



Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza
GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO
ETEC "JORGE STREET"

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DO CURSO
TÉCNICO EM MECATRÔNICA**

**PLATAFORMA DE ACESSIBILIDADE EM ESCADAS PARA
O AUXÍLIO DE PESSOAS COM MOBILIDADE REDUZIDA
(PLATEC)**

**Fernanda de Melo Sebastião
Gilmário Tiburcio da Silva
Guilherme Teixeira de Lima
João Alberto Protázio
João Marcos Rolim**

**Orientador:
Prof. Francisco Chagas**

**São Caetano do Sul / SP
2017**

PLATAFORMA DE ACESSIBILIDADE EM ESCADAS PARA O AUXÍLIO DE PESSOAS COM MOBILIDADE REDUZIDA (PLATEC)

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado como pré-requisito para
obtenção do Diploma de Técnico em
Mecatrônica.

**São Caetano do Sul / SP
2017**

DEDICATÓRIA

Dedicamos nosso projeto a todos os nossos familiares que nos incentivaram durante a realização deste.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos primeiramente á Deus e nossa família, que nos ajudaram tanto financeira quanto motivacional mente.

Aos amigos que nos apoiaram e nos deram forças para a conclusão desse projeto e ao orientador de TCC Francisco Chagas pelo apoio.

RESUMO

O projeto consiste em uma plataforma de acessibilidade para subir e descer escadas pano “reta” com uma plataforma móvel eletromecânica, transportar uma pessoa por vez com mobilidade reduzida entre pisos (inferior e superior) sem muitas dificuldades. Os requisitos que se destacam no desenvolvimento deste equipamento tecnológico são o baixo custo e a segurança no seu funcionamento. Assim, procura-se desenvolver uma plataforma de acessibilidade que tenha por excelência inovação tecnológica, e ao mesmo tempo ofereça uma mecânica de montagem e manutenção extremamente fácil. Como resultado do desenvolvimento deste equipamento eletro-mecânico, tem-se, um produto final com dois freios de segurança: um motor com freio e um freio eletromagnético agindo na transmissão para garantir a segurança extra, e a certeza de um deslocamento silencioso, simples e com muita confiabilidade. Um sistema onde os encaixes predominam e servem de diferencial de eficiência e quem sabe de domínio de mercado. Junto às soluções e concepções originais neste desenvolvimento tem-se certeza que a vida útil deste equipamento será compatível à soma da técnica, da inovação.

Palavras - chave: Plataforma de acessibilidade, Usuário de cadeira de rodas, Eletromecânica.

SUMÁRIO

Introdução.....	9
1. Tema e Delimitação.....	10
2. Objetivos.....	11
2.1 Geral.....	11
2.2 Específico	11
3. Justificativa.....	12
4. Metodologia	13
5. Fundamentação Teórica.....	14
5.1 O que é uma Plataforma de Acessibilidade e como funciona.....	15
5.2 Tipos de Plataforma de Acessibilidade.....	16
5.2.1 Plataforma Artira.....	16
5.2.2 Plataforma Xpress II.....	17
5.2.3 Plataforma X3.....	18
5.3 Especificações e Decisões Preliminares.....	19
5.3.1 Especificações Preliminares.....	19
5.3.2 Dimensões da Cadeira de Rodas.....	20
5.3.3 Normas Técnicas.....	20
5.4 Normalizações altura e largura de degraus.....	21
5.4.1 As pesquisas de Blondel.....	21
5.4.2 A fórmula de Blondel.....	22
5.4.3 A altura dos degraus.....	22
5.4.4 A largura dos degraus.....	23
5.4.5 Dimensões possíveis.....	24
5.5 Centro de Gravidade.....	25
5.5.1 Sistemas das Rampas de Acesso.....	25
5.5.2 Sistema dos Braços de Segurança.....	26
5.5.3 Sistema do Painel de Controle.....	27
5.5.4 Sistema de Operação.....	27
5.6 Estrutura do Corrimão.....	30
5.7 Cálculo da Potência do Motor.....	31
5.7.1 Diagrama de forças componentes da carga R.....	31

5.7.2 Segundo o padrão internacional.....	32
5.7.3 Moto Freio.....	33
5.8 Redutor.....	34
5.8.1 Descrição das características de seus componentes	34
5.9 Freio Eletromagnético – Freio de Emergência.....	35
6. NOBREAK.....	37
6.1 Descritivos de funcionamento do sistema elétrico.....	38
7. Planejamento do Projeto.....	39
7.1 Fluxograma do Processo – Anexo A.....	39
7.2 Folhas de Processo – Anexo B.....	39
7.3 Esquemas / Circuitos elétricos – Anexo C.....	39
7.4 Croqui – Anexo D.....	39
7.5 Desenhos Mecânicos – Anexo E.....	39
7.6 FMEA – Anexo F.....	39
7.7 Tabela e Custos dos Materiais – Anexo G.....	39
7.8 Cronograma DTCC – Anexo H.....	39
7.9 PERT/CPM – Anexo I.....	39
8.0 Tabela Tempo de Trabalho – Anexo J.....	39
9. Desenvolvimento do Projeto.....	40
9.1 Base inferior.....	40
9.2 Chapa antiderrapante.....	41
9.3 Fixação da chapa antiderrapante na base inferior.....	42
9.4 Coluna inferior.....	43
9.5 Trilhos de fixação.....	44
9.6 Fixação e ancoragem.....	45
9.7 Carcaça de acoplamento.....	46
10. Conclusão.....	47
11. Referências Bibliográficas.....	48

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Plataforma de Acessibilidade.....	15
Figura 2 – Plataforma Artira.....	16
Figura 3 – Plataforma Xpress II.....	17
Figura 4 – Plataforma X3.....	18
Figura 5 – Plataforma de Acessibilidade e os trilhos ao longo da escada.....	19
Figura 6 – Dimensões da cadeira de rodas.....	20
Figura 7 – Relação entre a altura e a pisada do degrau.....	24
Figura 8 - Estimativas do centro de gravidade do sistema.....	25
Figura 9 - A prancha horizontal e rampas de acesso.....	26
Figura 10 - braços de segurança e seus mancais.....	27
Figura 11 – Sistema do painel de controle e operação.....	28
Figura 12 – Interior da carcaça.....	28
Figura 13 – Exterior da carcaça.....	28
Figura 14 - Sistema transmissor - âncora com as componentes e o corrimão.....	29
Figura 15 – Carcaça da âncora fechada e aberta com a engrenagem principal.....	30
Figura 16 – Sistema de transmissão acoplado ao corrimão.....	31
Figura 17 - Diagrama dos componentes da carga da plataforma.....	31
Figura 18 – Moto Freio (WEG).....	33
Figura 19 - Componentes internos do redutor (SEW).....	35
Figura 20- Esquema do eletroímã: (a) Eletroímã ligado, com o freio desacoplado do trilho, (b) Eletroímã desligado, com as molas acionando o freio.....	36
Figura 21 – Características do NOBREAK.....	37
Figura 22 – Barra de tubo retangular.....	40
Figura 23 – Chapa antiderrapante.....	41
Figura 24 – Montagem da base da plataforma.....	42
Figura 25 – Fixação da coluna inferior na base.....	43
Figura 26 - Trilho Superior (Ancoragem/Cremalheira).....	44
Figura 27 - Elementos de fixação e ancoragem da plataforma.....	45
Figura 28 – Carcaça do acoplamento.....	46

INTRODUÇÃO

No início foi escolhido o tema “Skate elétrico” comandado por arduino, e através de pesquisas, achamos que além do projeto ter um custo muito elevado, não seria muito bem recebido pela população, devido ele ter poucos recursos, seria uma coisa simples por um autovalor.

Foi escolhido para estudo o sistema de Plataforma de acessibilidade em escadas, o qual é aplicável em interiores de residências como uma alternativa para pessoas com algum tipo de deficiência ou que possuem alguma restrição por orientação médica. Em comparação às plataformas existentes no mercado para deslocamento em escadas, pretende-se oferecer uma alternativa de projeto eletromecânica da plataforma, cujo tempo de deslocamento de uma pessoa deficiente ou dotada de alguma incapacidade em uma escada utilizando uma plataforma, seja equivalente ao de uma pessoa sem nenhuma restrição para realizar o mesmo percurso sem o auxílio de plataformas ou de elevadores.

1. TEMA E DELIMITAÇÃO

Consiste em conceber e projetar uma plataforma de acessibilidade do tipo pano “reta” para até 180 Kg, a baixo custo final para usuários de cadeiras de rodas, considerando sempre, a qualidade e a segurança no uso do equipamento. Também, o dimensionamento e verificação de tensões de seus principais componentes, onde deve predominar o sistema de encaixe com dispositivos mecânicos, fáceis para proporcionar uma montagem racional e de fácil manutenção.

Além do caráter social, através deste projeto aplicam-se conhecimentos de engenharia mecânica e elétrica, e se apresentam concepções e soluções originais no desenvolvimento deste equipamento com todas as características de inovação tecnológica, visando o conforto, mobilidade, segurança do usuário e sua manutenção.

2. OBJETIVOS

2.1 GERAL

O objetivo deste trabalho visa eliminar as barreiras que impedem portadores de deficiência de terem as mesmas oportunidades do restante da sociedade.

2.2 ESPECÍFICO

Tem-se como objetivo projetar e dimensionar uma plataforma dobrável de acessibilidade em escadas para até 180 kg.

3. JUSTIFICATIVA

O tema acessibilidade foi escolhido como uma oportunidade de usar conhecimentos técnicos, visando ajudar aqueles que possuem dificuldades e restrições para se locomover, como por exemplo, pessoas que necessitam subir escadas todos os dias e sentem dores ao realizar essa atividade, ou simplesmente não conseguem realizá-la sem o auxílio de algum artifício. Pretende-se assim, contribuir para que pessoas como estas possam se deslocar nestes ambientes com escada, sem sofrimento e sem agravar a sua condição física já reduzida. Ambientes em que a questão da acessibilidade não foi devidamente resolvida podem também resultar em aborrecimentos e até em perdas econômicas, obrigando as pessoas com capacidade física reduzida a mudar-se destes ambientes.

4. METODOLOGIA

Foram realizadas pesquisas pela internet, livros específicos sobre diversos equipamentos no mercado. Com todas as informações coletadas, utilizou-se de métodos que a engenharia possibilitou através de estudos sobre os materiais adequados a serem utilizados. Foram utilizados também cálculos necessários para definir as dimensões dos equipamentos, levando em consideração segurança e comodidade.

5. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

5.1 O QUE É UMA PLATAFORMA DE ACESSIBILIDADE E COMO FUNCIONA ?

A plataforma de acessibilidade inclinada é ideal para auxiliar o transporte de pessoas com mobilidade reduzida e que necessitam transpor vãos de escadas e desníveis inclinados.

A plataforma de acessibilidade possui fácil instalação e não exige grandes obras ou modificações na escada existente. É uma solução prática e funcional para projetos que não dispõem de espaço e nem projeto de arquitetura. Quando a plataforma não estiver em uso pode ser recolhida na posição vertical, diminuindo ainda mais o seu espaço.

A plataforma de Acessibilidade é totalmente automatizada, possibilitando total autonomia e liberdade ao cadeirante, que executa os movimentos da plataforma, sem necessitar do auxílio de outra pessoa, possui rampas de acesso que baixam automaticamente e possui corrimão para segurança.

A plataforma inclinada pode ser instalada tanto em ambientes internos quanto externos. Sendo resistentes a quaisquer condições climáticas e adversas.



Figura 1.2 – Perspectiva do esboço preliminar da plataforma.

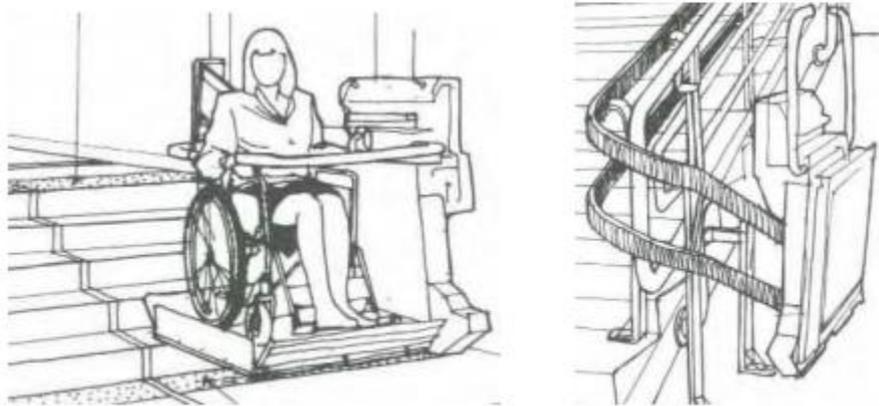


Figura 1 – Plataforma de Acessibilidade

5.2 TIPOS DE PLATAFORMA DE ACESSIBILIDADE

5.2.1 – PLATAFORMA ARTIRA

A Artira é uma plataforma inclinada projetada para transportar passageiros em linha reta ou escadaria curva, sobre desembarques planos ou sobre escadas em espiral. Ela possui tecnologia Smart-Lite, um recurso inovador que a coloca como a mais fácil plataforma inclinada do mercado. Ela orienta o usuário através da seqüência de operações. Os botões de controle acenderão para indicar o próximo passo lógico.



Figura 2 – Plataforma Artira

5.2.2 – PLATAFORMA XPRESS II

A plataforma elevatória para cadeiras de rodas Xpress II é uma solução de acessibilidade ideal para escadas retas com duas aterragens. Ela pode ser montada em ambos os lados da escada, dependendo do desenho e localização escada. O Xpress II é alimentado pela rede elétrica e está disponível tanto com bateria de backup para o pleno funcionamento na falta de energia ou de emergência. É a mais robusta plataforma elevatória com inclinação reta disponível e é adequada para aplicações comerciais pesadas.



Figura 3 – Plataforma Xpress II

5.2.3 – PLATAFORMA X3

A plataforma inclinada X3 é uma solução de acessibilidade ideal para escadas retas dentro de uma casa ou em instalações comerciais. A X3 é alimentada por baterias recarregáveis. As baterias são carregadas quando o elevador não está em uso e está estacionado em um dos desembarques. Os controles de parede são sem fio, tornando a instalação do aparelho mais simples do que elevadores para cadeiras de rodas tradicionais. Não é necessário instalar fios nas paredes. A plataforma inclinada X3 pode ser instalada com modificações estruturais geralmente dentro de um único dia. O X3 é a acessibilidade simplificada!



Figura 4 – Plataforma X3

5.3 ESPECIFICAÇÕES E DECISÕES PRELIMINARES

A plataforma de acessibilidade conforme ilustra é constituído pela plataforma de transporte e pelo corpo. A plataforma de transporte é composta por duas pranchas (vertical e horizontal) e por três rampas de acesso sendo duas laterais e uma frontal. Compõem o corpo: os braços de segurança, o painel de controle e o corrimão, e, para fixação dois trilhos, um superior e um inferior.

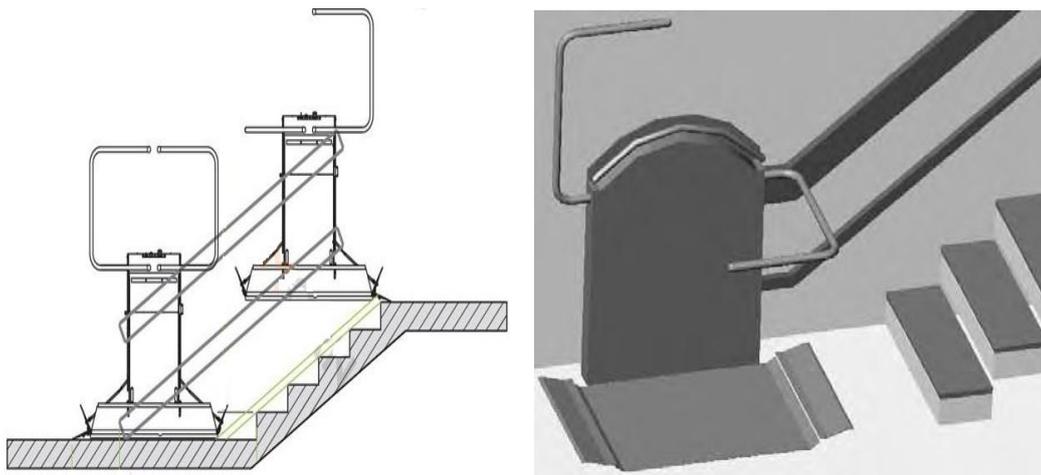


Figura 5 - Plataforma de acessibilidade e os trilhos ao longo da escada

5.3.1 ESPECIFICAÇÕES PRELIMINARES

A plataforma deverá suportar uma carga de aproximadamente $m= 180$ kg (cadeira + pessoa), atingindo a velocidade máxima em torno de $0,15$ m/s. A interface entre o usuário e a plataforma é dada através de um painel de controle, localizado no corpo da plataforma de elevação, que controla o movimento de um motor, e duas unidades de controle remoto auxiliares, estando uma unidade em cada terminal, tendo a finalidade de acionar a chamada da plataforma para seu uso.

5.3.2 DIMENSÕES DA CADEIRA DE RODAS

A plataforma terá que conter dimensões específicas, seguindo as dimensões da cadeira de rodas, que irá ser utilizada como base para as dimensões reais da plataforma.

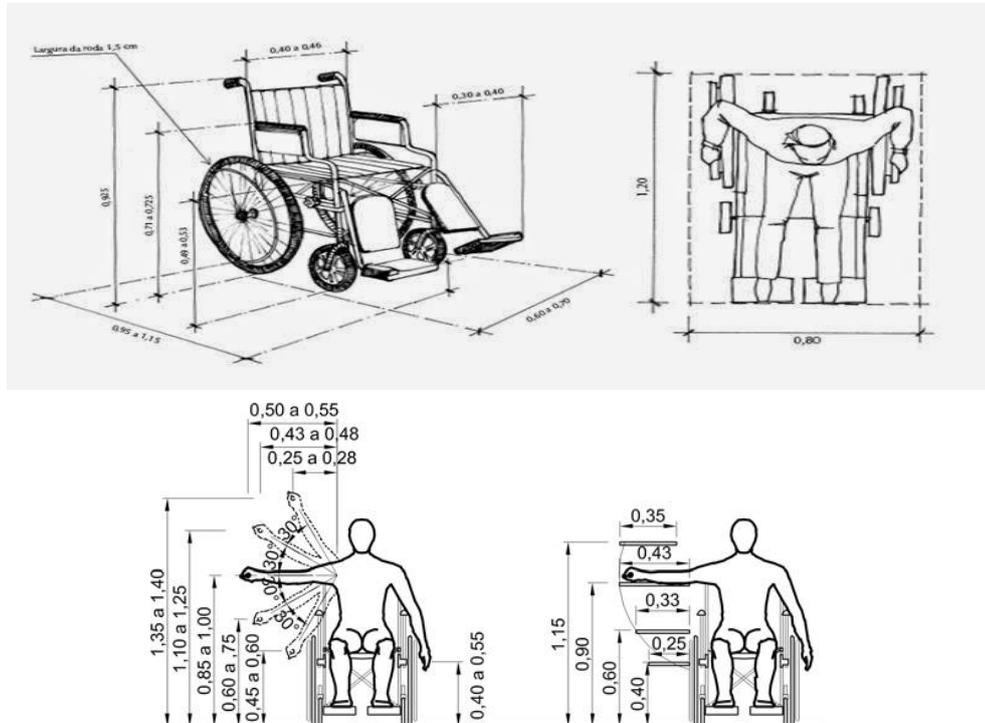


Figura 6 – Dimensões da cadeira de rodas

Analisando as imagens as quais são normalizadas para cadeira de rodas, deve-se fazer uma plataforma que atendam as necessidades do cadeirante, levando em consideração os ângulos e distâncias que o mesmo consegue atingir. Assim, as plataformas terão dimensões entre 1,20 x 0,80 m (mínimas) e 1,40 x 1,0 m (máximas).

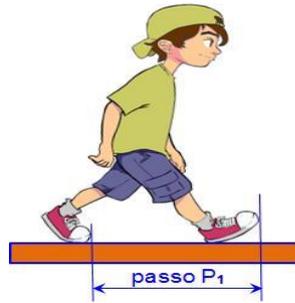
5.3.3 NORMAS TÉCNICAS

Serão seguidas as normas técnicas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) referentes a “Elevadores elétricos de passageiros”, NBR NM 207. Essas normas definem regras de segurança relativas a elevadores de passageiros com vistas a proteger as pessoas e objetos contra os riscos de acidentes relacionados com as operações pelo usuário, de manutenção e de emergência.

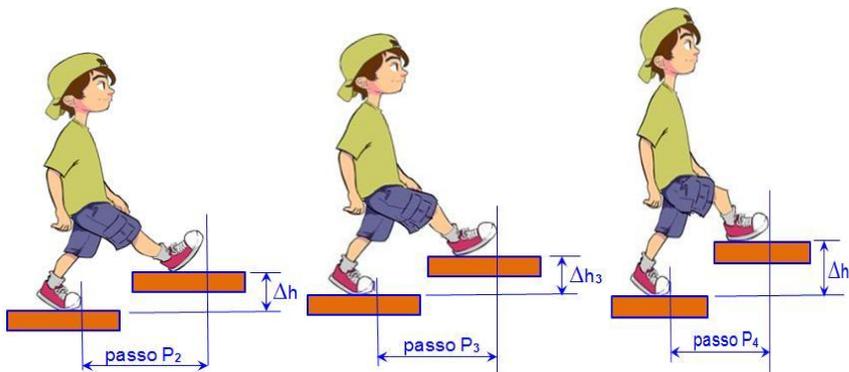
5.4 NORMALIZAÇÕES ALTURA E LARGURA DE DEGRAUS

5.4.1 AS PESQUISAS DE BLONDEL

Os Degraus e Espelhos de uma escada devem ter tamanhos que permitam um caminhar confortável e seguro. Espelhos muito altos exigem esforços exagerados na subida. Escada muito íngreme causa medo em quem desce. Escada muito suave causa desconforto para subir.



Estudando o Passo (distância percorrida pelo pé durante a marcha normal em um plano horizontal), Blondel observou que o passo diminui (fica mais curto) quando a pessoa sobe uma escada. Observou também que quanto mais alto o degrau menor é o passo:



Repetindo as experiências e medindo o passo e a altura do degrau chegou à conclusão de que existe uma relação de proporcionalidade entre o passo e a altura do degrau. Sua conclusão é que cada vez que sobe um "pouce", o valor da porção horizontal é reduzido em duas "pouces". Pouce é a unidade em que se mediam distâncias naquela época. Podemos traduzir a conclusão de Blondel como "cada vez que a altura do degrau aumenta um milímetro, o passo diminui dois milímetros.

A escada que apresenta esta proporção é uma escada confortável.

5.4.2 A FÓRMULA DE BLONDEL

A famosa Fórmula de Blondel tem o seguinte aspecto:

Fórmula de Blondel:

$$M = 2H + g$$

Onde:

M = Module ou lepas, que é o Passo, o tamanho do passo da pessoa;

H = hauteur, que é a altura entre um degrau e outro;

g = giron, que é a distância horizontal entre duas quinas consecutivas numa escada (em outras palavras, a largura de um degrau)

No Brasil, a norma NBR-9077 também adota a Fórmula de Blondel e admitem duas situações extremas, uma com Passo = 63,0mm e outra com Passo = 64,0mm.

5.4.3 A ALTURA DOS DEGRAUS

A norma fixa inicialmente as alturas possíveis:

Regra Nº 1: Todos os degraus de uma escada devem ter a mesma altura e a mesma largura. Isto significa que não é aceitável uma escada que tenha degraus com alturas diferentes ao longo do lance nem larguras diferentes ao longo do lance. A escada do desenho seguinte não é aceitável por que tem degraus pequenos e degraus grandes. Ao usar esta escada, as pessoas, com certeza, irão tropeçar.



A tolerância, isto é, a variação máxima entre um degrau e outro não pode ser maior que 0,05mm.

Regra Nº 2: Os degraus devem ter altura h compreendida entre 16,0 e 18,0 milímetros, com tolerância de 0,05mm. Isto significa que o degrau mais baixo possível terá 16,0mm de altura. Escada com degraus com altura menor que 16,0mm não serão uma escada confortável.

Também significa que o degrau mais alto possível terá 18,0mm de altura. Escada com degraus com altura maior que 18,0mm não serão uma escada confortável.

Regra Nº 3: Escadas de Serviços que não sejam utilizadas como Saídas de Emergência podem ter altura h maiores.

TIPOS DE OCUPAÇÃO DO EDIFÍCIO	ALTURA MÁXIMA DO DEGRAU
Ocupações de A até G	$h_{MAX} = 20,0\text{mm}$
Ocupação H	$h_{MAX} = 19,0\text{mm}$
Ocupações I e J	$h_{MAX} = 23,0\text{mm}$

5.4.4 A LARGURA DOS DEGRAUS

A largura do degrau é determinada em função da altura do degrau segundo a Fórmula de Blondel:

$$63,0\text{mm} < (2h + b) < 64 \text{ mm}$$

Na verdade são duas equações:

Equação N0 1: $(2h + b) > 63,0\text{mm}$

Equação N0 2: $(2h + b) < 64,0\text{mm}$

5.4.5 DIMENSÕES POSSÍVEIS

ALTURA DO DEGRAU	LARGURA DO DEGRAU	
	MINIMA	MAXIMA
18,0	27,0	28,0
17,9	27,2	28,2
17,8	27,4	28,4
17,7	27,6	28,6
17,6	27,8	28,8
17,5	28,0	29,0
17,4	28,2	29,2
17,3	28,4	29,4
17,2	28,6	29,6
17,1	28,8	29,8
17,0	29,0	30,0
16,9	29,2	30,2
16,8	29,4	30,4
16,7	29,6	30,6
16,6	29,8	30,8
16,5	30,0	31,0

Medidas em milímetros

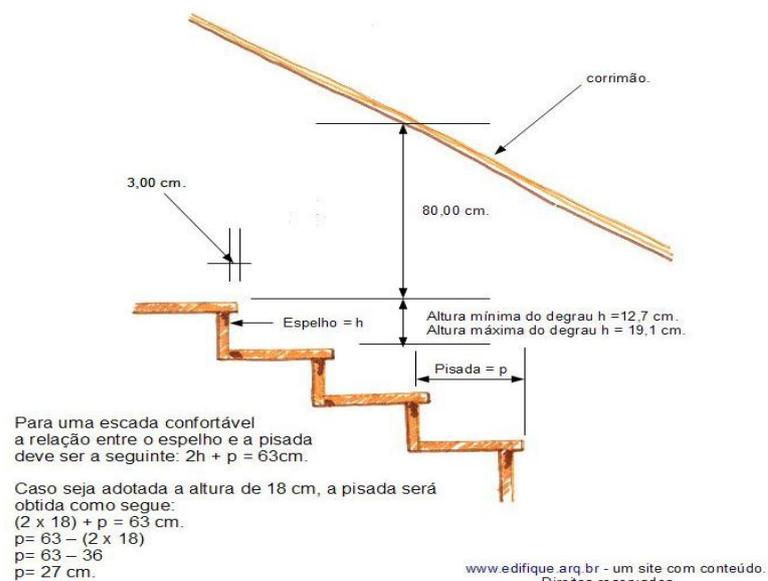


Figura 7 – Relação entre a altura e a pisada do degrau

5.5 CENTRO DE GRAVIDADE

A estimativa do centro de gravidade, por ser um sistema onde as cargas são simétricas com relação a um plano de topo à prancha vertical, e sua determinação basea-se num estudo gráfico envolvendo o sistema Cartesiano Ortogonal. Por essa razão sai-se do estudo tridimensional e passa-se para o estudo bidimensional.

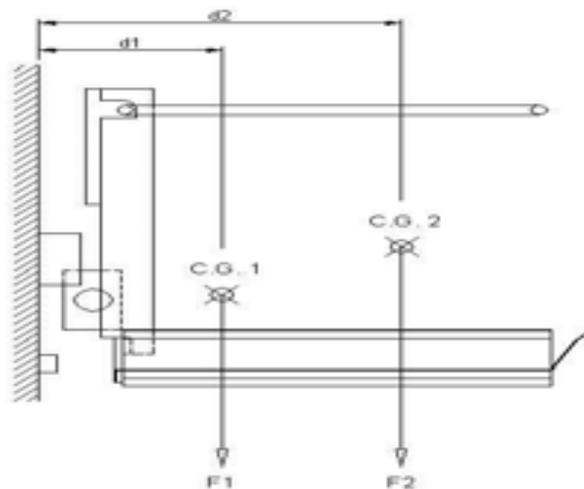


Figura 8 - Estimativas do centro de gravidade do sistema .

5.5.1 SISTEMA DAS RAMPAS DE ACESSO

Existem três rampas de acesso: duas laterais e uma frontal. Elas podem ser recolhidas e dispõem de chapa móvel que cerceia o deslocamento da cadeira de rodas e sua superfície é antiderrapante, essas chapas que irão servir como rampa, irá ser de chapa de aço carbono ou galvanizado xadrez, por possuir maior resistência mecânica, durabilidade e ser antiderrapante. As rampas abrem-se para auxiliar o usuário a embarcar e a desembarcar da plataforma, e recolhe-se ao mesmo tempo em que se levantam para garantir maior segurança ao usuário, impedindo que a cadeira de rodas deslize para fora dessa plataforma.

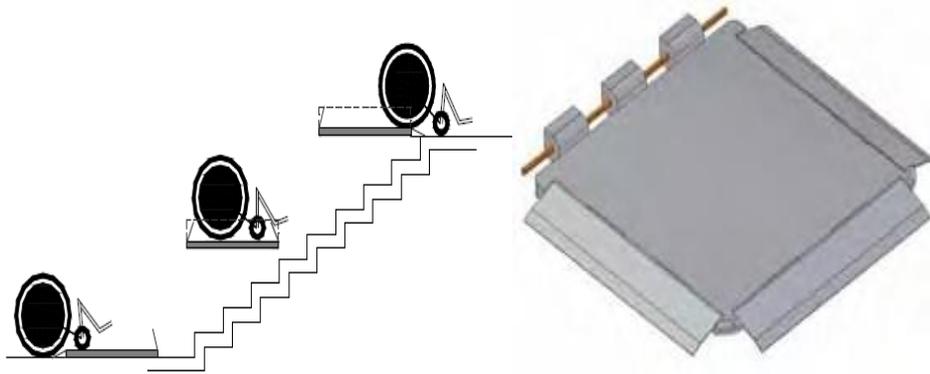


Figura 9 - A prancha horizontal e rampas de acesso

5.5.2 SISTEMA DOS BRAÇOS DE SEGURANÇA

Os braços de segurança têm a função de propiciar maior apoio ao usuário; são móveis e circundam todo o perímetro da plataforma. Quando a plataforma não se encontra em uso, permanecem na posição vertical, ocupando assim, um menor espaço e liberando a passagem da escada. A norma canadense (CONCORD ELEVATOR, 2001) determina que o braço deva resistir à tensão de torção equivalente à força concentrada de 1.000 [N]; isso corresponde ao possível esforço do usuário, no sentido horizontal, quando, por qualquer motivo, a carga é deslocada para frente ou para trás, e mais um esforço vertical, correspondente à carga equivalente ao peso do apoio do braço do usuário aplicado à extremidade desse mesmo braço, correspondente a 300 [N] (sobrecarga acidental e no sentido vertical). Nesse caso é recomendado o uso de um perfil em alumínio, com tratamento superficial, para evitar a corrosão provocada pela acidez do suor da mão do usuário, e que poderá ser um tratamento superficial à base de galvanização a fogo. O diâmetro deve ser de 60,0mm.

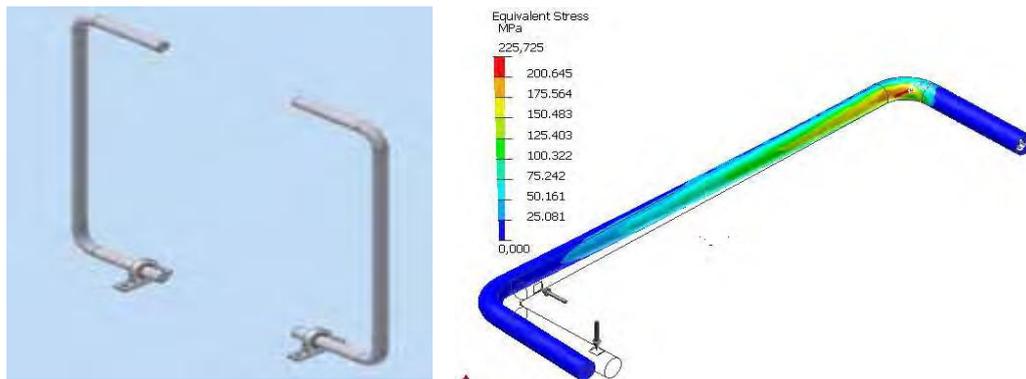


Figura 10 - braços de segurança e seus mancais

5.5.3 SISTEMA DO PAINEL DE CONTROLE

O painel que acomodará o circuito de potência junto ao comando elétrico está localizado na parte superior da plataforma. Nele estará concentrado todo o comando do sistema eletro-mecânico. Seu manejo é de simples operação. O motor DC de 24V é fixo na própria estação, e, junto a ele encontra-se o inversor de frequência. O motor pode ser de 1,5 CV (1,12 kW).

5.5.4 SISTEMA DE OPERAÇÃO

O deslocamento da plataforma será ao longo de dois trilhos que podem ser montados diretamente à parede ou apoiados em postes (torres). O trilho superior levará em consideração o apoio da plataforma e todo o sistema de operação, enquanto o trilho inferior proporcionará apoio lateral. O sistema de transmissão se dará por uma cremalheira que irá seguir o trilho no seu total, e uma âncora na qual irá seguir o curso da cremalheira.

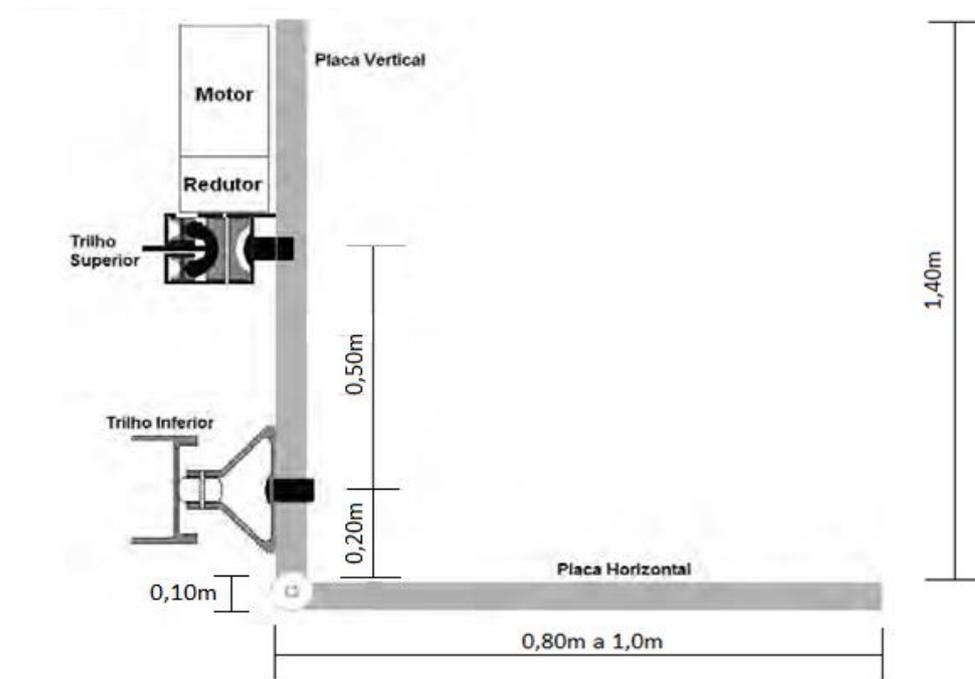


Figura 11 – Sistema do painel de controle e operação

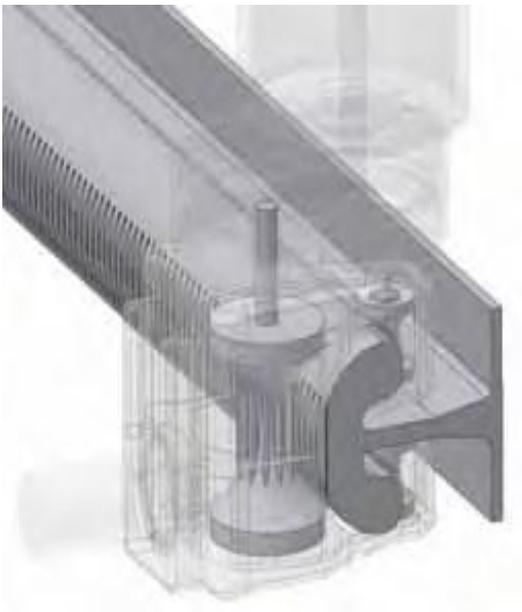


Figura 12 – Interior da carcaça



Figura 13 - Exterior da carcaça

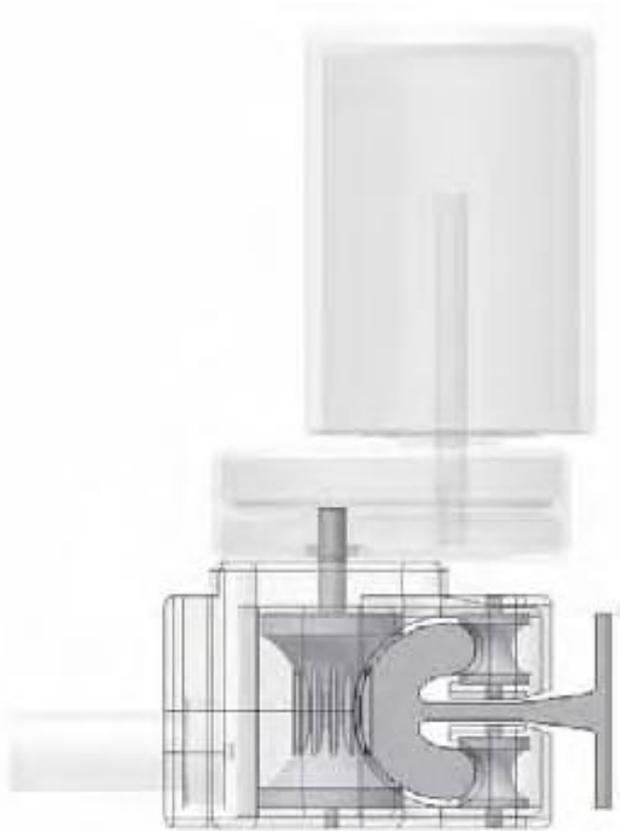


Figura 14 - Sistema transmissor - âncora com as componentes e o corrimão

A figura abaixo mostra, em perspectiva, um modelo de carcaça, o qual exerce várias funções estruturais, sendo entre elas: ancoragem do pino de giro, suporte do redutor e moto freio, acomodador dos roletes ajustadores e do rolete de transmissão, além de apresentar as características de facilidades aos encaixes e de manutenção. Nela se observam os furos oblongos dos encaixes sob pressão nas pontas dos roletes ajustadores no furo de passagem do corrimão ergonômico da cremalheira. Nota-se, ainda, o furo da passagem do eixo do rolete ajustador na saída do redutor.

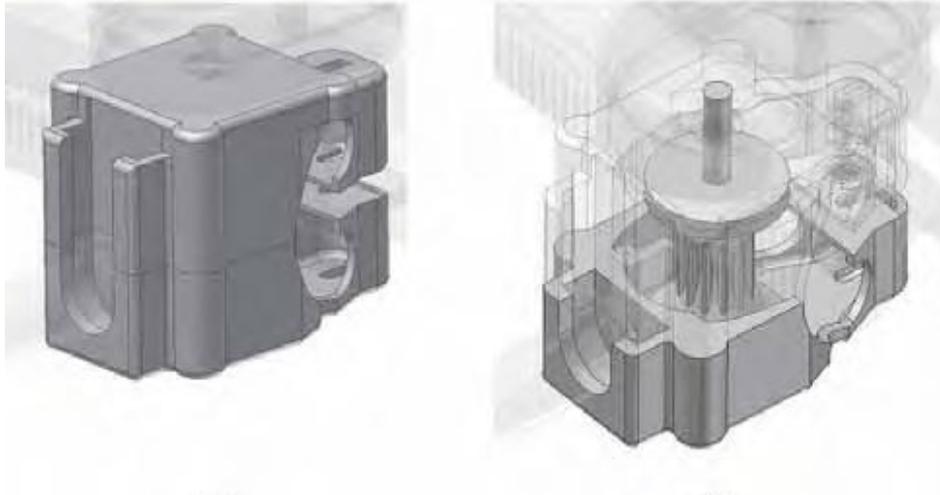


Figura 15 – Carcaça da âncora fechada e aberta com a engrenagem principal

O sistema de tração da plataforma é composto por um motor elétrico acoplado a um redutor de velocidade o qual aciona a engrenagem principal, e fixa ao trilho superior por uma âncora, conforme mostra nas figuras acima. Quando acionada, a engrenagem principal traciona a plataforma ao longo do trilho superior.

5.6 ESTRUTURA DO CORRIMÃO

A figura mostra todo o sistema de transmissão já acoplado ao corrimão ergonômico da escada. Vê-se o pino da âncora, o perfil da carcaça, o rolete dentado da transmissão, os roletes ajustadores de cima mais o de baixo, o motor e o redutor e o detalhe, simulando o vidro da posição do eixo do rolete dentado ao redutor.

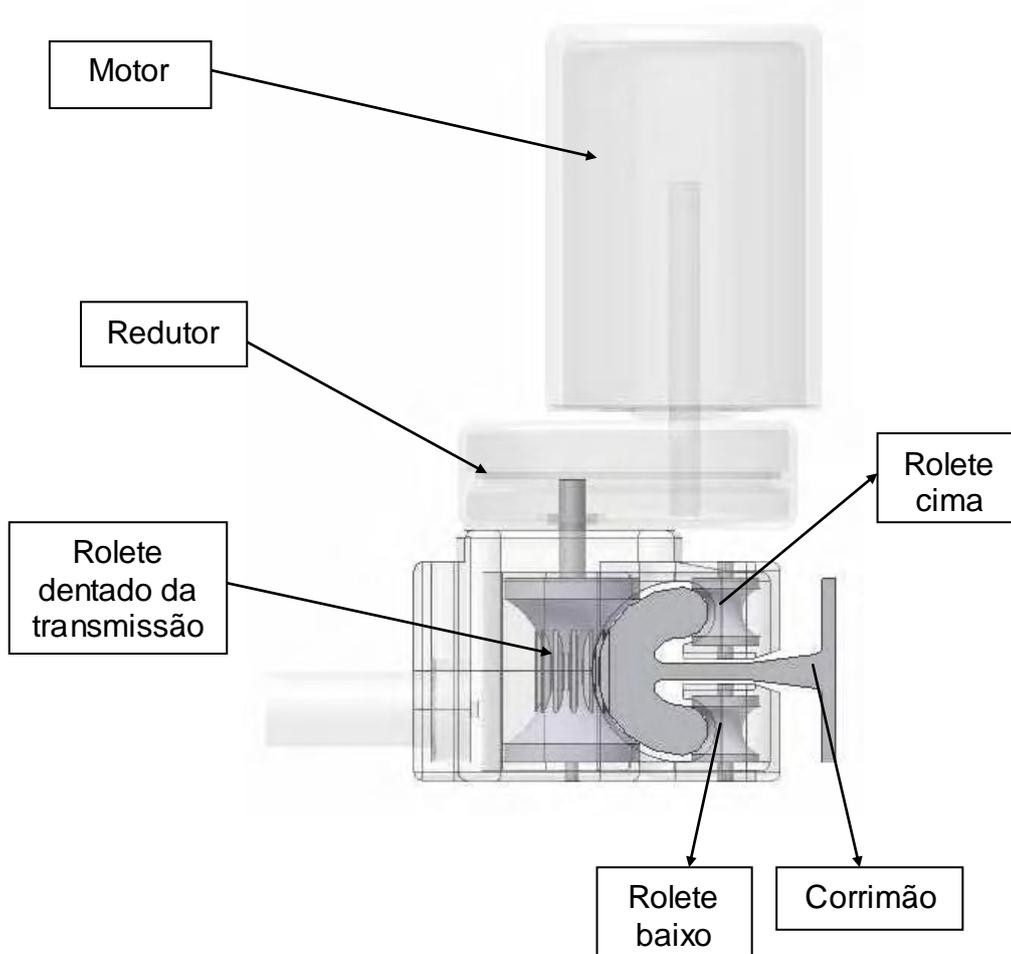


Figura 16 – Sistema de transmissão acoplado ao corrimão

5.7 CÁLCULO DA POTÊNCIA DO MOTOR

5.7.1 DIAGRAMA DE FORÇAS COMPONENTES DA CARGA R

A figura abaixo apresenta as componentes F_1 , F_2 e a resultante R em função da posição do ângulo de deslocamento da plataforma de acessibilidade, como sendo 32° .

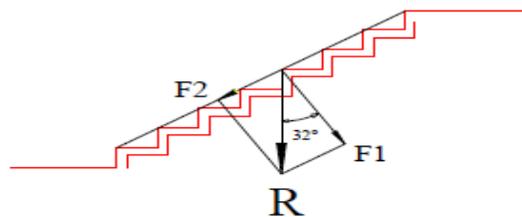


Figura 17 - Diagrama dos componentes da carga da plataforma.

A Equação, fundamentadas por Beer e Johnson (2005), esta em função de $2F$ (força de arraste) e da velocidade projetada, o que resulta na potência do motor.

$$P_{motor} = F_2 \cdot V_{deslocamento}$$

Lembrando que, $R=2.551,00$ [N] (carga máxima), $F_2= R\sin(32^\circ)$, e a velocidade $V_{deslocamento}=0,15$ [m/s], tem-se:

$$P_{Motor} \equiv 203,00 \text{ [Watts]}$$

Lembrando que 1 [cv] = 735 [watts], então,

$$P_{Motor} = 0,276 \text{ [cv]}$$

5.7.2 SEGUNDO O PADRÃO INTERNACIONAL

Lembrando que o mercado brasileiro não fabrica motores com 1,38[cv], optasse para um motor imediatamente próximo e superior à potência calculada.

Observação importante: Caso o equipamento seja instalado em uma escada cuja inclinação seja maior que 32° uma nova potência deverá ser calculada porque a força de arraste pode aumentar significativamente a potência do motor. Assim cada inclinação ter-se-á um motor com potência diferente.

COMENTÁRIO:

A potência do motor está dentro do padrão de normas internacionais em virtude do fator de segurança utilizado e à rotação escolhida de 3.500 [rpm]. Esse fator manterá o torque de arranque da carga do conjunto. No entanto não poderá causar estranheza de pessoas entendidas no assunto mesmo porque não haverá tranco para os arranques e para as paradas, pois o sistema eletro-mecânico será dotado de potenciômetro que garante partidas com pequenos deslocamentos e aumento paulatino. Assim como para as paradas no seu desligamento. Outra vantagem do motor com maior potência é propiciar um desgaste menor, uma vez que os esforços serão os mesmos. Prevê-se pouca manutenção no motor escolhido. Já a escolha de um motor com freio é aconselhada em virtude de propiciar maior

segurança para equipamentos destinados a usuários de cadeira de rodas, caso em estudo.

A figura abaixo ilustra e detalham os componentes internos de um motor com freio, estator, rotor, bobina e posicionamento do eletroímã à extremidade superior do eixo do motor.

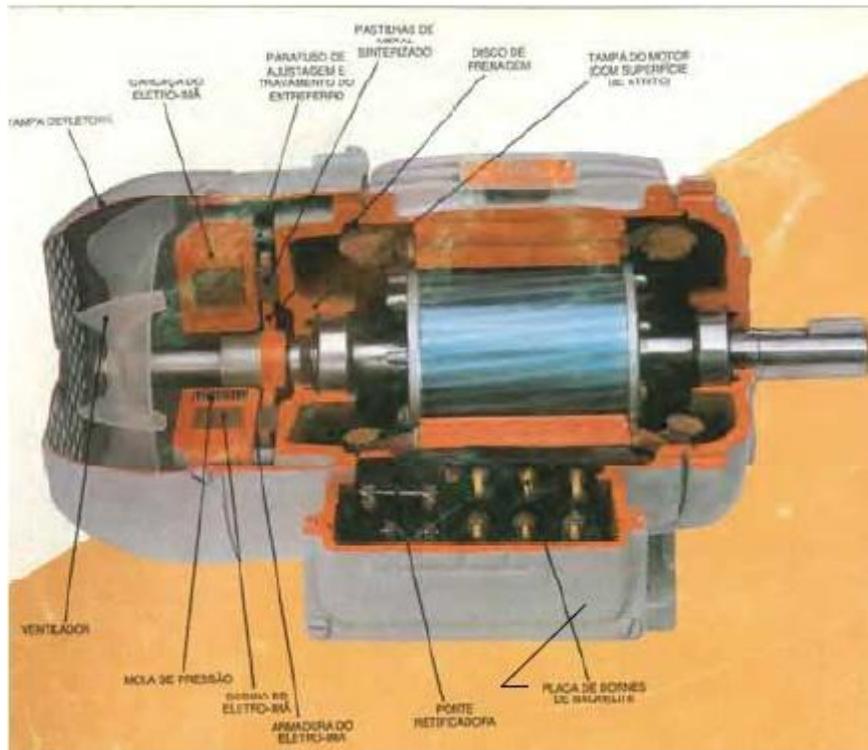


Figura 18 – Moto Freio (WEG)

5.7.3 MOTO FREIO

O moto freio consiste em um motor de indução assíncrono, acoplado a um freio mono disco, formando uma unidade integral compacta e robusta.

O freio possui poucas partes móveis, assegurando longa duração com o mínimo de manutenção. A dupla face de encosto com o disco de frenagem forma uma grande superfície de atrito, que proporciona uma pressão específica adequada sobre os elementos de fricção, evitando o aquecimento exagerado, mantendo assim, o mínimo de desgaste. Além disso, o freio é resfriado pela própria ventilação do motor.

A bobina de acionamento do eletroímã é protegida com resina Epóxi. Funciona com tensões contínuas obtidas através de uma ponte retificadora,

alimentada com tensão alternada de 220V, obtida dos terminais do motor ou de uma fonte independente.

5.8 Redutor

5.8.1 DESCRIÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS DE SEUS COMPONENTES

As carcaças dos redutores são fabricadas em ferro fundido de alta qualidade e envelhecidas para que se obtenha uma usinagem precisa sem deformações posteriores.

Os redutores são constituídos de um par de engrenagens cilíndricas, uma coroa e uma rosca sem fim. As engrenagens cilíndricas são fabricadas em aço liga de alta qualidade e seus dentes são helicoidais com ângulo de pressão de 20°, que após operação de desgastes sofrem tratamento termoquímico de cementação. Posteriormente, os flancos dos dentes são retificados pelo processo de geração, com furo e a face das engrenagens retificadas, garantindo uma engrenagem precisa e silenciosa. A Rosca sem fim é em aço liga para cementação, a qual após o tratamento térmico atingirá uma dureza superficial de 58 a 60 HRc. O perfil é de envolvente e retificado, proporcionando ao redutor um alto rendimento e um funcionamento suave. A Coroa é de bronze centrifugado de liga especial, com propriedades mecânicas que garantem um ótimo funcionamento e durabilidade. Os eixos são fabricados em aço beneficiado usado na construção de máquinas com os encostos e assentos dos rolamentos ou retentores, retificados. Os rolamentos utilizados nas unidades são de pressão, e resistentes às cargas radiais, dimensionadas para uma longa vida.

A figura abaixo ilustra um redutor com seus componentes internos - a sua carcaça e o motor já acoplado ao redutor.

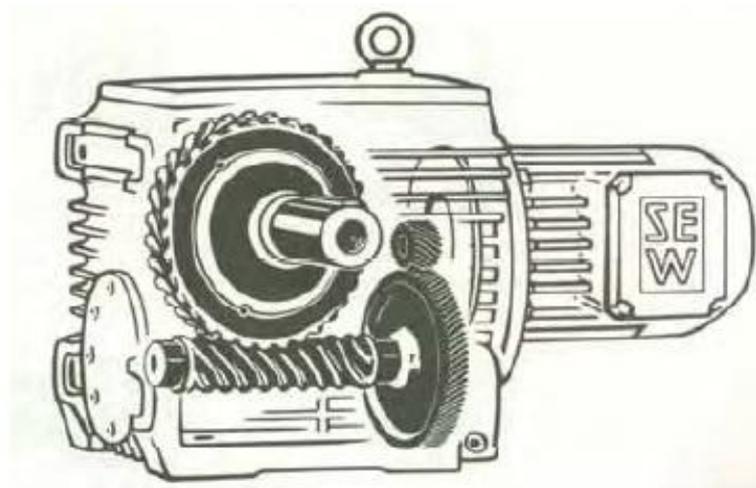


Figura 19 - Componentes internos do redutor (SEW)

A única diferença é que o redutor terá o motor trabalhando na sua parte superior para atender condições de espaço no projeto.

A função do redutor é reduzir o número de rotações do motor através de seus componentes internos para oferecer uma velocidade compatível com a dinâmica do sistema projetado de modo tal que não tire o poder de arranque do motor, permitindo saídas e paradas dentro dos parâmetros do projeto, com o auxílio do potenciômetro para garantir a segurança dos usuários.

5.9 FREIO ELETROMAGNÉTICO – FREIO DE EMERGÊNCIA

A plataforma de acessibilidade em estudo considera um sistema de travamento automático para efeitos de maior segurança e situações de emergência, como por exemplo, numa situação de falha no sistema elétrico da própria estrutura ou numa falta de energia elétrica no edifício em que está instalada.

Assim, neste estudo se desenvolve um freio eletromagnético constituído de um eletroímã no formato de um “U”, acoplado a uma barra móvel de mesmo material, semelhante ao modelo usado em elevadores verticais. O freio é acionado por molas helicoidais de compressão que proporcionam a frenagem ao pressionar a barra móvel contra o trilho inferior. Devido ao baixo custo e a possibilidade de ser adaptada ao projeto da plataforma, este foi o modelo de frenagem extra, escolhido para este trabalho e dimensionado seguindo o desenvolvimento realizado por Kalume (2007).

O dispositivo pode ser instalado na parte posterior da plataforma vertical, junto ao seu acoplamento no trilho inferior. Ao passar corrente elétrica na bobina do eletroímã, um fluxo magnético é gerado, atravessando o núcleo de aço-silício, fazendo com que a barra móvel do eletroímã seja atraída por ele, desacoplando o freio do trilho inferior, permitindo assim o movimento da plataforma. Ao cortar o fornecimento de energia elétrica na bobina, o fluxo magnético no núcleo do imã é eliminado, deixando a barra móvel sob a ação das molas, que acionarão automaticamente o freio, comprimindo a barra contra o trilho inferior da plataforma. A bobina utilizada neste equipamento seria ligada ao dispositivo de comando da plataforma, de modo a receber corrente elétrica no instante em que o motor é acionado.

Desta maneira o freio seria desacoplado do trilho quando fosse desejado o transporte do usuário. Ao atingir o andar desejado, a corrente elétrica seria interrompida no motor e na bobina, parando a estrutura e acionando automaticamente o freio. Este, por sua vez, permanecerá travado enquanto a plataforma se mantiver em repouso, garantindo segurança tanto no embarque quanto no desembarque do usuário.

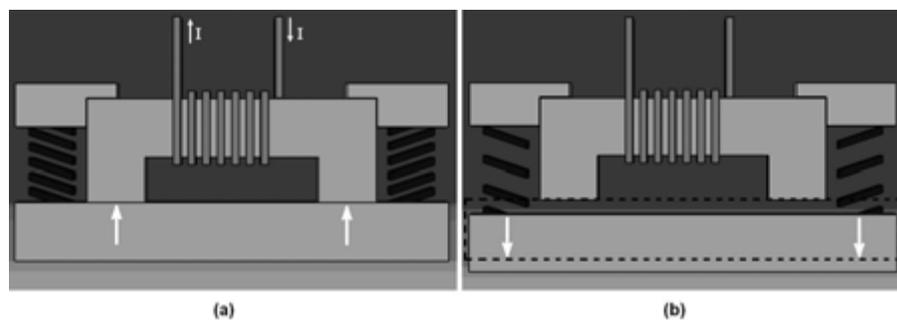


Figura 20 - Esquema do eletroímã: (a) Eletroímã ligado, com o freio desacoplado do trilho, (b) Eletroímã desligado, com as molas acionando o freio.

O freio eletromagnético, diferentemente dos outros tipos de freios, é o único que é acionado com segurança quando submetido a uma situação de emergência em que o fornecimento de energia elétrica é cortado.

6. NOBREAK

O nobreak desempenhará as funções de alimentação do sistema tanto na ocorrência de faltas de energia, com autonomia de 10 minutos a plena carga, quanto na operação normal da rede, além de possibilitar a conversão da tensão de 127 V para 220 V para que assim o inversor possa ser alimentado.

PREMIUM 1500 ISOLADOR		
ENTRADA	Tensão de entrada nominal	120 V-220 V automático
	Frequência de entrada	47 Hz - 63 Hz (permite ser ligado em grupo gerador)
	Subtensão	90 V para 120 V / 165 V para 220 V
	Sobretensão	145 V para 120 V / 265 V para 220 V
SAÍDA	Potência de saída nominal contínua	1500 VA / 1050 W
	Potência de pico nominal	1155 W
	Tensão de saída nominal	Disponível nos modelos 120V e 220 V
	Faixa de saída em modo inversor	120 V +/-1% ou 220 V +/-1%
	Frequência de saída em modo bateria	50 Hz / 60 Hz inversor adaptável de acordo com a frequência de entrada da rede
	Tempo de acionamento da bateria	0
	Forma-de-onda em modo bateria	Senoidal
	Rendimento a plena carga em rede	>= 90% (dupla conversão)
	Rendimento a plena carga em bateria	>= 94% (pela bateria)
BATERIA	Tensão de operação	48 V
	Quantidade	4 x 9 Ah / 12 V
	Tipo de bateria	Selada HLR (longa vida), chumbo-ácida
	Tempo de recarga da bateria	10 h após 90% descarregada
	Vida útil da bateria	Entre 3 a 5 anos, conforme número de ciclos de descarga e da temperatura ambiente
MECÂNICA	Comprimento do cabo AC	1,5 m Padrão Norma 14136
	Dimensões	490 x188x 236 [mm]
	Peso aproximado	29 kg
AMB.	Temperatura de operação	0°C a 40°C
	Umidade relativa	0 a 90% sem condensação
PROTEÇÕES	Desligamento do nobreak quando houver sobrecarga 110%: 16 min rede / 8 min inversor. 160%: 2 min rede / 1 min inversor	
	Acionamento da bateria para subtensão e sobretensão na rede elétrica com retorno e desligamento automático	
	Desligamento automático contra descarga profunda de bateria no modo inversor	
	Desligamento programado por carga mínima na saída e ausência da rede elétrica superior a uma hora	
	Varistores óxido metálico contra surtos de tensão entre fase / terra e neutro / terra	

Quadro 15: Características do nobreak.

Fonte: (Catálogo eletrônico On Line Premium 1500 Isolador – NHS, 2014).

Figura 21 – Características do NOBREAK

6.1 DESCRITIVO DE FUNCIONAMENTO DO SISTEMA ELÉTRICO

O funcionamento do comando elétrico, da plataforma, foi concebido com 3 estações de comando separadas e interdependentes;

Estação 1 e 2 : Piso Inferior e Piso Superior

Estação 3: Na Plataforma

A estação 1, localizada no piso inferior, tem as seguintes funções:

- Chamar a plataforma para o piso inferior quando esta estiver estacionada no piso superior;
- Interromper o movimento da plataforma quando esta estiver em movimento (descendo ou subindo).

A estação 2, localizada no piso superior, tem as seguintes funções:

- Chamar a plataforma para o piso superior quando esta estiver estacionada no piso inferior;
- Interromper o movimento da plataforma quando esta estiver em movimento (descendo ou subindo).

A estação 3, localizada na plataforma, tem as seguintes funções:

- Acionar o movimento da plataforma em ambos os sentidos; Interromper o movimento da plataforma quando esta estiver em movimento (descendo ou subindo);
- Acionar o botão de emergência quando o usuário se encontrar em situação de dificuldade;
- Permitir / interromper o deslocamento da plataforma pelo travamento adequado da barra de segurança (sensor indutivo).

Terão dois sensores magnéticos como finais de curso para a plataforma tanto em cima quanto em baixo, em caso de falha de um ou de ambos os sensores magnéticos, existem dois sensores finais de curso mecânicos para cortar a alimentação do circuito.

O funcionamento da plataforma foi concebido considerando que a plataforma sempre estará ocupada por um usuário e que esta acompanha o curso da escada fixa. Em caso de falta de energia elétrica durante o curso ascendente ou descendente este não será interrompido permanecendo em movimento devido a alimentação oriunda do nobreak.

7. PLANEJAMENTO DO PROJETO.

7.1 FLUXOGRAMA DO PROCESSO.

Anexo A.

7.2 FOLHAS DE PROCESSO

Anexo B.

7.3 ESQUEMAS / CIRCUITOS ELÉTRICOS

Anexo C.

7.4 CROQUI

Anexo D

7.5 DESENHOS MECÂNICOS

Anexo E

7.6 FMEA

Anexo F

7.7 TABELA E CUSTOS DOS MATERIAIS

Anexo G

7.8 CRONOGRAMA DTCC

Anexo H

7.9 PERT/CPM

Anexo I

8.0 TABELA TEMPO DE TRABALHO

Anexo J

9. DESENVOLVIMENTO DO PROJETO

9.1 BASE INFERIOR

Inicia – se utilizando barras de aço de tubo retangular, que servira como base inferior. Sua função é dar sustentação para o cadeirante, onde será fixada uma chapa antiderrapante em cima.



Figura 22 – Barra de Tubo Retangular

9.2 CHAPA ANTIDERRAPANTE

Para a construção da chapa superior da plataforma, é utilizado o alumínio, que servirá de piso da base. A chapa antiderrapante será fixada na base inferior e tem como função evitar que o piso seja escorregadio, onde dará segurança ao cadeirante.



Figura 23 – Chapa Antiderrapante

9.3 FIXAÇÃO DA CHAPA ANTIDERRAPANTE NA BASE INFERIOR

Após a construção da base inferior e o corte da chapa antiderrapante, é realizada a fixação das mesmas através de parafusos M10x40mm.

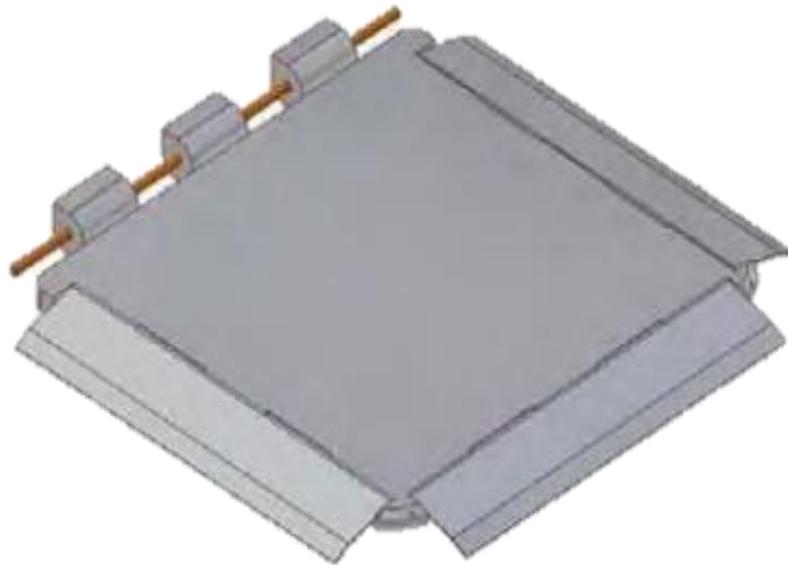


Figura 24 – Montagem da Base da Plataforma

9.4 COLUNA INFERIOR

O material utilizado para a construção da coluna inferior da plataforma é o alumínio. A coluna inferior terá como função de encosto para o cadeirante, e através dos furos de eixo de articulação será fixada na base inferior.

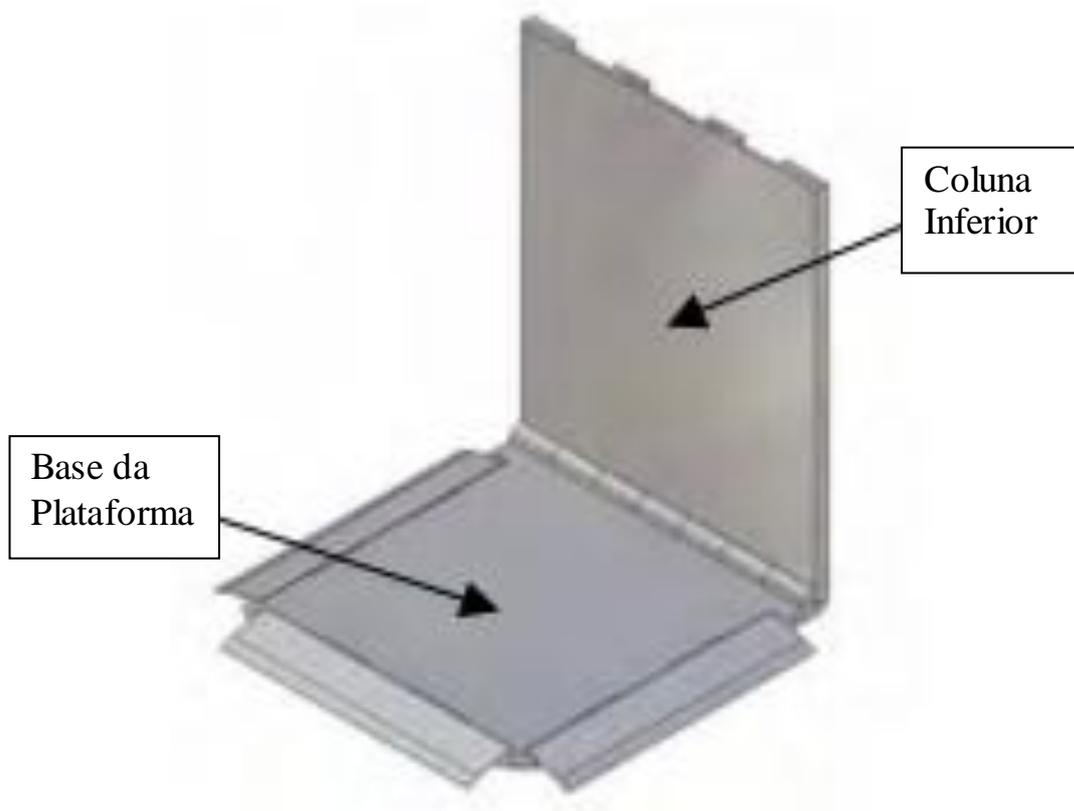


Figura 25 – Fixação da coluna inferior na base

9.5 TRILHOS DE FIXAÇÃO

Para construção dos trilhos de guia (trilho inferior) e trilho cremalheira/ancoragem (trilho superior) será utilizado o aço ABNT 1045 como material. As medidas e a quantidade de material deverão ser analisadas de forma específica para cada cliente.

A função do trilho guia é dar sustentação e suporte para plataforma. Já a função do trilho cremalheira/ancoragem além de dar sustentação, é por onde o motor junto a plataforma serão ancorados para que funcione o movimento de subida e descida da mesma.

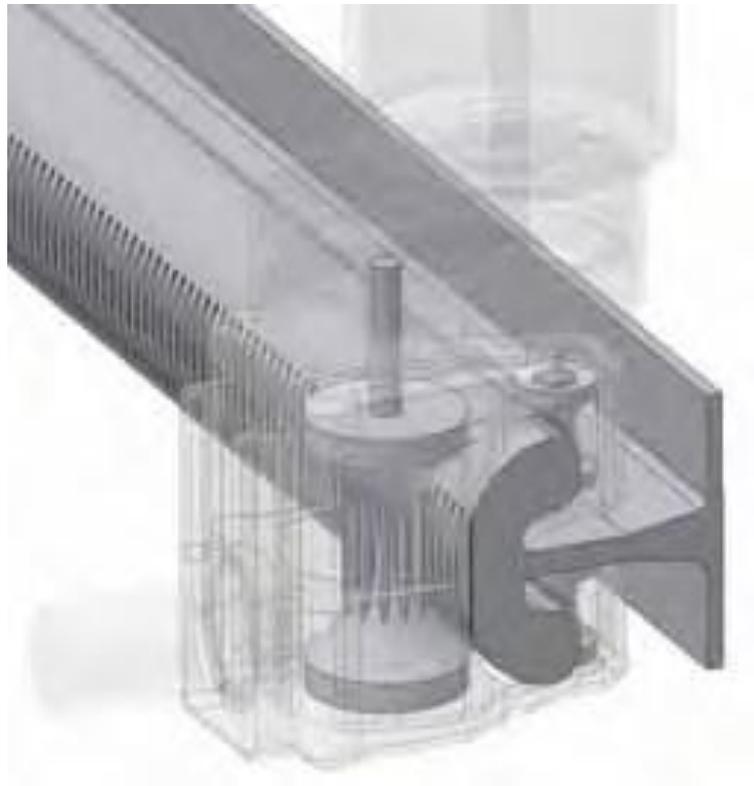


Figura 26 – Trilho Superior (Ancoragem/Cremalheira)

9.6 FIXAÇÃO E ANCORAGEM

Os roletes, tanto como o de transmissão quanto os de suporte e guia serão usinados por uma empresa terceirizada.

Os roletes guia têm a função de guiar pelo trilho de cremalheira todo o conjunto de acoplamento, assim com o rolete dentado, o principal componente para plataforma se locomover pelo trilho que também será dentado, juntos funcionarão como uma espécie de engrenagem.

A fixação da plataforma com o trilho de cremalheira se dá por meio desses elementos abaixo:

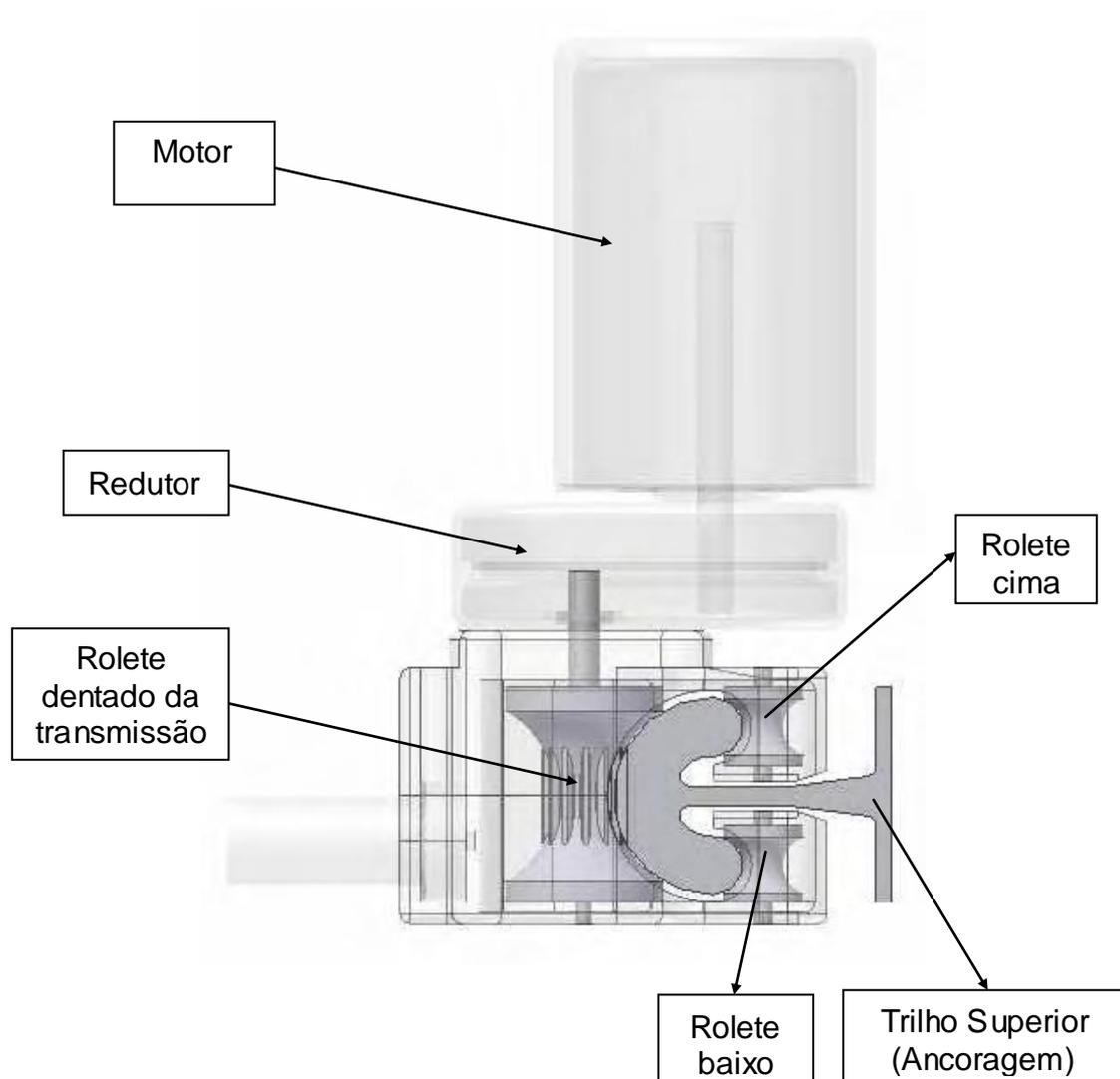


Figura 27 – Elementos de fixação e ancoragem da plataforma

9.7 CARÇAÇA DE ACOPLAMENTO

Os elementos de fixação e ancoragem serão instalados dentro de uma espécie de carcaça, para que sejam fixados e que não fique exposto, além de preservar a estética também servirá de proteção, pois estes elementos em movimento podem ser perigosos para os clientes e usuários da plataforma.

A carcaça também será usinada junto com os outros elementos, em material de Aço ABNT 1045.

A carcaça poderá ser aberta em movimentos de parada da plataforma para eventual tipo de manutenção, seja ela corretiva ou preventiva.

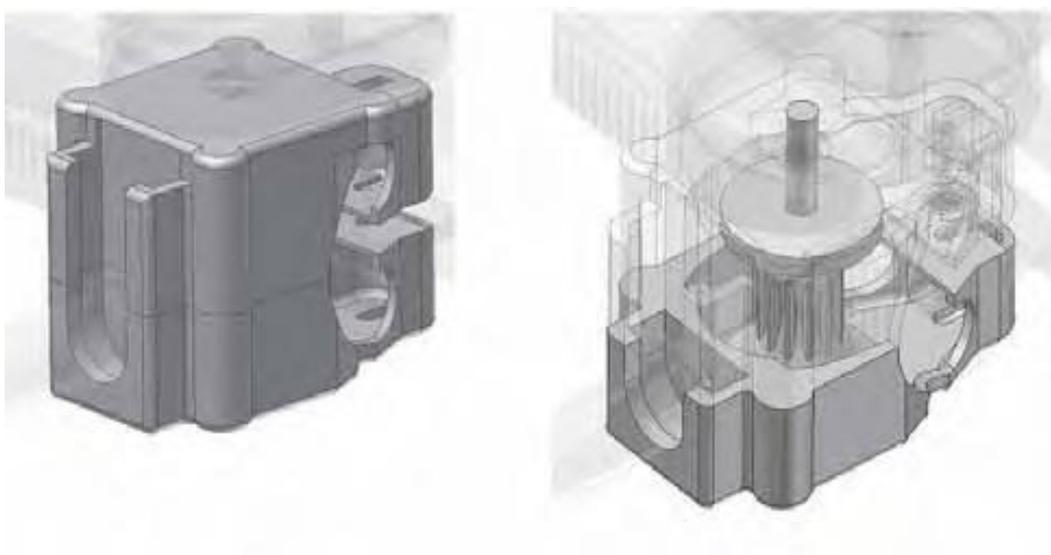


Figura 28 – Carcaça do acoplamento

10. CONCLUSÃO

Este trabalho fez com que a equipe realizasse um estudo teórico sobre os equipamentos envolvidos para o desenvolvimento de uma plataforma elevatória e para deslocamento de pessoas em escadas. Além deste estudo, também foram realizados levantamentos de dados. Assim foi possível obter maiores esclarecimentos sobre o funcionamento de plataformas elevatórias.

O projeto PLATEC possibilitou conhecer melhor e aprofundada a forma das quais as pessoas com mobilidade reduzida e deficiência, sentem ao enfrentar uma situação na qual as mesmas precisam se locomover sem necessidade de alguém ao lado. Com isso, conhecendo essas dificuldades, realizamos um projeto com objetivo de sanar parte das dificuldades dessas pessoas, começando dentro da sua própria residência.

11. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

<http://plusrn.com.br/produtos/pga.php?lingo=PT>

http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/3057/1/CT_COELE_2014_1_01.pdf

GAMARRA ROSADO, V. O.; GUIMARÃES FILHO, A. C. Concepção preliminar de uma plataforma de acessibilidade para usuários de cadeira de rodas. In: III Workshop Cooperação Universidade Empresa, 2007, Taubaté-SP. UNITAU, UNEM 2007, Taubaté-SP, 2007.

<http://ecatalog.weg.net/files/wegnet/WEG-instrucoes-para-instalacao-operacao-e-manutencao-do-motofreio-50021505-manual-portugues-br.pdf>

<http://www.thyssenkruppelevadores.com.br/pt-BR/categoria/acessibilidade/>

https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/97051/guimaraesfilho_ac_me_guara.pdf?sequence=1

https://sigarra.up.pt/fbaup/pt/pub_geral.pub_view?pi_pub_base_id=462

<http://infraestruturaurbana.pini.com.br/solucoes-tecnicas/9/2-acessibilidade-em-edificacoes-para-garantir-acesso-de-deficientes-241101-1.aspx>

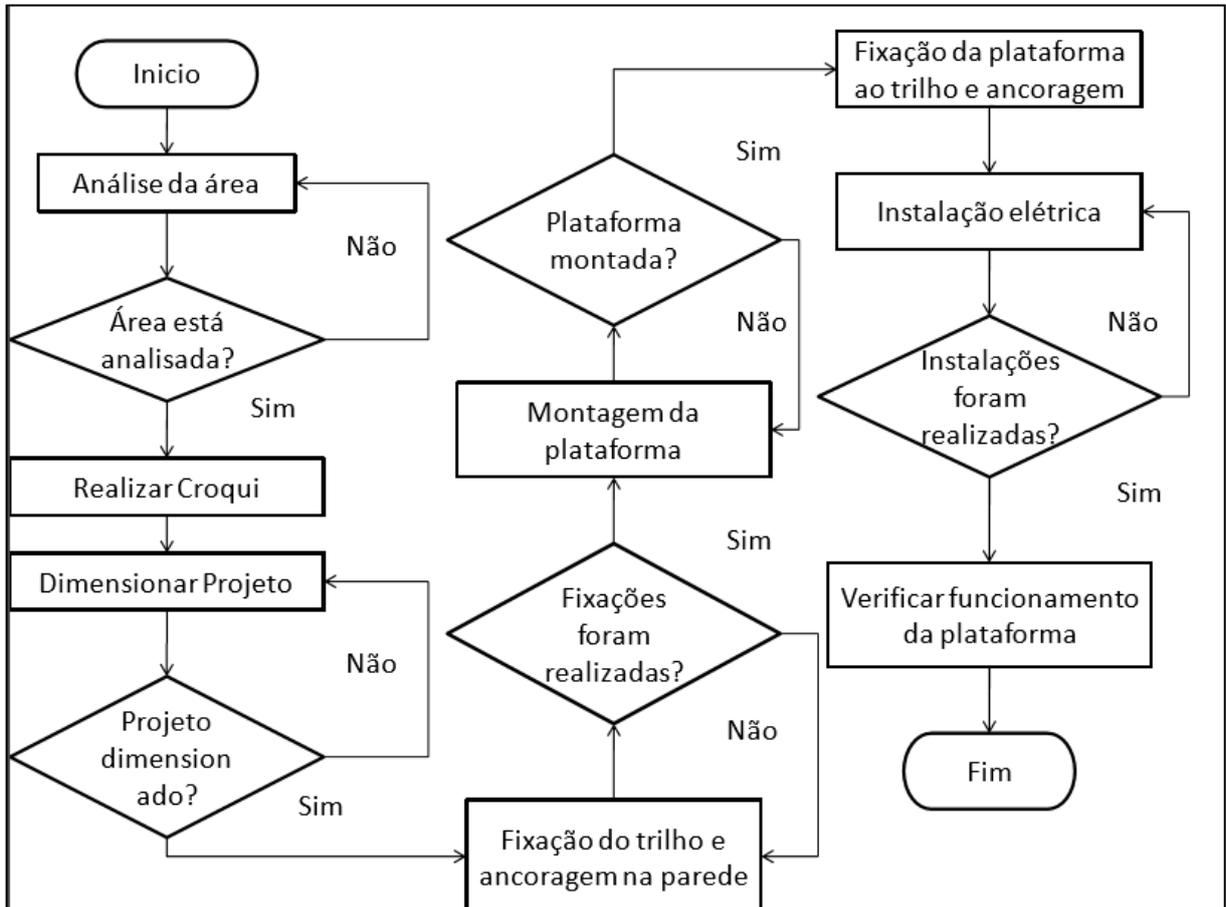
<http://www.coe.ufrj.br/~richard/Acionamentos/Catalogo%20de%20Motores.pdf>

<http://www.ellevabr.com/plataformas-elevatorias/>

<http://www.ufpb.br/cia/contents/manuais/abnt-nbr9050-edicao-2015.pdf>

ANEXOS

Anexo A



Anexo B

FOLHAS DE PROCESSO

Base da Plataforma

1- Inicia-se utilizando barras de tubo retangular, com medidas 40x30mm, cortara barra nas medidas específicas de cada parte, conforme desenho técnico com uma máquina poli corte, após todas as barras cortadas, é necessário uni-las com solda elétrica por eletrodo. Após, fazer as furações com uma furadeira para fixação das chapas da base com parafusos.

2- Pegar a barra de tubo retangular de 28 mm de diâmetro, cortar com uma máquina poli corte na medida, conforme desenho e dobrá-la, para fixar na base da plataforma.

3- Em seguida, utiliza-se a chapa antiderrapante para o piso da plataforma, cujas medidas apresentam-se no desenho do projeto, fazer as furações necessárias para fixar na base.

3- Após todas as partes prontas, realizar a pintura das mesmas.

4- Em seguida, realizar a montagem da base da plataforma.

5- Finalizada a montagem da base junto à chapa, é necessário acoplar o motor e a transmissão a plataforma, e em seguida encaixa-se a plataforma aos trilhos fixados na parede, após toda montagem e testes, fazer as ligações elétricas.

Trilhos de Fixação

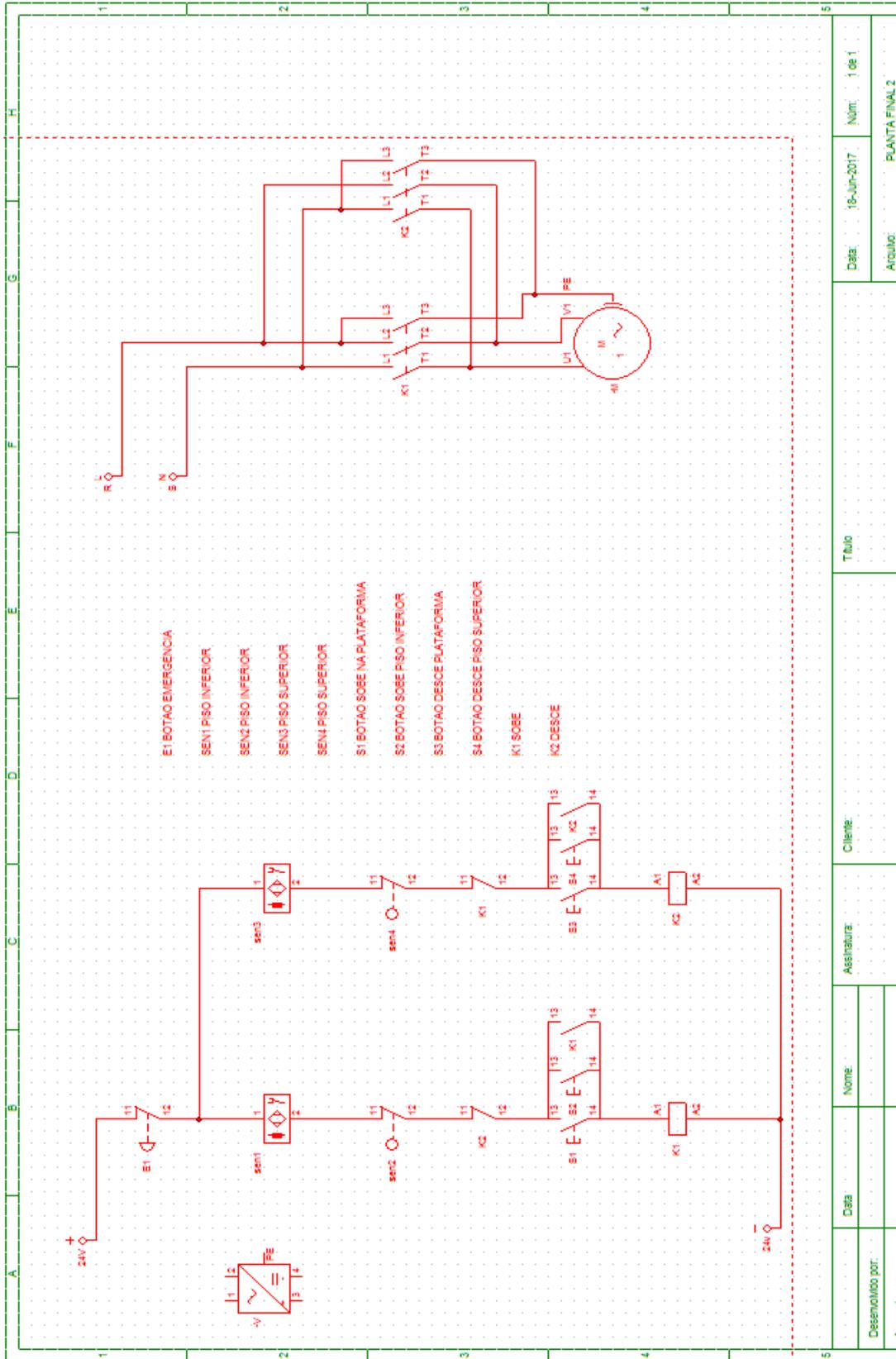
1- Cortam-se os trilhos de ancoragem e o trilho de cremalheira, com uma máquina poli corte nas medidas específicas no projeto, fazer as furações necessárias com uma furadeira, que servirão para fixação.

2- Cortam-se as chapas lisas com a poli corte nas medidas conforme o projeto faz os furos com a furadeira, depois de pronta, realiza-se a pintura.

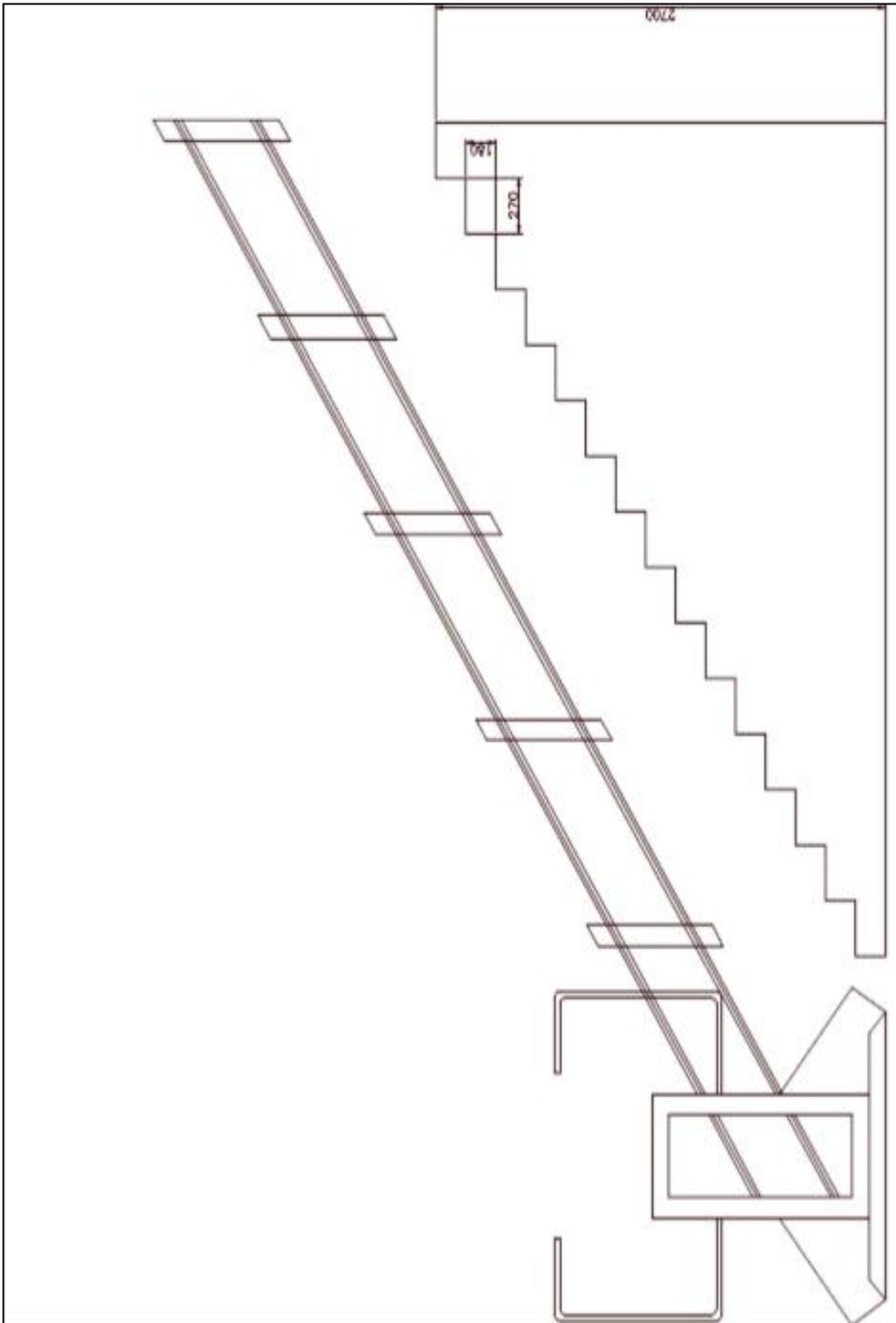
3- Depois de cortado, furado e pintado estará pronto para fixação na parede, com parafusos e buchas.

4- Depois de fixado na parede colocar a plataforma com o motor e o sistema de transmissão.

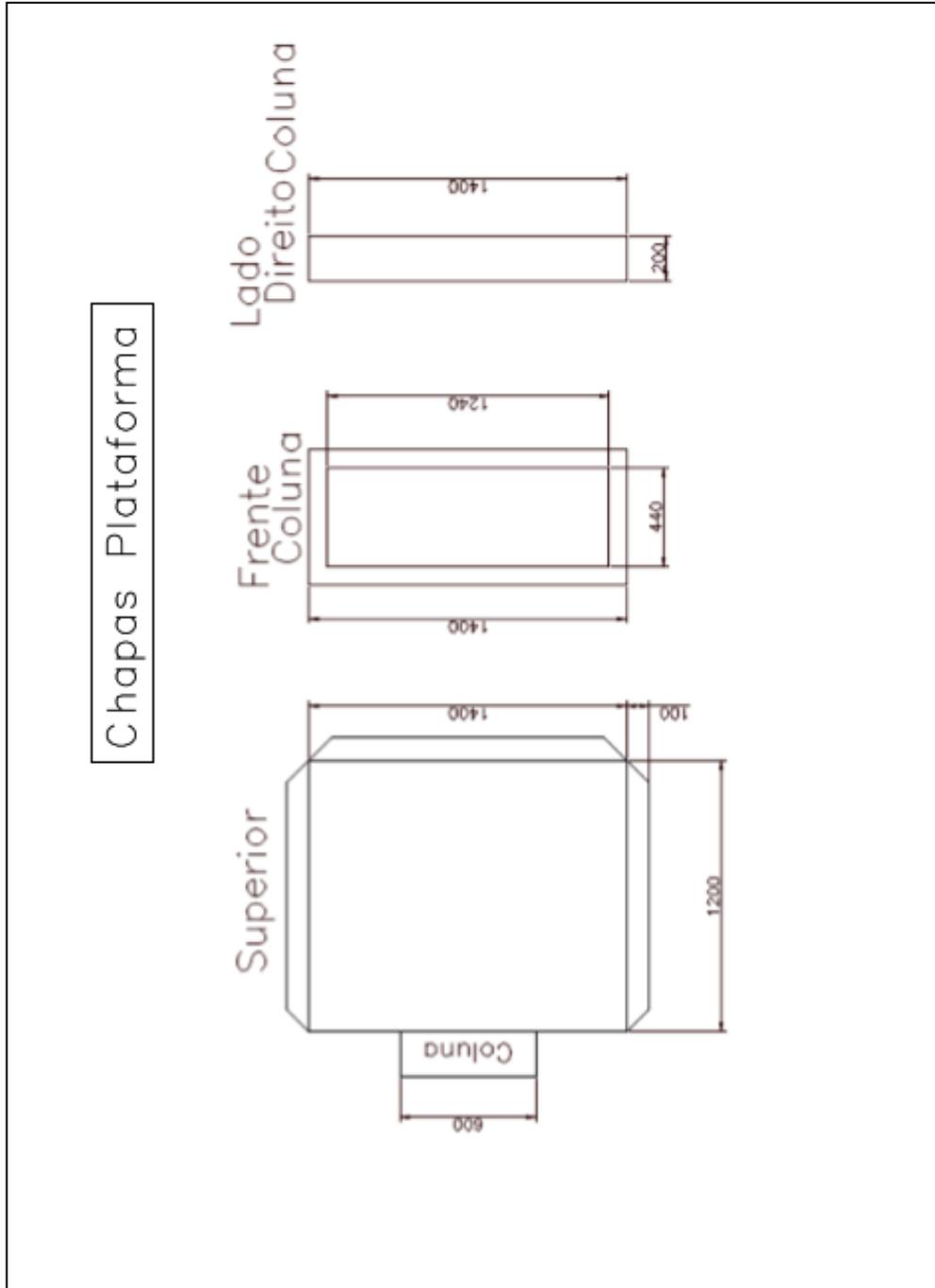
Anexo C



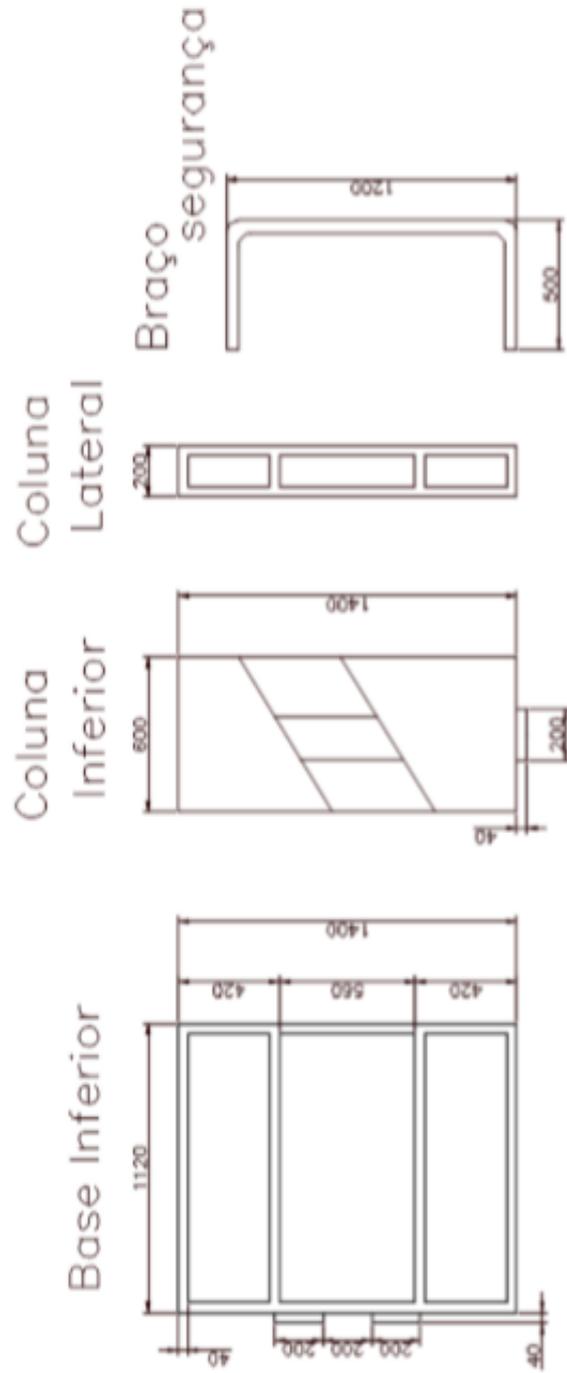
Anexo D



Anexo E



Base Inferior; Coluna e Braço



FMEA: Failure Modes & Effects Analysis
Análise dos Modos e Efeitos de Falhas

FLUXOGRAMA PARA ELABORAÇÃO / IMPLEMENTAÇÃO DE UMA FMEA:

Cod. peça: _____ Nome da Peça: PLATAFORMA DE ACESSIBILIDADE (PLATEC) Data: _____ de _____ Folha No. _____ de _____	<input type="checkbox"/> FMEA In Progress <input checked="" type="checkbox"/> FMEA In Profile	ÍNDICES										AÇÕES DE MELHORIA					
		S		O		D		R		S		O		D		R	
FUNÇÃO(ÕES) DO PRODUTO / PROCESSO.	TIPO DE FALHA POTENCIAL.	EFEITO DE FALHA POTENCIAL.	CAUSA DA FALHA EM POTENCIAL.	CONTROLOS ATUAIS.	ÍNDICES		AÇÕES DE MELHORIA		RESPONSABILIDADE / PRAZO.		MEDIDAS IMPLANTADAS		ÍNDICES ATUAIS				
					S	O	D	R	S	O	D	R	S	O	D	R	
PLATAFORMA	QUEBRA DE ENERGIA	PODEMO INFLUENCIAR NO FUNCIONAMENTO	PARADA INESPERADA NO MEIO DO PERCURSO	NENHUM	10	4	10	400	UTILIZAÇÃO DE UM GERADOR AUXILIAR DE ENERGIA - NOBREAK	GUILHERME / JOÃO MARCOS	NOBREAK INSTALADO EM PARALELO COM O CIRCUITO ORIGINAL	10	0	1	10		
SENSOR MAGNÉTICO	QUEIMA, QUEBRA, MAL CONTATO	PODEMO INFLUENCIAR NO FUNCIONAMENTO	ROMPE O TRAJETO ESPERADO, PODENDO DANIFICAR O SISTEMA	NENHUM	10	4	10	400	IMPLEMENTAÇÃO DE UMA CHAVE FIM DE CURSO MECÂNICA	JOÃO ALBERTO / FERNANDA	CHAVE FIM DE CURSO MECÂNICA INSTALADA EM SÉRIE COM SENSOR MAGNÉTICO	10	0	1	10		

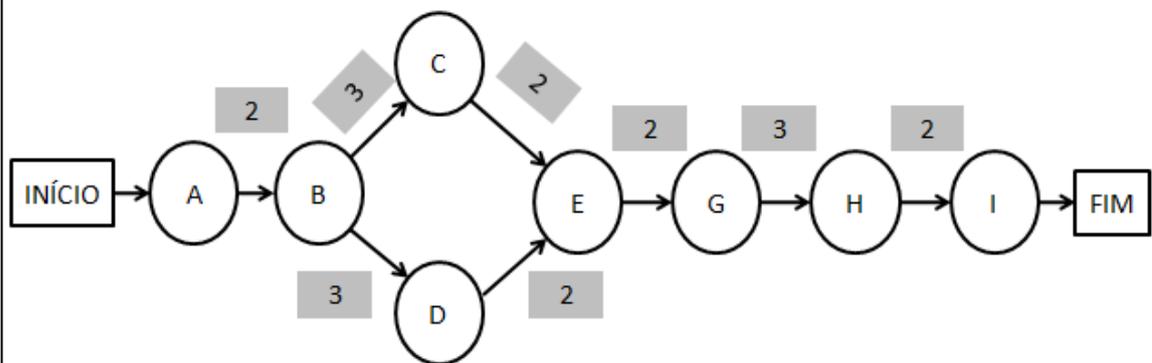
S = Severidade **O** = Ocorrência **D** = Detecção **R** = Risco

Anexo G

<i>Quantidade</i>	<i>Material</i>	<i>Valor (Unitario)</i>	<i>Valor Total</i>
1	Motor Elétrico Bifásico com freio 2CV 127/220V 3450rpm	R\$ 950,00	R\$ 950,00
1	Moto Redutor Sew - euro driver 0,25kw 220v	R\$ 750,00	R\$ 750,00
1	Contator de Potência 220V	R\$ 30,75	R\$ 30,75
3	Base de fusível Díazed	R\$ 27,00	R\$ 81,00
1	Cabo duplex 6,0mm rolo com 25m vermelho	R\$ 98,90	R\$ 98,90
1	Cabo duplex 6,0mm rolo com 25m preto	R\$ 98,90	R\$ 98,90
50	Parafuso cabeça chata com sextavado interno M10	R\$ 10,00	R\$ 500,00
50	Bucha de 10mm	R\$ 7,50	R\$ 375,00
1	Chapa fina de ferro 2,00mm x 12,00mm x 30,00mm	R\$ 706,00	R\$ 706,00
3	Tubo industrial retangular 30x50mm - barra de 6m	R\$ 15,00	R\$ 45,00
2	Trilho Stanley 2m	R\$ 73,90	R\$ 147,80
2	Rodizio Roldana Stanley	R\$ 12,00	R\$ 24,00
3	Botão pulsador NA	R\$ 6,75	R\$ 20,25
1	Botão de Emergência	R\$ 10,45	R\$ 10,45
2	Sensor Magnético SM1	R\$ 21,50	R\$ 43,00
2	Sensor Fim de curso Ppa	R\$ 8,99	R\$ 17,98
3	Fusível Díazed	R\$ 3,70	R\$ 11,10
1	NOBREAK Premium 1500 Isolador	R\$ 3.500,00	R\$ 3.500,00
Total			R\$ 7.410,13

Anexo I

	Atividades	Duração em Média Semanas	Atividades Precedentes
A	Compra dos Materiais	2	-
B	Montagem da Plataforma	3	A
C	Cortar Chapa	2	B
D	Soldar as Chapas	2	B
E	Furar Chapa	2	C,D
F	Pintura	2	I
G	Fixação dos Trilhos na Parede	3	E
H	Fixação da Plataforma aos Trilhos	2	G
I	Teste de Funcionamento	3	H



Caminho Crítico: A - B - C - E - G - H - I : 14 Semanas

Anexo J

Tempo de Trabalho - 3º Semestre			
Funcionários	Dia (Segunda-Feira)	Mês	Fevereiro - Maio
Fernanda	01h50	07h20	29h20
Gilmário	01h50	07h20	29h20
Guilherme	01h50	07h20	29h20
João Alberto	01h50	07h20	29h20
João Marcos	01h50	07h20	29h20
Total	08h10	36h40	146h40
Tempo de Trabalho - 4º Semestre			
Funcionários	Dia (Terça-Feira)	Mês	Agosto - Novembro
Fernanda	01h50	07h20	29h20
Gilmário	01h50	07h20	29h20
Guilherme	01h50	07h20	29h20
João Alberto	01h50	07h20	29h20
João Marcos	01h50	07h20	29h20
Total	08h10	36h40	146h40
Mão de Obra	20 Reais hora homem.		
3º Semestre	146h40 horas x 20	2.920 Reais em hora homem	
4º Semestre	146h40 horas x 20	2.920 Reais em hora homem	