ou supervisor deve marcar junto a obra e conferir a marcação antes de liberar a laje para concretagem, uma vez que foi observado nas visitas que apenas a orientação e explicação do projeto não capacita os agentes da obra a marcar a laje, em quase todos os casos foram relatados retrabalhos, na pré-instalação e ou na montagem. Os principais motivos que geram erros na marcação da laje são:

- Não considerar a variação de prumo da caixa, ou seja, não analisar o L.P.C antes da marcação;
- Projeção errada da caixa de corrida no piso da casa de máquinas;
- Erro nas coordenadas para marcação dos furos, erros de marcação ou de projeto;
- Marcar e concretar os furos da laje sem o acompanhamento do fabricante;
- Não utilizar o projeto executivo do elevador (projeto do fabricante).

4. Elementos estranhos a montagem do elevador: Este item foi relatado por alguns engenheiros, arquitetos, montadores e supervisores. Não apontado como um item crítico na maior parte dos casos, mas relevante, uma vez que a norma não permite materiais estranhos nas áreas em comum com o elevador. Encontramos em nossas visitas de campo, casa de máquinas com tubulações de hidráulica, que além de descumprir a norma, em caso de vazamento pode danificar boa parte do equipamento, como motor e quadro de comando. Detectamos também caixas de corridas com tubulações de hidráulica e elétrica, o que pode gerar grandes riscos em caso de colisão entre partes mecânicas e esta parte elétrica, podendo causar uma pausa repentina no equipamento ou até mesmo o óbito de usuários ou colaboradores

por choque elétrico com partes mecânicas energizadas. Acidentes deste tipo já foram mencionados pelas mídias e relatados pelos entrevistados.

5. Disposição e especificação dos componentes elétricos de responsabilidade do cliente: Neste item fazemos referência a especificação tanto da iluminação, interruptores, pontos de tomada e quadros de força. O grande problema informado por supervisores e montadores foi a não utilização do projeto do elevador para confecção e posicionamento do quadro de força. O não conhecimento ou execução incorreta gera atrasos na montagem do equipamento devido às quedas constantes de energia, disjuntores especificados errados, dimensionamento incorreto da bitola dos cabos gerando aquecimento e riscos de curto, aterramento inadequado, que pode gerar a queima de componentes e placas, resultando na cobrança de peças e paralisação dos serviços de montagem.

6. Ventilação: Contatamos em campo uma insuficiência em relação a ventilação nas casas de máquinas, tornando os serviços de instalação de elevadores extremamente desgastante. Foi coletado nas entrevistas e comprovado em campo que as informações apenas do projeto do elevador não são suficientes para gerar um ambiente menos desgastante na casa de máquinas. Como solução é proposto ao engenheiros e arquitetos uma análise mais adequada para correto dimensionamento e posicionamento das janelas de ventilação, de forma que as mesmas possam cumprir esta função. Uma vez que mal dimensionada, a temperatura na casa de máquinas após a instalação dos equipamentos e uso constante do mesmo pode aumentar consideravelmente ficando acima do especificado em norma e pelo fabricante, o que pode gerar mal funcionamento, paradas constantes no equipamento e a queima de componentes.

4.1.4 Elevador Sem Casa de Máquinas

A principal diferença entre equipamentos com casa de máquinas e sem casa de máquinas, em palavras simples, consiste na transferência dos componentes da casa de máquinas para a última parada do elevador, também chamada de última altura. Neste tipo de equipamento iremos destacar os principais problemas relacionados com essa opção para a construção da caixa. Neste tipo não existe furação da laje, alçapão e nem acesso a casa de maquinas, no entanto, existem outros pontos a serem observados para evitar os problemas que iremos destacar abaixo. Nos

elevadores sem casa de máquinas, o motor está no interior da caixa de corrida e o quadro de comando está acoplado na porta do último pavimento, onde pode ser acessado pelo hall, não necessitando que o técnico entre na caixa de corrida do elevador.

Os principais erros construtivos estão listados a abaixo:

1. Posicionamento da viga da máquina de tração e do pesador de carga: Observou-se em campo, atrasos na liberação e na montagem em virtude do posicionamento incorreto destas vigas. O caso mais comum é o composto de um conjunto de 4 vigas, 2 posicionadas do lado esquerdo e 2 do lado direito, que são para a fixação do motor e do pesador de carga. Neste tipo de equipamento praticamente não existe regulagem ou ajuste, logo, as medidas devem respeitar as tolerâncias do projeto do elevador. Os erros estão no posicionamento incorreto em relação à altura, que deve ser medida a partir do piso acabado. Outro problema observado foi em relação à resistência das mesmas, em alguns casos foi necessário refazer a viga em virtude da mesma não apresentar resistência suficiente, pois não foi possível fixar as bases da máquina devido o concreto ceder. É importante mencionar o esquadro da viga, as mesmas devem ser lisas e sem saliências em sua extensão pois podem impedir o posicionamento das bases caso não seja feito uma raspagem e um tratamento da viga.

2. Posicionamento dos ganchos e da viga “i”: Em elevadores sem casa de máquinas os ganchos são posicionados na laje do topo da caixa, pelo interior da caixa de corrida, assim como a viga “i” quando exigida em projeto pelo fabricante. Na maior parte dos casos foi observado o desconhecimento ou esquecimento por parte de arquitetos e engenheiros sobre estes ganchos e vigas, sendo necessários retrabalhos de corte e nova concretagem para posicionamento dos ganchos. Em alguns casos foi observado o posicionamento incorreto dos mesmos, inutilizando os ganchos e fazendo-se necessário realoca-los na posição correta.

3. Dimensão da última altura: Por mais simples que pareça, muitos arquitetos costumam utilizar a medida mínima ao dimensionarem a última altura, mas é preciso levar em consideração a capacidade do equipamento e velocidade pois a última altura varia conforme esses dados. Em alguns casos, devido a variação no piso acabado, a última altura ficou abaixo do especificado, gerando dificuldade no posicionamento do motor devido à altura não ser o suficiente para suspender-lo até a altura da base da máquina, gerando atrasos na montagem do equipamento. Outro

problema que pode acontecer é de o guarda corpo se chocar na laje da caixa de corrida devido a algum problema técnico fazendo com que o elevador passe do nível do piso do último pavimento

4. Janelas de inspeção e ventilação: Nos elevadores sem casa de máquinas as janelas de ventilação se localizam no último pavimento, assim como a portinhola de inspeção. Em mais da metade dos canteiros visitados as janelas e portinholas não estavam previstas no projeto estrutural ou arquitetônico, apenas no projeto executivo do elevador, por representar um item normativo. A falta de detalhe no projeto arquitetônico e estrutural gerava retrabalhos de cortes em alvenaria ou até mesmo em vigas, o que atrasava tanto a liberação da caixa como o início da montagem, uma vez que é necessário pedir autorização do calculista antes de realizar qualquer tipo de serviço nas vigas já existentes. Outro problema está no acesso a portinhola de inspeção para o regulador de velocidade, que por muitas vezes fica na projeção externa ao edifício, impossibilitando o seu acesso, logo, impossibilitando que a mesma exerça sua função.

4.1.5 Poço

O poço compreende ao fim da caixa de corrida, é a área abaixo do primeiro piso atendido pelo elevador. Alguns cuidados devem ser tomados na construção dos poços. Não foram detectados muitos problemas neste campo pelos envolvidos, mas os principais itens relacionados são:

1. Altura do poço incorreta: A não utilização do projeto executivo do elevador e a variação do nível do piso acabado são os principais motivos de erros na altura do poço. Os mestres e encarregados entrevistados informaram que muitas vezes o projeto executivo do elevador não está disponível na obra e acabam por executar o poço conforme o projeto estrutural. Como correção a esse problema, a obra tem que corrigir quebrando ou completando o nível do poço de concreto até a altura especificada em projeto. No caso em que este problema não é detectado na pré-instalação, acontecerá uma paralisação da montagem do elevador e um deslocamento de mão de obra do canteiro para corrigir o problema, atrasando o serviço e gerando prejuízo para ambas as partes.

2. Resistencia e vigas do poço: O poço deve ser construído de forma a suportar as cargas específicas em projeto executivo, uma vez que em caso de colisão

do carro com as bases o poço deverá absorver também parte do impacto. No poço é feito o que os montadores chamam de segunda rodada de fixação ou braquetes, que correspondem ao segundo lance de suportes de guias que é instalado abaixo do piso do primeiro pavimento atendido pelo elevador. A primeira rodada é feita abaixo da laje do teto. O problema apontado neste tópico refere-se aos casos em que o poço não possui resistência suficiente para suportar as cargas ou fixar os componentes em seu piso, sendo o problema verificado geralmente por mestres de obras e em casos raros durante a montagem. No entanto o problema das vigas já é um caso mais frequente devido ao crescimento de poços feitos com bloco de cimento, não existindo concreto nas paredes do poço ou existindo um revestimento excessivo de reboco nestas vigas, tornando necessário o retrabalho para realização da segunda rodada no poço do elevador.

3. Base para molas: As bases para molas costumam ser marcadas pelos pré-instaladores, os erros mencionados com esta etapa fazem referência a locação e altura das bases para molas. Para marcação correta das mesmas, faz-se necessário o distocimento da caixa de corrida, para poder analisar a variação de prumo da caixa e locar o elevador na posição correta para a instalação. Como as caixas apresentam variações em todos os sentidos, a locação da bases sem considerar o distorcimento, pode causar um erro de locação, fazendo-se necessário a quebra e reconstrução das bases.

4. Infiltração: O problema de água nos poços de elevadores já é quase algo visto como normal pelos entrevistados. Os problemas são mais relatados em períodos de chuva ou testes de caixa d' água, onde todo os vazamentos acabam indo na direção da caixa de corrida e por seguinte ao poço do elevador. Este problema foi apontado em todas as fases, tanto pré-instalação, montagem e manutenção. Este problema dar-se pelos ambientes próximos as caixas por estarem em constantes trabalhos e a água acaba escorrendo pela caixa do elevador, e indo direto ao poço. Uma impermeabilização deve ser feita no poço para impedir que a água mine pelo mesmo, uma impermeabilização ruim irá gerar vazamentos futuros, podendo causar a queima de componentes e a parada do elevador.

4.2 DIRETRIZES PARA CONSTRUÇÃO DE CAIXAS DE ELEVADORES

Com fundamento nos critérios verificados anteriormente constatou-se que um cronograma de atividades pode minimizar e até mesmo zerar os retrabalhos causados em ambas as partes na construção de caixas e montagem de elevadores, diminuindo de forma eficaz os gastos e o tempo dos serviços.

As diretrizes apresentadas nesse tópico vão fornecer os itens a serem observados em cada ambiente, no entanto é importante ressaltar que o diálogo constante entre fornecedor e comprador é fundamental para o bom andamento dos trabalhos.

Não será mais mencionado a importância da leitura e análise do projeto executivo do elevador, assim como a compatibilização entre o projeto do elevador e os projetos da obra, uma vez que esse assunto já foi abordado e explicado nos tópicos 2 e 3.

Para construção dos ambientes de instalação dos elevadores, primeiramente vamos especificar os itens necessários em cada área e, em seguida, fornecer o cronograma de construção.

Foi escolhido esse método de apresentação pois é necessário primeiro conhecer o que tem que ser realizado em cada ambiente, com base nisso, estabelecer um cronograma para execução, pois a ordem de execução incorreta pode danificar ou exigir acabamento de áreas já concluídas anteriormente.

4.2.1 Diretrizes para construção do Poço

1. Fundo do poço: O fundo do poço deve ser liso e o mais nivelado possível e deve ser impermeabilizado contra infiltração de água após a chumbação dos pés de guias ou fixadores, para-choques e outros serviços que se fizerem necessários (NBR NM207, 1999, p.16, 5.7.2.1).

As paredes do poço devem possuir acabamento liso e de cor clara, branco de preferência para maior iluminação da caixa, permitindo-se o acabamento sem rebocar nos casos em que a textura é equiparável à do concreto à vista (NBR NM207, 1999, p.13, 5.3)

No item 5.5.2 da NBR NM207 na página 14, especifica que nos casos onde o espaço localizado abaixo da área do poço seja acessível a pessoas, a base do poço

deverá ser projetada para suportar uma carga de no mínimo 5000N/m² e além disso, deverá ser tomada pelo menos umas das alternativas:

- a) Instalar abaixo do para-choque ou pistão do contrapeso um pilar sólido do poço até o solo; ou
- b) Equipar no contrapeso um freio de segurança.

Deve ser pintado no fundo do poço um retângulo com tinta de cor amarelo brilhante de 0,5mx0,6m no local onde seja possível acomodar um paralelepípedo retangular de no mínimo 0,5mx0,6mx1,0m quando o carro repousar no seu para-choque completamente comprimido (NBR NM207, 1999, p.18, 5.7.2.3)

Para facilitar os serviços e a identificação de elevadores em poços germinados, ou locais onde existem vários elevadores posicionados um ao lado do outro, faz-se necessário a sinalização através de um número ou letra, tanto para os ambientes como para as partes do equipamento (NBR NM207,1999, p.91, 15.15).

2. Base para Pára-choques: As bases são dispostas no fundo do poço na projeção do carro e do contrapeso, geralmente são empregadas em elevadores de velocidade de até 90m/min ou 1,5m/s, aconselha-se sua execução após a marcação dos furos da laje e o mapeamento da caixa de corrida (NBR NM207,1999, p.56, 10.3). A carga no qual as mesmas devem suportar são especificadas no projeto executivo do elevador e variam conforme a capacidade e velocidade do equipamento. As dimensões de altura, largura e comprimento também são detalhadas no projeto do elevador em virtude das características do equipamento.

3. Acesso ao poço: O item 5.7.2.2 da NBR NM207 especifica que o acesso pela porta de pavimento deve ser realizado através de uma escada de material incombustível fixada próxima a porta de pavimento, fora do alcance das partes móveis do elevador cujo o corrimão deve-se estender até 0,8m medidos acima da soleira da porta de acesso.

Os poços construídos com profundidade superior a 2,5m devem possuir uma porta de acesso ao poço que não seja a porta de pavimento, e está deve ter sua abertura para o lado de fora da caixa de corrida (NBR NM207, 1999, p.16, 5.7.2.2).

4. Parede divisória de 2,5m para poços em paralelo: Quando a caixa de corrida possuir carros e contrapesos de diversos elevadores a NBR NM207 especifica no item 5.6.1, página 15, que deve existir uma divisória com no mínimo 2,5m a partir do extremo inferior, fundo do poço, separando as partes móveis, carro ou contrapeso,

destes diferentes elevadores. Esta parede servirá de proteção para técnicos durante serviços de manutenção, permitindo o acesso seguro ao fundo do poço, impedindo que acidentalmente o técnico entre em contato com a cabina e o contrapeso de um segundo elevador enquanto realiza a manutenção.

Nos casos em que a distância horizontal entre a extremidade do teto da cabina e uma parte móvel, seja o contrapeso ou a cabina de um elevador adjacente for menor que 0,3m, a NBR NM207 especifica no item 5.6.2 da página 15, que a divisória mencionada no item 5.6.1 deverá se estender por toda a extensão da caixa de corrida.

5. Interruptor treway e tomada elétrica: Deve existir no poço, disponível para o pessoal de manutenção e instalação de elevadores uma tomada elétrica e meios para ligar a iluminação da caixa (NBR NM207, p.18, 5.7.2.4). Este interruptor responsável pela iluminação da caixa deve ser interligado com o da casa de máquinas, permitindo assim desligar e ligar a iluminação de ambos os lugares e, além disso deve ter sua própria proteção, ou seja, deve ser protegido por interruptor de corrente residual (interruptor diferencial máxima de 30mA) (NBR NM207, 1999, p.78). A alimentação para este circuito deve ser totalmente individual e separada da alimentação da máquina do elevador ou dos outros interruptores relacionados (NBR NM207,1999, p.77).

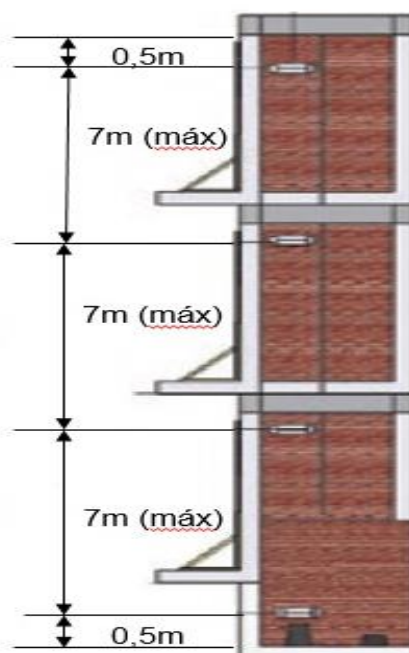
As tomadas elétricas são do tipo dois polos mais terra, com alimentação direta 250V (NBR NM207,1999, p.77, 13.6.2).

4.2.2 Diretrizes para construção da Caixa de Corrida

1. Ausência de material estranho ao serviço do elevador: O item 5.8 da NBR NM207 especifica que a caixa deve ser usada exclusivamente com os propósitos do elevador, não podendo conter cabos ou outros dispositivos que não sejam do elevador, exceto, no caso de equipamentos de aquecimento da caixa, que não sejam através de vapor ou aquecimento de água de alta pressão. Os dispositivos de controle do sistema devem ser instalados fora da caixa.

2. Iluminação: deve corresponder à uma lâmpada à 0,5m dos extremos, poço e topo da caixa e as demais dispostas à no máximo 7m uma das outras (NBR NM207, 1999, p.19, 5.9).

Figura 12- Detalhe da disposição das luminárias na caixa de corrida.



Fonte: Adaptado de Manual para acompanhamento de obra.

A iluminação da caixa deve ser elétrica e capaz de proporcionar uma iluminação mínima de 20lx mesmos quando todas as portas estão fechadas (NBR NM207, p.19).

3. Paredes, Fechamento da caixa: A caixa deve ser construída de forma que sua estrutura suporte as cargas que serão aplicadas pela máquina, pelas guias durante a atuação de dispositivos de segurança (NBR NM207, 1999, p.13, 5.3)

As paredes da caixa devem ser constituídas de material incombustível possuir acabamento liso e de cor clara, branco de preferência para maior iluminação da caixa, permitindo-se o acabamento sem rebocar nos casos em que a textura é equiparável à do concreto à vista (NBR NM207, 1999, p.13, 5.3). As vigas precisam ficar aparentes e não devem ser rebocadas apenas pintadas.

Nos casos onde não se exige que a caixa faça parte da proteção do edifício contra a propagação do fogo pode-se utilizar uma parede divisória, ou proteção de chapa metálica ou tela de arame, de abertura de malha inferior a 50 mm, com altura mínima de 2,50 m acima do nível de acesso (NBR NM207,1999, p.11).

Nos casos em que a distância horizontal entre a extremidade do teto da cabina e uma parte móvel, seja o contrapeso ou a cabina de um elevador adjacente for menor

que 0,3m, a NBR NM207 especifica no item 5.6.2 da página 15, que deve ser construída uma parede divisória em toda a extensão da caixa de corrida.

No caso de elevadores sem casa de máquinas à distância para a construção da parede divisória em toda a extensão da caixa torna-se necessária tem que ser inferior a 0,5m (NBR16042, 2012, p.13, 5.6.2.2).

4. Vigas Intermediárias: São aconselhadas pelos fabricantes para garantir um melhor conforto de viagem nos casos em que o pé direito dos pavimentos for superior a 3,2m, estas deverão ser construídas à uma distância de 2,5m e com altura mínima de 0,2m em relação ao piso. No caso em que a caixa possui medidas de largura ou profundidade maiores do que o máximo estabelecido nos catálogos, os fabricantes aconselham a escolha de um elevador maior ou a construção de vigas redutoras, para fixação dos trilhos.

As vigas não devem ser rebocadas, apenas pintadas, em virtude da instalação dos suportes de fixação dos trilhos, pois o reboco pode impedir uma fixação adequada dos suportes devido a distância de penetração do parabolt.

5. Vão de porta: Deve ser executado conforme projeto executivo, obedecendo as medidas conforme etapa de execução, deve-se tomar atenção nas medidas com pré-marco e sem pré-marco e na disposição das caixas de botoeiras e indicadores, se os mesmos estão acoplados nos marcos ou se deveram ser preparados pela construtora, estas informações são no momento da venda do elevador e são detalhadas no projeto do elevador. A aproximação das golas de pavimento deve ser de acordo com linha de prumada, de preferência conferida por pré-instalador do fabricante. Não executar as golas ou bonecas no andar de acesso dos equipamentos à caixa de corrida, pois este precisa estar com o vão livre para passagem dos componentes que serão içados através da caixa de corrida (THYSSENKRUPP, 2014).

No caso de pavimentos com pé direitos longos, superiores a 11m deve ser previsto um vão para instalação de uma porta de emergência na caixa que possibilite o resgate dos passageiros da cabina, situados a uma distância que não exceda 11m (NBR NM207, 1999, p.11, 5.2.2.1.2).

Os vãos de acesso às caixas dos elevadores devem ser providos de proteções de pavimento com no mínimo 1,20m de altura, construída de material resistente e fixo a estrutura até a instalação definitiva das portas do elevador, de forma a bloquear a queda acidental de pessoas no poço do elevador (NR18, 2015, p.14, 18.13.3).

Algumas fabricantes solicitam o fechamento do vão completo com o intuito de minimizar os riscos de acidente de trabalho.

Figura 13- Proteção de pavimento.



Fonte: Foto retirada pelo autor em canteiro de obra, 2016.

6. Viga para fixação da porta de pavimento: As portas dos elevadores são fixadas na parte superior e inferior, para isso é necessário que exista vigas para fixação dos suportes, geralmente as vigas inferiores correspondem as vigas do próprio pavimento (piso) mas as superiores devem ser posicionadas conforme altura da porta do elevador, considerando o nível acabado, esta medida para a viga superior consta nos catálogos dos fabricantes e no projeto executivo. As vigas devem se estender por toda a extensão frontal da caixa e ter uma altura mínima de 25cm.

Figura 14- Foto da viga superior para fixação da porta de pavimento.



Fonte: Foto retirada pelo autor em canteiro de obra.

7. Tubulação e fiação para ligação do interfone: A NBR NM207 especifica no item 14.2.3.5 que deve existir um sistema de intercomunicação, alimentado por fonte de emergência que interligue a casa de máquinas, o interior da cabina e a portaria de forma que um passageiro preso no elevador possa solicitar resgate através desse dispositivo. Desta forma, deve ser construída uma passagem, ou tubulação para passagem da fiação que irá interligar a caixa de corrida a portaria, uma vez que a ligação entre a casa de máquinas, cabina e caixa já é enviada e instalada pelo fabricante do elevador, ficando o comprador responsável pela fiação da portaria a caixa. Para tubulação indica-se um eletroduto rígido de $\frac{3}{4}$ " e para a fiação um cabo blindado (6x18AWG) (THYSSENKRUPP, 2014).

8. Ventilação: A caixa de corrida deve ser ventilada pelo exterior, então deve ser prevista aberturas com área total de no mínimo 1% da seção transversal da caixa na parte superior da caixa que possibilitem a renovação do ar. Esta ventilação também poderá ser realizada através da casa de máquinas (NBR NM207, 1999, p.12, 5.2.3).

4.2.3 Diretrizes para construção da Casa de Máquinas

1. Acesso a casa de máquinas: O acesso a casa de máquinas desde a via pública até o interior da casa de máquinas deve ser iluminado e facilmente acessível com segurança sem a necessidade de passar por local privado (NBR NM207, 1999, p.21, 6.2.1). A casa de máquina deve ser acessada apenas por pessoas autorizadas, para serviços como manutenção, inspeção e resgate de passageiros (NBR NM207, 1999, pg20, 6.1.1).

A porta da casa de máquinas deve abrir para fora e ter altura mínima de 2,0m e largura mínima de 0,7m, além de possuir fechadura de segurança, que possibilite a abertura da porta por dentro da casa de máquinas sem o uso da chave (NBR NM207, 1999, p.20, 6.1.2).

Quando for necessário, escadas para acesso à casa de máquinas, essas devem ser de material incombustível e antiderrapantes, possuindo no final da escada um patamar coincidente com a porta de entrada com dimensões que possibilitem que uma pessoa abra a porta sem dificuldades. Tanto a escada quanto o patamar devem possuir proteções com altura mínima de 0,90m na vertical e ao seu redor, além de corrimãos e rodapés (NBR NM207, 1999, p.22, 6.2.2).

Para o levantamento e transporte de materiais para a casa de máquinas, como talhas e guinchos, deve ser disponibilizado meios de acesso para levantamento do material pesado de forma a evitar qualquer tipo de serviço sobre as escadas (NBR NM207, 1999, p.22, 6.2.2).

A casa de máquinas não pode conter dispositivos que não estejam relacionados com os fins dos elevadores, nem dutos e nem cabos com outras finalidades, mesmo que seja de passagem, no entanto, pode conter no seu recinto equipamentos relacionados apenas com os elevadores, como equipamentos de ar condicionado ou aquecimento para controle da temperatura, assim como detectores de fogo ou extintores apropriados para equipamento elétrico (NBR NM207, 1999, p.21, 6.1.2.2). O extintor de incêndio deve ser do tipo CO₂, pois atenderá o especificado na NBR NM207 e instalado no máximo 1m da porta de acesso e a uma altura de 1,5m de altura do piso (THYSSENKRUPP, 2014).

2. Construção da casa de máquinas: Devem ser construídas de material durável e que não propicie pó, sendo capaz de suportar as cargas e forças que serão submetidas pelos equipamentos a serem instalados nela. As suas paredes, piso (antiderrapante e pintado de cinza) e tetos devem absorver de forma considerável os ruídos gerados pelo funcionamento dos elevadores quando a função do edifício exigir (NBR NM207, 1999, p.22, 6.3).

A altura da casa de máquinas, medido do piso da casa de máquinas até a parte inferior das vigas estruturais do teto não pode ser inferior a 2,0m, tanto do piso da área de acesso como do da área de trabalho. A altura da máquina de tração deve ser levada em consideração no dimensionamento da altura da casa de maquinas uma vez que a distância vertical livre entre ela e o teto da casa deve ser de no mínimo 0,6m (NBR NM207, 1999, p.22, 6.3.2.3).

Para casa de máquinas em dois níveis deve haver uma escada fixa com corrimão e feita de material incombustível para acesso ao nível da máquina e além disso deverá ser instalado um guarda-corpo removível para proteção das pessoas que estão transitando no nível dois da casa de maquinas (THYSSENKRUPP, 2014).

Figura 15- Casa de máquinas de 2 níveis.



Fonte: Foto retirada pelo autor em canteiro de obra, 2016.

Figura 16- Casa de máquinas de 1 nível.



Fonte: Foto retirada pelo autor em canteiro de obra, 2016.

3. Ventilação e temperatura: A ventilação na casa de máquinas deve ser natural cruzada ou forçada de forma que a temperatura na casa de máquinas fique entre +5°C e +40°C de forma a proporcionar condições mínimas para funcionamentos dos equipamentos e trabalhos de manutenção (NBR NM207, 1999, p.24, 6.3.5).

4. Ganchos na laje: Para movimentação do equipamento pesado deve ser instalado no teto ou nas vigas das casas de máquinas vários ganchos ou suportes feitos de aço de baixo teor de carbono posicionados na projeção da máquina de tração, contrapeso e alçapão, de forma a facilitar a movimentação de equipamentos pesados durante a sua montagem ou troca (NBR NM207,1999, p.25, 6.3.7). Os ganchos ou suportes devem ser pintados de amarelo e identificados com a capacidade de carga. No projeto executivo do elevador encontra-se a carga de resistência, a posição e a quantidade de ganchos.

Figura 17- Detalhe dos ganchos da laje em obra.



Fonte: Foto retirada pelo autor em canteiro de obra, 2016.

5. Alçapão: São utilizados para colocar e retirar equipamentos na casa de máquinas, são utilizáveis tanto na pré-instalação, montagem e manutenção, podendo ser do tipo horizontal ou vertical.

O alçapão horizontal deve se localizar fora da projeção da caixa de corrida, devendo abrir para dentro da casa de máquinas e ter dobradiças de pino fixo e trava, sendo utilizável para trabalhos de montagem e manutenção, sua dimensão deve ser

de acordo com as dimensões dos equipamentos da casa de máquinas (NBR NM207,1999, p.24 6.3.3.2).

No caso de alçapões verticais ou portas de acesso, geralmente são empregados em casa de máquinas de 2 níveis, devem ser constituídos de proteção que impeça a queda de pessoas e possuir fechadura que possibilite o fechamento apenas por dentro da casa de máquinas (THYSSENKRUPP, 2014). Estas portas devem possuir dimensões mínimas de 0,7m de largura e 1,6m de altura (NBR NM207, 1999, p.26, 6.4.3.1).

Todos os alçapões devem suportar, quando fechados, duas pessoas, cada uma com 1000N em uma área de 0,2mx 0,2m, sem deformar permanentemente (NBR NM207,1999, p.24, 6.3.3.2).

6. Furação da laje: Os furos da laje da casa de máquinas devem ter as dimensões mínimas necessárias para a instalação dos equipamentos e possuir ressalto de no mínimo 50mm buscando evitar a queda de objetos (NBR NM207,1999, p.24, 6.3.4).

Os furos da laje devem ser marcados na presença de funcionários do fabricante de elevadores, de forma a evitar erros de locação, deve ser realizado apenas após a análise de variação do prumo da caixa L.P.C e aprovação do projeto do elevador.

A ferragem e a dimensão da espessura da laje onde será feito os furos é de responsabilidade do cliente e não consta no projeto executivo do elevador, o projeto fornece apenas a carga nominal aplicada, sem considerar o fator de segurança.

7. Iluminação e tomadas elétricas: A iluminação da casa de máquinas deve assegurar 200lx ao nível do piso e ser independente de outros circuitos, seu interruptor pode ser colocado próximo a porta de acesso a uma altura conveniente, de forma a possibilitar na entrada a iluminação do local (NBR NM207, 1999, p.25, 6.3.6).

A casa de máquinas deve possuir no mínimo uma tomada elétrica do tipo dois polos mais terra, com alimentação direta 250V ((NBR NM207, 1999, p.25).

Para os casos de falta de energia deve estar presente na casa de máquinas iluminação de emergência independente e automática, com autonomia de uma hora, que possibilite uma iluminação de no mínimo 10lx sobre a máquina de tração de forma a possibilitar o resgate manual de passageiros através do freio da máquina (NBR NM207, 1999, p. 25, 6.3.6).

8. Alimentação elétrica do elevador: A casa de máquinas deve possuir disjuntores capazes de alimentar o elevador e desligar-se para a mais alta corrente que possa ocorrer nas condições normais de uso do elevador, além de proteção contra curto circuito por fusíveis e possuir travamento mecânico na posição desligado com porta-cadeados. Esses disjuntores devem se localizar a no máximo 1m da porta de entrada e ao lado oposto às dobradiças dela. (NBR NM207, 1999, p.73, 13.4).

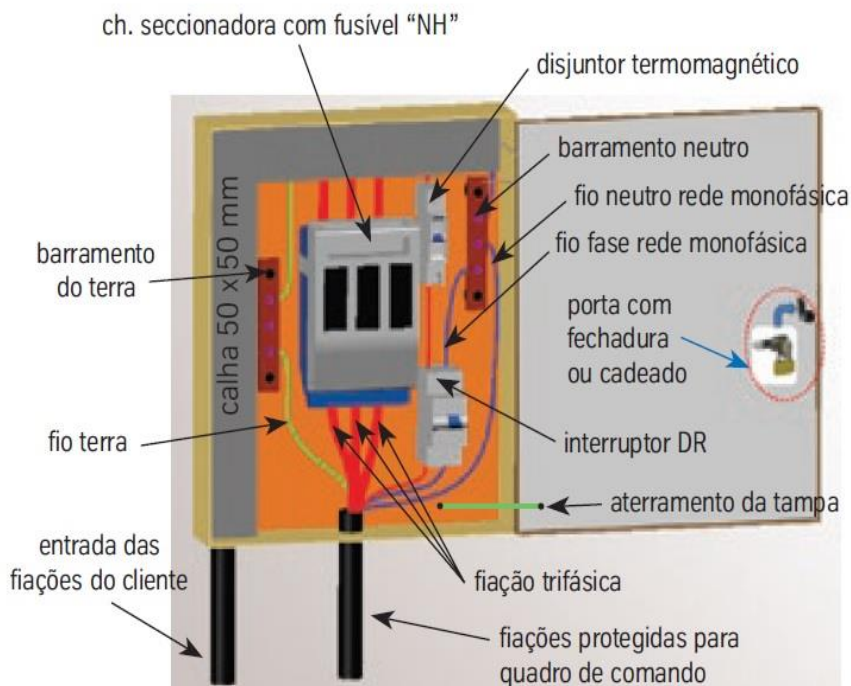
O quadro de força fixado em placa de material isolante irá conter esses disjuntores que alimentaram o quadro de comando do elevador, este quadro deve possuir porta cadeado possibilitando o fechamento do mesmo através de cadeado, para bloqueio do mesmo durante serviços de montagem e manutenção (THYSSENKRUPP, 2014). A alimentação é independente por elevador.

Conforme os manuais da thyssenkrupp e da Atlas o quadro de força deverá conter basicamente, os seguintes componentes:

- Barramento de cobre para aterramento e neutro distintos (NBR NM207, 1999, p.71);
- Disjuntor bipolar ou monopolar para circuito de iluminação da cabina;
- Interruptor diferenciais para corrente nominal de 25A com proteção máxima de 30mA, ligado em série com o disjuntor do circuito de iluminação da cabina;
- Disjuntor tripolar, de preferência chave seccionadora sob carga com uma base de fusíveis tipo NH.

Os condutores devem ser de cobre com isolação em PVC- 70°C- 750V, contidas em tubulações feitas de metal ou plásticas, para passagem das fiações do quadro de força, quadro de comando e motor, de forma a cumprir a exigência do item 13.5 da NBR NM207 (THYSSENKRUPP, 2014). A tubulação entre o motor e o quadro de comando geralmente é concluída na montagem, após o posicionamento deles pelo montador.

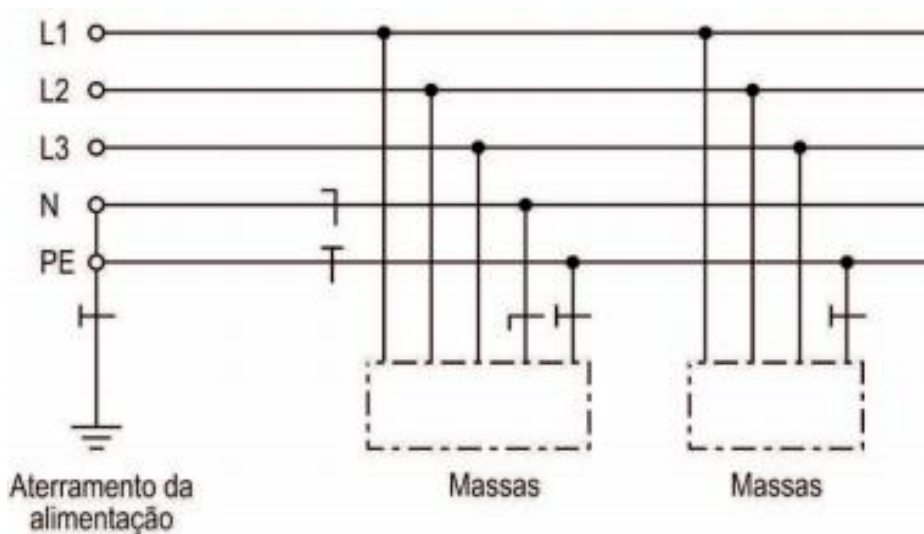
Figura 18- Detalhe para construção do quadro de força.



Fonte: Thyssenkrupp, Manual para acompanhamento de obra.

Para o aterramento utilizar o esquema TN-S (NBR 5410, 1997, 4.2.2.2.1) no qual o condutor neutro e o condutor terra são separados desde a sub-estação até a casa de máquinas, sendo interligados apenas na sub-estação. O valor da resistência não deve ser maior que a 10 ohms (NBR NM207,1999).

Figura 19- Modelo de aterramento TN-S.



Fonte: NBR 5410, p.15.

4.2.4 Diretrizes para construção do último pavimento para elevadores Sem Casa de Máquinas

1. Medida da última altura: Corresponde a medida entre o pavimento extremo superior e o teto da caixa de corrida (NBR 16042, 2002, p.6). Executar a construção da última altura considerando o nível do piso acabado, de forma que a medida não fique abaixo do mínimo especificado em projeto, os fabricantes geralmente trabalham com a medida de 3750mm, no entanto essa medida pode ser maior dependendo da velocidade, altura da cabina e capacidade do equipamento;

2. Vão do último pavimento: Não executar a aproximação das golas do último pavimento em virtude da instalação do quadro de comando e pelo fato de a última parada ser a passagem pela qual todos os materiais serão tirados da caixa de corrida para posterior ajuste e instalação na caixa de corrida. Deixar o vão do último pavimento sem golas.

3. Gancho da laje e viga “i”: Os ganchos devem ser posicionados antes da concretagem da laje de fechamento da caixa de corrida, pois caso contrário será necessário quebrar a laje ou buscar outro método para fixar os mesmos. Os ganchos possuem indicação de carga e posicionamento no projeto, não existe problema caso as medidas fiquem fora até 10cm pois não haverá impacto nos serviços, no entanto deve ser obedecido o alinhamento ou disposição, ou seja, o eixo (NBR 16042,2002, p.22).

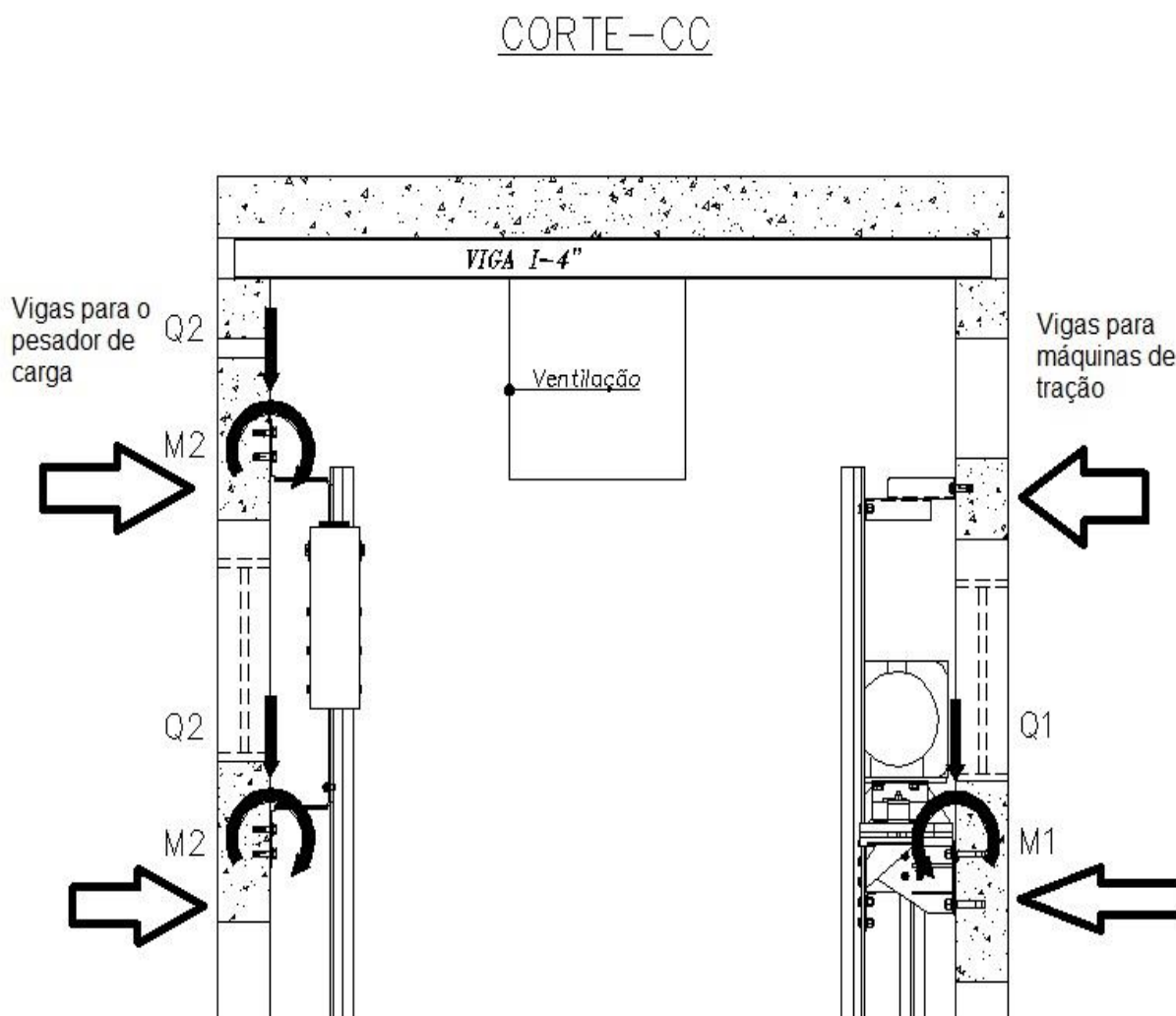
A carga admissível pela viga “i” e pelos ganhos deve ser indicada de preto e os mesmos devem ser pintados de amarelo para sinalização (NBR 16042. 2002, p.78)

A viga “i” localiza-se abaixo da laje, geralmente colada na laje, deve ser previsto vigas para servirem de sustentação para a viga “i”. Nem todos os modelos de equipamentos sem casa de máquinas e fabricantes solicitam vigas “i” para instalação dos equipamentos, então analisar caso a caso. Quando necessário a mesma está detalhada em projeto;

4. Vigas de concreto ou metálica para instalação da máquina de tração e do pesador de carga: Para posicionamento das vigas da máquina e do pesador, deve-se verificar no projeto executivo a disposição das mesmas, assim como as cargas impostas, para correto dimensionamento das vigas. O projeto especifica sua

altura em relação ao piso acabado e as dimensões mínimas das vigas. As vigas devem ser amarradas de uma extensão a outra da caixa, na extensão total da parede. Além da altura, deve-se atentar ao prumo e esquadro da viga, assim como a distância entre elas em relação a largura da caixa, pois as vigas devem obedecer a mesma largura da caixa de corrida, ou seja, não devem ser recuadas em relação a parede e nem conter avanços de preferência. Em caso de avanços, considera-se tolerável até 2cm. No caso em que a viga da máquina está recuada em relação as de pavimento, isso é um problema pois possa não existir espaço para viagem do contrapeso, a norma especifica que a o carro do contrapeso deve passar na horizontal a pelo menos 2cm da parede, fazendo-se necessário a raspagem das áreas mais enforcadas (NBR 16042, 2002, p.55).

Figura 20- Detalhe das vigas do pesador de carga, da máquina de tração.



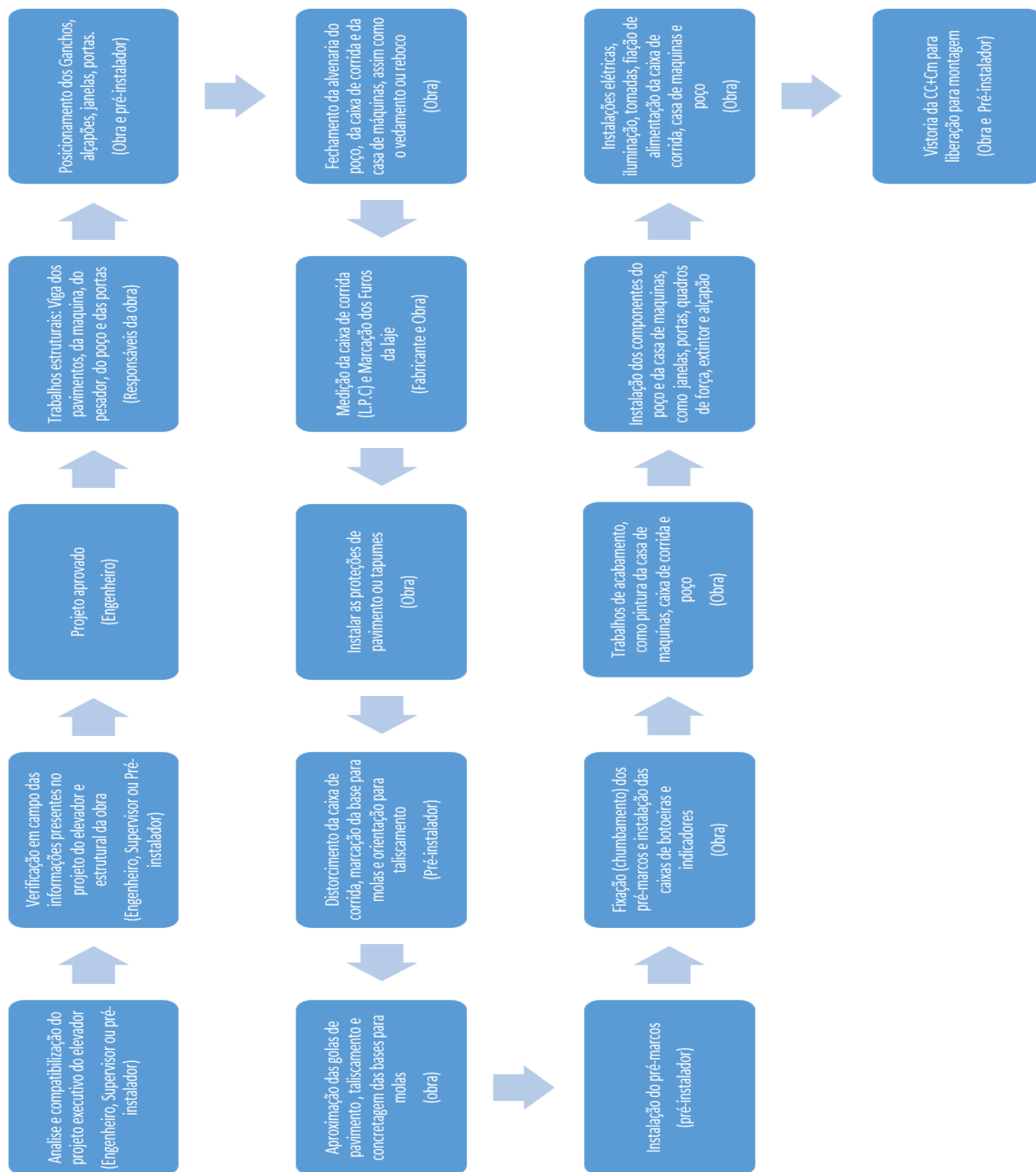
Fonte: Adaptado de thysskrupp, 2014.

5. Janelas de Ventilação e Inspeção: Localizam-se no último pavimento, em média são especificadas 2 janelas de ventilação e uma portinhola para inspeção do regulador de velocidade. As janelas devem possuir uma área mínima de 1% da área da seção horizontal da caixa e permitir a ventilação natural ou forçada, de forma que em caso de incêndio seja possível a exaustão da fumaça (NBR 16042, 2002, p. 10). Para posicionamento das mesmas é necessário já estar com o projeto executivo do elevador pois é necessário saber a posição das vigas do pesador de carga, da máquina de tração e do regulador de velocidade, senão as mesmas podem ficar na projeção de alguma viga ou não cumprir sua finalidade. A portinhola de inspeção deve possuir largura e altura máxima de 0,5m, deve abrir para o lado de fora da caixa, não ser perfurada e possuir dispositivo de travamento autônomo, permitindo o travamento sem uso de chave (NBR16042, 2002, p. 09).

6. Instalações elétricas: Correspondem a instalação da luminária de emergência, de uma tomada bipolar, dos cabos para ligação do quadro de comando e do quadro de força. A NBR 16042 especifica no item 6.6.4 que deve existir luz de emergência sobre os equipamentos que permitem operação de emergência, garantindo uma iluminação mínima de 10lx com autonomia mínima de 1h, essa luminária deve ser instalar sobre a máquina de tração. O ponto de tomada pode ser instalado ao lado do interruptor de iluminação localizado no ultimo pavimento ou ao lado da tomada da luminária de emergência, está tomada irá servir para ligação de ferramentas para instalação dos componentes no último pavimento (THYSSENKRUPP, 2014). O quadro de força deve ser instalado o mais próximo possível do quadro de comando, de preferência no último pavimento, os disjuntores devem ser de acordo com o especificado no projeto do elevador, assim como a bitola dos cabos, a alimentação deve partir da sub-estação até o quadro de força e derivada para o interior da caixa, deixando a espera para a ligação do quadro de comando do elevador. O quadro de força deve seguir os mesmos critérios estabelecidos NBR NM207 já explicado antes.

4.2.5 Cronogramas de execução para construção de Caixas de Corridas

Figura 21 - Fluxograma Etapas do processo.



Fonte: Próprio Autor, (2016).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A construção e montagem de caixas de corridas e elevadores englobam processos de responsabilidade civil, elétrica e mecânica, onde faz-se necessário a integração entre esses profissionais para correta execução dos serviços uma vez que uma um processo executado incorretamente em qualquer uma dessas áreas impactara na outra.

Através das pesquisas observou-se diversos problemas nos processos de montagem em virtude de trabalhos civis e elétricos executados erroneamente pelas construtoras, que relatavam que o erro acontecia em virtude de falta de detalhamento em projeto, incompatibilidade de projetos entre obra e fabricante, orientação incorreta ou até mesmo ausência de orientação e acompanhamento pelo fabricante dos elevadores.

Com o objetivo de resolver ou minimizar os problemas na montagem dos elevadores e na construção e conclusão das caixas de corridas de elevadores, o presente trabalho propôs a utilização de diretrizes, identificando os itens necessários em cada ambiente e mencionando os campos a serem analisados para a execução de cada item assim como os problemas relacionados com estes.

Escolheu-se a apresentação de diretrizes nessa área em virtude dos grandes problemas na montagem, enfrentados pelos engenheiros mecânicos, estarem relacionados com o erro na execução dos trabalhos civis e elétricos. Os erros mecânicos detectados em geral são mais simples de correção e denotam menos tempo, enquanto trabalhos civis denotam um tempo grande e paralisam todas as atividades na caixa, gerando grande prejuízo para ambas as partes.

Através dos resultados do estudo de caso obtidos através da observação, envolvimento nas etapas e das entrevistas foi possível construir as diretrizes e montar um cronograma de atividades para construção e liberação de caixas para montagem, que correspondem ao objetivo do trabalho.

Buscou-se também apresentar os critérios para elaboração das diretrizes com o objetivo de relatar os inúmeros problemas já presenciados ou relacionados em cada ambiente e etapa de construção, que além de gerar retrabalhos pode gerar acidentes.

Os erros relatados na entrevistas e pesquisas se confirmaram no estudo e a maioria dos erros apresentados partiram-se da primeira etapa, que consiste nos dados de contrato e na compatibilização de projetos, no entanto observou-se que a não

existência de erros nesta etapa também não garante o sucesso dos serviços, é necessário um constante acompanhamento das equipes de pré-instalação (fabricante) e das equipes da obra (contratante) para definição de etapas e responsabilidades, assim como medidas e tolerâncias. Isso acontece muitas vezes pela falta de conhecimento, dos responsáveis da obra, para leitura e interpretação dos dados do projeto executivo do elevador, fazendo que muitos executem os serviços baseados apenas em experiências passadas, o que gera problemas devido as especificações e detalhes de cada modelo de elevador.

A partir dos dados e dos resultados obtidos nesta pesquisa observou-se que existem muitos campos a serem estudados na área de elevadores que não foram tratados neste trabalho por não fazerem parte do objetivo do mesmo mas são de grande relevância.

Recomenda-se para trabalhos futuros os seguintes temas:

1. Cronograma de logística e armazenagem dos elevadores em obra: em virtude dos problemas de armazenagem dos elevadores em obra, que por muitas vezes tem suas peças espalhadas e perdidas nos canteiros, impactando em custos para construtora e atrasos na montagem pelos fabricantes;
2. Projeto de estrutura metálica para construção de caixa de elevadores com casa de maquinas e sem casa de máquinas: realizar um estudo para construção de uma caixa de corrida em estrutura metálica, especificando o tipo de viga, a disposição e as etapas de construção;
3. Construção de uma empresa terceirizada para execução de serviços de pré-instalação em elevadores: estabelecer os critérios para abertura de uma empresa e os gastos relacionados para execução dos serviços de pré-instalação;
4. Construção de um manual para recebimento de elevadores montados: estabelecer quais itens e testes devem ser exigidos pelos contratantes para inspeção e recebimento de elevadores pelos fabricantes.

Com os resultados obtidos neste trabalho buscou-se contribuir para a construção do conhecimento de profissionais já atuantes e não atuantes nesta área, assim como esclarecer, os trabalhos relacionados com a construção de caixa de corridas para montagem de elevadores, por serem equipamentos utilizados praticamente por todos e presentes em praticamente o mundo todo, apresentando assim a importância e o impacto de cada atividade nas demais etapas de processo

até a conclusão da montagem dos elevadores. Assim, espera-se facilitar a compreensão e ajudar os profissionais a identificarem os itens para correta execução de serviços minimizando ou até mesmo zerando retrabalhos, obtendo desta forma o melhor resultado.

REFERÊNCIAS

ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR NM 207: Elevadores elétricos de passageiros- Requisitos de segurança para construção e instalação.** Rio de Janeiro, 1999.

ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 16042: Elevadores elétricos de passageiros – Requisitos de segurança para construção e instalação de elevadores sem casa de máquinas.** Rio de Janeiro, 2012.

ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 5410: Instalações elétricas de baixa tensão.** Terminologia. Rio de Janeiro, 2004.

ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 5666: Elevadores elétricos.** Terminologia. Rio de Janeiro, 1977.

ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NR 18: Condições e meio ambiente de trabalho na indústria da construção.** Rio de Janeiro, 2015. Disponível em: <<http://trabalho.gov.br/images/Documentos/SST/NR/NR18/NR18atualizada2015.pdf>>. Acesso em 02 de novembro de 2016.

ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 5665: Cálculo do tráfego nos elevadores.** Rio de Janeiro, 1983.

ARAUJO, Flamarion. **Análise de mercado para abertura de uma empresa de prestação de serviços em manutenção de elevadores sediada na cidade de Itapema- SC.** Balneário Camboriú: UNIVALI, 2008.

ATLAS SHINDLER. **Manual de Transporte Vertical em Edifícios: Elevadores de Passageiros, Escadas Rolantes, Obra Civil e Cálculo de Tráfego.** Disponível em: <<http://www.schindler.com/content/dam/web/br/PDFs/NI/manual-transporte-vertical.pdf>>. Acesso em 19 de abril de 2016.

AZAMBUJA, Marcelo Menna Barreto; FORMOSO, Carlos Torres. **Aplicação de conceito da gestão da cadeia de suprimentos na indústria da construção civil: um estudo dos processos de projeto, aquisição, pré-instalação e instalação de elevadores em edifícios.** XXIII Encontro Nac. de Eng. de Produção. Minas Gerais, p. 1-8, 2003.

AZAMBUJA, Marcelo Menna Barreto; FORMOSO, Carlos Torres. **Diretrizes para a melhoria do projeto subestima elevadores de edifícios utilizando conceitos da gestão da cadeia de suprimentos**. Porto Alegre, p. 1-5, (ano desconhecido).

AZAMBUJA, Marcelo Menna Barreto. **Processo de projeto, aquisição e instalação de elevadores em edifícios: Diagnostico e Propostas de melhorias**. Porto Alegre: UFRGS, 2002.

BERTRAND, Jérôme. **Yesterday´s Lifts- a little- known heritage**. Disponível em: <<http://intohistory.com/yesterdays-lifts-a-little-known-heritage/>>. Acesso em 22 de abril de 2016

CORTEX ELEVADORES. **Produtos, elevadores de passageiros**. Disponível em: <<http://www.cortexelevadores.com.br/produtos-cat/elevadores-passageiros/>>. Acesso em 19 de abril de 2016.

COSTA, Rosemeire da Silva. **Gerenciamento de facilidades em sistema de transporte vertical mecanizado de passageiros**. São Paulo: Escola Politécnica – USP, 2014.

ELIAS, Jean C.M.; SILVA, Fabiano T. da; POLLI, Horácio B.; BAUMER, Márcio R. **Construção de um mini-elevador predial: uma bancada didática para o ensino de engenharia**. Santa Catarina, p. 1-10, (ano desconhecido).

FÁBRICA DO PROJETO. **Elevador Caneca**. Disponível em: <http://www.fabricadoprojeto.com.br/2013/02/serie-transportadores-elevador-de-canecas/>>. Acesso em 20 de junho de 2016.

FLORES, Antonio Carlos de Oliveira. **Critérios para a elaboração de diretrizes para projetos em obras de alvenaria estrutural em edifícios multipavimento - estudo de caso do edifício Green Park**. Escola Politécnica – USP, 2006.

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002. 176p.

MARDER, Tiago Stum; AZAMBUJA, Marcelo M.B.; ISATTO, Eduardo Luís; FORMOSO, Carlos Torres. **O papel do comprometimento da integração das cadeias de produtos feitos sob encomenda na indústria da construção**. I Conferência Latino-Americana de construção sustentável. São Paulo, p. 1-15, 2004.

PERIN, Tiago. **Projeto de um elevador residencial para passageiros**. Horizontina: FAHOR, 2012.

REVISTA EXAME. **Construção civil vive crise sem precedentes no Brasil.** Disponível em: < <http://exame.abril.com.br/revista-exame/a-crise-e-a-crise-da-construcao/>>. Acesso em 20 de março de 2016.

SANTO, Douglas Roca. **Dinâmica não linear e projeto de controle em sistemas de transporte vertical: comportamentos periódicos e caóticos.** São Paulo: UNESP, 2015.

SANTOS, Agnaldo Bizarria dos. **A interface do elevador na arquitetura. Aspectos projetuais, éticos e sociais.** São Paulo: FAUUSP, 2007.

THYSSENKRUPP. **Manual para acompanhamento de Obra.** Porto Alegre: 2014.

ANEXO A- ROTEIRO DE ENTREVISTA COM SUPERVISORES, MONTADORES E PRÉ-INSTALADORES.

Entrevistas com Pré-instaladores, Supervisores e Montadores:

1. Quais orientações são passadas as construtoras para execução das caixas de corridas?
2. Qual tipo de material de apoio é entregue ao cliente para execução das caixas, caso existam, fornecem todas as informações necessárias?
3. Os projetos estruturais da obra e o projeto do elevador são compatibilizados? É verificado em campo os dados dos projetos?
4. Como é realizado o acompanhamento das obras em fase de pré-instalação?
5. É explicado ao construtor quais os prazos e responsabilidades do cliente e quais os impactos de os prazos não serem cumpridos?
6. As visitas nos canteiros de obras com os engenheiros ou responsáveis são registradas? Quais os métodos?
7. As atividades seguem um cronograma com datas a serem cumpridas por ambas as partes (obra e empresa de elevadores)? Elas são cumpridas? Caso não, existe um replanejamento eficaz?
8. Existe uma etapa de execução dos trabalhos da pré-instalação? Ela é informada ao cliente?
9. Porque existem tantos retrabalhos nos furos da laje dos elevadores?
10. Quais os itens necessários para liberação da caixa de corrida, casa de máquinas e poço para a montagem?
11. Os trabalhos de montagem são iniciados caso a caixa não esteja 100% concluída? Quais os critérios para liberação nesse caso?
12. Quem é o responsável pela liberação da caixa para início de montagem?
13. Quais os problemas enfrentados na montagem? Eles acontecem com frequência?
14. Quais os motivos para paralisação da montagem?
15. Quais os problemas relacionados com a rede elétrica fornecida pela obra para a montagem dos elevadores? Eles são frequentes?
16. Já existiu casos em que a montagem não era possível sem uma reconstrução da caixa? Cite os exemplos.
17. Os problemas de produto são o principal problema na montagem? Caso não, explique.

18. É feita uma conferência das medidas da caixa antes de iniciar a montagem? Essa conferência é eficaz e sempre é feita?
19. Os pré-marcos instalados contribuem para uma boa montagem? Explique.
20. Quais as vantagens e desvantagens da instalação dos pré-marcos durante a fase de pré-instalação?
21. O funcionamento do elevador pode ser prejudicado por uma caixa mal executada? Cite exemplos.
22. Porque elevadores utilizados durante a fase de obra, geralmente param com frequência? Isso pode impactar na entrega final para o condomínio?
23. Na sua opinião, qual a melhor ordem para execução dos serviços de responsabilidade do contratante e da contratada?

ANEXO B- ROTEIRO DE ENTREVISTAS COM ARQUITETOS, ENGENHEIROS E MESTRES DE OBRAS

1. Quais as informações utilizadas para dimensionamento dos elevadores para um edifício?
2. Quais normas são consultadas?
3. Para elaboração do projeto existe uma consulta a catálogos dos fabricantes ou contato com algum consultor de venda de elevadores?
4. Quais os critérios para construção dos ambientes necessários para a instalação do elevador?
5. É preferível utilizar equipamentos com casa de maquinas ou sem casa de maquinas?
6. Quais as informações que são solicitadas pelos fabricantes para dimensionamento do elevador para fabricação?
7. Existe uma explicação por parte do fabricante quando as dimensões aplicadas são as mínimas no momento da venda?
8. O projeto do elevador é consultado para execução dos trabalhos na caixa ou é usado o projeto civil da obra? Caso não, por que?
9. Existe uma atenção por parte do fabricante sobre a compatibilização dos projetos?
10. O prazo para análise do projeto do elevador entregue pelo fabricante é informado? Esse prazo é suficiente?
11. A comunicação com os funcionários das empresas de elevadores é fácil e eles possuem disponibilidade para ir na obra quando o cliente solicita?
12. Quais os problemas mais comuns com as atividades relacionadas com elevadores na etapa de pré-instalação?
13. Quais os problemas mais comuns relatados a obra com as atividades relacionadas com a montagem?
14. Os fabricantes responsabilizam a obra por problemas? Em que casos existem cobranças?
15. As datas contratuais são respeitadas pela obra? Explique
16. As datas contratuais são respeitadas pelo fabricante? Explique
17. Existe dificuldade na execução dos serviços de responsabilidade da obra relacionadas com a caixa do elevador?

18. Quais as dificuldades encontradas para a execução dos serviços relacionado com a alimentação dos elevadores?
19. Como são corrigidos os erros de projeto quando o elevador já está no canteiro de obra?
20. Existem muitos problemas relacionados com prumo da caixa? Quando geram problemas de demolição ou ajuste?
21. As medidas coletadas pelo fabricante, medição da caixa de corrida, para fabricação do elevador são informadas ao cliente?
22. Antes de se iniciar a fabricação do elevador é solicitado alguma autorização ou a obra é comunicada? Caso não, isso é um problema?
23. É comunicado ao cliente a data de expedição e de entrega do elevador na obra? O tempo é suficiente?
24. Porque o material do elevador fica, em muitos casos, parado no canteiro de obras por meses e até mesmo anos?
25. Qual a sua sugestão para minimizar ou até mesmo evitar os serviços de retrabalhos nas caixas dos elevadores?

ANEXO C- CRITÉRIOS PARA INSPEÇÃO DE CAIXAS COM CASA DE MÁQUINAS

Casa de máquinas:

1. Acesso fácil e desimpedido a casa de máquinas;
2. Escada para acesso a casa de máquinas;
3. Porta de material incombustível e com fechadura que permita abertura sem chave pelo lado de dentro;
4. Dimensão da casa de máquinas e altura;
5. Interruptor de iluminação da casa de máquinas;
6. Interruptor de iluminação interligado com o poço para ligar/desligar a iluminação da caixa de corrida;
7. Extintor de incêndio tipo CO₂;
8. Escada com corrimão e guarda-corpo (quando em 2 níveis);
9. Alçapão com tampa metálica com fechadura;
10. Ganchos pintados de amarelo e com a informação da carga;
11. Furação da laje e piso concretado;
12. Ventilação (janelas ou sistemas que garantam a circulação do ar viciado e a temperatura entre +5°C e +40°C);
13. Reboco e pintura em cor clara das paredes e teto;
14. Piso acabado e antiderrapante;
15. Iluminação e uma tomada no mínimo;
16. Iluminação de emergência sobre o motor;
17. Quadro de força com cabos elétricos, disjuntor trifásico, monofásico, interruptor diferencial (DR), barramento de neutro e terra, aterramento e energizado;
18. Cabos elétricos até o quadro de comando;

Caixa de corrida:

1. Todos os pavimentos concretados;
2. Vigas para instalação das portas de pavimento;
3. Parede ou tela divisória (quando caixas germinadas);
4. Fechamento e reboco das paredes;
5. Dimensões da caixa e prumo;

6. Pintura em cor clara;
7. Vão com medida para instalação dos pré-marcos;
8. Pré-marcos instalados;
9. Vão livre para acesso do material a caixa de corrida;
10. Conferencia dos pré-marcos instalados e arrematados;
11. Instalação de caixas de botoeiras e indicadores (quando existir);
12. Iluminação da caixa de corrida;
13. Proteções de pavimento.

Poço

1. Piso e paredes sem saliências e de cor clara;
2. Dimensão do poço (largura, comprimento e profundidade);
3. Escada de acesso ao poço;
4. Porta de acesso ao poço (quando o poço possuir altura superior a 2,5m);
5. Parede divisória de 2,5m (poços em paralelo)
6. Poço seco e sem entulho;
7. Base de concreto para para-choques (quando existir);
8. Interruptor para ligar/desligar a iluminação da caixa de corrida;
9. Tomada para ligação de ferramentas;
10. Retângulo de 0,6mx0,5m no piso do poço pintado de amarelo brilhante.

ANEXO D- CRITÉRIOS PARA INSPEÇÃO DE CAIXAS SEM CASA DE MÁQUINAS

Última Altura:

1. Dimensão da última altura;
2. Vão livre do último pavimento para instalação do quadro de comando;
3. Ganchos pintados de amarelo e com a informação da carga
4. Viga de aço junto a laje pintada de amarelo e com a informação da carga para içar cargas;
5. Vigas de concreto ou aço para instalação da máquina de tração;
6. Vigas de concreto ou aço para instalação do pesador de carga;
7. Janelas de ventilação;
8. Portinhola para inspeção do regular de velocidade;
9. Iluminação de emergência sobre o motor;
10. Cabos elétricos definitivos no interior da caixa para alimentação Quadro de Comando;
11. Extintor de incêndio tipo CO₂ próximo ao quadro de comando;
12. Interruptor de iluminação para ligar/desligar a iluminação da caixa de corrida;
13. Reboco e pintura em cor clara das paredes e teto;
14. Uma tomada no mínimo para ligação das ferramentas;
15. Quadro de força com cabos elétricos, disjuntor trifásico, monofásico, interruptor diferencial (DR), barramento de neutro e terra, aterramento e energizado;

Caixa de corrida:

1. Todos os pavimentos concretados;
2. Vigas para instalação das portas de pavimento;
3. Parede ou tela divisória (quando caixas germinadas);
4. Fechamento e reboco das paredes;
5. Dimensões da caixa e prumo;
6. Pintura em cor clara;
7. Vão com medida para instalação dos pré-marcos;

8. Pré-marcos instalados;
9. Vão livre para acesso do material a caixa de corrida;
10. Conferencia dos pré-marcos instalados e arrematados;
11. Instalação de caixas de botoeiras e indicadores (quando existir);
12. Iluminação da caixa de corrida;
13. Proteções de pavimento.

Poço

1. Piso e paredes sem saliências e de cor clara;
2. Dimensão do poço (largura, comprimento e profundidade);
3. Escada de acesso ao poço;
4. Porta de acesso ao poço (quando o poço possuir altura superior a 2,5m);
5. Parede divisória de 2,5m (poços em paralelo)
6. Poço seco e sem entulho;
7. Base de concreto para para-choques (quando existir);
8. Interruptor para ligar/desligar a iluminação da caixa de corrida;
9. Tomada para ligação de ferramentas;
10. Retângulo de 0,6mx0,5m no piso do poço pintado de amarelo brilhante.