



# **PROJETO DE GRADUAÇÃO**

## **Projeto de elevador monta-carga para uso hospitalar**

Por,

**Rafael Avelar César Moreira**

**Brasília, 21 de Junho de 2017**

**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA**

FACULDADE DE TECNOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA  
Faculdade de Tecnologia  
Departamento de Engenharia Mecânica

## PROJETO DE GRADUAÇÃO

# Projeto de elevador monta-carga para uso hospitalar

POR,

**Rafael Avelar César Moreira**

Relatório submetido como requisito para obtenção  
do grau de Engenheiro Mecânico.

### **Banca Examinadora**

Prof. Thiago de Carvalho Rodrigues Doca, UnB/  
ENM (Orientador)

---

Prof. Walter Gennari Junior, UnB/ ENM

---

Prof. Antônio Manoel Dias Henriques, UnB/ ENM

---

Brasília, 21 de Junho de 2017

## **Dedicatória**

*Dedico esse trabalho a todos que fizeram parte da minha vida acadêmica ao longo de cinco anos na Universidade de Brasília e um ano na Universidade de Liverpool. Em especial aos meus pais, Caio Márcio Pietra Moreira e Rosângela Avelar César Moreira, meus irmãos, Gabriel Avelar César Moreira e Bárbara Avelar César Moreira e minha namorada Jéssica Meneses Othon Sidou.*

*Rafael Avelar César Moreira*

---

## RESUMO

O presente trabalho tem como objetivos a análise de viabilidade, a análise estrutural, a seleção de componentes e o levantamento de custo de implantação de um elevador do tipo monta-carga de pequeno porte para o transporte de medicamentos dentro das dependências do Hospital Universitário de Brasília (HUB). O estudo inclui um levantamento de necessidades junto ao setor de manutenção da unidade hospitalar, propostas de conceitos e análise mecânica. O elevador é capaz de transportar uma carga nominal de 100 kgf em uma cabina com dimensões 600x750x1000 milímetros, atendendo a 3 pavimentos. O acionamento é realizado sem sistema de contrapeso, utilizando-se um motor acoplado (potência: 1,5 cv, torque: 0,625 kgfm, peso: 16 kg, dimensões: 228x335x163 mm) a um tambor que traciona o cabo de aço (8x19 S-AF Ø1/4", comprimento: 10 m) e iça a carga a uma velocidade de 22 m/min. As portas do pavimento são do tipo eixo vertical e a parada é feita no nível do solo, permitindo a inserção de um carrinho com até 80 kits de medicamentos. *Palavras chave: monta-carga, elevador de carga, medicamentos, HUB.*

---

## ABSTRACT

This paper aims to analyze the viability, analyze the structure, select the components and estimate the costs of a small dumbwaiter elevator to transport medicines within the facilities of the University Hospital of Brasília (HUB). The study includes an assessment of the needs of the maintenance sector, a discussion of different possible configurations and mechanical analysis. The lift has a nominal load transport capacity of 100 kgf in a 600x750x1000 mm cabin, serving 3 floors. The transport mechanism is driven without a counterweight, by a motor coupled (power: 1,5 cv, torque: 0,625 kgfm, weight: 16 kg, dimensions: 228x335x163 mm) with a drum that pulls the steel cable (8x19 S-FC Ø1/4", length: 10 m) at a speed of 22 m/min. The elevator has vertical axis pavement doors and it stops at ground level, allowing for loading of a small cart with up to 80 kits of medications. *Keywords: dumbwaiter, cargo elevator, medicines, HUB.*

# SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO .....	1
1.1 MOTIVAÇÃO.....	1
1.2 OBJETIVO.....	3
1.3 ESTRUTURA DO TEXTO.....	3
2 REVISÃO TEÓRICA .....	5
2.1 ASPECTOS GERAIS.....	5
2.2 MONTA-CARGAS.....	6
2.3 PESQUISA NORMATIVA.....	7
3 ANÁLISE PRELIMINAR E DECISÕES DE PROJETO .....	9
3.1 LOCAL DE INSTALAÇÃO.....	9
3.2 CAIXAS DE MEDICAMENTOS.....	10
3.3 PROCEDIMENTOS DE TRANSPORTE .....	12
3.4 DECISÕES DE PROJETO.....	12
3.4.1 Método de Acionamento .....	12
3.4.2 Tipo de Porta .....	18
4 DIMENSIONAMENTO E ANÁLISE.....	21
4.1 CÁLCULO DE TRÁFEGO .....	21
4.1.1 Tempo Total de Viagem (T).....	21
4.1.2 Intervalo de Tráfego (I) .....	23
4.1.3 Capacidade de Transporte ( $C_I$ ) .....	24
4.1.4 Capacidade de Tráfego ( $C_T$ ).....	24
4.2 CABINA.....	24
4.3 LOGÍSTICA DE TRANSPORTE.....	27
4.4 CAPACIDADE DE CARGA .....	31
4.5 SISTEMA DE ELEVAÇÃO .....	32
4.5.1 Grupo do Mecanismo .....	33

4.6	CARRO .....	34
4.6.1	Estrutura de Sustentação.....	35
4.6.2	Painéis .....	35
4.6.3	Cantoneiras.....	37
4.7	CABO DE SUSPENSÃO.....	38
4.7.1	Carga de Ruptura Mínima (CRM).....	38
4.7.2	Tipo de Alma.....	39
4.7.3	Fixação dos Cabos de Aço .....	39
4.8	PARAFUSOS.....	41
4.9	TAMBOR.....	46
4.10	MÁQUINA DE TRACÇÃO .....	47
4.11	GUIAS.....	49
4.11.1	Tensão de flexão relativa ao eixo y da guia, devido à força na guia .....	49
4.11.2	Tensão de flexão relativa ao eixo x da guia, devido à força na guia .....	50
4.11.3	Flambagem .....	51
4.11.4	Tensões Combinadas .....	51
4.11.5	Flexão do Boletó.....	52
4.11.6	Deflexões.....	52
4.11.7	Seleção da Guia e Acessórios.....	52
4.12	SISTEMA DE FRENAGEM.....	55
4.13	PARA-CHOQUES .....	56
4.14	BOTOEIRAS.....	56
4.15	TRINCO .....	57
4.16	INTERFONE.....	58
4.17	SÍNTESE DO PROJETO .....	59
5	ANÁLISE DE CUSTOS .....	61
6	CONCLUSÃO .....	63
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	64

ANEXOS .....	67
APÊNDICES.....	87

# LISTA DE FIGURAS

Figura 1. 1 - Imagem aérea do hospital com as localizações das alas.....	1
Figura 2. 1 - Componentes de um elevador de passageiros .....	5
Figura 2. 2 - Componentes de um elevador do tipo monta-carga .....	6
Figura 3. 1 - Visão da área disponível para instalação do monta-carga.....	9
Figura 3. 2 - Dimensões da área disponível para instalação do monta-carga.....	10
Figura 3. 3 - Caixa para a montagem dos <i>kits</i> . .....	11
Figura 3. 4 - Monta-carga elétrico de fuso .....	13
Figura 3. 5 - Elevador hidráulico. Acionamento simples (esquerda) e acionamento duplo (direita) .....	14
Figura 3. 6 - Elevador elétrico com correia (esquerda) e sistema de roldanas e correias (direita)..	15
Figura 3. 7 - Monta-carga elétrico com cremalheira .....	16
Figura 3. 8 - Monta-carga elétrico de cabo de aço .....	17
Figura 3. 9 - Monta-carga com porta do tipo eixo vertical.....	18
Figura 3. 10 - Monta-carga com porta do tipo corrediça vertical.....	19
Figura 3. 11 - Monta-carga com porta bi-partida .....	19
Figura 4. 1 - Monta-carga para cargas leves (esquerda) e monta-carga para cargas pesadas (direita) .....	25
Figura 4. 2 - Primeira proposta de configuração da cabina.....	25
Figura 4. 3 - Segunda proposta de configuração da cabina.....	26
Figura 4. 4 - Clínica médica (segundo andar do prédio principal).....	27
Figura 4. 5 - Clínica médica (segundo andar do prédio principal) (zoom da Fig. 4.4) .....	28
Figura 4. 6 - Clínica médica (segundo andar) - visão da janela onde será alocado o monta-carga (esquerda) e visão do corredor para aonde o material será encaminhado (direita). .....	29
Figura 4. 7 - Térreo do prédio principal (unidade 2).....	30
Figura 4. 8 - Térreo do prédio principal (unidade 2) (zoom da Fig. 4.7) .....	30
Figura 4. 9 - Corredor de acesso à copa (térreo). .....	31



Figura 4. 10 - Sistema de elevação do elevador.....	32
Figura 4. 11 - Desenho da estrutura de sustentação da cabina. ....	35
Figura 4. 12 - Paredes laterais (esquerda) e teto (direita).....	36
Figura 4. 13 - Suporte do Piso.....	36
Figura 4. 14 - Cabina montada.....	37
Figura 4. 15 - Cantoneira para fixação da cabina à estrutura de sustentação.....	37
Figura 4. 16 - Características do cabo de aço 8x19 S-AF .....	39
Figura 4. 17 - Estrutura de sustentação com cilindro de nylon.....	40
Figura 4. 18 - Grampo para cabos de aço.....	40
Figura 4. 19 - Posicionamento dos grampos .....	41
Figura 4. 20 - Características dimensionais dos grampos .....	41
Figura 4. 21 - Viga da base da estrutura de sustentação.....	42
Figura 4. 22 - Diagrama de corpo livre da viga de sustentação. ....	43
Figura 4. 23 - Direção das forças de cisalhamento.....	44
Figura 4. 24 - W22 Motofreio IR2 1.5 cv 4P 80 3F 220/380 V 60 Hz IC411 - TFVE - B34D .....	48
Figura 4. 25 - Redutor de velocidade MAGMA - M .....	48
Figura 4. 26 - Eixos da guia .....	49
Figura 4. 27 - Guias RF 70.....	53
Figura 4. 28 - Corrediças para guias de 9 mm fabricadas em nylon .....	54
Figura 4. 29 - Suporte de corrediça de elevador Real 447 .....	54
Figura 4. 30 - Lubrificador de guias com suporte .....	54
Figura 4. 31 - Coletor de óleo .....	55
Figura 4. 32 - Representação dos componentes do freio.....	55
Figura 4. 33 - Amortecedor.....	56
Figura 4. 34 - Botoeira ELX400 .....	57
Figura 4. 35 - Trinco para portas com eixo vertical .....	58
Figura 4. 36 - Interfone universal.....	58
Figura 4. 37 - Disposição dos elementos selecionados. ....	60

# LISTA DE TABELAS

Tabela 2. 1 - Limite de volume de um monta-carga .....	7
Tabela 3. 1 - Matriz de decisão para o método de acionamento. ....	18
Tabela 3. 2 - Decisões de projeto e justificativas. ....	20
Tabela 4. 1 - Tempo de abertura e fechamento de portas.....	23
Tabela 4. 2 - Volumes dimensionados da cabina. ....	26
Tabela 4. 3 - Classes de funcionamento.....	33
Tabela 4. 4 - Estado de solicitação dos mecanismos.....	34
Tabela 4. 5 - Grupo dos mecanismos em função do estado de solicitação e a classe de funcionamento.....	34
Tabela 4. 6 - Massas dos componentes do monta-carga .....	38
Tabela 4. 7 - Características da série de passo grosso de acordo com o diâmetro maior nominal do parafuso (modificado de Shigley, 2008). ....	45
Tabela 4. 8 - Resistências mínimas à prova de acordo com o diâmetro maior nominal do parafuso (modificado de Shigley, 2008). ....	45
Tabela 4. 9 - Valores de $H_1$ .....	46
Tabela 4. 10 - Componentes do Projeto. ....	59
Tabela 5. 1 - Orçamento das matérias primas e componentes do elevador.....	61

# LISTA DE SÍMBOLOS

## Símbolos Latinos

$A$	Área	[m <sup>2</sup> ]
$A_r$	Área do diâmetro menor	[mm <sup>2</sup> ]
$C$	Comprimento	[m]
$CRM$	Carga de Ruptura Mínima	[tf]
$CT$	Carga de Trabalho	[tf]
$c$	Largura da alma	[mm]
$D_e$	Diâmetro de enrolamento	[mm]
$d_c$	Diâmetro externo do cabo de aço	[mm]
$d_{tambor}$	Diâmetro do tambor	[m]
$H$	Altura	[m]
$F$	Força	[N]
$g_n$	Aceleração-padrão da gravidade	[m/s <sup>2</sup> ]
$h$	Distância entre os cursores do carro	[mm]
$I$	Intervalo de tráfego	[s]
$L$	Largura	[m]
$M$	Momento	[N.m]
$P$	Profundidade	[m]
$Q$	Carga Nominal	[kg]
$S$	Distância entre os pavimentos extremos	[m]
$T$	Tempo total de viagem	[s]
$T_1$	Tempo para percorrer o percurso total	[s]
$T_2$	Tempo total de aceleração e retardamento	[s]
$T_3$	Tempo total de abertura e fechamento das portas	[s]
$T_4$	Tempo de alocação e retirada da carga	[s]
$T_{af}$	Tempo de abertura e fechamento das portas	[s]
$T_{ar}$	Tempo de aceleração e retardamento	[s]
$V$	Volume	[m <sup>3</sup> ]
$v$	Velocidade do elevador	[m/s]
$W_x$	Módulo de resistência à flexão em relação ao eixo x	[mm <sup>3</sup> ]
$W_y$	Módulo de resistência à flexão em relação ao eixo y	[mm <sup>3</sup> ]
$X_p$	Distância entre o centro de massa do carro e as coordenadas da guia	[mm]
$X_Q$	Distância entre o a aplicação da carga nominal e as coordenadas da guia	[mm]
$Y_p$	Distância entre o centro de massa do carro e as coord. da guia transversal	[mm]
$Y_Q$	Distância entre o a aplic. da carga nominal e as coord. transversais da guia	[mm]

## Símbolos Gregos

$\sigma_c$	Tensão de compressão na guia	[MPa]
$\sigma_F$	Tensão de flexão pontual no boleto	[MPa]
$\sigma_k$	Flambagem	[MPa]
$\sigma_m$	Tensão de flexão	[MPa]
$\sigma_{mk}$	Tensão de flexão e flambagem combinadas	[MPa]
$\sigma_x$	Tensão de flexão relativa ao eixo x	[MPa]
$\sigma_y$	Tensão de flexão relativa ao eixo y	[MPa]
$\tau$	Tensão de cisalhamento	[MPa]

## Grupos Adimensionais

C	Capacidade máxima da cabina
$C_T$	Capacidade de tráfego
$C_t$	Capacidade de transporte
FS	Fator de Segurança
$H_1$	Coefficiente relacionado ao grupo pertencente do mecanismo
$H_2$	Coefficiente relacionado ao sistema de polias e tambores
$k_1$	Fator de impacto
N	Número de paradas prováveis
n	Número de elevadores do grupo
$\omega$	Coefficiente de flambagem

## Siglas

AC	Abertura Central
AL	Abertura Lateral
CPA	Central de Pronto Atendimento
EV	Eixo Vertical
HUB	Hospital Universitário de Brasília
ISO	Organização Internacional para Padronização
NBR	Norma Brasileira (contida na Associação Brasileira de Normas Técnicas)
NM	Normalização no Mercosul
RDC	Revisão da Diretoria Colegiada
UTI	Unidade de Terapia Intensiva

# 1 INTRODUÇÃO

*Este capítulo apresenta uma introdução ao assunto que será abordado no projeto em questão. A motivação, o objetivo e a contextualização do cenário atual serão discutidos.*

## 1.1 MOTIVAÇÃO

O Hospital Universitário de Brasília (HUB) possui um prédio principal o qual é dividido em duas unidades. Na unidade 1 estão localizados:

- Maternidade (térreo);
- Pediatria (primeiro andar);
- UTI (primeiro andar); e
- Centro cirúrgico (segundo andar).

Já na unidade 2, podem ser encontrados:

- Farmácia (subsolo);
- CPA (térreo); e
- Clínica médica (segundo andar).

A Figura 1.1 mostra a disposição das unidades a partir de uma imagem aérea do local retirada do Google Maps.

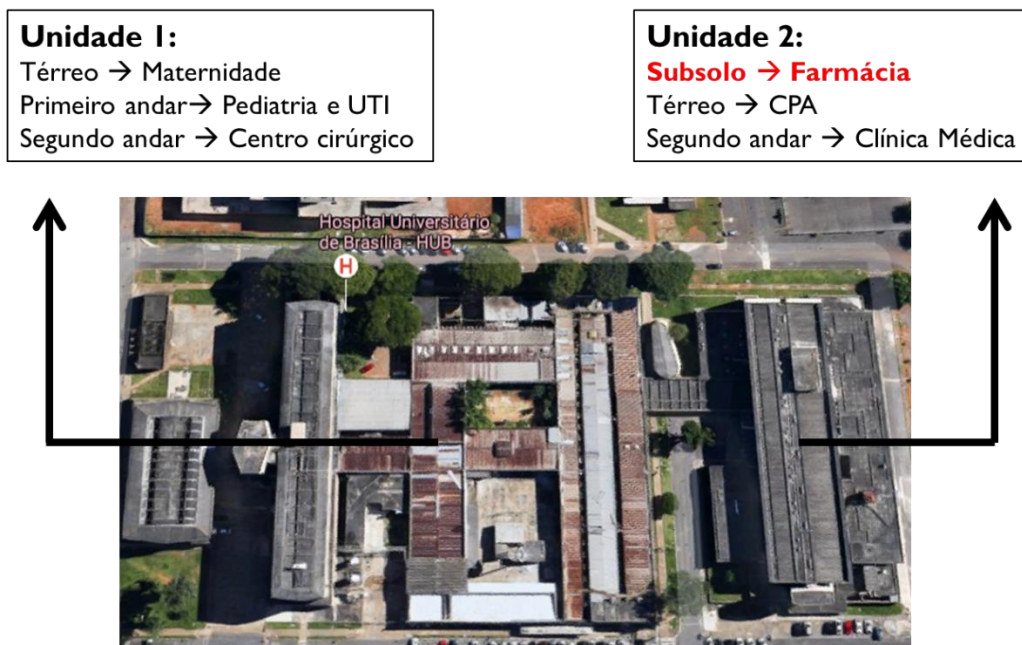


Figura 1. 1 - Imagem aérea do hospital com as localizações das alas. Fonte: Google Maps (modificado)

A ala de farmácia é responsável pela distribuição de medicamentos para todo o hospital. Para realizar o transporte vertical entre os pavimentos, é feito o uso de um elevador elétrico de passageiros. Todavia, esse transporte se torna inconveniente, uma vez que o elevador utilizado faz também o transporte de pacientes e empregados do HUB.

O transporte de medicamentos é feito atualmente com a seguinte logística:

- Primeiramente, através da prescrição por escrito, o médico solicita os remédios;
- A prescrição é encaminhada por um profissional da enfermagem, que utiliza um elevador elétrico de passageiros até a ala da farmácia;
- O medicamento é encaminhado pelo mesmo elevador novamente até o médico.

Os medicamentos são transportados nos chamados “kits”. Estes kits são um conjunto de remédios que são pré-montados para atender as demandas de um único paciente para um período de 24h.

As áreas da maternidade e pronto socorro são as áreas onde se originam a maior quantidade de demandas pontuais, porém a clínica médica é o local onde esses medicamentos são requisitados com maior volume de uma só vez. São 67 leitos divididos em clínicas médicas A e B.

Toda essa logística é atualmente muito lenta e envolve uma pessoa para fazer o transporte pelo elevador. A fim de agilizar essa operação, foi pensado o projeto e implantação de um elevador do tipo monta-carga para realizar este transporte entre os pavimentos.

De acordo com a Norma Brasileira NBR 5665, elevadores de passageiro em hospitais devem ser capazes de transportar, em cinco minutos:

- 8% da população onde houver monta-carga para o serviço de alimentação e material; e
- 12% da população onde não houver monta-carga.

Com isso, a instalação de um monta-carga no HUB acarretará uma melhora no transporte de pessoas nas dependências do hospital. Essa melhora é necessária, visto que já há atualmente um elevador elétrico de passageiros em manutenção.

As necessidades a serem atendidas por este projeto são motivadas pelas dificuldades encontradas no processo de transporte que é realizado atualmente pela ala de farmácia. Dentre as necessidades especificadas pelos profissionais, destaca-se o transporte dos kits em caixas, para que estas possam ser montadas na própria farmácia, fato que ocorre atualmente. O espaço interno do monta-carga deve ser grande o suficiente para alocar a maior demanda pontual de kits de medicamentos e o material da estrutura deve ser um aço inoxidável, por se tratar de uso hospitalar.

É desejável que o projeto do monta-carga seja para a área externa do edifício, não gerando uma grande realocação de componentes e pessoas. Outro fato desejável para o projeto é o monta-carga estar no nível do piso, permitindo assim o carregamento deste com um carrinho.

## **1.2 OBJETIVO**

O presente trabalho tem por objetivo projetar um elevador do tipo monta-carga para transporte de medicamentos, atendendo aos requisitos do Hospital Universitário de Brasília. Para tal, foi avaliada a viabilidade da implantação de um elevador, além de ser apresentada uma análise de demanda de medicamentos. Ao final do projeto, um orçamento será elaborado discriminando os custos dos componentes projetados ou selecionados e uma estimativa de custo de mão de obra e de impostos. Dessa forma, pretende-se melhorar o transporte de pessoas e cargas nas dependências do hospital.

## **1.3 ESTRUTURA DO TEXTO**

Este texto está dividido em 6 capítulos (introdução, revisão teórica, análise preliminar e decisões de projeto, dimensionamento e análise, análise de custos e conclusão).

Na revisão teórica (capítulo 2) foram abordados alguns conceitos que são utilizados no decorrer do texto, além de uma pesquisa normativa pela qual o projeto passou, a fim de se adequar ao que prevê as NBRs (Normas Brasileiras) e ISOs (Organização Internacional para Padronização).

Na análise preliminar e decisões de projeto (capítulo 3) foram avaliados os locais disponíveis para a alocação do monta-carga e também foi realizada uma análise do método de transporte atual de medicamentos. Algumas definições são aplicadas ao projeto com o objetivo de direcionar o texto em uma solução adequada. Isso faz com que a solução não seja muito ampla e genérica.

O capítulo de dimensionamento e análise (capítulo 4) é o mais extenso do relatório, contendo todas as seleções e dimensionamentos de componentes e estruturas. Ao final desse capítulo, o leitor terá uma noção completa do monta-carga. No começo do capítulo, é analisado, com base nas normas vigentes, o quanto o monta-carga poderá ser utilizado, assumindo tempos característicos do processo de transporte dos medicamentos.

O capítulo 5 trata sobre os custos de implantação. É levantado um orçamento de cada parte dimensionada ou selecionada e então apresentado um preço final para o projeto do elevador. O preço final é comparado com elevadores semelhantes disponíveis no mercado.

O capítulo 6 encerra o relatório com uma análise geral sobre o que foi decidido e dimensionado ao decorrer do projeto.



## 2 REVISÃO TEÓRICA

*Neste capítulo serão abordados alguns dos conceitos, normas e nomenclaturas que serão utilizados no decorrer do projeto.*

### 2.1 ASPECTOS GERAIS

Elevadores são utilizados desde o século I a.C. com o propósito de içar pessoas ou cargas verticalmente ou diagonalmente. Antigamente, era movido pela força humana ou animal e, a partir do século XIX, teve origem o primeiro elevador elétrico. No Brasil, os primeiros registros do uso de elevadores são do século XX, utilizando-se manivelas e, posteriormente, sendo substituídos por elevadores elétricos.

O uso de elevadores é hoje amplamente difundido, transportando as mais variadas cargas, com ou sem vida. Esses equipamentos contam basicamente com um motor, uma cabina, cabos de aço, polias, guias e outros elementos estruturais. A Figura 2.1 ilustra alguns dos vários elementos mecânicos de um elevador elétrico para o transporte de passageiros.

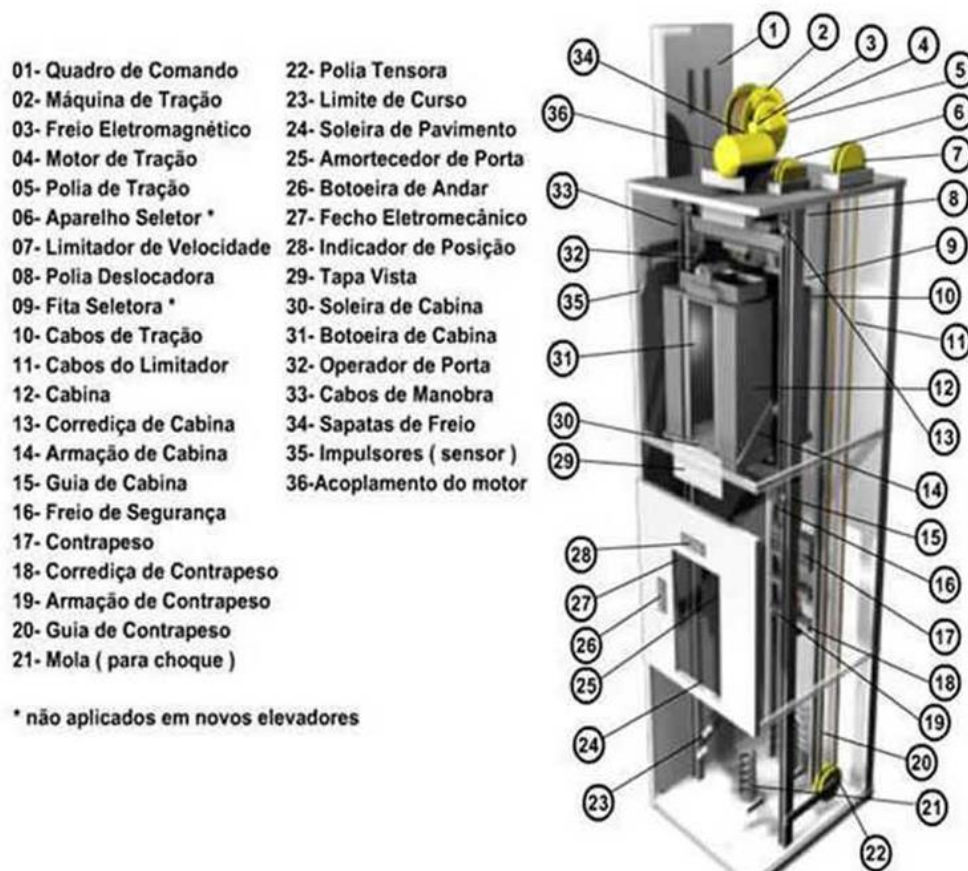


Figura 2. 1 - Componentes de um elevador de passageiros. Fonte: Empresa Crel Elevadores (<http://www.crel.com.br/informativos/funcionamentos-do-elevador>).

## 2.2 MONTA-CARGAS

É estimado que o uso de monta-cargas (objeto de estudo deste projeto) começou no início do século XIX. Em 1834, a “Encyclopedia of College, Farm and Villa Architecture and Furniture” chamou um monta-carga em Londres de “Armário de içamento” (The Old House Journal, 1981).

De acordo com a NBR 14712, os elevadores do tipo monta-carga utilizam fatores de segurança menores que os elevadores de passageiro, pelo fato de uma falha em seu funcionamento não ser tão catastrófica. Suas dimensões podem ser das mais variadas, com amplas aplicações, como em restaurantes, hospitais, hotéis, aeroportos e academias. A Figura 2.2 ilustra o esquema de um monta-carga.

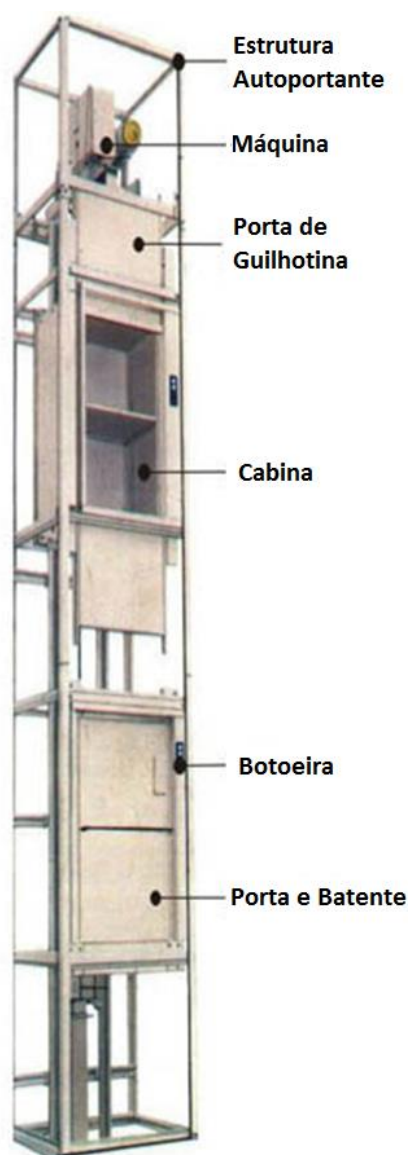


Figura 2. 2 - Componentes de um elevador do tipo monta-carga. Fonte: Empresa AD Elevadores (<http://www.adelevadores.com.br/produtos/monta-carga/>).

De acordo com a legislação brasileira, não há limites de percurso, nem de número de paradas para este tipo de elevador. Portanto, um monta-carga pode ser dimensionado para qualquer tamanho de edifício, desde que a estrutura seja dimensionada corretamente e consiga suportar as cargas aplicadas.

A carga nominal máxima que um elevador desse tipo pode transportar é de 300 kgf. Acima desse valor, deve ser utilizado um elevador de carga. O volume interno máximo da cabina é apresentado na Tab 2.1.

Tabela 2. 1 - Limite de volume de um monta-carga. Fonte: Norma NBR 14712:2001 p.7.

	Altura [mm]	Largura [mm]	Profundidade [mm]
Volume máximo	1000	1000	1200

A cabina do elevador deve possuir uma placa onde conste a carga útil, em quilogramas, e, na face externa das portas em todos os pavimentos, devem constar os dizeres: “PROIBIDO O TRANSPORTE DE PESSOAS”. Um extintor de incêndio deve ser colocado no máximo a 1,0 metro de distância do acesso do compartimento da casa de máquinas.

## 2.3 PESQUISA NORMATIVA

As normas mais utilizadas para projetos de elevadores do tipo monta-carga são listadas e explicadas abaixo:

- NBR 14712 – Elevadores elétricos (elevadores de carga, monta-cargas e elevadores de maca). Requisitos de segurança para projeto, fabricação e instalação.

Essa NBR estabelece os procedimentos de segurança para instalação e construção de elevadores elétricos de carga, elevadores de maca e monta-cargas novos, instalados permanentemente, servindo a pavimentos definidos, suspensos por cabos e movendo-se entre guias inclinadas em, no máximo, 15° com a vertical. A norma não se aplica a elevadores dos tipos hidráulico, pinhão e cremalheira, fuso e plano inclinado.

Essa norma funcionará como base para o esse projeto, fornecendo diretrizes e requisitos de segurança para o equipamento do monta-carga.

- NBR 8400 – Cálculo de equipamento para levantamento e movimentação de carga.

Essa norma fixa as diretrizes básicas para o cálculo das partes estruturais e componentes mecânicos dos equipamentos de levantamento e movimentação de cargas, independentemente do grau de complexidade ou do tipo de serviço do equipamento, determinando solicitações e

combinações de solicitações a serem consideradas, condições de resistência dos diversos componentes do equipamento em relação às solicitações consideradas e condições de estabilidade a serem observadas.

- NBR 5665 – Cálculo de tráfego nos elevadores.

A NBR 5665 fixa as condições mínimas exigíveis para o cálculo de tráfego das instalações de elevadores de passageiros em edifícios, assegurando condições satisfatórias de uso.

Apesar de a norma tratar apenas de tráfego de passageiros, essa norma permite ser usada como exemplo para o cálculo de tráfego de medicamentos.

- NBR 16042 – Elevadores elétricos de passageiros. Requisitos de segurança para construção e instalação de elevadores sem casa de máquinas

É uma norma mais geral sobre elevadores elétricos de passageiros. Será utilizada quando não houver parâmetros específicos para monta-cargas detalhados por normas desse equipamento.

- NBR 13534 – Instalações elétricas em estabelecimentos assistenciais de saúde.

Essa norma especifica as condições exigíveis às instalações elétricas de estabelecimentos assistenciais de saúde, a fim de garantir a segurança de pessoas (em particular de pacientes).

- NM 196 - Elevadores de passageiros e monta-cargas. Guias para carros e contrapesos.

Nessa norma MERCOSUL são especificadas: a fabricação, o acabamento superficial, as características dimensionais e as tolerâncias das guias, talas de junção e boleto.

A Resolução – RDC nº 307 da ANVISA também será utilizada como auxílio nas definições do projeto.

Dentre estas normas, a NBR 14712 e a 5665 serão os documentos mais utilizados.

# 3 ANÁLISE PRELIMINAR E DECISÕES DE PROJETO

*Esse capítulo apresenta uma análise atual do HUB e uma avaliação do método atual de transporte de medicamentos, além de apresentar decisões de projeto, no qual serão escolhidos o método e acionamento e o tipo de porta do monta-carga.*

## 3.1 LOCAL DE INSTALAÇÃO

O local para qual o monta-carga será projetado é a área externa do prédio principal (unidade 2). A Figura 3.1 mostra o local na visão externa do prédio.

O subsolo é onde se encontra a ala da farmácia. O térreo e o segundo andar são os pontos onde existe necessidade de parada do monta-carga.

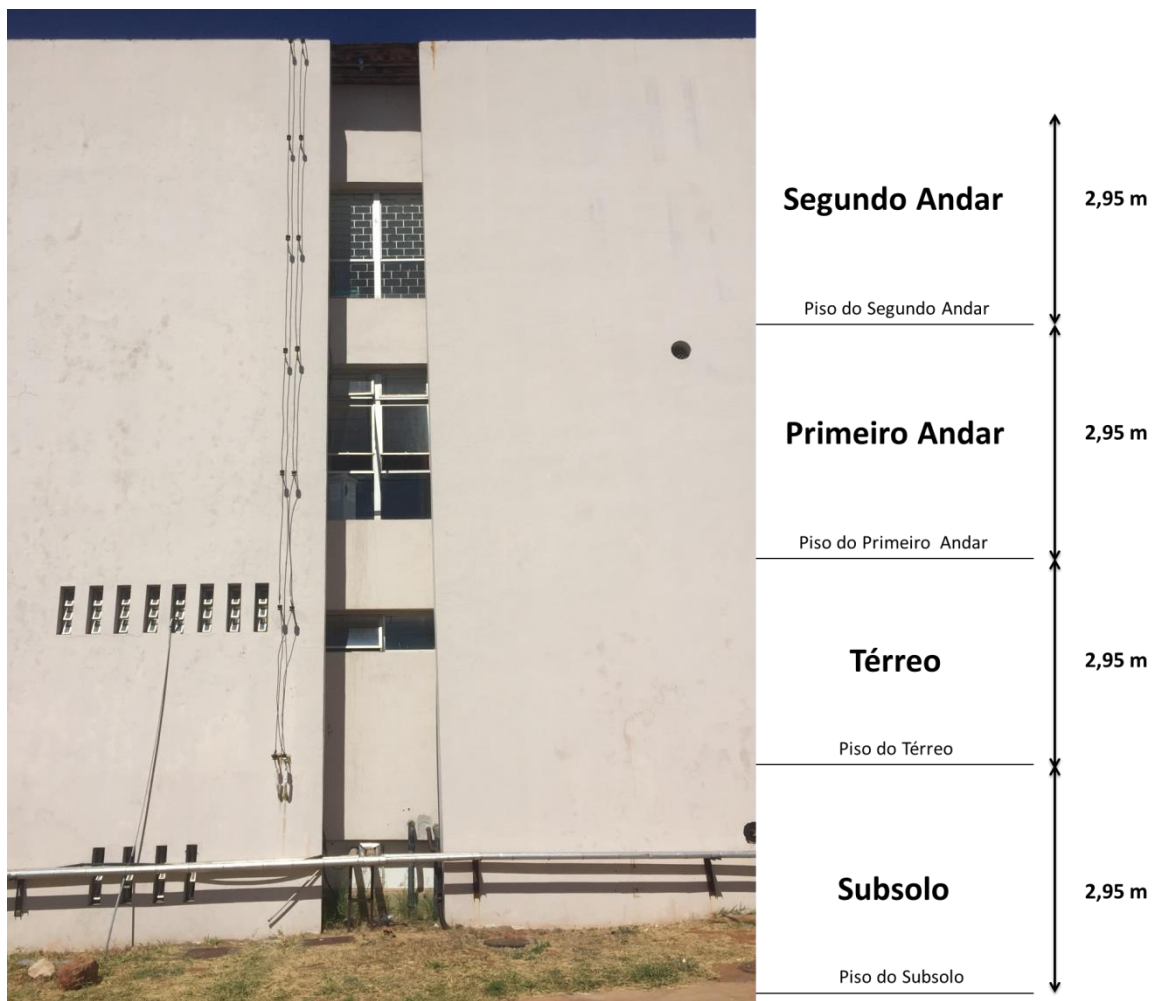


Figura 3. 1 - Visão da área disponível para instalação do monta-carga.

Um fato interessante percebido no local é um desnível em relação à entrada do prédio. Pode-se observar na Fig. 3.1 que o subsolo é visto na área externa do edifício.

O tamanho de 700 milímetros é o que há disponível para a profundidade do monta-carga. Além disso, a largura disponível é de 1,85 metros. A Figura 3.2 ilustra as dimensões citadas.

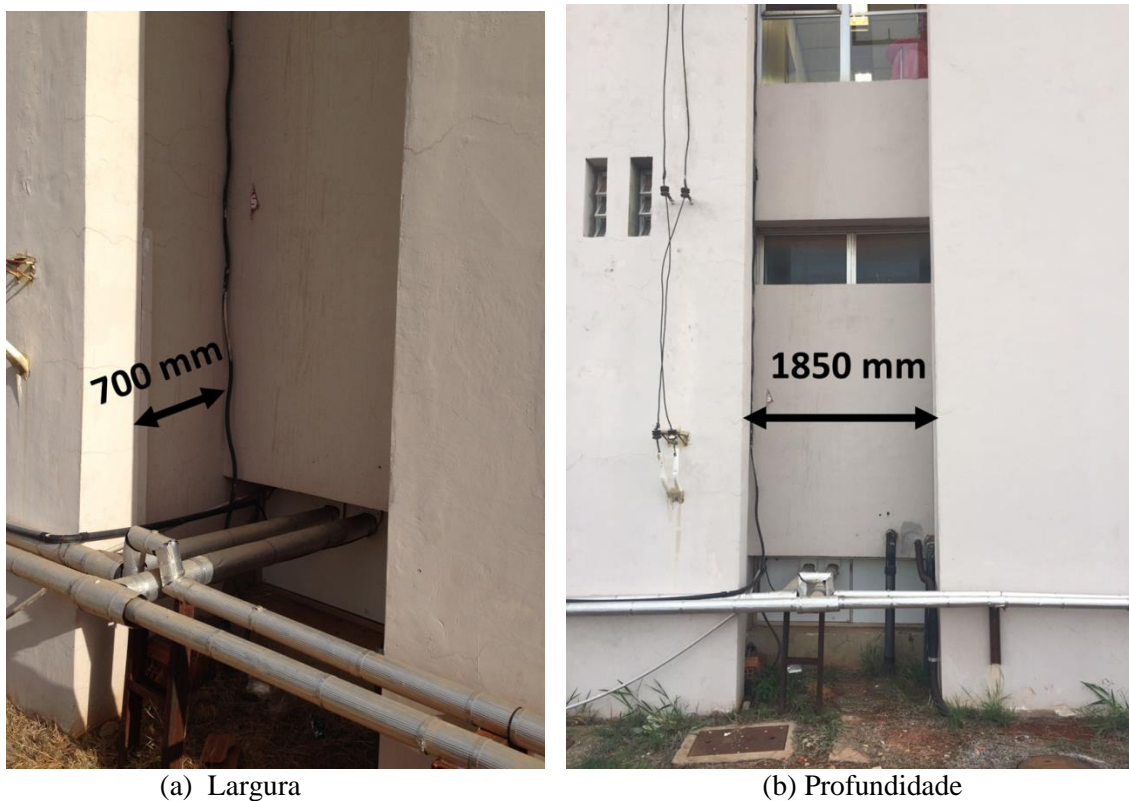


Figura 3. 2 - Dimensões da área disponível para instalação do monta-carga.

### 3.2 CAIXAS DE MEDICAMENTOS

Os medicamentos embalados em *kits* são diariamente transportados dentro de caixas para todas as dependências do HUB. Cada ala do hospital recebe caixas com as seguintes dimensões:

- Altura: 200 mm;
- Largura: 340 mm; e
- Comprimento: 470 mm.

A Figura 3.3 ilustra o objeto.

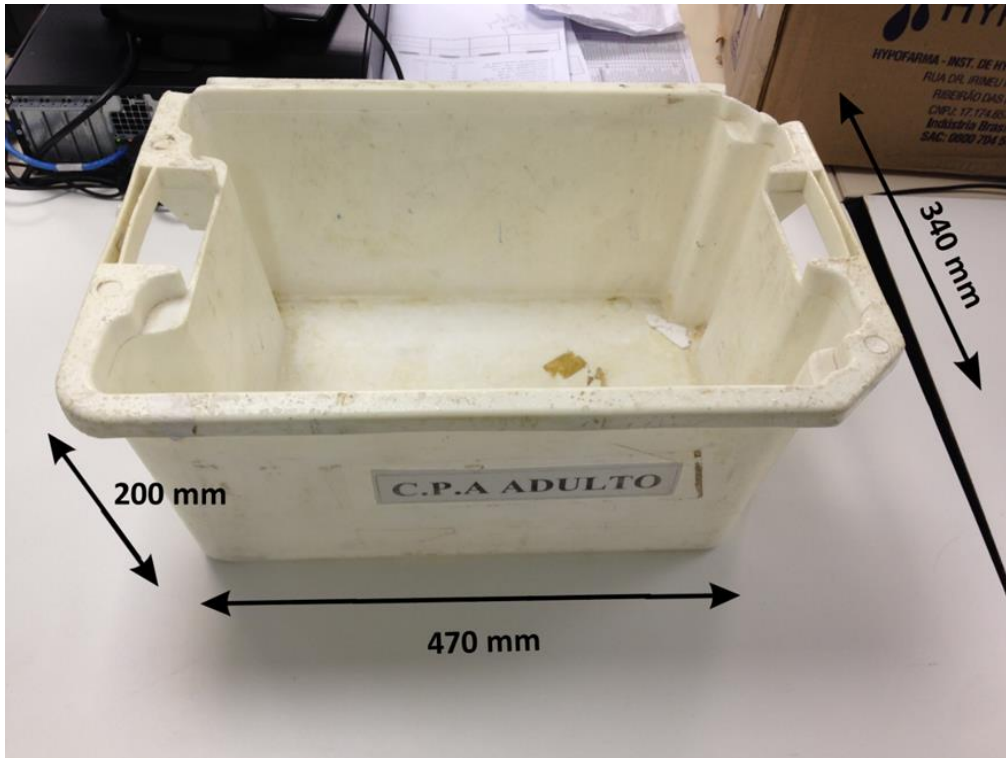


Figura 3. 3 - Caixa para a montagem dos kits.

Em razão da grande quantidade de *kits* transportados para a clínica médica, o volume da caixa (Fig 3.3) não é suficiente. O transporte dos medicamentos para esta ala é feito com duas caixas de papelão improvisadas. Todos os dias, duas caixas são transportadas para a clínica médica simultaneamente (uma para a clínica médica A e uma para a clínica médica B).

A clínica médica A conta com 26 leitos e sua caixa de papelão utilizada nos dias de hoje tem as seguintes dimensões:

- Altura: 260 mm;
- Largura: 390 mm; e
- Comprimento: 470 mm.

A clínica médica B conta com 41 leitos e sua caixa de papelão utilizada nos dias de hoje tem as seguintes dimensões:

- Altura: 320 mm;
- Largura: 460 mm; e
- Comprimento: 540 mm.

### **3.3 PROCEDIMENTOS DE TRANSPORTE**

De acordo com os trabalhadores da ala da farmácia, são encaminhados aproximadamente 135 *kits* diariamente para todo o hospital. Porém, já houve épocas onde a demanda era de 175 *kits*.

A fim de facilitar o transporte, a farmácia possui três horários para que possam ser entregues os *kits* não urgentes para os pacientes de todo o hospital:

- 13h - De 40 a 65 *kits* são transportados pra as clínicas médicas (segundo andar);
- 15h - De 60 a 80 *kits* são transportados para todo o hospital (transporte pelo térreo);
- 17h - De 6 a 10 *kits* são transportados para a UTI (térreo).

Estes horários são utilizados atualmente como base para o transporte e, esporadicamente, alguns *kits* são requisitados:

- De 4 a 5 vezes por dia, são requisitados medicamentos urgentes na clínica médica (segundo andar);
- De 25 a 35 vezes por dia, são requisitados medicamentos urgentes para a maternidade e CPA (térreo).

Pode-se perceber que o transporte dos medicamentos é feito pelo térreo e pelo segundo andar, mas nunca pelo primeiro andar. Outro fato que merece ser destacado é que a quantidade máxima de *kits* transportados de uma só vez é 80.

### **3.4 DECISÕES DE PROJETO**

#### **3.4.1 Método de Acionamento**

Quanto ao método de acionamento, elevadores do tipo monta-carga podem operar de diversas maneiras. Elevadores hidráulicos, por exemplo, são aqueles que transmitem a energia necessária à elevação através de uma bomba que é acionada eletricamente. A bomba aplica uma pressão em um fluido dentro do pistão que pode atuar diretamente ou indiretamente na cabina. Os elevadores elétricos, por outro lado, utilizam um motor elétrico para movimentar um sistema que move a cabina.

Cinco diferentes métodos de acionamento foram escolhidos a fim de se fazer uma análise através de uma matriz de decisão e, por fim, selecionar aquele método que mais se adequa ao projeto.



- Elevadores elétricos de fuso:

Elevadores desse tipo utilizam a energia do motor elétrico para rotacionar um parafuso de potência e assim movimentar a cabina. Possuem baixo custo de implantação, são indicados para baixa frequência de uso e o curso máximo de utilização é em torno de 6 metros. A Figura 3.4 mostra um monta-carga elétrico de fuso.



Figura 3. 4 - Monta-carga elétrico de fuso. Fonte: Empresa Aquamaris (<http://www.aquamaris.com.br/elevador-monta-carga-150kg-220v-rossi>).

- Elevadores hidráulicos de ação direta:

Nos elevadores hidráulicos de ação direta, o cilindro ou êmbolo é ligado diretamente à cabina ou sua armação. Possuem menor eficiência energética que um similar elétrico, um alto custo de implantação, são indicados para alta frequência de utilização e o curso máximo admitido é de 20 metros. Além desses fatores, o prejuízo ecológico é evidente, pois esse tipo de elevador faz uso de muito óleo. A Figura 3.5 mostra um elevador hidráulico de ação direta.

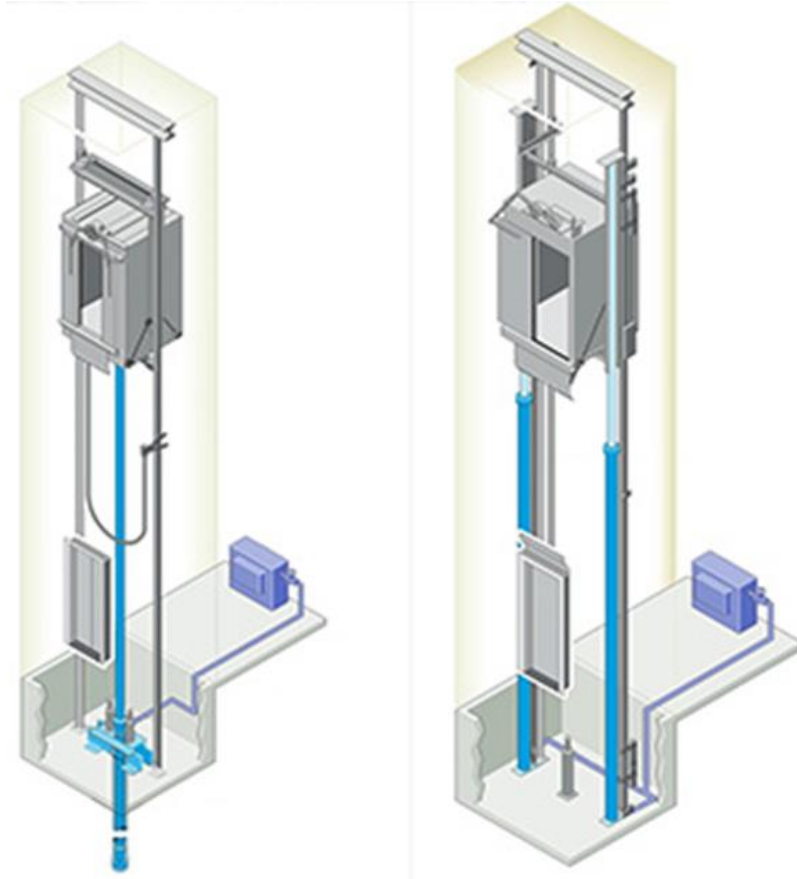


Figura 3. 5 - Elevador hidráulico. Acionamento simples (esquerda) e acionamento duplo (direita). Fonte: Empresa SIMI Elevadores (<http://www.simielevadores.com.br/equipamentos/>).

- Elevadores elétricos com correias:

Elevadores elétricos com correias são projetados para edifícios de 2 a 30 andares. O sistema emprega uma roldana menor que elevadores convencionais. São indicados para alta frequência de utilização e em casos onde se necessita de uma maior velocidade.

A Figura 3.6 mostra um elevador elétrico com correia.

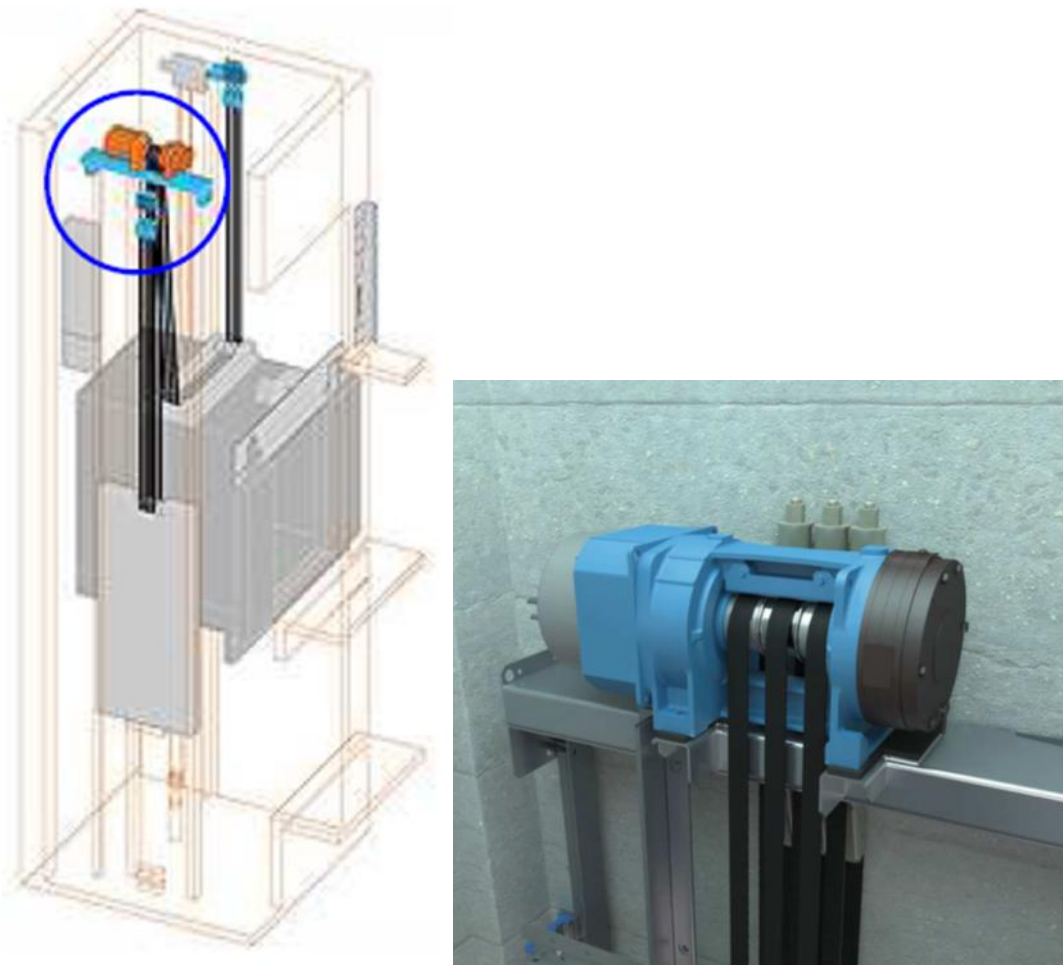


Figura 3. 6 - Elevador elétrico com correia (esquerda) e sistema de roldanas e correias (direita).  
Fonte: Doca, 2016.

- Elevadores elétricos com cremalheira:

Elevadores com cremalheira utilizam um sistema com um pinhão e uma engrenagem reta (com raio infinito) para transformar o movimento rotacional em movimentos retilíneos, causando ascensão ou descida da cabina. São indicados para alta frequência de utilização e para construção civil, pela sua segurança e confiabilidade. Possui baixos custos de instalação e manutenção. Sua desvantagem é a necessidade de utilização de um sistema de frenagem. A Figura 3.7 mostra um monta-carga elétrico com cremalheira.



Figura 3. 7 - Monta-carga elétrico com cremalheira. Fonte: Nu-Trend Accessibility Systems (<http://www.nutrendaccess.com/dumbwaiter-s/125.htm>).

- Elevadores elétricos com cabo de aço:

Monta-cargas desse tipo são majoritariamente os mais encontrados no mercado. Seu funcionamento se dá pela tração exercida pelo sistema de cabos de aço sobre a cabina. O acionamento do sistema de cabos de aço é feito por um motor elétrico e a cabina se mantém no curso correto através de guias. Possuem uma alta frequência de utilização e suas desvantagens são as manutenções preventivas frequentemente exigidas.

A Figura 3.8 mostra um monta-carga elétrico com cabo de aço.



Figura 3. 8 - Monta-carga elétrico de cabo de aço. Fonte: Empresa Frbiz ([http://img.frbiz.com/pic/z182a370-0x0-0/strong\\_style\\_color\\_b82220\\_dumbwaiter\\_strong\\_eleva.jpg](http://img.frbiz.com/pic/z182a370-0x0-0/strong_style_color_b82220_dumbwaiter_strong_eleva.jpg)).

A fim de seleccionar o método de acionamento que será utilizado para o projeto, uma matriz de decisão foi criada. Essa matriz possibilita avaliar qualitativamente sistemas pretendidos e compará-los à luz dos fatores em comum que foram estabelecidos. Os fatores multiplicativos contidos na matriz priorizam as áreas de maior destaque, ou seja, aquelas que são de maior interesse deste projeto.

As notas na matriz de decisão foram dadas de maneira subjetiva, com base na experiência e na comparação entre os sistemas escolhidos e casos análogos. De acordo com o que já foi explicado nessa subseção, foram escolhidos os três sistemas que mais se adequam ao projeto para serem analisados.

- Monta-carga hidráulico de ação direta: Design 1;
- Monta-carga elétrico com correia: Design 2; e
- Monta-carga elétrico com cabo de aço: Design 3.

A Tabela 3.1 mostra a matriz de decisão dos três designs. O fator “facilidade de compra” da matriz se refere à variedade de fornecedores do método de acionamento do design. Os fatores que se referem a custo possuem uma pontuação inversamente proporcional ao preço (quanto maior o preço do design, menor será a pontuação).

Tabela 3. 1 - Matriz de decisão para o método de acionamento.

	<b>Custo de Implantação</b>	<b>Custo de Manutenção</b>	<b>Facilidade de compra</b>	<b>Segurança</b>	<b>TOTAL</b>
<b>Peso</b>	<i>0,30</i>	<i>0,30</i>	<i>0,15</i>	<i>0,25</i>	<i>1,0</i>
<b>Design 1</b>	5 1,50	5 1,50	5 0,75	8 2,00	<b>4,75</b>
<b>Design 2</b>	7 2,10	8 2,40	2 0,30	7 1,75	<b>6,55</b>
<b>Design 3</b>	8 2,40	6 1,80	9 1,35	7 1,75	<b>7,20</b>

Com base nos resultados apresentados pela Tab. 3.1, o monta-carga elétrico com cabo de aço foi adotado como melhor solução para o projeto.

### 3.4.2 Tipo de Porta

Elevadores do tipo monta-carga podem possuir portas com configurações variadas. Os tipos mais utilizados serão mostrados a seguir.

A Figura 3.9 mostra um elevador com porta do tipo eixo vertical.



Figura 3. 9 - Monta-carga com porta do tipo eixo vertical. Fonte: Empresa Elevnorte Elevadores (<http://elevnorte.com.br/monta-carga-prato/>).

A Figura 3.10 mostra um elevador com porta do tipo corrediça vertical.



Figura 3. 10 - Monta-carga com porta do tipo corredeira vertical. Fonte: Empresa EMASTER Elevadores (<http://www.emasterelevadores.com.br/produtos/monta-cargas-auto-portante/>).

A Figura 3.11 mostra um caso específico de um elevador com porta do tipo corredeira vertical, que apresenta uma porta bi-partida ou do tipo guilhotina.



Figura 3. 11 - Monta-carga com porta bi-partida. Fonte: Empresa Portac (<http://www.portac.com.br/elevador-monta-carga.html>).

Há ainda elevadores do tipo monta-carga que não utilizam portas (a norma NBR 14712 sugere a utilização de porta de acesso ao poço do elevador).

Por se tratar de um monta-carga projetado para uma área de subsolo, foi decidida a não utilização de uma porta bipartida, pois acarretaria em uma escavação maior do terreno afim de que o espaço pudesse abrigar a porta quando aberta. Foi adotada a porta do tipo eixo vertical, como mostrada na Fig.3.9 como decisão de projeto pela sua facilidade de manuseio.

A Tabela 3.2 resume as decisões de projeto e apresenta suas justificativas.

Tabela 3. 2 - Decisões de projeto e justificativas.

	<b>Alternativas</b>	<b>Escolha</b>	<b>Justificativa</b>
<b>Método de Acionamento</b>	Elétrico de Fuso, Hidráulico de Aço Direta, Elétrico com Correia, Elétrico com Cremalheira e Elétrico com Cabo de Aço	Elevador Elétrico de Cabo de Aço	Baixo custo de implantação e facilidade de compra
<b>Tipo de Porta</b>	Eixo Vertical, Corrediça Vertical e Guilhotina (Bi-Partida)	Porta do tipo Eixo Vertical	Facilidade de manuseio para portas a nível do solo



## 4 DIMENSIONAMENTO E ANÁLISE

*Este capítulo apresenta o dimensionamento e a seleção dos componentes envolvidos no projeto. Também é apresentado um cálculo da quantidade de kits de medicamentos que será transportado pelo monta-cargas.*

### 4.1 CÁLCULO DE TRÁFEGO

O cálculo de tráfego é realizado com base na NBR 5665, que estabelece as condições mínimas exigíveis para encontrar esse fator. Através desse cálculo, os parâmetros do projeto podem ser escolhidos adequadamente, visando um atendimento conforme as exigências de demanda do hospital.

O processo de cálculo de tráfego é interativo, sendo constantemente revisado de acordo com as definições do projeto. Por esse motivo, alguns fatores do projeto serão postos nesta seção e serão discutidos apenas posteriormente. Porém, o cálculo de tráfego é necessário nesta parte do projeto para se avaliar a viabilidade e as condições às quais o monta-carga será submetido.

#### 4.1.1 Tempo Total de Viagem (T)

O tempo total de viagem é composto por quatro fatores. A Equação (4.1) (NBR 5665) mostra este cálculo.

$$T = T_1 + T_2 + 1,1(T_3 + T_4) \quad (4.1)$$

Onde:

T: Tempo total de viagem (s);

T<sub>1</sub>: Tempo para percorrer o percurso total, ida e volta, entre os pavimentos extremos (s);

T<sub>2</sub>: Tempo total de aceleração e retardamento (s);

T<sub>3</sub>: Tempo total de abertura e fechamento das portas (s); e

T<sub>4</sub>: Tempo de alocação e retirada da carga (s).

O tempo para percorrer o percurso total pode ser calculado através da Eq. (4.2), retirada da NBR 5665.

$$T_1 = \frac{(2 S)}{v} \quad (4.2)$$

Onde:

S: Distância entre os pavimentos extremos (m); e

v: Velocidade do elevador (m/s).

Cada andar do HUB possui uma altura de 2,95 metros, então a distância entre os pavimentos extremos (S) é 3 vezes essa altura (distância entre o piso do subsolo e o piso do segundo andar). Analisando os monta-cargas acionados por motor elétrico e cabos de aço encontrados no mercado, pôde-se perceber que a velocidade é, em média, 21 m/min (0,35 m/s). Utilizando os valores da distância e da velocidade do elevador, chega-se a um tempo gasto de aproximadamente 51 segundos para o elevador transpor todo o percurso de ida e volta.

De acordo com a NBR 5665, tempo total de aceleração e retardamento é calculado de acordo com a Eq. (4.3).

$$T_2 = \frac{N(T_{ar})}{2} \quad (4.3)$$

Onde:

N: Número de paradas prováveis; e

T<sub>ar</sub>: Tempo de aceleração e retardamento (s).

O número de paradas prováveis (N) estima quantas vezes o elevador parará em seu percurso total (subida e descida). Analisando o a logística atual de transporte do HUB, podemos perceber que o transporte dos medicamentos é feito cada hora para um pavimento, sendo em raras exceções esse transporte feito simultaneamente para o térreo e segundo andar. Por esse motivo, o número de paradas prováveis adotado é 2 (uma parada na subida e uma parada na volta para o subsolo).

Por se tratar de um elevador muito lento, comparado a um elevador elétrico de passageiros, o tempo de aceleração e retardamento (T<sub>ar</sub>) é menor. Neste projeto foi adotado o tempo de 1 segundo. Portanto, utilizando a Eq. (4.3), o tempo total de aceleração e retardamento calculado é de 1 segundo.

O tempo total de abertura e fechamento das portas é dado pela Eq. (4.4), retirada da NBR 5665.

$$T_3 = N(T_{af}) \quad (4.4)$$

Onde:

N: Número de paradas prováveis; e

$T_{af}$ : Tempo de abertura e fechamento das portas (s).

O tempo de abertura e fechamento das portas ( $T_{af}$ ) para elevadores de passageiros é dado pela Tab. 4.1.

Tabela 4. 1 - Tempo de abertura e fechamento de portas. Fonte: Norma NBR 5665:1983 p.5.

<b>Tipo de Porta</b>	<b><math>T_{af}</math> [s]</b>
Abertura Central (AC)	3,9
Abertura Lateral (AL)	5,5
Eixo Vertical (EV)	6

Os valores da Tabela 4.1 são para elevadores grandes e, os tempos de abertura e fechamento das portas estarão superdimensionados para o monta-carga. O tipo de porta utilizada pelo monta-carga será de eixo vertical (fato abordado na subseção 3.4.2 deste relatório). Por essa razão, adotou-se um tempo  $T_{af}$  de 6 segundos.

Como já mencionado, o número de paradas prováveis (N) é igual a 2. Portanto, através da Eq. (4.4), chega-se a um valor para  $T_3$  de 12 segundos.

O tempo de alocação e retirada da carga consiste no tempo necessário para se alocar o carrinho no interior do monta-carga. O valor estimado para esse fator foi de 10 segundos, sendo 5 segundos para a alocação e 5 segundos para a retirada do carrinho.

Finalmente, utilizando-se a Eq. (4.1), o valor do tempo total de viagem encontrado foi de aproximadamente 76,2 segundos.

#### **4.1.2 Intervalo de Tráfego (I)**

De acordo com a NBR 5665, intervalo de tráfego pode ser calculado através da Eq. (4.5).

$$I = \frac{T}{n} \quad (4.5)$$

Onde:

T: Tempo total de viagem (s); e

n: Número de elevadores do grupo.

O número de elevadores do grupo (n) consiste em quantos elevadores possuem o mesmo objetivo do que está em análise. Neste projeto haverá apenas um elevador com a função de

transportar os medicamentos e, portanto, o intervalo de tráfego calculado na Eq. (4.5) é de 76,2 segundos.

### 4.1.3 Capacidade de Transporte ( $C_t$ )

A capacidade de transporte é calculada como a quantidade de *kits* que serão transportados em 5 minutos (300 segundos). A Equação (4.6) (NBR 5665) mostra o cálculo.

$$C_t = \frac{300 C}{T} \quad (4.6)$$

Onde:

C: Capacidade máxima da cabina; e

T: Tempo total de viagem (s).

A capacidade máxima da cabina deve ser de 80 *kits*, pois esta é a quantidade máxima que o monta-carga é requisitado por viagem (fato destacado na seção 3.3 deste relatório). Portanto, a capacidade de transporte calculada é de aproximadamente 315 *kits*.

### 4.1.4 Capacidade de Tráfego ( $C_T$ )

A capacidade de tráfego é calculada como as somas das capacidades de transporte de todos os elevadores que desempenham a mesma função no local. Assim, como haverá apenas um elevador com o objetivo de transportar medicamentos, a capacidade de tráfego é igual à capacidade de transporte: 315 *kits*.

Isso significa que, em 5 minutos, a ala da farmácia conseguirá transportar 315 *kits* para os outros locais do HUB caso este projeto seja implantado.

## 4.2 CABINA

A alocação e retirada das caixas da cabina é um processo que demanda um tempo razoável. Esse processo pode ser favorecido se a parada do elevador for ao nível do pavimento, permitindo a entrada de um carrinho carregado de caixas no monta-carga. A Figura 4.1 mostra os dois tipos diferentes de configuração de um monta-carga.

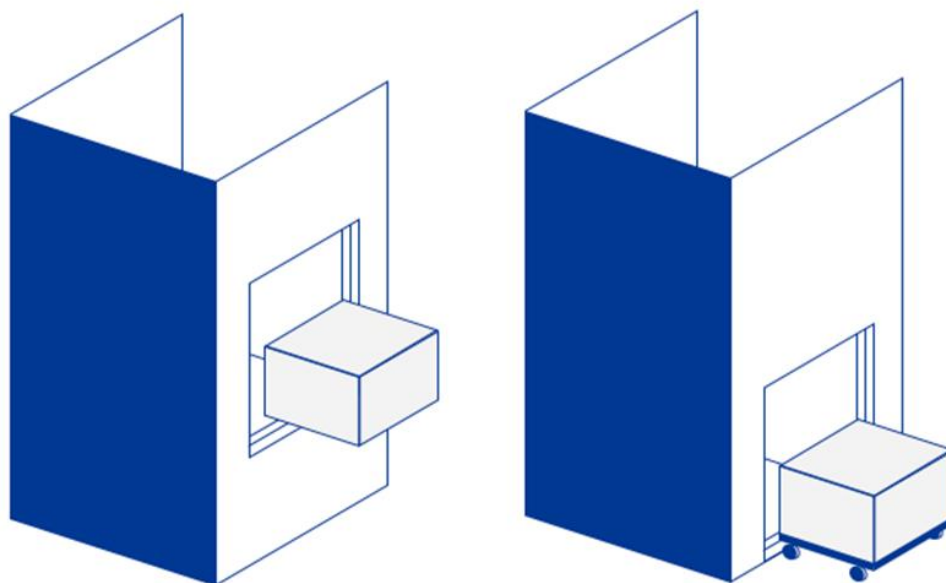


Figura 4. 1 - Monta-carga para cargas leves (esquerda) e monta-carga para cargas pesadas (direita). Fonte: Empresa Elevadores Alfabra (<http://www.elevadoresalfabra.com.br/elevadores/elevadores-monta-cargas-ou-monta-pratos/>).

À direita da Fig. 4.1 está a configuração desejada para o projeto do monta-carga. Esse tipo de elevador é normalmente utilizado para cargas pesadas, mas, no caso em questão, visa à otimização do tempo dos funcionários do HUB.

Serão projetadas duas configurações internas diferentes para a cabina. O primeiro projeto será para comportar um carrinho com duas caixas iguais às da clínica médica B. Sabe-se que, pela quantidade de leitos da clínica médica A, sua caixa não atingiria o volume do da clínica médica B, porém, dada a grande inconstância na quantidade de leitos ocupados nas duas clínicas médicas, será avaliado o pior dos casos.

A Figura 4.2 mostra a configuração do primeiro modelo do monta-carga.

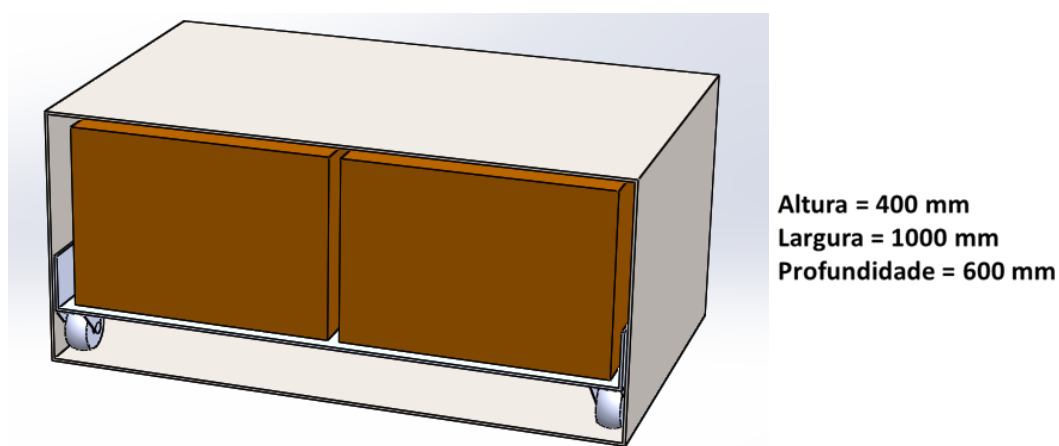


Figura 4. 2 - Primeira proposta de configuração da cabina.

A segunda proposta de projeto da cabina visa dimensiona-la para que caibam seis caixas iguais às da Fig. 3.3. Este projeto atende o restante do HUB (exceto a UTI) no transporte das 15h. Para isto, é necessário o transporte simultâneo de seis caixas.

- Maternidade - 17 leitos (1 caixa);
- CPA - 25 leitos (2 caixas);
- Centro cirúrgico - 19 leitos (2 caixas);
- Pediatria - 7 leitos (1 caixa).

A segunda proposta é ilustrada na Fig. 4.3.

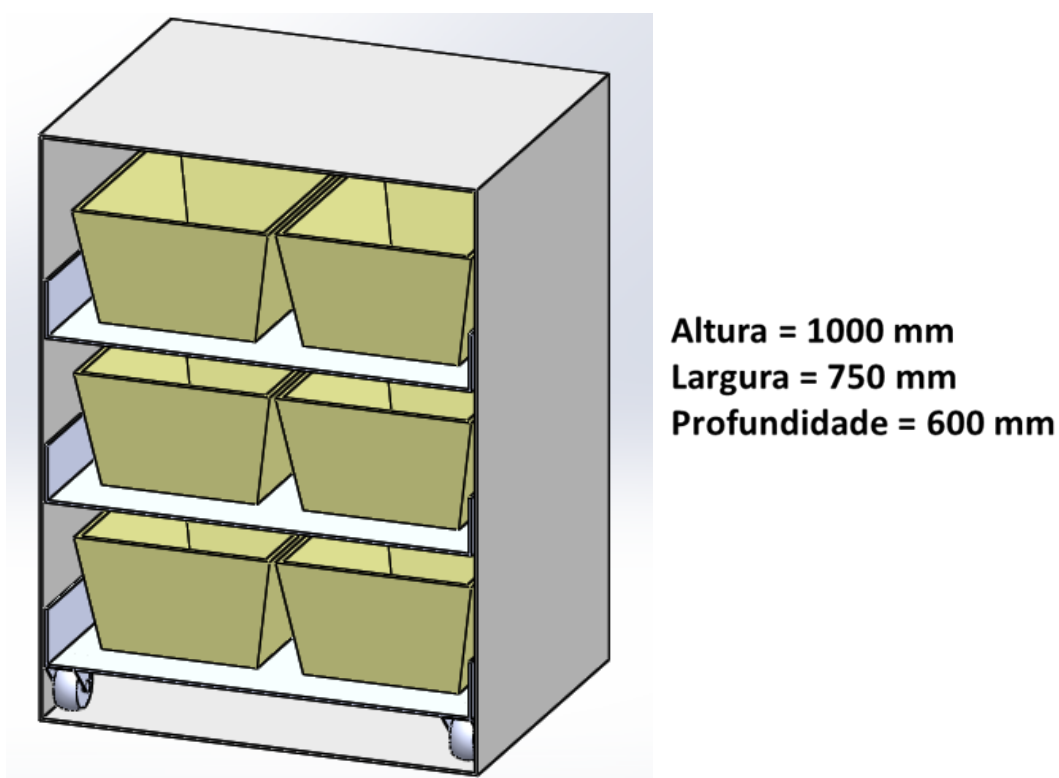


Figura 4. 3 - Segunda proposta de configuração da cabina.

As dimensões propostas estão dispostas na Tab. 4.2.

Tabela 4. 2 - Volumes dimensionados da cabina.

	<b>Altura [mm]</b>	<b>Largura [mm]</b>	<b>Profundidade [mm]</b>
<b>Proposta 1</b>	400	1000	600
<b>Proposta 2</b>	1000	750	600

A segunda proposta atende os objetivos da primeira, pois os *kits* das clínicas médicas podem ser divididos em cinco caixas: três caixas para a clínica médica B e duas caixas para a clínica médica A.

Porém, a primeira proposta não atende os requisitos da segunda, pois a cabina não comporta as seis caixas requisitadas às 15h. Por esta razão, a proposta 2 foi selecionada.

### 4.3 LOGÍSTICA DE TRANSPORTE

A mudança de logística no transporte dos medicamentos acontecerá, uma vez que não será mais necessário que o profissional de enfermagem se desloque no elevador comum de passageiros para apanhar as caixas ou *kits* isolados.

O material encaminhado para a clínica médica chegará pelo corredor principal, onde estará localizado o monta-carga. As Figuras 4.4 e 4.5 ilustram a planta baixa do segundo andar (clínica médica).

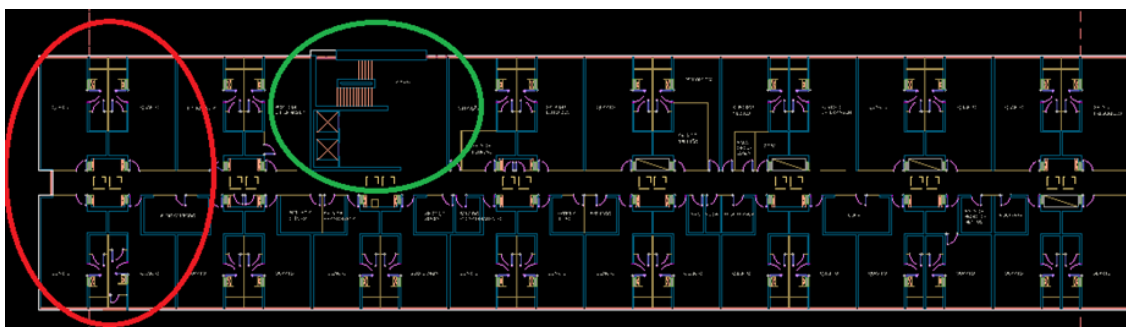


Figura 4. 4 - Clínica médica (segundo andar do prédio principal). Fonte: Hospital Universitário de Brasília (ala de engenharia), 2016.

A área destacada em verde é onde estão localizados os dois elevadores elétricos de passageiro (local por onde chegam os *kits* atualmente). A área destacada em vermelho será ampliada na Fig. 4.5.

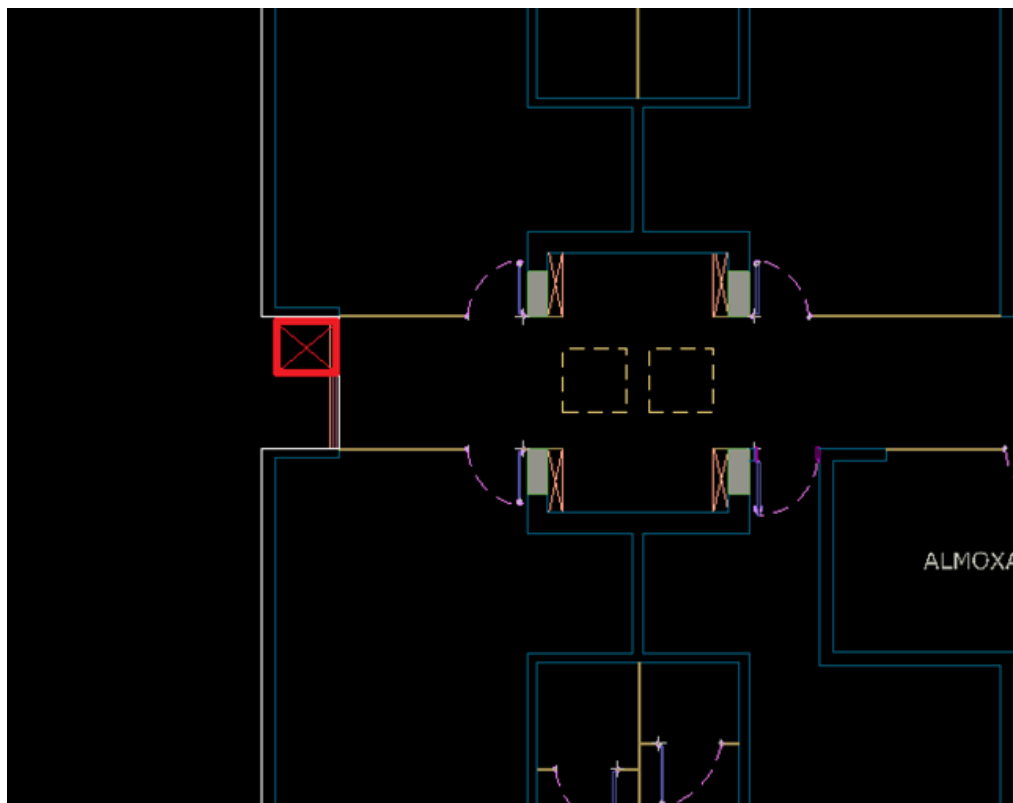


Figura 4. 5 - Clínica médica (segundo andar do prédio principal) (zoom da Fig. 4.4). Fonte: Hospital Universitário de Brasília (ala de engenharia), 2016.

O retângulo vermelho foi desenhado na planta baixa para mostrar o local onde será alocado o monta-carga.

Para um melhor entendimento do local, a Fig. 4.6 mostra a janela, por onde se pode ver a área externa do prédio (à esquerda), e o corredor da clínica médica (à direita). A estrutura do elevador ocupará o espaço vago entre a janela e a parede externa para que os medicamentos sejam distribuídos ao longo do corredor.





Figura 4. 6 - Clínica médica (segundo andar) - visão da janela onde será alocado o monta-carga (esquerda) e visão do corredor para onde o material será encaminhado (direita).

O transporte dos medicamentos para outras áreas do hospital é feito pelo térreo. A pessoa encarregada em transportar os *kits* apanhará o material no próprio pavimento e poderá leva-lo à CPA (localizada na mesma unidade) ou à unidade 1 do prédio principal, onde se encontram as áreas de pediatria, centro cirúrgico e maternidade. Vale ressaltar que esse percurso é, na atualidade, realizado em quase sua totalidade pela pessoa responsável pelo transporte. A mudança de logística se dará pelo fato do profissional não precisar se deslocar para o subsolo através do elevador de passageiros para receber os medicamentos. A Figura 4.7 mostra um recorte da planta baixa do térreo (unidade 2).

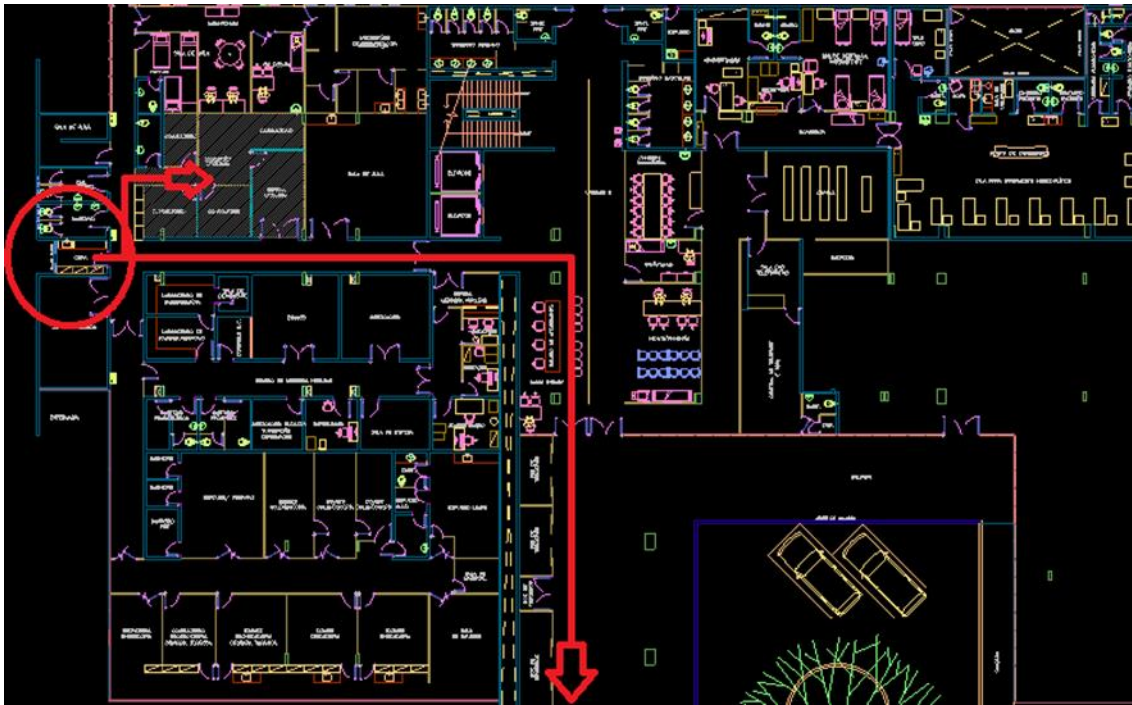


Figura 4. 7 - Térreo do prédio principal (unidade 2). Fonte: Hospital Universitário de Brasília (ala de engenharia), 2016.

O caminho traçado em vermelho sinaliza para aonde a pessoa responsável pelo transporte se encaminhará: CPA (caminho superior) e unidade 2 (caminho inferior). A Figura 4.8 mostra uma ampliação do círculo em vermelho da Fig. 4.7, local onde será construída a estrutura do elevador.

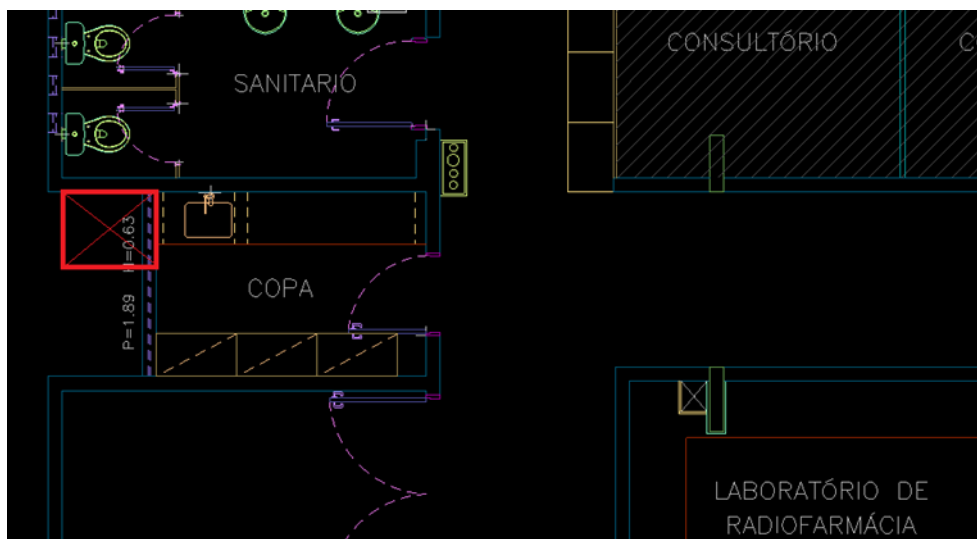


Figura 4. 8 - Térreo do prédio principal (unidade 2) (zoom da Fig. 4.7). Fonte: Hospital Universitário de Brasília (ala de engenharia), 2016.

Para um melhor entendimento, a Fig. 4.9 ilustra o corredor por onde os medicamentos passarão (foto tirada com a câmera apontada na direção oposta à copa da Fig. 4.8).



Figura 4. 9 - Corredor de acesso à copa (térreo).

Aqui encontramos uma dificuldade no projeto: a realocação da copa que se encontra no térreo da unidade 2. Ela é atualmente utilizada por trabalhadores terceirizados para realizar refeições. Uma solução para essa realocação de pessoas é a utilização da cozinha da Central de Pronto Atendimento (CPA) por esses trabalhadores, devido à proximidade.

#### **4.4 CAPACIDADE DE CARGA**

Os medicamentos possuem uma densidade baixa, com um grande volume e um reduzido peso. Por essa razão, a capacidade de carga do monta-carga não necessitará ser alta. Foram medidos os pesos de vários *kits* em dias diferentes e a média encontrada foi de aproximadamente 0,135 kgf. Já o peso da caixa de medicamentos, ilustrada na Fig.3.3, é de 0,9 kgf.

Outro dado obtido na ala da farmácia foi a quantidade média de *kits* que cabem em uma caixa (21 *kits*). Como podem ser alocadas seis caixas na cabina dimensionada, o peso total das

caixas carregadas com medicamentos é de aproximadamente 22,4 kgf. O peso do carrinho foi estimado em 25 kgf, resultando em uma carga total de 47,4 kgf.

De acordo com a NBR 14712, o fator de segurança usado no projeto de máquinas não deve ser inferior a 2 quando se utiliza aço como material de construção. Portanto, a capacidade de carga do elevador deverá ser superior a 94,8 kgf. Analisando os modelos encontrados no mercado, foi decidido que a o monta-carga terá uma capacidade nominal de 100 kgf, valor amplamente utilizado.

#### 4.5 SISTEMA DE ELEVAÇÃO

O sistema de cabos e polias em elevadores pode ter diversas disposições, dependendo da velocidade, carga nominal e da utilização ou não de contrapeso. Como o monta-carga do projeto em questão possui carga nominal e velocidade baixas, será adotado o sistema mais simples de tração. Esse sistema é utilizado na maioria dos elevadores do tipo monta-carga com pequenas cargas pela sua eficiência e simplicidade de montagem, além de não exigir um contrapeso. A Figura 4.10 mostra o sistema adotado.

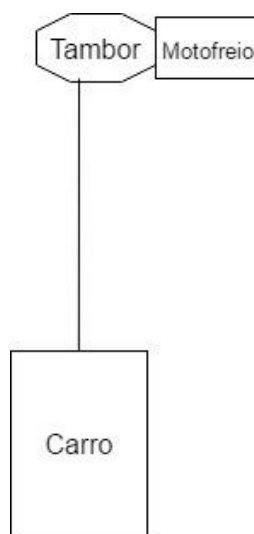


Figura 4. 10 - Sistema de elevação do elevador.

A ausência de contrapeso só é possível pelo fato da carga nominal do monta-carga ser menor que 200 kgf. Acima desse valor, é recomendado o uso de contrapeso para reduzir o esforço do motor que movimenta o carro. O percurso máximo do elevador também é um ponto a ser avaliado na utilização do tambor, pois para um deslocamento elevado, o tambor deve ser muito grande para acomodar todo o cabo de aço, inviabilizando o projeto. Aconselha-se o uso de contrapeso para alturas maiores que 15 metros.

Esse sistema de elevação não possui reduções de velocidade e de tração pelo simples fato de não haver polias móveis e a velocidade do cabo de aço ser a mesma para qualquer ponto. Portanto, a tração no cabo de aço quando o sistema está em repouso é igual ao peso da estrutura. A inexistência de redução, discutida nesta seção, aborda somente o sistema composto pelo tambor, cabo de aço e carro, porém haverá reduções de velocidades entre o motor e o tambor, produzidas por um redutor.

#### 4.5.1 Grupo do Mecanismo

A NBR 8400 classifica os mecanismos em diferentes grupos conforme o serviço que efetuam. Os parâmetros para a divisão dos grupos são a classe de funcionamento e o estado da solicitação.

A classe de funcionamento é relacionada ao tempo médio estimado em número de horas de funcionamento diário do mecanismo. A Tabela 20 da NBR 8400 (Tab. 4.3 deste relatório) mostra os valores das classes de funcionamento e suas relações.

Tabela 4. 3 - Classes de funcionamento. Fonte: NBR 8400:1984 p.26.

Classe de funcionamento	Tempo médio de funcionamento diário estimado (h)	Duração total teórica da utilização (h)
V0,25	$t_m \leq 0,5$	$\leq 800$
V0,5	$0,5 < t_m \leq 1$	1600
V1	$1 < t_m \leq 2$	3200
V2	$2 < t_m \leq 4$	6300
V3	$4 < t_m \leq 8$	12500
V4	$8 < t_m \leq 16$	25000
V5	$t_m > 16$	50000

Como já foi abordado na seção 3.3 deste relatório, o monta-carga será utilizado basicamente em três momentos do dia, além de usos casuais de emergência. Portanto, o tempo médio de funcionamento diário para esse equipamento é menor que 0,5 horas, resultando em uma classe de funcionamento V 0,25.

O estado da solicitação caracteriza em que proporção o mecanismo é submetido à sua solicitação máxima ou somente a solicitações reduzidas. Os valores são definidos na Tab. 21 da NBR 8400 (Tab. 4.4 deste relatório).

Tabela 4. 4 - Estado de solicitação dos mecanismos. Fonte: NBR 8400:1984 p.27.

Estados de solicitação	Definição	Fração da solicitação máxima
1	Mecanismos ou elementos de mecanismos sujeitos a solicitações reduzidas e raras vezes a solicitações máximas	P = 0
2	Mecanismos ou elementos de mecanismos submetidos, durante tempos sensivelmente iguais, a solicitações reduzidas, médias e máximas	P = 1/3
3	Mecanismos ou elementos de mecanismos submetidos na maioria das vezes a solicitações próximas à solicitação máxima	P = 2/3

O cabo de aço estará sendo solicitado a todo o momento pelo próprio peso do carro. Por esse motivo, o estado de solicitação do mecanismo é 2. A partir da classe de funcionamento e o estado de solicitação, pode-se utilizar a Tab. 23 da NBR 8400 (Tab. 4.5 deste relatório) para se achar o grupo do mecanismo estudado.

Tabela 4. 5 - Grupo dos mecanismos em função do estado de solicitação e a classe de funcionamento. Fonte: NBR 8400:1984 p.28.

Estados de solicitação	Classes de funcionamento						
	V 0,25	V 0,5	V1	V2	V3	V4	V5
1	1Bm	1Bm	1Bm	1Am	2m	3 m	4 m
2	1Bm	1Bm	1Am	2 m	3 m	4 m	5 m
3	1Bm	1Am	2 m	3 m	4 m	5 m	5 m

Para a classe de funcionamento V 0,25 e o estado de solicitação 2, obtêm-se que o monta-carga em análise se encontra no grupo 1 Bm.

## 4.6 CARRO

O conjunto formado pela cabina e a estrutura de sustentação é chamado de carro, sendo esse o componente do elevador que, em conjunto com o cabo de aço são os únicos elementos do monta-carga que se deslocam entre os pavimentos. O carro será então destrinchado em três partes, as quais serão abordadas nas subseções a seguir:

- Estrutura de sustentação;
- Painéis; e
- Cantoneiras.

#### 4.6.1 Estrutura de Sustentação

Essa base do elevador é composta por vigas em U, nas quais são fixadas as chapas de aço que delimitam a cabina. O material dessa base utilizado é o aço estrutural AISI 1045, pela sua boa resistência mecânica e baixo custo.

As vigas selecionadas apresentam espessura de 2 milímetros. A Figura 4.11 apresenta o formato da estrutura de sustentação.

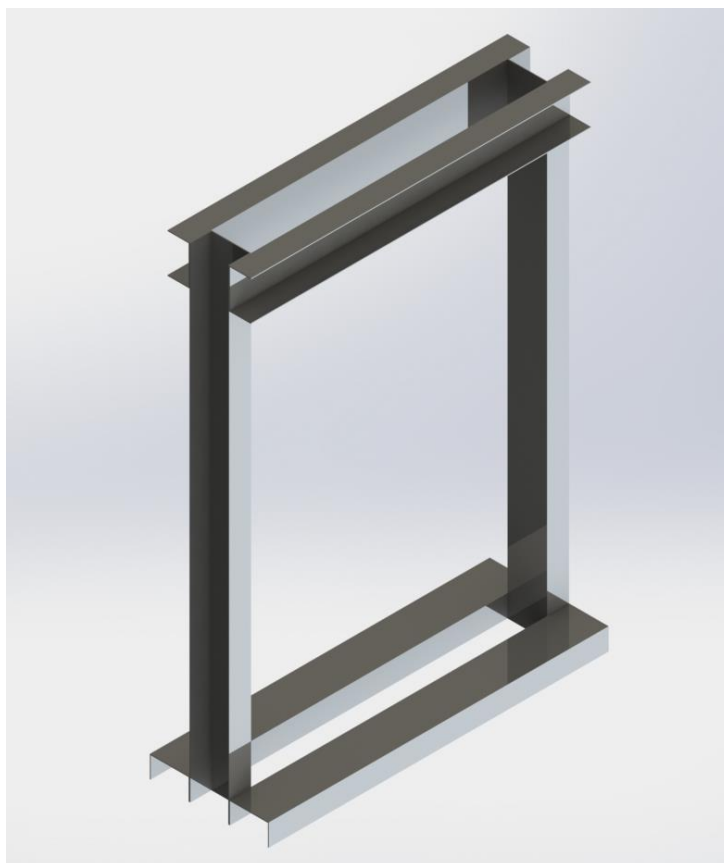


Figura 4. 11 - Desenho da estrutura de sustentação da cabina.

A NBR 16042 diz que a cabina deve ter resistência mecânica suficiente para suportar as forças aplicadas durante o funcionamento normal do elevador. Assim, foi realizado um estudo no software SolidWorks afim de verificar a resistência do modelo. Esse estudo se encontra no apêndice deste relatório.

#### 4.6.2 Painéis

Os painéis são chapas de aço dobradas que delimitam o espaço interior do monta-carga. Nesse caso, temos as paredes laterais, a parede traseira, o teto e o piso. Cada painel é dobrado de maneira a gerar áreas para se parafusar as partes. Outro objetivo das dobras nas chapas é o fortalecimento gerado por esse processo, que diminui o deslocamento gerado por aplicação de

forças na chapa. Todos os painéis possuem uma espessura de 1 milímetro, exceto o piso, que tem uma espessura de 2 milímetros.

O material escolhido para os painéis é o aço inoxidável liga 304, material amplamente utilizado em hospitais. A liga foi escolhida pelo seu alto limite de escoamento, comparada com as outras ligas de aço inoxidável. A Figura 4.12 mostra os painéis utilizados no desenho e nas análises.

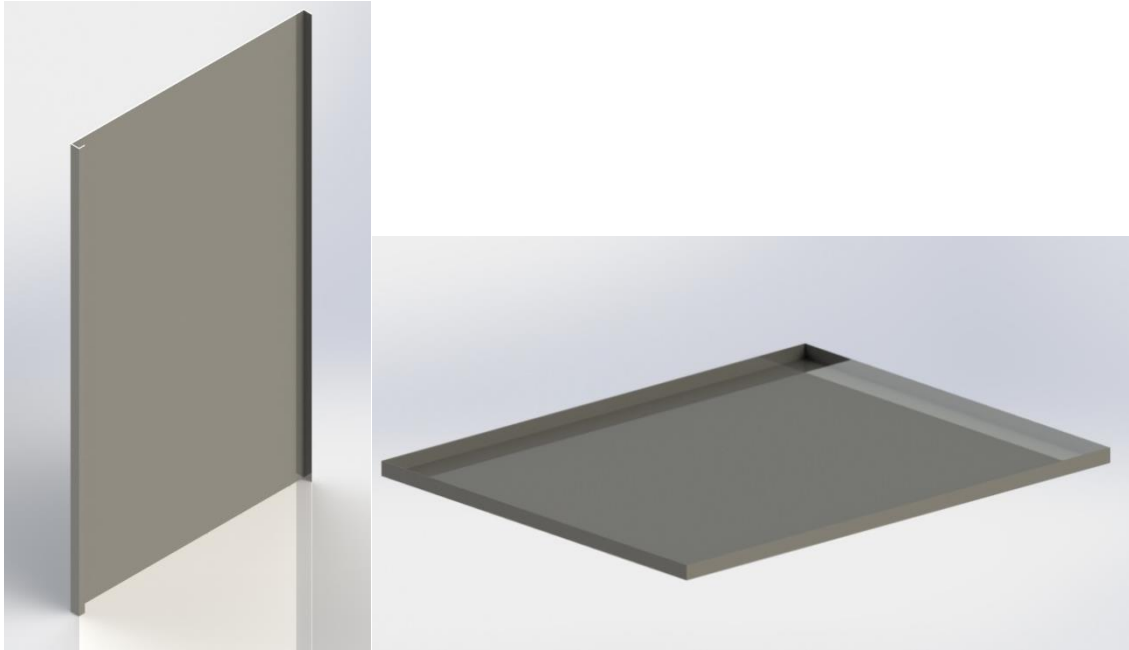


Figura 4. 12 - Paredes laterais (esquerda) e teto (direita).

Como a carga nominal é aplicada exclusivamente no piso do elevador, um suporte extra com formato retangular foi adicionado abaixo da cabina. Esse suporte pode ser visto na Fig. 4.13.

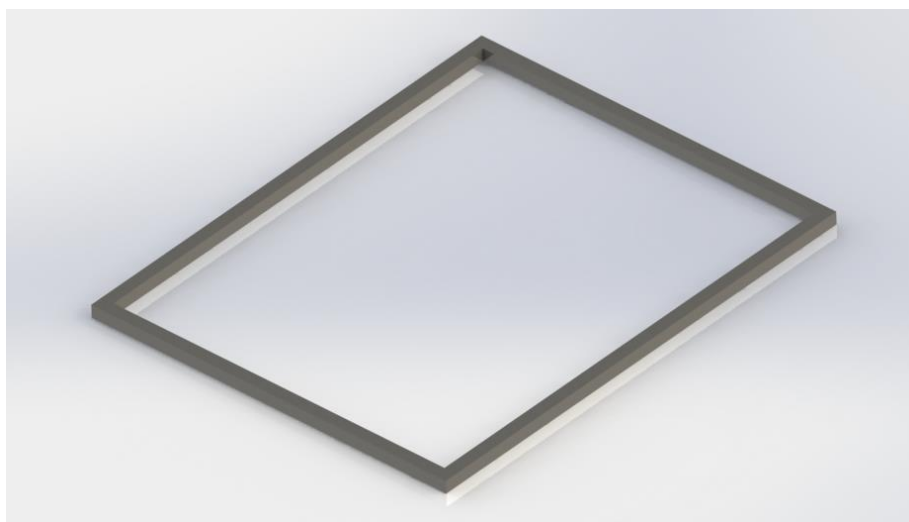


Figura 4. 13 - Suporte do Piso.



A Figura 4.14 ilustra o resultado final da montagem dos painéis. A essa estrutura se dá o nome de cabina.

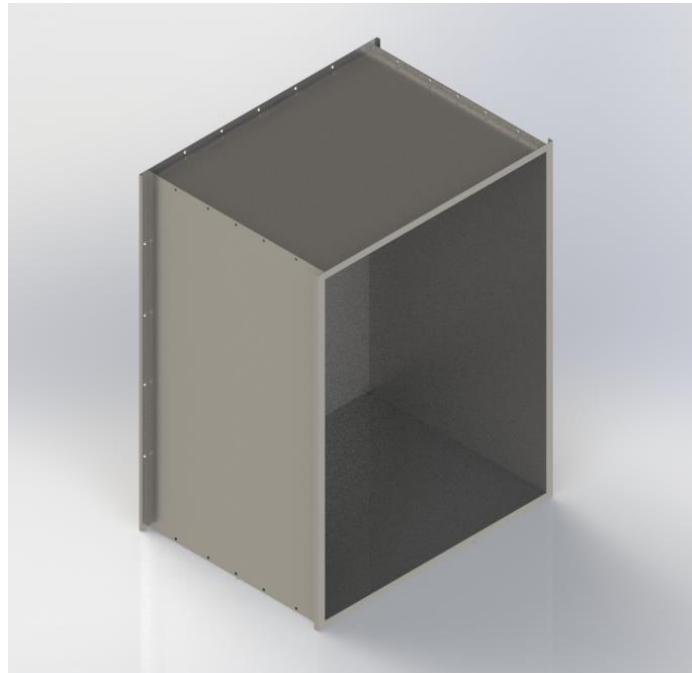


Figura 4. 14 - Cabina montada.

### 4.6.3 Cantoneiras

A estrutura da cabina, que é o resultado da montagem dos painéis, é fixada na estrutura de sustentação (mostrada na subseção 4.6.1) através de parafusos e com o auxílio de cantoneiras. A Figura 4.15 mostra o modelo da cantoneira que será utilizada.

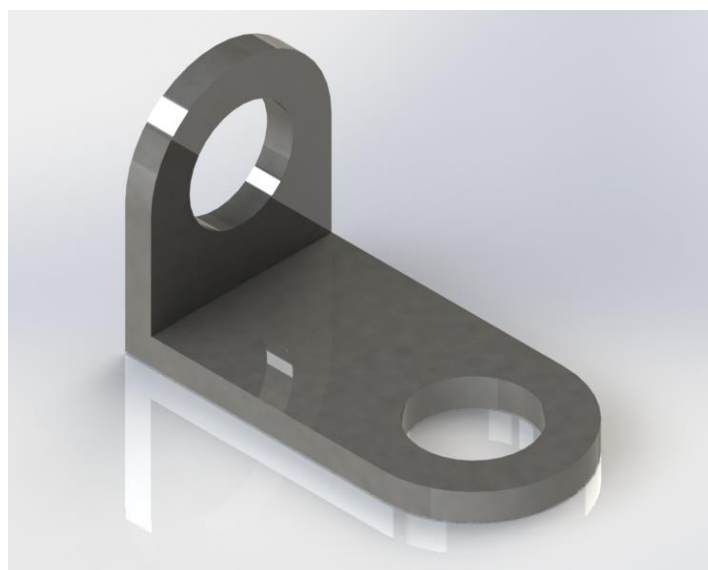


Figura 4. 15 - Cantoneira para fixação da cabina à estrutura de sustentação.

Tais suportes consistem em chapas de aço AISI 1045 com 2mm de espessura e que possuem furos por onde passam os parafusos.

## 4.7 CABO DE SUSPENSÃO

### 4.7.1 Carga de Ruptura Mínima (CRM)

Os cabos de aço são fabricados com fios de aço com uma tensão de resistência entre 130 e 200 kgf/mm<sup>2</sup> e, de acordo com a NBR 14712, o coeficiente de segurança mínimo para os elementos de suspensão deve ser 7, considerando carga estática. De acordo com esse coeficiente de segurança e com a Eq. (4.7) (Shigley, 2008), pode-se calcular a carga de ruptura que o cabo do monta-carga deve possuir.

$$FS = \frac{CRM}{CT} \quad (4.7)$$

Onde:

FS: Fator de segurança;

CRM: Carga de ruptura mínima (tf); e

CT: Carga de trabalho (tf).

A carga de trabalho (CT) depende da massa dos componentes do elevador. Um levantamento da massa da estrutura foi feito com o auxílio do software SolidWorks e é apresentado na Tab. 4.6.

Tabela 4. 6 - Massas dos componentes do monta-carga. Fonte: Software SolidWorks.

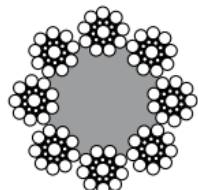
Componente	Massa (kg)
Estrutura de Sustentação	19,4
Suporte do Piso	8,1
Piso	7,2
Paredes Laterais (duas)	10,9
Parede Traseira	6,9
Teto	4,0
Cabo de Aço	1,5
Peças de Suporte	1
TOTAL	59

Portanto, a carga de trabalho será o valor da massa total a ser içada somada com a carga nominal do elevador (100 kgf), resultando em um valor total de 159 kgf (0,159 tf). Assim, para um fator de segurança (FS) igual a 7 e utilizando a Eq. (4.7), obtêm-se uma carga de ruptura mínima para esse projeto de aproximadamente 1,1 tf.

#### 4.7.2 Tipo de Alma

A alma do cabo de aço é o núcleo em torno do qual as pernas são torcidas e ficam dispostas em forma de hélice. Sua função é fazer com que o esforço no cabo de aço seja dividido igualmente entre as pernas. Almas de fibra em geral dão flexibilidade maior ao cabo de aço, enquanto almas de aço garantem maior resistência ao amassamento e aumentam a resistência à tração.

De acordo com o “Manual Técnico de Cabos” da CIMAF, almas de fibra são as mais indicadas para utilização em elevadores e esse será o tipo de alma adotado para o projeto. A partir dos valores da Carga de Ruptura Mínima e do tipo de alma, foi selecionado o cabo 8x19S-AF da CIMAF, que é feito especialmente para elevadores. Dentre os cabos 8x19 disponíveis no mercado, o de menor diâmetro (1/4”) apresenta uma carga de ruptura de 1,83 tf, valor que supera a carga mínima de ruptura calculada. A Figura 4.16 mostra as características do cabo selecionado.



	Diâmetro		Massa Aprox. (kg/m)	Carga de Ruptura Mínima (tf)
	mm	pol.		TS
<b>8x19 Seale 1+9+9</b>	6,4	1/4"	0,146	1,83
	8,0	5/16"	0,223	2,86
	9,5	3/8"	0,315	4,10
	11,0	-	0,445	5,42
	13,0	1/2"	0,560	7,50
	16,0	5/8"	0,880	11,50

Figura 4. 16 - Características do cabo de aço 8x19 S-AF. Fonte: Empresa Cimaf (<http://www.internacionalcabos.com.br/CatalogoCimaf.pdf>).

#### 4.7.3 Fixação dos Cabos de Aço

O cabo de aço será preso à estrutura de sustentação do monta-carga através de uma peça de nylon, que é fixada nas vigas superiores do carro. Essa peça se resume a um cilindro feito de um material com baixa dureza, causando um menor atrito entre o cabo de aço e o carro.

A Figura 4.17 ilustra a estrutura de sustentação com a alocação do cilindro de nylon.

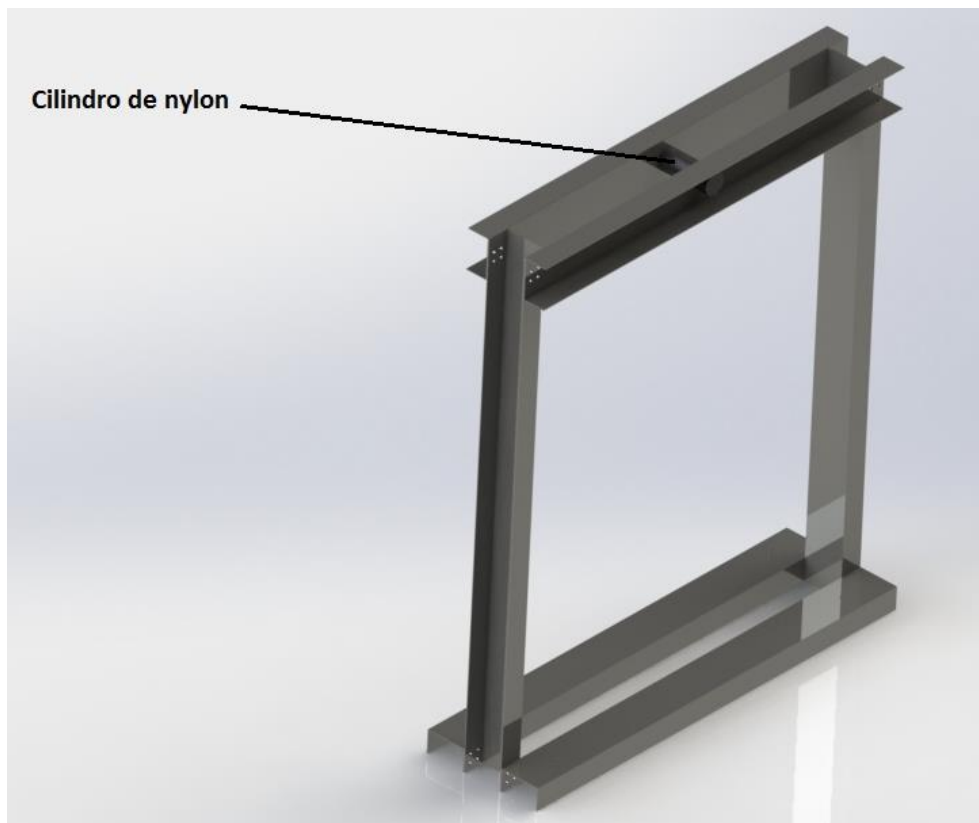


Figura 4. 17 - Estrutura de sustentação com cilindro de nylon.

O cabo de aço é enrolado no cilindro e fixado com grampos ilustrados na Fig. 4.18.



Figura 4. 18 - Grampo para cabos de aço. Fonte: Empresa TCS (<http://tcs.ind.br/produto/cabos-de-aco-e-acessorios/>)

De acordo com a NBR 11900-4, os grampos devem distar um do outro seis vezes o diâmetro nominal do cabo de aço e a parte morta deve ser, no mínimo, igual à largura do grampo selecionado. A Figura 4.19 ilustra as distâncias  $L$  entre os grampos e o tamanho  $B$  da parte morta. A imagem também mostra o modo correto de se fixar os grampos, com os três virados para a parte viva do cabo de aço.

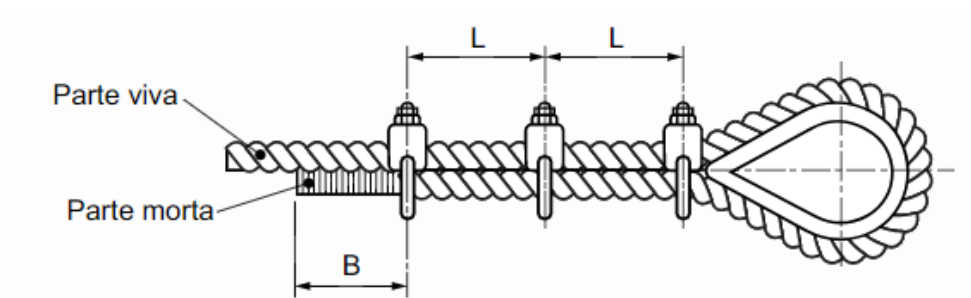


Figura 4. 19 - Posicionamento dos grampos. Fonte: NBR 11900-4:2016 p.10.

Foram selecionados grampos para cabos de aço de ¼ polegadas da empresa Acro. Suas características podem ser identificadas na Fig. 4.20.

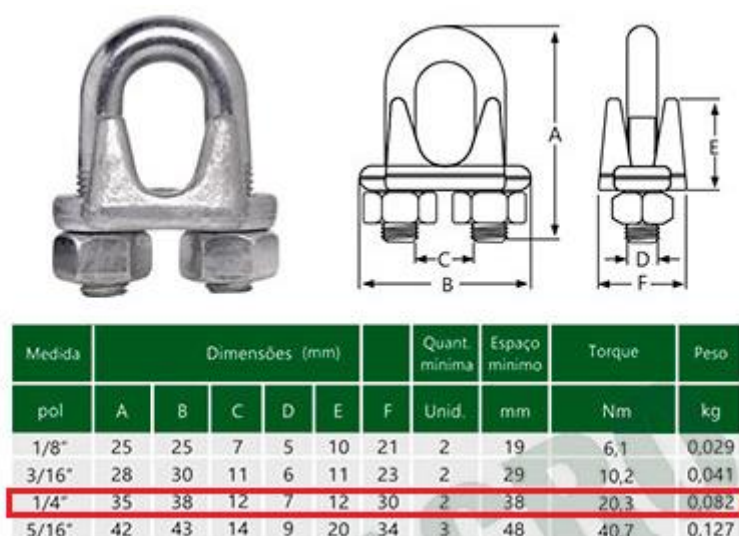


Figura 4. 20 - Características dimensionais dos grampos. Fonte: Empresa Acro (<http://www.acrocabo.com.br/grampo-grampos.php>)

A quantidade mínima exigida de grampos é 2, porém serão utilizados 3 grampos no projeto, visando um melhor fator de segurança. Como a largura do grampo selecionado é de 38 mm e a distância mínima entre os grampos deve ser de 38,4 mm, tem-se que a distância mínima entre o primeiro grampo e o final da parte morta do cabo é de aproximadamente 115 milímetros.

## 4.8 PARAFUSOS

Os parafusos utilizados no projeto são elementos de fixação que garantem a estabilidade dos painéis e os suportes. Para se definir os parafusos que serão utilizados no projeto, serão realizados alguns cálculos de esforços que estes devem suportar. A estrutura escolhida para se fazer o estudo foi a viga inferior da estrutura de sustentação (já abordada na subseção 4.6.1), pois os parafusos fixados na lateral desse corpo são os que mais sofrerão com as cargas

aplicadas. É importante deixar claro que o piso do elevador será parafusado no suporte mostrado na Fig. 4.13 e, portanto, esses parafusos serão apenas de fixação, não sofrendo grandes esforços.

A Figura 4.21 mostra o a viga com os furos onde serão fixados oito parafusos (quatro de cada lado). A força  $F$  aplicada à viga é referente à carga nominal do monta-carga adicionada ao peso da própria viga e o peso da cabina, que foi instaurada no centro para se causar o pior cenário. Assim, o projeto estará atuando a favor do fator de segurança e evitando possíveis falhas humanas e do material.

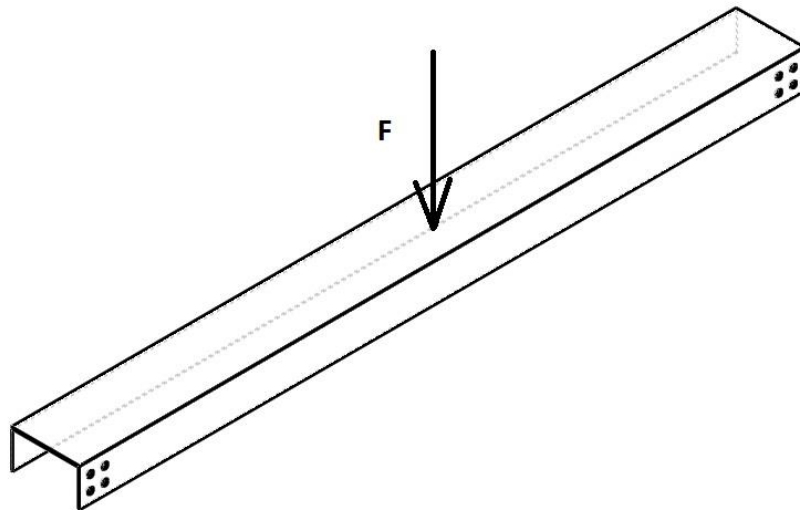


Figura 4. 21 - Viga da base da estrutura de sustentação.

A carga nominal do monta-carga é de 100 kgf, como já abordado na seção 4.4. Já o peso da cabina é de 38,1 kgf (valor da soma dos pesos das paredes, teto, peças de suporte e suporte do piso da Tab. 4.6). O peso da viga foi obtido da mesma forma que o da cabina (Software SolidWorks), encontrando-se o valor de aproximadamente 3,04 kgf.

Como há duas vigas na base da estrutura de suporte, devemos considerar apenas metade dos valores de carga nominal e do peso da cabina. Assim, podemos calcular a força  $F$  da Fig 4.21 de acordo com a Eq. (4.8).

$$F = \frac{100+38,1}{2} + 3,04 = 72,09 \text{ kgf} = 71,59 * 9,81 \text{ N} \cong 707,2 \text{ N} \quad (4.8)$$

Pela simetria do problema, podemos analisar só metade da viga. A Figura 4.22 mostra o diagrama de corpo livre de metade da viga em uma visão lateral.

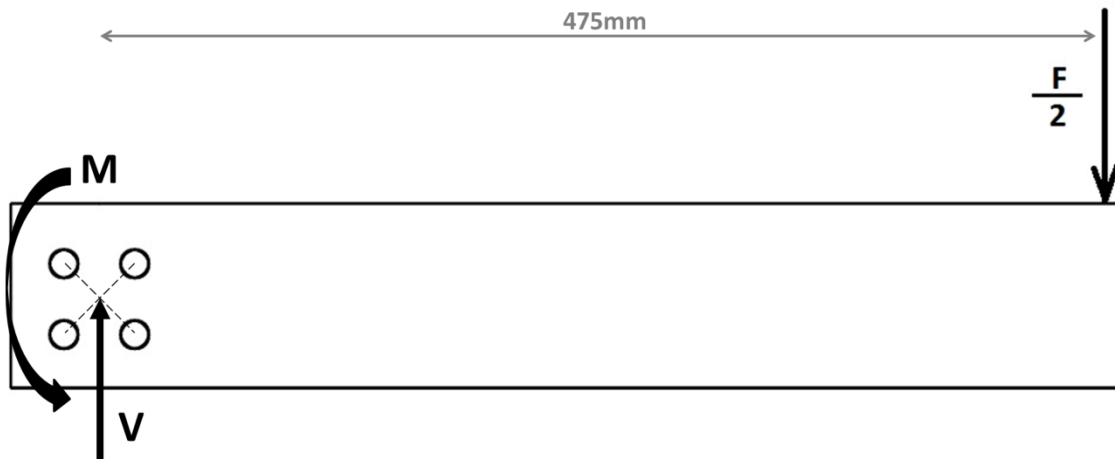


Figura 4. 22 - Diagrama de corpo livre da viga de sustentação.

Podemos calcular os valores do esforço cortante ( $V$ ) e do momento ( $M$ ) com as Eqs. (4.9) e (4.10).

$$V = \frac{F}{2} = \frac{707,2}{2} = 353,6 \text{ N} \quad (4.9)$$

$$M = \frac{F}{2}(0,475) \cong 168 \text{ N.m} \quad (4.10)$$

A carga de cisalhamento primária por parafuso é dada pela Eq. (4.11).

$$F' = \frac{V}{n} = \frac{356,6}{4} = 89,15 \text{ N} \quad (4.11)$$

Onde  $n$  é o número de parafusos. A carga de cisalhamento secundária é dada pela Eq. (4.12).

$$F'' = \frac{M}{4*r} = \frac{168}{4*0,02*\sqrt{2}} \cong 1484,92 \text{ N} \quad (4.12)$$

Onde  $r$  é a distância do centroide (ponto onde é aplicado o esforço cortante  $V$ ) até o centro de cada parafuso. A Figura 4.23 ilustra as direções das forças de cisalhamento primária e secundária. As letras de A a D diferenciam os parafusos.

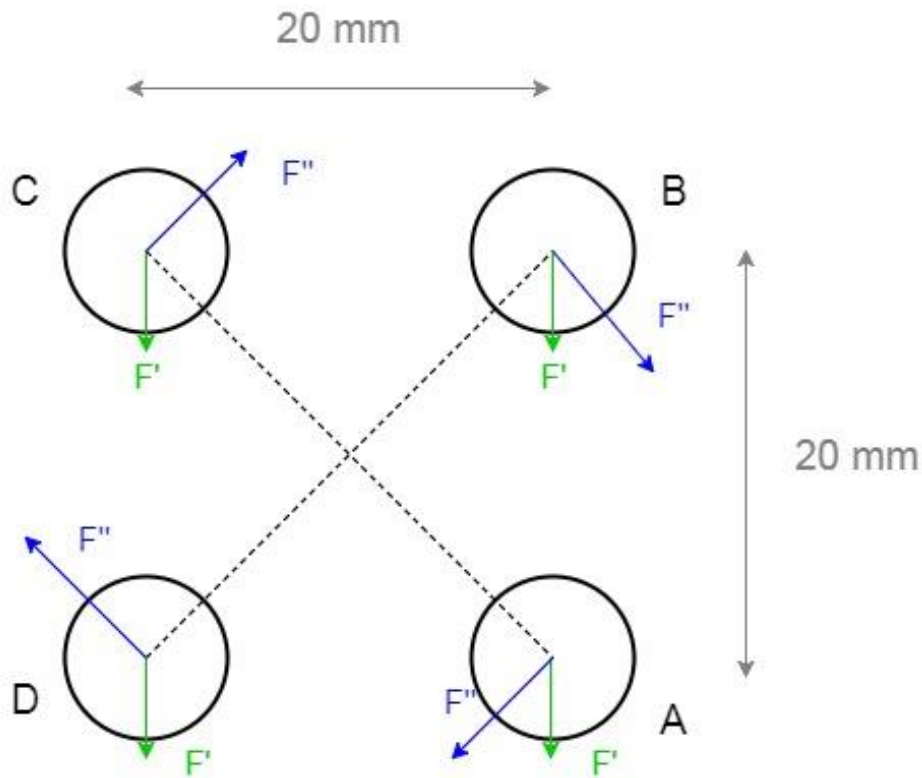


Figura 4. 23 - Direção das forças de cisalhamento.

Pode-se perceber que a força resultante nos parafusos A e B serão maiores que nos parafusos C e D. As resultantes são:

- $F_A = F_B \cong 1549,2 \text{ N}$ ;
- $F_C = F_D \cong 1050,5 \text{ N}$ .

A tensão de cisalhamento ( $\tau$ ) para os parafusos que mais sofrem com a aplicação da carga pode ser calculada com a Eq. (4.13).

$$\tau = \frac{F}{A_r} = \frac{1549,2}{32,8} \cong 47,2 \text{ MPa} \quad (4.13)$$

Onde  $A_r$  é a área do diâmetro menor em milímetros. Essa área é diferente para cada parafuso, portanto será selecionado um modelo para que se possa verificar sua validade no projeto. O modelo escolhido foi o M8 que pode ser encontrada na Tab. 4.7.



Tabela 4. 7 - Características da série de passo grosso de acordo com o diâmetro maior nominal do parafuso (modificado de Shigley, 2008).

Diâmetro maior nominal d (mm)	Série de passo grosso		
	Passo P (mm)	Área de tensão de tração A <sub>t</sub> (mm <sup>2</sup> )	Área do diâmetro menor A <sub>r</sub> (mm <sup>2</sup> )
1,6	0,35	1,27	1,07
2	0,40	2,07	1,79
2,5	0,45	3,39	2,98
3	0,5	5,03	4,47
3,5	0,6	6,78	6,00
4	0,7	8,78	7,75
5	0,8	14,2	12,7
6	1	20,1	17,9
8	1,25	36,6	32,8

A Tabela 4.8 mostra os valores das resistências mínimas para cada categoria da propriedade, que envolve uma série de modelos de parafusos. A categoria da propriedade 4,8 foi selecionada. Assim, a resistência mínima de prova é de 310 MPa, valor 6,5 vezes maior que a tensão calculada na Eq.(4.13).

Tabela 4. 8 - Resistências mínimas à prova de acordo com o diâmetro maior nominal do parafuso (modificado de Shigley, 2008).

Categoria da propriedade	Intervalo de tamanho, inclusivo	Resistência mínima à prova (MPa)	Resistência mínima à tração (MPa)	Resistência mínima ao escoamento (MPa)	Material
4,6	M5 - M36	225	400	240	Baixo ou médio carbono
4,8	M1,6 - M16	310	420	340	Baixo ou médio carbono
5,8	M5 - M24	380	520	420	Baixo ou médio carbono

Dessa forma, são utilizados parafusos da série M8 de cabeça hexagonal para se realizar a fixação dos elementos do monta-carga. Seu comprimento deve ser o bastante para acomodar a rosca com uma sobra de pelo menos dois passos. Para a fixação do piso em seu suporte, foi selecionado um parafuso de cabeça escareada a fim de não causar um desnivelamento.

## 4.9 TAMBOR

De acordo com a NBR 8400, a escolha de tambores é feita a partir da determinação do diâmetro mínimo de enrolamento de um cabo, que é dado pela Eq. (4.14).

$$D_e \geq H_1 * H_2 * d_c \quad (4.14)$$

Onde:

$D_e$ : Diâmetro de enrolamento (mm);

$H_1$ : Coeficiente relacionado ao grupo pertencente do mecanismo;

$H_2$ : Coeficiente relacionado ao sistema de polias e tambores; e

$d_c$ : Diâmetro externo do cabo de aço (mm).

Utilizando a Tabela 28 da NBR 8400 (Tab. 4.9 deste relatório), para o grupo de mecanismo “1 Bm”, o valor do coeficiente  $H_1$  é 16.

Tabela 4. 9 - Valores de  $H_1$ . Fonte: NBR 8400:1984 p.34.

Grupo de mecanismo	Tambores	
	Cabo normal	Cabo não rotativo
1 Bm	16	16
1 Am	16	18
2 m	18	20
3 m	20	22,4
4 m	22,4	25
5 m	25	28

Para tambores, o valor do coeficiente  $H_2$  é 1. Portanto, para um diâmetro já selecionado do cabo de aço de 6,4 milímetros, obtêm-se a partir da Eq. (4.14) um diâmetro de enrolamento mínimo igual a 102,4 milímetros. Assim, deve-se escolher um tambor com diâmetro maior ou igual a 102,4 mm.

O Manual Técnico de Cabos da CIMAF diz que deve existir uma relação entre o diâmetro do cabo de aço e o diâmetro dos tambores para garantir um bom desempenho do sistema. De acordo com o manual, para cabos de aço 8x19 S, o diâmetro mínimo do tambor deve ser 26 vezes o diâmetro do cabo, chegando a um valor de 192 mm para o diâmetro do tambor.

De acordo com a NBR 11375, o diâmetro nominal de tambores para cabo de aço deve ser escolhido de acordo com uma lista fornecida pela norma. O menor diâmetro da lista que se adequa ao projeto é de 200 milímetros. Este será o diâmetro nominal utilizado no projeto.

Na condição máxima de desenrolamento do cabo devem ser previstas pelo menos duas espiras ainda enroladas sobre o tambor, desta forma a fixação do cabo fica isenta da força de tração. Portanto, têm-se um tamanho de cabo que deve ficar sempre enrolado no tambor de, no mínimo, 1260 mm.

#### 4.10 MÁQUINA DE TRAÇÃO

Elevadores do tipo monta-carga não necessitam do controle de velocidade para conforto que é utilizado em elevadores para transporte de pessoas. Por essa razão, decidiu-se utilizar um motor de corrente alternada com uma velocidade. Nesse modelo, o elevador parte do repouso e atinge sua velocidade nominal em um processo de aceleração e desaceleração uniforme. A utilização desse tipo de motor era generalizada para todos os elevadores antigamente, porém, na atualidade é restrita a elevadores de carga.

A velocidade do carro e a carga a ser deslocada são os parâmetros em que se baseiam a escolha da máquina de tração. A velocidade selecionada para o projeto (presente na subseção 4.1.1) foi de 0,35 m/s. Para o diâmetro do tambor de 200 milímetros, tem-se uma rotação necessária de aproximadamente 33,5 rpm.

Já a carga a ser deslocada foi discutida na subseção 4.7.1 e seu valor é de 159 kgf (1559,79 N). Com essa carga, pode-se calcular o torque necessário para o conjunto motor-redutor de acordo com a Eq. (4.15).

$$T = C_t * \frac{d_{tambor}}{2} = 159 * \frac{0,2}{2} = 15,9 \text{ kgfm} \quad (4.15)$$

Onde:

T: Torque nominal ou Conjugado nominal (kgfm);

C<sub>t</sub>: Carga a ser deslocada (kgf); e

d<sub>tambor</sub>: Diâmetro do tambor (m).

Após análise de catálogos de fabricantes, o motor que mais se adequou ao projeto foi o motofreio W22 da marca WEG. A rotação nominal do motor é de 1715 rpm e ele possui uma potência de 1,5 cv (1,1 kW). A Figura 4.24 ilustra o motofreio selecionado.



Figura 4. 24 - W22 Motofreio IR2 1.5 cv 4P 80 3F 220/380 V 60 Hz IC411 - TFVE - B34D.  
Fonte: Empresa Weg (<http://static.weg.net/medias/downloadcenter/h11/hea/WEG-w22-motofreio-catalogo-tecnico-50048538-catalogo-portugues-br-dc.pdf>).

A partir da potência do motor, foi selecionado um redutor que forneça o torque nominal maior ou igual a 15,9 kgfm (calculado pela Eq. 4.15) e uma rotação de saída maior ou igual a 33,5 rpm. A diferença de rotação do motor selecionado e do desejável fornece qual a redução necessária de, no máximo, 1:52.

Após análises de catálogos de fabricantes, foi escolhido o redutor coroa e rosca sem-fim MAGMA - M tamanho 7 com 1 estágio da fabricante WEG-CESTARI. Esse modelo tem uma redução efetiva de 1:49, com um torque de saída de 265 Nm (27 kgfm). A Figura 4.25 ilustra o componente selecionado.



Figura 4. 25 - Redutor de velocidade MAGMA - M. Fonte: Empresa Weg (<http://www.wegcestari.com.br/index.php/pt/produtos/redutores/magma-m>).

A redução de velocidade efetiva de 1:49 fornece uma rotação de 35 rpm, gerando uma velocidade linear do elevador de 22 m/min (0,367 m/s).

## 4.11 GUIAS

A norma NM 196 especifica que as guias podem ser trefiladas a frio ou usinadas. O aço bruto utilizado deve ter a resistência entre 370 N/mm<sup>2</sup> e 520 N/mm<sup>2</sup>. De acordo com a ISO 630, recomenda-se o uso do aço Fe 360 B para guias trefiladas a frio e o aço Fe 430 B para guias usinadas.

Quanto às características dimensionais das guias, a norma NM 196 fornece tabelas com os dados para variados modelos da peça. A menor guia recomendada para elevadores apresentada na norma NM 196 é a T 70-1/A, que possui 9 milímetros de espessura do boleto e 34 milímetros de altura do boleto.

A norma NBR 16042 fornece em seu anexo G um cálculo de resistência de guias, que será aplicado na guia selecionada para verificação de falha em sua estrutura. No cálculo, deve-se comparar as tensões resultantes com a tensão admissível e as deflexões resultantes com a deflexão admissível (5 milímetros).

O cálculo será realizado para a atuação do freio de segurança, resultando no caso mais desfavorável para o sistema. A Figura 4.26 foi retirada da NBR 16042 e mostra o sistema de coordenadas que será utilizado para todas as contas dessa seção.

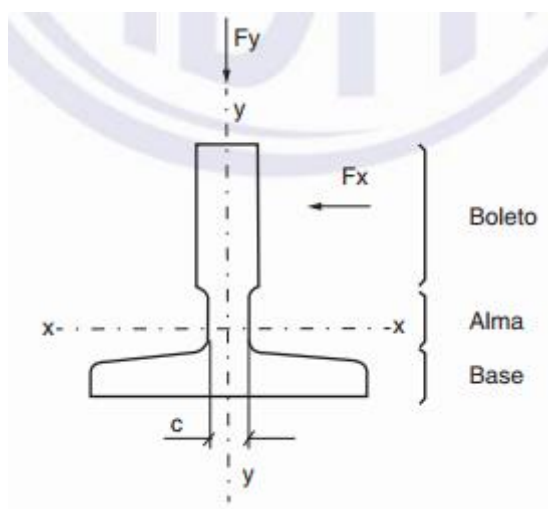


Figura 4. 26 - Eixos da guia. Fonte: NBR 16042:2012 p.128.

### 4.11.1 Tensão de flexão relativa ao eixo y da guia, devido à força na guia

De acordo com a NBR 16042, a Eq. (4.16) fornece a tensão de flexão relativa ao eixo y da guia.

$$\sigma_y = \frac{3 \cdot k_1 \cdot g_n \cdot (Q \cdot X_Q + P \cdot X_P) \cdot I}{n \cdot h \cdot 16 \cdot W_y} = \frac{3 \cdot 3 \cdot 9,81 \cdot (100 \cdot 75 + 55 \cdot 0) \cdot 1030}{2 \cdot 900 \cdot 16 \cdot 5350} \cong 4,4 \text{ MPa} \quad (4.16)$$

Onde:

$\sigma_y$ : Tensão de flexão relativa ao eixo y (MPa);

$k_1$ : Fator de impacto (de acordo com a tabela Tabela G.2 da NBR 16042, para freio de segurança instantâneo com rolete cativo, seu valor é 3);

$g_n$ : Aceleração-padrão da gravidade (9,81 m/s<sup>2</sup>);

Q: Carga nominal (100 kg);

$X_Q$ : Distância entre a aplicação da carga nominal e as coordenadas da guia (no caso da cabina centralmente guiada e suspensa, esse valor é igual à  $D_x/8$ , onde  $D_x$  é a profundidade da cabina) (75 mm).

P: Massa do carro vazio (59 kg);

$X_P$ : Distância entre o centro de massa do carro e as coordenadas da guia (no caso da cabina centralmente guiada e suspensa, esse valor é igual à 0 mm).

I: Distância máxima entre os suportes da guia (largura do carro, 900 mm, somada à altura da guia, 65 mm cada) (1030 mm);

n: Número de guias (2);

h: Distância entre cursores do carro (900 mm); e

$W_y$ : Módulo de resistência à flexão em relação ao eixo y (de acordo com a Tabela 1 da NBR 196:99, para guias T 70-1/A, seu valor é de 5350 mm<sup>3</sup>).

Substituindo os valores na Eq. 4.16, encontra-se uma tensão de flexão relativa ao eixo y ( $\sigma_y$ ) de aproximadamente 4,4 MPa.

#### 4.11.2 Tensão de flexão relativa ao eixo x da guia, devido à força na guia

De acordo com a NBR 16042, a Eq. (4.17) fornece a tensão de flexão relativa ao eixo x da guia.

$$\sigma_x = \frac{3*k_1*g_n*(Q*Y_Q+P*Y_P)*I}{n*h*8*W_x} = \frac{3*3*9,81*(100*112,5+55*0)*1030}{2*900*8*9240} \cong 7,7 \text{ MPa} \quad (4.17)$$

Onde:

$\sigma_x$ : Tensão de flexão relativa ao eixo x (MPa);

$Y_Q$ : Distância entre a aplicação da carga nominal e as coordenadas transversais da guia (no caso da cabina centralmente guiada e suspensa, esse valor é igual à  $D_y/8$ , onde  $D_y$  é a largura do carro) (112,5 mm).

$Y_P$ : Distância entre o centro de massa do carro e as coordenadas da guia transversal (no caso da cabina centralmente guiada e suspensa, esse valor é igual à 0 mm).

$W_x$ : Módulo de resistência à flexão em relação ao eixo x (de acordo com a Tabela 1 da NBR 196:99, para guias T 70-1/A, seu valor é de 9240 mm<sup>3</sup>).

Substituindo os valores na Eq. 6.11, encontra-se uma tensão de flexão relativa ao eixo x ( $\sigma_x$ ) de aproximadamente 7,7 MPa.

#### 4.11.3 Flambagem

De acordo com a NBR 16042, a Eq. (4.18) fornece a tensão de flexão relativa ao eixo y da guia.

$$\sigma_k = \frac{k_1 * g_n * (Q+P) * \omega}{2 * A} = \frac{3 * 9,81 * (100+55) * 1,44}{2 * 951} \cong 3,5 \text{ MPa} \quad (4.18)$$

Onde:

$\omega$ : Coeficiente de flambagem (obtido das Tabelas G.3 e G.4 da NBR 16042:2012) (1,44); e

A: Área da seção transversal da guia (de acordo com a Tabela 1 da NM 196:99, para guias T 70-1/A, seu valor é de 951 mm<sup>2</sup>).

Substituindo os valores na Eq. 4.18, encontra-se uma tensão de flambagem ( $\sigma_k$ ) de aproximadamente 3,5 MPa.

#### 4.11.4 Tensões Combinadas

De acordo com a NBR 16042, as Eqs. (4.19) a (4.21) fornecem as tensões combinadas.

$$\sigma_m = \sigma_x + \sigma_y = 4,4 + 7,7 = 12,1 \text{ MPa} \quad (4.19)$$

$$\sigma_{mk} = \sigma_m + \sigma_k = 12,1 + 3,5 = 15,6 \text{ MPa} \quad (4.20)$$

$$\sigma_c = \sigma_k + 0,9 * \sigma_m = 3,5 + 0,9 * 12,1 = 14,4 \text{ MPa} \quad (4.21)$$

Onde:

$\sigma_m$ : Tensão de flexão (MPa);

$\sigma_{mk}$ : Tensão de flexão e flambagem combinadas (MPa); e

$\sigma_c$ : Tensão de compressão na guia (MPa);

Os valores encontrados de  $\sigma_m$ ,  $\sigma_{mk}$  e  $\sigma_c$  dever ser menores que a tensão admissível que, para a guias de acordo com a norma NM 196 com a carga de ruptura a tração de 370 MPa, é de 205 MPa.

#### 4.11.5 Flexão do Boleto

De acordo com a NBR 16042, a Eq. (4.22) fornece a flexão do boleto.

$$\sigma_F = \frac{1,85 * k_1 * g_n * (Q * X_Q + P * X_P)}{c^2 * n * h} = \frac{1,85 * 3 * 9,81 * (100 * 75 + 55 * 0)}{6^2 * 2 * 900} \cong 6,3 \text{ MPa} \quad (4.22)$$

Onde:

$\sigma_F$ : Tensão de flexão pontual do boleto (MPa); e

c: Largura da alma (6 mm).

Substituindo os valores na Eq. 4.22, encontra-se uma tensão de flexão pontual do boleto ( $\sigma_F$ ) de aproximadamente 6,3 MPa. Esse valor também deve ser menor que a tensão admissível de 205 MPa.

#### 4.11.6 Deflexões

De acordo com a NBR 16042, as Eqs. (4.23) e (4.24) fornecem as deflexões relativas às direções “x” e “y” da guia.

$$\delta_x = 0,7 * \frac{k_1 * g_n * (Q * X_Q + P * X_P) * I^3}{n * h * 48 * E * I_y} = 0,7 * \frac{3 * 9,81 * (100 * 75 + 55 * 0) * 1030^3}{2 * 900 * 48 * 200000 * 186500} \cong 0,07 \text{ mm} \quad (4.23)$$

$$\delta_y = 0,7 * \frac{k_1 * g_n * (Q * Y_Q + P * Y_P) * I^3}{n * h * 24 * E * I_x} = 0,7 * \frac{3 * 9,81 * (100 * 112,5 + 55 * 0) * 1030^3}{2 * 900 * 24 * 200000 * 413000} \cong 0,10 \text{ mm} \quad (4.24)$$

O valor das deflexões devem ser menores que o valor da deflexão admissível, que no caso é de 5 milímetros.

#### 4.11.7 Seleção da Guia e Acessórios

Os cálculos realizados demonstram que a viga selecionada (T 70-1/A) suporta os esforços com fatores de segurança maiores que 13. A altura que o monta-carga será suspenso é de 8,85 metros (3 andares de 2,95 metros cada). Como as guias são vendidas em tamanhos de 5 metros,



deverão ser compradas, para cada lado do elevador, duas guias, além de uma tala de junção T 70-1/A com o objetivo de unir as guias.

O modelo selecionado foi para as guias foi o RF 70 da fornecedora MONTEFERRO. A Figura 6.27 ilustra o componente.

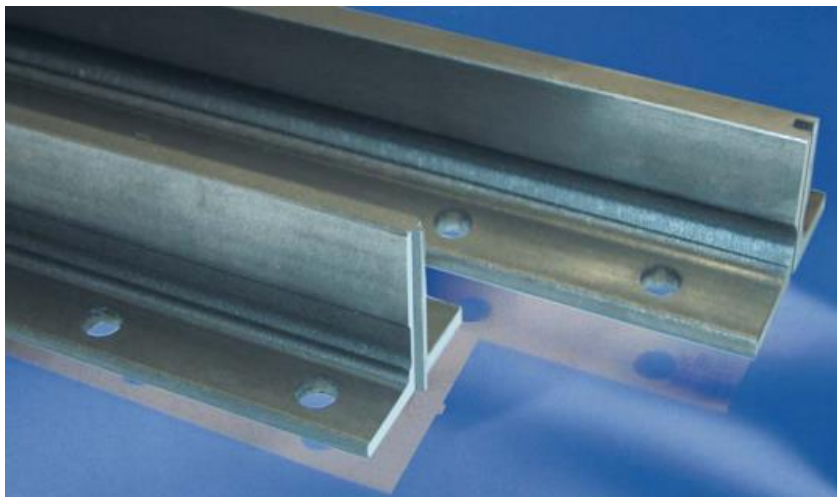


Figura 4. 27 - Guias RF 70. Fonte: Empresa Monteferro (<http://www.monteferro.com.br/PRODUCT&SERVICES.PDF>).

A tala de junção RT 70 foi selecionada da mesma fornecedora (MONTEFERRO). Para sua fixação são utilizado parafusos M12 x 35.

As corrediças têm objetivo de fixar o carro às guias e podem ser feitas de couro, feltro e nylon, que é utilizado em elevadores de baixa velocidade. Os suportes da corrediça são presos ao suporte da cabina (dentro das vigas em U laterais) e a corrediça se encaixa na guia, correndo na direção do comprimento. Foi selecionada uma corrediça de nylon da empresa TESPO, ilustrada na Fig. 4.28.

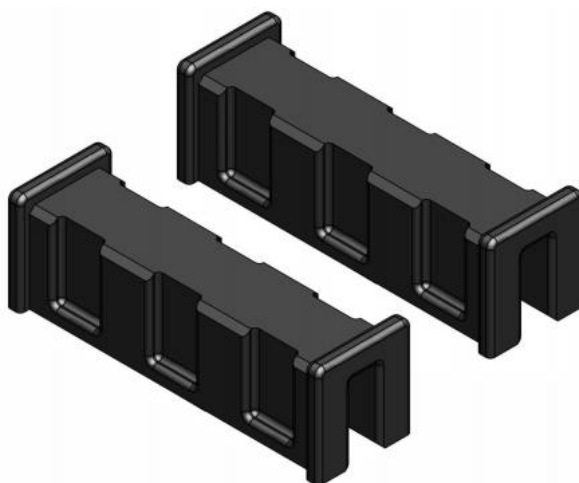


Figura 4. 28 - Corrediças para guias de 9 mm fabricadas em nylon. Fonte: Empresa Tespo (<http://www.tespoinjectados.com.br/produtos/corredicas-para-elevadores/>).

Um suporte deve ser selecionado para fixar as corrediças no carro do monta-carga. Foi escolhido o suporte para corrediça do fornecedor ELEVADORES ROSSI, ilustrado na Fig. 4.29.



Figura 4. 29 - Suporte de corrediça de elevador Real 447. Fonte: Empresa Elevadores Rossi (<http://www.elevadoresrossi.com.br/detalhes.php?id=927>).

Outro elemento importante para as guias é o lubrificador. Seu papel é diminuir os atritos entre as guias e as corrediças. Foi selecionado o lubrificador de guias com suporte da fornecedora ALFA ELEVADORES (código L1OT081), ilustrado na Fig. 4.30.



Figura 4. 30 - Lubrificador de guias com suporte. Fonte: Empresa Alfa Elevadores ([http://www.alfaelevadores.com.br/default.asp?actA=6&it\\_pag=4&marca\\_ID=5&peca\\_VC=](http://www.alfaelevadores.com.br/default.asp?actA=6&it_pag=4&marca_ID=5&peca_VC=)).

Por fim, deve-se utilizar um coletor de óleo, com o objetivo de reter o excesso de óleo das guias e evitar a contaminação do ambiente. O coletor selecionado pode ser utilizado para quatro tamanhos de guia diferentes, possui aproximadamente 0,5 litros de capacidade e é mostrado na Fig. 4.31.



Figura 4. 31 - Coletor de óleo. Fonte: Empresa Elevartec ([http://elevartecelevadores.com.br/produto.php?id\\_cat=124](http://elevartecelevadores.com.br/produto.php?id_cat=124)).

#### 4.12 SISTEMA DE FRENAGEM

O freio do motor tem a função de desacelerar o carro nas condições normais de utilização a fim de que a cabina pare na altura correta de cada pavimento. O motofreio selecionado na seção 4.10 possui um freio WEG - 8.0 Nm. Esse modelo é um freio a disco de contato axial acionado por molas de pressão e comandado por uma bobina de energização. A Figura 4.32 mostra um desenho das disposições dos elementos internos do freio.

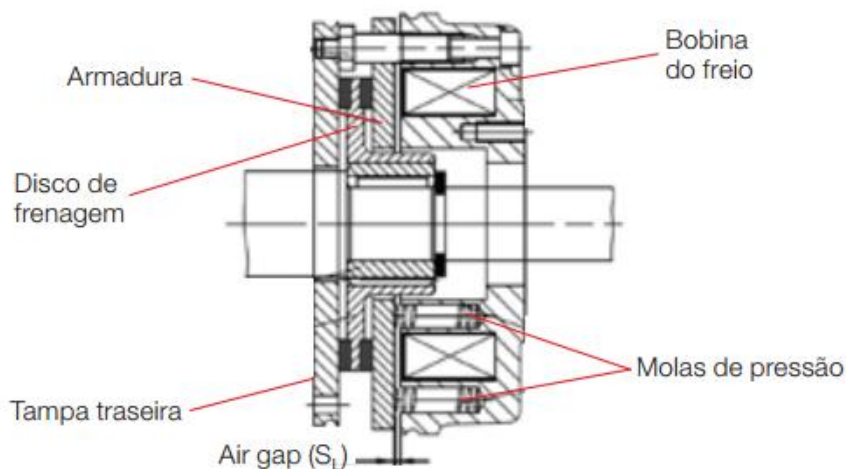


Figura 4. 32 - Representação dos componentes do freio. Fonte: Empresa Weg (<http://static.weg.net/medias/downloadcenter/h11/hea/WEG-w22-motofreio-catalogo-tecnico-50048538-catalogo-portugues-br-dc.pdf>).

### 4.13 PARA-CHOQUES

De acordo com a NBR 14712, os para-choques de acumulação de energia para o carro devem ser capazes de suportar, sem ficar completamente comprimido, uma carga estática de no mínimo duas vezes os pesos do carro e sua carga nominal, isso é, 310 kgf (3041,1 N). Quando for aplicada uma carga estática de pelo menos três vezes o peso do carro mais sua carga nominal (465 kgf ou 4561,65 N), os para-choques devem ficar completamente comprimidos.

O para-choques selecionado para o monta-carga em questão foi o amortecedor de foço de poliuretano com diâmetro de 80 milímetros, altura de 80 milímetros e com flange de fixação da marca MACLA. O amortecedor para velocidade da cabina de até 0,4 m/s possibilita o uso para carga total (soma da carga nominal com o peso do carro) entre 100 e 1280 kg. A Figura 4.33 ilustra o componente selecionado.



Figura 4. 33 - Amortecedor. Fonte: Empresa Macla (<http://www.macla.es/pdfdocs/prods/CATALOGOCOMPLETOELEVACION.pdf>).

### 4.14 BOTOEIRAS

As botoeiras de um monta-carga são, na maioria das vezes, colocadas na parte externa do pavimento a uma altura de 1,20 metros do piso. A botoeira selecionada para o projeto é da marca ELX400, que é feita em metal cromado com etiqueta em Braille em policarbonato e possui iluminação do botão com LED azul.

O modelo escolhido é composto de uma caixa que é alocada no interior da parede, fiação com cores que facilitam a montagem, dois botões para o elevador poder ser mandado para qualquer um dos pavimentos. A Figura 4.34 ilustra o componente. A diferença da botoeira da

imagem para as botoeiras selecionadas é o adesivo de setas, que é modificado para os números do pavimento para não confundir os empregados do hospital.



Figura 4. 34 - Botoeira ELX400. Fonte: Empresa Elevcom (<http://www.elevcom.com.br/elx-400/>).

#### 4.15 TRINCO

De acordo com a NBR 14712, as portas de pavimento devem ser munidas de contatos (trincos) que interrompam obrigatoriamente o movimento do carro quando qualquer delas for aberta. O trinco tem a função de permitir a abertura da porta apenas quando o carro estiver posicionado no pavimento.

Foi selecionado um trinco para portas de eixo vertical com abertura para a direita da fornecedora Alfa Elevadores, ilustrado na Fig. 4.35.



Figura 4. 35 - Trinco para portas com eixo vertical. Fonte: Alfa Elevadores ([http://alfaelevadores.com.br/default.asp?actA=6&it\\_pag=90&marca\\_ID=0&peca\\_VC=](http://alfaelevadores.com.br/default.asp?actA=6&it_pag=90&marca_ID=0&peca_VC=)).

#### 4.16 INTERFONE

É imprescindível a utilização de interfone para a comunicação entre a farmácia e os outros andares do HUB. Através desse equipamento, os profissionais das áreas envolvidas se comunicarão para realizar o transporte correto dos medicamentos, evitando o deslocamento desnecessário de pessoas para o subsolo.

O interfone deve ser capaz de transmitir o áudio do subsolo para o térreo e para o segundo andar, necessitando de um total de 3 pontos de áudio. A Figura 4.36 mostra o componente selecionado



Figura 4. 36 - Interfone universal. Fonte: Empresa AGL ([http://docs.wixstatic.com/ugd/def622\\_b71e7fbdeea74280b7bb9d4701612320.pdf](http://docs.wixstatic.com/ugd/def622_b71e7fbdeea74280b7bb9d4701612320.pdf)).

#### 4.17 SÍNTESE DO PROJETO

Essa seção tem por objetivo resumir todos os componentes selecionados e projetados para compor o sistema de elevação. A disposição de todos esses elementos é feita na Tab. 4.10.

Tabela 4. 10 - Componentes do Projeto.

<b>Identificação</b>	<b>Componente</b>	<b>Modelo/Características</b>	<b>Fornecedor</b>
1	Cabo de aço	8x19 S-AF (Ø 1/4)	Frati
2	Grampos	Leve (Ø 1/4)	Acro
3	Motofreio	W22 Motofreio IR2 1.5 cv 4P	Weg
4	Redutor	MAGMA - M (tamanho 7)	Weg-Cestari
5	Tambor	Ø 200 mm	NilsonInox
6	Guias	RF 70	Monteferro
7	Talas de junção	RT 70	Monteferro
8	Para-choques	Altura 80 mm (Ø 80mm)	Macla
9	Botoeira	ELX 400	Elevcom
10	Trinco	H1KO005	Alfa
11	Interfone	Interfone Universal	AGL
12	Corrediças	Nylon Preto	Tespo

A Figura 4.37 mostra os elementos da tabela em sua disposição de acordo com o projeto.

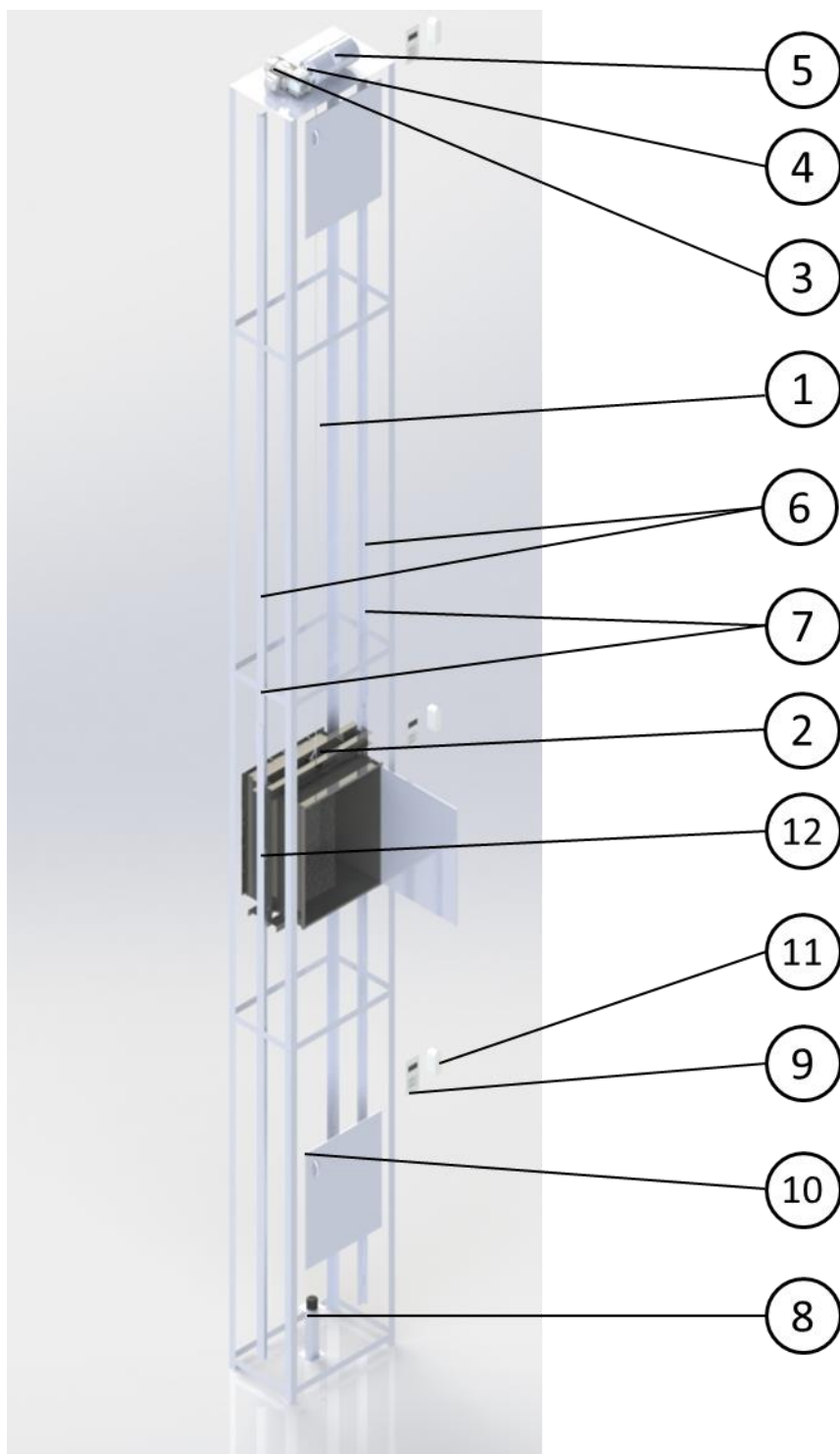


Figura 4. 37 - Disposição dos elementos seleccionados.



## 5 ANÁLISE DE CUSTOS

*Este capítulo apresenta um orçamento das peças do monta-carga.*

A Tabela 5.1 mostra os custos dos elementos contidos no projeto do monta-carga.

Tabela 5. 1 - Orçamento das matérias primas e componentes do elevador.

Componente	Quantidade / Tamanho	Fornecedor	Preço (R\$)
Chapa de aço 1045 - 2 mm (Estrutura de Sustentação e Cantoneira)	2 x 1,2 m	Fallgatter	159,00
Chapa de aço inoxidável 304 - 1 mm (Paredes e Teto)	3 x 1,2 m	ACZ Inox	530,00
Chapa de aço inoxidável 304 - 1 mm (Portas e Almas)	4 x 1 m	ACZ Inox	620,00
Chapa de aço inoxidável 304 - 2 mm (Piso)	1 x 1 m	ACZ Inox	260,00
Barra de aço 1045 $\frac{3}{4}$ (Suporte Piso)	3 m	Gravia	35,00
Tubo quadrado de aço 1045 - 1 mm (Suporte Portas)	10,5 m	Gravia	66,00
Parafuso M8 x 1,25 x 25 (cabeça hexagonal) + Porcas	55	Sia Parafusos e Ferramentas	41,25
Parafuso M8 x 1,25 x 40 (cabeça hexagonal) + Porcas	19	Sia Parafusos e Ferramentas	1,90
Parafuso M8 x 1,25 x 40 (cabeça escareada) + Porcas	4	Sia Parafusos e Ferramentas	3,50
Cabo de aço 8x19 S-AF (Ø 1/4)	12 m	Frati	74,52
Grampo	3	Acro	4,50
Tambor	1	NilsonInox	245,00
Motofreio + Redutor	1	Weg	2.700,97
Guia	20 m	Monteferro	800,00
Tala de junção + Parafusos	2	Monteferro	24,00
Corrediça	2	Tespo	18,40
Suporte de corrediça	2	Rossi	32,50

Lubrificador de guias com suporte	2	Alfa	284,58
Coletor de óleo	2	Elevartec	24,00
Para-choques	1	Macla	125,00
Botoeira	3	Elevcom	540,00
Trinco	3	Alfa	634,00
Interfone	3	AGL	355,00
Fechadura (Porta)	3	Stam	146,10
Dobradiça (Inox)	9	Worker	233,10
Alvenaria de tijolo cerâmico com pintura	9	Worker	844,29
TOTAL			8.802,61

A esse total devem ser incluídos os impostos (30%), transporte (10%) e mão de obra (20%), acarretando em um preço final de R\$ 14.084,18. Esse valor está abaixo do preço de mercado, visto que o orçamento de um elevador com as mesmas características de velocidade e tamanho foi tomado em três diferentes empresas. O preço de um elevador para 100 kg da empresa ThyssenKroupp é de R\$ 39.000,00 (porém, este utiliza contrapeso). Já o orçamento da empresa Tanner Elevadores foi de R\$ 30.680,00. Por fim, o monta-carga vendido pela empresa Over Escal tem o preço de R\$ 29.822,00.

## 6 CONCLUSÃO

*Este capítulo apresenta uma conclusão do trabalho, avaliando os pontos discutidos no relatório.*

A instalação de um monta-carga no Hospital Universitário de Brasília (HUB) acarretará em uma diminuição do tempo de deslocamento do profissional de enfermagem na distribuição de medicamentos para todo o hospital, aumentando a eficiência do serviço prestado.

Foi localizado um espaço externo ao prédio do HUB com dimensões suficientes para a instalação do elevador. A localização externa é benéfica, uma vez que não há necessidade de grandes mudanças de layout do hospital, além do local estar alinhado com o corredor principal da unidade 2.

Através da análise do cálculo de tráfego, verificou-se a necessidade de um elevador com carga nominal de 100 kgf. Essa carga é suficiente para transportar a maior demanda pontual de medicamentos do hospital, contida em seis caixas, resultando em um transporte seguro e de uma só vez. Além de atender a capacidade máxima do hospital, o monta-carga projetado possui uma velocidade de 22 m/min, o que resulta em um deslocamento em poucos segundos entre os pavimentos.

O sistema de tração utilizado no projeto não utiliza contrapeso. O carro se desloca quando o cabo de aço é enrolado no tambor através da rotação do sistema motofreio-redutor. Esse esquema de tração implica na utilização de um motor mais robusto, porém diminui a quantidade de cabos e chapas de aço do sistema. O sistema motofreio-redutor foi selecionado para superar a carga nominal máxima do elevador, evitando assim a falha e imprudência humana.

O orçamento obtido para todas as partes do elevador projetado se mostrou viável quando comparado aos preços monta-cargas prontos vendidos por três diferentes empresas, chegando a preços menores que a metade do valor de mercado.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT NBR 13534 - Instalações elétricas em estabelecimentos assistenciais de saúde - ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas.

ABNT NBR 14712 - Elevadores elétricos e hidráulicos - Elevadores de carga, monta-cargas e elevadores de maca - Requisitos de segurança para construção e instalação - ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. ABNT/CB-004 Máquinas e Equipamentos Mecânicos 2001.

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

ABNT NBT 11900-4 - Terminal para cabo de aço- ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas.

ABNT NBR 5665 - Cálculo de tráfego nos elevadores - ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas.

ABNT NBR 8400 - Calculo de equipamento para levantamento e movimentação de cargas - ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. ABNT/CB-04 Comitê Brasileiro de Mecânica 1984.

ACRO ELEVADORES. Características dimensionais dos grampos. Disponível em: <<http://www.acrocabo.com.br/grampo-grampos.php>>. Acesso em: 12 junho 2017

AD ELEVADORES. Elevadores monta-carga. Disponível em: <<http://www.adelevadores.com.br/produtos/monta-carga/>>. Acesso em: 18 novembro 2016.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. Dispõe sobre o Regulamento Técnico para planejamento, programação, elaboração e avaliação de projetos físicos de estabelecimentos assistenciais de saúde. RDC nº 307, de 14 de novembro de 2002. p. 116.

AGL SOLUÇÕES EM SEGURANÇA ELETRÔNICA. AGL Catálogo 2016. Disponível em: <[http://docs.wixstatic.com/ugd/def622\\_b71e7fbdeea74280b7bb9d4701612320.pdf](http://docs.wixstatic.com/ugd/def622_b71e7fbdeea74280b7bb9d4701612320.pdf)>. Acesso em: 02 julho 2017

ALFA ELEVADORES. Catálogo de produtos. Disponível em: <[http://www.alfaelevadores.com.br/default.asp?actA=6&it\\_pag=4&marca\\_ID=5&peca\\_VC=>](http://www.alfaelevadores.com.br/default.asp?actA=6&it_pag=4&marca_ID=5&peca_VC=>)>. Acesso em: 05 janeiro 2017.

AQUAMARIS. Elevador Monta 4E Carga 150kg 220v Rossi. Disponível em: <<http://www.aquamaris.com.br/elevador-monta-carga-150kg-220v-rossi>>. Acesso em: 18 novembro 2016.

CIMAF. Manual Técnico de Cabos. São Paulo: Belgo Bekaert Arames Ltda, Out. 2009, 106 p.

CREL ELEVADORES. Funcionamentos do elevador. Disponível em: <<http://www.crel.com.br/informativos/funcionamentos-do-elevador>>. Acesso em: 12 setembro 2016.

DOCA, T. Aula 12 : Configurações, Acabamento e Segurança em Elevadores, maio 2016. 21 p. Nota de Aula Projeto de Elevadores.

ELEVADORES ALFBRA. Elevadores monta carga/monta pratos. Disponível em: <<http://www.elevadoresalfbra.com.br/elevadores/elevadores-monta-cargas-ou-monta-pratos/>>. Acesso em: 18 novembro 2016.

ELEVADORES ROSSI. Detalhes do Produto. Suporte para correção de elevador real 447. Disponível em: <<http://www.elevadoresrossi.com.br/detalhes.php?id=927>>. Acesso em: 05 janeiro 2017.

ELEVARTEC. Acessórios/Peças. Disponível em: <[http://elevartecelevadores.com.br/produto.php?id\\_cat=124](http://elevartecelevadores.com.br/produto.php?id_cat=124)> Acesso em: 05 janeiro 2017.

ELEVCOM. Botoeira ELX400. Disponível em: <<http://www.elevcom.com.br/elx-400/>>. Acesso em: 15 junho 2017.

ELEVNORTE ELEVADORES. Monta carga e monta prato. Disponível em: <<http://elevnorte.com.br/monta-carga-prato/>>. Acesso em: 18 novembro 2016.

EMASTER ELEVADORES. Monta-carga autoportante. Disponível em: <<http://www.emasterelevadores.com.br/produtos/monta-cargas-auto-portante/>>. Acesso em: 18 novembro 2016.

FRBIZ. Disponível em: <[http://img.frbiz.com/pic/z182a370-0x0-0/strong\\_style\\_color\\_b82220\\_dumbwaiter\\_strong\\_eleva.jpg](http://img.frbiz.com/pic/z182a370-0x0-0/strong_style_color_b82220_dumbwaiter_strong_eleva.jpg)>. Acesso em: 18 novembro 2016.

HOSPITAL UNIVERSITÁRIO DE BRASÍLIA. Ala de Engenharia. Plantas baixas do hospital. Brasília, 2016.

MACLA. Amortecedor. Disponível em: <<http://www.macla.es/pdfdocs/prods/CATALOGOCOMPLETOELEVACION.pdf>>. Acesso em: 20 junho 2017.

Matweb - Material Property. Disponível em:  
<<http://matweb.com/search/DataSheet.aspx?MatGUID=cbe4fd0a73cf4690853935f52d910784&ckck=1>>. Acesso em: 07 abril 2017.

MONTEFERRO. Guias RF 70. Disponível em:  
<<http://www.monteferro.com.br/PRODUCT&SERVICES.PDF>>. Acesso em: 05 janeiro 2017.

NM 196 - Elevadores de passageiros e monta-cargas. Guias para carros e contrapesos - Perfil T. Norma Mercosul. Comitê MERCOSUL de Normalização, 1999.

NU-TREND ACCESSIBILITY SYSTEMS. Dumbwaiters. Disponível em:  
<<http://www.nutrendaccess.com/dumbwaiter-s/125.htm>>. Acesso em: 18 novembro 2016.

OLIVA, R. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. . Resolução - RDC nº 307 de 14 de novembro de 2002.

PORTAC. Elevador monta carga. Disponível em: <<http://www.portac.com.br/elevador-monta-carga.html>>. Acesso em: 18 novembro 2016.

POORE, J. Dumb-Waiters. The Old House Journal, Londres, p. 42, fev. 1981.

SHIGLEY, J. E. Projeto de Engenharia Mecânica. 7ª. ed. Michigan: Bookman, 2008.

SIMI ELEVADORES. Elevador Hidráulico. Disponível em:  
<<http://www.simielevadores.com.br/equipamentos/>>. Acesso em: 18 novembro 2016.

TCS. Clips pesado. Disponível em: < <http://tcs.ind.br/produto/cabos-de-aco-e-acessorios/>>. Acesso em: 16 junho 2017.

TESPO. Corrediças. Disponível em: <<http://www.tespoinjetados.com.br/produtos/corredicas-para-elevadores/>>. Acesso em: 05 janeiro 2017.

Poore, P., Restoration and Maintenance Techniques For The Antique House, Dumb-Waiters, Brooklyn, New York. Volume IX Nº2, p. 42-45, fevereiro de 1981.

WEG. Motofreio W22 e Redutor MAGMA-M. Disponível em:  
<<http://static.weg.net/medias/downloadcenter/h11/hea/WEG-w22-motofreio-catalogo-tecnico-50048538-catalogo-portugues-br-dc.pdf>>. Acesso em: 05 maio 2017.

# ANEXOS

		Pág.
<b>Anexo I</b>	<b>Catálogos</b>	68
<b>Anexo II</b>	<b>Orçamentos</b>	74

## ANEXO I: Catálogos

### MOTOFREIO

Potência		Carcaça	Conjugado Nominal (kgfm)	Corrente com Rotor Bloqueado Ip/In	Conjugado de Partida Cp/Cn	Conjugado Máximo Cmáx/Cn	Momento de Inércia J (kgm <sup>2</sup> )	Tempo máximo com rotor bloqueado (s)		Massa (kg)
kW	HP							Quente	Frio	
IV polos										
0.12	0.16	63	0.068	4.5	2.1	2.4	0.0004	25	55	7.2
0.18	0.25	63	0.103	4.7	2.2	2.4	0.0006	16	35	8.2
0.25	0.33	63	0.142	4.5	2.3	2.5	0.0007	20	44	9.2
0.37	0.5	71	0.215	4.3	2.1	2.2	0.0007	12	26	9.5
0.55	0.75	71	0.317	5.3	2.5	2.5	0.0008	12	26	13.0
0.75	1	80	0.422	6.6	2.4	2.8	0.0032	8	18	14.0
1.1	1.5	80	0.625	6.8	3.15	3	0.0032	11	24	16.0
1.5	2	90S	0.835	7.1	2.2	3	0.0049	11	24	21.0
2.2	3	90L	1.24	6.5	1.95	2.5	0.0063	10	22	25.5
3	4	100L	1.69	6.4	2.7	2.9	0.0105	8	18	34.0
3.7	5	100L	2.09	8.0	3	3.6	0.0097	11	24	38.0
4.5	6	112M	2.52	6.2	2.1	2.75	0.0180	18	40	48.0
5.5	7.5	112M	3.08	6.3	2.1	2.7	0.0180	16	35	50.0
7.5	10	132S	4.15	7.9	2	3.2	0.0489	12	26	77.0
9.2	12.5	132M	5.09	8.0	2.05	3.1	0.0563	10	22	84.0
11	15	132M/L	6.09	8.2	2.15	3.2	0.0638	8	18	87.0

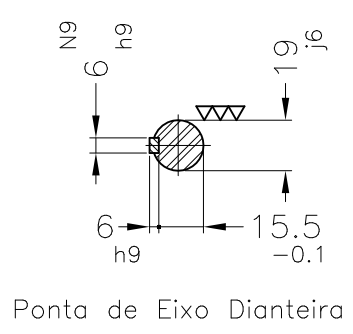
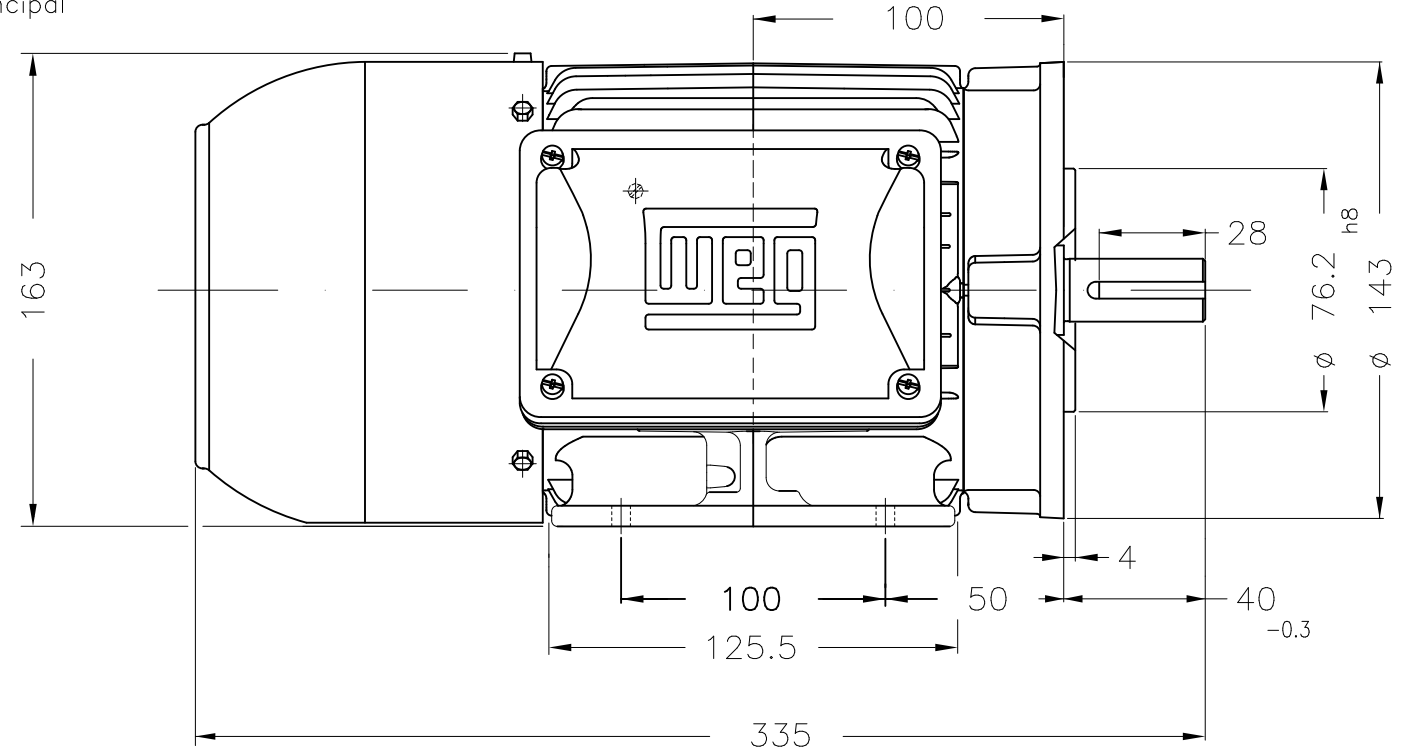
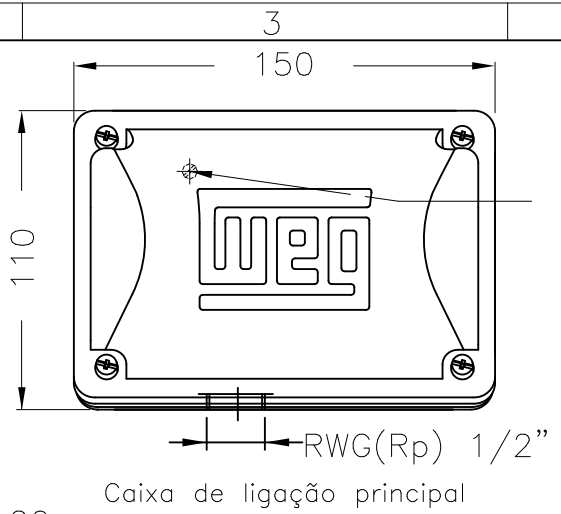
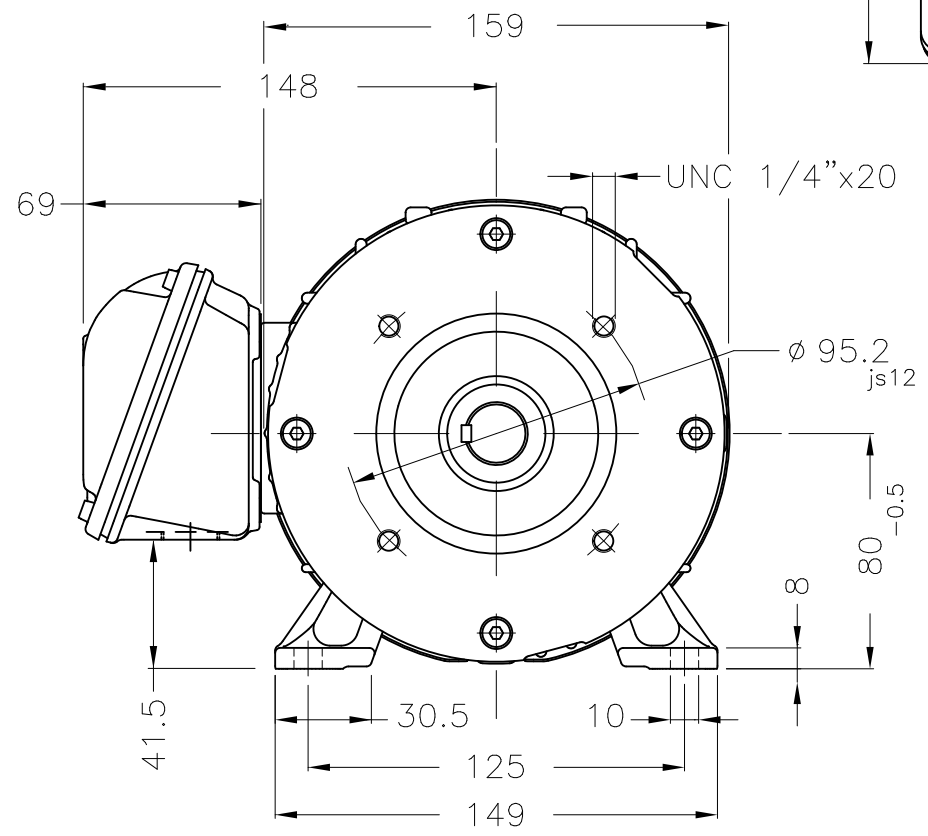
Nível médio de pressão sonora dB(A)	Fator de Serviço	RPM	220 V						Corrente Nominal In (A)
			% de Carga						
			Rendimento			Fator de Potência			
			50	75	100	50	75	100	
48	1.15	1710	49.0	55.0	58.0	0.45	0.57	0.66	0.830
48	1.15	1710	51.0	58.0	62.0	0.45	0.58	0.67	1.14
48	1.15	1720	50.0	58.0	62.0	0.44	0.55	0.64	1.65
47	1.15	1680	60.0	66.0	67.0	0.46	0.59	0.69	2.10
47	1.15	1690	65.0	68.0	69.0	0.46	0.60	0.69	3.03
48	1.15	1730	77.5	80.0	80.5	0.57	0.71	0.81	3.02
48	1.15	1715	78.0	81.0	81.6	0.58	0.71	0.79	4.48
51	1.15	1750	81.0	83.5	84.2	0.57	0.70	0.78	5.98
51	1.15	1735	83.8	84.8	85.1	0.64	0.76	0.83	8.18
54	1.15	1730	85.6	86.3	86.5	0.61	0.73	0.82	11.1
54	1.15	1725	85.0	87.0	88.0	0.58	0.70	0.78	14.1
56	1.15	1740	88.0	88.5	88.5	0.62	0.74	0.81	16.6
56	1.15	1740	88.4	89.1	90.0	0.59	0.72	0.79	20.2
58	1.15	1760	90.0	90.8	91.0	0.66	0.78	0.84	25.8
58	1.15	1760	90.0	90.8	91.0	0.67	0.79	0.84	31.4
58	1.15	1760	90.5	91.2	91.7	0.67	0.79	0.85	37.2



EIXO		Dimensões em mm
PADRÃO	X	
OPCIONAL		
ESPECIAL		

ESTA REVISÃO SUBSTITUI E CANCELA A ANTERIOR, A QUAL DEVERA SER ELIMINADA.

A  
B  
C  
D  
E



Cor RAL 5009  
Plano de pintura 207A  
Forma construtiva B34D

ECM ECM	LOC LOC	RESUMO MODIFICAÇÃO SUMMARY OF MODIFICATIONS	EXECUTADO EXECUTED	VERIFICADO CHECKED	LIBERADO RELEASED	DATA DATE	VER VER
EXEC. /EXECUTED	USERADMIN	MOTOFREIO TRIFÁSICO W22 - PLUS					
VERIF. /CHECKED		CARÇAÇA 80 IP55 TFVE					
LIBER. /RELEASED		Código WEG: 12975157					
DATA LB /REL DT	05.07.2017	WMO Jaragua do Sul	Engenharia de Produto	FOLHA/SHEET	1 / 1		



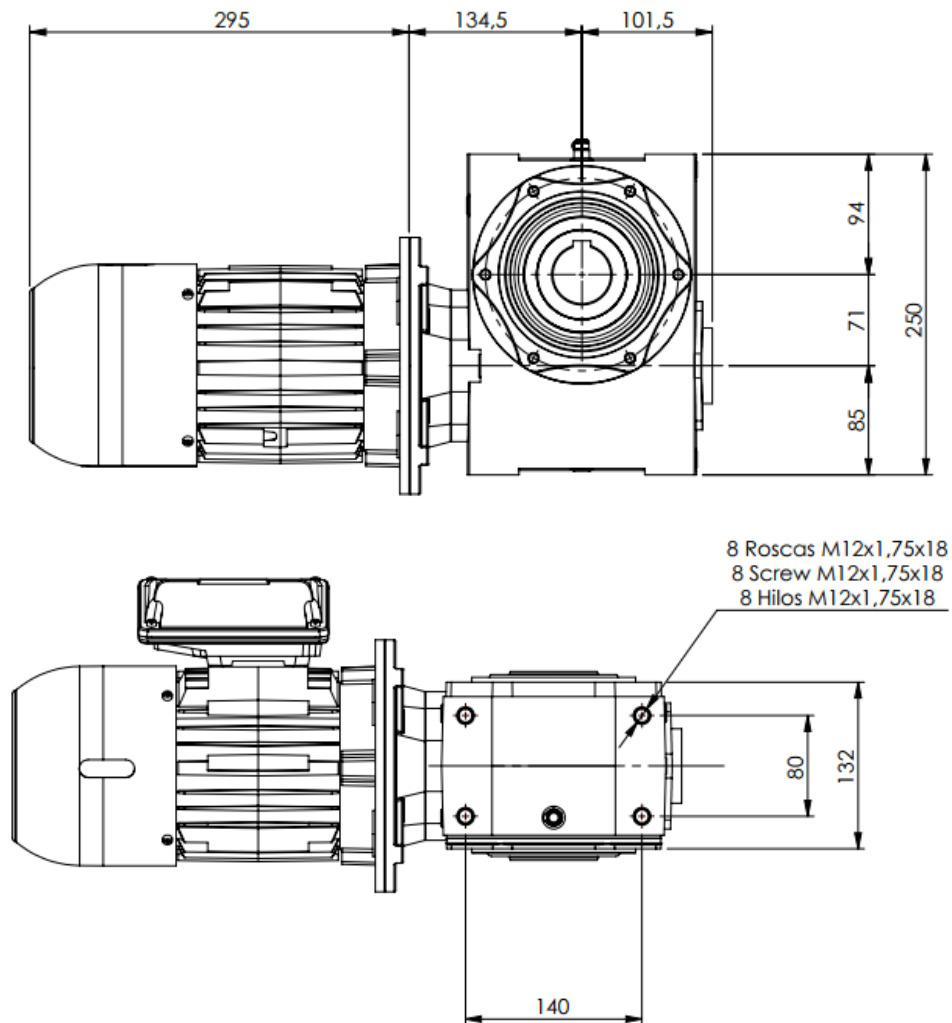
1,1 kW (1.5 HP-cv) 04 Polos 60Hz

ZME A3

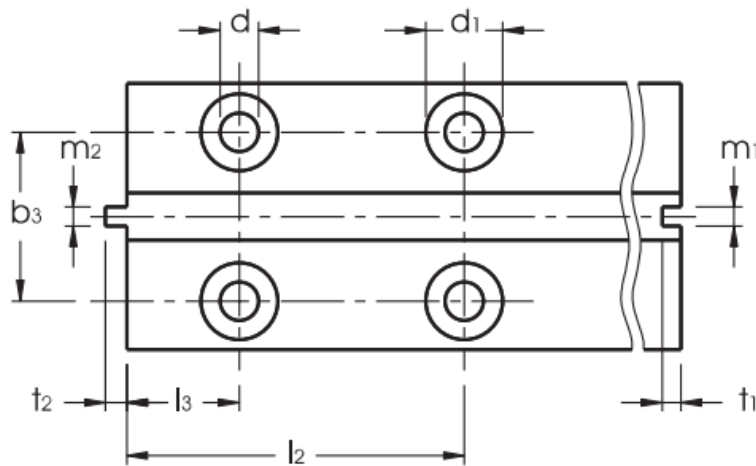
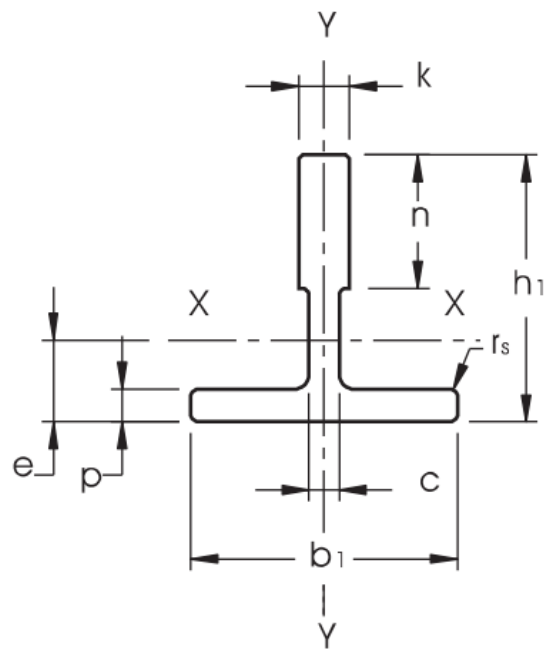
## REDUTOR

Redução	Tamanho	Potência entrada		Potência saída		Momento torçor	Carga radial	Rendimento	Redução efetiva
		kW	CV	kW	CV				
1:40	4	0,46	0,62	0,25	0,34	55	2.550	0,55	40
	5	0,93	1,26	0,53	0,72	116	3.923	0,57	40
	6	1,35	1,84	0,81	1,10	178	5.394	0,6	39
	7	2,06	2,80	1,28	1,74	279	6.865	0,62	39
	8	3,12	4,24	1,99	2,71	435	8.826	0,64	39
	10	4,60	6,25	3,08	4,19	673	10.297	0,67	40
12	6,77	9,20	4,74	6,44	1.034	12.749	0,7	39	
1:50	4	0,38	0,52	0,18	0,24	49	2.746	0,47	48
	5	0,79	1,08	0,40	0,54	108	3.923	0,5	48
	6	1,14	1,55	0,60	0,82	165	5.394	0,53	49
	7	1,74	2,36	0,97	1,32	265	6.865	0,56	49
	8	2,60	3,54	1,51	2,05	412	8.826	0,58	48
	10	3,86	5,25	2,35	3,20	642	10.297	0,61	49
12	5,55	7,55	3,55	4,83	970	12.749	0,64	49	
1:60	4	0,33	0,45	0,15	0,20	48	2.942	0,44	60
	5	0,63	0,85	0,29	0,40	96	3.923	0,47	60
	6	0,93	1,26	0,46	0,63	152	5.394	0,5	60
	7	1,38	1,88	0,74	1,00	240	6.865	0,53	60
	8	2,06	2,80	1,13	1,54	371	8.826	0,55	60
	10	3,02	4,10	1,75	2,38	573	10.297	0,58	60
12	4,49	6,10	2,74	3,72	896	12.749	0,61	60	

## CONJUNTO MOTOFREIO-REDUTOR

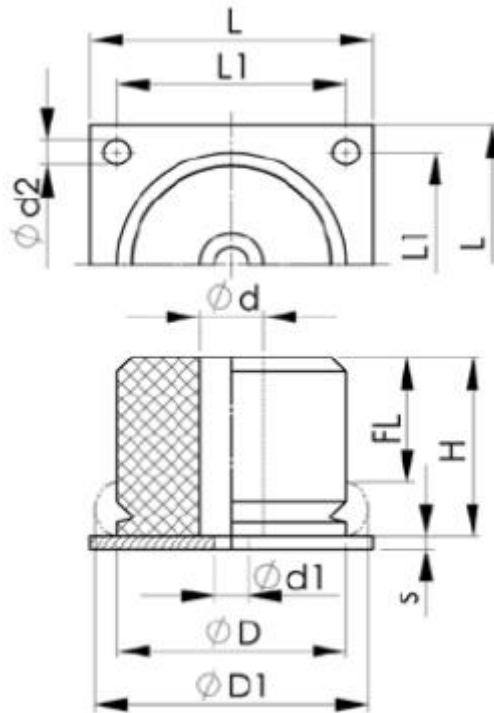


# GUIAS



Montferro Code	ISO Code	$b_1$ mm	$h_1$ mm	$k$ mm	$n$ mm	$c$ mm	$p$ mm	$r_s$ mm	$m_1$ mm	$m_2$ mm	$t_1$ mm	$t_2$ mm	$d$ mm	$b_3$ mm	$l_2$ mm	$l_3$ mm
<b>Tolerances</b>		$\pm 1,5$	$\pm 0,1$	$+0,1/0$	$+3/0$		$\pm 0,75$		$+0,06/-0$	$+0/-0,06$	$\pm 0,1$	$\pm 0,1$		$\pm 0,2$	$\pm 0,2$	$\pm 0,2$
RF 50	---	50	50	9	35	7,5	6,5	1	3	2,95	3,5	3	9	30	75	25
RF 70	T 70-1/A	70	65	9	34	6	7	1,5	3	2,95	3,5	3	13	42	105	25
RF 70.9	---	70	70	9	35	7,9	8,5	1,5	3	2,95	3,5	3	13	43	90	30
RF 75	T 75-3/A	75	62	10	30	8	7,5	1,5	3	2,95	3,5	3	13	43	90	30

PARA-CHOQUES

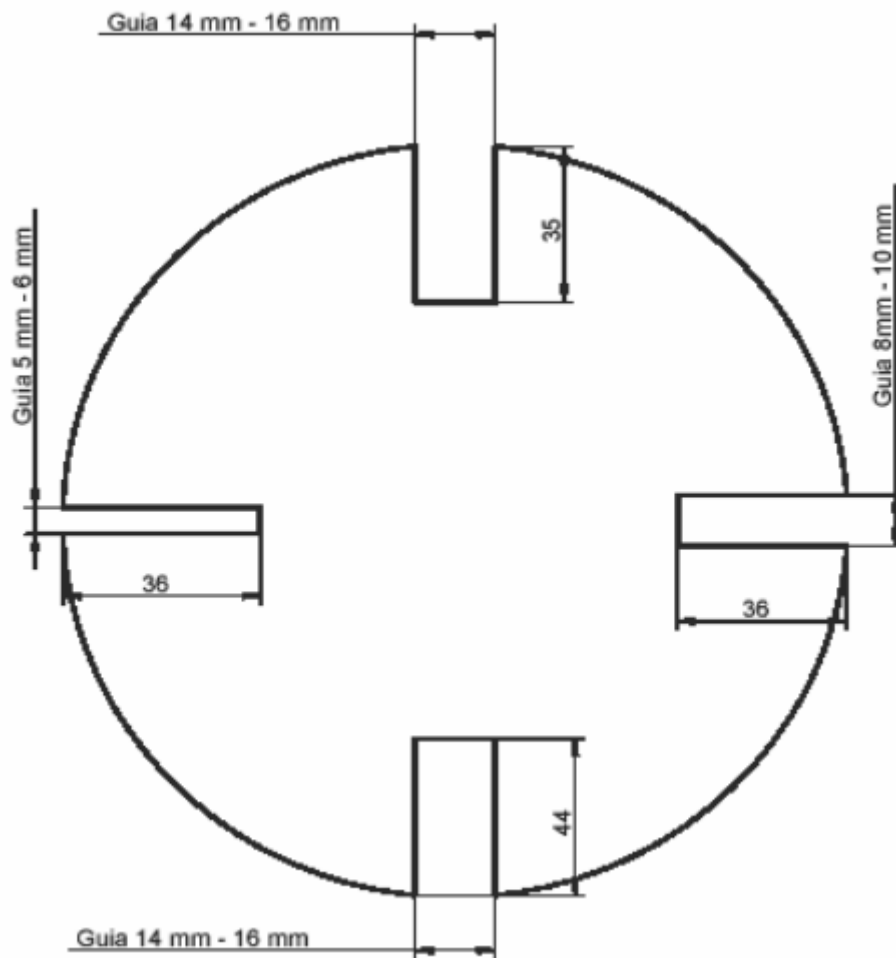


$$d_2 = 4 \times 14 \pm 0,5$$

Ø	x	H	Art. N° *	Fij.	Material	D	D1**	d	d1	H	FL(D1)**	S	L	L1
80	x	80	300 400	A	AUTAN 5	80	100	35	17	80	61	5		
80	x	80	300 410	B	AUTAN 5	80	100	35	17	80	61	15		
80	x	80	300458	C	AUTAN 5	80	100	35	18	80	61	6	100	80
80	x	80	300 500	D	AUTAN 5	80	100	35	17	80	61	2		
80	x	120	300 335	A	AUTAN 5	80	120	35	17	120	91	5		
				B	AUTAN 5									
				C	AUTAN 5									
80	x	120	300 518	C	AUTAN 5	80	110	35	17	120	65	2		
100	x	80	300 401	A	AUTAN 5	100	110	35	17	80	61	5		
100	x	80	300 411	B	AUTAN 5	100	110	35	17	80	61	15		
100	x	80	300 421	C	AUTAN 5	100	110	35	18	80	61	6	130	100
100	x	80	300 501	D	AUTAN 5	100	110	35	17	80	61	2		

Diámetro (mm.)	Altura (mm.)	Ejecución	Artículo nº	0, 4		0, 63		0, 7	
				Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.
80	80	A	300400	100	1280	100	1200	150	1140
		B	300410	100	1280	100	1200	150	1140
		C		100	1280	100	1200	150	1140
		D	300500	100	1280	100	1200	150	1140
100	80	A	300401	112	1600	190	1455	190	1345
		B	300411	112	1600	190	1455	190	1345
		C	300421	112	1600	190	1455	190	1345
		D	300501	112	1600	190	1455	190	1345

# COLETOR DE ÓLEO



## **ANEXO II: Orçamentos**

---

**CONTRATO No:**

RAFAEL AVELAR CESAR MOREIRA, situado na ST: CAMPUS UNIVERSITARIO DARCY RIBEIRO, N° 01, , Bairro ASA NORTE, BRASILIA/DF, CEP 70910900, Não Contribuinte de ICMS, nesse ato representada pelo(s) Sr.(a) RAFAEL AVELAR CESAR MOREIRA , portador(a) do CPF 01777274117, Carteira de Identidade N° , aqui denominado(a) CONTRATANTE.

ThyssenKrupp Elevadores S/A, inscrita no C.N.P.J. 90347840000622, Inscrição Estadual 07334.749/002-16, neste ato representada pelo(s) seu(s) procurador(es): Sr(a). MICHELLE MAGALHÃES SILVA, portador(a) do CPF: 03603396626, Carteira de Identidade n° M8949076 e Sr(a). MURIEL BATISTA DA SILVA, portador(a) do CPF: 03093997933 Carteira de Identidade n° 4225950, aqui denominada CONTRATADA.

Ficou justo e contratado o fornecimento de 1 equipamento(s) ThyssenKrupp no local abaixo mencionado, sob as seguintes características e condições:

**OBJETO DO CONTRATO**

Venda e instalação no local abaixo indicado, de equipamento(s) conforme especificações técnicas a seguir discriminadas:

**EDIFÍCIO: RAFAEL AVELAR CÉSAR MOREIRA**

**ENDEREÇO:** AE SOF Sul Quadra 6 Conjunto B, SN , CEP: 71215232, Bairro ZONA INDUSTRIAL (GUARÁ), BRASILIA/DF

**I - ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS:**

**Grupo: 1 (ELEVADOR MONTA CARGA)**

Quantidade: 1  
Capacidade: 100Kg  
Velocidade: 10 m/min  
Número de Paradas: 3  
Número de Entradas: 3  
Percurso Total: 12000 mm  
Tipo de Abertura: Unilateral-Mesmo Lado  
Destinação: Service Lift  
Acionamento: Elétrico  
Tipo de Atendimento: AS - Automático Seletivo  
Casa de Máquinas: Sistema tipo Room Less, dispensando espaço para casa de máquinas  
(localiza-se dentro da própria caixa de corrida)

**Dimensões da Caixa de Corrida (confeccionada / fornecida pelo Cliente):**

Largura: Conf. Projeto(s) Executivo(s) do(s) equipamento(s)  
Profundidade: Conf. Projeto(s) Executivo(s) do(s) equipamento(s)  
Última Altura: 2.870 mm (mínimo)

**Cabina:**

Largura Interna: 700mm  
Profundidade Interna: 700mm  
Altura Interna Útil: 800mm

**Portas:**

Cabina: Guilhotina Manual

Pavimentos: Guilhotina Manual  
Abertura útil: 700mm  
Altura Útil: 800mm

**Botoeiras:**  
Pavimento: Botão auto-iluminado  
Acabamento: Aço Inox Escovado

#### **OPCIONAIS CONTEMPLADOS:**

- Cabina com os Painéis em Aço Inox Escovado
- Portas Guilhotina Manual em Aço Inox Escovado
- Botoeira de Comando nos andares acoplado ao Marco
- Botão de Stop/Emerg. acoplado nas Botoeiras dos andares

#### **Alimentação a ser fornecida pela Contratante:**

Tensão de força: 220 VAC ou 380 VAC Trifásica

A instalação elétrica deve estar de acordo com a NBR 5410.

#### **Acionamento:**

Tipo: Sistema de cabos de aço integrados para deslocamento do conjunto cabina.

**Observação:** O funcionamento normal do(s) equipamento(s) é assegurado entre os seguintes limites de tensão de rede e sob corrente de arranque: 10% como valor mínimo e 10% como valor máximo de tensão nominal.

#### **II PREÇO:**

R\$ 39.000,00 (Trinta e nove mil reais). correspondente ao valor total do contrato, inclusive frete e todos os tributos observado o disposto no item d e d.1 da cláusula VI.

Serviços: R\$ 6.181,50 (Seis mil, cento e oitenta e um reais e cinquenta centavos)

Material: R\$ 32.818,50 (Trinta e dois mil, oitocentos e dezoito reais e cinquenta centavos)

Proposta atualizada em Junho de 2017.

#### **III - CONDIÇÕES DE PAGAMENTO:**

Será efetuado em 4 parcela(s) conforme o(s) seguinte(s) valor(es) (R\$) e data(s) indicada(s) a seguir:

- 1 - 20/06/17 R\$ 9.750,00(Nove mil, setecentos e cinquenta reais)
- 2 - 20/07/17 R\$ 9.750,00(Nove mil, setecentos e cinquenta reais)
- 3 - 20/08/17 R\$ 9.750,00(Nove mil, setecentos e cinquenta reais)
- 4 - 20/09/17 R\$ 9.750,00(Nove mil, setecentos e cinquenta reais)

1) O preço acima inclui o frete de nossa fábrica até o local de instalação.



2) A(s) Nota(s) Fiscal(ais) da(s) mercadoria(s), poderá(ão) ser emitida(s) pela fábrica, CNPJ n° 90.347.840/0001-18 ou pelo(s) estabelecimento(s) Regional(ais) da CONTRATADA, sendo de escolha da mesma a sua expedição. Os serviços de Instalação do(s) equipamento(s) será(ão) prestado(s) pelo estabelecimento Regional ou equipe indicada pela CONTRATADA.

3) O preço pactuado considera benefícios fiscais previstos pelo Convênio ICMS 52/91. Se na emissão da nota fiscal, fato gerador da incidência do imposto, verificar alteração nos benefícios concedidos, tal como a extinção, revogação, exclusão ou não prorrogação, haverá alteração nos preços pactuados, mediante a comprovação da repercussão destes e comunicação formal à CONTRATADA.

4) Endereço do pagador: ST CAMPUS UNIVERSITARIO DARCY RIBEIRO Nº01 , Bairro ASA NORTE, CEP 70910900, BRASILIA, DF.

#### **IV - PRAZO DE ENTREGA**

Para o(s) equipamento(s) do(s) tipo(s): Elevador Monta Carga:

a) Do informativo para Projeto Executivo (IPE) preenchido integralmente e assinado pelo Comprador por ocasião da assinatura do contrato. Este documento será avaliado pela Vendedora, que se reserva o direito de, constatada qualquer irregularidade no seu preenchimento, devolvê-lo a CONTRATANTE para as devidas correções. Neste caso o prazo especificado no item "b" seguinte será contado a partir da nova data de entrega e o prazo para o término da instalação do(s) equipamento(s) será acrescido do mesmo período de tempo, sem prejuízo das demais cláusulas deste contrato.

b) Do Projeto Executivo pela CONTRATADA: Baseado nos dados informados no IPE, a CONTRATADA terá os prazos listados abaixo contados da data de aceitação deste informativo pela CONTRATADA, para elaborá-lo e submetê-lo a aprovação da CONTRATANTE. Esta por sua vez, terá o prazo de dez dias para restituí-lo a CONTRATADA, sob pena de, descumprido este último prazo, a CONTRATADA pode acrescentar o tempo de atraso a data prevista para entrega do(s) equipamento(s). Data até: Grupo 1: 30/07/17

c) Os locais para recebimento e guarda do(s) equipamento(s) pela CONTRATANTE deverão estar concluídos (caixa de corrida do(s) equipamento(s) e rede elétrica definitiva concluída conforme Projeto Executivo da CONTRATADA) até: Grupo 1: 08/10/17

Locais = Caixa de Corrida do(s) equipamento(s) e Rede Elétrica definitiva liberada pela CONTRATANTE conforme o Projeto Executivo da CONTRATADA.

d) Do(s) equipamento(s) instalado(s) e em condições de funcionamento pela CONTRATADA Grupo 1: até 28/10/17, desde que tenham sido cumpridos os prazos e obrigações da CONTRATADA, previstos neste contrato.

#### **V - REAJUSTAMENTOS**

a) A periodicidade de exigência do reajuste será anual ou automaticamente a mínima permitida em Lei.

b) As parcelas mensais serão reajustadas de acordo com Índice Geral de Preços – Disponibilidade Interna (IGP-DI), Coluna II, da Fundação Getúlio Vargas (FGV), sendo o acréscimo proporcional a diferença percentual entre o índice vigente 30 (trinta) dias antes da data do vencimento da parcela e o índice vigente 30 (trinta) dias antes do mês base, especificado na Cláusula Preço. Fica assegurado à CONTRATADA, a cada período de doze meses, efetuar o levantamento da eventual diferença constatada entre os valores efetivamente pagos pela CONTRATANTE e os valores que deveriam ter sido pagos em razão da aplicação do reajuste previsto nesta cláusula, procedendo-se a sua cobrança imediata através de documento hábil. Um novo levantamento será realizado quando do término do contrato, para seu encerramento final.

c) Os pagamentos efetuados dentro do primeiro período de 12 (doze) meses, contados da data-base do contrato, não sofrerão reajustamentos, observada a possibilidade de alteração da periodicidade.

d) O pagamento antecipado das parcelas só poderá ser efetuado após comunicação prévia e escrita da CONTRATADA;

e) As importâncias correspondentes as parcelas do presente contrato e ao reajustamento deverão ser pagas quando da apresentação dos documentos hábeis de cobrança apenas através de instituições bancárias ou cheques nominais a CONTRATADA e cruzados. O pagamento em forma diversa não será reconhecido pela CONTRATADA;

f) Qualquer atraso no pagamento das parcelas do preço e/ou do reajustamento ficarão sujeitas aos seguintes acréscimos:

f.1) Atualização monetária, pró-rata dia, calculada pelo Índice Geral de Preços – Disponibilidade Interna (IGP-DI), Coluna II, da Fundação Getúlio Vargas (FGV), ou pelo índice legal vigente na época do atraso;

f.2) Juros de 2,00% (Dois por cento) ao mês, sobre o valor corrigido;

f.3) Multa moratória de 0,33% (trinta e três centésimos por cento) ao dia limitada a 10% (dez por cento), calculada sobre o valor da parcela em atraso, corrigido e acrescido de juros à taxa legal.

f.4) No valor das parcelas não será considerado qualquer custo financeiro ou expectativa de inflação.

**Observação:** caso a CONTRATANTE obtenha algum tipo de financiamento junto ao sistema financeiro (ex: Construcard, outros), terá que informar a CONTRATADA, mediante a assinatura de um Aditivo, todos os dados da operação de financiamento até 30 (trinta) dias antes da expedição de qualquer mercadoria e consequente emissão da Nota Fiscal (NF-e). Caso o financiamento ou os dados da operação não sejam informados até a data prevista, a cobrança dos valores será feita diretamente da CONTRATANTE.

**Parágrafo Único:** Independentemente do financiamento obtido, a CONTRATANTE continua responsável por todos os pagamentos relativos ao contrato.

## **VI) TRIBUTOS E ENCARGOS:**

a) A.R.T.: o pagamento desta taxa será de responsabilidade da CONTRATADA por ocasião da exigência da mesma pelo CREA respectivo.

b) Licenciamento de Instalação e Funcionamento: quando houver necessidade, esta taxa correrá por conta exclusiva da CONTRATANTE.

b.1) Quaisquer impostos, taxas, emolumentos, contribuições fiscais ou para-fiscais, encargos sociais, previdenciários que vierem a ser criados ou entrarem em vigor após a assinatura do contrato, bem como a elevação das alíquotas vigentes, serão de responsabilidade da CONTRATANTE e a ele serão repassados quando da ocorrência do fato gerador.

Para casos de equipamento(s) no Município do Rio de Janeiro/RJ, nos casos cabíveis, a(s) Taxa(s) e Processo(s) será(ão) de responsabilidade da CONTRATADA, observando as Documentações de responsabilidade da CONTRATANTE, contidas na Cláusula VIII, Item m.

c) A responsabilidade pela informação da condição de contribuinte ou não do ICMS e número de inscrição estadual é exclusiva da CONTRATANTE, logo, qualquer ônus decorrente da ausência ou equívoco de informação desta qualidade será imputável a CONTRATANTE.

c.1) Quando as mercadorias forem expedidas, a CONTRATADA verificará a situação da CONTRATANTE junto ao SINTEGRA. Caso o cadastro esteja irregular, inabilitado, inativo ou qualquer qualificação semelhante, as mercadorias não serão expedidas até que a CONTRATANTE regularize sua situação perante o referido cadastro.

c.2) A verificação da situação acima descrita, garantirá a CONTRATADA o direito de redefinir o prazo de entrega do(s) equipamento(s) objeto deste contrato, bem como de cobrar despesas adicionais decorrentes do atraso na entrega.

d) IPI: o valor deste imposto, resultado da incidência da alíquota vigente sobre o valor do equipamento discriminado na nota fiscal, será pago pela compradora mediante a apresentação da competente fatura e respectiva duplicata, quando da ocorrência do fato gerador, conforme previsto na legislação tributária.

d.1) Quando a alíquota do IPI for zero ou isenta, este imposto não será cobrado da CONTRATANTE. Qualquer alíquota diferente de zero ou isenta, será exigida da CONTRATANTE. A alíquota será determinada pela ocorrência do fato gerador discriminado no item d.

e) A CONTRATANTE (caso pessoa Jurídica, CNPJ), deverá efetuar as retenções tributárias previstas na legislação vigente. Nos casos de retenção sem destaque na nota fiscal, a CONTRATANTE deverá entregar o comprovante de recolhimento do tributo, caso seja solicitado pela CONTRATADA. Nos casos em que a legislação determinar a responsabilidade solidária e/ou subsidiária da CONTRATADA, se a CONTRATANTE realizar a retenção, mas não o recolhimento do tributo, a CONTRATADA terá direito a ser indenizada, inclusive com a aplicação de multa, juros e correção monetária, caso a CONTRATADA seja atuada por procedimento ilegal adotado pela CONTRATANTE.

e.1) As retenções descritas no contrato referem-se apenas à incidência dos tributos sobre o valor principal da operação. Caso haja necessidade de emissão de nota fiscal para a cobrança de reajuste, sobre estes valores poderão incidir novas retenções, de acordo com a legislação vigente à época.

e.2) As retenções ora mencionadas não se aplicam caso a CONTRATANTE seja pessoa física.

#### **VII) OBRIGAÇÕES DA CONTRATADA:**

a) Elaborar o Projeto Executivo de acordo com as informações contidas nas plantas civis e/ou IPE TKE (levantamento de medidas) realizado localmente, ainda de acordo com os códigos, normas e regulamentos vigentes por lei.

b) Assessorar tecnicamente a CONTRATANTE quanto aos locais para a instalação do(s) equipamento(s).

c) Fornecer, instalar e entregar para operação o(s) respectivos equipamento(s), bem como emitir o devido Termo de Conclusão e Recebimento (Carta de Entrega), desde que tenham sido cumpridas as “Obrigações da CONTRATANTE”.

c.1) Após a emissão do Termo de Conclusão e Recebimento, a ausência de manifestação da CONTRATANTE no prazo de 03 (três) dias úteis será considerada como aceitação da entrega do(s) equipamento(s).

d) Executar a instalação do(s) equipamento(s) em dias úteis e em horário comercial, desde que em locais seguros e sem riscos, em virtude da natureza das obras. Mediante autorização da CONTRATANTE, a CONTRATADA poderá executar a instalação do(s) equipamento(s) em outros horários, mesmo noturnos, sábados domingos e feriados, hipótese em que a CONTRATANTE deverá propiciar as condições na obra. Caso a necessidade da aplicação dos trabalhos de instalação em horários diferenciados seja motivada por necessidade ou conveniência da CONTRATANTE, além de propiciar as condições na obra, a CONTRATANTE deverá reembolsar a CONTRATADA do valor relativo ao emprego de horas extras e/ou adicionais noturnos, mediante orçamento a ser previamente apresentado.

e) Responsabilizar-se pelos encargos de natureza trabalhista e previdenciária de seus empregados e eventuais terceiros contratados para a execução dos serviços de instalação, responsabilizando-se por toda e qualquer ação trabalhista que a CONTRATANTE venha a sofrer decorrente do objeto adquirido.

f) A instalação do(s) equipamento(s) constitui obrigação e responsabilidade exclusiva da CONTRATADA, sendo expressamente vedada sua realização pela CONTRATANTE ou por outra empresa que esta determinar, bem como a manipulação, sob qualquer forma, dos componentes e/ou materiais já entregues, sem a concordância prévia e por escrito da CONTRATADA.

g) Comunicar a CONTRATANTE que o(s) equipamento(s) está(ão) pronto(s) para ser(em) “aceito(s)”, devendo a CONTRATANTE recebê-lo(s), independentemente do estado da obra civil.

g.1) A não manifestação da CONTRATANTE no prazo de 05 (cinco) dias contados do recebimento da comunicação referida no item anterior, será considerada como aceitação tácita de entrega, retroativa à data de conclusão da instalação.

#### **VIII) OBRIGAÇÕES DA CONTRATANTE:**

a) Fornecer documentações e informações técnicas e detalhes técnicos completos para a CONTRATADA para o preenchimento e definição do Informativo para o Projeto Executivo (IPE);

b) Cumprir a legislação em vigor ao objeto do presente contrato com a CONTRATADA; em especial, as normas relativas a segurança e medicina do trabalho, pertinentes à obra em edificação;

c) Observar as medidas e especificações constantes do Projeto Executivo. A CONTRATADA se exime de qualquer responsabilidade no caso de divergências entre medidas e especificações constatadas na obra e as do Projeto. Neste caso, os consequentes atrasos e quaisquer outros ônus serão de exclusiva responsabilidade da CONTRATANTE;

d) Construir de acordo com o Projeto Executivo:

d.1) Poços impermeabilizados;

d.2) A(s) caixa(s) de corrida e/ou locais para instalação do(s) equipamento(s) com vigas entre-pisos, as furações e receptáculos para instalação das tubulações para os sistemas eletro-eletrônicos;

e) Providenciar de acordo com o Projeto Executivo:

e.1) Na obra, depósito coberto e seguro para a guarda dos materiais fornecidos pela CONTRATADA durante o período de instalação do(s) equipamento(s);

e.1.1) Procedida a entrega do(s) equipamento(s), partes e peças na obra, os materiais passam à responsabilidade exclusiva e guarda da CONTRATANTE. Dessa forma, quaisquer ocorrências relativas ao(s) equipamento(s), partes e peças já entregues na obra, tais como, exemplificadamente, danos, perdas, furtos ou roubos, devem ser indenizadas pela CONTRATANTE de imediato, devendo ser programado o prazo previsto para a entrega do(s) equipamento(s) pelo tempo necessário para a reposição da(s) respectiva(s) peça(s) ou componente(s), executando-se os casos em que a CONTRATANTE comprove a responsabilidade direta do pessoal da CONTRATADA pela ocorrência. O disposto nesta cláusula aplica-se, no que couber, às ferramentas e outros materiais de propriedade da CONTRATADA que estejam na obra;

e.1.2) É vedado à CONTRATANTE realizar, sem a autorização da CONTRATADA, qualquer manipulação nos componentes e/ou materiais entregues pela CONTRATADA;

e.2) A ligação de energia elétrica para instalação elétrica definitiva, com todos seus acessórios necessários para a execução dos serviços de instalação do(s) equipamento(s);

e.3) Quando necessário, instalar tubulações para o sistema de comunicação interligando a caixa de corrida à portaria;

f) Comunicar por escrito à CONTRATADA, quando a(s) caixa(s) de corrida(s), poço(s), do(s) equipamento(s), o depósito para a guarda dos materiais e a rede elétrica instalada estiverem disponíveis para que sejam vistoriadas pela CONTRATADA;

g) Executar:

g.1) Serviços complementares de ajuste e arremate, concretagem, alvenaria, carpintaria, pintura, transporte interno dos equipamentos e outros que se revelarem necessários para a instalação do(s) equipamento(s). Estes serviços deverão ser executados na oportunidade e forma em que forem solicitados e orientados pela CONTRATADA, de modo a não atrasarem a instalação;

g.2) A limpeza necessária decorrente destes serviços;

h) Providenciar:

h.1) Fornecer Andaime Metálico Tubular (medida 800 x 800 mm) e proteções adequadas para a utilização da CONTRATADA durante a fase de instalação do(s) equipamento(s);

h.2) Proteção para as frentes dos vãos da(s) porta(s) do(s) andar(es) do(s) equipamento(s) durante toda a fase de instalação conforme NR 18, cláusulas 18.13.2 e 18.13.3 e Projeto Executivo fornecido pela CONTRATADA;

h.3) Instalações para higiene do pessoal da CONTRATADA que executa os serviços de montagem do(s) equipamento(s), durante todo o período destes serviços;

i) Oferecer segurança adequada à guarda do material e ao desempenho das atividades da CONTRATADA na obra;

j) Providenciar a eventual remoção de obstruções da obra com a finalidade de facilitar os serviços de instalação do(s) equipamento(s);

k) Caso a CONTRATANTE, não cumpra suas obrigações contratuais, em especial, aquelas relacionadas às cláusulas Prazos de Entrega e Condições de Pagamento, sujeitar-se à pagar a CONTRATADA, a título de perdas e danos (Código Civil, arts. 389, 409), a multa compensatória calculada a razão de 0,06% (seis centésimos) do valor total do contrato, por dia de atraso, limitada ao total de 10% (dez por cento). Este valor será reajustado pelo IGP-Col. II da FGV, usando-se como referência o mês anterior a data da efetiva conclusão destas obrigações;

k.1) Na hipótese do descumprimento das obrigações tratadas no item acima se estender por mais de 12 (doze) meses, fica facultado à CONTRATADA renegociar com a CONTRATANTE todas as condições originalmente pactuadas, trazendo o contrato para a realidade da época ou rescindir o mesmo, face à mora da CONTRATANTE;

k.2) Aprovar o Projeto Executivo fornecido pela CONTRATADA, de modo a habilitar a mesma tecnicamente para fabricar o(s) equipamento(s);

k.3) A não execução ou o retardamento das obrigações listadas neste item, garantirá à CONTRATADA o direito de redefinir o(s) prazo(s) de entrega do(s) equipamento(s), sem prejuízo da aplicação das penalidades previstas neste documento.

l) A CONTRATANTE deverá informar à CONTRATADA sua matrícula no CEI (Cadastro Específico do INSS) e/ ou CNO (Cadastro Nacional de Obras), até 30 (trinta) dias antes do início da instalação dos equipamentos, sendo que após este prazo não será possível solicitar a inclusão deste dado junto à CONTRATADA, nem os efeitos desta inclusão. Caso a CONTRATANTE não proceda a sua inscrição ou não informe tal dado a CONTRATADA, qualquer penalidade ou autuação advinda da falta desta informação será de responsabilidade da CONTRATANTE, que deverá efetuar o pagamento ou reembolsar os valores pagos pela CONTRATADA;

m) No caso da instalação do equipamento no Município do Rio de Janeiro/RJ, em cumprimento a Lei Municipal 2.743 de 1999, se faz necessário por parte da CONTRATANTE, em no máximo em até 30 dias após a data de assinatura deste Contrato, o fornecimento das documentações abaixo relacionadas, para que a CONTRATADA possa executar o projeto para o Licenciamento(s) da(s) Instalação(ões), projeto este que deverá se assinado pelo Proprietário e/ou Procurador da obra e Preo.

Documentações:

- Cópia do Projeto Arquitetônico, contendo a localização e corte do equipamento, devidamente aprovado pelo SMU;
- Cópia da Licença da Obra, inicial, prorrogação e atual;
- Cópia do documento que comprove a condição de signatário do proprietário ou propriedade;
- Definição da ventilação para a caixa de corrida:

- \* Ventilação Natural: apresentar croqui com a localização das janelas na caixa de corrida e suas respectivas medidas e apresentar arquivo DWG com corte lateral das esquadrias.
- \* Ventilação Mecânica: apresentar cópia do projeto e da memória descritiva da ventilação mecânica, ambos visados pela GEM.

Em caso de atraso no fornecimento das documentações acima, a montagem do equipamento não poderá ocorrer por força da Lei 2.743 de 1999, devendo a CONTRATANTE ser repactuado entre as partes, o(s) novo(s) prazo(s) de entrega do(s) equipamento(s) em condição de funcionamento.

**Obs. Importante 1:** Quando a Caixa de Corrida ou os Perfis/Vigas para fixação do Sistema de Tracionamento, for do tipo Metálico (fornecidos pela CONTRATANTE), todo e qualquer serviço de Soldagem será de responsabilidade da mesma. A CONTRATADA irá somente orientar e apoiar durante o processo de execução destes serviços.

**Obs. Importante 2:** CASO SEJA IDENTIFICADO NO LOCAL DA MONTAGEM DO(S) EQUIPAMENTO(S) ALGUMA SITUAÇÃO DE FALTA DE SEGURANÇA QUE POSSA VIR A COLOCAR EM RISCO A INTEGRIDADE DO(S) MONTADOR(ES), A INSTALAÇÃO NÃO SERÁ INICIADA OU SERÁ PARALISADA ATÉ QUE A MESMA SEJA REGULARIZADA. O CLIENTE SERÁ NOTIFICADO PELA ÁREA DE INSTALAÇÃO DA CONTRATADA.

#### **IX) CONSERVAÇÃO:**

a) Tão logo a instalação do(s) equipamento(s) tenha sido concluída, objetivando conservar o(s) equipamento(s), possibilitar a obtenção de alvará de funcionamento, preservar as garantias e atender a legislação vigente, este(s) passará(ão) à responsabilidade da área de serviços da CONTRATADA (ASSISTÊNCIA TÉCNICA ThyssenKrupp Elevadores) para a necessária assistência técnica e manutenção.

#### **X) GARANTIA:**

a) É concedida uma garantia de 01(um) ano, após entrega do(s) equipamento(s) em condições de funcionamento, com o compromisso de substituir ou reparar, durante tal prazo, todo o componente com defeito de fabricação. Ficam ressalvados os defeitos ou anomalias, desgastes normais (ex: Pintura), negligências, uso inapropriado, deficiência de energia elétrica ou condições anormais de ambiente, tais como: sol direto, chuva direta, maresia em regiões litorâneas (oxidação/ferrugem), excesso de umidade ou poeira, temperatura excessiva, gases corrosivos e etc. Em tais situações a preservação/recuperação do(s) componente(s)/equipamento(s) serão de responsabilidade da CONTRATANTE.

b) As Garantias cessarão, de pleno direito:

b.1) Se for constatado que o(s) equipamento(s) sofreu(ram) danos por qualquer motivo e/ou acidentes causados pelo seu uso incorreto;

b.2) Se o(s) equipamento(s) for(em) utilizado(s) em desconformidade com o fim específico para o qual foi(ram) projetado(s);

b.3) Caso terceiros não autorizados pelo fabricante tenham acesso ao(s) equipamento(s), em especial às partes cobertas pela garantia ThyssenKrupp Elevadores;

b.4) Na hipótese do(s) equipamento(s) ser(em) entregues a assistência técnica não autorizada pelo fabricante;

b.5) Se for constatado o uso irregular, no(s) equipamento(s), de materiais e/ou peças de origem desconhecida;

- f) Quando o destinatário final não seguir as recomendações do fabricante para uso e funcionamento correto do(s) equipamento(s) constantes em catálogo;
- g) Se o(s) equipamento(s) for(em) utilizado(s) pela CONTRATANTE, sem autorização por escrito do fabricante, durante a fase de instalação do(s) mesmo(s);
- h) Havendo alteração na destinação de uso do prédio, resultando na insuficiência da capacidade transportada;
- i) Se os materiais ou conjuntos que compõem o(s) equipamento(s) ficar(em) total ou parcialmente prontos e, por motivo imputável a CONTRATANTE, a montagem não puder ser concluída até 06(seis) meses após o término do prazo estabelecido para sua entrega em condições de funcionamento;
- j) Pela ocorrência de caso fortuito ou força maior que impossibilite a manutenção da garantia;
- l) Caso não seja aprovado eventual orçamento apresentado pela CONTRATADA para recondicionamento ou substituição de alguma de suas partes gastas ou danificadas do equipamento, conforme descrito na cláusula (CONDIÇÕES GERAIS) e não cobertas por esta garantia;
- m) Ficam excluídas dessa garantia: plásticos, acrílicos, lâmpadas, reatores, bobinas de chaves contactoras, condensadores, fusíveis, pilhas e baterias;
- n) Caso o equipamento seja entregue à CONTRATANTE e no prazo de 30 (trinta) dias não seja assinado um Contrato de Manutenção Preventiva e/ou Corretiva Periódica (NBR 16083:2012), considerando que este tipo de produto não pode funcionar sem tal providência.

## **XI) RESCISÃO:**

- a) O contrato poderá ser rescindido por mora de uma das partes caso não venha esta a cumprir sua obrigação no prazo estipulado. Fica facultado a outra parte optar entre a rescisão e o envio de notificação à parte inadimplente, fixando prazo para o cumprimento da obrigação;
- b) O inadimplemento de obrigação contratual financeira ou que caracterize pré-condição para a execução do objeto deste contrato, poderá, mediante notificação da outra parte, ensejar a rescisão contratual, hipótese em que a parte inadimplente responderá por uma multa compensatória no percentual de 20% sobre o preço atualizado do contrato, a título de pré-avaliação dos danos causados.
- b.1) Caso o inadimplemento ocorra por culpa da CONTRATANTE, esta deverá pagar o valor dos equipamentos para a CONTRATADA quando os materiais já tiverem sido fabricados e:
  - a) Estiverem em posse da CONTRATADA;
  - b) Estiverem em trânsito com a transportadora;
  - c) Tenham sido entregues à CONTRATANTE, porém não tenham sido instalados.

c) As partes poderão acordar, desde que expressamente, a suspensão deste contrato, por períodos máximos de até doze meses, sendo que à parte requerente da suspensão deverá expressamente notificar a outra sobre o interesse na reativação do contrato. A falta desta providência no prazo assinalado, ou a desistência imotivada da continuidade do contrato, a qualquer tempo, enseja uma multa compensatória em favor da outra parte, no percentual de 20% (vinte por cento) do preço original do contrato, atualizado, sem prejuízo das eventuais perdas e danos sofridos, tudo nos termos dos artigos 409 e 410 do Código Civil.

## **XII) REVISÃO:**

a) O equilíbrio econômico-financeiro objeto deste contrato está estabelecido em função da previsão e da expectativa de que os custos a serem utilizados na fabricação e instalação dos elevadores permanecerão estáveis, com reajustes previsíveis segundo o indexador do preço eleito, durante toda a execução desse contrato. Assim, se os custos sofrerem variações extraordinárias que excedam essa previsão inicialmente estabelecida, o preço previsto na cláusula II (preço) deste contrato será revisto pelas partes, de forma que se restabeleça o referido equilíbrio econômico-financeiro.

### **XIII) CONDIÇÕES GERAIS:**

a) A CONTRATADA não se responsabilizará pela demora na instalação, na hipótese de caso fortuito, força maior, guerra, lockouts, greves ou qualquer outro acontecimento fora de sua previsão.

b) Os prejuízos parciais ou totais causados por água, fogo, decorrentes da ação, ou omissão do pessoal da construção ou ainda quaisquer outros imputáveis a CONTRATANTE serão de sua exclusiva conta;

c) Na hipótese do comprador solicitar alterações do Projeto Executivo por ele aprovado, estas terão que ser submetidas a análise da CONTRATADA. Havendo concordância desta, será emitido um aditamento ao contrato, comprometendo-se a compradora a arcar com todos os custos inerentes as alterações e submetendo-se a revisão dos prazos.

d) No caso da CONTRATANTE não efetivar a ligação de energia elétrica definitiva, dentro do cronograma de instalação, inviabilizando com isso o ajuste eletrônico do equipamento, a CONTRATADA terá que repetir, quando a ligação for efetivada, os serviços de inspeção final de montagem (lubrificação, limpeza, revisão mecânica). Eventualmente, poderá ainda ser necessária a substituição de componentes devido a deterioração por longo tempo de desuso. Os custos destes serviços de inspeção adicionais e substituições serão indenizados pela CONTRATANTE;

e) Fica estabelecido que depois de aprovado o aditivo de que trata o item anterior, o prazo de conclusão dos serviços de entrega do(s) equipamento(s) pendentes, será(ão) revisto(s) pelas partes, dependendo da(s) característica(s) do(s) equipamento(s), bem como da data prevista da chegada do material constante do aditivo

f) Caso os materiais fiquem 6 (seis) meses ou mais depositados no local da instalação sem que a CONTRATANTE ofereça condições de montagem, no momento da efetiva liberação para reinício da execução do Contrato, a CONTRATADA realizará uma avaliação dos materiais e revisão dos custos de mão-de-obra, devendo ser assinado um Termo de Aditivo pelas partes para ajustamento das novas condições contratuais;

g) No caso da retenção dos equipamentos na expedição da fábrica por não existência de depósito na obra, inadimplência de pagamento ou qualquer outra razão imputável à CONTRATANTE, a CONTRATADA se encarregará da armazenagem adequada e transporte adicional, cujos custos, incluindo seguros, serão indenizados pela CONTRATANTE. Para tanto, a CONTRATADA apresentará os comprovantes destas despesas. Os eventuais custos de reposição de itens deteriorados, devido a longos períodos de estocagem serão igualmente indenizados pela CONTRATANTE;

h) As obrigações ora convencionadas deverão ser cumpridas independente de aviso, notificação ou interpelação judicial ou extrajudicial;

i) A CONTRATADA se reserva o direito de sob sua responsabilidade técnica e as suas expensas, sub-contratar pessoal especializado para a execução dos serviços de instalação do(s) equipamento(s), ficando desde já acordado que os sub contratados, seus funcionários, prepostos, etc., não terão qualquer vínculo empregatício com a CONTRATANTE, assumindo isoladamente a CONTRATADA a responsabilidade pelo pessoal que contratar e eventuais fiscalizações dos pagamentos de obrigações trabalhistas e previdenciárias acessórias;

j) Toda e qualquer alteração relativa a este contrato só terá validade se inserida em aditivo escrito e assinado pelos representantes legais das partes, estes claramente identificados no referido aditamento;



k) A CONTRATADA recomenda à CONTRATANTE a execução de procedimentos adequados para o correto descarte e destinação de embalagens e resíduos oriundos da execução dos serviços ora a serem contratados, visando a reciclagem ou reuso dos mesmos.

l) As correspondências referentes a este documento, só serão consideradas entregues se protocoladas ou remetidas com aviso de recebimento (A.R.);

m) O presente contrato prevalecerá sobre qualquer estipulação, acordo, pré-contrato, proposta, documento ou equivalente anteriormente celebrado entre as partes, caso ocorra divergência entre os termos do presente instrumento e eventuais ajustes pretéritos.

n) É eleito o foro da cidade de BRASÍLIA/DF ou o foro da cidade de Guaíba/RS para dirimir as ações oriundas deste contrato, com renúncia a qualquer outro, por mais privilegiado que seja.

E, por estarem de perfeito acordo, assinam o presente documento, impresso em 03 (três) vias de igual teor e forma, na presença das testemunhas.

BRASÍLIA, 20 de Junho de 2017

---

ThyssenKrupp Elevadores S.A  
Nome: MICHELLE MAGALHÃES SILVA  
Cpf: 03603396626

---

ThyssenKrupp Elevadores S.A  
MURIEL BATISTA DA SILVA  
Cpf: 03093997933

---

Comprador: RAFAEL AVELAR CESAR MOREIRA  
Nome: RAFAEL AVELAR CESAR MOREIRA  
CPF: 01777274117  
ID:

---

Testemunha 1  
Nome:  
CPF:

---

Testemunha 2  
Nome:  
CPF:

São Paulo, 13 de junho de 2017

À

Nome: Rafael Avelar César Moreira  
CPF: 017.772.741-17  
Empresa: UnB

Atendendo à sua solicitação, estamos apresentando nossa proposta para fornecimento do equipamento abaixo relacionado:

**Cotação para fornecimento de monta carga**

**01- Monta carga em chapa de aço inox, capacidade 100kg, com percurso aproximado de até 9 metros de elevação, tamanho da cabine 750Lx600Px1000A mm , 2 paradas, com entrada frontal .**

- a) Cabine construída em aço inox com em módulos desmontáveis.
- b) Porta tipo guilhotina na cabine e nos pavimentos com micros de segurança , instalados.
- c) Máquina de tração com moto freio de 1cv , redutor 1.40 e tambor com diâmetro de 170mm comprimento de 320mm , acoplado na parte superior, elevação com cabos de aço.
- d) Velocidade nominal 15m/min.
- e) Botões de comando instaladas nos pavimentos.
- f) Quadro de comando automático e reles de segurança contra falta de fase.
- g) Serviços à cargo do cliente: fornecimento de energia elétrica trifásica 220V até o local da casa de máquinas e arremates de alvenaria no poço.

Equipamento fabricado conforme normas técnicas da ABNT NBR.

**h) Preço por equipamento instalado: R\$ 30.680,00** ( trinta mil, seiscentos e oitenta reais) com a seguinte condição de pagamento.

40%	Sinal	<b>R\$ 12.272,00</b>
30%	Após 35 dias do sinal	<b>R\$ 9.204,00</b>
30%	10 dias após a instalação	<b>R\$ 9.204,00</b>

Prazo de entrega 70 dias do sinal.

\_ Validade do orçamento 45 dias.

- Garantia, 12 meses, contra defeitos de fabricação e instalação.

Cordialmente,

Edmilson Miranda  
11-9.9876-7770

# APÊNDICES

		Pág.
<b>Apêndice I</b>	<b>Simulação das Estruturas do monta-carga</b>	<b>88</b>
<b>Apêndice II</b>	<b>Desenhos Técnicos</b>	<b>91</b>

### ESTRUTURA DE SUSTENTAÇÃO

A estrutura de sustentação foi avaliada utilizando-se o Software SolidWorks. Uma carga de 981 N foi aplicada às vigas da base e foi verificada a tensão de von Mises e o deslocamento máximo causado pela carga. Os resultados obtidos se são mostrados nas Fig. I e II.

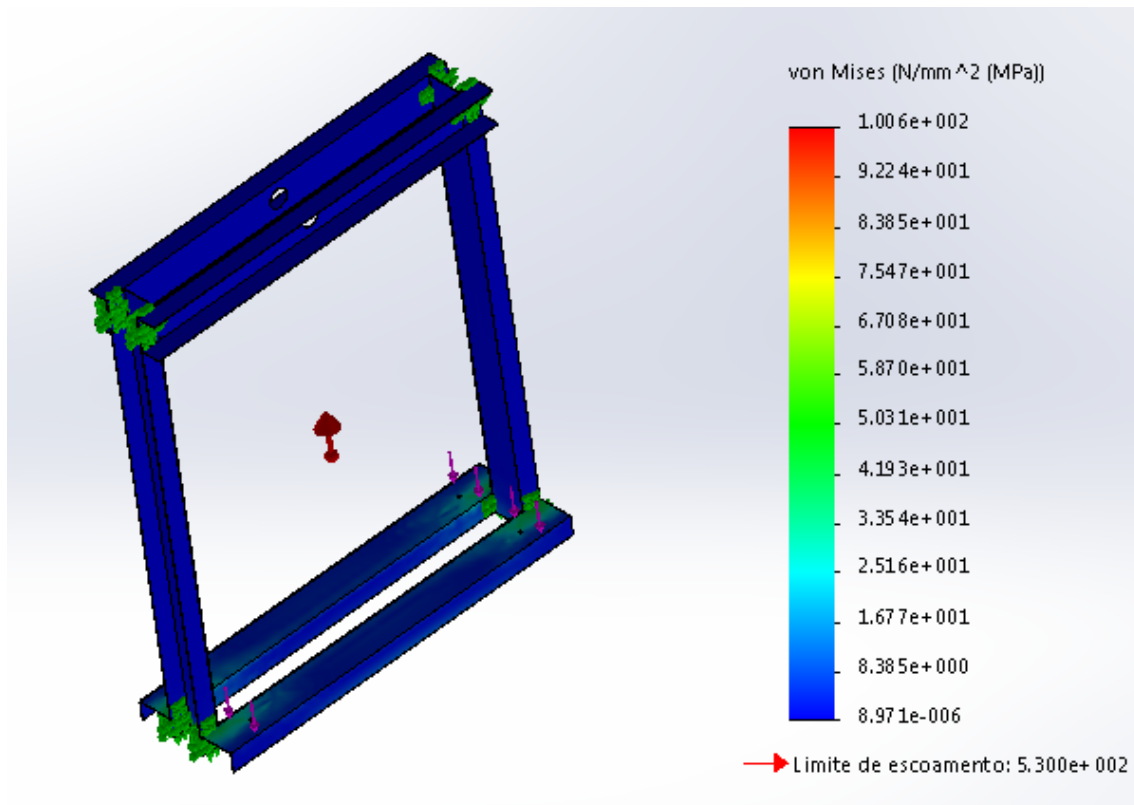


Figura I - Tensão de von Mises na estrutura de sustentação.

Pode-se perceber que a tensão máxima sofrida no corpo é 1/5 do valor do limite de escoamento do material. O deslocamento máximo encontrado foi da ordem de décimos de milímetros.

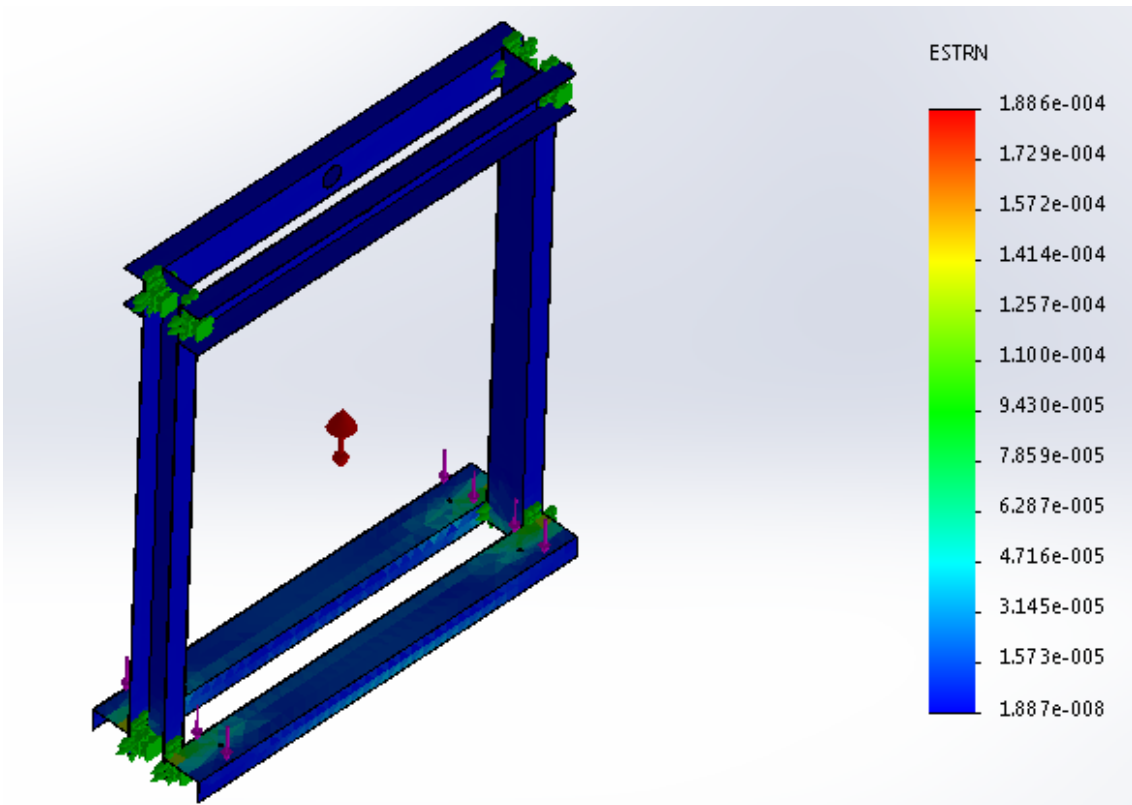


Figura II - Deslocamento da estrutura principal.

### PISO E SUPORTE DO PISO

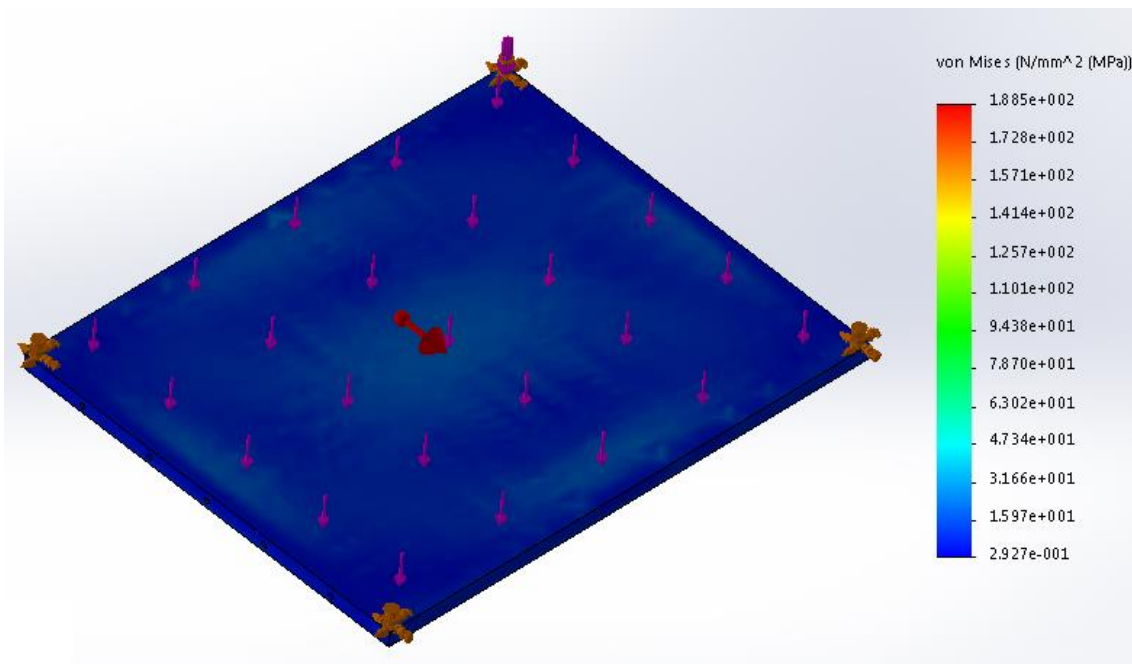


Figura III - Tensão de von Mises no piso.

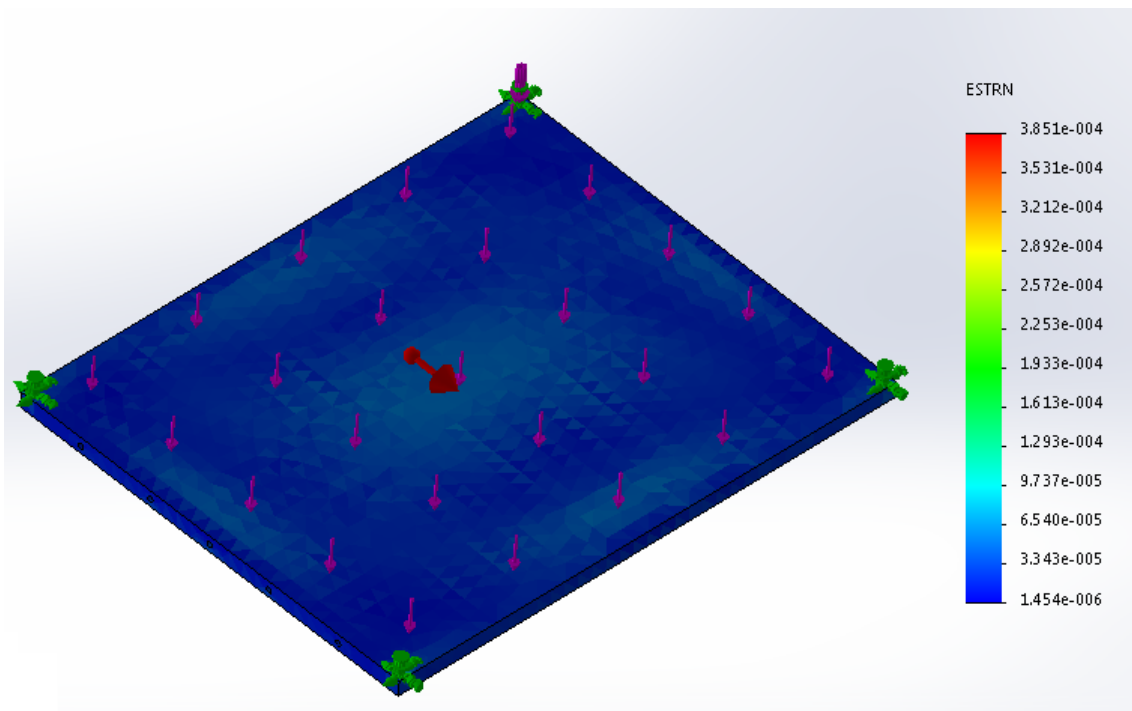
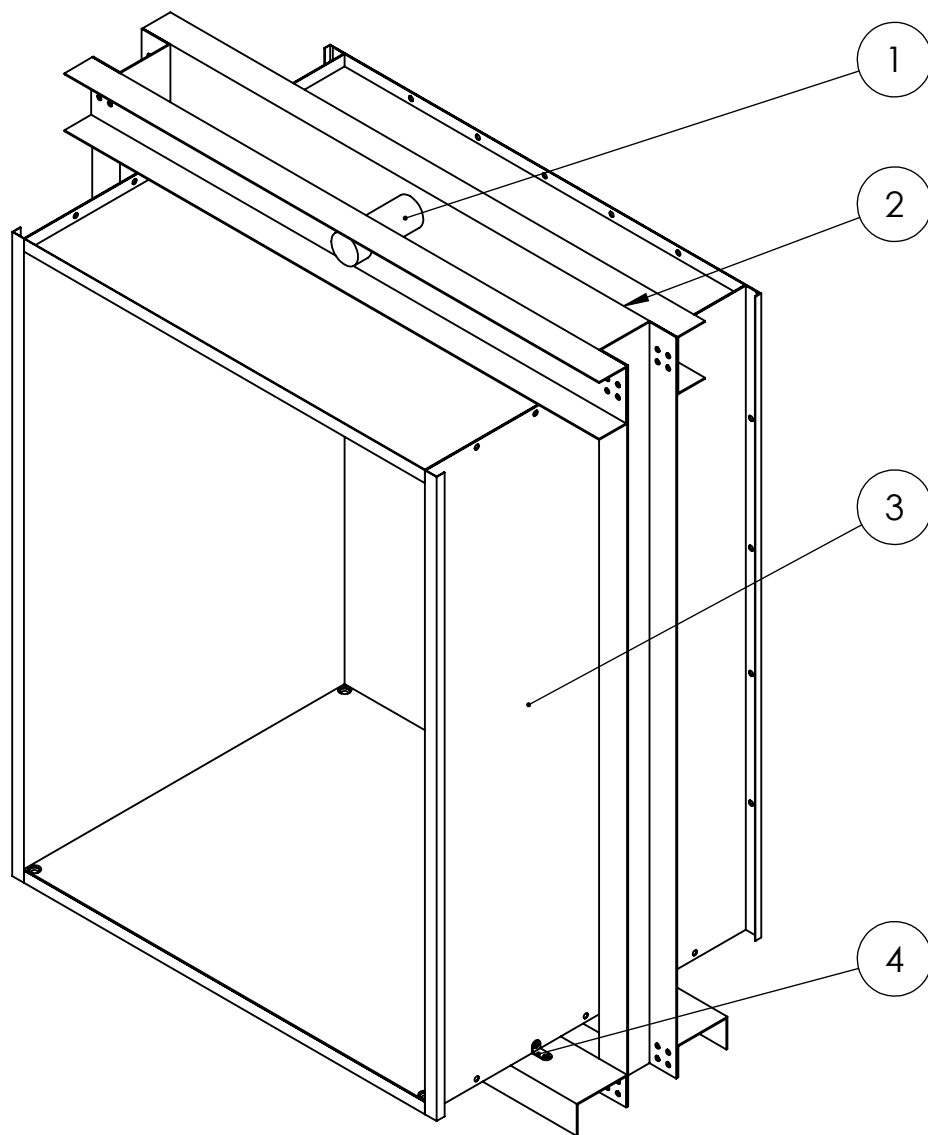


Figura IV - Deslocamento do piso.

Novamente, pode-se verificar um deslocamento da ordem de décimos de milímetros no piso.

## APÊNDICE II: Desenhos Técnicos

---



Número	Componente	Quant.
1	Cilindro de Nylon	1
2	Estrutura de Sustentação	1
3	Cabina	1
4	Cantoneira	4



**UnB**

Departamento de Engenharia Mecânica - ENM

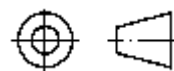
Projeto de um monta-carga

Projetista

Rafael Avelar César Moreira - 11/0136811

Desenhista

Rafael Avelar César Moreira - 11/0136811



Unidade: mm

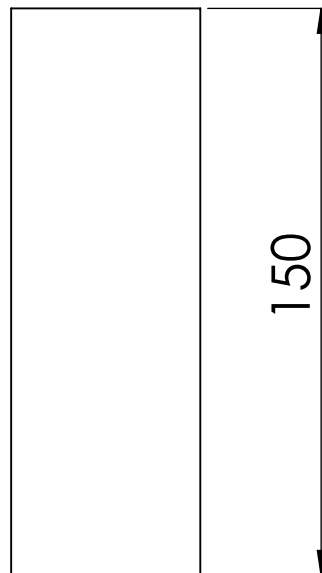
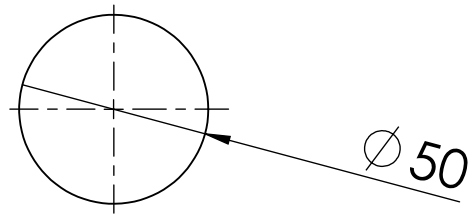
Escala: 1:10


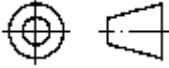
21/06/2017

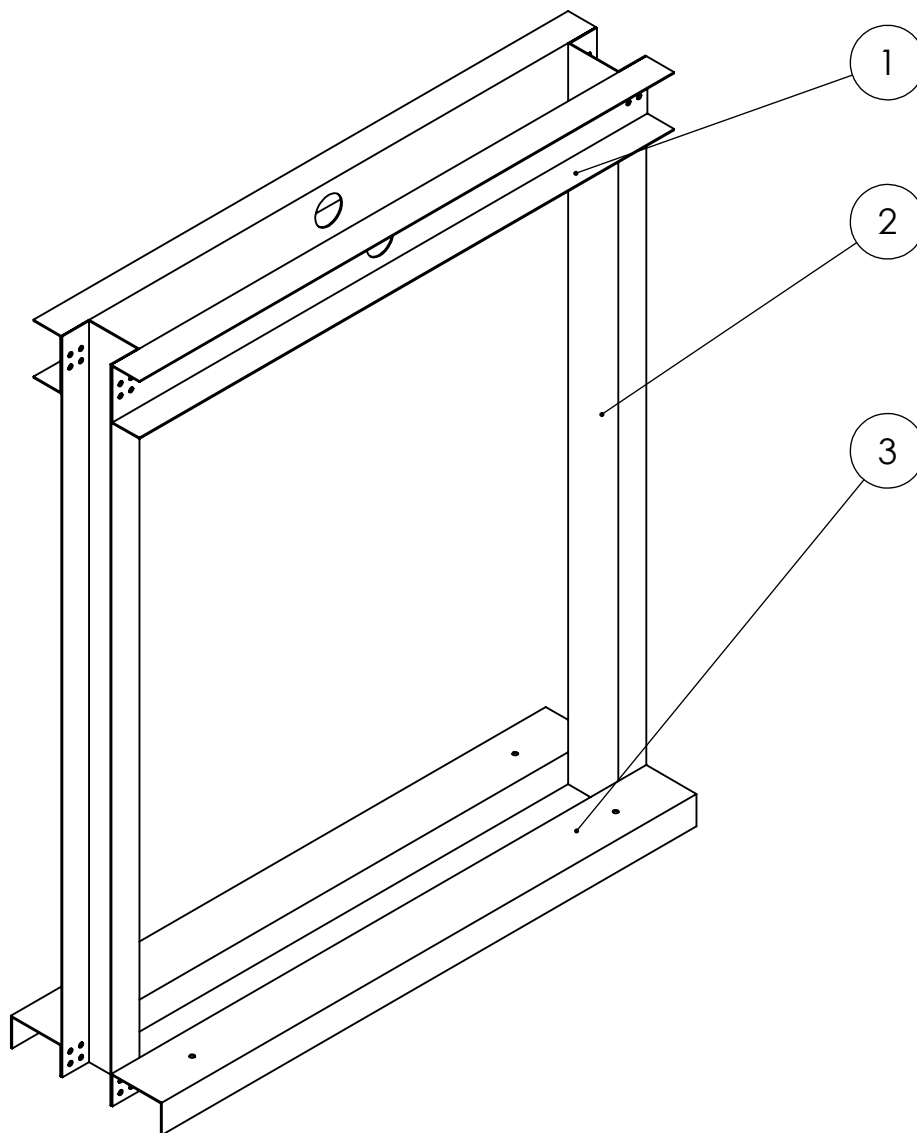
**Carro**

Nº da folha: 1





 <b>UnB</b>	Departamento de Engenharia Mecânica - ENM	
	Projeto de um monta-carga	
Projetista / Desenhista	Rafael Avelar César Moreira - 11/0136811	
Material	Nylon 101	
Unidade: mm	<h1>Cilindro de Nylon</h1>	Escala: 1:2
21/06/2017		Nº da folha: 1.1



Número	Componente	Quant.
1	Viga Superior	2
2	Viga Lateral	2
3	Viga da Base	2



**UnB**

Departamento de Engenharia Mecânica - ENM

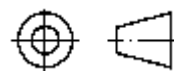
Projeto de um monta-carga

Projetista

Rafael Avelar César Moreira - 11/0136811

Desenhista

Rafael Avelar César Moreira - 11/0136811



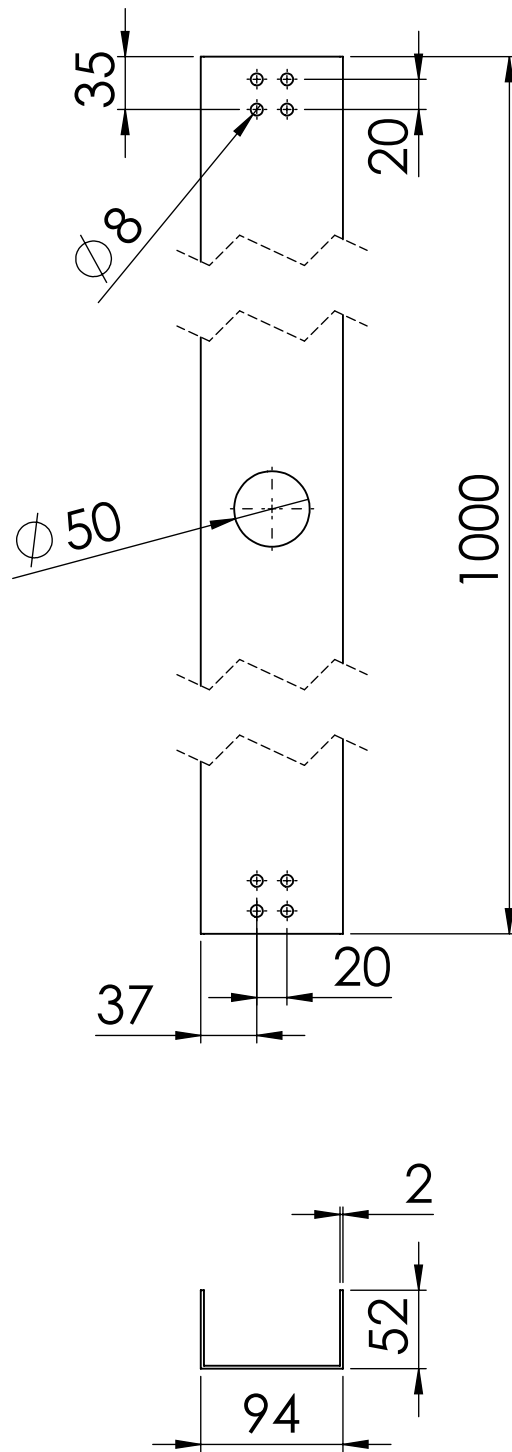
Unidade: mm

21/06/2017

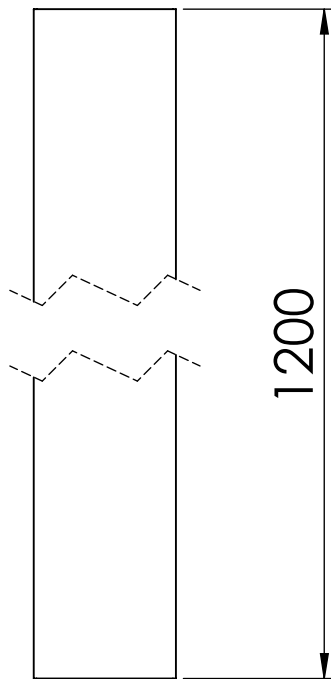
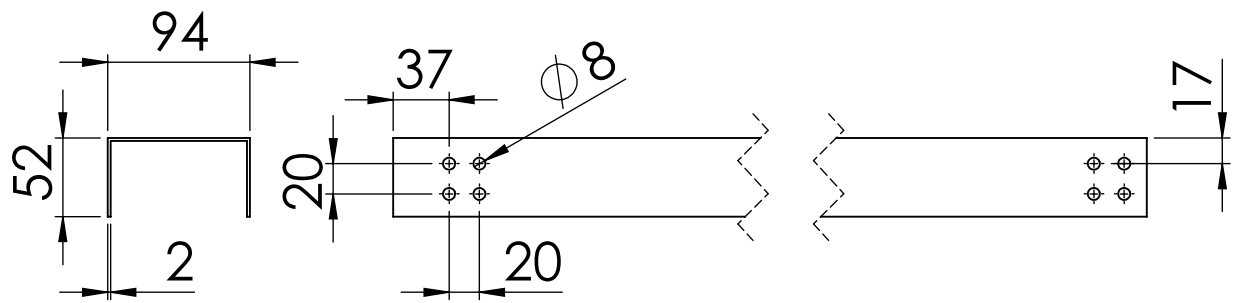
**Estrutura de Sustentação**

Escala: 1:10

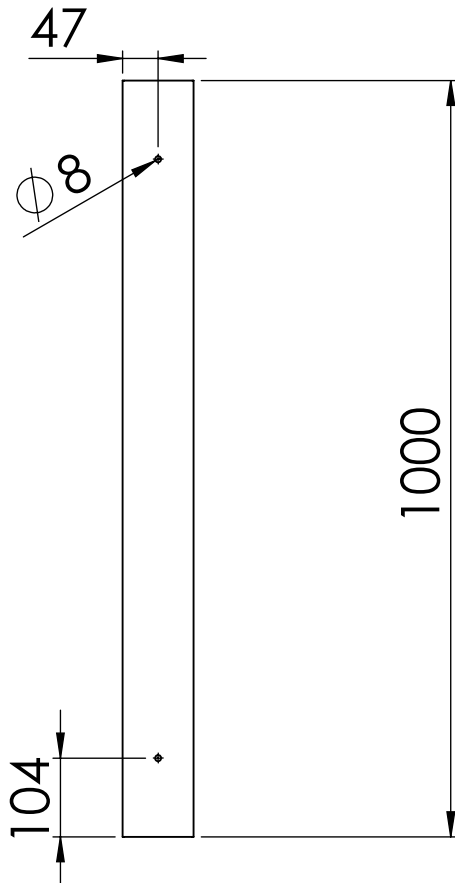
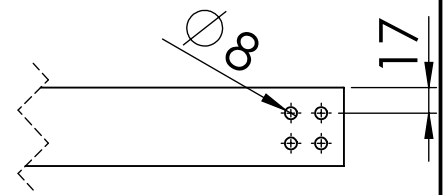
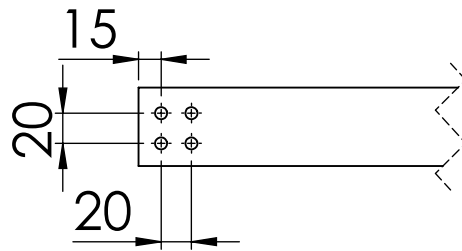
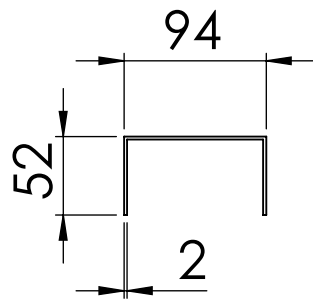
Nº da folha: 1.2



 <b>UnB</b>	Departamento de Engenharia Mecânica - ENM	
	Projeto de um monta-carga	
Projetista	Rafael Avelar César Moreira - 11/0136811	
Material	Aço AISI 1045	
Unidade: mm	<h1>Viga Superior</h1>	Escala: 1:5
21/06/2017		Nº da folha: 1.2.1



 <b>UnB</b>	Departamento de Engenharia Mecânica - ENM	
	Projeto de um monta-carga	
Projetista	Rafael Avelar César Moreira - 11/0136811	
Material	Aço AISI 1045	
Unidade: mm	<h1>Viga Lateral</h1>	Escala: 1:5
21/06/2017		Nº da folha: 1.2.2



UnB

Departamento de Engenharia Mecânica - ENM

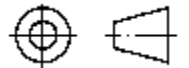
Projeto de um monta-carga

Projetista

Rafael Avelar César Moreira - 11/0136811

Material

Aço AISI 1045



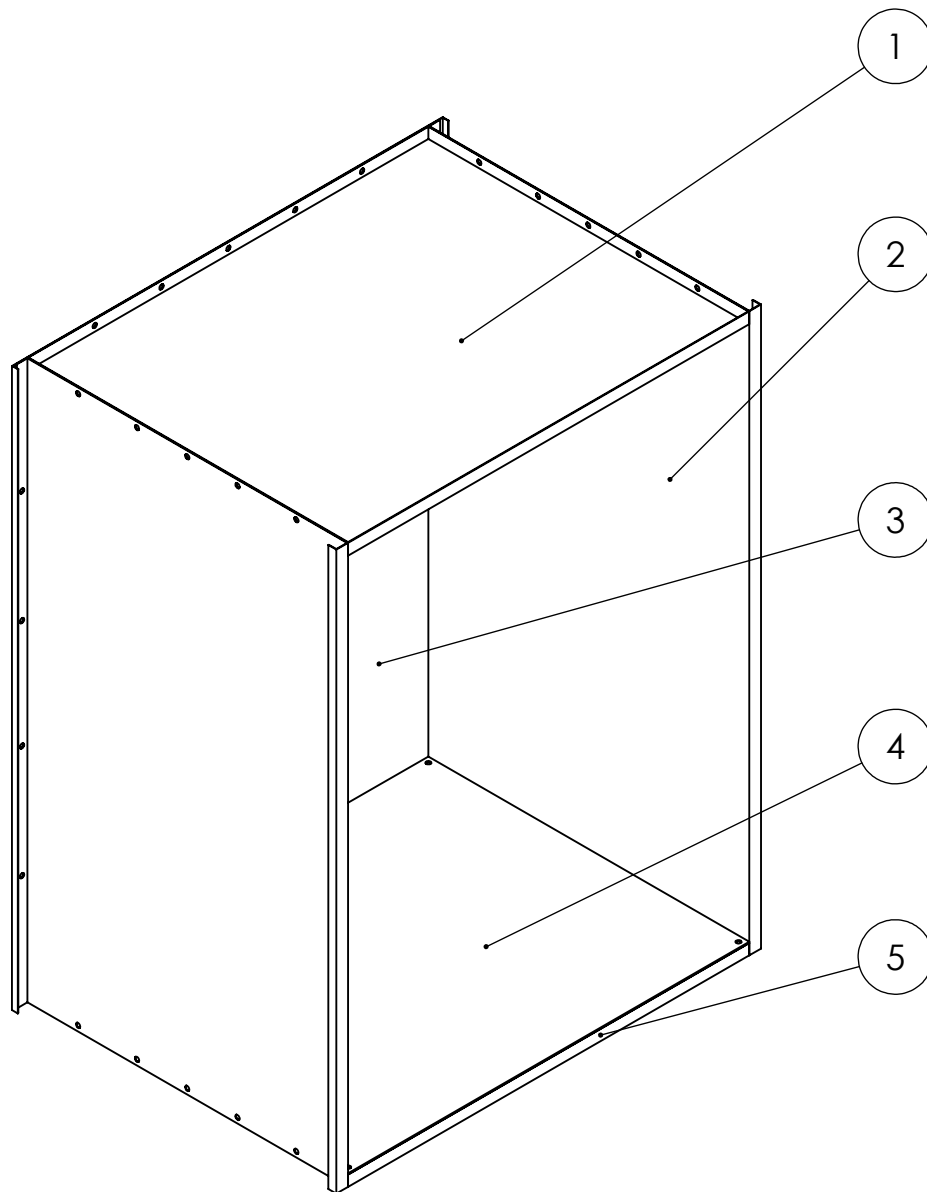
Unidade: mm

21/06/2017

Viga da Base

Escala: 1:10

Nº da folha: 1.2.3



Número	Componente	Quant.
1	Teto	1
2	Parede Lateral	2
3	Parede Traseira	1
4	Piso	1
5	Suporte do Piso	1



**UnB**

Departamento de Engenharia Mecânica - ENM

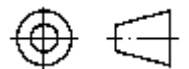
Projeto de um monta-carga

Projetista

Rafael Avelar César Moreira - 11/0136811

Desenhista

Rafael Avelar César Moreira - 11/0136811



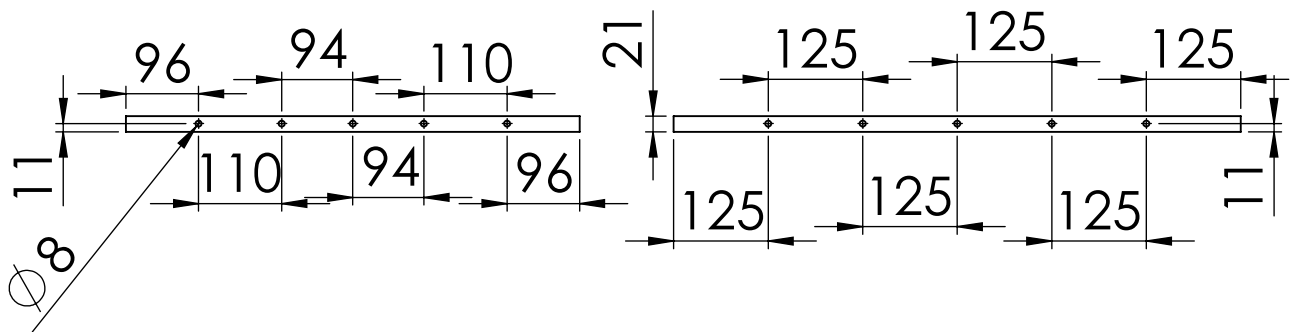
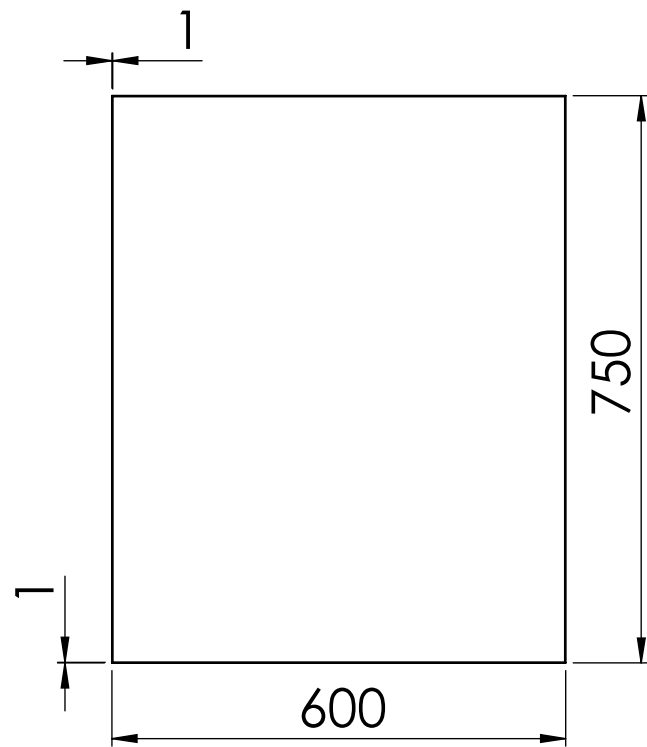
Unidade: mm


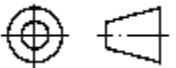
Escala: 1:10

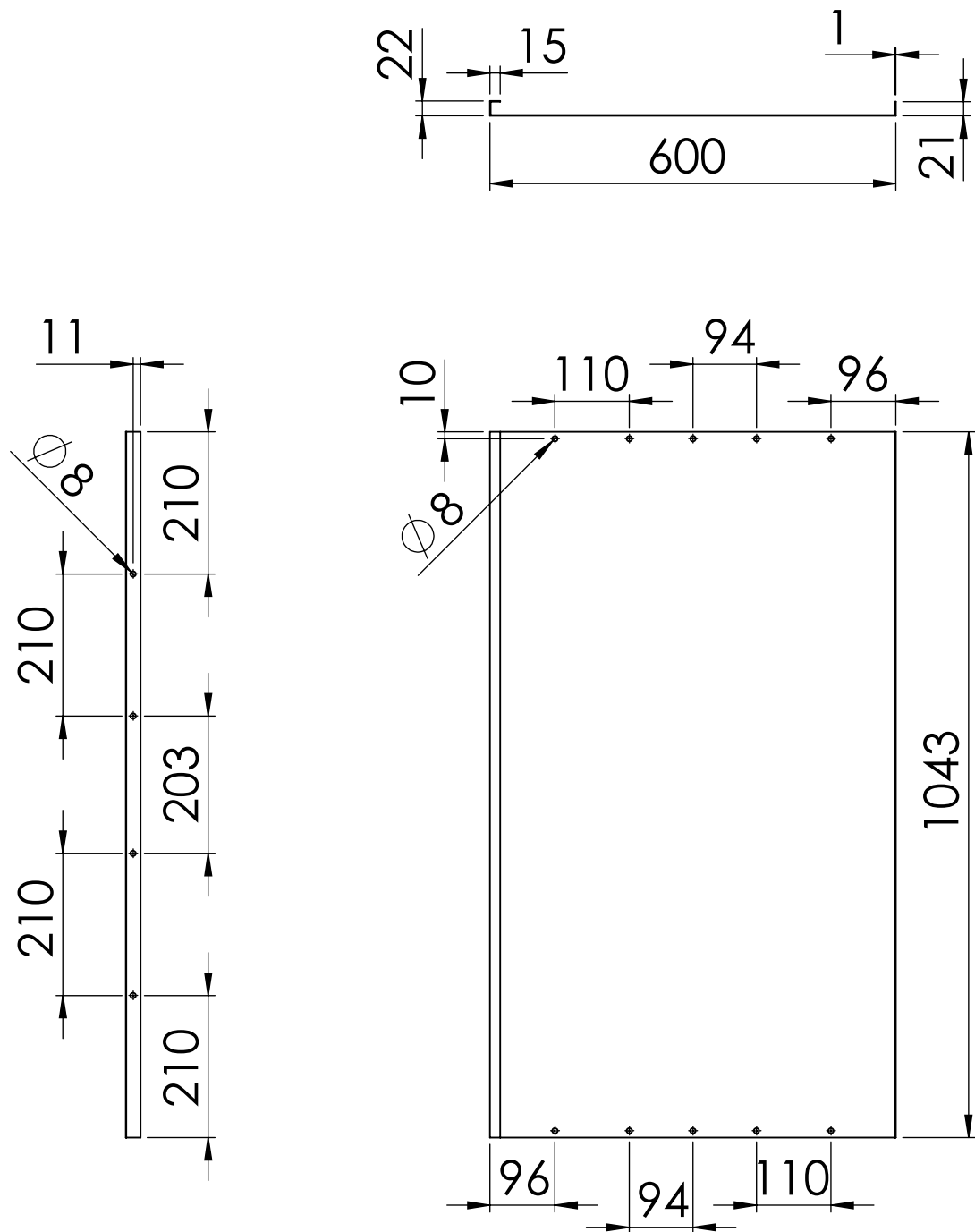
21/06/2017

**Cabina**

Nº da folha: 1.3



 <b>UnB</b>	Departamento de Engenharia Mecânica - ENM	
	Projeto de um monta-carga	
Projetista	Rafael Avelar César Moreira - 11/0136811	
Material	Aço inoxidável 304	
Unidade: mm	Teto	Escala: 1:10
21/06/2017		Nº da folha: 1.3.1



**UnB**

Departamento de Engenharia Mecânica - ENM

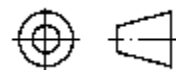
Projeto de um monta-carga

Projetista

Rafael Avelar César Moreira - 11/0136811

Material

Aço inoxidável 304



Unidade: mm

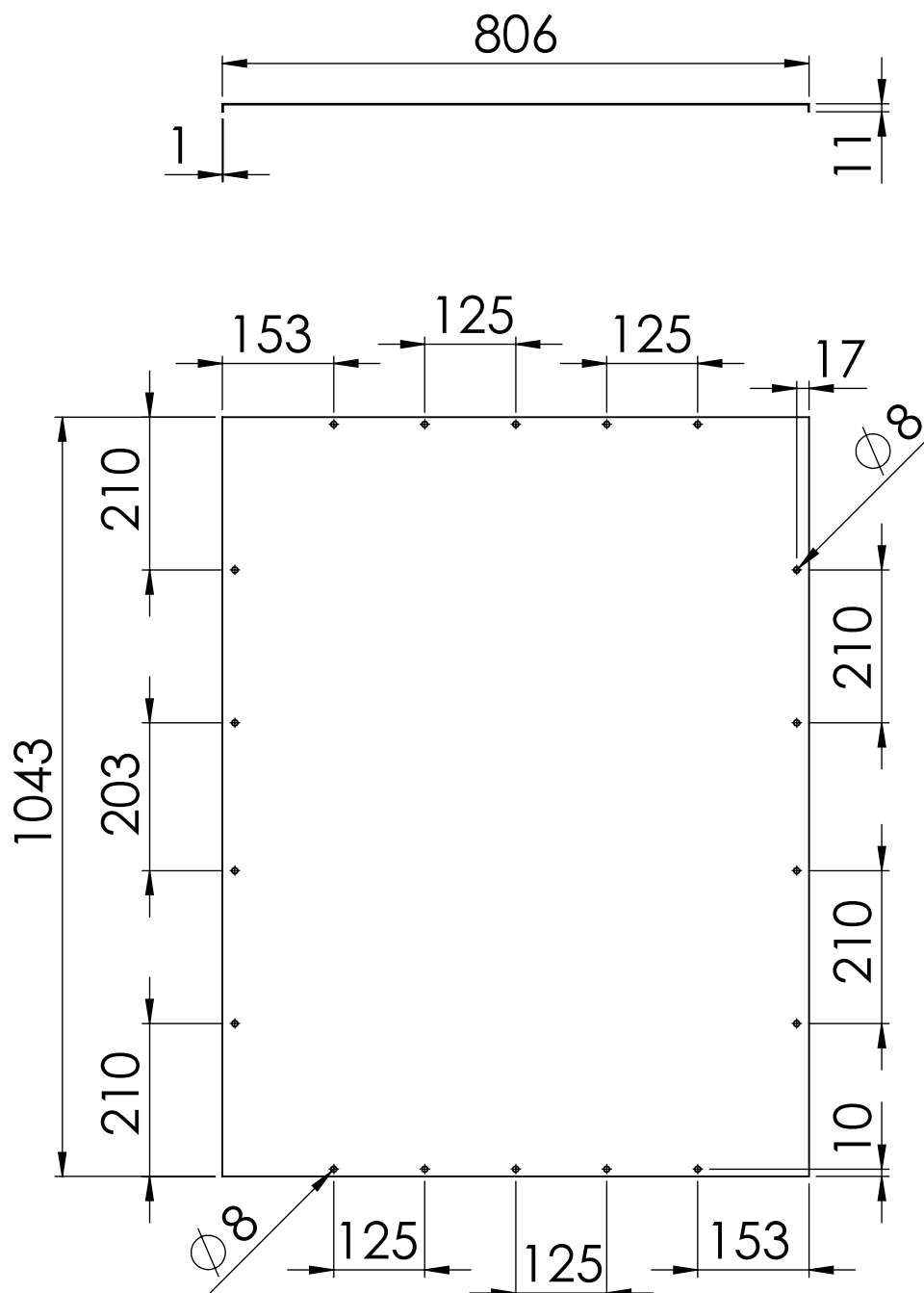
**Parede Lateral**


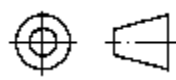
Escala: 1:10

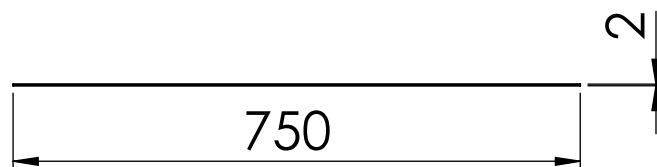
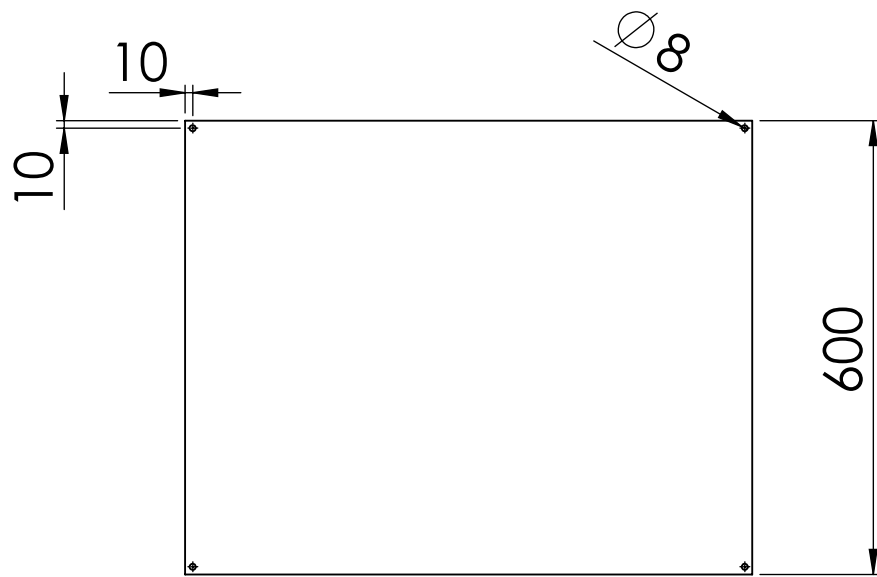
21/06/2017


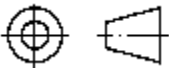
Nº da folha: 1.3.2

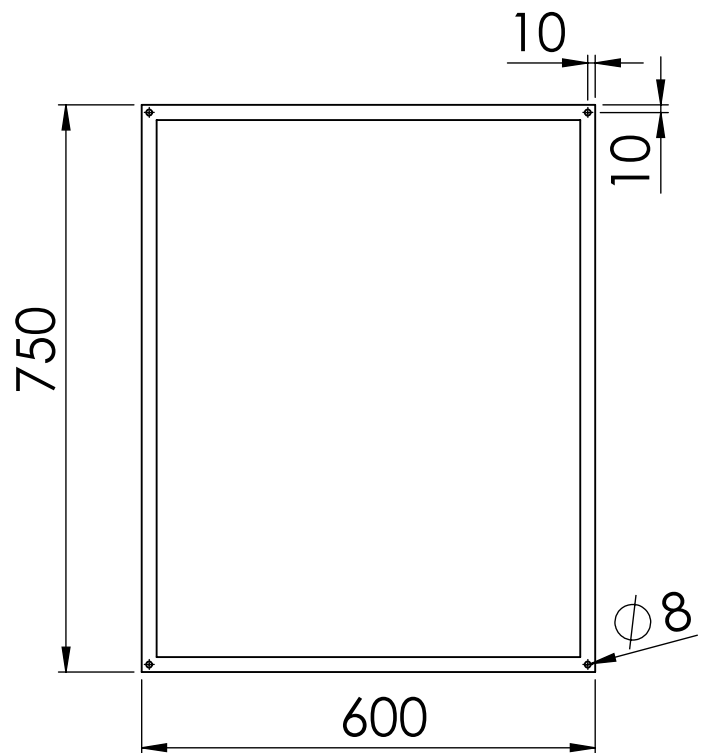
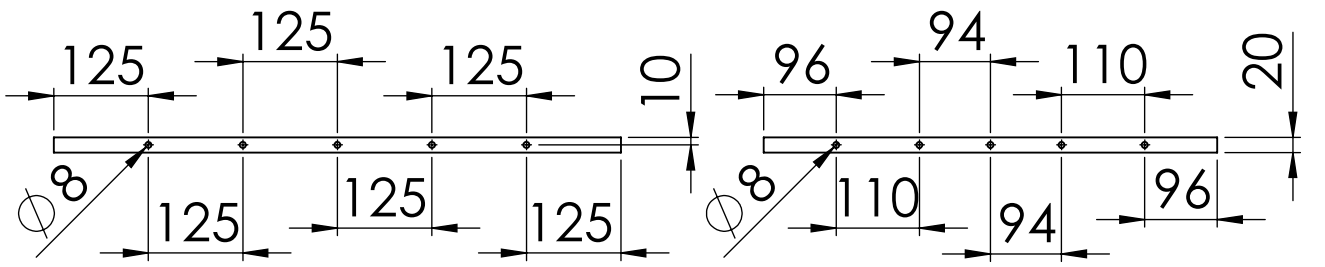



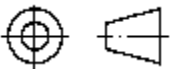


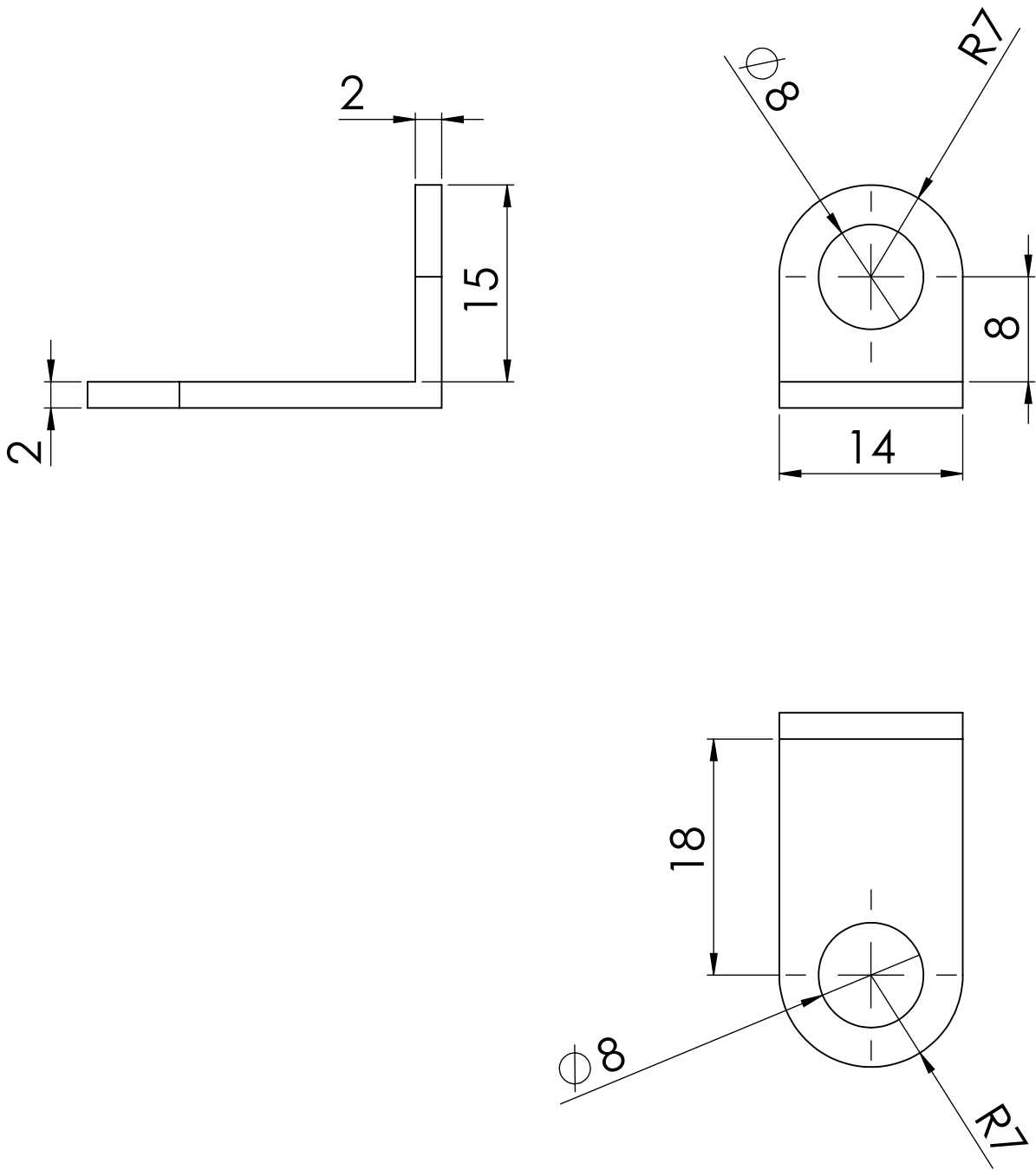
 <b>UnB</b>	Departamento de Engenharia Mecânica - ENM	
	Projeto de um monta-carga	
Projetista	Rafael Avelar César Moreira - 11/0136811	
Material	Aço inoxidável 304	
Unidade: mm	<h1>Parede Traseira</h1>	Escala: 1:10
21/06/2017		Nº da folha: 1.3.3



 <b>UnB</b>	Departamento de Engenharia Mecânica - ENM	
	Projeto de um monta-carga	
Projetista	Rafael Avelar César Moreira - 11/0136811	
Material	Aço Inoxidável 304	
Unidade: mm	<h1>Piso</h1>	Escala: 1:10
21/06/2017		Nº da folha: 1.3.4



 <b>UnB</b>	Departamento de Engenharia Mecânica - ENM	
	Projeto de um monta-carga	
Projetista	Rafael Avelar César Moreira - 11/0136811	
Material	Aço AISI 1045	
Unidade: mm	<h1>Suporte do Piso</h1>	Escala: 1:10
21/06/2017		Nº da folha: 1.3.5



 <b>UnB</b>	Departamento de Engenharia Mecânica - ENM	
	Projeto de um monta-carga	
Projetista	Rafael Avelar César Moreira - 11/0136811	
Material	Aço AISI 1045	
Unidade: mm	<h1>Cantoneira</h1>	Escala: 1:10
21/06/2017		Nº da folha: 1.4