



UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS  
ESCOLA DE ENGENHARIA ELÉTRICA,  
MECÂNICA E DE COMPUTAÇÃO



GUILHERME GOMES DOS SANTOS  
HÉDIPO JOSÉ RIBEIRO E SILVA

ESTUDO PARA O GERENCIAMENTO DE PROJETO E DIMENSIONAMENTO DE  
ELEVADORES

Goiânia – GO

2018

**TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR  
VERSÕES ELETRÔNICAS DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO DE  
GRADUAÇÃO NO REPOSITÓRIO INSTITUCIONAL DA UFG**

Na qualidade de titular dos direitos de autor, autorizo a Universidade Federal de Goiás (UFG) a disponibilizar, gratuitamente, por meio do Repositório Institucional (RI/UFG), regulamentado pela Resolução CEPEC nº 1204/2014, sem ressarcimento dos direitos autorais, de acordo com a Lei nº 9610/98, o documento conforme permissões assinaladas abaixo, para fins de leitura, impressão e/ou *download*, a título de divulgação da produção científica brasileira, a partir desta data.

**1. Identificação do Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação (TCCG):**

Nome completo do autor:  
Guilherme Gomes dos Santos  
Hédipo José Ribeiro e Silva

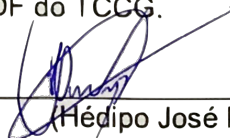
Título do trabalho:  
**ESTUDO PARA O GERENCIAMENTO DE PROJETO E DIMENSIONAMENTO DE ELEVADORES**

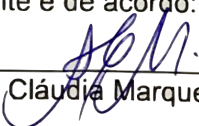
**2. Informações de acesso ao documento:**

Concorda com a liberação total do documento [ X ] SIM [ ] NÃO<sup>1</sup>

Havendo concordância com a disponibilização eletrônica, torna-se imprescindível o envio do(s) arquivo(s) em formato digital PDF do TCCG.

  
\_\_\_\_\_  
(Guilherme Gomes dos Santos)<sup>2</sup>

  
\_\_\_\_\_  
(Hédipo José Ribeiro e Silva)

Ciente e de acordo:  
  
\_\_\_\_\_  
Ana Cláudia Marques do Valle

Data: 14 / 12 / 18

<sup>1</sup> Neste caso o documento será embargado por até um ano a partir da data de defesa. A extensão deste prazo suscita justificativa junto à coordenação do curso. Os dados do documento não serão disponibilizados durante o período de embargo.

Casos de embargo:

- Solicitação de registro de patente;
- Submissão de artigo em revista científica;
- Publicação como capítulo de livro;
- Publicação da dissertação/tese em livro.

<sup>2</sup> As assinaturas devem ser originais sendo assinadas no próprio documento, imagens coladas não serão aceitas.

GUILHERME GOMES DOS SANTOS

HÉDIPO JOSÉ RIBEIRO E SILVA

ESTUDO PARA O GERENCIAMENTO DE PROJETO E DIMENSIONAMENTO DE  
ELEVADORES

Projeto Final do Curso apresentado ao curso de Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Goiás, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Bacharel em Engenharia Elétrica.

Orientadora: Profa. Dra. Ana Cláudia Marques do Valle

Goiânia – GO

2018

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UFG.

Silva, Hédipo

Estudo para o Gerenciamento de Projeto e Dimensionamento de Elevadores [manuscrito] / Hédipo Silva, Guilherme Santos. - 2018. 72 f.: il.

Orientador: Prof. Dr. Ana Cláudia Marques do Valle.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal de Goiás, Escola de Engenharia Elétrica, Mecânica e de Computação (EMC), Engenharia Elétrica, Goiânia, 2018.

Bibliografia. Anexos.

Inclui fotografias, abreviaturas, símbolos, tabelas, lista de figuras, lista de tabelas.

1. Elevador. 2. Motor Elétrico. 3. Dimensionamento. 4. Otimização. I. Santos, Guilherme. II. Marques do Valle, Ana Cláudia, orient. III. Título.

CDU 621.3



### ATA DE AVALIAÇÃO DE PROJETO FINAL

Aos 14 dias do mês de Dezembro do ano de 2018,

foi apresentado e defendido o Projeto Final intitulado Estudo para o  
quenciamento de projeto e dimensionamentos de  
elevadores

perante a banca examinadora composta pelos membros:

1. Ana Cláudia Marques do Valle, orientador e presidente;
2. Jônatas Siqueira Costa
3. Paula Andréia do Valle

Após a exposição do trabalho por parte do(s) autor(es), aluno(s) do curso de

Hamburger

Engenharia Elétrica, foram lhe(s) atribuídas as seguintes notas pelos membros da

banca:

Aluno(s)	Membro 1	Membro 2	Membro 3
<u>Guilherme Gomes dos Santos</u>	<u>10,0</u>	<u>10,0</u>	<u>10,0</u>
<u>Pedro José Ribeiro e Silva</u>	<u>10</u>	<u>10,0</u>	<u>10,0</u>

Nada mais havendo a registrar, eu, Ana Cláudia Marques, designado  
secretário "ad hoc" da banca examinadora, faço a presente Ata do ocorrido, a qual, lida e  
considerada conforme, vai assinada por mim e pelos membros da banca.

Goiânia, 14 de Dezembro de 2018

ACM  
Jônatas Siqueira Costa  
J

“A vida nunca é completa sem seus desafios.”

(Stan Lee)

## RESUMO

Este trabalho tem como objetivo fazer uma análise estrutural e dos componentes adequados para implantação de um tipo de elevador em seus mais variados ambientes. O estudo se aplica principalmente nas funções mecânicas e elétricas para instalação de um elevador, além de breve comentário sobre utilização de módulos de controle modernos, com máquinas de ímãs permanente ou de indução de alta performance, iluminação LED, software inteligente e frenagem regenerativa. Neste trabalho são apontados os princípios básicos de funcionamento dos motores utilizados nos elevadores e técnicas para o dimensionamento de acordo com as normas vigentes no Brasil, sendo elas NM207, NM 196, NBR 14712 e NBR 8400.

**Palavras-chave:** Elevador; Motor Elétrico; Dimensionamento; Otimização.

## **ABSTRACT**

This paper aims at structural and components analysis suitable for deployment of a variety of elevator environments. The study is mainly focused on specific mechanical and electrical functions for elevator installation, as well as a brief comment on the use of modern control modules with permanent magnet or induction high performance machines, LED lighting, intelligent software and regenerative braking. In this paper, the basic operating principles of the motors used in the elevators and techniques for the sizing according to the norms in force in Brazil are indicated, being NM207, NM196, NBR 14712 and NBR 8400.

**Keywords:** Elevator; Electric Motor; Sizing; Optimization.

## Lista de Figuras

Figura 2.1 - Elevador eólico.....	12
Figura 2.2 - Elevador hidráulico.....	14
Figura 2.3 - Elevador de carga.....	16
Figura 2.4 - Elevador com motor elétrico.....	17
Figura 2.5 - Esquema de elevador com casa de máquina. (Crel Elevadores, 2018)	19
Figura 2.6 - Esquema de um elevador se casa de máquinas.....	20
Figura 5.1 - Posicionamento dos componentes do elevador para projetos de edifícios com casa de máquinas.....	32
Figura 5.2 - Posicionamento dos componentes do elevador para projetos de edifícios sem casa de máquinas.....	33
Figura 5.3 - Curvas da velocidade de acordo com o tipo de acionamento.....	37
Figura 6.1 - Diagrama Unifilar do Quadro de Força.....	42

## Lista de Tabelas

Tabela 5.1 - Combinações mais usuais e econômicas entre velocidade e capacidade. .....	34
Tabela 5.2 - Tipos de Acionamento e velocidade. ....	37

## Sumário

1	INTRODUÇÃO .....	8
2	A HISTÓRIA DO ELEVADOR.....	9
2.1	O Guindaste e o Sistema de Engrenagem.....	10
2.2	O Primeiro Elevador de Carga.....	11
2.3	A Criação do Elevador Eólico .....	12
2.4	A Criação de Elevador Hidráulico .....	13
2.5	A Criação do Dispositivo de Segurança .....	15
2.6	A era da Eletricidade .....	16
2.7	O Elevador e as Inovações tecnológicas.....	18
2.8	O Elevador e a Modernização .....	21
3	PRINCIPAIS NORMAS REGULAMENTADORAS.....	22
3.1	ABNT NBR 160:2012.....	22
3.2	ABNT NBR 15597:2010.....	22
3.3	ABNT NBR 12892:2009.....	23
3.4	ABNT NBR 313:2007.....	23
3.5	ABNT NBR NM 267:2002 .....	23
3.6	ABNT NBR NM 196-DEZ 1999.....	23
3.7	ABNT NBR NM 207:1999 .....	24
3.8	ABNT NBR 14364:1999.....	24
3.9	ABNT NBR 10982:1990.....	24
3.10	ABNT NBR 5665:1983.....	24
4	GERENCIAMENTO DE PROJETO .....	25
4.1	Terminologia de Componentes para Elevadores .....	25
4.2	metodologia do projeto .....	26
4.2.1	Definição do problema .....	26
4.2.2	Estabelecer Objetivos .....	26
4.2.3	Estabelecer métricas para os Objetivos.....	26
4.2.4	Identificar Restrições.....	27
4.3	Projeto Conceitual .....	27
4.3.1	Estabelecer Funções.....	27
4.3.2	Estabelecer Requisitos.....	28
4.3.3	Estabelecer Meios para as Funções .....	29

4.3.4	Gerar Alternativas de Projeto .....	30
4.3.5	Refinar e Aplicar Métricas nas Alternativas de Projeto .....	30
4.3.6	Projeto Preliminar .....	30
5	CARACTERÍSTICAS BÁSICAS DE UM PROJETO .....	30
5.1	ESQUEMA BÁSICO DE FUNCIONAMENTO DO ELEVADOR .....	30
5.2	CARACTERÍSTICAS FUNDAMENTAIS DOS ELEVADORES .....	33
5.3	TIPOS DE ACIONAMENTO .....	34
5.4	COMANDOS.....	38
5.4.1	Comando automático coletivo .....	38
5.4.2	Comando automático coletivo seletivo na descida .....	38
5.4.3	Comando automático coletivo seletivo na subida e na descida .....	39
5.4.4	Comando em grupo.....	39
6	ESTUDO DE CASO .....	40
6.1	Casa de Máquinas e Poço.....	40
6.2	Cálculo da Lotação da Cabina e Portas .....	40
6.3	Cálculo de tráfego nos Elevadores .....	40
6.4	ELÉTRICA .....	41
7	CONCLUSÃO .....	43
8	Bibliografia .....	45

## 1 INTRODUÇÃO

Elevador é uma palavra oriunda das expressões em latim “elevãtor” e “õris” que significam o que eleva, ergue, levanta, do verbo elevãr, elevar (Oliveira, 2014). Por definição, elevador é o que eleva, máquina elevatória; ascensor (Ferreira, 2013). O elevador é um dos meios de transporte mais utilizado em todo o mundo, sendo mais de 10 milhões em uso, cerca de 400 mil no Brasil (CREA-MG, 2018). Este número expressivo de equipamentos, aliado ao grande impacto gerado quando da ocorrência de acidentes, ou mesmo uma simples parada, revela uma preocupação na execução de projetos com rigorosos processos de embasamento técnico e sua manutenção constante e criteriosa

Sabe-se que o crescimento e a verticalização dos grandes centros urbanos é diretamente relacionado ao desenvolvimento das tecnologias de elevação e transporte, já que viabilizam a construção e a valorização de edifícios mais altos. A maior parte da arquitetura dos séculos XX e XXI seria impossível sem o advento do elevador. Ademais o elevador também é utilizado como forma de acessibilidade para pessoas com dificuldade de locomoção. Além de aplicações específicas de transporte como em hospitais, onde este tipo de equipamento torna possível o deslocamento vertical de pacientes acamados

Para realizar o cálculo, informações como finalidade do empreendimento (edifício residencial, comercial, restaurante, hospital, escola, etc), metragem total, quantidade de apartamentos/escritórios/salas, quantidade e tipo de pavimentos localizados abaixo do elevador e percurso total da caixa devem ser analisadas. Todas essas informações são definidas no projeto arquitetônico e necessárias para o cálculo segundo a norma vigente, a NBR 5665/1983.

Finalmente o elevador pode ser definido como um equipamento de transporte utilizado para transportar cargas ou pessoas verticalmente. Um elevador básico é composto por 6 elementos: casa de máquinas, cabina, contrapeso, caixa de corrida, pavimento e poço. O presente trabalho apresenta um estudo de caso de um projeto de elevador, abordando também conceitos necessários ao entendimento das etapas do projeto e funcionamento deste tipo de equipamento.

## 2 A HISTÓRIA DO ELEVADOR

O homem sempre teve necessidade de meios de deslocamentos verticais os quais tiveram início no Egito na terceira dinastia em 2788 a.C. Na Mesopotâmia pode-se encontrar registros de rudes equipamentos utilizados pelos sumérios, na construção de “ziggourats” e templos, por volta de 2700 a.C. A Torre de Babel nos leva a concluir que seria o maior dos “ziggourats” construído naquela época cujo objetivo era ligar a terra ao céu.

No Egito foram construídas as grandes pirâmides na planície de Giza, perto do Cairo as quais foram utilizadas como túmulos pelos faraós Quéops, Quéfren e Miquerinos. Sabe-se que a pirâmide de Quéops, foi construída entre 2696 a.C. e 2673 a.C., revestida com grés de Tura, cuja base tem um comprimento de 230,38 metros e possui uma altura de 146,6 metros.

Segundo Heródoto, o pai da história, descreveu os relatos que lhe foram contados pelos sacerdotes egípcios (que passou de geração a geração por dois mil anos): [...]“era um sistema de andaimes em formas de degraus e máquinas feitas de pequenos pedaços de madeira”[...] Em 1.500 a.C. encontra-se registros do uso de roldanas, cujo documento é gravado em tabuletas. As roldanas eram utilizadas no sistema de tração simples 1:1; posteriormente desenvolveu-se o sistema de roldanas para o levantamento de pesos superiores à força de tração, como a tração 1:2.

Em 550 a.C. Nabucodonosor presenteou sua esposa Semíramis com os jardins suspensos da Babilônia, pois a mesma sentia saudade das montanhas de sua terra. Era composto por seis montanhas artificiais, cujos apoios eram feitos em colunas de vinte e cinco a cem metros de altura, ao sul do rio Eufrates. Estátua de Zeus (Júpiter) em Olímpia (Grécia): Esculpida pelo maior escultor da Antiguidade Fídias entre 456 e 447 a.C., em ébano e marfim. Com doze metros de altura e adornada em ouro e pedras preciosas, localizada na cidade de Olímpia onde a irrigação das plantas era feita pelo bombeamento das águas do rio Eufrates. Em 450 a.C. pela primeira vez na Grécia, foi usado a roldana, o guindaste à grua e o cabrestante, conjunto de componentes utilizados para construção de um elevador primário.

Entre 150 a.C. e 120 a.C., o poeta grego Antipater de Sidon, descreve o aprimoramento do transporte vertical em algumas das sete maravilhas do mundo antigo, conforme relatado a seguir:

Pirâmides de Giza: construída por três faraós na 4.a dinastia – Quéops, Quéfren e Miquerinos, no sudeste do Cairo. A pirâmide construída por Quéops tinha 146,5 metros de altura, possuía 2,3 milhões de blocos de pedra, pesando aproximadamente duas toneladas e meia cada um.

Templo de Diana (Turquia): em 350 a.C., na cidade de Éfeso, com 141 metros de comprimento e 73 metros de largura. Composta de 127 colunas de mármore que atingiam no total 19 metros de altura.

Colosso de Rodes (Grécia): construída durante doze anos (292 a 280 a.C.), a gigantesca estátua de Hélio, o deus do sol, com 35 metros de altura, pesava setenta toneladas e era revestida em bronze. Localizada na entrada do golfo de Rodes, uma ilha do mar Egeu.

Mausoléu de Halicarnasso (Turquia): A esposa do rei Mausolo, Artemisa II, construiu o maior túmulo de todas as épocas, com base em mármore e bronze, revestida em ouro. Para a construção foram utilizados 30 mil homens durante dez anos e a obra foi concluída em 325 a.C. Farol de Alexandria (Egito): Em 270 a.C. foi construído por Sóstratos de Cuidos, com 122 metros de altura. O monumento foi erguido nas ilhas de Faros, perto de Alexandria, formado por uma torre de mármore com 135 metros de altura. Jardins suspensos da Babilônia (Iraque): em 550 a.C (Costa, 2014).

## 2.1 O GUINDASTE E O SISTEMA DE ENGRENAGEM

Em 236 a.C. Arquimedes (287 a.C. – 212 a.C.), desenvolveu um guindaste operado por polias e cordas que eram enrolados num tambor através de um cabrestante e alavancas. Algum tempo depois para movimentar as âncoras de navios, passou-se a fazer uso do cabrestante. Posteriormente foi inventado o parafuso ou rosca sem fim, para elevação de água. Princípio esse utilizado atualmente nas máquinas de tração com engrenagem nos elevadores de corrente alternada.

Em 200 a.C., na China, Egito e Grécia o uso do sistema de engrenagem tornou-se real. Onde a tumba de Haterii era decorada com os sistemas de içamento existentes na ocasião. Em 100 a.C., Heron de Alexandria relacionou cinco tipos de peças utilizados para mover cargas (guincho, alavanca, polia, cunha e rosca sem fim) escrevendo: - "... estes são os cinco dispositivos mecânicos que nos permitem transformar uma pequena força, atuando à distância, em uma grande força sobre uma pequena distância" (Costa, 2014).

## 2.2 O PRIMEIRO ELEVADOR DE CARGA

O arquiteto e engenheiro romano Marcus Vitruvius Pullio, inventa nessa época o primeiro guincho manual considerado o primeiro elevador de carga. Era um equipamento rude e se restringia a uma plataforma suspensa dentro de uma cabina vertical utilizado para conduzir materiais pesados e pessoas. A elevação era obtida com o uso de um contrapeso, que era controlado por uma roldana movida por uma manivela do lado de fora da plataforma.

A expansão do império romano proporcionava o contato com outras civilizações, de forma eclética, Roma assimilava das novas culturas que era útil e impunha as regras para os demais povos. Na Roma antiga os imperadores gostavam de mordomia, especialmente Nero (37-68) que no ano de 64 instalou um luxuoso elevador no palácio imperial fazendo transporte vertical algo comum. Sua cabina foi feita em madeira de sândalo com odor característico. A elevação da cabina era feita através de um cabo e quatro guias de madeira de lei para garantir um movimento confortável.

O percurso do elevador era de 40 metros e para segurança contra queda, foi fixado sob a cabina uma almofada de couro com a espessura de 1 metro, e o fundo do poço tinha uma construção em forma de cunha, caso houvesse ruptura, queda ou algum acidente ocorria um efeito de frenagem sem causar risco de morte aos passageiros. A tração da cabina era manual com a utilização de escravos. Para a orientação quanto ao posicionamento foram feitas marcas coloridas no cabo de tração de modo que a cabina parasse num determinado andar, cujo comando era feito com o uso de campainha.

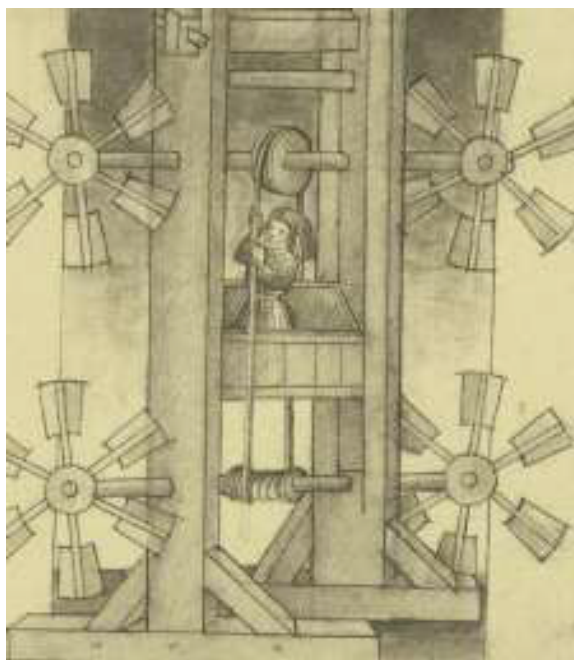
No ano 80, o imperador Tito (39-81), cujo governo se deu de 79 a 81, construiu no anfiteatro do Coliseu, 12 elevadores primitivos para transportar gladiadores até o nível da arena e o içamento era feito por cabrestante acionado por escravos. O desenvolvimento de técnicas de içamento não teve evolução durante séculos, com exceção de adaptações a métodos antigos, como o sistema de pivô em guindastes e trava de segurança para evitar o giro inverso de polias (Monte, 2000).

### 2.3 A CRIAÇÃO DO ELEVADOR EÓLICO

Na idade média, dispositivos de transportes verticais também foram utilizados para transportar suprimentos e pessoas em locais isolados como castelos e conventos. Destacamos as invenções de Konrad Keyser (publicadas em 1400), o elevador eólico, com o objetivo de içar soldados sitiados acima do nível das rampas, figura 2.1.

Durante à Renascença, projetos mecânicos não dava méritos a ninguém; era visto como uma atividade indigna de um cientista. Leonardo da Vinci (1452-1519) diante de uma inovação fazia questão de testá-la, tirando suas próprias conclusões. Inventor da grua que dispunha de cabrestante com freio dentado e se equilibrava através de um contrapeso, idealizando os atuais macacos de automóvel.

*Figura 2.1 - Elevador eólico*



*FONTE: (Monte, 2000).*

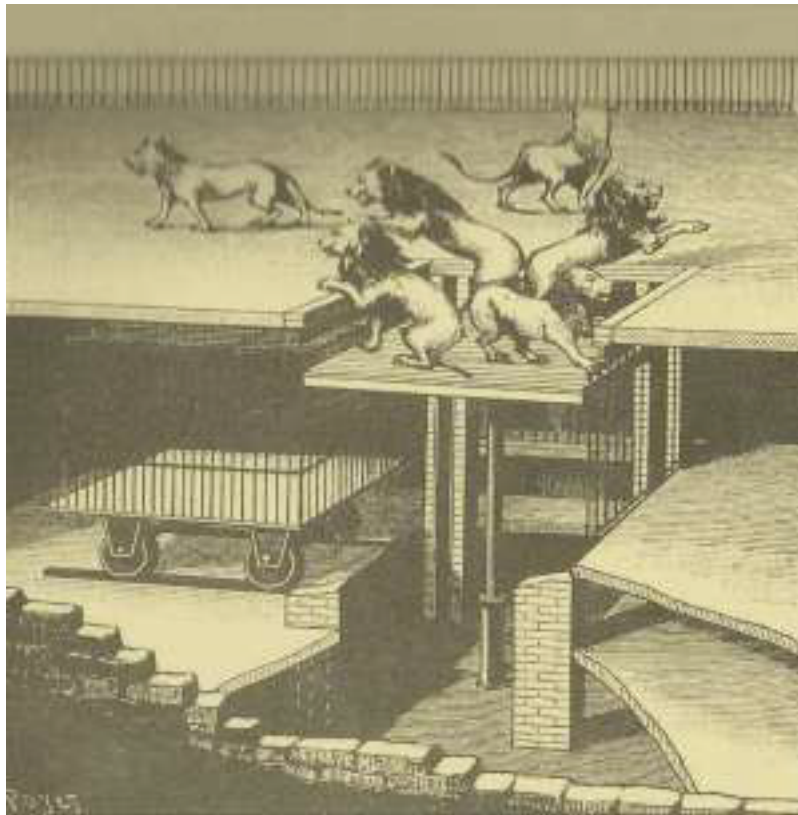
Baseado no princípio de Arquimedes, criou uma bomba hidráulica para transportar água a níveis superiores do solo. Também inventou uma bomba de poço e uma roda hidráulica pioneiro das atuais turbinas, criou um aparelho de elevação com acoplamento entre roscas sem fim e engrenagem e uma bomba de sucção. Leonardo da Vinci contribuiu de forma marcante para a humanidade com suas invenções.

Na França em 1743, o rei Luís XV mandou instalar no Palácio de Versailles o primeiro elevador-cadeira. Ele tinha a finalidade de ligar os seus aposentos ao de sua amante, Madame de Pompadour no andar inferior. O elevador-cadeira também era utilizado para o transporte de enfermos em casas de saúde o qual foi o precursor do elevador de macas em hospitais (Monte, 2000).

#### 2.4 A CRIAÇÃO DE ELEVADOR HIDRÁULICO

Em 1889 é inaugurada a Torre Eiffel, com 5 elevadores hidráulicos, (2 Otis inclinado, 2 Roux-Combaluzier e 1 duplo Edoux). Em 1891 um elevador hidráulico (Figura 2.2), é instalado no hipódromo Alma em Paris, onde foi reproduzida a saga dos mártires cristãos, transportando leões até o nível da arena. No final do século XIX, a inovação tecnológica dos elevadores já havia superado muitos desafios, ao ponto de atender a demanda dos edifícios construídos pelas empresas com a segurança e velocidade exigidas pelos prédios.

Figura 2.2 - Elevador hidráulico.



FONTE: (Monte, 2000).

Em 1823 foi construído um elevador hidráulico cuja finalidade era transportar 20 passageiros, visitantes e mediante pagamento, à altura de 37 metros onde se podia ter a melhor vista de Londres. Em 1835, durante a Revolução Industrial, surge o elevador Teagle o qual atingia a velocidade de 1m/s (60mpm). Durante décadas foi um equipamento muito utilizado para o transporte de cargas, provisões e pessoas de maneira confiável.

Em 1846, foi criado um ascensor hidráulico que usava a pressão dos dutos de água das cidades. Quando a pressão era baixa, uma máquina de bombear a vapor e um tanque de pressão eram usados com o objetivo de regularizar o funcionamento. Tal arranjo foi usado posteriormente em elevadores hidráulicos que para se movimentar precisavam de altas pressões. Em 1850, surge nos Estados Unidos os elevadores de cargas a vapor. No mesmo ano foi criado um sistema de coroa e sem fim para movimentar o tambor que enrolava a corda de tração. Em 1851, durante a guerra na Inglaterra, surge a era das exposições mundiais em que os países participantes expunham suas invenções. Havia uma preocupação quanto ao uso dos

elevadores construídos até 1852, se houvesse o rompimento das cordas de tração, os usuários estavam expostos a uma queda fatal (Monte, 2000).

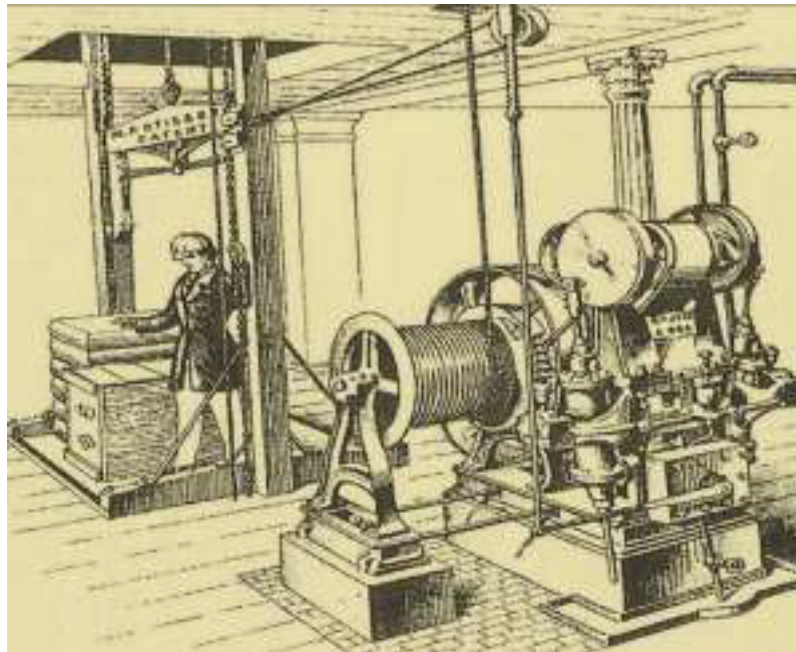
## 2.5 A CRIAÇÃO DO DISPOSITIVO DE SEGURANÇA

Em 1853 o americano Elisha Graves Otis (1811 – 61), inventa e patenteia um dispositivo de segurança para impedir a queda da plataforma. Um sistema composto por um cabo que se caso oscilasse durante o transporte, fixava num trilho e travava com uma série de garras. Este sistema foi denominado freio de segurança permitindo o transporte de pessoas. Surge o elevador de segurança.

Em 1854 para concretizar a sua invenção durante a feira mundial, mandou cortar a corda de um elevador sob o qual se encontrava, o dispositivo de segurança ao ser acionado interrompeu a queda, sua invenção funcionou, causando aplausos e admiração em todos os presentes, comprovando a segurança de sua engenhosidade. Ele tirou o chapéu como forma de agradecimento, dizendo “é seguro cavalheiros, é seguro”. Este mecanismo de segurança proporcionou a invenção do atual freio de segurança, utilizado atualmente nos elevadores o qual é acionado pelo limitador de velocidade toda vez que a cabina ultrapassar a velocidade nominal pré-definida.

Esta invenção mudou o mundo com relação ao conceito de transporte vertical. Em 1870, preocupados com o bem-estar das damas que frequentavam uma loja de departamentos Lord & Taylor, localizada na esquina da Broadway com a Rua 25, projeta-se um elevador o qual havia bancos permitindo uma melhor acomodação das senhoras, figura 2.3 Dependendo do país, a utilização do transporte vertical tinha focos de uso diferenciados. Na França era utilizado em lojas de departamentos e centros de entretenimentos, enquanto que na Inglaterra o uso era comercial e industrial (Costa, 2014).

Figura 2.3 - Elevador de carga.



FONTE: (Monte, 2000)

## 2.6 A ERA DA ELETRICIDADE

Em 1880, Werner Von Siemens e Hulstie, durante uma feira da indústria em Mannheim na Alemanha, expuseram o primeiro elevador movido a motor elétrico o qual levava 11 segundos para subir até o topo da torre de 20 metros. Uma das principais aplicações em transporte vertical foi o uso da tração do motor elétrico como fonte de energia mecânica para o sistema de propulsão que movimentava o equipamento hidráulico.

A partir disso, uma rápida expansão tecnológica e o surgimento dos arranha-céus se propagava cada vez mais, exemplo disso, foi a construção em Chicago do edifício Home Insurance; o prédio não se destacava em altura, era composto por 10 andares, mas em inovação tecnológica e se diferenciava no uso de uma estrutura metálica que suportava o peso do edifício, figura 2.4, dispensando a utilização como descostume das fundações de alvenaria.

Figura 2.4 - Elevador com motor elétrico.



FORTE: (Monte, 2000).

Em 1886, o engenheiro austríaco Victor Popp, criou uma rede de ar comprimido em Paris que fornecia energia para relógios públicos e elevadores, substituindo o sistema hidráulico pelo aero hidráulico. Em 1887 encontra-se registros de elevadores elétricos instalados na estação ferroviária em Frankfurt na Alemanha. No mesmo ano William B. Júnior instala o primeiro elevador elétrico em Baltimore, nos EUA.

Em 1888, o engenheiro mecânico Charles Pratt e Frank Sprague (engenheiro eletricitista) constroem um sistema de tração patenteado como o elevador Sprague-Pratt que evolui até atender a necessidade de um elevador para os arranha-céus da época, com alta velocidade e com mínima vibração.

Em 1889, o primeiro elevador elétrico é instalado no “Desmarest Building” e utilizado comercialmente pela Cia Otis. Composto por um motor elétrico em que produzia o movimento necessário para enrolar e desenrolar os cabos em um tambor; o peso da cabina era compensado por um sistema de engrenagens que foi substituído em 1903 por um contrapeso deslizante. Em 1889 é inaugurada a Torre Eiffel, com 5 elevadores hidráulicos, (2 Otis inclinado, 2 Roux-Combaluzier e 1 duplo Edoux).

No ano de 1891 um elevador hidráulico é instalado no hipódromo Almaem Paris em que foi reproduzida a saga dos mártires cristãos transportando leões até o nível da arena. No final do século XIX, a inovação tecnológica dos elevadores já havia superado muitos desafios, ao ponto de atender a demanda dos edifícios construídos pelas empresas com a segurança e velocidade exigidas pelos prédios.

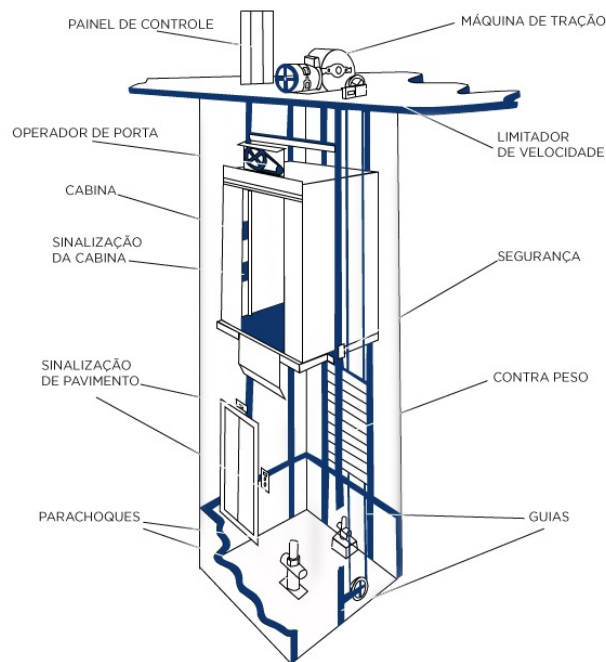
Na primeira década do século XX, o elevador elétrico superou os inúmeros modelos hidráulicos já fabricados. As empresas de construção civil erguiam edifícios cada vez mais altos, para os quais se exigia estilos mais sofisticados de cabinas, e para desenvolvimento das mesmas se contratava arquitetos os quais executavam verdadeiras obras de artes. Em 1926 é instalado um elevador de alta velocidade no rio de Janeiro, no prédio do jornal “A Noite”.

Em São Paulo um dos primeiros edifícios com elevador foi o Edifício Martinelli. Em 1931 são instalados, 67 elevadores na Empire State Building com 102 andares e 381 metros de altura. Em 1943 a fabricação completa de elevadores no Brasil foi iniciada pela Villares. No Brasil a partir de 1971, inaugura-se a instalação dos primeiros elevadores panorâmicos no Eron Brasília Hotel e no Edifício Sir Wiston Churchil, em São Paulo, proporcionando uma visão interna ou externa do edifício. Em 1973 foi concluído o Centro Mundial do Comércio em Nova York. As torres gêmeas, com 244 elevadores e 70 escadas rolantes. Conclui-se que a inovação tecnológica até os dias atuais, é um grande desafio para as empresas multinacionais, fabricantes de elevadores, conforme alguns exemplos que serão citados no tópico seguinte (Costa, 2014).

## 2.7 O ELEVADOR E AS INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS

O desenvolvimento tecnológico possibilitou a elaboração de elevadores cada vez mais requintados e com diversos tipos de operações com a finalidade de atender as exigências dos usuários. Antes da Revolução Industrial, ao ser transportado em um elevador o usuário passava por vários desconfortos, balanços constantes, vibrações durante a parada do equipamento e geralmente ficava desnivelado acima ou abaixo do andar desejado, figura 2.5.

Figura 2.5 - Esquema de elevador com casa de máquina. (Crel Elevadores, 2018)



FONTE: (Crel Elevadores, 2018).

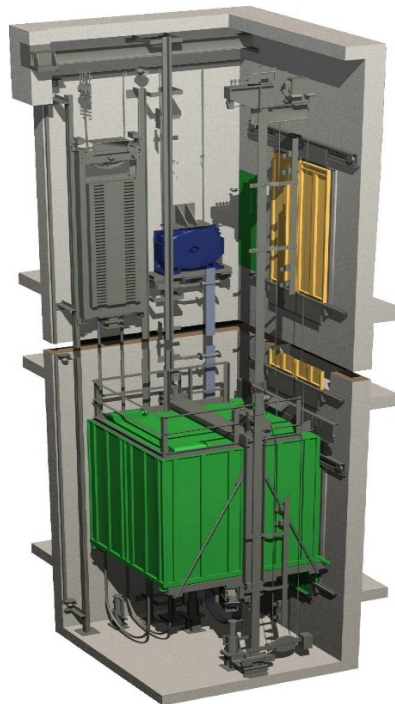
Diversos motivos encaminharam o desenvolvimento desse importante sistema predial, visando oferecer aos usuários de elevadores conforto, confiabilidade e segurança durante a viagem. Abaixo pode se relacionar algumas inovações, como exemplo:

- Acesso restrito as cabinas com painéis codificados para eliminação de visitas indesejadas, permitindo o acesso somente ao andar informado pelo usuário.
- Barras eletrônicas, Portas com abertura central, comandadas por barras eletrônicas e fotocélulas, sempre que houver um obstáculo as portas reabrem.
- Comandos micro processados utilizado em hotéis, edifícios comerciais mistos (e residenciais de percurso médio para cima), comandos eletromecânicos compostos de “relés”, foram inovados com microprocessadores, cujos dispositivos funções de comando possibilitam auto diagnósticos e correções de eventuais falhas.
- Chamada antecipada. Analisa o tráfego de passageiros do edifício e distribui inteligentemente esse fluxo. O funcionamento é fácil: o usuário indica o andar o qual lhe seja no hall de entrada, pressionando as teclas no painel de comando (em sistemas convencionais, o usuário chama o elevador depois, já na cabine, indica qual o andar que deseja). O sistema, conhecendo previamente o destino de cada

passageiro, analisa qual elevador está em melhores condições para atender aquela chamada e indica qual é o carro que o passageiro deve usar. Com este tipo de sistema pode-se reduzir o consumo de energia, redução do tempo de viagem do passageiro em até 30%; e eliminação de aglomerações no hall durante períodos de tráfego intenso. E também sistemas de Antecipação de Chamada integrados às catracas de acesso ao hall dos elevadores. Este sistema libera o acesso do visitante pelo sistema de cartão e indica qual elevador ele vai utilizar. Isso porque, na portaria, ele já informou o seu destino e o dispositivo automaticamente, direcionará os passageiros que vão para o mesmo andar ou próximos para o mesmo elevador.

- Elevadores sem casa de máquinas, figura 2.6. Este tipo de equipamento acomoda o sistema de tração e o painel de controle em um espaço reduzido na parte superior da própria caixa, liberando o espaço nobre da cobertura dos edifícios, o que garante maior rentabilidade aos empreendimentos imobiliários. Ao ser comparado com o sistema convencional, esta nova tecnologia garante cerca de 70% de economia no consumo de energia. Além de dispensar o uso de óleos lubrificantes contribui também para a proteção ao meio ambiente, sendo adequado às especificações mais exigentes no segmento de construção de edifícios com o selo “Green Building”.

*Figura 2.6 - Esquema de um elevador sem casa de máquinas.*



*FONTE: (Engetax Elevadores, 2018).*

- Sistema Regenerativo reduz custos operacionais, e atende os princípios do Green building, prédios verdes, os elevadores modernos economizam energia. Sistema regenerativo de energia resulta numa economia da ordem de 25% a 35% da energia elétrica consumida pelo elevador. O princípio do sistema está em utilizar parte da energia devolvida pelo elevador durante seu funcionamento para a rede elétrica do prédio. A energia devolvida pode ser usada tanto no sistema de elevadores quanto no prédio.

Existem prédios em que os elevadores são conectados a uma rede responsável pela interconexão com a sua manutenção. Se por exemplo, ocorre um problema, os sensores registram na central que aciona imediatamente um técnico. Nos elevadores atuais é possível conseguir a otimização de espaço, a redução de peso, a economia de energia e as questões de sustentabilidade. Os motores estão cada vez mais potentes com a utilização de ímãs. As telas de exibição visual digital de plasma podem indicar o tempo, a hora ou até mesmo transmitir mensagens que orientem os passageiros com relação a problemas de equipamento, informando-os sobre o que fazer em tais casos.

## 2.8 O ELEVADOR E A MODERNIZAÇÃO

Modernizar é quando se agrega inovações tecnológicas com novo design das cabinas e substituição das portas, quadro de comando e demais adequações conforme exigências legais para segurança e conforto dos usuários, bem como, o atendimento aos deficientes físicos e pessoas com mobilidade reduzida. Edifícios brasileiros construídos nas décadas de 40 e 50 mantem em uso os mesmos elevadores instalados naquela época. Os mesmos funcionam devido às constantes manutenções, e precisam de intervenções para oferecer conforto e praticidade aos usuários, que estão cada vez mais exigentes.

No Brasil existem aproximadamente 280 mil elevadores, grande parte destes equipamentos precisam de obras de modernização, pois têm mais de 40 anos de uso e são dotados de tecnologias ultrapassadas. Segundo pesquisa elaborada pelo IBAPE – Instituto Brasileiro de Avaliações e Perícias de Engenharia, nos elevadores com a vida útil comprometida, ou seja, com mais de 20 anos de uso, são identificadas as seguintes características:

- Equipamentos obsoletos com alto índice de defeitos e paradas.
- Falta de peças de reposição e demora no reparo devido ao tempo para fabricação das mesmas.
- Em desacordo com as normas e legislações vigentes de acessibilidade e segurança. No caso dos prédios mais antigos uma das soluções é a modernização dos elevadores, ou seja, o “retrofit”. Grande parte dos contratos firmados pelos fabricantes de elevadores refere-se à modernização do transporte vertical em prédios antigos, sendo que no Brasil esse conceito se deu a partir dos anos 80.

### **3 PRINCIPAIS NORMAS REGULAMENTADORAS**

Foram realizados estudos sobre as normativas de elevadores elétricos, hidráulicos, escadas rolantes para auxílio dos técnicos na identificação de irregularidades dos elevadores na carteira de manutenção e durante vistorias que foram feitas juntamente com o coordenador de assistência técnica.

#### **3.1 ABNT NBR 160:2012**

Elevadores elétricos de passageiros — Requisitos de segurança para construção e instalação de elevadores sem casa de máquinas.

Esta Norma especifica as regras de segurança para a construção e instalação de elevadores elétricos novos, sem casa de máquinas, instalados permanentemente, servindo pavimentos definidos, com carro projetado para o transporte de pessoas e objetos, com acionamento por tração, suspenso por cabos e movendo-se entre guias inclinadas no máximo 15° com a vertical (ABNT, 2012).

#### **3.2 ABNT NBR 15597:2010**

Requisitos de segurança para a construção e instalação de elevadores - Elevadores existentes - Requisitos para melhoria da segurança dos elevadores elétricos de passageiros e elevadores elétricos de passageiros e cargas.

Esta Norma estabelece regras para melhoria da segurança dos elevadores de passageiros existentes, com o objetivo de atingir um nível equivalente de segurança àquele de um elevador recentemente instalado conforme a ABNT NBR NM 207 e aplicando o que há de mais avançado em segurança (ABNT, 2010).

### 3.3 ABNT NBR 12892:2009

Elevadores unifamiliares ou de uso restrito à pessoa com mobilidade reduzida  
- Requisitos de segurança para construção e instalação.

Esta Norma especifica requisitos de segurança para construção e instalação de elevadores unifamiliares novos, instalados permanentemente, servindo pavimentos definidos, tendo carro projetado para o transporte de pessoas e objetos, e movendo-se entre guias inclinadas no máximo 15° com a vertical (ABNT, 2009).

### 3.4 ABNT NBR 313:2007

Elevadores de passageiros - Requisitos de segurança para construção e instalação - Requisitos particulares para a acessibilidade das pessoas, incluindo pessoas com deficiência.

Esta Norma especifica os requisitos para o acesso e uso seguros e independentes de elevadores por pessoa, incluindo pessoas com as deficiências (ABNT, 2007).

### 3.5 ABNT NBR NM 267:2002

Elevadores hidráulicos de passageiros - Requisitos de segurança para construção e instalação.

Esta norma especifica as regras de segurança para construção e instalação de elevadores hidráulicos novos, instalados permanente, servindo pavimentos definidos, tendo uma cabina projetada para o transporte de pessoas e objetos, suspenso por cabos ou por um ou mais pistões e movendo-se entre guias inclinadas no máximo 15° com a vertical (ABNT, 2002).

### 3.6 ABNT NBR NM 196-DEZ 1999

Elevadores de passageiros e monta-cargas - Guias para carros e contrapesos  
- Perfil T.

Esta Norma especifica tipos e qualidades, características dimensionais e tolerâncias e o acabamento superficial para guias padronizadas e suas talas de junção (ABNT, 1999).

### 3.7 ABNT NBR NM 207:1999

Elevadores elétricos de passageiros - Requisitos de segurança para construção e instalação.

Esta Norma especifica as regras de segurança para a construção e instalação de elevadores elétricos novos instalados permanentemente servindo pavimentos definidos, tendo carro projetado para o transporte de pessoas e objetos, suspenso por cabos e movendo-se entre guias inclinadas no máximo 15° com a vertical (ABNT, 1999).

### 3.8 ABNT NBR 14364:1999

Elevadores e escadas rolantes - Inspetores de elevadores e escadas rolantes – Qualificação.

Esta Norma estabelece as exigências para a qualificação e atividades de inspetores e supervisores que realizam inspeção e ensaios de elevadores, escadas rolantes e equipamentos afins (ABNT, 1999).

### 3.9 ABNT NBR 10982:1990

Elevadores elétricos - Dispositivos de operação e sinalização - Padronização.

Esta Norma padroniza os dispositivos de operação e sinalização utilizados pelos passageiros, com o objetivo de uniformizá-los e facilitar a sua utilização e compreensão (ABNT, 1990).

### 3.10 ABNT NBR 5665:1983

Cálculo do tráfego nos elevadores.

Esta Norma fixa as condições mínimas exigíveis para o cálculo de tráfego das instalações de elevadores de passageiros em edifícios, para assegurar condições satisfatórias de uso (ABNT, 1983).

## 4 GERENCIAMENTO DE PROJETO

### 4.1 TERMINOLOGIA DE COMPONENTES PARA ELEVADORES

Para entendimento de um projeto na área de elevadores, é necessário que sejam definidos alguns termos usualmente empregados nestes. Definem-se da seguinte maneira as principais terminologias de componentes para elevadores, conforme mostra (Monte, 2000):

- Ascensor ou elevador: aparelho estacionário provido de cabina que se move aproximadamente na vertical entre guias, servindo a níveis distintos e destinado ao transporte de pessoas e carga;
- Botão (chave) de emergência: dispositivo de acionamento manual destinado a paralisar o carro e mantê-lo parado;
- Cabina: parte do elevador que transporta passageiros e objetos;
- Caixa: espaço onde o carro e o contrapeso viajam. Este espaço é limitado pelo fundo do poço, pelas paredes e pelo teto;
- Carga nominal: Carga para a qual o equipamento foi construído;
- Casa de máquinas: recinto destinado à localização da máquina, painel de comando e outros dispositivos destinados ao funcionamento dos elevadores;
- Contrapeso: conjunto formado por armação, pesos e acessórios destinados a contrabalançar o peso do carro e parte da carga nominal;
- Freio de segurança: dispositivo de segurança fixado na armação do carro ou do contrapeso, destinado a pará-los de maneira progressiva ou instantânea prendendo-os às guias quando acionado;
- Limitador de velocidade: Dispositivo que, quando o elevador atinge uma velocidade predeterminada, causa a parada do elevador e, se necessário, aciona o freio de segurança;
- Nivelamento: Operação que proporciona precisão de parada nos pavimentos;
- Máquina: conjunto destinado a movimentar o carro, constituído principalmente de motor, polia de tração (ou tambor) e freio;
- Percurso: distância percorrida pelo carro entre as paradas extremas;
- Poço: parte da caixa situada abaixo do nível de parada mais baixo servido pelo elevador;

- Velocidade nominal: velocidade do carro, em metros por segundo (m/s), para a qual o equipamento foi construído;

## 4.2 METODOLOGIA DO PROJETO

Para que haja organização e garantia de um projeto que realmente atenda aos anseios do cliente, é fundamental que seja aplicada uma boa metodologia de projeto. Partindo da declaração do problema por parte do cliente, são necessários alguns passos importantes para que o projeto seja bem pensado e precisamente documentado (Little, 2010).

### 4.2.1 Definição do problema

Inicialmente é preciso definir claramente o problema. Deve ser questionado qual a solução de engenharia para o transporte seguro de passageiros, cargas ou mesmo pacientes entre os diferentes pavimentos determinado local, alternativamente à escada (Little, 2010).

### 4.2.2 Estabelecer Objetivos

Tendo o problema claramente definido, é essencial estabelecer os objetivos que o projeto deve atender. Define-se objetivo como algo para o qual o esforço é dirigido; um propósito ou fim da ação (Little, 2010).

### 4.2.3 Estabelecer métricas para os Objetivos

É necessário também que se estabeleçam alguns parâmetros que mensurem realmente o quão bem o projeto atende aos seus objetivos. Essa avaliação exige métricas (Little, 2010). Como exemplificação destas métricas pode-se citar:

- Ocupar menor espaço horizontal e vertical;
- Viabilizar a instalação em edificações existentes;
- Reduzir o custo total envolvido na sua implantação e manutenção;
- Exigir pouca potência instalada e ser energeticamente econômico;
- Segurança (não deve apenas ser seguro, deve parecer seguro);
- Durabilidade (vida útil do equipamento);

- Praticidade e viabilidade (avaliar o benefício gerado pelo equipamento em função do ônus);
- Equipamento leve;

#### **4.2.4 Identificar Restrições**

Além de definir como o projeto deve ser feito, é necessário também especificar como o projeto não deve ser. Tem-se a definição de restrição como o estado de ser verificado, restrito ou forçado a evitar ou executar alguma ação. É interessante salientar que as restrições são extremamente importantes no projeto de engenharia, pois elas impõem limites absolutos que, se violados, significam que um projeto proposto é simplesmente inaceitável (Little, 2010). Como exemplificação destas restrições pode-se citar:

- Norma ABNT 12892:2009;
- O espaço disponível para a caixa é um retângulo de 1,5m de largura por 1,2m de profundidade;
- O ruído emitido pelo equipamento em funcionamento deve ser aceitável, isto é, abaixo de 60 dB;

### **4.3 PROJETO CONCEITUAL**

#### **4.3.1 Estabelecer Funções**

Primeiramente, na idealização do projeto conceitual, são definidas as funções do equipamento. Estas são as ações que o equipamento ou sistema projetado deve executar, as coisas que o sistema ou equipamento é destinado a fazer. As funções de engenharia envolvem o fluxo ou a transformação de energia, materiais e informações (Little, 2010). Algumas das funções padrão em um projeto de elevadores estão exemplificadas a seguir:

- Transportar pessoas entre os pavimentos de uma residência;
- Transportar cargas entre os pavimentos de uma residência;
- Suportar seu próprio peso;
- Suportar a carga útil;

- Proteger o usuário do acesso às partes móveis do equipamento;
- Permitir o acesso seguro do usuário ao equipamento;
- Converter energia elétrica em energia mecânica para a movimentação do equipamento;
- Identificar o pavimento em que a cabina se encontra;
- Nivelar o piso da cabina com o pavimento no qual se encontra;
- Mover-se para o pavimento solicitado pelo usuário tanto externamente, nas portas de pavimento, quanto internamente, dentro do elevador;
- Travar em caso de emergência informada pelo usuário;
- Travar caso haja interrupção da alimentação elétrica ou falha mecânica;
- Reiniciar o funcionamento a partir de qualquer posição após o travamento apenas com o comando do usuário;
- Ventilar a cabina;
- Limitar excessos de velocidade;
- Manter o curso projetado do equipamento;
- Suportar os esforços gerados pela frenagem e movimentação excêntrica eventual do equipamento;

#### **4.3.2 Estabelecer Requisitos**

Após a definição das funções, tem-se o estabelecimento dos requisitos do projeto, estes são apresentados em três formas, que representam diferentes maneiras de formalizar o desempenho funcional e o comportamento de um projeto para análise e projeto de engenharia.

Os requisitos prescritivos, que prescrevem um requisito na forma de ordem de grandeza para a função desejada, isto é, determinam valores a serem atendidos pelas funções. Já os requisitos procedurais, conforme apresentado pelo nome, indicam o procedimento que deve ser realizado para que seja possível a função desejada. Por fim, tem-se os requisitos de desempenho que estabelecem níveis de desempenho mínimos para as funções previstas pelo projeto. Requisitos são os meios utilizados para atingir as funções desejadas, isto é, traduzir as funções para termos

mensuráveis, para poder desenvolver e avaliar um projeto (Little, 2010). Alguns dos requisitos comuns em um projeto de elevadores estão exemplificados a seguir:

- Transportar uma carga útil de até 225 kg;
- A cabina e o mecanismo de tração devem ser capazes de suportar a carga útil e o peso próprio do equipamento;
- O elevador deve possuir um poço para isolar o acesso do usuário às partes móveis;
- Permitir o acesso dos usuários e entrada de cargas por meio de portas em cada pavimento;
- Permitir o acesso dos usuários e entrada de cargas na cabina por meio de uma porta;
- Utilizar energia elétrica da rede como alimentação;
- O nivelamento deve estar dentro da tolerância de vinte milímetros;
- O equipamento deve ser provido de um controle de posição;
- Adicionar um botão de emergência interno e um externo (o botão deve ser feito de tal modo que não seja acionado acidentalmente ou indevidamente);
- Quando houver alguma falha elétrica ou mecânica, o equipamento deve interromper seu funcionamento e apenas reiniciar o sistema manualmente, após certificação do usuário da correção da falha;
- Permitir a troca de ar por meio de uma abertura no teto da cabina;
- Caso a velocidade exceda o limite de 15% da velocidade nominal, o equipamento deve frear automaticamente para retomar a velocidade aceitável.
- Instalar guias para a cabina e o contrapeso manterem-se alinhados;
- O design do equipamento deve ser aprovado pelo cliente.

#### **4.3.3 Estabelecer Meios para as Funções**

Listam-se aqui os diferentes meios de implementar cada função ou atributo identificado. Inicia-se por meio da construção de uma lista de funções que o projeto deve executar e dos atributos ou características que ele deve ter. A lista deve ter um tamanho razoável e gerenciável, com todas as funções e características em um mesmo nível de detalhe, a fim de garantir a uniformidade (Little, 2010). Por fim, são listados os meios para as funções.

#### **4.3.4 Gerar Alternativas de Projeto**

Essa fase consiste em combinar os meios estabelecidos para implementar as funções, de tal maneira que seja possível a construção de um equipamento a partir das características selecionadas.

#### **4.3.5 Refinar e Aplicar Métricas nas Alternativas de Projeto**

Mediante às alternativas de projeto geradas, tem-se alguns projetos viáveis para escolher. Deve-se escolher apenas um deles para o desenvolvimento completo, uma vez que tempo, dinheiro e recursos são sempre limitados. Para isto, várias estratégias para avaliação e seleção das alternativas de projeto podem ser utilizadas.

#### **4.3.6 Projeto Preliminar**

Concluído o projeto conceitual, agora faz-se necessário o desenvolvimento de um projeto preliminar que compreende as fases de modelagem e análise do projeto escolhido e, adiante, os testes e avaliação do projeto escolhido. Para adiante, finalmente se concretizar o projeto final.

### **5 CARACTERÍSTICAS BÁSICAS DE UM PROJETO**

Para realizar o dimensionamento de um elevador primeiramente é necessário saber do ponto de partida do projeto, ou seja, carga a ser levantada, dimensões da cabine, se vai possuir ou não contrapeso, previsão de fluxo, dentre outras características.

#### **5.1 ESQUEMA BÁSICO DE FUNCIONAMENTO DO ELEVADOR**

A cabina é montada sobre uma plataforma, em uma armação de aço constituído por duas longarinas fixadas em cabeçotes (superior e inferior). O conjunto cabina, armação e plataforma denomina-se carro. O contrapeso consiste em uma armação metálica formada por duas longarinas e dois cabeçotes, onde são fixados pesos (intermediários), de tal forma que o conjunto tenha peso total igual ao do carro acrescido de 40 a 50% da capacidade licenciada.

Tanto a cabina como o contrapeso deslizam pelas guias (trilhos de aço do tipo T), através de corrediças. As guias são fixadas em suportes de aço, os quais são chumbados em vigas, de concreto ou de aço, na caixa. O carro e contrapeso são suspensos por cabos de aço ou novos elementos de tração que passam por polias, de tração e de desvio, instaladas na casa de máquinas ou na parte superior da caixa.

O movimento de subida e descida do carro e do contrapeso é proporcionado pela máquina de tração, que imprime à polia a rotação necessária para garantir a velocidade especificada para o elevador. A aceleração e o retardamento ocorrem em função da variação de corrente elétrica do motor. A parada é possibilitada pela ação de um freio instalado na máquina. Além desse freio normal, o elevador é dotado de um freio de segurança para situações de emergência.

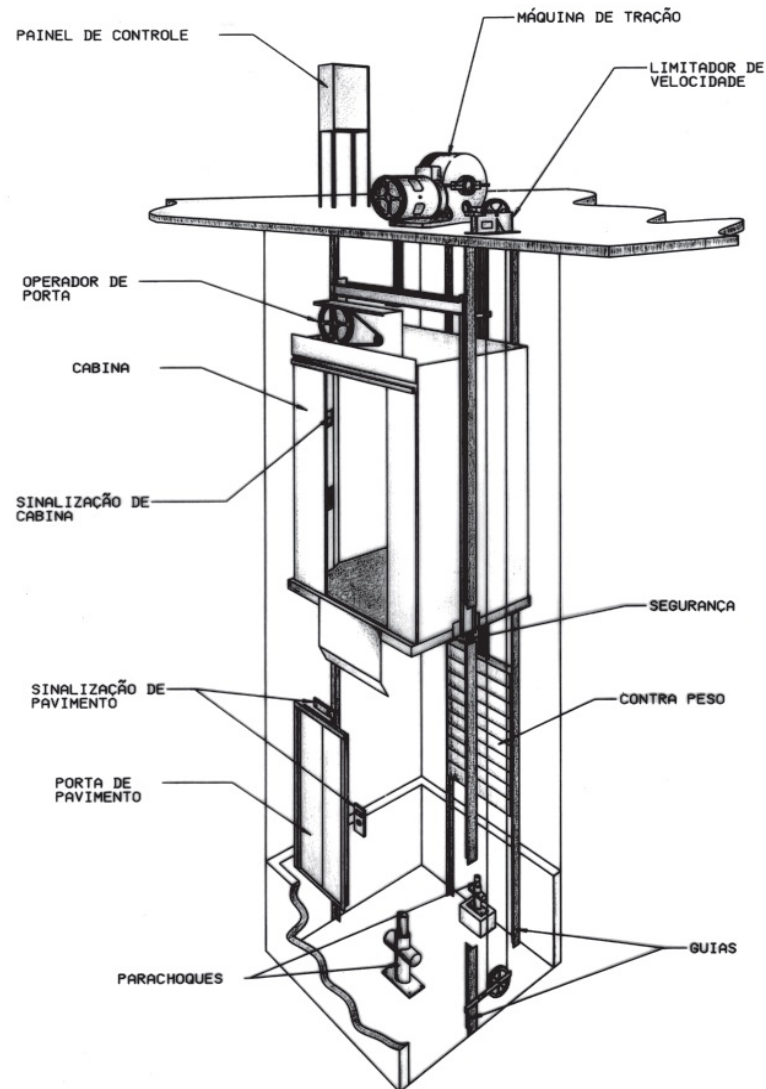
O freio de segurança é um dispositivo fixado na armação do carro ou do contrapeso, destinado a pará-los, de maneira progressiva ou instantânea, prendendo-os às guias quando acionado pelo limitador de velocidade. Sua atuação é mecânica. O limitador de velocidade, por sua vez, é um dispositivo montado no piso da Casa de Máquinas ou no interior da caixa, constituído basicamente de polia, cabo de aço e interruptor. Quando a velocidade do carro ultrapassa um limite preestabelecido, o limitador aciona mecanicamente o freio de segurança e desliga o motor do elevador. (Figura 5.1)

A construção de edifícios sem casa de máquinas para instalação de elevadores (Figura 5.2) se tornou possível para edifícios residenciais de médio porte e edifícios comerciais de pequeno porte e tráfego. Os equipamentos de tração passam a ser instalados na parte extrema superior da caixa enquanto os dispositivos de comando se distribuem pela cabina, botoeiras de chamadas dos pavimentos e interior do batente da porta do último pavimento. Nestas instalações o contrapeso está localizado normalmente ao lado, na caixa.

O projeto de edifícios com elevadores que dispensam a construção de casa de máquinas proporciona maior versatilidade para o projeto arquitetônico, a possibilidade de ocupar o último pavimento com área de cobertura para os condôminos ou a construção de mais um pavimento tipo, observados os limites de altura da edificação de acordo com os códigos de edificações locais. A redução de custos e

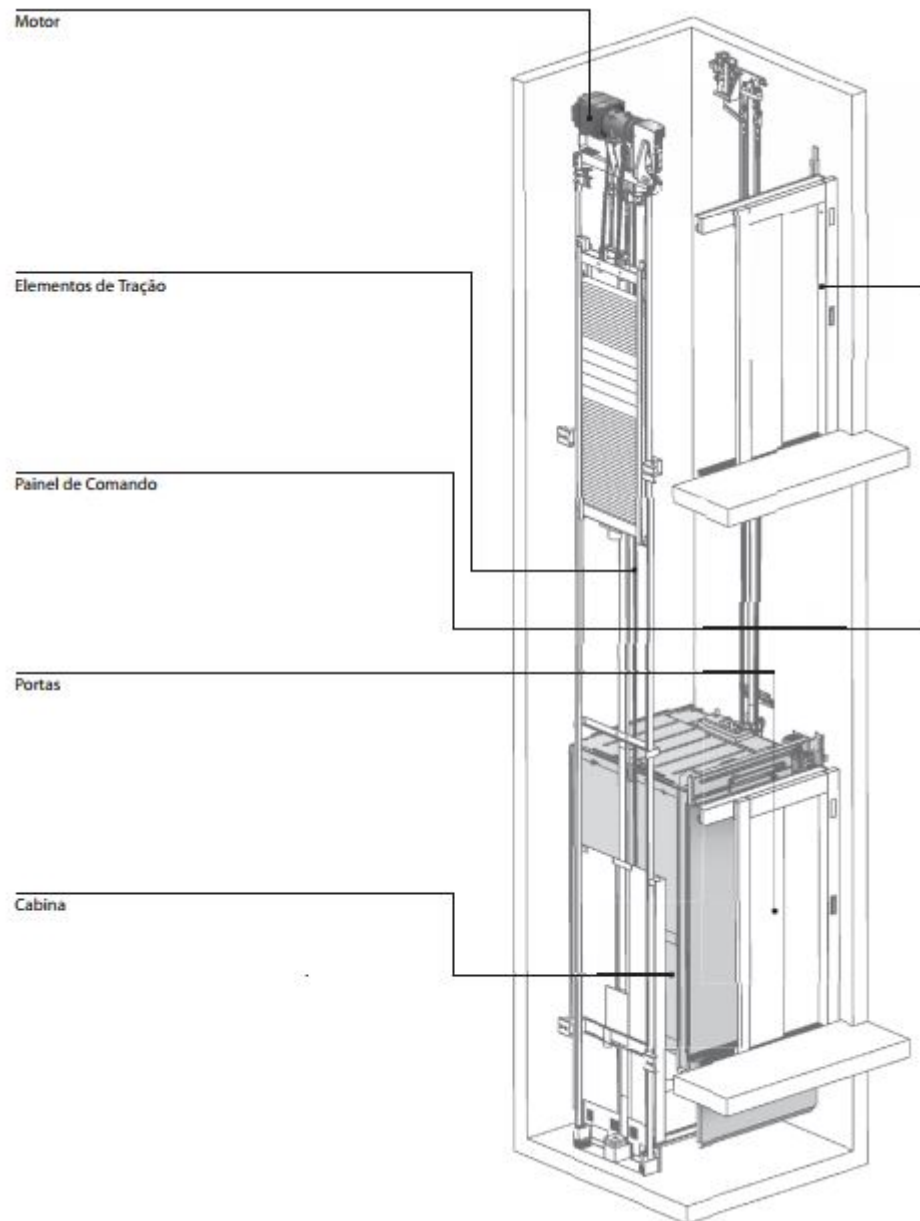
prazos de obra civil são fatores adicionais para a opção de execução de projetos nesta modalidade.

*Figura 5.1 - Posicionamento dos componentes do elevador para projetos de edifícios com casa de máquinas.*



*Fonte: Catálogo Atlas Schindler*

Figura 5.2 - Posicionamento dos componentes do elevador para projetos de edifícios sem casa de máquinas.



*Fonte: Catálogo Atlas Schindler*

## 5.2 CARACTERÍSTICAS FUNDAMENTAIS DOS ELEVADORES

As características básicas que definem o elevador de passageiros são sua velocidade nominal e a lotação da cabina, tabela 1. Após determinadas essas variáveis, tem-se por consequência definidos os equipamentos que compõem o elevador.

Tabela 5.1 - Combinações mais usuais e econômicas entre velocidade e capacidade.

Velocidade m/s (m/min)	Capacidade da cabina (pessoas)																			
	4	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
0,6 (36)	■																			
0,75 (45)		■	■	■																
1,00 (60)		■	■	■																
1,25 (75)		■	■	■	■	■														
1,50 (90)		■	■	■	■	■														
1,75 (105)						■	■	■	■	■	■	■	■	■						
2,00 (120)						■	■	■	■	■	■	■	■	■						
2,50 (150)								■	■	■	■	■	■	■	■					
3,00 (180)									■	■	■	■	■	■	■	■	■			
3,50 (210)										■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
4,00 (240)											■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
5,00 (300)												■	■	■	■	■	■	■	■	■
6,00 (360)													■	■	■	■	■	■	■	■
7,00 (420)														■	■	■	■	■	■	■
8,00 (480)															■	■	■	■	■	■

*Fonte: Atlas Schindler*

A determinação da velocidade e da capacidade dos elevadores de um edifício é feita através do seu Cálculo de Tráfego. A grande maioria dos edifícios residenciais apresenta um fluxo de usuários que é bem atendido por elevadores com velocidade de 1,00 m/s e capacidade de 6 a 9 pessoas.

Em função disso, os principais fabricantes planejam a especificação dos componentes dos elevadores destinados a trabalhar nessas faixas de velocidade e capacidade, permitindo obter reduções não só nos processos construtivos da obra civil, mas também nos custos e prazos de fabricação.

### 5.3 TIPOS DE ACIONAMENTO

Os motores das máquinas de tração dos elevadores podem ser acionados através de corrente alternada (CA) ou de corrente contínua (CC - fornecida por

conversores estáticos que substituem os motores geradores), sendo a energia elétrica fornecida pela rede do edifício.

A figura 5.3 mostra a diferença básica entre os tipos de acionamento (5.3a, 5.3b e 5.3c - corrente alternada; 5.3d - corrente contínua). Em 5.3a o elevador parte da velocidade zero (V0) diretamente para a sua velocidade nominal (V1), invertendo o processo na frenagem. Chama-se “corrente alternada - uma velocidade”.

NOTA 1: Utilizado no passado para acionamento de elevadores de passageiros, sua aplicação se restringe hoje ao acionamento de equipamentos de transporte vertical de cargas como monta-cargas. Este acionamento não proporciona qualquer parâmetro de conforto e de consumo de energia exigidos pelo mercado. Não apresenta também compatibilidade com os modernos recursos de hardware e software dos sistemas de comando microprocessados.

Em 5.3b o elevador parte da mesma forma, mas antes da frenagem final reduz sua velocidade a  $\frac{1}{4}$  da velocidade nominal. (V2 - velocidade baixa). Chama-se “corrente alternada - duas velocidades”.

NOTA 2: Esta solução tem parâmetros de conforto e número de partidas por hora que restringem sua aplicação a edifícios de pequeno e médio porte ou média intensidade de tráfego.

Na figura 5.3c, temos acionamento por tensão e frequência variáveis “VVVF”. Através de um circuito tiristorizado, a velocidade é controlada em função de um padrão desejado; o que permite obter aceleração (V0 para V1) e desaceleração (V1 para V0) suaves do carro, evitando-se assim o salto na passagem da velocidade alta para zero ou vice-versa.

Perfeitamente integrada aos mais modernos recursos de hardware e software de comando, controle de velocidade e despacho, permite operar em condições ideais e em todas as velocidades, alcançando 10,00 m/s. É a solução tecnológica mais avançada para acionamento de equipamentos de transporte vertical, aliando alto grau de conforto à economia de energia. Supera em até 60% a redução na demanda por energia quando comparada aos sistemas de frenagem dinâmica (VVFD) aos quais veio substituir.

Aplica-se a edifícios de pequeno, médio e grande porte ou qualquer intensidade de tráfego. A diferença de 5.3c para 5.3d consiste no fato de que, neste último tipo, o controle da aceleração e desaceleração é possibilitado pela existência de conversores estáticos (ou moto geradores), que fornecem a tensão variável (corrente contínua) ao motor de tração do elevador.

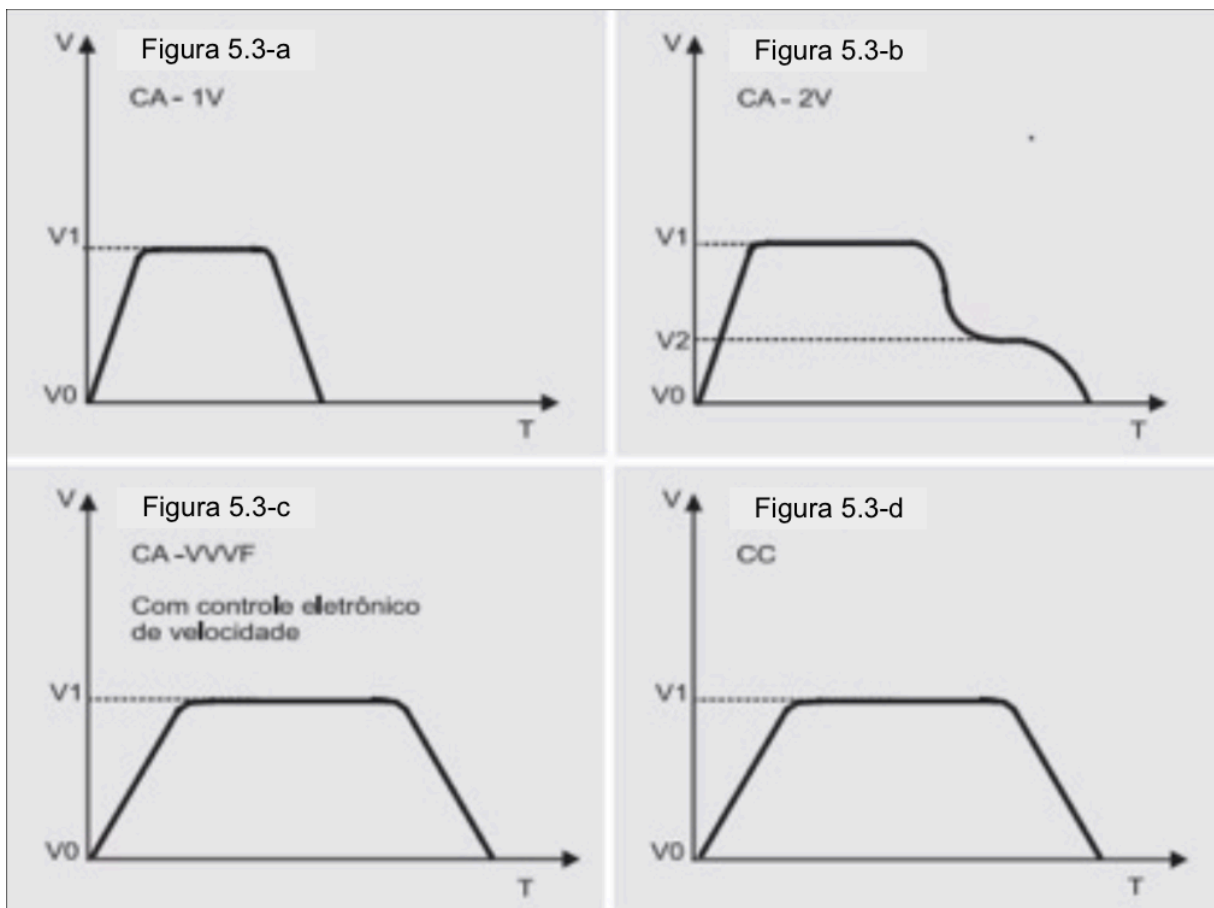
NOTA 3: Esta é hoje uma solução restrita que vem sendo substituída pela aplicação de acionamento VVVF. Em edifícios construídos, que estejam passando por modernização dos equipamentos de transporte vertical, ao substituir painéis de comando a relés, por painéis de comando micro processados, se especificam conversores estáticos em substituição aos motores geradores, permitindo, pela compatibilidade dos sistemas do novo hardware, o aproveitamento das máquinas de tração originalmente instaladas. A instalação de conversores estáticos em substituição a motores geradores proporciona economia de energia, ao mesmo tempo que libera espaço nas áreas destinadas à casa de máquinas.

À medida que passamos de um tipo de acionamento para outro (no sentido 5.3a - 5.3d, na figura), obtemos as seguintes vantagens principais em doses crescentes:

- Vida útil prolongada de vários componentes menos afetados pelas solicitações decorrentes das partidas e frenagens (cabos de tração, engrenagens, polias, sapatas de freio, contatos, etc.).
- Nivelamento mais preciso do carro com o piso do andar independente da carga transportada, ao realizar a frenagem com velocidade cada vez menor.
- Menor sobrecarga térmica sobre o motor e menor perda de energia, pois na passagem da alta para a baixa velocidade em CA (2V), toda a energia cinética é transformada em calor.
- Menor consumo de energia elétrica em 5.3c.

Pelo volume crescente da especificação de acionamento por tensão e frequência variáveis, VVVF, a redução de custos aliada à economia proporcionada à construção civil com a redução no dimensionamento das linhas adutoras de energia, chaves e cabeamento elétrico, faz com que as aplicações CA 2V se restrinjam cada vez mais em relação aos limites de velocidade e fluxo de tráfego.

Figura 5.3 - Curvas da velocidade de acordo com o tipo de acionamento.



Fonte: Atlas Schindler

#### a) Limite de Velocidade

Cada tipo de acionamento dos acima descritos tem uma faixa de velocidade de atuação, fora da qual o processo se torna técnica ou economicamente inviável:

Tabela 5.2 - Tipos de Acionamento e velocidade.

Tipos de acionamento	Faixa de velocidade (m/s)
CA – 2V	0,75 – 1,00
VVVF	0,75 – 10,00
CC	1,00 – 6,00

*Fonte: Atlas Schindler*

## b) Fluxo de tráfego

Para elevadores CA 2V, quanto maior o número de partidas horárias do elevador, maior a possibilidade de se ter sobrecarga térmica sobre o motor.

Como o número de partidas horárias é função do fluxo de tráfego mais ou menos intenso, o tipo de acionamento é, pois, função do fluxo de tráfego previsto para o edifício, sendo recomendada as especificações VVVF.

## 5.4 COMANDOS

O sistema de Comando afeta sensivelmente o rendimento da instalação.

A finalidade do Comando é estabelecer a prioridade e o sentido de atendimento às chamadas, de acordo com as características do edifício. Para isso são instalados na casa de máquinas painéis de comando e de despacho que controlam a partida, a parada, o sentido de movimento do carro, a seleção das chamadas e outras funções correlatas. Os comandos mais usuais são os descritos abaixo.

### 5.4.1 Comando automático coletivo

É o Comando automático caracterizado por existirem botões de chamada, um para cada pavimento, instalados na cabina, e possuir um único botão de chamada instalada em cada pavimento, todos ligados ao painel central, de tal maneira que todas as chamadas fiquem nele registradas. O carro vai efetuando as paradas em ordem sequencial independente da ordem em que as chamadas tenham sido registradas e prossegue no sentido do movimento inicial atendendo a todas as chamadas feitas.

Aplica-se a edifícios de poucos andares (de 2 até 3 pavimentos) e pouco movimento, em que o tráfego predominante seja entre andares, como estabelecimentos comerciais e industriais pequenos.

### 5.4.2 Comando automático coletivo seletivo na descida

É o Comando automático coletivo no qual as chamadas de pavimento somente são atendidas quando o elevador se movimenta em sentido descendente, a partir de chamada superior.

Aplica-se a edifícios em que o movimento principal é constituído pelo tráfego entre o térreo e os demais pavimentos, sem que haja tráfego apreciável entre os próprios pavimentos. É, portanto, o sistema ideal para edifícios de apartamentos.

#### **5.4.3 Comado automático coletivo seletivo na subida e na descida**

É o Comando automático coletivo no qual existem nos pavimentos intermediários, dois botões, um de “subida” e um de “descida”, e um botão nos pavimentos externos. Neste sistema de comando as chamadas de pavimento para subir são selecionadas separadamente das chamadas de pavimento para descer, sendo atendidas primeiramente todas as chamadas em um dos sentidos para depois serem atendidas as de sentido oposto.

Aplica-se a edifícios onde o fluxo predominante seja entre os andares, tais com escritórios em geral ou de uma única entidade, repartições públicas, etc. Em edifícios residenciais se aplica ao pavimento térreo sempre que existirem pavimentos inferiores de garagem.

#### **5.4.4 Comando em grupo**

É o comando automático para o grupo de dois ou mais elevadores que operam em conjunto e que tenham o mesmo número de paradas, entradas no mesmo hall, somente um pavimento principal de acesso e a mesma destinação de uso (exigências na NBR-5665). Todos os elevadores de passageiros ou todos de serviço, etc., não incluído elevadores isolados.

Nos mais simples, o comando, além de efetuar a seleção de chamadas de descida ou chamadas de subida e descida, seleciona também qual o elevador deverá atender a determinada chamada de pavimento. Estes sistemas são indicados para qualquer tipo de edifício, sempre com melhor rendimento para o fluxo de tráfego. Aplica-se nos casos em que não há divisão no hall de acesso entre os elevadores social e de serviço e sempre que os elevadores estejam próximos, dispostos em grupo (lado a lado ou frente a frente).

## 6 ESTUDO DE CASO

Para esta análise foi selecionado o projeto de Elevador para passageiros com capacidade 225 kg e 3 pessoas da RESTOQUE - LE LIS BLANC localizado em Niterói – RJ. É feita uma breve análise civil para certificar se foram cumpridos os critérios básicos estabelecidos pela NBR NM-207. Com isso, o trabalho busca dar uma maior ênfase no cálculo de tráfego e parte elétrica.

### 6.1 CASA DE MÁQUINAS E POÇO

A casa de máquinas é destinada à colocação das máquinas, painéis de comando e despacho, limitador de velocidade e outros componentes da instalação. Encontra no anexo NBR NM-207 com suas principais exigências.

No presente projeto foi orientado o cumprimento da NBR NM-2017 exigindo uma altura mínima de 2 metros, janela de ventilação cruzada, porta de acesso com material incombustível e uma laje capaz de suportar uma carga de 1700 kg. Para esse projeto por se tratar de um elevador de passageiros de poucos pavimentos o fundo do poço possui 0,6 metros e 1,75 metros de comprimento suportando uma carga de 1400 kg.

### 6.2 CÁLCULO DA LOTAÇÃO DA CABINA E PORTAS

Para o cálculo da lotação da cabina é orientado seguir à razão de 75 kg por pessoa, a partir disso concluiu que a capacidade do elevador da LE LIS BLANC será de 225 kg / 3 passageiros. Contudo, é notável que houve uma extrapolação na área máxima necessária.

A porta da cabina para este elevador é acionada por um operador elétrico, instalado sobre a mesma. Além disso, as dimensões mínimas são cumpridas atingindo uma altura de 2,25 metros.

### 6.3 CÁLCULO DE TRÁFEGO NOS ELEVADORES

Apesar de se tratar de um elevador para o atendimento de 2 pavimentos de um estabelecimento comercial é de suma importância a compreensão e o conhecimento da sistemática de cálculo de tráfego, pois é a partir dela que permite avaliar se a

quantidade de elevadores e áreas das Caixas previstas durante o desenvolvimento de um projeto serão satisfatórias para proporcionarem um transporte vertical adequado ao fluxo de pessoas do edifício.

A norma NBR-5665 Cálculo de Tráfego nos Elevadores (Anexo), da ABNT, estabelece as condições mínimas a serem observadas no tráfego das instalações de elevadores de passageiros. Para edifícios de médio e grande porte recomenda-se uma análise detalhada do projeto e orientações do fabricante que permitam alcançar a melhor performance de tráfego para o edifício.

Nos Anexos foram disponibilizados o **ROTEIRO PARA CÁLCULO DE TRÁFEGO** para o cálculo de tráfego, com a descrição de todas as etapas necessárias, e com as exigências da NBR-5665.

#### 6.4 ELÉTRICA

A partir de toda análise dimensional do elevador, considerando a quantidade de pavimentos, o tamanho da caixa e tráfego, fora dimensionado uma potência elétrica de 2,0 HP, trifásico 220 V.

Para o dimensionamento da potência do motor foi levado em conta uma carga de no máximo (Q) 1000kg, velocidade (v) de 0,8 m/s, rendimento ( $\eta_c$ ) dos cabos de 0,95, rendimento do redutor de levantamento ( $\eta_1$ ) de 0,97 e rendimento do mancal de rolamento para pedestal do tambor ( $\eta_2$ ) 0,98.

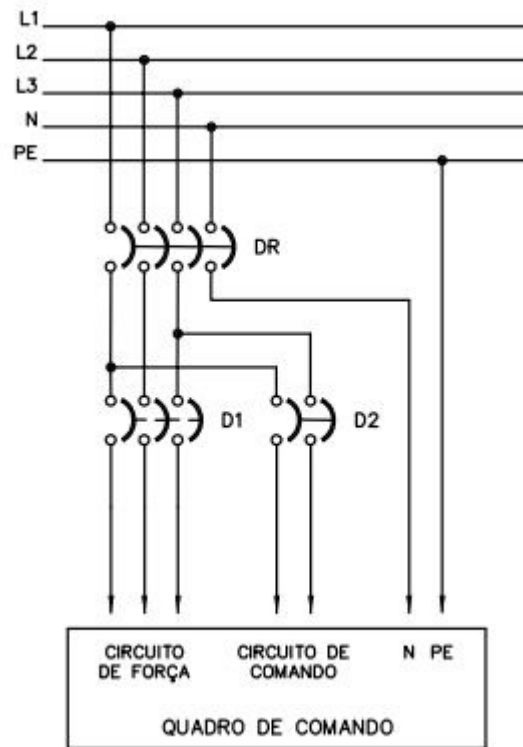
$$P(W) = \frac{Q * v}{\eta_c * \eta_1 * \eta_2}$$

O rendimento do redutor de levantamento ( $\eta_1$ ) deverá ser elevado ao terceiro grau devido ao uso de 3 pares de engrenagens cilíndricas de dentes helicoidais. Conseqüentemente, chegamos numa potência de aproximadamente 950 W, e assim selecionando uma potência de 2HP por segurança e/ou se houver alguma mudança de motor ao longo dos anos.

Na entrada (ponto de alimentação) passará pelo DR (Dispositivo de Proteção Residual) de 25A/30mA seguido para 2 disjuntores, o primeiro trifásico de 16 Amp para o motor do Elevador e o outro bipolar para circuito de comando (Figura 6.1). Foi

sugerido pela empresa prestadora a instalação de tomadas de uso geral e iluminação de no mínimo 200 lux para o acesso no interior da Casa de Máquinas.

Figura 6.1 - Diagrama Unifilar do Quadro de Força.



*Fonte: Montele Elevadores*

O cabeamento utilizado é de 2,5 mm de diâmetro XLPE.

## 7 CONCLUSÃO

O presente trabalho é de extrema importância no que tange à abordagem de um tipo de projeto sobre o qual engenheiros, arquitetos, construtores e responsáveis pela edificação devem dedicar especial atenção. Visto a grande funcionalidade do objeto de estudo e os diversos impactos sobre os usuários, imóveis e sociedade com o advento do elevador. Elevadores são considerados o meio de transporte mais seguro do mundo, quando projetados, fabricados, instalados e conservados em conformidades com as leis e normas.

O estudo de caso da solução de engenharia para locomoção segura entre pavimentos se mostrou bastante abrangente no decorrer desse trabalho. Este tipo de projeto envolve primeiramente o conhecimento de tecnologias de mercado na área de elevadores, do funcionamento do equipamento e das partes e termos usuais empregados nesse tipo de equipamento mecânico. Ademais, abrange o conhecimento sobre motores elétricos de corrente alternada e contínua, que envolve a teoria de máquinas e o procedimento de seleção de um motor para cada tipo de aplicação e solicitação. Por fim, esse tema envolve intrinsecamente as normas ABNT, que fundamentam a construção e instalação de elevadores para que sejam concebidos projetos seguros.

Foram abordados os métodos e produtos atuais assim como diversos modelos de elevadores que existiram ao longo da história. O objetivo do estudo foi de avaliar a importância dos elevadores no mundo moderno e etapas necessárias para um projeto eficiente e seguro do mesmo. Como se espera de um projeto de engenharia, decisões são tomadas através de análises bem avaliadas e dados obtidos por métodos de cálculos bem específicos.

A realização deste trabalho de conclusão de curso exigiu da equipe uma grande quantidade de pesquisas e levantamentos de dados técnicos, que pudessem embasar a definição de um bom modelo de projeto de elevador. Para um trabalho futuro, sugere-se o estudo de tecnologias recentes e em desenvolvimento para melhoria das mais variadas características de elevadores ou mesmo para definição de parâmetros dos mesmos. A exemplo destas inovações tem-se: o uso de redes neurais para controle de tráfego em elevadores; os elevadores de rápido deslocamento com

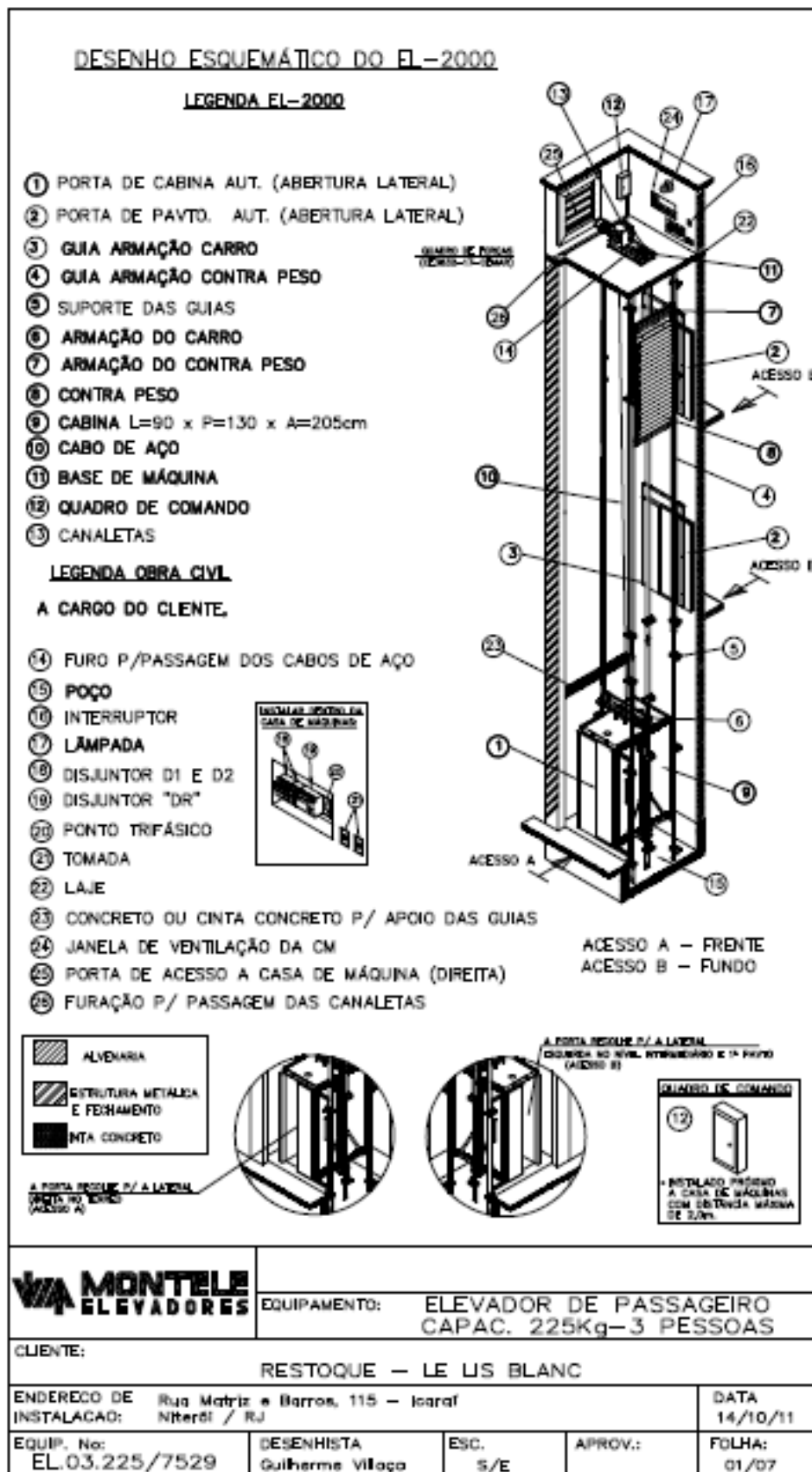
aceleração e frenagem suaves, viabilizados por sistema de controle que utiliza inversores de frequência para regulagem dos motores elétricos; A utilização da energia armazenada em bancos de capacitores através de frenagem regenerativa de elevadores.

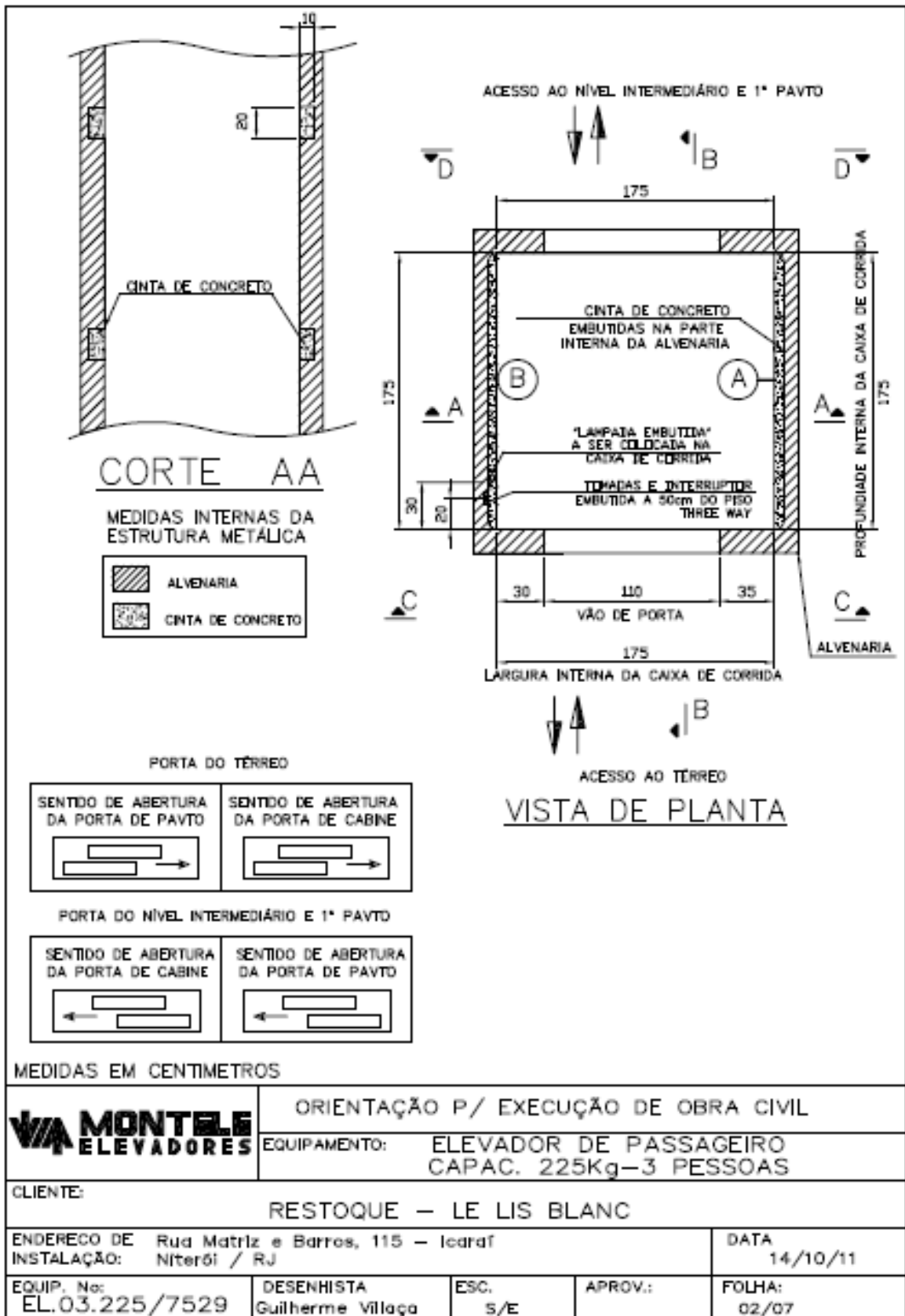
## 8 BIBLIOGRAFIA

- (Setembro de 2018). Fonte: Up Center - Elevadores Especiais:  
<http://www.upcenter.com.br/noticias/tipos-de-elevadores-residenciais/>
- (setembro de 2018). Fonte: Crel Elevadores: <http://crel.com.br/solucoes/adequacao-de-normas/>
- (Setembro de 2018). Fonte: Engetax Elevadores:  
<http://engetax.com.br/produtos/elevadores-sem-casa-de-maquinas/>
- ABNT. (1983). *NBR 5665. Cálculo do tráfego nos elevadores*. Associação Brasileira de Normas Técnicas.
- ABNT. (1990). *NBR 10982. Elevadores elétricos - Dispositivos de operação e sinalização - Padronização*. Associação Brasileira de Normas Técnicas.
- ABNT. (1999). *NBR 14364:1999. Elevadores e escadas rolantes - Inspetores de elevadores e escadas rolantes – Qualificação*. Associação Brasileira de Normas Técnicas.
- ABNT. (1999). *NBR NM 196. Elevadores de passageiros e monta-cargas - Guias para carros e contrapesos - Perfil T*. Associação Brasileira de Normas Técnicas.
- ABNT. (1999). *NBR NM 207. Elevadores elétricos de passageiros - Requisitos de segurança para construção e instalação*. Associação Brasileira de Normas Técnicas.
- ABNT. (2002). *NBR NM 267:2002. Elevadores hidráulicos de passageiros - Requisitos de segurança para construção e instalação*. Associação Brasileira de Normas Técnicas.
- ABNT. (2007). *NBR 313:2007. Elevadores de passageiros - Requisitos de segurança para construção e instalação*. Associação Brasileira de Normas Técnicas.
- ABNT. (2009). *NBR 12892:2009. Elevadores unifamiliares ou de uso restrito à pessoa com mobilidade reduzida*. Associação Brasileira de Normas Técnicas.
- ABNT. (2010). *NBR 15597:2010. Requisitos de segurança para a construção e instalação de elevadores*. Associação Brasileira de Normas Técnicas.

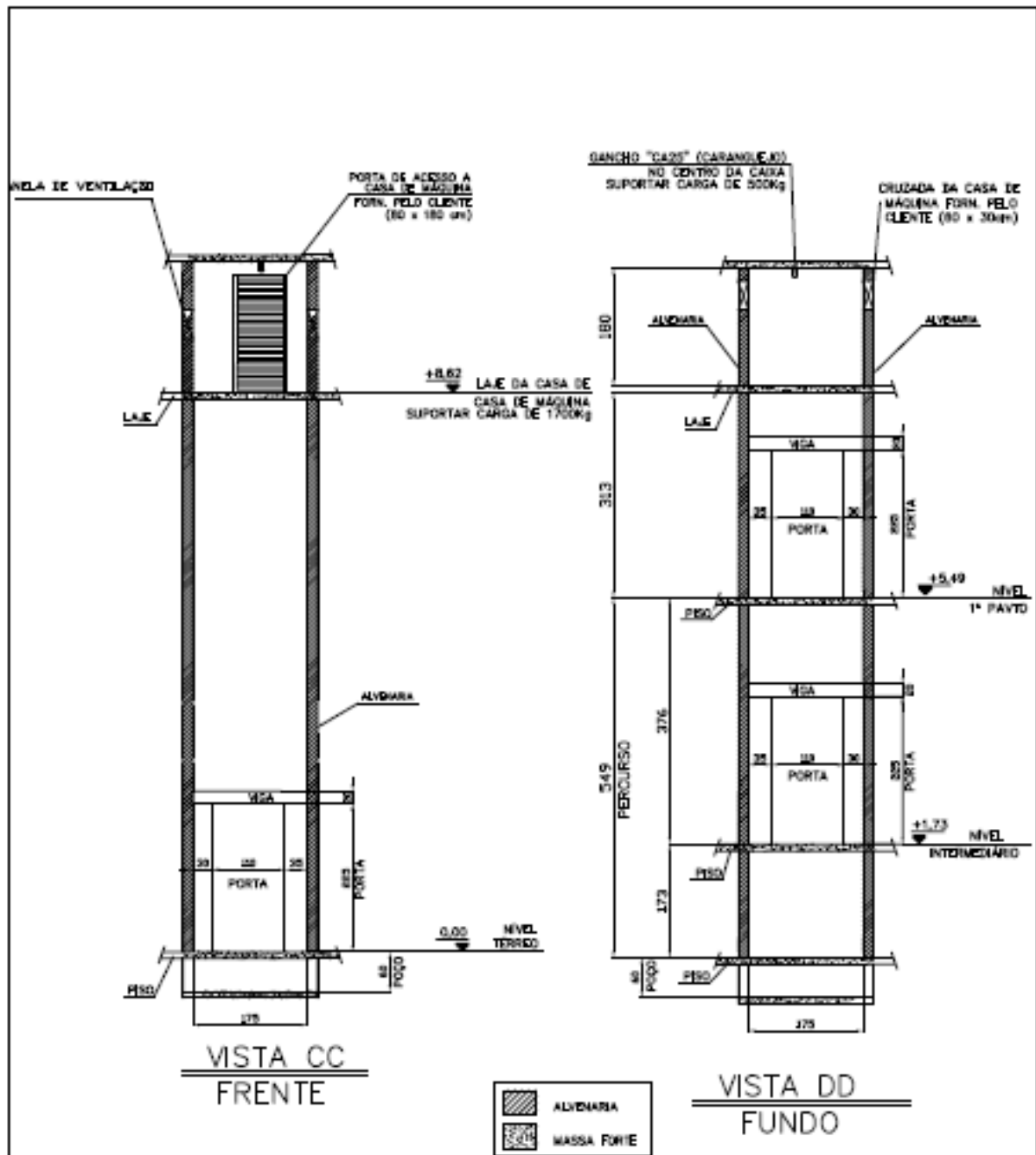
- ABNT. (2012). *NBR 160:2012 Elevadores elétricos de passageiros — Requisitos de segurança para construção e instalação de elevadores sem casa de máquinas*. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS.
- Costa, R. d. (2014). *Gerenciamento de Facilidades em Sistema de Transporte Vertical Mecanizado de Passageiros*. São Paulo: Monografia MBA-USP.
- CREA-MG. (outubro de 2018). *Introdução à aplicação da norma ABNT NBR 15597:2010*. Fonte: Crea-MG: <http://www.crea-mg.org.br/images/cartilhas/Cartilha-elevador-abmec-red.pdf>
- Ferreira, A. B. (2013). *Mini-Aurélio - O Minidicionário da Língua Portuguesa - Século XXI*. 4a. ed. [S.l.]: Nova Fronteira.
- Little, P. (2010). *Introdução à Engenharia - Uma Abordagem Baseada em Projeto*. Bookman.
- Monte, P. J. (2000). *Elevadores e Escadas Rolantes*. Rio de Janeiro.
- Oliveira, A. A. (2014). *Os sufixos agentivos -nte e -(d/t/s)or no português: um estudo semântico diacrônico*. São Paulo.

## ANEXO A







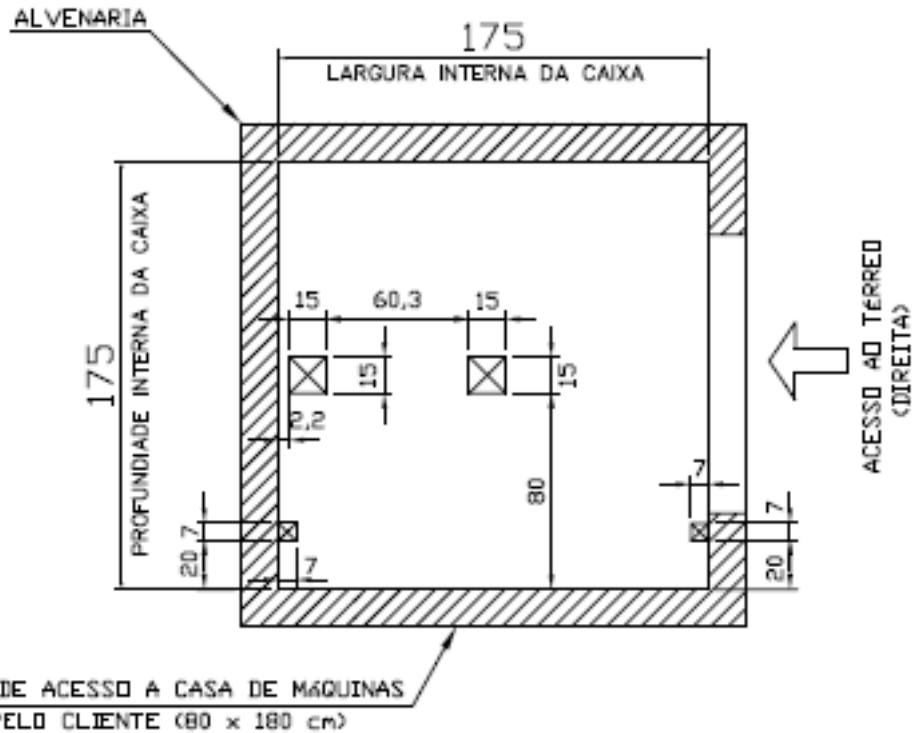


MEDIDAS EM CENTIMETROS

	ORIENTAÇÃO P/ EXECUÇÃO DE OBRA CIVIL		
	EQUIPAMENTO: ELEVADOR DE PASSAGEIRO CAPAC. 225Kg-3 PESSOAS		
CLIENTE:	RESTOQUE - LE LIS BLANC		
ENDEREÇO DE INSTALAÇÃO:	Rua Matriz e Barros, 115 - Icaraí Niterói / RJ	DATA:	14/10/11
EQUIP. No:	DESENHISTA	ESC.	APROV.:
EL.03.225/7529	Guilherme Villaça	S/E	FOLHA: 04/07

## FURAÇÃO NA LAJE P/ PASSAGEM DOS CABOS

ACESSO AO NÍVEL INTERMEDIÁRIO E 1º PAVTO  
(FUNDO)



RASGO NA LAJE P/ PASSAGEM DOS CABOS E CANALETAS A CARGO DO CLIENTE

PLANTA DE NÍVEL +8,62

**MONTELE**  
ELEVADORES

ORIENTAÇÃO P/ EXECUÇÃO DE OBRA CIVIL

EQUIPAMENTO: ELEVADOR DE PASSAGEIRO  
CAPAC. 225Kg—3 PESSOAS

CLIENTE:

RESTOQUE — LE LIS BLANC

ENDEREÇO DE Rua Matriz e Barros, 115 — Icaraí  
INSTALAÇÃO: Niterói / RJ

DATA  
14/10/11

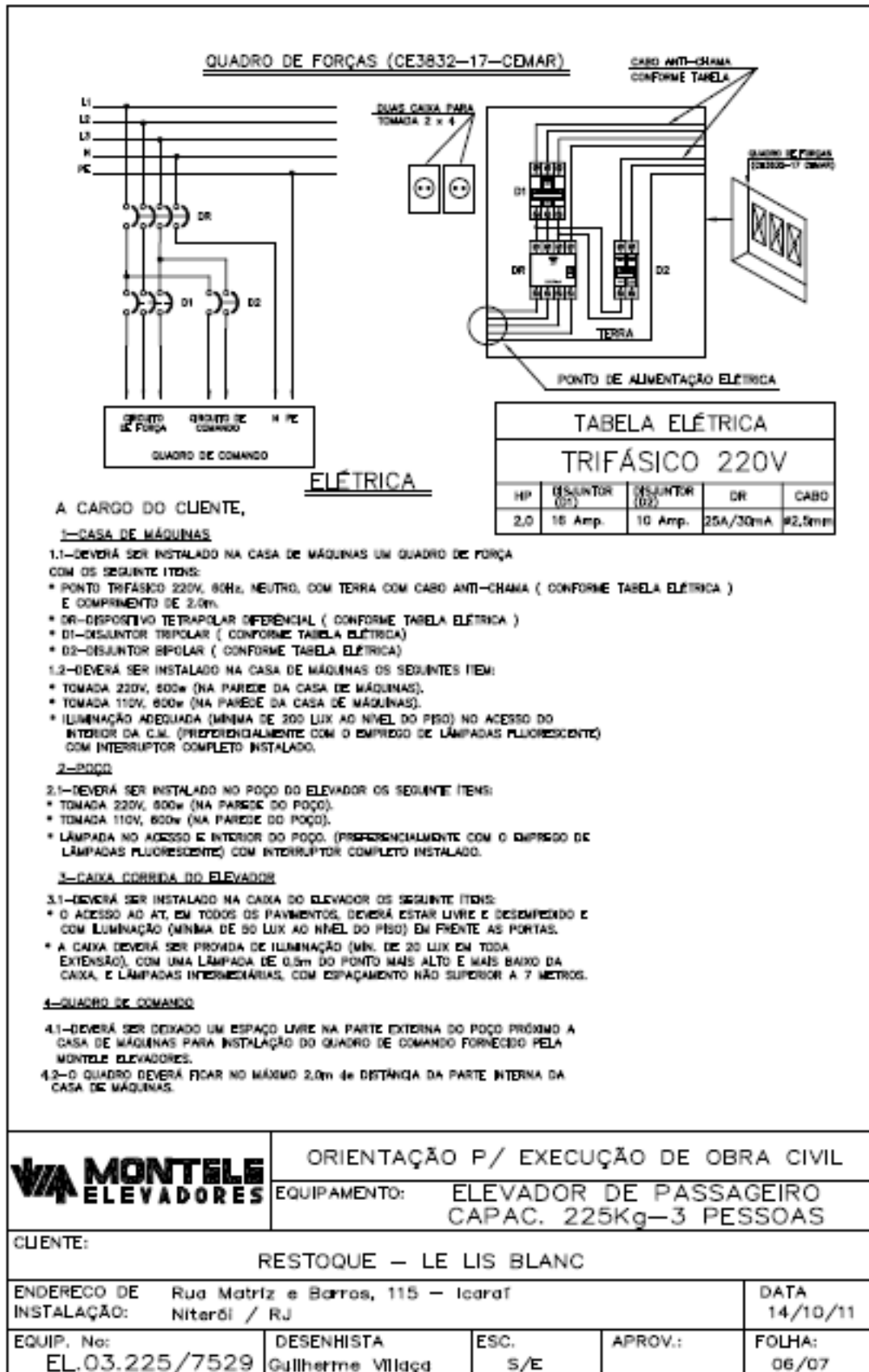
EQUIP. No:  
EL.03.225/7529

DESENHISTA  
Guilherme Villaça

ESC.  
S/E

APROV.:

FOLHA:  
05/07



**MONTELE**  
ELEVADORES

ORIENTAÇÃO P/ EXECUÇÃO DE OBRA CIVIL

EQUIPAMENTO: ELEVADOR DE PASSAGEIRO  
CAPAC. 225Kg-3 PESSOAS

CLIENTE:

RESTOQUE - LE LIS BLANC

ENDEREÇO DE INSTALAÇÃO: Rua Matriz e Barros, 115 - Icaraí  
Niterói / RJ

DATA  
14/10/11

EQUIP. No:  
EL.03.225/7529

DESENHISTA  
Gullherme Villaga

ESC.  
S/E

APROV.:

FOLHA:  
06/07

## INSTRUÇÕES

A obra deverá seguir rigorosamente as medidas desta orientação. Na hipótese de CLIENTE solicitar alterações na ORIENTAÇÃO CIVIL, estas serão submetidas à análise técnica da MONTELE. Havendo concordância desta, será celebrado aditamento ao Contrato firmado pelas partes, comprometendo-se a CLIENTE a arcar com todos os custos inerentes às alterações e submetendo-se a revisão dos prazos.

### A cargo do cliente:

- 1 - Execução de toda a concretagem, chumbação e arremates necessários à completa montagem do equipamento. O acabamento e arremates nos vãos de portas de pavimento, só deverão ser realizados após a instalação das portas de pavimento.
- 2 - A porta da caixa de máquinas deverá ser de material anti-chama, com fechadura instalada, que abra sem o uso de chave pelo lado de dentro. Nela deve conter um aviso na parte externa "MÁQUINA DO ELEVADOR - PERIGO" e "ACESSO RESTRITO A EQUIPE TÉCNICA AUTORIZADA". No caso da instalação de alçapão deve acrescentar o seguinte aviso aos demais: "PERIGO DE QUEDA - FECHER O ALÇAPÃO".
- 3 - Para instalações com acesso a casa de máquina através de alçapão, o cliente deve disponibilizar uma escada ou outro meio igualmente efetivo. RECOMENDAMOS a instalação de uma "escada para alçapão do tipo retrátil" em alumínio.
- 4 - Instalar extintor de incêndio (CO<sub>2</sub>, 6kg), com carga e recipiente dentro do prazo de validade, localizado próximo à porta de acesso a caixa de máquinas e fixado na parede a 1,60m de altura.
- 5 - Garantir que a laje da casa de máquinas suporte uma carga estática de 1700kg/m<sup>2</sup>. Para evitar que objetos situados sobre a laje da casa de máquinas caiam pelas aberturas, incluindo aquelas para cabos elétricos, devem ser instalados tubos dentro da abertura que ultrapassem o nível do piso acabado em no mínimo 4cm.
- 6 - Garantir que o poço suporte uma carga estática de 1400kg/m<sup>2</sup>.
- 7 - Depois da chumbação dos fixadores das guias, pára-choques etc., o poço deve ser impermeabilizado contra infiltração de água.
- 8 - Deve-se instalar um ponto de iluminação a 0,5m de altura do poço e um ponto a 0,5m abaixo do nível da casa de máquina. Caso a distância entre os dois pontos ultrapasse 7 metros, deve-se colocar um ponto de iluminação intermediário. Para o acionamento das lâmpadas deve haver um interruptor paralelo no poço e um na casa de máquinas. Se o fechamento for feito em vidro, esta iluminação pode não ser necessária, se a iluminação elétrica existente nas vizinhanças da caixa for equivalente ao especificado acima.
- 9 - Disponibilizar escada de marinho no poço, que deverá se estender até 0,80m acima da soleira da porta de acesso, quando empregada como acesso ao fundo.
- 10 - Pintar a parte interna da caixa corida com tinta látex branca.
- 11 - Não será permitida no interior da caixa de máquinas e do poço nenhum tipo de instalação adversa das pertencentes ao equipamento, tais como: tubulações, eletrodutos, fiações, etc.
- 12 - Os revestimentos em vidro no caso da cabina panorâmica e/ou instalação em torre metálica, devem possuir as seguintes informações: nome do fornecedor, marca registrada, tipo de vidro, espessura.
- 13 - Garantir que sejam feitos todos os itens elétricos solicitados na folha 06/07.

A obra civil deverá estar pronta até o dia 28/12/2011, para que o prazo contratual possa ser atendido.

É responsabilidade do CLIENTE comunicar por escrito qualquer impossibilidade de atendimento nas adequações solicitadas nesta ORIENTAÇÃO CIVIL, ficando a critério da MONTELE aceitar ou não as eventuais alterações, bem como a análise de viabilidade técnica, implicações em prazos e custos.

<b>MONTELE</b> ELEVADORES	ORIENTAÇÃO P/ EXECUÇÃO DE OBRA CIVIL		
	EQUIPAMENTO: ELEVADOR DE PASSAGEIRO CAPAC. 225Kg—3 PESSOAS		
CLIENTE: RESTOQUE — LE LIS BLANC			
ENDERECO DE INSTALACAO: Rua Matriz e Barros, 115 — Icaraí Niterói / RJ			DATA 14/10/11
EQUIP. No: EL.03—225—7529	DESENHISTA Guilherme Villaça	ESC. S/ ESC.	APROV.: FOLHA: 07/07



## ANEXO B

Cópia não autorizada



CÁLCULO DO TRÁFEGO NOS ELEVADORES

02.234

NBR 5665

ABR/1983

Procedimento

ERRATA Nº 2  
MAR/1987

Esta Errata tem por objetivo alterar a NBR 5665 no item:

- 6.2 (página 07)

Substituir a fórmula pela que se segue:

$$N = p - (p - 1) \left( \frac{p - 2}{p - 1} \right)^S$$

Origem: ABNT NB-596/82  
CB-2 – Comitê Brasileiro de Construção Civil  
CE-2:02.18 – Comissão de Estudo de Elevadores  
Esta Norma substitui a NBR 5665/1977

SISTEMA NACIONAL DE  
METROLOGIA, NORMALIZAÇÃO  
E QUALIDADE INDUSTRIAL

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA  
DE NORMAS TÉCNICAS

©

Palacetechave, elevador.

NBR 3 NORMA BRASILEIRA REGISTRADA

Cópia não autorizada



**ABNT-Associação  
Brasileira de  
Normas Técnicas**

Sede:  
Rio de Janeiro  
Av. Treze de Maio, 132 - 13ª andar  
CEP 20003-900 - Caixa Postal 1680  
Rio de Janeiro - RJ  
Tele: (021) 250-1700/209-6408  
Fax: (021) 250-1700/209-6408  
Endereço Telegráfico:  
ABNTBR/BR00CA

Copyright © 1985,  
ABNT-Associação Brasileira  
de Normas Técnicas  
Presidência Brasil/  
Impressão no Brasil  
Todos os direitos reservados

ABR 1983

NBR 5665

## Cálculo do tráfego nos elevadores

### Procedimento

Origem: Projeto NB-596/1982  
CB-02 - Comitê Brasileiro de Construção Civil  
CE-02/002.18 - Comissão de Estudo de Elevadores  
Incorpora a Errata nº 1 de OUT 1985

Palavra-chave: Elevador

12 páginas

### SUMÁRIO

- 1 Objetivo
- 2 Documento complementar
- 3 Definições
- 4 Condições gerais
- 5 Condições específicas
- 6 Cálculo
- ANEXO A - Modelo de formulário de cálculo de tráfego
- ANEXO B - Exemplo de cálculo de tráfego

### 1 Objetivo

1.1 Esta Norma fixa as condições mínimas exigíveis para o cálculo de tráfego das instalações de elevadores de passageiros em edifícios, para assegurar condições satisfatórias de uso.

1.2 Aplica-se a todos os elevadores destinados ao transporte da população dos edifícios.

### 2 Documento complementar

Na aplicação desta Norma é necessário consultar:

NBR 5666 - Elevadores elétricos - Terminologia

### 3 Definições

Os termos técnicos utilizados nesta Norma estão definidos na NBR 5666.

### 4 Condições gerais

#### 4.1 Cálculo de tráfego

4.1.1 A população deve ser consignada no projeto e calculada em comum acordo entre o proprietário e o autor do projeto em função do espaço útil projetado do edifício atendendo os valores mínimos prescritos em 5.1.1.

#### 4.2 Tráfego

4.2.1 O tráfego deve ser calculado em função da população estipulada conforme 4.1.1 e atendendo aos percentuais e áreas de ocupação prescritas em 5.1.1 e 5.2.1, objetivando o transporte de pessoas em edifícios destinados a:

- a) escritórios;
- b) apartamentos;
- c) hotéis;
- d) restaurantes;
- e) hospitais;
- f) escolas;
- g) edifícios-garagem com rampas, sem manobristas;
- h) lojas e centros comerciais.

4.2.2 O cálculo de tráfego deve ser condensado em formulário próprio conforme modelo do Anexo A.

#### 4.3 Lotação das cabinas

4.3.1 Quando projetada uma instalação que satisfaça às condições de capacidade e de intervalo de tráfego, a lotação das cabinas pode ser ampliada, mesmo que esta modificação afete o cálculo do intervalo de tráfego, desde que atenda a relação entre a lotação e a área útil, conforme a Tabela 1.

#### 5 Condições específicas

##### 5.1 População de um edifício

5.1.1 A população deve ser calculada baseada nas relações:

- a) escritório de uma única entidade: 1 pessoa por 7 m<sup>2</sup> de sala;
- b) escritório em geral e consultórios: 1 pessoa por 7 m<sup>2</sup> de sala;
- c) apartamentos: - 2 pessoas por 1 dormitório;  
- 4 pessoas por 2 dormitórios;  
- 5 pessoas por 3 dormitórios;  
- 6 pessoas por 4 dormitórios ou mais;  
- 1 pessoa por dormitório de serviço;
- d) hotéis: 2 pessoas por dormitório;
- e) hospitais: 2,5 pessoas por leito;
- f) restaurantes: 1 pessoa por 1,5 m<sup>2</sup> de salão de refeições;
- g) escolas: - salas de aula = 1 pessoa por 2 m<sup>2</sup>;  
- salas de administração = 1 pessoa por 7 m<sup>2</sup>;
- h) edifícios-garagem com rampas, sem manobrista: 1,4 pessoas por vaga;
- i) lojas e centros comerciais: 1 pessoa por 4 m<sup>2</sup> de loja.

5.1.2 Em qualquer tipo de edifício podem ser descontados 50% da população do pavimento imediatamente acima e/ou do pavimento imediatamente abaixo do pavimento de acesso, desde que estes pavimentos estejam situados a uma distância máxima de 5 m em relação ao pavimento de acesso.

5.1.3 Nos edifícios escolares podem ser descontados 30% da população dos pavimentos acima e/ou imediatamente abaixo do pavimento de acesso, contidos dentro de uma distância máxima de 12 m em relação ao pavimento de acesso.

5.1.4 Nos edifícios de escritório, para efeito de cálculo da população, devem ser incluídas áreas de todos os compartimentos, independentemente de suas denominações, excluindo apenas aquelas que pela sua própria natureza não ofereçam quaisquer possibilidades de utilização como local de trabalho, ou que no interior destas

compartimentos não se inscreva um círculo de 1,30 m de diâmetro.

5.1.4.1 Para os compartimentos com área até 7,00 m<sup>2</sup>, deve ser considerada uma pessoa; para os compartimentos com área maior que 7,00 m<sup>2</sup> e menores que 14,00 m<sup>2</sup> devem ser consideradas duas pessoas.

5.1.5 Em edifícios de escritórios pode ser reduzida em 15% a área de salas contidas que ocupam todo o pavimento, ou salas com área igual ou superior a 200 m<sup>2</sup>.

5.1.6 Em qualquer tipo de edifício pode deixar de ser computada a população dos pavimentos servidos por escadas rolantes, desde que estas tenham ligação ao pavimento de acesso e capacidade para transportar essa população.

5.1.7 Em qualquer tipo de edifício, as áreas de pavimentos utilizadas como restaurantes de utilização exclusiva, depósitos, garagens, mesmo quando servidos por elevadores, não deverão ser computadas para o cálculo da população.

Nota: Neste caso tais pavimentos deverão ser considerados para efeito de cálculo das paradas provisórias de percurso.

5.1.8 Os cálculos da população deverão ser demonstrados no formulário de cálculo de tráfego.

##### 5.2 Capacidade de tráfego

5.2.1 Considerando-se o tráfego predominante de subida, os elevadores devem ser capazes de transportar, em 5 min, as seguintes porcentagens mínimas da população de um edifício:

- a) escritórios de uma única entidade: 15%;
- b) escritórios em geral e consultórios: 12%;
- c) apartamentos: 10%;
- d) hotéis: 10%;
- e) restaurantes: 6%;
- f) hospitais:
  - quando houver tubos de queda, para roupa e lixo e monta-carga para o serviço de nutrição: 8%;
  - quando não houver essas condições: 12%;
- g) escolas: 20%;
- h) edifícios-garagem com rampa, sem manobrista: 10%;
- i) lojas e centros comerciais: 10%.

5.2.2 Em um edifício de uso misto deve ser adotada para cada uma das partes a porcentagem correspondente ao seu uso, entre as indicadas em 5.2.1.

5.2.3 Para efeito do cálculo de tráfego, os elevadores com comando em grupo devem ter:

- a) as mesmas paradas;
- b) as entradas no mesmo andar;
- c) somente um pavimento principal de acesso definido em projeto;
- d) a mesma destinação de uso.

Tabela 1 - Lotação das cabinas

Lotação	Carga		Área útil em m <sup>2</sup>		
	N	kgf	Mínimo	Médio	Máximo
3	2100	210	0,55	0,63	0,72
4	2800	280	0,74	0,82	0,91
5	3500	350	0,92	1,00	1,09
6	4200	420	1,09	1,17	1,26
7	4900	490	1,28	1,34	1,42
8	5600	560	1,42	1,50	1,58
9	6300	630	1,55	1,65	1,74
10	7000	700	1,73	1,81	1,89
11	7700	770	1,88	1,96	2,04
12	8400	840	2,02	2,10	2,18
13	9100	910	2,18	2,24	2,33
14	9800	980	2,30	2,38	2,47
15	10500	1050	2,44	2,52	2,61
16	11200	1120	2,58	2,66	2,74
17	11900	1190	2,71	2,79	2,87
18	12600	1260	2,84	2,92	2,91
19	13300	1330	2,97	3,05	3,14
20	14000	1400	3,10	3,18	3,26
21	14700	1470	3,22	3,30	3,39
22	15400	1540	3,35	3,43	3,51
23	16100	1610	3,47	3,55	3,64
24	16800	1680	3,59	3,67	3,76
25	17500	1750	3,72	3,79	3,88
26	18200	1820	3,84	3,82	4,00
27	18900	1890	3,96	4,04	4,12
28	19600	1960	4,07	4,15	4,23
29	20300	2030	4,19	4,27	4,35
30	21000	2100	4,31	4,39	4,47
31	21700	2170	4,43	4,51	4,59
32	22400	2240	4,54	4,62	4,70
33	23100	2310	4,66	4,74	4,82

(continua)

/continuação

Lotação	Carga		Área útil em m <sup>2</sup>		
	N	kgf	Mínimo	Médio	Máximo
34	23800	2380	4,77	4,88	4,93
35	24500	2450	4,88	4,96	5,04
36	25200	2520	5,00	5,08	5,16
37	25900	2590	5,11	5,19	5,27
38	26600	2660	5,22	5,30	5,38
39	27300	2730	5,33	5,41	5,49
40	28000	2800	5,44	5,52	5,60
41	28700	2870	5,55	5,63	5,71
42	29400	2940	5,66	5,74	5,82
43	30100	3010	5,77	5,85	5,93
44	30800	3080	5,88	5,96	6,04
45	31500	3150	5,99	6,07	6,15
46	32200	3220	6,10	6,18	6,28
47	32900	3290	6,21	6,29	6,37
48	33600	3360	6,32	6,40	6,48
49	34300	3430	6,43	6,51	6,59
50	35000	3500	6,53	6,61	6,69

## 6 Cálculos

### 6.1 Tempo total de viagem

O tempo de viagem deve ser calculado pela fórmula:

$$T = T1 + T2 + 1,1(T3 + T4)$$

Onde:

T = tempo total de viagem

T1 = tempo de percurso total, ida e volta, entre os pavimentos extremos sem paradas

T2 = tempo total de aceleração e retardamento (metade do resultado da multiplicação do número de paradas prováveis pelos tempos dados na Tabela 2)

T3 = tempo total de abertura e fechamento de portas (resultado da multiplicação do número de paradas prováveis pelo tempo de abertura e fechamento das portas, em uma parada, dado na Tabela 3)

T4 = tempo total de entrada e saída de passageiros (resultado da multiplicação do valor correspondente à lotação da cabina, pelo tempo de entrada e saída de cada passageiro, dado na Tabela 4)

Tabela 2 - Tempo de aceleração e retardamento

Velocidade (m/s)	Tempo (s)
0,63	2,50
0,75	2,50
1,00	3,00
1,25	3,00
1,50	3,50
1,75	4,00
2,00	4,50
2,50	5,50
Acima de 2,50	6,00

Nota: Para qualquer velocidade não constante na Tabela, o(s) tempo(s) poderá(ão) ser determinado(s) por interpolação.

Tabela 3 - Tempo de abertura e fechamento de portas

Tipo de porta	Tempo (s)
Abertura central (AC)	3,9
Abertura lateral (AL)	5,5
Eixo vertical (EV)	8

Tabela 4 - Tempo de entrada e saída de passageiros

Abertura da porta (m)	Tempo (s)
Menor que 1,10	2,4
Maior ou igual a 1,10	2,9

### 6.2 Paradas prováveis

O número de paradas prováveis (ver Tabela 5) deve ser calculado pela fórmula:

$$N = p - (p - 1) \left( \frac{p - 2}{p - 1} \right)^C$$

Onde:

N = número de paradas prováveis

P = número de paradas do elevador

C = lotação da cabina, excluindo o ascensorista

### 6.3 Capacidade de transporte

A capacidade de transporte de um elevador, em 5 min, deve ser calculada pela fórmula:

$$C_t = \frac{L \cdot 300}{T}$$

Onde:

$C_t$  = capacidade de transporte

L = lotação da cabina, excluindo o ascensorista

T = tempo total da viagem, em s

### 6.4 Capacidade de tráfego

Deve ser calculada pela fórmula:

$$C_T = C_1 + C_2 + \dots + C_n$$

Onde:

$C_T$  = capacidade de tráfego

$C_1$  = capacidade de transporte do elevador nº 1

$C_2$  = capacidade de transporte do elevador nº 2

$C_n$  = capacidade de transporte do elevador nº n

### 6.5 Intervalo de tráfego

6.5.1 Deve ser calculado pela fórmula:

$$I = \frac{T}{n}$$

Onde:

I = intervalo de tráfego

T = tempo total da viagem, em s

n = número de elevadores do grupo

6.5.2 O intervalo de tráfego máximo admissível deve respeitar os valores constantes na Tabela 6, exceto para edifícios em que os elevadores atendam exclusivamente apartamentos, para os quais não prevalece esta exigência.

### 6.6 Zonamento

6.6.1 Quando for adotada a solução de zonamento, para efeito de cálculo de tráfego, os elevadores de cada uma das zonas devem atender, independentemente, a todas as prescrições estabelecidas nesta Norma.

6.6.2 Qualquer elevador de uma determinada zona não deve atender a outras zonas, salvo no pavimento de interseção entre zonas, quando desejável.

Cópia não autorizada

NBR 5665/1993

Tabela 5 - Número de paradas prováveis

	48	3,94	4,67	5,79	6,69	7,57	8,43	9,27	10,09	10,90	11,69	12,46	13,22	13,95	14,66	15,39
	47	3,94	4,67	5,79	6,68	7,56	8,42	9,25	10,06	10,86	11,65	12,43	13,18	13,92	14,64	15,34
	46	3,93	4,67	5,78	6,68	7,55	8,40	9,24	10,06	10,85	11,64	12,40	13,15	13,88	14,59	15,29
	45	3,93	4,67	5,78	6,67	7,54	8,39	9,22	10,04	10,83	11,61	12,37	13,11	13,83	14,54	15,23
	44	3,93	4,66	5,77	6,66	7,53	8,38	9,21	10,03	10,81	11,60	12,33	13,07	13,79	14,49	15,18
	43	3,93	4,66	5,77	6,65	7,52	8,38	9,19	9,99	10,78	11,55	12,30	13,03	13,74	14,44	15,12
	42	3,93	4,65	5,76	6,65	7,51	8,35	9,17	9,97	10,75	11,51	12,26	12,98	13,69	14,39	15,06
	41	3,93	4,65	5,76	6,64	7,50	8,33	9,15	9,95	10,72	11,48	12,22	12,94	13,64	14,32	14,99
	40	3,92	4,65	5,75	6,63	7,48	8,32	9,13	9,92	10,69	11,44	12,18	12,89	13,59	14,26	14,92
	39	3,92	4,64	5,74	6,62	7,47	8,30	9,11	9,90	10,66	11,41	12,13	12,84	13,53	14,20	14,85
	38	3,92	4,64	5,74	6,61	7,46	8,29	9,09	9,87	10,63	11,37	12,09	12,79	13,47	14,13	14,78
	37	3,92	4,64	5,73	6,60	7,44	8,28	9,08	9,84	10,59	11,33	12,04	12,73	13,41	14,06	14,70
	36	3,92	4,63	5,72	6,59	7,43	8,24	9,04	9,81	10,56	11,29	11,99	12,68	13,34	13,99	14,62
	35	3,91	4,63	5,71	6,58	7,41	8,22	9,01	9,78	10,52	11,24	11,94	12,61	13,27	13,91	14,53
	34	3,91	4,62	5,71	6,56	7,39	8,20	8,98	9,74	10,48	11,19	11,88	12,55	13,20	13,83	14,44
	33	3,91	4,62	5,70	6,55	7,38	8,18	8,95	9,70	10,43	11,14	11,82	12,48	13,12	13,75	14,35
	32	3,90	4,61	5,69	6,54	7,36	8,15	8,92	9,67	10,39	11,09	11,76	12,41	13,04	13,66	14,25
	31	3,90	4,60	5,68	6,52	7,34	8,13	8,89	9,63	10,34	11,03	11,69	12,34	12,98	13,59	14,14
	30	3,90	4,60	5,67	6,51	7,32	8,10	8,85	9,58	10,29	10,97	11,62	12,26	12,87	13,46	14,03
	29	3,89	4,79	5,66	6,49	7,29	8,07	8,82	9,54	10,23	10,90	11,55	12,17	12,77	13,35	13,91
	28	3,89	4,78	5,64	6,47	7,27	8,04	8,78	9,49	10,17	10,83	11,47	12,08	12,67	13,24	13,79
	27	3,89	4,78	5,63	6,45	7,24	8,00	8,73	9,44	10,11	10,76	11,39	11,99	12,58	13,12	13,65
	26	3,88	4,77	5,62	6,43	7,21	7,97	8,69	9,39	10,04	10,68	11,29	11,88	12,45	12,99	13,51
	25	3,88	4,76	5,60	6,41	7,18	7,93	8,64	9,32	9,97	10,60	11,20	11,77	12,32	12,85	13,36
	24	3,87	4,75	5,58	6,38	7,15	7,88	8,58	9,25	9,90	10,51	11,09	11,65	12,19	12,71	13,20
	23	3,87	4,74	5,57	6,36	7,11	7,84	8,53	9,18	9,81	10,41	10,98	11,53	12,05	12,55	13,02
	22	3,86	4,72	5,55	6,33	7,08	7,79	8,48	9,11	9,72	10,31	10,88	11,39	11,90	12,38	12,84
	21	3,85	4,71	5,52	6,30	7,03	7,73	8,40	9,03	9,62	10,19	10,73	11,25	11,73	12,20	12,54
	20	3,84	4,70	5,50	6,26	6,99	7,67	8,32	8,94	9,52	10,07	10,58	11,09	11,56	12,00	12,42
	19	3,84	4,68	5,47	6,23	6,94	7,61	8,24	8,84	9,40	9,93	10,44	10,91	11,38	11,79	12,19
	18	3,83	4,66	5,45	6,18	6,88	7,53	8,15	8,73	9,27	9,79	10,27	10,72	11,15	11,56	11,93
	17	3,82	4,64	5,41	6,14	6,82	7,45	8,05	8,61	9,13	9,62	10,09	10,52	10,92	11,30	11,66
	16	3,80	4,62	5,38	6,08	6,75	7,36	7,94	8,48	8,98	9,45	9,88	10,29	10,67	11,03	11,38
	15	3,79	4,59	5,33	6,03	6,67	7,26	7,81	8,33	8,80	9,25	9,68	10,04	10,39	10,72	11,03
	14	3,76	4,56	5,29	5,96	6,58	7,15	7,67	8,16	8,61	9,02	9,41	9,76	10,09	10,39	10,67
	13	3,76	4,53	5,23	5,88	6,47	7,02	7,52	7,97	8,38	8,76	9,13	9,45	9,75	10,02	10,27
	12	3,74	4,49	5,17	5,79	6,36	6,87	7,33	7,76	8,14	8,50	8,81	9,10	9,37	9,61	9,82
	11	3,71	4,44	5,10	5,69	6,22	6,70	7,13	7,51	7,86	8,18	8,46	8,71	8,94	9,15	9,33
	10	3,68	4,38	5,01	5,56	6,05	6,49	6,88	7,23	7,54	7,81	8,05	8,27	8,46	8,63	8,78
	9	3,64	4,31	4,90	5,41	5,86	6,25	6,59	6,93	7,16	7,39	7,59	7,77	7,92	8,06	8,17
	8	3,59	4,22	4,78	5,22	5,62	5,96	6,25	6,50	6,72	6,90	7,06	7,19	7,31	7,41	7,49
	7	3,53	4,11	4,59	4,99	5,33	5,60	5,84	6,03	6,19	6,33	6,44	6,53	6,61	6,63	6,73
	6	3,44	3,95	4,38	4,69	4,95	5,16	5,33	5,48	5,57	5,66	5,73	5,78	5,82	5,86	5,89
	5	3,31	3,73	4,09	4,28	4,47	4,60	4,70	4,77	4,83	4,87	4,90	4,93	4,93	4,93	4,93
	4	3,11	3,41	3,60	3,74	3,82	3,88	3,92	3,95	3,97	3,98	3,99	3,99	3,99	4,00	4,00
	3	2,75	2,88	2,94	2,97	2,98	2,99	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00
	2	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
		3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
		Número de passageiros na cabine (c)														

Continua

Cópia não autorizada

NBR 5665/1983

7

/continuação

	48	16,09	16,77	17,43	18,09	18,75	19,39	19,96	20,55	21,13	21,70	22,26	22,81	23,35	23,87	24,38
	47	16,03	16,70	17,35	18,01	18,64	19,25	19,86	20,45	21,02	21,59	22,14	22,68	23,21	23,73	24,23
	46	15,97	16,64	17,29	17,93	18,55	19,15	19,76	20,34	20,91	21,47	22,02	22,55	23,07	23,58	24,08
	45	15,91	16,57	17,22	17,85	18,47	19,07	19,66	20,23	20,80	21,35	21,89	22,41	22,92	23,43	23,92
	44	15,85	16,50	17,14	17,77	18,38	18,97	19,55	20,12	20,68	21,22	21,75	22,27	22,77	23,27	23,75
	43	15,79	16,43	17,06	17,68	18,28	18,87	19,43	20,01	20,55	21,09	21,61	22,12	22,62	23,10	23,58
	42	15,71	16,35	16,98	17,59	18,18	18,77	19,33	19,89	20,42	20,95	21,46	21,96	22,45	22,93	23,40
	41	15,64	16,27	16,89	17,50	18,08	18,65	19,21	19,76	20,29	20,81	21,31	21,80	22,28	22,75	23,21
	40	15,57	16,19	16,80	17,40	17,98	18,54	19,09	19,63	20,15	20,66	21,16	21,64	22,11	22,57	23,01
	39	15,49	16,11	16,71	17,29	17,87	18,43	18,98	19,49	20,00	20,50	20,99	21,46	21,92	22,38	22,81
	38	15,40	16,02	16,61	17,19	17,75	18,30	18,83	19,35	19,85	20,34	20,82	21,29	21,74	22,18	22,60
	37	15,32	15,92	16,51	17,08	17,63	18,17	18,69	19,20	19,69	20,17	20,64	21,10	21,54	21,97	22,39
	36	15,23	15,82	16,40	16,96	17,50	18,03	18,54	19,04	19,53	20,00	20,46	20,90	21,33	21,75	22,16
	35	15,13	15,72	16,29	16,84	17,37	17,89	18,39	18,88	19,35	19,81	20,26	20,69	21,12	21,52	21,92
	34	15,03	15,61	16,17	16,71	17,23	17,74	18,23	18,71	19,17	19,62	20,06	20,48	20,89	21,29	21,67
	33	14,93	15,49	16,04	16,57	17,08	17,58	18,06	18,53	18,98	19,42	19,85	20,26	20,65	21,04	21,41
	32	14,82	15,37	15,91	16,43	16,93	17,42	17,89	18,34	18,78	19,21	19,62	20,02	20,41	20,78	21,14
	31	14,70	15,25	15,77	16,28	16,77	17,24	17,70	18,15	18,57	18,99	19,39	19,78	20,15	20,51	20,86
	30	14,58	15,11	15,63	16,12	16,60	17,06	17,51	17,94	18,36	18,76	19,14	19,52	19,88	20,23	20,57
	29	14,46	14,97	15,47	15,95	16,42	16,87	17,30	17,72	18,13	18,51	18,89	19,25	19,60	19,93	20,26
	28	14,31	14,82	15,31	15,78	16,23	16,67	17,09	17,49	17,88	18,25	18,62	18,98	19,33	19,62	19,93
	27	14,17	14,66	15,13	15,58	16,03	16,45	16,85	17,25	17,62	17,99	18,33	18,66	18,98	19,29	19,59
	26	14,01	14,49	14,95	15,39	15,82	16,22	16,61	16,99	17,35	17,70	18,03	18,35	18,65	18,95	19,23
	25	13,84	14,31	14,75	15,18	15,59	15,98	16,36	16,72	17,06	17,39	17,71	18,01	18,31	18,58	18,85
	24	13,67	14,12	14,55	14,96	15,35	15,73	16,09	16,43	16,75	17,07	17,38	17,68	17,94	18,20	18,45
	23	13,48	13,91	14,32	14,72	15,09	15,45	15,80	16,12	16,44	16,75	17,05	17,29	17,55	17,80	18,04
	22	13,27	13,69	14,09	14,46	14,82	15,16	15,49	15,80	16,09	16,38	16,64	16,90	17,14	17,37	17,59
	21	13,06	13,45	13,83	14,19	14,53	14,85	15,16	15,45	15,73	16,00	16,24	16,48	16,71	16,92	17,13
	20	12,82	13,20	13,56	13,90	14,22	14,52	14,81	15,08	15,34	15,59	15,83	16,04	16,25	16,45	16,63
	19	12,57	12,92	13,26	13,58	13,88	14,17	14,43	14,69	14,93	15,15	15,37	15,57	15,76	15,94	16,11
	18	12,29	12,63	12,94	13,24	13,52	13,78	14,03	14,27	14,49	14,69	14,88	15,07	15,24	15,40	15,56
	17	11,99	12,31	12,60	12,87	13,13	13,37	13,60	13,81	14,01	14,20	14,37	14,54	14,69	14,84	14,97
	16	11,67	11,98	12,23	12,46	12,71	12,93	13,14	13,33	13,51	13,67	13,83	13,97	14,11	14,23	14,35
	15	11,31	11,58	11,82	12,05	12,26	12,45	12,64	12,80	12,95	13,11	13,24	13,37	13,48	13,59	13,69
	14	10,92	11,10	11,26	11,50	11,71	11,94	12,10	12,24	12,38	12,50	12,62	12,72	12,82	12,91	13,00
	13	10,49	10,70	10,89	11,07	11,23	11,38	11,51	11,64	11,75	11,85	11,95	12,04	12,12	12,19	12,25
	12	10,02	10,20	10,36	10,51	10,65	10,77	10,88	10,98	11,08	11,16	11,24	11,31	11,37	11,43	11,48
	11	9,50	9,65	9,78	9,91	10,02	10,11	10,20	10,28	10,35	10,42	10,48	10,53	10,58	10,62	10,66
	10	8,92	9,04	9,14	9,24	9,33	9,41	9,47	9,53	9,58	9,63	9,67	9,72	9,76	9,79	9,82
	9	8,28	8,37	8,45	8,52	8,58	8,63	8,68	8,72	8,75	8,78	8,81	8,83	8,85	8,87	8,89
	8	7,56	7,63	7,68	7,73	7,76	7,80	7,83	7,85	7,87	7,89	7,91	7,92	7,93	7,94	7,95
	7	6,77	6,81	6,84	6,87	6,89	6,91	6,92	6,94	6,95	6,96	6,96	6,97	6,97	6,98	6,98
	6	5,91	5,93	5,94	5,95	5,95	5,97	5,98	5,98	5,98	5,98	5,98	5,98	5,98	5,98	5,98
	5	4,96	4,98	4,99	4,99	4,99	4,99	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
	4	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00
	3	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00
	2	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
		18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
		Número de passageiros na cabina (c)														

/continua



Tabela 6 - Intervalo de tráfego

Número de elevadores	Finalidade do prédio	Intervalo de tráfego máximo (s)
1	Geral	60
2	Geral	60
3	Geral	50
4 ou mais	Escritórios de entidade única	40
	Escritórios em geral e consultório	40
	Hospitais	45
	Hotéis	45
	Escolas	45
	Lojas	45
	Garagens	45
Restaurantes	45	

ANEXOS

**ANEXO A - Modelo de formulário de cálculo de tráfego**

Local: \_\_\_\_\_

Proprietário: \_\_\_\_\_

Autor do projeto: \_\_\_\_\_

Construtora: \_\_\_\_\_

Destinação de uso: \_\_\_\_\_

**População:**

- Composição: \_\_\_\_\_

- Relação: \_\_\_\_\_

- População total: \_\_\_\_\_

- Porcentagem mínima a ser transportada em 5 min \_\_\_\_\_ %

- Intervalo de tráfego máximo admissível (s) \_\_\_\_\_


**Elevadores:**

1 - Unidades no grupo \_\_\_\_\_

2 - Capacidade (passageiros) \_\_\_\_\_

3 - Paradas \_\_\_\_\_

4 - Paradas possíveis \_\_\_\_\_

5 - Percorso (m) \_\_\_\_\_

6 - Velocidade (m/s) \_\_\_\_\_

7 - Tipo de portas \_\_\_\_\_

8 - Abertura livre (m) \_\_\_\_\_


**Tempos adotados (s):**

9 - Aceleração e retardamento \_\_\_\_\_

10 - Abertura e fechamento de portas \_\_\_\_\_

11 - Entrada e saída de passageiros \_\_\_\_\_


**Tempos totais calculados (s):**

12 - T1 - Percorso total \_\_\_\_\_

13 - T2 - Aceleração e retardamento \_\_\_\_\_

14 - T3 - Abertura e fechamento de portas \_\_\_\_\_

15 - T4 - Entrada e saída de passageiros \_\_\_\_\_

- Soma parcial (T1 + T2 + T3 + T4) \_\_\_\_\_

- Adicional 0,1 (T3 + T4) \_\_\_\_\_

16 - T - Tempo total de viagem \_\_\_\_\_



17 - I - Intervalo de tráfego \_\_\_\_\_

18 - C<sub>1</sub> - Capacidade de transporte (passageiros) \_\_\_\_\_

19 - C<sub>2</sub> - Capacidade de tráfego (passageiros) \_\_\_\_\_


**OBS:**

Engenheiro Responsável: \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_/\_\_\_/19\_\_\_ Firma Instaladora: \_\_\_\_\_

Cópia não autorizada

NBR 5665/1989

11

## ANEXO B - Exemplo de cálculo de tráfego

## Exemplo 1

Local: Rua "A" nº 100 - Rio de Janeiro

Proprietário: \_\_\_\_\_

Autor do projeto: \_\_\_\_\_

Construtor: \_\_\_\_\_

Destinação de uso: Escalões em geral

População: Zona Baixa T, 1ª ao 14ª

- Composição: \_\_\_\_\_

- Relação: \_\_\_\_\_

- População total: \_\_\_\_\_

- Porcentagem mínima a ser transportada em 5 min: 12 %

- Intervalo de tráfego máximo admissível (s): \_\_\_\_\_

9800 m <sup>2</sup>		
1p/7,00 m <sup>2</sup>		
1400		
168		

40		
----	--	--

Elevadores:

1 - Unidades do grupo \_\_\_\_\_

2 - Capacidade (passageiros) \_\_\_\_\_

3 - Paradas \_\_\_\_\_

4 - Paradas prováveis \_\_\_\_\_

5 - Percurso (m) \_\_\_\_\_

6 - Velocidade (m/s) \_\_\_\_\_

7 - Tipo de portas \_\_\_\_\_

8 - Abertura livre (m) \_\_\_\_\_

5		
20		
15		
11,82		
45,00		
3,50		
AC		
1,10		

Tempos adotados (s):

9 - Aceleração e retardamento \_\_\_\_\_

10 - Abertura e fechamento de portas \_\_\_\_\_

11 - Entrada e saída de passageiros \_\_\_\_\_

6,00		
3,90		
2,00		

Tempos totais calculados (s):

12 - T1 - Percurso total \_\_\_\_\_

13 - T2 - Aceleração e retardamento \_\_\_\_\_

14 - T3 - Abertura e fechamento de portas \_\_\_\_\_

15 - T4 - Entrada e saída de passageiros \_\_\_\_\_

25,71		
35,46		
46,09		
40,00		

- Soma parcial (T1 + T2 + T3 + T4) \_\_\_\_\_

- Adicional 0,1 (T3 + T4) \_\_\_\_\_

147,26		
0,60		

16 - T - Tempo total de viagem \_\_\_\_\_

155,86		
--------	--	--

17 - I - Intervalo de tráfego \_\_\_\_\_

31,17		
-------	--	--

18 - C<sub>1</sub> - Capacidade de transporte (passageiros) \_\_\_\_\_

38,49		
-------	--	--

19 - C<sub>T</sub> - Capacidade de tráfego (passageiros) \_\_\_\_\_

192,48		
--------	--	--

OBS.:

Engenheiro Responsável \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_\_/\_\_\_\_/19\_\_\_\_ Firma Instaladora: \_\_\_\_\_

## Exemplo 2

Local: Rua "A" nº 100 - Rio de Janeiro

Proprietário: \_\_\_\_\_

Autor do projeto: \_\_\_\_\_

Construtor: \_\_\_\_\_

Destinação de uso: Escritórios em geral

População: Zona Alta T, 15º ao 25º

- Composição: \_\_\_\_\_

- Relação: \_\_\_\_\_

- População total: \_\_\_\_\_

- Percentagem mínima a ser transportada em 5 min: 12 %

- Intervalo de tráfego máximo admissível (s): \_\_\_\_\_

8400 m <sup>2</sup>		
1p/7 m <sup>2</sup>		
1200		
144		
40		

Elevadores:

1 - Unidades do grupo: \_\_\_\_\_

2 - Capacidade (passageiros): \_\_\_\_\_

3 - Paradas: \_\_\_\_\_

4 - Paradas provisórias: \_\_\_\_\_

5 - Percorso (m): \_\_\_\_\_

6 - Velocidade (m/s): \_\_\_\_\_

7 - Tipo de portas: \_\_\_\_\_

8 - Abertura livre (m): \_\_\_\_\_

5		
20		
13		
10,89		
82,80		
4,00		
AC		
1,10		

Tempos adotados (s):

9 - Aceleração e retardamento: \_\_\_\_\_

10 - Abertura e fechamento de portas: \_\_\_\_\_

11 - Entrada e saída de passageiros: \_\_\_\_\_

6,00		
3,00		
2,00		

Tempos totais calculados (s):

12 - T1 - Percorso total: \_\_\_\_\_

13 - T2 - Aceleração e retardamento: \_\_\_\_\_

14 - T3 - Abertura e fechamento de portas: \_\_\_\_\_

15 - T4 - Entrada e saída de passageiros: \_\_\_\_\_

- Soma parcial (T1 + T2 + T3 + T4): \_\_\_\_\_

- Adicional 0,1 (T3 + T4): \_\_\_\_\_

16 - T - Tempo total da viagem: \_\_\_\_\_

17 - I - Intervalo de tráfego: \_\_\_\_\_

18 - C<sub>v</sub> - Capacidade de transporte (passageiros): \_\_\_\_\_19 - C<sub>t</sub> - Capacidade de tráfego (passageiros): \_\_\_\_\_

41,40		
32,67		
42,47		
40,09		
156,64		
8,24		
164,78		
32,95		
38,41		
182,08		

LBS:

Engenheiro Responsável: \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_\_/\_\_\_\_/19\_\_\_\_ Firma instaladora: \_\_\_\_\_