

CENTRO UNIVERSITÁRIO DO SUL DE MINAS
ENGENHARIA MECÂNICA
JOSÉ JUNIOR SANTANA

**DIMENSIONAMENTO DE UM ELEVADOR, ATENDENDO ACESSIBILIDADE DE
PESSOAS EM UM PRÉDIO**

Varginha
2020

JOSÉ JUNIOR SANTANA

**DIMENSIONAMENTO DE UM ELEVADOR, ATENDENDO ACESSIBILIDADE DE
PESSOAS EM UM PRÉDIO**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Engenharia Mecânica do Centro Universitário do Sul de Minas – UNIS/MG, como pré-requisito para obtenção de grau de bacharel sob orientação do Prof. MSc. João Mário Mendes Freitas e coorientação da Prof. Dra. Déborah Reis Alvarenga Romano.

Varginha

2020

JOSÉ JUNIOR SANTANA

**DIMENSIONAMENTO DE UM ELEVADOR, ATENDENDO ACESSIBILIDADE DE
PESSOAS EM UM PRÉDIO**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Engenharia Mecânica do Centro Universitário do Sul de Minas – UNIS/MG, como pré-requisito para obtenção de grau de bacharel pela banca examinadora composta pelos membros:

Aprovado em / /

Prof.

Prof.

Prof.

OBS.:

Dedico este trabalho a todos aqueles que contribuíram para sua realização, em especial ao meu orientador do trabalho de conclusão de curso, Prof. MSc. João Mário Mendes Freitas, que sempre me orientou.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus pela oportunidade, aos professores pela orientação, aos meus familiares e à minha noiva por terem me auxiliado e colaborado na construção deste trabalho.

“Aprender é a única coisa de que a mente nunca se cansa, nunca tem medo e nunca se arrepende.” (Leonardo da Vinci).

RESUMO

Este trabalho mostra na prática a elaboração de um projeto de elevador, visando atender acessibilidade de pessoas em um prédio na cidade de Campanha, Minas Gerais. Segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2010), no Brasil há um percentual de 23,9% da população com algum tipo de deficiência, seja ela visual, auditiva, motora ou intelectual. A fim de atender a necessidade de acessibilidade, a Lei nº 10098/00 foi instituída, estabelecendo normas técnicas que orientam a aplicação de critérios, proporcionando acessibilidade em edifícios de uso privado ou público. Para fins de projeto, normas como a NBR 16042:2012, criada para estabelecer critérios, mantendo a segurança durante a instalação de elevadores elétricos sem casa de máquinas e a NBR 9050:2004, estabelecendo exigências para adaptação da edificação, a fim de proporcionar acesso com mais autonomia, foram utilizadas, visando adequar e sanar todas as barreiras que possam impossibilitar o livre acesso. Tal abordagem se faz necessário devido à necessidade encontrada na edificação, pois esta conta apenas com lances de escadas para se ter acesso a outros pavimentos, impossibilitando que pessoas com mobilidade reduzida tenham livre acesso. Tendo em vista o objetivo desse trabalho é apresentar a realização de dimensionamento de elevador para um prédio e ao final apresentar a melhor proposta para atender acessibilidade de pessoas, esse propósito será alcançado através de estudos bibliográficos, cálculo matemático para o dimensionamento de um elevador e captação de orçamentos para obter-se o melhor custo benefício. A partir da análise dos estudos e cálculos realizados, pode-se notar a possibilidade de encontrar componentes disponíveis no mercado, conforme dimensionamento. Esse trabalho possibilitou ver em prática toda teoria que foi estudada. Matérias como sistemas mecânicos, resistências dos materiais, desenho técnico, entre outras, quando vistas em prática aumentam a percepção e o conhecimento estudados em sala.

Palavras-chave: Elevador de Passageiros. Acessibilidade. Dimensionamento dos Elementos. Pessoas com Deficiências.

ABSTRACT

This work shows in practice the elaboration of an elevator project, aiming to meet the accessibility of people in a building in the city of Campanha, Minas Gerais. According to data from the Brazilian Institute of Geography and Statistics (IBGE, 2010), in Brazil there is a percentage of 23.9% of the population with some type of disability, be it visual, auditory, motor or intellectual. In order to meet the need for accessibility, Law No. 10098/00 was instituted, establishing technical standards that guide the application of criteria, providing accessibility in buildings for private or public use. For design purposes, standards such as NBR 16042: 2012, created to establish criteria, maintaining security during the installation of electric elevators without a machine room and NBR 9050: 2004, establishing requirements for adaptation of the building, in order to provide access with more autonomy, they were used, aiming at adapting and remedying all barriers that may make free access impossible. Such an approach is necessary due to the need found in the building, as it only has flights of stairs to access other floors, making it impossible for people with reduced mobility to have free access. In view of the objective of this work is to present the dimensioning of an elevator for a building and at the end to present the best proposal to meet accessibility of people, this purpose will be achieved through bibliographic studies, mathematical calculation for the dimensioning of an elevator and capture budgets to obtain the best cost benefit. From the analysis of the studies and calculations performed, it is possible to note the possibility of finding components available on the market, according to dimensioning. This work made it possible to see in practice every theory that was studied. Materials such as mechanical systems, material resistance, technical design, among others, when seen in practice increase the perception and knowledge studied in the classroom.

Keywords: *Passenger Lift. Accessibility. Dimensioning of Elements. People with disabilities.*

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Dados do IBGE – Censo Demográfico 2010	17
Figura 2: Componentes do Elevador.....	20
Figura 3: Elevador sem casa de Máquina.....	22
Figura 4: Detalhe de Elevador Hidráulico.....	23
Figura 5: Elevador a Vácuo.....	24
Figura 6: Painel de Controle.....	29
Figura 7: Parte Interna de dois Modelos de Disjuntor	30
Figura 8: Motofreio W22	31
Figura 9: Inversor de Frequência	32
Figura 10: Posicionamento da Porta na Cabina	33
Figura 11: Modelo de Estrutura Escolhido para a Cabine	35
Figura 12: Montagem da Cabine	36
Figura 13: Modelo de Operador de Porta Hidra Plus	37
Figura 14: Longarinas e cabeçotes.....	42
Figura 15: Contra Peso.....	42
Figura 16: Percurso mínimo para para-choque em função da velocidade	43
Figura 17: Mola H107045	47
Figura 18: Vistas da Cabina	55
Figura 19: Vista Tridimensional.....	56
Figura 20: Vista Tridimensional da Cabina	57
Figura 21: Cotação Montele	58
Figura 22: Cotação Alfa	59
Figura 23: Cotação Atlas Schindler	60

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Área Máxima da Cabina	34
Quadro 2: Arranjo – Padrão de Cabine para o Transporte de Pessoas Portadoras de Deficiência.....	34
Quadro 3: Fator de Segurança Conforme as Normas Adaptado Melconian	38
Quadro 4: Dimensionamento do Cabo.....	39
Quadro 5: Cabo de Aço Selecionado	40
Quadro 6: Diâmetros para Polias e Tambores	40
Quadro 7: Dimensões da Polia	41
Quadro 8: Dimensionamento da Mola.....	46
Quadro 9: Componentes do Elevador	49
Quadro 10: Cotação de Elevadores.....	50

LISTA DE EQUAÇÕES

Equação 1: Carga de Ruptura Mínima.....	38
Equação 2: Índice de Curvatura.....	44
Equação 3: Fator de Wahl	44
Equação 4: Tensão de Cisalhamento	44
Equação 5: Deflexão por Aspiras ativa.....	45
Equação 6: Passo da Mola.....	45
Equação 7: Comprimento da Mola Aberta.....	45
Equação 8: Comprimento da Mola Fechada	45
Equação 9: Deflexão Máxima na Mola.....	45
Equação 10: Carga Máxima da Mola Fechada.....	46
Equação 11: Tensão Máxima de Cisalhamento.....	46

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
2 REFERENCIAL TEÓRICO	16
2.1 Acessibilidade	16
2.1.1 Legislação de Acessibilidade	18
2.1.1.1 Legislação Federal Nº 10.098/00.....	18
2.1.1.2 Legislação Federal Nº 13.146/15.....	19
2.2 Funcionamento Básico dos Elevadores e seus Componentes	19
2.3 Tipos de Elevadores	21
2.3.1 Elevadores Elétricos	21
2.3.2 Elevadores sem Casa de Máquinas.....	21
2.3.3 Elevadores Hidráulicos	22
2.3.4 Elevadores a Vácuo	23
2.4 Normas Relevantes	24
2.4.1 ABNT NBR 12892: (2009) “Elevador unifamiliar ou de uso restrito a pessoas com mobilidade reduzida”.....	24
2.4.2 ABNT NBR 16042: (2012) “Elevadores Elétricos de passageiros-Requisitos de Segurança para Construção e Instalação de Elevadores Sem casa de Máquina”.....	25
2.4.3 ABNT NBR NM 207: (1999) “Elevadores Elétricos - Requisitos de Segurança para Construção e Instalação”.	25
2.4.4 ABNT NBR 15575-1: (2013) “Edificações Habitacionais – Desempenho. Requisitos Gerais”.....	25
2.4.5 ABNT NBR 9050: (2004) “Acessibilidade a Edificações, Mobiliário, Espaços e Equipamentos Urbanos”.....	26
3 METODOLOGIA	27
3.1 Desenvolvimento do Projeto	28
3.1.1 Escolha do Elevador	28
3.2 Principais Componentes Elétricos	28
3.2.1 Painel de Controle	29
3.2.2 Disjuntor.....	29
3.2.3 Motor.....	30
3.2.4 Inversor de Frequência.....	31
3.2.5 Regenerador	32
3.3 Execução do projeto	32
3.3.1 Cabina	33
3.3.1.1 Painéis: paredes, piso e teto.....	35
3.3.1.2 Operador de Portas.....	36
3.4 Análises de Forças no Cabo	37
3.5 Dimensionamentos da Polia	40
3.6 Contrapeso	41
3.7 Para-Choques	43
3.8 Layouts do Projeto	47
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	48

5 CONCLUSÃO	51
REFERÊNCIAS	52
APÊNDICE A – Desenho Técnico	55
APÊNDICE B – Vista Tridimensional do Elevador.....	56
ANEXO A: Cotações Realizadas	58

1 INTRODUÇÃO

Segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2010), no Brasil há um percentual de 23,9% da população com algum tipo de deficiência, seja ela visual, auditiva, motora e intelectual. Esse percentual corresponde a 45 milhões de habitantes. Pensando nessas pessoas e na sua necessidade, a lei 10098/00 instituída, visando estabelecer normas técnicas que preveem que edifícios de uso privado ou público com mais de um pavimento deve atender aos mínimos requisitos para proporcionar acessibilidade a quem tanto necessita. Através dos dados acima, podemos pensar como seria possível atender às necessidades da acessibilidade em um prédio público com a realização de um dimensionamento de elevador de pessoas.

Nos dias de hoje é de grande importância que se tenha pelo menos um elevador em um prédio, tendo em vista que sua funcionalidade é muito grande, além de sanar as barreiras que impedem a movimentação de pessoas, proporcionando mais comodidade, fazendo com que as pessoas se sintam mais confortáveis.

Este projeto tem como intuito estudar normas da ABNT, Estudos bibliográficos e realizar um estudo de caso em um prédio público na cidade de Campanha, Minas Gerais, visando dimensionar um elevador para até 4 pessoas de forma a atender a acessibilidade do prédio.

Será realizado um dimensionamento de um elevador para um prédio público, com intuito de adequar esse prédio na cidade de Campanha, Minas Gerais, aos mínimos requisitos de acessibilidade. Para esse projeto terá como objetivos específicos estudar os critérios mínimos para se ter acessibilidade através de referências bibliográficas, analisar as normas de segurança e normas técnicas utilizadas na instalação de elevadores através do manual ABNT, analisar quais equipamentos são utilizados em elevadores, analisar a necessidade de um elevador em um prédio público pela metodologia do estudo de caso, dimensionar um elevador através de cálculos matemáticos e realizar orçamentos para instalação do elevador.

O estudo desse tema é relevante porque é necessária a adequação de um prédio para atender de forma igual todas as pessoas. Temos como Lei 10.098/00, que visa estabelecer normas técnicas que tenham com requisito mínimo a adequação de prédios sejam eles público ou privado de forma a sanar as barreiras que impeçam a movimentação de pessoas.

Nos dias de hoje, os edifícios que forem construídos e tiver mais de um pavimento, segundo a Lei nº 10.098/00, esse edifício deve conter fichas técnicas e projeto para facilitar a instalação de elevadores.

De acordo com dados do IBGE (2010), cerca de 45 milhões de habitantes 23,9% da população brasileira tem algum tipo de deficiência, estando divididas da seguinte forma: 42% com deficiência visual, 28% com deficiência motora, 16% com deficiência intelectual e 14% com deficiência auditiva. E segundo dados da Organização Mundial da Saúde (OMS, 2019), cerca de 28 milhões de pessoas tem mais de 60 anos cerca de 13% da população brasileira.

Conforme o passar do tempo e com o envelhecimento da população, a busca por soluções seguras, disponíveis e favoráveis só aumenta. Tendo como importância primordial adequações para se ter acessibilidade, as cidades nos dias de hoje devem ser projetadas de maneira que as pessoas mais idosas transitem com mais facilidade. E através de soluções inovadoras permitirem com que pessoas com mobilidade reduzida tenham melhores condições de acesso. E um elevador, além de atender pessoas com algum tipo de deficiência, também poderá ser utilizado por pessoas com idade avançada ou até mesmo por pessoas que queiram certa comodidade.

A hipótese que norteará esta pesquisa é que um prédio público, que procura adequar-se aos critérios mínimos de acesso, deve atentar-se para todos os fatores que abrangem esse tema, seja eles a forma de atender a todos de uma maneira igual e o custo para se adequar a esses critérios. Será possível, ao final desse trabalho, através de estudos bibliográficos e um estudo de caso em um prédio público, conhecer a necessidade de acessibilidade e ter um projeto detalhado de um elevador para transporte de pessoas com base em cálculos matemáticos, seguindo as normas técnicas da ABNT com detalhamento do projeto em AutoCAD e Solidwork, com a finalidade de adequar um prédio público aos mínimos requisitos de acessibilidade.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Será abordado neste capítulo um estudo bibliográfico, buscando coletar conhecimento através de obras literárias e artigos voltados ao tema de dimensionamento de elevador de passageiros, com foco em acessibilidade.

2.1 Acessibilidade

A definição de deficiência vem se adaptando de acordo com as inovações que vem acontecendo na área da saúde e a maneira como a sociedade convive com o percentual da população que declara ter algum tipo de deficiência. Um dos problemas que incomodam grande parte da população são as barreiras que impedem a movimentação de pessoas com deficiência motora ou com mobilidade reduzida em prédios privados ou públicos, impedindo que tenham seus direitos exercidos e uma vida com mais igualdade.

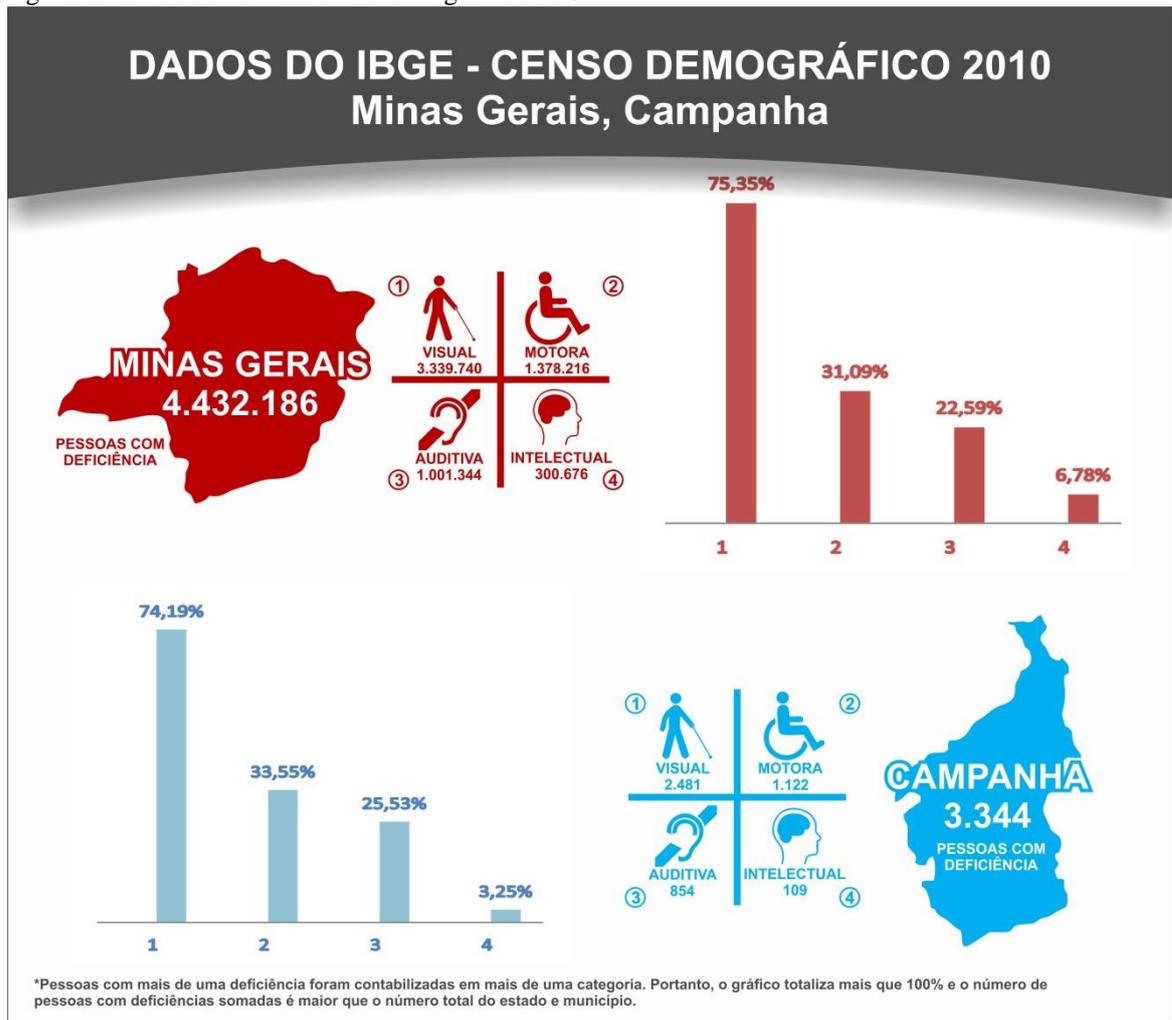
Tendo em vista sua necessidade, a acessibilidade é primordial em qualquer projeto arquitetônico de edificação, visando proporcionar mais comodidade às pessoas com qualquer tipo de deficiência, fazendo com que elas se sintam mais confortáveis. De acordo com Mendes (2009), a acessibilidade é caracterizada por um conjunto de ações, visando adequar um ambiente, produto ou serviço para trazer conforto, segurança e independência para todas as pessoas, tendo ou não algum tipo de deficiência.

Na visão de Mendes (2009), um dos critérios mais importantes de um projeto, seja ele novo ou existente, é se adequar de modo a obter qualidade do ambiente físico, apresentando uma acessibilidade arquitetônica que garanta comodidade e respeito às pessoas.

Quando o assunto é acessibilidade podem-se notar diversas normas da ABNT envolvendo esse tema, porém, por serem normas recentes, não são adotadas devidamente. Assim, o acesso de pessoas com alguma restrição física é prejudicado. A acessibilidade é um direito de todos, portanto, a engenharia deve se atentar às reais necessidades da população, visando o bem estar e o atendimento a todos de uma forma igual e justa.

Segundo o censo demográfico de 2010 realizado pelo IBGE, em Minas Gerais há cerca de 4 milhões de pessoas com algum tipo de deficiência (22,62% da população de Minas Gerais) e dentre elas há em torno de 1,3 milhão de pessoas com deficiência motora ou mobilidade reduzida, referente à 31,09% da população total.

Figura 1: Dados do IBGE – Censo Demográfico 2010



Fonte: Censo Demográfico 2010.

A grande maioria dos municípios não conta com uma acessibilidade aceitável para os deficientes, demonstrando a necessidade de projetos para se adequarem. A ilustração acima demonstra o percentual de pessoas com deficiência no estado de Minas Gerais e no município de Campanha.

Já no município de Campanha, segundo o Censo Demográfico de 2010 realizado pelo IBGE, existem 3.344 pessoas, sendo 21,67% da população de Campanha, com algum tipo de deficiência e, dessas, 33,5% são pessoas com deficiência motora. No entanto uma estimativa populacional foi realizada em 2019, supondo que esse valor tenha aumentado em 9%, chegando a 4.976 pessoas com alguma deficiência e 33,5% desse total tenha deficiência motora.

2.1.1 Legislação de Acessibilidade

A legislação busca apresentar oportunidades iguais a todas as pessoas e de forma clara atuar na melhoria das condições de vida, tendo como resultado o Desenvolvimento econômico e social.

2.1.1.1 Legislação Federal Nº 10.098/00

A lei Nº 10.098/00 foi instituída, visando estabelecer normas técnicas que preveem que edifícios de uso privado ou público com mais de um pavimento deve atender aos mínimos requisitos para proporcionar acessibilidade. A acessibilidade em prédios públicos é definida no capítulo IV dessa lei, como:

Art. 11. A construção, ampliação ou reforma de edifícios públicos ou privados destinados ao uso coletivo deverão ser executadas de modo que sejam ou se tornem acessíveis às pessoas portadoras de deficiência ou com mobilidade reduzida.

Parágrafo único. Para os fins do disposto neste artigo, na construção, ampliação ou reforma de edifícios públicos ou privados destinados ao uso coletivo deverão ser observados, pelo menos, os seguintes requisitos de acessibilidade:

I - nas áreas externas ou internas da edificação, destinadas a garagem e a estacionamento de uso público, deverão ser reservadas vagas próximas dos acessos de circulação de pedestres, devidamente sinalizadas, para veículos que transportem pessoas portadoras de deficiência com dificuldade de locomoção permanente;

II - pelo menos um dos acessos ao interior da edificação deverá estar livre de barreiras arquitetônicas e de obstáculos que impeçam ou dificultem a acessibilidade de pessoa portadora de deficiência ou com mobilidade reduzida;

III - pelo menos um dos itinerários que comuniquem horizontal e verticalmente todas as dependências e serviços do edifício, entre si e com o exterior, deverá cumprir os requisitos de acessibilidade de que trata esta Lei; e

IV - os edifícios deverão dispor, pelo menos, de um banheiro acessível, distribuindo-se seus equipamentos e acessórios de maneira que possam ser utilizados por pessoa portadora de deficiência ou com mobilidade reduzida. (BRASIL, 2000).

Já no capítulo V da Lei 10.098/00 podemos ver a definição de acessibilidade em prédios privados:

Art. 13. Os edifícios de uso privado em que seja obrigatória a instalação de elevadores deverão ser construídos atendendo aos seguintes requisitos mínimos de acessibilidade:

I - percurso acessível que una as unidades habitacionais com o exterior e com as dependências de uso comum;

II - percurso acessível que una a edificação à via pública, às edificações e aos serviços anexos de uso comum e aos edifícios vizinhos;

III - cabine do elevador e respectiva porta de entrada acessíveis para pessoas portadoras de deficiência ou com mobilidade reduzida. (BRASIL, 2000).

2.1.1.2 Legislação Federal Nº 13.146/15

Em 2015 a lei Nº 13.146 /15, foi instituída para promover a igualdade, visando atender os direitos fundamentais e a inclusão social de pessoas com deficiência. Essa lei se define da seguinte forma no Capítulo I de Disposições Gerais:

Art. 56. A construção, a reforma, a ampliação ou a mudança de uso de edificações abertas ao público, de uso público ou privadas de uso coletivo deverão ser executadas de modo a serem acessíveis.

§ 1º As entidades de fiscalização profissional das atividades de Engenharia, de Arquitetura e correlatas, ao anotarem a responsabilidade técnica de projetos, devem exigir a responsabilidade profissional declarada de atendimento às regras de acessibilidade previstas em legislação e em normas técnicas pertinentes.

§ 2º Para a aprovação, o licenciamento ou a emissão de certificado de projeto executivo arquitetônico, urbanístico e de instalações e equipamentos temporários ou permanentes e para o licenciamento ou a emissão de certificado de conclusão de obra ou de serviço, deve ser atestado o atendimento às regras de acessibilidade.

§ 3º O poder público, após certificar a acessibilidade de edificação ou de serviço, determinará a colocação, em espaços ou em locais de ampla visibilidade, do símbolo internacional de acesso, na forma prevista em legislação e em normas técnicas correlatas.

Art. 57. As edificações públicas e privadas de uso coletivo já existentes devem garantir acessibilidade à pessoa com deficiência em todas as suas dependências e serviços, tendo como referência as normas de acessibilidade vigentes. (BRASIL, 2015).

2.2 Funcionamento Básico dos Elevadores e seus Componentes

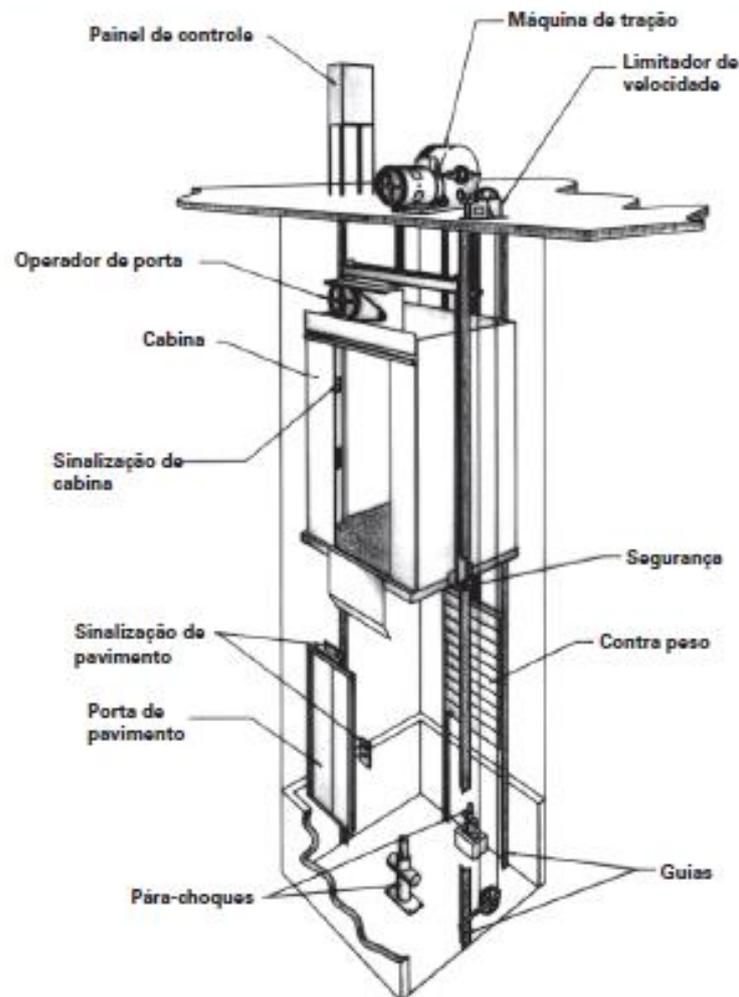
Segundo o Atlas Schindler (2013), a tecnologia e os processos estão evoluindo cada vez mais, estando mais presentes na indústria contribuindo para que passageiros tenham mais satisfação utilizando os equipamentos de transporte vertical.

Uma das maiores invenções criadas pelo homem, os elevadores de transporte vem sendo modificados com o tempo sempre pensando em estabelecer mais conforto e comodidade aos seus usuários, mas sempre mantendo o mesmo esquema de funcionamento, tendo seu funcionamento dividido em seis partes sendo elas: cabina; casa de máquina; caixa de corrida; poço; contrapeso e pavimento (ATLAS SCHINDLER, 2013).

De acordo com o Atlas Schindler (2013), os componentes do elevador são posicionados conforme a figura a baixo.

Figura 2: Componentes do Elevador

Posicionamento dos componentes do elevador para projetos de edifícios com casa de máquinas



Fonte: Atlas Schindler (2013).

O transporte de pessoas ou de cargas é realizado pela cabine, sendo montada sobre uma plataforma metálica com fixação por cabeçotes, esse conjunto é denominado de carro. Esse carro é suspenso por meio de cabos de aço que movimentam-se através de polias instaladas na cabine ou na casa de máquinas, sendo polias de tração e desvio (ATLAS SCHINDLER, 2013).

Para o balanceamento do peso da cabine do elevador são utilizados contrapesos, que consistem em um conjunto de longarinas, cabeçotes e uma estrutura metálica, onde serão colocados os pesos, servindo como alívio da carga da cabine (ATLAS SCHINDLER, 2013).

Para a realização do movimento de subida e descida é utilizada uma máquina de tração, que irá garantir a velocidade necessária para o içamento da cabine, contendo freios para controlar a parada no momento que chegar no andar desejado. Para maior segurança, o

elevador contém um freio de emergência fixado na estrutura do carro, caso haja rompimento dos cabos (ATLAS SCHINDLER, 2013).

Juntamente com a casa de máquinas, temos os limitadores de velocidade, utilizados para controlar a velocidade preestabelecida. Em caso de avanço da velocidade, passando o valor determinado, o limitador irá acionar os freios de emergência desligando o motor do elevador. O poço ainda conta com parachoque constituído por molas ou fluidos para proteger o limite do trajeto do elevador (ATLAS SCHINDLER, 2013).

2.3 Tipos de Elevadores

Atualmente, encontramos diversos modelos de elevadores disponíveis no mercado, que variam conforme a sua necessidade. Em residências são mais comuns elevadores hidráulicos e elétricos, e, ainda, temos o elevador a vácuo, que é menos frequente, por ter limitações a peso e tamanho.

2.3.1 Elevadores Elétricos

Com o avanço da tecnologia e a procura por comodidade, foram desenvolvidos os elevadores elétricos com um novo aprimoramento, permitindo a sua funcionalidade sem a necessidade de uma casa de máquinas, tendo como resultado o menor ruído possível e uma manutenção mais viável.

Esse equipamento além de apresentar comodidade, também é sustentável, devido a menor troca de óleo e sua eficiência energética. De acordo com Atlas Schindler (2013), a partir de 30 de dezembro de 1999, a norma NBR 207 exige uma série de modificações em projetos arquitetônicos e elevadores elétricos de passageiros se tornam necessários. Entre as exigências está a proibição de elevadores elétricos com sistema de portas semiautomáticas de eixo vertical, com obrigações na correção de dimensionamentos das áreas panejadas para instalação da caixa do elevador.

2.3.2 Elevadores sem Casa de Máquinas

Para instalação de um elevador elétrico sem a utilização de casa de máquina uma série de modificações deve ser atribuída nos componentes do elevador. No entanto, com pequenas

mudanças, será possível gerar uma redução considerável no espaço exigido pela norma para instalação do elevador (OTIS BRASIL, 2016).

Uma desvantagem desse tipo de elevador é a limitação do equipamento, devido ao seu porte ser de média e pequena dimensão. Possui grandes vantagens em relação aos elevadores convencionais, sendo elas: maior autonomia no projeto, manutenção com menor custo utilizando menos tempo, maior durabilidade e confiabilidade, por conter poucas peças móveis e o elevador opera em menor espaço permitindo que haja uma maior área útil no prédio (OTIS BRASIL, 2016).

Logo abaixo temos a representação de um elevador sem casa de máquina.

Figura 3: Elevador sem casa de Máquina



Fonte: Otis Brasil (2016).

2.3.3 Elevadores Hidráulicos

Assim como os elevadores elétricos, os elevadores hidráulicos são muito utilizados em prédios residenciais e privados, apresentando alta qualidade em conforto e segurança. Seu

funcionamento acontece através de pistões hidráulicos, encontrados na parte inferior do equipamento, que realizam seu movimento normalmente (VETRA, 2017).

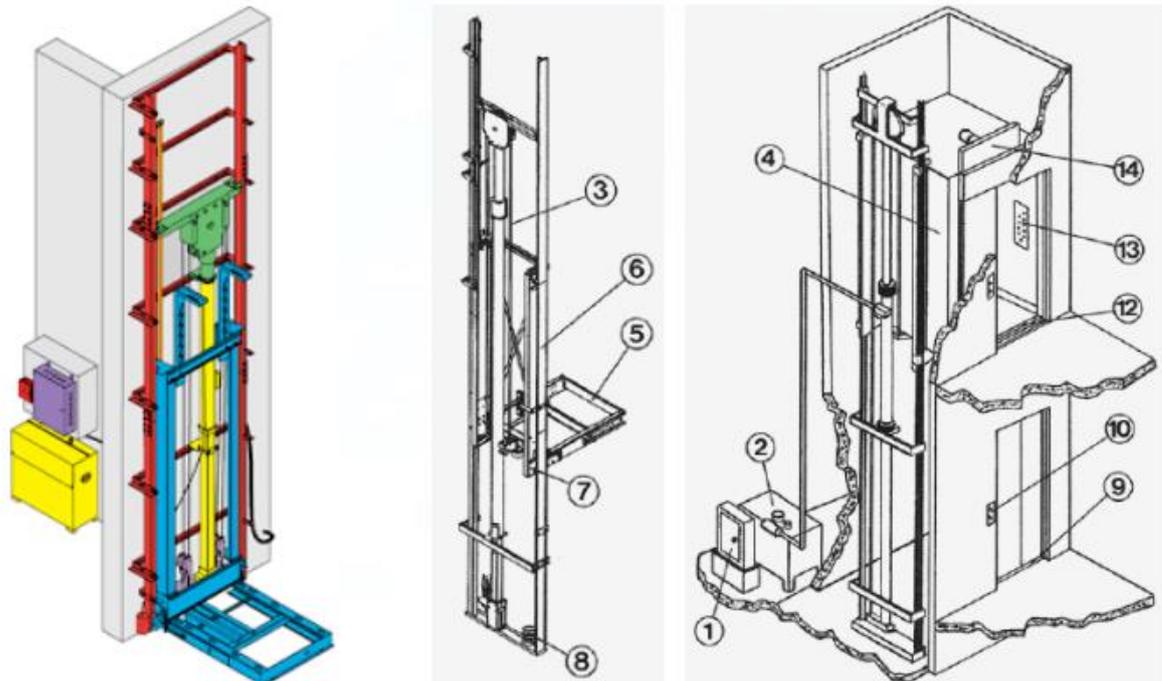
Existem algumas desvantagens desse tipo de elevador, se comparado aos equipamentos elétricos, pois são mais lentos, demonstrando menor eficiência energética, possuem um custo elevado de manutenção e, em caso de possíveis vazamentos, podem ocasionar problemas ambientais e sanitários (VETRA, 2017).

Segundo Vetra (2017), a instalação de um elevador é de grande importância para que o ambiente em que será inserido seja adequado, levando segurança, conforto e qualidade.

Figura 4: Detalhe de Elevador Hidráulico

CONJUNTO HIDRÁULICO

PISTÃO ARCADA E CENTRALINA



Fonte: Vetra Elevadores (2016).

2.3.4 Elevadores a Vácuo

Esse tipo de equipamento funciona através da sucção do ar, causando uma diferença na pressão, realizando o movimento de subida e descida. Um exemplo simples com o mesmo princípio dessa ação é o movimento de uma seringa. A pressão do ar é usada como redução da velocidade para controlar a descida do elevador (HABITISSIMO, 2020).

Segundo Elevsul (2020), a principal vantagem desse equipamento é a sua montagem, pois não necessita de cabos de aço, pistões hidráulicos, polias, engrenagens, óleo e, o

principal, é não serem necessárias construções complexas ou adaptações em edifícios para sua instalação, pensando numa maior economia. Sua principal desvantagem é a restrição quanto às suas pequenas dimensões e cargas, sem contar o ruído causado pela operação dos compressores.

Figura 5: Elevador a Vácuo



Fonte: Habitissimo (2020).

2.4 Normas Relevantes

As normas certificam propriedades desejáveis de serviços e produtos, procurando garantir a segurança, qualidade e confiabilidade, portanto apresentando uma grande contribuição positiva para as diversas características da população.

2.4.1 ABNT NBR 12892: (2009) “Elevador unifamiliar ou de uso restrito a pessoas com mobilidade reduzida”

Segundo Associação Brasileira de Normas Técnica (2009), essa norma tem como propósito apresentar condições que assegurem a construção e implantação de elevadores em residências ou para a utilização exclusiva de pessoas com mobilidade reduzida, visando

atender à acessibilidade. Abrangendo todos os princípios para dimensionamento e realização de um projeto de elevador, a norma demonstra instruções para dimensionar a caixa, a casa de máquinas, casa de polias, carro e contrapeso, freios de segurança, limitador de velocidade e portas.

2.4.2 ABNT NBR 16042: (2012) “Elevadores Elétricos de passageiros-Requisitos de Segurança para Construção e Instalação de Elevadores Sem casa de Máquina”.

Com os avanços da tecnologia permitindo a funcionalidade de um elevador sem a necessidade de uma casa de máquinas e por conta de medidas que ainda não estavam descritas na NBR NM 207, foi criada a norma NBR 16042, que visa estabelecer critérios para manter a segurança durante a construção e instalação de elevadores elétricos sem casa de máquinas e proteger os usuários durante sua operação, manutenção e em caso de emergências no elevador.

2.4.3 ABNT NBR NM 207: (1999) “Elevadores Elétricos - Requisitos de Segurança para Construção e Instalação”.

A norma NBR NM 207 (1999) tem o intuito estabelecer as mínimas regras para a construção e instalação de elevadores elétricos de passageiros, sendo o ponto principal a segurança de seu usuário, como também a equipe que realizará a inspeção e manutenção, determinando inspeções periódicas e ensaios com a finalidade de garantir o máximo do potencial de funcionalidade do elevador elétrico. Entretanto, os ensaios regulares devem ter controle para não haver ensaios repetitivos, causando desgaste do equipamento, principalmente o para-choque e os freios de segurança.

2.4.4 ABNT NBR 15575-1: (2013) “Edificações Habitacionais – Desempenho. Requisitos Gerais”.

A norma NBR 15575-1 (2013) apresenta uma série de exigências e métodos para adequar o desempenho de uma edificação, visando atender às necessidades de seu usuário. Além de apresentar medidas que assegurem o desempenho acústico, térmico e contra incêndio, também aponta acessos a pessoas com mobilidade reduzida ou algum tipo de

deficiência, sendo estabelecidos critérios de acessibilidade, utilizando métodos de análise associados à norma NBR 9050 (2004).

2.4.5 ABNT NBR 9050: (2004) “Acessibilidade a Edificações, Mobiliário, Espaços e Equipamentos Urbanos”.

Conforme a Associação Brasileira de Normas Técnicas (2004), o principal objetivo dessa norma é adaptar edificações e mobiliário urbano, a fim de proporcionar acesso com mais autonomia e segurança para pessoas com mobilidade reduzida ou algum tipo de deficiência. Todos os projetos que envolverem edificações, equipamentos urbanos e mobiliários deverão ser adequados de maneira a sanar as barreiras que impeçam a movimentação de pessoas, obedecendo aos critérios dessa norma.

3 METODOLOGIA

A metodologia aplicada a este trabalho tem como intuito responder aos objetivos propostos nessa pesquisa, auxiliando a encontrar os resultados esperados por este projeto. Para o desenvolvimento deste trabalho será utilizado o método de estudo de caso descritivo, que segundo Silva e Menezes (2005) é uma pesquisa que tende a descrever de forma detalhada e aprofundada um ou poucos objetivos, favorecendo o conhecimento do objeto estudado.

Para a utilização do método de estudo de caso é necessário que seja feita uma coleta de dados para analisar e obter informações sobre indivíduo, um grupo, uma família ou uma comunidade, de modo que vários aspectos de sua vida sejam estudados conforme a pesquisa que será realizada (PRODANOV; FREITAS, 2013).

A presente pesquisa é de natureza aplicada, pois seu principal objetivo é buscar gerar conhecimento para ter uma aplicação prática, visando soluções para um problema específico (SILVA; MENEZES, 2005). De forma mais clara e objetiva, esta pesquisa visa propor o desenvolvimento de um projeto de elevador para suprir a acessibilidade em um prédio.

Será realizada uma pesquisa bibliográfica para entender a necessidade de um elevador para atender à acessibilidade de pessoas.

O primeiro passo para o desenvolvimento dessa pesquisa será a visita ao prédio público para conhecer suas instalações, local em que há necessidade de um elevador para suprir a deficiência de acessibilidade que a construção possui.

Em seguida, serão analisados os dados da população brasileira, utilizando como pesquisa secundária o site do IBGE, para ter uma visão do tamanho da população brasileira que tem algum tipo de deficiência.

Após essa análise será utilizado de cálculos matemáticos e pesquisas bibliográficas para realizar o dimensionamento de um elevador de pessoas, para o detalhamento do projeto será utilizado softwares, como o AutoCAD e Solidwork.

Logo poderá ser feita a cotação e orçamento para futura compra e instalação do elevador proposto.

3.1 Desenvolvimento do Projeto

A partir desse tópico será decidido, qual será o modelo de elevador para atender a necessidade de acessibilidade em um prédio na cidade de Campanha, Minas Gerais, com a escolha do elevador e seus componentes através de cálculos matemáticos.

3.1.1 Escolha do Elevador

Para início do desenvolvimento do projeto é necessário que seja feita a escolha da configuração de elevador que mais se adeque ao prédio, assim como as normas a serem seguidas, uma vez que o projeto visa atender a necessidade de acessibilidade de um prédio e este dispõe apenas de escadas para acesso aos outros pavimentos.

Para a melhor escolha de sistema de elevador, uma comparação é realizada entre elevadores elétricos e elevadores hidráulicos. Segundo Vetra (2017), equipamentos hidráulicos são muito utilizados em prédios, por apresentar alta qualidade em conforto e segurança, porém quando comparados aos elevadores elétricos apresentam uma desvantagem considerável, pois são mais lentos, demonstrando menor eficiência energética, custo elevado de manutenção e, em caso de possíveis vazamentos, podem ocasionar problemas ambientais e sanitários. Já os equipamentos elétricos na visão de Atlas Schindler (2013), além de apresentarem comodidade, também são sustentáveis, devido a menor troca de óleo e sua eficiência energética.

Logo, o elevador que apresentou benefícios para instalação foram os equipamentos elétricos, e para facilitar sua instalação e ocupar menos espaço, optou-se por elevadores sem casa de máquinas, obedecendo a NBR 16042 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2012). Esse equipamento possui uma grande vantagem em relação aos elevadores convencionais, tendo maior autonomia no projeto com uma manutenção mais viável, além de maior durabilidade (OTIS BRASIL, 2016).

3.2 Principais Componentes Elétricos

Neste tópico serão ressaltados os principais componentes elétricos do elevador escolhido para esse trabalho. Dentre eles veremos painel de controle, disjuntor, motor, inversor de frequência e regenerador.

3.2.1 Painel de Controle

Segundo Elevatec (2020), esses equipamentos também conhecidos como cérebro do elevador, são responsáveis por toda a lógica de funcionamento do equipamento, sendo constituído por um conjunto de reles ou comandado por uma placa eletrônica. Outra característica do painel de controle é o comando de acionamento do motor, podendo ser por inversor de frequência (V.V.V. F) ou contatoras de potência, comandos que irão possibilitar a movimentação da cabine.

Figura 6: Painel de Controle

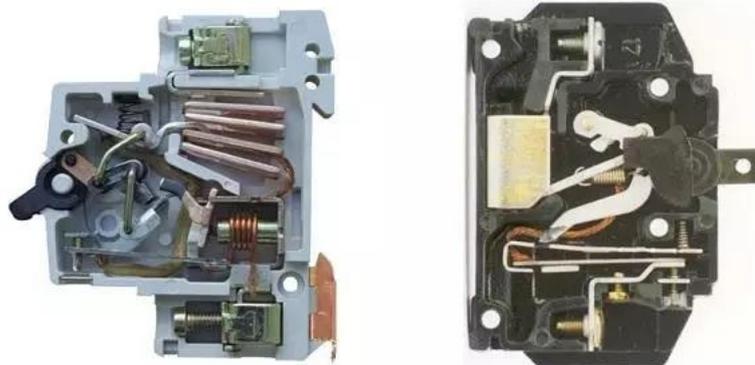


Fonte: Excellence Elevadores (2020)

3.2.2 Disjuntor

Esse dispositivo tem como função principal proteger equipamentos elétricos da instalação em caso de risco de sobrecarga. De acordo com Marques (2019), esses dispositivos são utilizados para anular a passagem de corrente elétrica em caso de sobrecarga ou curto-circuito no sistema, garantindo a segurança do equipamento.

Figura 7: Parte Interna de dois Modelos de Disjuntor



Fonte: Mundo da Elétrica (2020)

Em concordância com Mattede (2020), o funcionamento de um disjuntor se dá através da deformação de uma placa metálica em caso de sobrecarga, assim aquecendo a placa até que ela se deforme, abrindo o contato interrompendo o circuito. Seu dimensionamento acontece através da soma de todas as correntes elétricas do sistema mais uma porcentagem para margem de segurança.

3.2.3 Motor

Para dimensionamento do motor será utilizado os cálculos da carga de trabalho do sistema através dos conceitos obtidos em sistemas mecânicos, tendo em vista a potência, rotação no eixo do motor e torque necessário para que o motor possa movimentar a cabina. A partir desses cálculos, será possível encontrar o motor no catálogo da fabricante WEG que melhor se adeque ao sistema de elevação. Para este trabalho será utilizado o motofreio.

Conforme a WEG (2020), esse sistema conta com um alto torque de frenagem e durabilidade, possibilitando paradas rápidas, tendo em seu sistema de freios elementos de fricção, proporcionando um menor desgaste e com uma maior segurança.

Figura 8: Motofreio W22



Fonte: WEG (2020)

Este motor se mostra como a melhor aplicação para o sistema, sendo ideal em paradas precisas e seguras. Sua frenagem acontece de acordo com o catálogo da WEG (2020), o motor, quando desligado, interrompe a corrente da bobina do freio, deixando de atuar, e assim as molas de pressão irão agir empurrando a armadura contra o motor, comprimindo o disco de frenagem, parando o motor.

Após os cálculos de potência, rotação no eixo e torque no motor em relação a carga de trabalho o modelo que apresentou melhor performance para esse trabalho é o modelo W22, com 4 cv da fabricante WEG.

3.2.4 Inversor de Frequência

Segundo Mattede (2020), um inversor de frequência é um dispositivo eletrônico que tem como função, variar a velocidade de rotação de um motor trifásico, capaz de converter corrente elétrica fixa em corrente elétrica variável, podendo controlar a potência utilizada pela carga, mediante alteração na frequência da rede elétrica.

Dessa forma, poderá ser controlada a velocidade síncrona, que nada mais é, que a ligação entre a velocidade de rotação do motor e a velocidade gerada pelo campo magnético.

Figura 9: Inversor de Frequência



Fonte: Mundo da Elétrica (2020).

Esse equipamento atua diretamente na entrada do motor, alternando sua frequência, para que se adeque ao motor. Sendo assim, quando a frequência é menor a velocidade é menor e caso seja maior a velocidade também será maior (MATTEDE, 2020).

3.2.5 Regenerador

O regenerador é um sistema que aproveita da energia mecânica do elevador convertendo em energia elétrica para que possa ser utilizada pelo prédio. De acordo com o site Crel (2020), a energia mecânica gerada pelo elevador ao invés de se perder em forma de calor, pode ser aproveitada para realimentar a rede elétrica da edificação. Dessa maneira a energia gerada pelo elevador tem muitas finalidades, como alimentação de computadores, iluminação do prédio, ar condicionado e dentre outros equipamentos utilizados no prédio (CREL, 2020).

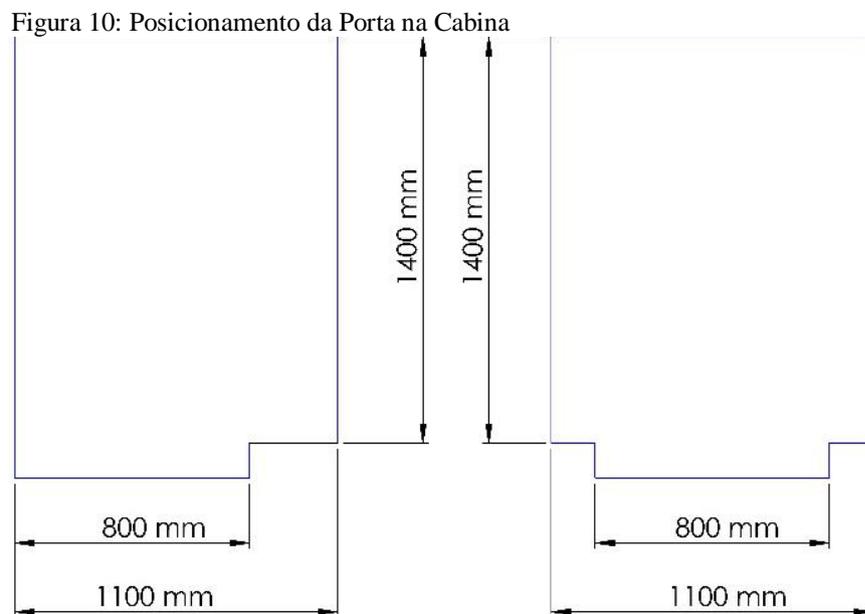
3.3 Execução do projeto

A partir dessa temática será desenvolvido o projeto de um elevador para atender acessibilidade de um prédio. Este capítulo irá abordar a seleção dos diferentes tipos de componentes utilizados em um elevador e seu dimensionamento através de cálculos e embasamento em normas técnicas.

3.3.1 Cabina

Para este trabalho, a cabine deve suportar no mínimo uma carga de 500 Kg ou 6 passageiros, visando atender acessibilidade e conforto ao usuário.

Conforme as orientações da norma NBR 13994 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2000), é imprescindível que o espaço interno da cabina contenha a dimensão mínima, permitindo assim, o giro completo de uma cadeira de rodas. Portanto, pensando na questão de acessibilidade, a cabina possuirá uma porta central, com duas folhas, sendo elas automáticas, em aço inoxidável, com medidas de 800 mm de largura e 2000 mm de altura, constituídas de sensores por barreira para maior proteção das pessoas.



Fonte: ABNT NBR 13994 (2000)

Conforme a NBR16042 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2012), seção 8.2.2, podemos encontrar a área máxima para a Cabina de acordo com a carga nominal.

Quadro 1: Área Máxima da Cabina

Carga nominal (massa) kg	Área máxima da cabina m ²	Carga nominal (massa) kg	Área máxima da cabina m ²
300	0,90	1 000	2,40
375	1,10	1 050	2,50
400	1,17	1 125	2,65
450	1,30	1 200	2,80
525	1,45	1 250	2,90
600	1,60	1 275	2,95
630	1,66	1 350	3,10
675	1,75	1 425	3,25
750	1,90	1 500	3,40
800	2,00	1 600	3,56
825	2,05	2 000	4,20
900	2,20	2 500 ^a	5,00
975	2,35		

^a Acima de 2 500 kg, acrescentar 0,16 m² para cada 100 kg adicionais.
Para cargas intermediárias, a área é determinada por interpolação linear.

Fonte: ABNT NBR 16042 (2012).

Também podemos encontrar na NBR13994, seção 5.1.7.3, as dimensões necessárias para o dimensionamento da cabina, de acordo com a quantidade de passageiros ou sua carga nominal.

Quadro 2: Arranjo – Padrão de Cabine para o Transporte de Pessoas Portadoras de Deficiência

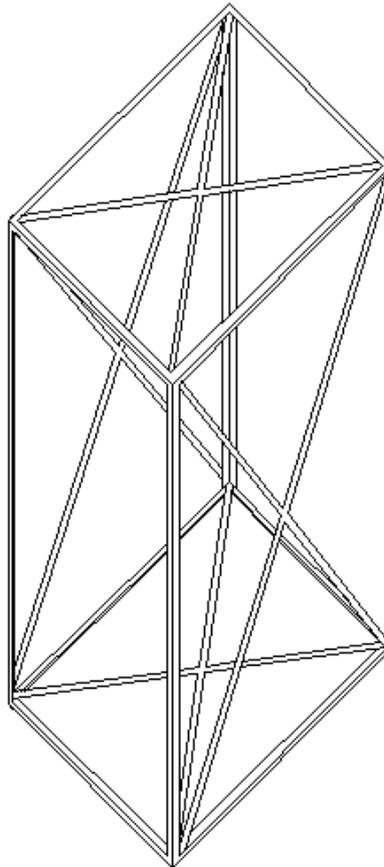
Carga útil kg	Largura mínima da cabina mm	Profundidade interna mínima da cabina mm	Abertura lateral mínima da porta mm	Abertura central mínima da porta mm
600 (8 passageiros)	1100	1400	800	800
975 (13 passageiros)	1725	1300	900	-
1200 (16 passageiros)	2100	1300	1100	1100

Fonte: ABNT NBR 13994 (2000).

A partir das tabelas acima, um modelo de cabina foi desenvolvido, através da utilização do software AutoCAD.

Portanto a estrutura da cabina é constituída de tubos de aço estrutural AISI 1045, um material que conta com uma boa usinabilidade e resistência mecânica, também apresenta um ótimo custo, trazendo fácil acesso no mercado (AÇOESPECIAL, 2020). Os perfis que serão utilizados para a montagem da cabina, são perfis quadrados com dimensão de uma polegada e 3 mm de espessura. Logo abaixo encontra-se o modelo desenvolvido no software AutoCAD.

Figura 11: Modelo de Estrutura Escolhido para a Cabine



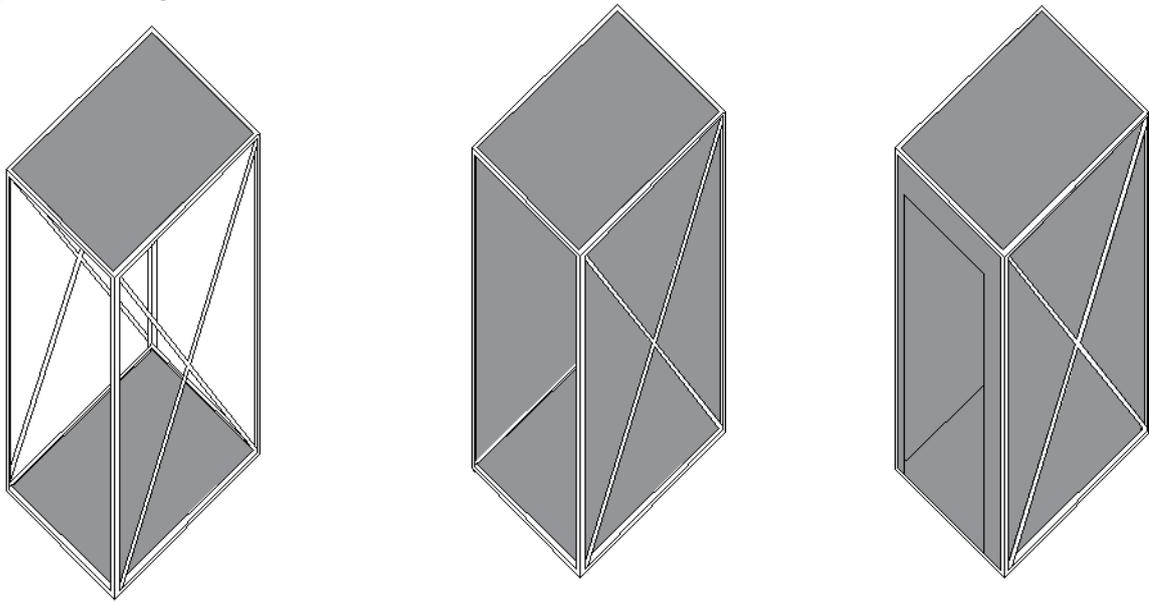
Fonte: O Autor (2020).

3.3.1.1 Painéis: paredes, piso e teto.

Para o fechamento da cabina, serão utilizados painéis de aço inoxidável liga 430, esse material é muito utilizado em elevadores, pois apresenta boa ductilidade, resistência à corrosão e uma soldabilidade admissível (KLOECKNER METALS).

A montagem do elevador é realizada fora da caixa de corrida, para depois ser ajustado no local. Essa montagem é iniciada com o posicionamento e fixação do piso e do teto, através de parafusos. Logo, será fixado o fechamento das paredes laterais e por ultimo as chapas frontal e posterior (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS NBR 16042 , 2012), em concordância com a figura 12 abaixo.

Figura 12: Montagem da Cabine



Fonte: O Autor (2020)

O exemplo desenvolvido acima segue a norma NBR 16042, apresentando dimensões de 1460 mm de profundidade e 1100 mm de largura, com 800 mm de largura para porta, totalizando uma área útil de 1,606 m².

3.3.1.2 Operador de Portas

O operador elétrico atua como um acionador para as portas, sendo instalado em sua parte superior. Além da função de abrir e fechar as portas, este sistema funciona para garantir a segurança de seus passageiros, travando de forma imediata caso detecte algum movimento entre a porta. Isso acontece graças ao sistema de sensores por barreira instalados na lateral do equipamento (ATLAS SCHINDLER, 2013). Esse operador é constituído de um motor elétrico e um inversor de frequência, em que ambos são fixados em um bloco acima da cabina. Conforme o site Thyssenkrupp (2016), o motor é responsável pelo acionamento das portas, gerando toda a força necessária para sua abertura e fechamento e o inversor de frequência é utilizado para alimentar esse motor, de forma a controlar sua aceleração e desaceleração, por meio da tensão e sua frequência.

Figura 13: Modelo de Operador de Porta Hidra Plus



Fonte: WITTUR (2020)

O modelo selecionado foi à hydra plus, da fornecedora wittur, tipo 02/C, para porta com abertura central. Este modelo, além de apresentar um baixo consumo de energia, também seu período de fechamento está em concordância com as normas, para pessoas com necessidades especiais.

3.4 Análises de Forças no Cabo

O dimensionamento dos cabos de aço é realizado, através de uma análise das cargas presentes na cabina do elevador, considerando seu peso próprio mais a carga de ocupação, bem como a carga do próprio cabo e o número de polias móveis na cabina.

Para este projeto será utilizado o modelo de cabo de aço 6 x 25 Filler, com fator de construção do cabo de 0,405, AACI Polido com Modulo de elasticidade de 90000 N/mm² (MELCONIAN, 2009). A cabina conta com dois cabos de aço e uma polia móvel, dessa forma a carga será divida por 4, para que se tenha o valor de carga em cada cabo, sendo adicionado um fator de segurança de 10.

Quadro 3: Fator de Segurança Conforme as Normas Adaptado Melconian

Aplicações	Fatores de Segurança
derriks (guindaste estacionário)	6 a 8
laços (slings)	5 a 6
elevadores de baixa velocidade (carga)	8 a 10
elevadores de alta velocidade (passageiros)	10 a 12

Fonte: Melconian (2009).

O prédio em questão tem 12 metros de altura. Para o dimensionamento do cabo é preciso dobrar essa quantidade com acréscimo de mais 6 metros que estarão enrolados no cilindro de içamento, totalizando 30 metros de cabo. Para o cálculo das cargas, utiliza-se o peso próprio da cabina de 600 kg mais o peso nominal de 500 kg multiplicado pela gravidade de 9,81.

A somatória das cargas multiplicada pela gravidade apresentou um resultado de 10791 Newton. Dividindo esse valor por 4 temos que a carga em cada cabo é de 2697,75 Newton.

Após obter-se a carga solicitante no cabo de aço, pode ser utilizada a equação 1 de carga de ruptura mínima do cabo (MELCONIAN, 2009).

$$FS = \frac{CRM}{CT} \quad CRM = 10 \times 2697,75 \quad CRM = 26977,5 \text{ Newtons} \quad (1)$$

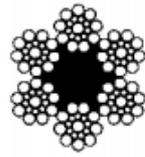
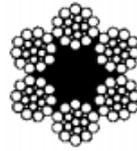
FS = Fator de segurança

CT = Carga de trabalho

CRM = Carga de ruptura mínima

A partir desse resultado, será utilizado o quadro abaixo, para realizar análise de resistência e escolha do cabo.

Quadro 4: Dimensionamento do Cabo

6 x 19
Seale
1 + 9 + 96 x 21
Filler
1 + 5 + 5 + 106 x 25
Filler
1 + 6 + 6 + 12

Diâmetro em Polegadas	Peso Aprox. em N/ m	Carga de Ruptura Mínima Efetiva em N		
		Mild Plow Steel 1400 – 1600 N/mm ²	Improved Plow Steel (IPS) 1800 – 2000 N/ mm ²	CIMAX 1900 – 2100 N/ mm ²
1/8"	0,39	-	6200	6600
3/16"	0,88	-	14.000	14.800
1/4"	1,56	-	24.800	26.300
5/16"	2,44	-	38.600	40.900
3/8"	3,51	-	55.300	58.600
7/16"	4,76	-	75.000	79.500
1/2"	6,25	-	97.100	102.900
9/16"	7,88	-	122.000	129.900
5/8"	9,82	114.000	151.000	160.000
3/4"	14,13	163.000	216.000	229.000
7/8"	19,19	220.000	292.000	309.500
1"	25,00	-	379.000	401.700

Fonte: Melconian (2009).

Através do resultado encontrado, foi selecionado o cabo IPS 5/16'', com massa por metro de 2,44 Newtons, dessa forma multiplicando 2,44 por 30, temos o peso total do cabo de 73,2 Newtons. Será realizado um novo cálculo, para testar sua resistência, sendo adicionado agora o peso do próprio cabo.

$$\text{CRM} = 10 \times (2697,75 + 73,2) \qquad \text{CRM} = 27709,5 \text{ Newtons} \qquad (1)$$

O cabo analisado se mostrou eficiente, pois sua capacidade de resistir à ruptura é de 38600 Newtons e a carga solicitada no cabo foi de 27709,5 Newtons. Logo, podem-se encontrar os resultados e o cabo escolhido na tabela abaixo.

Quadro 5: Cabo de Aço Selecionado

Variável	Valor	Unidade	Definição
Força	2697,75	N	Newton
Fator de segurança	10	Adimensional	Adimensional
Comprimento	30	M	Metro
CRM calculado	26977,5	N	Newton
CRM do cabo	27709,5	N	Newton
Diâmetro	8	mm	Milímetro
Perfil Utilizado	6 x 25 Filler + AACI	Adimensional	Adimensional
Massa por metro	2,44	N/M	Newton por metro
Massa do cabo	73,2	N	Newton

Fonte: O Autor (2020).

Após o dimensionamento do cabo, será realizada a escolha da polia, que se adeque ao sistema de tração.

3.5 Dimensionamentos da Polia

Pode-se encontrar uma relação entre os diâmetros do cabo de aço e a polia do tambor, garantindo, assim sua durabilidade. Conforme o resultado obtido para o cabo de aço, será utilizado o quadro 6 abaixo para dimensionamento da polia.

Quadro 6: Diâmetros para Polias e Tambores

Composição do Cabo	Diâmetro da Polia do Tambor	
	Recomendado	Mínimo
6 x 7	72	42 vezes o ϕ do cabo
6 x 19 Seale	51	34 vezes o ϕ do cabo
18 x 7 não rotativo	51	34 vezes o ϕ do cabo
6 x 21 Filler	45	30 vezes o ϕ do cabo
6 x 25 Filler	39	26 vezes o ϕ do cabo
6 x 19 (2 operações)	39	26 vezes o ϕ do cabo
8 x 19 Seale	39	26 vezes o ϕ do cabo
6 x 36 Filler	34	23 vezes o ϕ do cabo
6 x 41 Filler ou Warrington-Seale	31	21 vezes o ϕ do cabo
8 x 25 Filler	31	21 vezes o ϕ do cabo
6 x 37 (3 operações)	27	18 vezes o ϕ do cabo
6 x 43 Filler (2 operações)	27	18 vezes o ϕ do cabo
6 x 61 Warrington (3 operações)	21	14 vezes o ϕ do cabo

Fonte: Melconian (2009).

De acordo com a tabela acima, o modelo de cabo 6x25 Filler, selecionado para esse trabalho, exige que o diâmetro mínimo da polia, seja 26 vezes maior que o diâmetro do cabo de aço. Dessa maneira pode-se encontra o seguinte valor na equação 2.

$$\text{Ø Tambor} = 26 \times 8 \qquad \text{Ø} = 208 \text{ mm}$$

Logo, podem-se encontrar os resultados da dimensão da polia a ser utilizada. Para este trabalho, será utilizado o Perfil de canaleta em V.

Quadro 7: Dimensões da Polia

Variável	Valor	Unidade	Definição
Diâmetro Recomendado	390	mm	Milímetro
Diâmetro Mínimo	208	mm	Milímetro

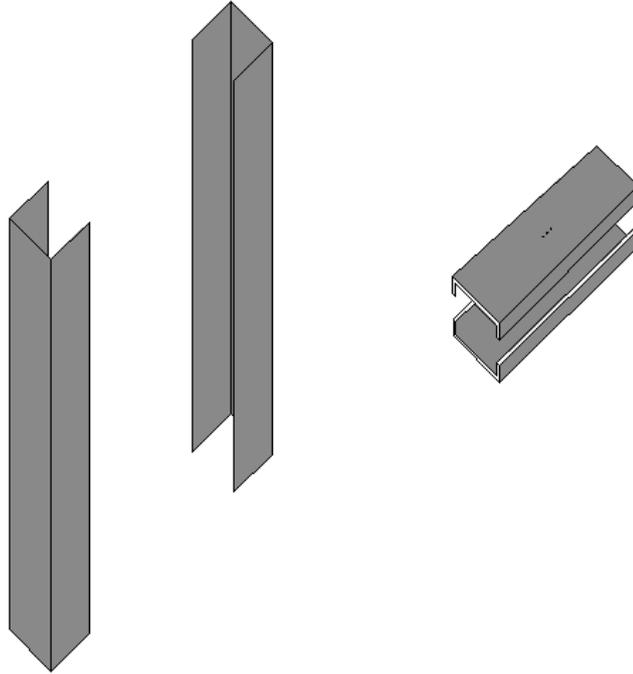
Fonte: O Autor (2020)

Para atender esse modelo de cabo, a polia deve ter uma dimensão mínima de 208 milímetros, mas de acordo com Melconian (2009), a dimensão recomendada é de 390 milímetros, atendendo as tensões no cabo de aço.

3.6 Contrapeso

Conforme Atlas Schindler (2013), a massa do contrapeso deve ser igual à massa da cabina, acrescida entre 40% a 50% da carga nominal do elevador. Ou seja, esse contrapeso terá uma massa de 800 kg. À estrutura do contrapeso é feita de aço SAE 1045, sendo constituída de um conjunto de longarinas e dois cabeçotes fixados por parafusos, onde serão colocados os pesos, servindo de alívio de carga para cabina. Logo abaixo se encontra os componentes do contrapeso na figura 14.

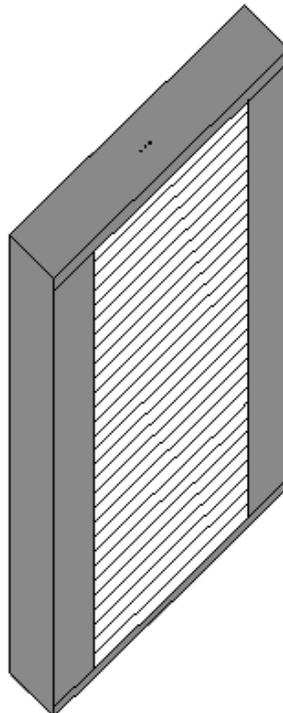
Figura 14: Longarinas e cabeçotes



Fonte: O autor.

Os componentes acima formam uma estrutura de aço, aonde serão colocados os pesos. Esses pesos são feitos de concreto com dimensões de 250 x 50 x 800 mm, sendo utilizados 32 pesos, cada pesando 25 kg, para igualar a 800 kg.

Figura 15: Contra Peso

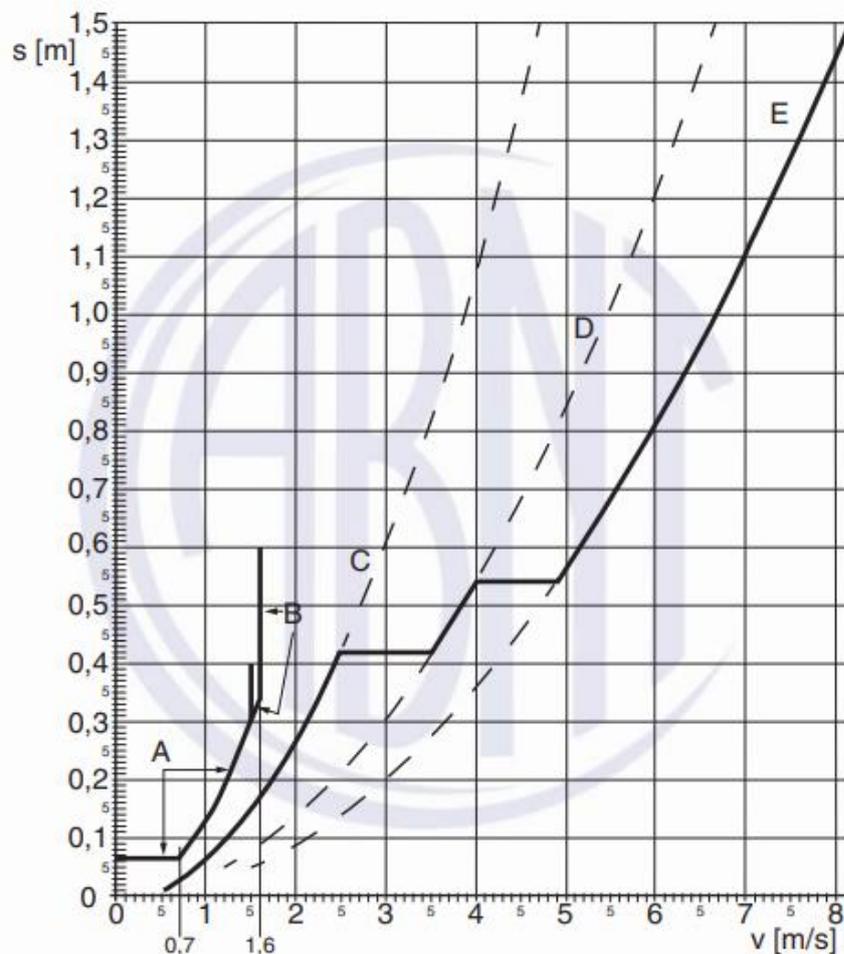


Fonte: O autor.

3.7 Para-Choques

Conforme a NBR 16042 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS 2012), os para-choques podem ser constituídos de molas ou fluidos e são encontrados ao final do percurso do elevador, abaixo da base da cabina. Logo que, a velocidade prevista para esse elevador será de 50 m/s, menor que 1,5 m/s, será possível aplicar a configuração mais simples de para-choque, no caso as molas de acumulação de energia. A seguir, pode-se observar a ilustração de percursos mínimos da mola.

Figura 16: Percurso mínimo para para-choque em função da velocidade



Fonte: ABNT NBR 16042 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2012).

Para esse sistema de elevação, serão utilizadas 4 molas em esquadro e esmerilhadas, com diâmetro da mola de 100 mm e diâmetro do arame de 10 mm, tendo 18 espiras ativas e um módulo de elasticidade transversal igual a 78400 N.mm². Através desses dados, será possível analisar a tensão de cisalhamento da mola, comprimento da mola livre, comprimento

da mola fechada e por ultimo a carga máxima atuante sobre a mola. Para esses cálculos, serão utilizadas formulas do Melconian (2009), iniciando pela equação 1 abaixo.

$$C = \frac{D_m}{D_a} \qquad C = \frac{100}{10} \qquad C = 10 \qquad (2)$$

C = Índice de curvatura

Dm = Diâmetro da mola

Da = Diâmetro do Arame

Após o calculo do índice de curvatura, pode-se analisar a tensão de cisalhamento na mola, seguindo a equação 2.

$$K_w = \frac{4C - 1}{4C - 4} + \frac{0,615}{C} \qquad K_w = \frac{4 \cdot 10 - 1}{4 \cdot 10 - 4} + \frac{0,615}{10} \qquad K_w = 1,14 \qquad (3)$$

Kw = Fator de Wahl

C = Índice de curvatura

Encontrado o fator de Wahl, será aplicada a equação 3, definindo a tensão de cisalhamento.

$$\tau = \frac{K_w \times 8 \times F \times C}{\pi \times d_a^3} \qquad \tau = \frac{1,14 \times 8 \times 754,05 \times 10}{\pi \times 10^3} \qquad \tau = 218,89 \text{ Mpa} \qquad (4)$$

τ = Tensão de cisalhamento

Kw= Fator de Wahl

F= Força sobre a mola

C= índice de curvatura

da= Diâmetro do arame

Logo após, ter encontrado a tensão de cisalhamento, será possível encontrar as medidas da mola aberta e fechada através da equação 4.

$$\frac{\delta}{na} = \frac{8 \times F \times C^3}{da \times G} \qquad \frac{\delta}{na} = \frac{8 \times 754,05 \times 10^3}{10 \times 78400} \qquad \frac{\delta}{na} = 7,69 \text{ mm} \quad (5)$$

δ = Deflexão por aspira ativa

na

F = Força sobre a mola

C = Índice de curvatura

da = Diâmetro do arame

G = Módulo de elasticidade transversal

Depois de encontrada a deflexão por aspira o próximo passo será calcular o passo da mola, seguindo a equação 5.

$$P = da + \frac{\delta}{na} + 0,15 \times \frac{\delta}{na} \qquad P = 10 + 7,69 + 0,15 \times 7,69 \qquad P = 18,84 \text{ mm} \quad (6)$$

P = Passo da mola

Conforme encontrado passo da mola, aplicando a equação 6, será possível dimensionar o comprimento da mola aberta.

$$L = P \times na + 2 \times da \qquad L = 18,84 \times 18 + 2 \times 10 \qquad L = 359,12 \text{ mm} \quad (7)$$

L = Comprimento da mola aberta

na = Número de aspiras ativas

P = Passo da mola

da = Diâmetro do arame

Para encontrar o comprimento da mola fechada, basta utilizar a equação 7.

$$Lf = da \times (na + 2) \qquad Lf = 10 \times (18 + 2) \qquad Lf = 200 \text{ mm} \quad (8)$$

Lf = Comprimento da mola fechada

da = Diâmetro do arame

na = Número de aspiras ativas

Após a execução dos cálculos acima, poderá ser desenvolvido o calculo da carga máxima atuante sobre a mola, com utilização da equação 8.

$$D_{\text{máx}} = L - Lf \qquad D_{\text{máx}} = 359,12 - 200 \qquad D_{\text{máx}} = 159,12 \text{ mm} \quad (9)$$

$D_{m\acute{a}x}$ = Deflexão máxima na mola

A partir do resultado acima, poderá ser encontrado a carga máxima atuante sobre a mola, seguindo a equação 9.

$$F_{m\acute{a}x} = \frac{D_{m\acute{a}x} \times d_a \times G}{8 \times C^3 \times n_a} \quad F_{m\acute{a}x} = \frac{159,12 \times 10 \times 78400}{8 \times 10^3 \times 18} \quad F_{m\acute{a}x} = 866,32 \text{ N} \quad (10)$$

$F_{m\acute{a}x}$ = Carga máxima da mola fechada

G = Módulo de elasticidade transversal

d_a = Diâmetro do arame

$D_{m\acute{a}x}$ = Deflexão máxima da mola

C = Índice de curvatura

n_a = Número de aspiras ativas

Logo, a tensão de cisalhamento máximo sobre a mola poderá ser decidido pela equação 10.

$$\tau_{m\acute{a}x} = \frac{8 \times F_{m\acute{a}x} \times C \times K_w}{\pi \times d_a^2} \quad \tau_{m\acute{a}x} = \frac{8 \times 866,32 \times 10 \times 1,14}{\pi \times 10^2} \quad \tau_{m\acute{a}x} = 251,49 \text{ mpa} \quad (11)$$

$\tau_{m\acute{a}x}$ = Tensão máxima de cisalhamento

A partir desses cálculos, serão encontrados os seguintes resultados a baixo.

Quadro 8: Dimensionamento da Mola

Variável	Valor	Unidade	Definição
Índice de curvatura	10	Adimensional	Adimensional
Fator de Wahl	1,14	Adimensional	Adimensional
Tensão de cisalhamento	218,89	MPa	Megapascal
Deflexão por aspiras ativa	7,69	mm	Milímetro
Passo da mola	18,84	mm	Milímetro
Comprimento da mola livre	359,12	mm	Milímetro
Comprimento da mola fechada	200	mm	Milímetro
Deflexão máxima da mola	159,12	mm	Milímetro
Carga máxima com mola fechada	866,32	N	Newton
Tensão máxima de cisalhamento	251,49	MPa	Megapascal

Fonte: O Autor.

Conforme os cálculos realizados acima, o modelo de para-choque que mais satisfaz as solicitações do sistema de elevação é o modelo H107045, possuindo um comprimento de 470 mm. A seguir, pode-se observar o modelo de mola escolhido.

Figura 17: Mola H107045



Fonte: Alfa elevadores (2018).

3.8 Layouts do Projeto

Neste tópico será abordado o dimensionamento dos componentes que formam o elevador, detalhando o projeto em AutoCad e vista tridimensional, utilizando do software Solidwork. Este trabalho está sendo desenvolvido, tendo como base a norma reguladora NBR 16042 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2012), elevadores elétricos de passageiros – requisitos de segurança para construção e instalação de elevadores sem casa de máquina.

A partir dos conceitos estudados neste trabalho, se mostrou possível o desenvolvimento de um modelo 3D no software Solidwork e criação de vista frontal, vista lateral e vista superior da cabina através da utilização do software AutoCAD.

Para o desenvolvimento da cabina, foram consideradas as dimensões de 1400 mm de profundidade, 1100 mm de largura e 2300 de altura, com uma porta central de vão 800 mm e 2000 mm de altura, respeitando assim, as exigências da norma reguladora NBR 13994 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2000), permitindo o giro da cadeira de rodas. O layout desenvolvido pode ser encontrado no apêndice A.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste tópico serão abordados, todos os resultados obtidos durante este projeto. Este trabalho foi possível ser realizado através de pesquisas bibliográficas, entendendo como pode ser de necessidade essencial ter um elevador em um prédio, visando atender acessibilidade de pessoas. Através da análise realizada pelos dados do IBGE, foi possível ter uma noção da quantidade de pessoas que possuem alguma necessidade física.

Após análise dos dados e reconhecimento do local onde foi desenvolvida a proposta de elevador, pode-se realizar o desenvolvimento dos cálculos matemáticos e estudos de normas técnicas para realização do dimensionamento dos principais itens do equipamento de elevação.

Através dos componentes selecionados, uma estimativa de custo pode ser realizada, comparando o custo dos equipamentos similares no mercado. A partir dessa estimativa econômica, tendo em vista os componentes essenciais para instalação do elevador, calcula-se um preço estimado de 58 mil reais. Porém, para este trabalho foram realizados três orçamentos de elevadores para comparar o melhor custo benefício.

Logo, pode ser observada um quadro com as especificações dos principais itens que compõe a estrutura da cabina do elevador.

Quadro 9: Componentes do Elevador

Componente	Quantidade	Unidade	Finalidade
Tubo quadrado de aço AISI 1045, 25 x25 x 3 mm	14	m	Estrutura da Cabina
Chapa de aço inoxidável liga 430	20	m ²	Fechamento da Cabina
Chapa de aço SAE 1045, 2000x 1500 x 3 mm	3	m ²	Longarinas e cabeçotes
Peso de concreto	32	Unid	Contrapeso
Operadores de porta	1	Unid	cabina
Moto freio 4 cv	1	Unid	Sistema de Tração
Motorreductor	1	Unid	Sistema de Tração
Cabos de aço 6 x 25 Filler + AACI	60	m	Sistema de Tração
Polia canaleta em V 208 mm ou 390 mm	3	Unid	Sistema de Tração
Freio de segurança	1	Unid	Sistema de frenagem
Limitador de velocidade	1	Unid	Sistema de frenagem
Disjuntor	1	Unid	Sistema elétrico
Inversor de frequência	1	Unid	Sistema elétrico
Regenerador	1	Unid	Sistema elétrico
Para-choque por mola	4	Unid	Sistema de segurança da cabina
Corrimão	3	Unid	Acessibilidade da cabina
Espelho	3	Unid	Acabamento da cabina
Lâmpada de emergência	1	Unid	Sistema de segurança da cabina
Lâmpada led 15w	1	Unid	Iluminação

Fonte: O Autor.

A seguir, o quadro 10 apresenta as cotações de fabricantes especializados em instalação de equipamentos de elevação.

Quadro 10: Cotação de Elevadores

Empresa	Custo
Montele Elevadores	R\$ 84.885,45
Alfa elevadores	R\$ 93.000,00
Atlas schindler	R\$ 95.000,00

Fonte: O Autor.

Entre as três cotações realizadas, o modelo que melhor satisfaz as necessidades da edificação, são os da fabricante Alfa elevadores, com capacidade para até 8 passageiros, uma cabina confortável toda em aço inoxidável, com portas automáticas e sensores de movimento para uma melhor segurança de seus passageiros.

Considerando os resultados obtidos, pode-se concluir que aplicação dos conceitos proporcionados pelo curso de engenharia mecânica tornou possível a realização deste trabalho.

Após a conclusão das etapas e metas, foi possível ao final desse trabalho, apresentar uma proposta de melhoria, visando atender um assunto tão importante como acessibilidade.

5 CONCLUSÃO

Acessibilidade é uma condição essencial para qualquer edificação, pois tende a adequá-la aos mínimos critérios de acesso, sanando todas as barreiras que impeçam pessoas de se moverem entre os lugares. Seja qual for a deficiência, o intuito da acessibilidade é proporcionar, de forma igual, respeito, segurança e comodidade a todas as pessoas. Tendo em vista sua necessidade é primordial em qualquer projeto arquitetônico de edificação.

Este projeto se mostra eficiente, pois atende todas as demandas encontradas no prédio na cidade de Campanha, Minas Gerais. Já que possui apenas lances de escadas para acesso a outros pisos.

A melhor proposta para instalação de elevador no prédio é a utilização de elevadores sem casa de máquinas, pois em prédios já existentes, existe uma grande dificuldade de instalação de elevadores, devido uma série de requisitos a serem seguidos quanto à condição do local onde será instalado.

Contudo, elevadores elétricos sem a necessidade de casa de máquinas, mostraram-se ter grande autonomia no projeto, operando em menor espaço, permitindo uma área útil maior no prédio, sem contar o menor custo com relação à manutenção e maior durabilidade do equipamento.

Através de estudos e cálculos realizados, constatou-se que o prédio pode adquirir um elevador com capacidade de até 6 pessoas ou 500 kg, atendendo assim a demanda de acessibilidade ou até mesmo utilizado por pessoas que queiram maior comodidade.

A partir da análise dos estudos e cálculos realizados, pode-se notar a possibilidade de encontrar componentes disponíveis no mercado, conforme dimensionamento.

Esse trabalho possibilitou ver em prática toda teoria que foi estudada. Matérias como sistemas mecânicos, resistências dos materiais, desenho técnico, entre outras, quando vistas em prática aumentam a percepção e o conhecimento estudados em sala.

Além de proporcionar um conhecimento técnico, o trabalho de conclusão de curso permite que o aluno possa presenciar no dia-a-dia como é a vida de um profissional da área, podendo observar como ele lida com as pressões e obrigações desse cargo e, dessa forma, aprender como deve ser a postura de um engenheiro mecânico, tornando-se um excelente profissional.

REFERÊNCIAS

- AÇOESPECIAL. **Aço AISI 1045**. São Paulo, 2020. Disponível em:<
<https://www.acoespecial.com.br/aco-aisi-1045>>. Acesso em 7 de Outubro de 2020.
- AGUIAR, Fabíola de Oliveira. **Acessibilidade Relativa dos Espaços Urbanos para Pedestres com Restrições de Mobilidade**. Tese (Doutorado em Ciências). Escola de Engenharia de São Carlos. Universidade de São Paulo. São Carlos, 2010. 190 p. Disponível em :<
<https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18144/tde-21042010-193924/publico/tese.pdf>>. Acesso em 13 de Maio de 2020.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12892**: Elevador Unifamiliar ou de uso Restrito a Pessoas com Mobilidade Reduzida - Requisito de Segurança para Construção e Instalação. Rio de Janeiro, 2009. Disponível em: <
https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/5003139/mod_resource/content/0/NBR12892%20-%20Arquivo%20para%20impress%C3%A3o.pdf>. Acesso em 13 de Maio de 2020.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13994**: Elevadores de Passageiros - Elevadores para Transporte de Pessoa Portadora de Deficiência. Rio de Janeiro, 2000. Disponível em:< <http://www.crea-sc.org.br/portal/arquivosSGC/NBR%2013994.pdf>>. Acesso em 13 de Maio de 2020.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, **NBR 15575-1**: Edificações Habitacionais – Desempenho. Requisitos Gerais. Rio de Janeiro, 2013. Disponível em: <
https://360arquitetura.arq.br/wp-content/uploads/2016/01/NBR_15575-1_2013_Final-Requisitos-Gerais.pdf>. Acesso em 13 de Maio de 2020.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16042**: Elevadores Elétricos de passageiros-Requisitos de Segurança para Construção e Instalação de Elevadores Sem casa de Máquina. Rio de Janeiro, 2012. Disponível em:<
<http://vipelevadores.com.br/arquivos/1385641887.pdf>>. Acesso em 13 de Maio de 2020.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR NM 207**: Elevadores Elétricos - Requisitos de Segurança para Construção e Instalação. Rio de Janeiro, 1999. Disponível em :< https://www.academia.edu/32928553/NBR_NM_207>. Acesso em 13 de Maio de 2020.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9050**: Acessibilidade a Edificações, Mobiliário, Espaços e Equipamentos Urbanos. Rio de Janeiro, 2004. Disponível em:<
http://www.turismo.gov.br/sites/default/turismo/o_ministerio/publicacoes/downloads_publicacoes/NBR9050.pdf>. Acesso em 26 de Maio de 2020.
- ATLAS SCHINDLER. **Manual de Transporte Vertical em Edifícios**. 2013. 52 p. Disponível em: <
<http://www.schindler.com/br/internet/pt/home.html>>. Acesso em 15 de Maio de 2020.
- BRASIL. Lei Nº 10.098, DE 19 DE DEZEMBRO DE 2000. **Acessibilidade**. Disponível em: <
http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L10098.htm>. Acesso em: 21 de Abril de 2020.

BRASIL. Lei Nº 13.146, DE 06 DE JULHO DE 2015. **Inclusão da Pessoa com Deficiência (Estatuto da Pessoa com Deficiência)**. Disponível em:<http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2015/lei/113146.htm>. Acesso em 26 de Maio de 2020.

CREL. **Elevadores**. Descubra como o Sistema Regenerativo do Elevador Gera Economia de Energia. São Paulo, 2020. Disponível em:<<https://crel.com.br/sistema-regenerativo-do-elevador-como-ele-economiza-energia/>>. Acesso em 6 de Outubro de 2020.

ELEVATEC. **Elevadores – Estrutura**. Elevadores e Componentes. São Paulo, 2020. Disponível em:<<http://www.elevatec.com.br/estrutura/>>. Acesso dia 5 de Outubro de 2020.

HABITISSIMO. **Elevador panorâmico a vácuo**. 2020. Disponível em:<<https://projetos.habitissimo.com.br/projeto/elevador-panoramico-a-vacu>>. Acesso em: 20 de Maio de 2020.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATISTICA. **Censo Demográfico 2010: Características Gerais da População, Religião e Pessoas com Deficiência**. Rio de Janeiro, 2012. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/93/cd_2010_caracteristicas_populacao_domicilios.pdf>. Acesso em: 22 de Abril de 2020.

KLOECKNER METALS. **Manual Técnico**. Aço Inoxidável. São Paulo, 2011. Disponível em:< <http://www.kloecknermetals.com.br/pdf/3.pdf> >. Acesso em 7 de Outubro de 2020.

MARQUES, Rômulo; ARBACHE, Rodrigo. **Conheça Todos os Componentes de um Elevador e Suas Funções**. 2019. Disponível em: < <https://www.meuelevador.com/componentes-de-um-elevador/>>. Acesso em: 21 de Abril de 2020.

MELCONIAN, Sarkis. **Elementos de Máquina**. 9 ed. São Paulo: Editora Érica Ltda. 2009. 363 p.

MENDES, Andrezza Barbosa. **Avaliação das Condições de Acessibilidade Para Pessoas com Deficiência Visual em Edificações em Brasília – Estudos de Casos**. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo). Faculdade de Arquitetura e Urbanismo. Universidade de Brasília. Brasília, 2009. 288 p. Disponível em:<<https://repositorio.unb.br/handle/10482/6935>>. Acesso em 12 de Maio de 2020.

MATTEDE, Henrique. **Mundo da Elétrica**. Como Funciona os Disjuntores. Belo Horizonte, 2020. Disponível em:<<https://www.mundodaeletrica.com.br/como-funcionam-os-disjuntores/>>. Acesso em 5 de Outubro de 2020.

MATTEDE, Henrique. **Mundo da Elétrica**. Como Funciona o Inversor de frequência. Belo Horizonte, 2020. Disponível em:< <https://www.mundodaeletrica.com.br/como-funciona-o-inversor-de-frequencia/> >. Acesso em 6 de Outubro de 2020.

OTIS ELEVADORES. **Gen2 - O Elevador Sem Casa de Máquinas**. São Bernardo do Campo. 2012. Disponível em:< <http://otusazottcdaw1.cloudapp.net/site/br/pages/Novos-Equipamentos-Gen2.aspx>>. Acesso em 27 de Maio de 2020.

PRODANOV, Cleber Cristiano; FREITAS, Ernani Cesar de. **Metodologia do Trabalho Científico: Métodos e Técnicas da Pesquisa e do Trabalho Acadêmico**. Novo Hamburgo: Feevale, 2013. 277 p.

SILVA, Edna Lucia da; MENEZES, Eстера Muszkat. **Metodologia de pesquisa e elaboração de dissertação**. 4. ed. Florianópolis: UFSC, 2005. 138 p.

THYSSENKRUPP; Elevadores. **Operador de Portas**. Conheça seu Elevador. Rio Grande do Sul, 2016. Disponível em:<
http://www.thyssenkrupp.com.sv/site/modules/conheca_seu_elevador/content/home/default.php?peca=cabina&opcao=operadorportas>. Acesso em 9 de Outubro de 2020.

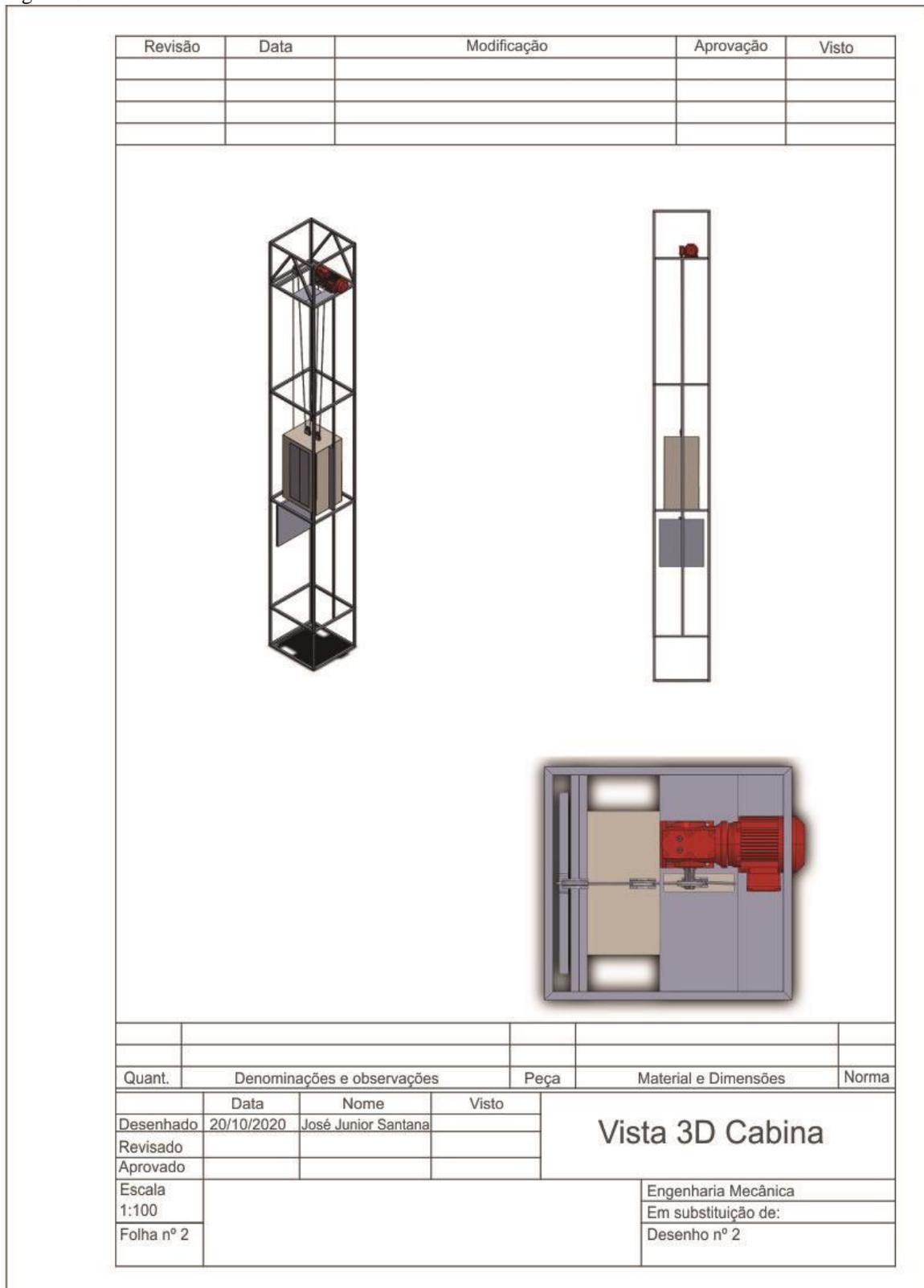
VETRA ELEVADORES. **Catálogo do Elevador Hidráulico**. Florianópolis. 2017. 23 p. Disponível em:< <https://vetraelevadores.com.br/wp-content/uploads/2016/08/Cat%C3%A1logo-de-Elevador-Hidr%C3%A1ulico.pdf>>. Acesso em 24 de Maio de 2020.

WEG. **Catálogo de Motores**. W22 Motofreio, Motor Elétrico Trifásico. Santa Catarina, 2020. Disponível em:< <https://static.weg.net/medias/downloadcenter/h41/h75/WEG-w22-motofreio-motor-eletrico-trifasico-50048538-brochure-portuguese-web.pdf>>. Acesso em 5 de Outubro de 2020.

WITTUR. **Catálogo de Operadores de Porta**. Hydra Plus. Paraná, 2018. Disponível em:<<https://www.wittur.com/pt/produtos/portas-de-cabine.aspx>>. Acesso em 9 de Outubro de 2020.

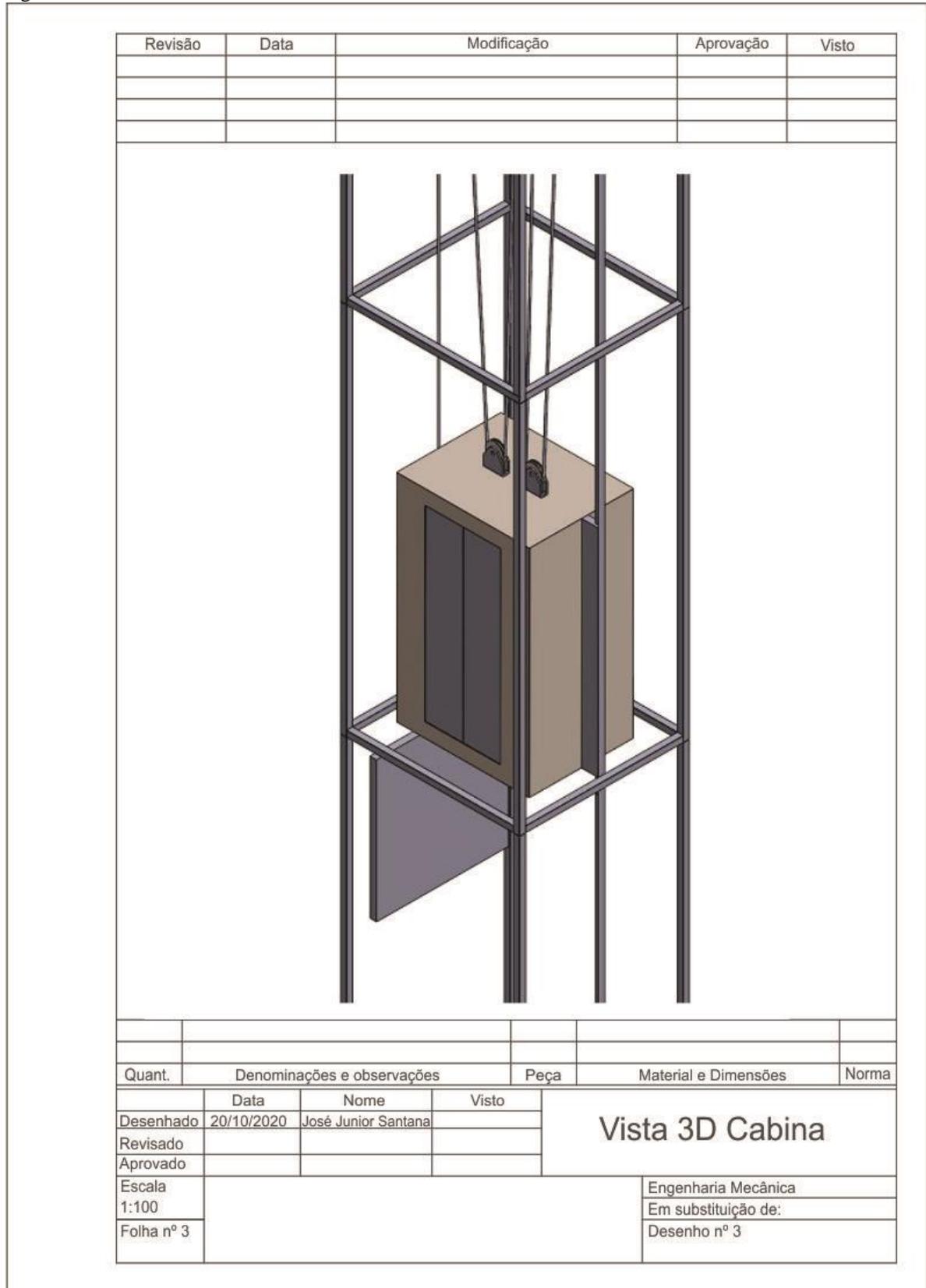
APÊNDICE B – Vista Tridimensional do Elevador

Figura 19: Vista Tridimensional



Fonte: O Autor.

Figura 20: Vista Tridimensional da Cabina



Fonte: O Autor.

ANEXO A: Cotações Realizadas

Figura 21: Cotação MonteLe

PROPOSTA PARA FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO DO EQUIPAMENTO Nº 00053942-76

EQUIPAMENTO
ELEVADOR MONTELE EL-H3 [EL2000 / EL-H3 v. 2017]. NORMA ABNT NBR 12892:2009.

LOCAL DE INSTALAÇÃO
—, —
—,
Campanha/MG

PRAZO DE ENTREGA
120 dias após a assinatura do contrato, desde que a infraestrutura sob responsabilidade do cliente esteja de acordo com a Orientação Civil fornecida pela MonteLe.

PREÇO E FORMA DE PAGAMENTO
O preço do fornecimento e instalação do equipamento é de: **R\$ 84.885,45**.
O fornecimento inclui o cumprimento das obrigações junto ao CREA estadual e emissão das ARTs correspondentes pela MonteLe, assumindo responsabilidade técnica pela fabricação e instalação do equipamento.
Está incluído no preço o frete da fábrica para o local de instalação (modalidade CIF).
O preço total já inclui os seguintes impostos: ICMS (exceto diferencial), PIS e COFINS. Caso haja incidência de novos impostos ou alteração nas alíquotas que gerem ônus, estes correrão às expensas do CLIENTE.
O equipamento será pago pelo cliente à MonteLe na forma descrita abaixo:

Parcela	Valor	Vencimento
1ª Parcela - Sinal Boleto Bancário	R\$ 21.221,36	02/10/2020
2ª Parcela - Boleto Bancário	R\$ 21.221,36	25/10/2020
3ª Parcela - Boleto Bancário	R\$ 21.221,36	24/11/2020
4ª Parcela - Boleto Bancário	R\$ 21.221,37	15/12/2020

Figura 22: Cotação Alfa



fixados elementos do elevador, deverão ser soldadas placas metálicas nos perfis pelo Comprador de forma a possibilitar essas fixações.
Após a contratação será executado DESENHO DE MONTAGEM onde serão alocadas as posições dessas placas metálicas.

II. DAS CONDIÇÕES COMERCIAIS

1) Do Preço

R\$ 93.000,00 (Noventa e três mil reais), já inclusas as despesas com transporte, montagem, instalação e tributos, sendo 30% correspondentes à prestação de serviços.

VALOR TOTAL DA PROPOSTA: R\$ 93.000,00 (Noventa e três mil reais).

2) Da Forma de Pagamento

Em 05 (Cinco) parcelas mensais iguais e sucessivas, sendo a primeira na assinatura do contrato.

3) Estão excluídos do preço:

a) A cobertura de seguro para os materiais após a entrega na obra, sendo de total responsabilidade do Comprador, se assim o desejar, a contratação de seguro e o pagamento do respectivo prêmio.

b) As licenças de instalação e de funcionamento dos equipamentos, alvarás, pagamento de taxas, Anotações de Responsabilidade Técnica - A.R.T. junto ao CREA, honorários de despachantes, encargos ou multas decorrentes dessas obrigações que são de responsabilidade do Comprador.

c) Custos para execução dos trabalhos de instalação e montagem dos equipamentos em trabalho extraordinário fora do horário de expediente comercial ou em dias de repouso ou feriados. Caso haja necessidade de serem os trabalhos executados em horário noturno, feriados ou em dias de repouso, havendo solicitação e anuência do Comprador as partes poderão promover a recomposição dos valores mediante aditamento contratual.

d) A execução de quaisquer obras civis necessárias à instalação do equipamento.

III. DOS REAJUSTES.

As parcelas serão reajustadas na forma da lei, observada a periodicidade mínima de 12 meses, com base na variação do IGP-M apurado pela Fundação Getulio Vargas Sobrevindo durante a vigência do presente contrato dispositivo legal que venha extinguir o IGP-M, será

4

Rua Cesário Ramalho, 800 – CEP 01521-000 - Cambuci – São Paulo – SP
Fone Central (11) 3277-0399 Fax vendas (11) 3275-0956
www.alfaelevadores.com.br

Figura 23: Cotação Atlas Schindler


Atlas Schindler

Preço Total			
Preço do(s) equipamento(s) com as especificações descritas nesta proposta:			
R\$ 95.000,00	noventa e cinco mil reais		
30,0%	corresponde à prestação de serviço		
Tributos			
Estão incluídos no preço o ISS sobre os serviços, de acordo com a alíquota praticada no Município competente, o ICMS e o IPI (conforme tabela abaixo), incidentes sobre os materiais aplicados no fornecimento, bem como a COFINS e o PIS, ambos incidentes sobre o valor total.			
Item 00100	ICMS: 18.0%	IPI: 0.0%	
Condições de Pagamento			
O preço deve ser pago em 12 parcelas, conforme a seguir discriminadas:			
1ª Parcela	8.33 %	30/10/2020	
2ª Parcela	8.33 %	30/11/2020	
3ª Parcela	8.33 %	30/12/2020	
4ª Parcela	8.33 %	30/01/2021	
5ª Parcela	8.33 %	28/02/2021	
6ª Parcela	8.33 %	30/03/2021	
7ª Parcela	8.33 %	30/04/2021	
8ª Parcela	8.33 %	30/05/2021	
9ª Parcela	8.33 %	30/06/2021	
10ª Parcela	8.33 %	30/07/2021	
11ª Parcela	8.33 %	30/08/2021	
12ª Parcela	8.37 %	30/09/2021	
Prazo de Entrega			
		Data de local	Data de entrega
Item 00100	Schindler 3300	Data não definida	Data não definida
Nota			
Esta proposta está sujeita a retificação em qualquer tempo. O preço cotado nesta proposta, ou o que vier a ser definido, pressupõe a contratação dos equipamentos consoante as nossas modalidades e condições normais e usuais em vigor na ocasião da negociação. Condições ou exigências especiais demandarão em revisão de preço e adequação à inovação desejada.			
Caso haja paralisações e interrupções causadas pela resposta ao surto do Covid-19, quaisquer cronogramas, prazos de entrega e/ou de execução dos serviços estão sujeitos a alterações e estão condicionais, ainda, à permissão de acesso por parte do Cliente ao local da obra /execução dos serviços, à existência de um ambiente seguro, e na disponibilidade no mercado de itens como EPI, mão-de-obra e material para a Atlas Schindler, seus fornecedores e subcontratados.			
Elevadores Atlas Schindler	Data	20/10/2020	Proposta 0302049238
			Página 9/10

Fonte: O Autor.