



**UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE**

**Faculdade de Engenharia**

Departamento de Engenharia Electrotécnica

Curso de Engenharia Electrónica

***INTEGRAÇÃO DE UM SISTEMA PARA A LIMITAÇÃO DO EXCESSO DE  
PESO EM ELEVADORES***

Manuel Toni Manjate

**Supervisores:**

**Da Faculdade:** Eng.<sup>a</sup> Ivone Cipriano

**Da Empresa:** Eng.<sup>o</sup> Paulo Azenha

Maputo, Dezembro de 2022

**UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE**

**Faculdade de Engenharia**

Departamento de Engenharia Electrotécnica

Curso de Engenharia Electrónica

***INTEGRAÇÃO DE UM SISTEMA PARA A LIMITAÇÃO DO EXCESSO DE PESO  
EM ELEVADORES***

Manuel Toni Manjate

**Supervisores:**

**Da Faculdade:** Eng.<sup>a</sup> Ivone Cipriano

**Da Empresa:** Eng.<sup>o</sup> Paulo Azenha

Maputo, Dezembro de 2022



**UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE**

**FACULDADE DE ENGENHARIA**

**DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELECTROTÉCNICA**

**TERMO DE ENTREGA DE RELATÓRIO DO ESTÁGIO PROFISSIONAL**

Declaro que o estudante: \_\_\_\_\_,  
entregou no dia \_\_\_/\_\_\_/20\_\_ as \_\_\_ cópias do relatório do seu Estágio Profissional com  
a referência: \_\_\_\_\_ intitulado:

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Maputo, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 20\_\_

O(a) Chefe de Secretaria

\_\_\_\_\_



**UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE**  
**FACULDADE DE ENGENHARIA**  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELECTROTÉNICA

**AVALIAÇÃO DOS SUPERVISORES**

**Autor:** Manuel Toni Manjate

***INTEGRAÇÃO DE UM SISTEMA PARA A LIMITAÇÃO DO EXCESSO  
DE PESO EM ELEVADORES***

**Supervisor da Faculdade**

Nota

---

(Eng.<sup>a</sup> Ivone Cipriano)

**Supervisor da Instituição (EMP)**

Nota

---

(Eng.<sup>o</sup> Paulo Azenha)

**UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE**  
**FACULDADE DE ENGENHARIA**  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELECTROTÉNICA

**ACTA DE ENCONTROS**

|                        |  |       |          |
|------------------------|--|-------|----------|
| REFERÊNCIA DO<br>TEMA: |  | DATA: | 15/09/22 |
|------------------------|--|-------|----------|

1. AGENDA

|  |
|--|
| <ul style="list-style-type: none"><li>• Apresentação do tema de relatório de estágio profissional.</li></ul> |
|--|

2. PRESENÇAS

|            |  |
|------------|--|
| Supervisor |  |
| Estudante  |  |

3. RESUMO DO ENCONTRO

|   |
|---|
| <ul style="list-style-type: none"><li>• Apresentação do termo de atribuição do tema de relatório de estágio profissional.</li></ul> |
| <ul style="list-style-type: none"><li>• Verificação do título do tema e da descrição sumária.</li></ul>                             |

4. RECOMENDAÇÕES

|   |
|---|
| <ul style="list-style-type: none"><li>• Recomendou-se a alteração do título do tema por este ser muito extenso.</li></ul> |
| <ul style="list-style-type: none"><li>• Iniciar com o capítulo introdutório do relatório.</li></ul>                       |

5. OBSERVAÇÕES

|  |
|--|
| <br><br><br><br><br><br><br><br><br><br> |
|--|

|                                 |          |
|---------------------------------|----------|
| 6. DATA PARA O PRÓXIMO ENCONTRO | 13/10/22 |
|---------------------------------|----------|



**UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE**  
**FACULDADE DE ENGENHARIA**  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELECTROTÉNICA

**ACTA DE ENCONTROS**

|                     |  |       |          |
|---------------------|--|-------|----------|
| REFERÊNCIA DO TEMA: |  | DATA: | 13/10/22 |
|---------------------|--|-------|----------|

1. AGENDA

|  |
|--|
| <ul style="list-style-type: none"><li>• Apresentação e análise do capítulo introdutório do trabalho.</li></ul> |
|--|

2. PRESENÇAS

|            |  |
|------------|--|
| Supervisor |  |
| Estudante  |  |

3. RESUMO DO ENCONTRO

|  |
|--|
| <ul style="list-style-type: none"><li>• Houve o esclarecimento de dúvidas sobre a estrutura do trabalho.</li></ul> |
| <ul style="list-style-type: none"><li>• Explicação sobre os subcapítulos do campo introdutório.</li></ul>          |
| <ul style="list-style-type: none"><li>• Alteração do tema do relatório.</li></ul>                                  |

4. RECOMENDAÇÕES

|   |
|---|
| <ul style="list-style-type: none"><li>• Recomendou-se a alteração da introdução.</li></ul>  |
| <ul style="list-style-type: none"><li>• A modificação do objectivo geral para que este pudesse enquadrar-se ao título do tema e a alteração dos objectivos específicos, pautando por apresentar os objectivos específicos que ajudarão alcançar o objectivo geral do relatório.</li></ul> |
| <ul style="list-style-type: none"><li>• A definição do problema e justificativa devem estar mais claros.</li></ul>  |

5. OBSERVAÇÕES

|  |
|--|
| <br><br><br><br><br><br><br><br><br><br> |
|--|

|                                 |          |
|---------------------------------|----------|
| 6. DATA PARA O PRÓXIMO ENCONTRO | 03/11/22 |
|---------------------------------|----------|



**UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE**  
**FACULDADE DE ENGENHARIA**  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELECTROTÉNICA

**ACTA DE ENCONTROS**

|                     |  |       |          |
|---------------------|--|-------|----------|
| REFERÊNCIA DO TEMA: |  | DATA: | 03/11/22 |
|---------------------|--|-------|----------|

**1. AGENDA**

- Apresentação e análise das alterações feitas no capítulo introdutório e do desenvolvimento da revisão bibliográfica.

**2. PRESENÇAS**

|            |  |
|------------|--|
| Supervisor |  |
| Estudante  |  |

**3. RESUMO DO ENCONTRO**

- Esclarecimento de dúvidas com relação ao capítulo introdutório e da revisão bibliográfica.

**4. RECOMENDAÇÕES**

- Especificar os motivos da escolha do tema do relatório na justificativa.
- Continuar com o progresso da revisão bibliográfica.
- Apresentar na revisão bibliográfica os componentes a serem usados na implementação da integração do sistema.

**5. OBSERVAÇÕES**

|  |
|--|
|  |
|--|

|  |          |
|--|----------|
| <b>6. DATA PARA O PRÓXIMO ENCONTRO</b> | 17/11/22 |
|--|----------|



**UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE**  
**FACULDADE DE ENGENHARIA**  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELECTROTÉNICA

**ACTA DE ENCONTROS**

|                     |  |       |          |
|---------------------|--|-------|----------|
| REFERÊNCIA DO TEMA: |  | DATA: | 17/11/22 |
|---------------------|--|-------|----------|

**7. AGENDA**

|   |
|---|
| <ul style="list-style-type: none"><li>• Apresentação e análise do progresso do relatório de estágio profissional.</li></ul> |
|---|

**8. PRESENÇAS**

|            |  |
|------------|--|
| Supervisor |  |
| Estudante  |  |

**9. RESUMO DO ENCONTRO**

|  |
|--|
| <ul style="list-style-type: none"><li>• Análise e modificação de alguns pontos no capítulo introdutório e verificação da revisão bibliográfica do relatório.</li></ul> |
|--|

**10. RECOMENDAÇÕES**

|   |
|---|
| <ul style="list-style-type: none"><li>• Apresentar um diagrama de blocos para a explicação do funcionamento e composição de um elevador, especificando o tipo de elevadores nos quais será integrado o sistema.</li></ul> |
| <ul style="list-style-type: none"><li>• Nas considerações finais do trabalho, responder aos objectivos específicos do trabalho, apresentar os constrangimentos e recomendações.</li></ul>                                 |

**11. OBSERVAÇÕES**

|  |
|--|
|  |
|--|

### **Declaração**

Declaro que este relatório é resultado da minha investigação pessoal e das orientações dos meus supervisores, o seu conteúdo e todas as fontes consultadas estão devidamente mencionadas no texto, nas notas e na bibliografia final.

Declaro que este trabalho não foi apresentado em nenhuma outra instituição para obtenção de qualquer grau académico.

\_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_

Assinatura:

\_\_\_\_\_

## **Dedicatória**

Dedico este trabalho aos meus pais: Fátima Laurinda Nhasime e Toni Manuel Manjate, que tiveram um grande papel como educandos e continuaram incansavelmente alimentando o grande sonho que é a realização da licenciatura. Dedico também a todos que directa ou indirectamente contribuíram para o meu desenvolvimento pessoal, educacional, social e profissional.

## **Agradecimentos**

Primeiramente agradecer a Deus pelo dom da vida, por me ter guiado ao longo desta jornada, pelas bênçãos e oportunidades por ele proporcionadas. Agradecer aos meus pais que deram suporte e incentivo para chegar onde me encontro actualmente.

Agradecer a minha parceira e aos meus amigos especialmente Abel Junga, Auderílio Macuacua, Gabriel Nhancume, Octávio Milauv e Maximiano Coelho que ajudaram-me imenso de forma directa e indirecta na realização de diversos objectivos, pelo suporte e puxões de orelha, estes foram de grande importância para a realização e conclusão deste trabalho.

Agradecer a supervisora da faculdade a Eng.<sup>a</sup> Ivone Cipriano por ter aceitado a responsabilidade de me supervisionar, pela disponibilidade para a resolução de dúvidas com a realização deste trabalho. Ao Supervisor da empresa o Eng.<sup>o</sup> Paulo Azenha pelas dicas e pelo suporte durante a realização do estágio e pela disponibilidade para o esclarecimento de dúvidas durante a realização do trabalho.

Agradecer a toda equipe técnica da Elevadores Microprocessor, em especial as equipas de manutenção pelo suporte, pela instrução e pelos conhecimentos transmitidos ao longe deste estágio.

## **Resumo**

Os sistemas de controlo de carga para elevadores, também conhecidos como sistemas pesa cargas, destinam-se ao controlo da movimentação do elevador em situações de excesso de peso fazendo um monitoramento em tempo real do peso da cabina do elevador através de sensores de carga em associação com controladores de carga que efectuarão o controlo do elevador. Para a integração destes sistemas existem diversos métodos, sendo dos mais práticos a aplicação de sensores de carga nos cabos de aço que suspendem a cabina do elevador, em associação com controladores de carga que decidirão sobre o movimento do elevador nas situações em que o elevador estiver com excesso de peso.

A integração destes sistemas incrementa a segurança dos elevadores para os utilizadores, prevenindo que utilizadores fiquem presos nos elevadores em caso de avarias que surgem devido ao excesso de peso e evitam desgastes no equipamento do elevador aumentando a sua vida útil.

**Palavras-chave:** Elevadores, Segurança, Controlador de carga, Sensores de carga.

## **Abstract**

Load control systems for elevators, also known as weighing systems, are intended to control the movement of the elevator in situations of excess weight, making a real-time monitoring of the weight of the elevator car through load sensors in association with load controllers that will perform the control of the elevator. There are several methods for the integration of these systems, the most practical being the application of load sensors in the steel wire ropes that suspend the elevator car, in association with load controllers that will decide on the elevator movement in situations where the elevator is overweight.

The integration of these systems increases the safety of the elevators for the users, preventing users from being trapped in the elevators in case of malfunctions that arise due to excess weight, and avoiding load excess and tear on the elevator equipment, increasing its useful life.

Keywords: Elevators, safety, load controller, load sensors.

# ÍNDICE

|   |           |
|---|-----------|
| <b>INTRODUÇÃO .....</b>   | <b>1</b>  |
| 1.1. INTRODUÇÃO .....   | 2         |
| 1.2. DEFINIÇÃO DO PROBLEMA .....  | 2         |
| 1.4. OBJECTIVOS.....  | 5         |
| 1.4.1. <i>Objectivo Geral:</i> .....  | 5         |
| 1.4.2. <i>Objectivos Específicos:</i> .....                                       | 5         |
| 1.5. METODOLOGIA.....   | 5         |
| <b>REVISÃO LITERÁRIA .....</b>  | <b>6</b>  |
| 2.1. ELEVADORES .....   | 7         |
| 2.2. BREVE HISTORIAL DOS ELEVADORES .....   | 7         |
| 2.3. TIPOS DE ELEVADORES .....  | 9         |
| <b>2.4. CARACTERÍSTICAS FUNDAMENTAIS DOS ELEVADORES .....</b>                     | <b>13</b> |
| <b>2.5. TIPOS DE ACCIONAMENTO .....</b>   | <b>13</b> |
| 2.5.1. <i>Corrente alternada – uma velocidade</i> .....                           | 14        |
| 2.5.2. CORRENTE ALTERNA – DUAS VELOCIDADES.....                                   | 14        |
| 2.5.3. <i>Accionamento por Tensão e Frequência Variáveis</i> .....                | 14        |
| 2.6. SISTEMAS DE COMANDO .....  | 15        |
| 2.6.1. <i>Comando automático colectivo</i> .....                                  | 16        |
| 2.6.2. <i>Comando automático colectivo selectivo na descida</i> .....             | 16        |
| 2.6.3. <i>Comando automático colectivo selectivo na subida e na descida</i> ..... | 16        |
| 2.6.4. <i>Comando em grupo</i> .....  | 17        |
| 2.7. PRINCIPAIS COMPONENTES DE UM ELEVADOR.....                                   | 18        |
| 2.7.1. <i>Casa das máquinas</i> .....   | 19        |
| 2.7.2. <i>Caixa de Corrida ou Caixa</i> .....                                     | 21        |
| 2.7.2.9. Sistema de Polias .....  | 26        |
| 2.7.2.10. Corrente de compensação .....   | 27        |
| 2.7.3 <i>Poço</i> .....   | 28        |
| 2.8. PRINCÍPIO DE FUNCIONAMENTO DE GERAL DO ELEVADOR .....                        | 29        |
| 2.9. SISTEMAS DE PESA CARGAS .....  | 29        |
| 2.9.1. <i>Controlador</i> .....   | 30        |
| 2.9.2. <i>Células de carga</i> .....  | 31        |
| 2.9.2.1. <i>Princípio de Funcionamento</i> .....                                  | 31        |
| 2.9.2.1.1. <i>Strain Gauge</i> .....  | 31        |

|  |           |
|--|-----------|
| 2.9.3. <i>Display ou Indicador de Cabina</i> .....             | 34        |
| <b>APRESENTAÇÃO DA EMPRESA</b> .....                           | <b>36</b> |
| 3.1. ELEVADORES MICROPROCESSOR, LDA .....                      | 37        |
| <i>Áreas de Intervenção</i> .....                              | 37        |
| <b>IMPLEMENTAÇÃO</b> .....                                     | <b>38</b> |
| 4.1. SITUAÇÃO ACTUAL .....                                     | 39        |
| 4.2. DESCRIÇÃO DA SOLUÇÃO ESCOLHIDA .....                      | 40        |
| 4.2.1. <i>Diagrama esquemático</i> .....                       | 42        |
| 4.2.2. INSTALAÇÃO E CONFIGURAÇÃO DO SISTEMA .....              | 42        |
| 4.2.2.1. Procedimento de montagem do sensor de carga LMC ..... | 42        |
| 4.2.2.2. Instalação do LM3D .....                              | 43        |
| 4.2.2.3. Programação do LM3D .....                             | 46        |
| 4.2.2.3.1. Procedimento para a programação do LM3D.....        | 47        |
| 4.2.2.3.2. Conexão do LM3D ao Elevador.....                    | 48        |
| 4.3. <i>Avaliação económica</i> .....                          | 49        |
| 4.4. PLANO DE MANUTENÇÃO DO EQUIPAMENTO .....                  | 49        |
| 4.4.1. <i>Manutenção preventiva</i> .....                      | 49        |
| 4.4.2. <i>Manutenção correctiva</i> .....                      | 50        |
| .....  | 51        |
| <b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....                              | <b>51</b> |
| 5.1. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES .....                          | 52        |
| <b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....                        | <b>53</b> |
| <b>ANEXOS</b> .....  | <b>1</b>  |
| .....  | 1         |
| <b>APÊNDICES</b> .....   | <b>1</b>  |

## Índice de Figuras

|  |    |
|--|----|
| FIGURA 1 – ILUSTRAÇÃO DE DOIS ELEVADORES. ....   | 7  |
| FIGURA 2 - CONSTRUÇÃO DE UMA PIRÂMIDE.....   | 8  |
| FIGURA 3 - ELISHA OTIS, INVENTOR DO PRIMEIRO SISTEMA DE SEGURANÇA CONTRA QUEDAS PARA OS ELEVADORES. ....         | 9  |
| FIGURA 4 – ILUSTRAÇÃO DE UM ELEVADOR HIDRÁULICO.....   | 10 |
| FIGURA 5 - ILUSTRAÇÃO DE UM ELEVADOR A TRACÇÃO. ....   | 11 |
| FIGURA 6 - POSICIONAMENTO DOS COMPONENTES DO ELEVADOR SEM CASA DAS MÁQUINAS. ....                                | 12 |
| FIGURA 7 - COMPARAÇÃO DA VARIAÇÃO DE VELOCIDADE ENTRE OS TIPOS DE ACCIONAMENTO. ....                             | 15 |
| FIGURA 8 - COMPONENTES BÁSICOS DE UM ELEVADOR.....   | 18 |
| FIGURA 9 - DIAGRAMA DE BLOCOS DA DISTRIBUIÇÃO DOS PRINCIPAIS COMPONENTES DE UM ELEVADOR. ....                    | 19 |
| FIGURA 10 - FIGURA 10 - ILUSTRAÇÃO DE UMA CASA DAS MÁQUINAS DOS ELEVADORES. ....                                 | 19 |
| FIGURA 11 - ILUSTRAÇÃO DE UMA MÁQUINA DE TRACÇÃO USADA NOS ELEVADORES. ....                                      | 20 |
| FIGURA 12 - ILUSTRAÇÃO DE UM LIMITADOR DE VELOCIDADE. ....   | 20 |
| FIGURA 13 - ILUSTRAÇÃO DE UM QUADRO DE COMANDO DOS ELEVADORES. ....  | 21 |
| FIGURA 14 - ILUSTRAÇÃO DA CAIXA DE CORRIDA DE UM ELEVADOR. ....  | 22 |
| FIGURA 15 - ILUSTRAÇÃO DA CABINA DE UM ELEVADOR. ....  | 23 |
| FIGURA 16 - CABOS DE AÇO DESCENDO AO POÇO DO ELEVADOR. ....  | 23 |
| FIGURA 17 - SENSOR MAGNÉTICO PARA LEITURA DO POSICIONAMENTO DE ELEVADOR. ....                                    | 24 |
| FIGURA 18 - ILUSTRAÇÃO DE UM OPERADOR DE PORTAS. ....  | 24 |
| FIGURA 19 - ILUSTRAÇÃO DO CONTRAPESO DE UM ELEVADOR. ....  | 25 |
| FIGURA 20 - ILUSTRAÇÃO DE CABOS DE MANOBRA NA CAIXA DE CORRIDA. ....   | 26 |
| FIGURA 21 - SISTEMA DE POLIAS. ....  | 27 |
| FIGURA 22 - PRINCIPAIS COMPONENTES DE UM SISTEMA DE TRACÇÃO DE UM ELEVADOR CONVENCIONAL DE TRACÇÃO DIRECTA. .... | 27 |
| FIGURA 23 - ILUSTRAÇÃO DE UMA RODA TENSORA NO POÇO DE UM ELEVADOR.....   | 28 |
| FIGURA 24 - ILUSTRAÇÃO DE DUAS MOLAS NO POÇO DE UM ELEVADOR.....   | 28 |
| FIGURA 25 - SISTEMAS DE PESA CARGAS MULTIMARCAS. ....  | 30 |
| FIGURA 26 - EXEMPLO DE UM CONTROLADOR DE CARGA CE-LE DA CENTA.....   | 30 |
| FIGURA 27 - ILUSTRAÇÃO DE DOIS EXTENSÓMETROS. ....   | 32 |
| FIGURA 28 - DIAGRAMA ESQUEMÁTICO DE UM EXTENSÓMETRO DE FITA METÁLICA, COLADO SOBRE UM CAMPO DE PROBA. ....       | 33 |
| FIGURA 29 - ESQUEMA DE LIGAÇÃO DOS EXTENSÓMETROS. ....   | 33 |
| FIGURA 30 - ILUSTRAÇÃO DE UM INDICADOR DE CABINA BÁSICO ML DA MICELECT.....                                      | 34 |
| FIGURA 31 - TÉCNICOS DA EMP DURANTE UMA MANUTENÇÃO.....  | 37 |
| FIGURA 32 - PLACA DE INFORMAÇÃO DOS LIMITES DE UM ELEVADOR DA THYSSENKRUPP. ....                                 | 39 |
| FIGURA 33 - UNIDADE DE CONTROLO DE CARGA LM3D.....   | 40 |
| FIGURA 34 - ILUSTRAÇÃO DO SENSOR PESA CARGAS LMC. ....   | 41 |

|  |    |
|--|----|
| FIGURA 35 - INDICADOR DE CABINA PROGRESSIVO LPM. ....  | 41 |
| FIGURA 36 - ILUSTRAÇÃO DA INTERLIGAÇÃO ENTRE O LM3D, LMC E O LPM. ....                               | 42 |
| FIGURA 37 - ILUSTRAÇÃO DA INSTALAÇÃO DO LMC. ....  | 43 |
| FIGURA 38 - ILUSTRAÇÃO DE UM CONTROLADOR DE CARGA LM3D. ....   | 44 |
| FIGURA 39 - CONEXÃO SINAL DE BLOQUEIO DO CONTROLADOR.....  | 45 |
| FIGURA 40 - ILUSTRAÇÃO DE UM MICRO INTERRUPTOR QUE PODE SER USADO PARA A ACTIVAÇÃO DO BLOQUEIO. .... | 45 |
| FIGURA 41 - TELA E TECLAS DO CONTROLADOR LM3D. ....  | 46 |

## **Índice de Tabelas**

|  |    |
|--|----|
| TABELA 1 - RELAÇÃO ENTRE VELOCIDADE E CAPACIDADE DA CABINA. ....         | 13 |
| TABELA 2 - LIMITES DE VELOCIDADE PARA CADA TIPO DE ACCIONAMENTO.....     | 15 |
| TABELA 3 - ESPECIFICAÇÃO DA CONEXÃO DO SENSOR NO CONTROLADOR. ....       | 46 |
| TABELA 4 - CUSTO DO MATERIAL NECESSÁRIO PARA O SISTEMA. ....             | 49 |
| TABELA 5 - CÓDIGOS DE ERRO PARA A MANUTENÇÃO CORRECTIVA DO SISTEMA. .... | 50 |

## **Abreviaturas**

LED – Light Emitting Diode

Vac – Voltage Alternating Current

Vdc – Voltage Direct Current

VFD – Variable Frequency Drive

VVVF – Variable Voltage Variable Frequency

# **CAPÍTULO 1**

## **INTRODUÇÃO**

## **1.1. Introdução**

“Desde sempre o ser humano utiliza sua criatividade para modificar o ambiente a sua volta, facilitar e melhorar sua condição de vida. A automação segue esse princípio e ainda leva-o além. Com o crescimento da sociedade moderna e o aumento da competitividade de mercado, as pessoas têm de encontrar meios alternativos de realizar suas tarefas diárias, razão pela qual se pode dizer que a automação moderna tem como objectivo prover o conforto para seus utilizadores. Exemplos disso são as casas inteligentes, os sistemas de irrigação automáticos e sistemas de segurança com conectividade via internet, com o qual o utilizador pode controlar tudo de seu *smartphone* de onde estiver.” [4]

O controlo automático é amplamente usado em diversas áreas com o principal objectivo de aumentar a precisão, confiabilidade e qualidade de um processo ou produto. Um grande exemplo de dispositivos cujo seu funcionamento resulta da implementação da automação são os elevadores, aparelhos de movimentação vertical com propósito de transportar pessoas e bens.

Visto que os elevadores são um meio de transporte muito utilizados, é de extrema importância eliminar-se toda e qualquer possibilidade de acidentes nos mesmos, e para que se cumpra com este ponto o dimensionamento de elevadores mais seguros torna-se indispensável. Com a evolução das tecnologias, várias ferramentas foram desenvolvidas com o intuito de modelar de forma eficiente e precisa os sistemas automatizados de controlo de elevadores. O controlo automático de um elevador tem como finalidade garantir o deslocamento seguro, rápido e eficiente, tanto para passageiros como para cargas.

## **1.2. Definição do problema**

Os ascensores ou elevadores são aparelhos indispensáveis para a locomoção de pessoas em edifícios, permitindo o deslocamento prático e eficaz por entre os compartimentos do edifício. Estes por sua vez quando implementados e usados de forma correcta facilitam a mobilidade, com total segurança e autonomia. Pela grande importância deste aparelho, estes têm sido amplamente implementados e são usados com muita frequência nos edifícios.

Segundo o Boletim da República (III Série - Nº 136 de 2018), “quando o edifício de apartamentos tiver mais de cinco pisos ou altura igual ou superior a 15,0 metros será obrigatória à instalação de dois elevadores, no mínimo, com *hall* de serviços, independentes, comunicando-se em todos os pavimentos”.

O crescente desenvolvimento metropolitano e populacional e o aumento da confiança com relação ao uso dos elevadores, implica um maior fluxo de pessoas deslocando-se no interior dos edifícios residenciais, comerciais e corporativos.

Justamente pela facilidade de locomoção e sua forte presença, algumas pessoas acabam não percebendo algumas informações fundamentais para a sua própria segurança. Um delas, por exemplo, é em relação limite de carga no elevador, que deve ser sempre respeitado. Isso porque o excesso de peso pode prejudicar o bom funcionamento do equipamento e colocar em risco o próprios utentes. Em caso concreto, observa-se o não cumprimento destes limites principalmente em edifícios comerciais e corporativos, nas horas de maior fluxo de movimento de pessoas nas quais os elevadores são submetidos a situações extremas, sendo obrigados a operar acima dos limites seguros. Um dos pontos de segurança mais sensíveis é a sobrelotação do elevador, o que conseqüentemente sobrecarrega a estrutura que suporta o elevador e o equipamento que garante o seu movimento, resultando em desgastes prematuros do elevador e a sua paralisação, factores que colocam em risco a vida dos utilizadores deste meio de transporte.

Segundo a CREL Elevadores (2022), “Um elevador com carga acima da permitida pode provocar riscos aos passageiros e ao seu próprio desempenho, causando assim gastos maiores com troca de peças e intervenções. Por isso, é importante estar sempre atento aos avisos que são colocados para informar o limite de carga permitido. Todo elevador deve possuir uma placa que indica sua capacidade em números de passageiros e o equivalente em quilos”.

Segundo a Surmonter Elevadores (2021), “No ano passado, um elevador projectado para carregar quatro pessoas despencou na cidade de Blumenau (SC). O veículo transportava sete passageiros. Esse acidente é um exemplo do que acontece quando as pessoas não respeitam a carga máxima dos elevadores”.

Que mecanismos podem ser implementados de forma a limitar o excesso de peso nos elevadores?

### **1.3. Justificativa**

Sabe-se que os elevadores são de extrema importância facilitando a locomoção do ser humano e no transporte de bens. O tema deste trabalho foi motivado pela conjugação de vários factores, por um lado, permitirá ao estudante implementar na prática os mais diversos conhecimentos adquiridos ao longo do curso, fazendo-se uma associação entre a Automação, Instrumentação e Electricidade, servindo também como uma porta de entrada para o desenvolvimento profissional e como ponto de partida para a exploração de diversos campos na qual estes conhecimentos poderão ser aplicados, o estudo irá habilitar o estudante no desenvolvimento de competências nas áreas relacionadas ao tema.

No âmbito da conclusão do curso, estágio profissional foi escolhido como forma de culminação, surgida também a oportunidade de realização do estágio na Elevadores Microprocessor, Lda, uma empresa renomada no ramo dos elevadores, a implementação deste sistema aumentará ainda mais a credibilidade da empresa, especialmente na implementação de projectos de modernização de elevadores, conquistando ainda mais clientes interessados neste tipo de serviços.

O excesso de peso nos elevadores é um grande factor de risco para os utilizadores em muitos dos casos este problema surge da imprudência e impaciência dos utilizadores, colocando as suas próprias vidas em risco. A realização deste estudo permitira explorar métodos eficazes de limitar ou eliminar o problema de excesso de peso nos elevadores, tornando as viagens nos elevadores mais seguras e confortáveis para os utilizadores.

## **1.4. Objectivos**

### **1.4.1. Objectivo Geral:**

Integrar um sistema para limitar o excesso de peso em elevadores.

### **1.4.2. Objectivos Específicos:**

- Descrever o modelo de funcionamento dos elevadores.
- Identificar e especificar os componentes fundamentais para o sistema de limitação de sobrecarga em elevadores;
- Apresentar um protótipo de um sistema de limitação de excesso de peso em elevadores.

## **1.5. Metodologia**

A metodologia usada para alcançar os objectivos traçados apoia-se a:

- Recolha de informações referentes ao sistema por meio de pesquisas literárias, pesquisas em *websites*, blogs e fóruns;
- Consultas e entrevistas aos Engenheiros e Técnicos da empresa;
- Consultas com o supervisor da Faculdade e da Empresa.

# **CAPÍTULO 2**

## **REVISÃO LITERÁRIA**

## 2.1. Elevadores

Durante o século XIX a vida era praticamente horizontal, isto porque não existiam edifícios com mais de três pisos. Porém em 1852, o inventor Elisha Graves Otis movido pelo acelerado crescimento das grandes metrópoles, criou um dispositivo para evitar que o cabo de suspensão do elevador arrebentasse, impedindo uma eventual queda do elevador e tornando-o muito mais seguro. Graças a esta invenção, surgiu a grande possibilidade de as cidades crescerem muito mais verticalmente.

Segundo a Associação Brasileira de normas técnicas (1977), “o Elevador é um aparelho estacionário provido de cabina que se move aproximadamente na vertical entre guias, servindo a níveis distintos e destinados ao transporte de pessoas e cargas”.

*Figura 1 – Ilustração de dois elevadores.*



Fonte: <https://revistacasaejardim.globo.com/Curiosidades/noticia/2021/09/elevadores-10-duvidas-mitos-e-verdades-sobre-o-equipamento.html>.

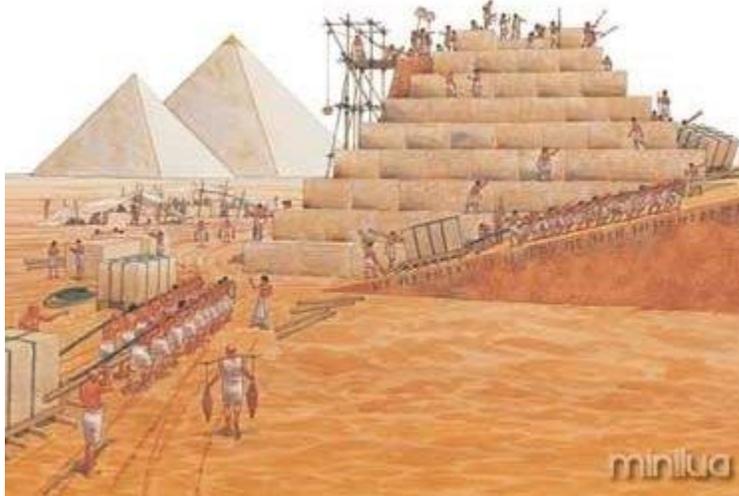
## 2.2. Breve Historial dos elevadores

Desde os primórdios da civilização que Homem sente a necessidade de aproveitar as possibilidades do mundo de forma vertical, vemos exemplos como a grande pirâmide de Gizé no Egito ou o Coliseu de Roma na Itália que são edificações que demonstram a grandeza do ser Humano. Para a concepção destes, era necessária uma forma de transportar os materiais necessários a níveis cada vez mais superiores, ou até para

e levar a água dos rios foi necessário optar por métodos mais eficazes de o fazer, neste caso, os elevadores.

Segundo a Rays Elevadores, “As primeiras utilizações de elevadores que se tem notícia datam de 1500 a.C., quando os egípcios elevavam as águas do Rio Nilo, por meio da utilização de animais e pessoas para realizarem a tracção que puxavam grandes vasilhames com a água”.

*Figura 2 - Construção de uma pirâmide.*



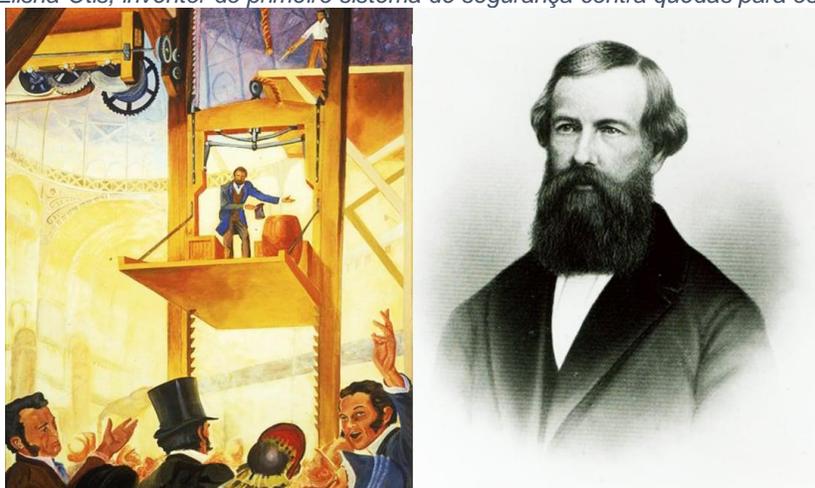
*Fonte: Fonte: <https://www.rayselevadores.com.br/noticias/a-historia-do-elevador>.*

A tecnologia dos elevadores começou a avançar significativamente no século XIX, alterando a sua forma de tracção para elevadores movidos a vapor mais posteriormente os elevadores hidráulicos, que eram especialmente usados para o transporte de materiais nas fábricas, armazéns e minas. Por estes tempos, os elevadores ainda não eram seguros para transporte humano, más isso mudou quando em 1853 numa feira em Nova Iorque, Elisha Otis, inventou um dispositivo que evitava que o elevador despencasse em caso os cabos rompessem ou por outros factores.

A Rays Elevadores diz ainda sobre a invenção do Elisha Otis que “O grande diferencial era que a plataforma desenvolvida era baseada em trilhos serrilhados que prendiam a plataforma se ela perdesse sustentação e freios ocultos de segurança – essência de seu novo invento – evitavam que a plataforma caísse no solo”.

Esta invenção foi praticamente o pontapé de partida para o surgimento de edificações muito maiores, como os arranha-céus e o aumento da segurança neste meio de transporte aumentou a confiança das pessoas quanto ao seu uso.

Figura 3 - Elisha Otis, inventor do primeiro sistema de segurança contra quedas para os elevadores.



Fonte: <https://www.6sqft.com/elisha-otis-now-162-year-old-invention-made-skyscrapers-practical/>.

Com a evolução dos motores, métodos de controlo o surgimento e implementação da electricidade como fonte de alimentação para os elevadores, a segurança e velocidade aumentou consideravelmente.

Segundo a *Elevator History*, “O primeiro elevador eléctrico foi construído pelo inventor alemão Wener Von Siemens em 1880”.

A implementação da electricidade e mais posteriormente da electrónica nos elevadores, garantiu que este evoluísse gradualmente até aos extremos que podemos observar nos dias actuais, implementação de novas e diversas variáveis para além das fundamentais para tornar este meio de transporte cada vez mais eficaz e seguro.

### **2.3. Tipos de elevadores**

Existem basicamente dois tipos de elevadores de passageiros, que são diferenciados pela tecnologia neles utilizada, modo de funcionamento e aplicação. São eles:

#### **2.3.1. Elevadores Hidráulicos**

Segundo a Elevadores São Paulo, “Estes são movidos por um pistão localizado dentro de um cilindro, os elevadores hidráulicos possuem também um motor que faz com que

o óleo hidráulico seja bombeado para deslocar o bastão e, assim, obter o movimento para cima ou para baixo.”

Os elevadores hidráulicos proporcionam viagens mais tranquilas e suaves, requer menos esforço do motor, principalmente pelo facto de este só precisar exercer grande esforço para elevar o pistão, e no momento da descida esta é feita com base na força da gravidade, em contrapartida este tipo de elevador não pode ser usado em edifícios de médio e grande porte devido as suas limitações.

*Figura 4 – Ilustração de um elevador hidráulico.*



*Fonte: <https://www.indiamart.com/proddetail/hydraulic-lift-11410526333.html>.*

### **2.3.2. Elevador com máquina de tracção (Eléctrico)**

Este é o sistema mais utilizado no mundo todo, principalmente em edifícios de médio e de grande porte, ele possui uma velocidade de actuação maior que os elevadores hidráulicos, devido ao seu modelo de criação. Como pode verificar-se pelo nome, este elevador é movido a tracção, consiste em movimentar a cabina que esta suspensa por cabos de aço, polias e contrapesos, accionados por um motor eléctrico, para fornecer a força motora para levar a cabina no ponto desejado.

O elevador a tracção pode ser com casa das máquinas ou sem casa das máquinas.

Figura 5 - Ilustração de um elevador a tracção.



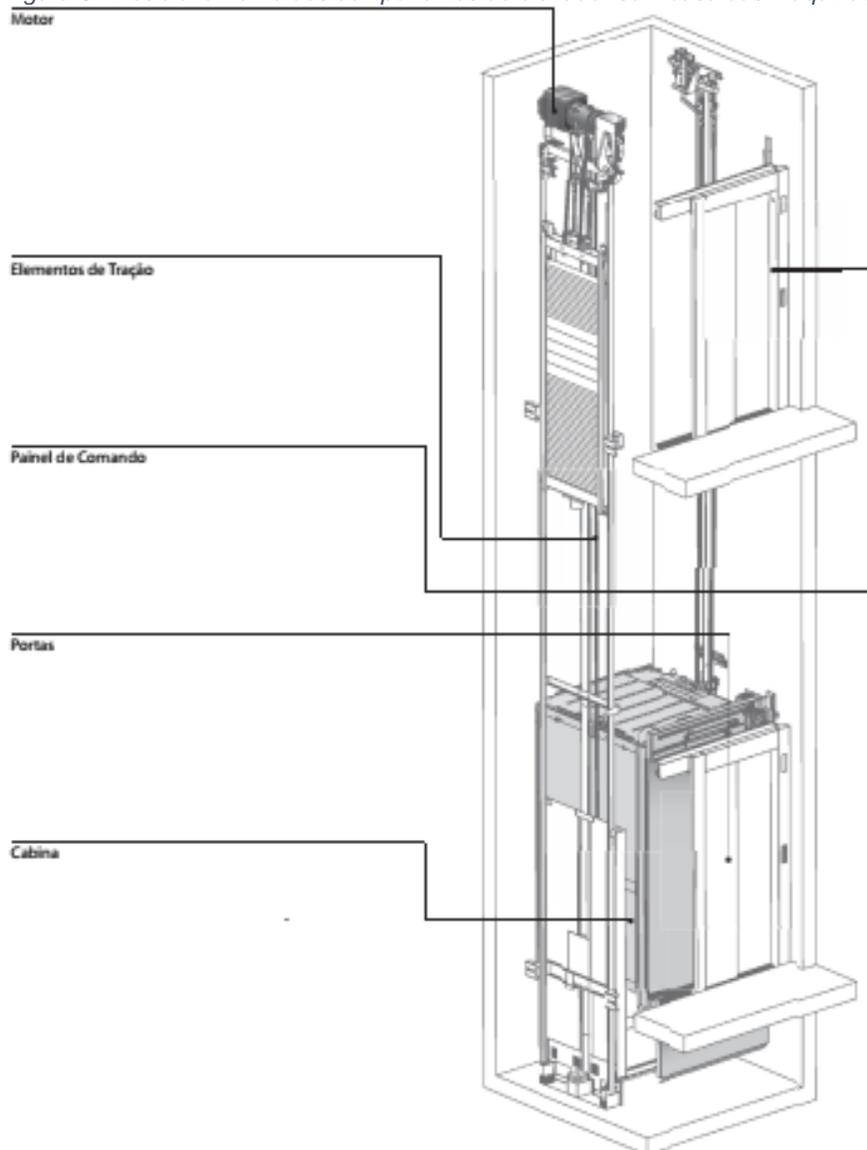
Fonte: <https://crel.com.br/elevadores/elevadores-panoramicos/>.

### **2.3.3 Comparação entre elevador com e sem casa das máquinas**

“A construção de edifícios sem casa de máquinas para instalação de elevadores se tornou possível para edifícios residências de médio porte e edifícios comerciais de pequeno porte e tráfego. Os equipamentos de tracção passam a ser instalados na parte extrema superior da caixa de corrida enquanto os dispositivos de comando se distribuem e pela cabina, botoeiras de chamadas dos patamares e no interior da porta batente no último piso ao lado do elevador”. [5]

O projecto de edifícios com elevadores sem casa das máquinas proporciona maior versatilidade para o projecto arquitectónico, a possibilidade de ocupar o último piso com área de cobertura pra os condomínios ou a construção de mais um piso.

Figura 6 - Posicionamento dos componentes do elevador sem casa das máquinas.



Fonte: Atlas Schindler, Manual de Transporte Vertical em Edifícios

Em comparação aos elevadores com casa das máquinas estes elevadores têm sido a escolha de muitos edifícios nos dias actuais, principalmente devido ao custo de implementação que é reduzido, neste caso, estes são mais económicos e ocupam menos espaço no edifício, permitindo o uso do espaço que seria reservado para a casa das máquinas para outros propósitos. Em contrapartida, estes elevadores têm uma

durabilidade reduzida comparada aos elevadores com casa das máquinas que são mais robustos e também são relativamente menos seguros para os técnicos e inspectores quando se pretendem fazer manutenções ou resgates no elevador.

## 2.4. Características fundamentais dos elevadores

As características básicas que definem um elevador são a velocidade nominal e a lotação da cabina. Após determinadas essas variáveis, tem-se por consequência definidos os equipamentos que comporão o elevador. A tabela 1 mostra as combinações mais usuais e económicas entre velocidade e capacidade:

Tabela 1 - Relação entre Velocidade e Capacidade da cabina.

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

Fonte: Schindler, Manual de Transporte Vertical em Edifícios

A grande maioria dos edifícios residenciais apresenta um fluxo de utilizadores que é bem atendido por elevadores com velocidade de 1,00m/s e capacidade de 6 a 9 pessoas. [5]

## 2.5. Tipos de accionamento

Os motores das máquinas de tracção dos elevadores podem ser accionados através de corrente alternada (CA) ou corrente contínua (CC), sendo a energia eléctrica fornecida pela rede do edifício.

O accionamento por corrente alternada pode ser feito de três formas:

- Corrente alternada – uma velocidade
- Corrente alternada – duas velocidades
- Accionamento por Tensão e Frequência Variáveis (VVVF – Variable Voltage Variable Frequency)

### **2.5.1. Corrente alternada – uma velocidade**

Neste tipo de accionamento, o elevador parte de uma velocidade zero (V0) directamente para a sua velocidade nominal (V1), invertendo o processo na frenagem.

“Utilizado no passado para accionamento de elevadores de passageiros, sua aplicação se restringe hoje ao accionamento de equipamentos de transporte vertical de cargas como monta-cargas. Este accionamento não proporciona qualquer parâmetro de conforto e de consumo de energia exigidos pelo mercado. Não apresenta também compatibilidade com os modernos recursos de *hardware* e *software* dos sistemas de comando microprocessados.” [5]

### **2.5.2. Corrente alterna – duas velocidades**

O elevador parte da mesma forma que o de uma velocidade porém antes da frenagem final reduz a sua velocidade a  $\frac{1}{4}$  da velocidade nominal (V2 – velocidade baixa).

“Esta solução tem parâmetros de conforto e número de partidas por hora que restringem sua aplicação a edifícios de pequeno e médio porte ou média intensidade de tráfego.” [5]

### **2.5.3. Accionamento por Tensão e Frequência Variáveis**

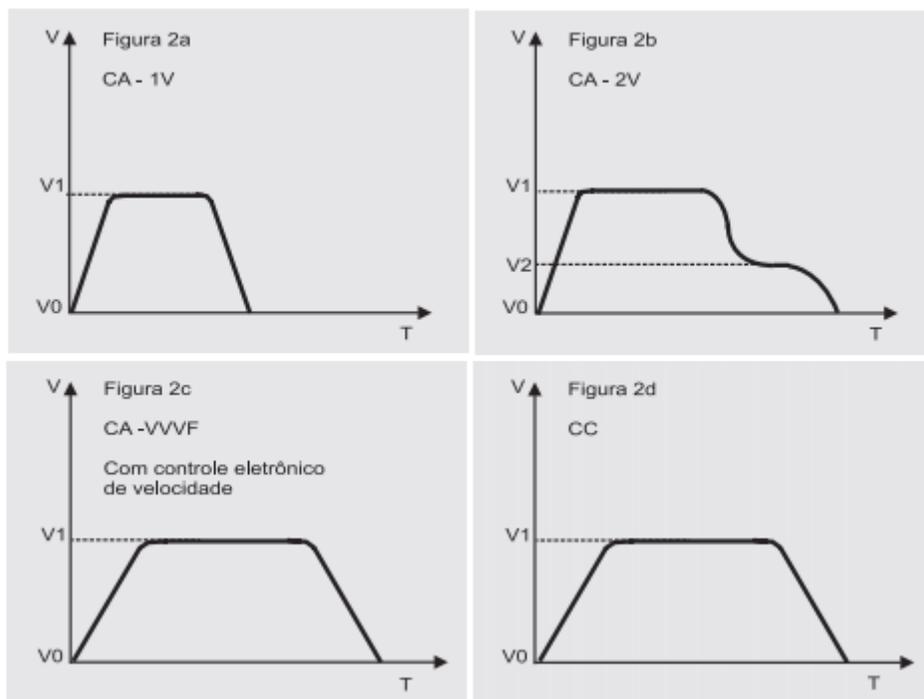
Através de um circuito tiristorizado, a velocidade é controlada em função de um padrão desejado, o que permite obter aceleração (V0 para V1) e desaceleração (V1 para V0) suaves do carro, evitando-se assim o salto na passagem da velocidade alta para zero ou vice-versa.

Esta é a solução tecnológica mais avançada para accionamento de equipamentos de transporte vertical, aliando alto grau de conforto à economia de energia. Supera em até 60% a redução na demanda por energia quando comparada aos sistemas de frenagem

dinâmica (VFD) aos quais veio substituir. Aplicável em edifícios de pequeno, médio e grande porte ou qualquer intensidade de tráfego.

Nas figuras a seguir pode-se observar a diferença básica entre os tipos de accionamento.

Figura 7 - Comparação da variação de velocidade entre os tipos de accionamento.



Fonte: Schindler - Manual de transporte vertical

Cada tipo de accionamento dos acima descritos tem uma faixa de velocidade de actuação, fora do qual o processo se torna técnico ou economicamente inviável:

Tabela 2 - Limites de velocidade para cada tipo de accionamento.

| Tipos de Accionamento           | Faixa de velocidade (m/s) |
|---------------------------------|---------------------------|
| CA – 2V (2V – Duas velocidades) | 0,75 – 1,00               |
| VVVF                            | 0,75 – 10,00              |
| CC                              | 1,00 – 6,00               |

Fonte: Schindler - Manual de Transporte Vertical

## 2.6. Sistemas de Comando

Os sistemas de comando dos elevadores são responsáveis determinar a ordem na qual as chamadas de patamar e cabina serão respondidas, isto seguindo uma programação que é feita tomando em conta o tipo de edifício.

“A finalidade do Comando é estabelecer a prioridade e o sentido de atendimento às chamadas, de acordo com as características do edifício. Para isso são instalados na casa de máquinas painéis de comando e de despacho que controlam a partida, a parada,

o sentido de movimento do carro, a selecção das chamadas e outras funções correlatas.”  
[5]

Os sistemas de comando mais comando podemos encontrar principalmente os descritos a seguir:

### **2.6.1. Comando automático colectivo**

É caracterizado por existirem botões de chamada para cada patamar instalados dentro da cabina e um único botão de chamada instalado em cada patamar, todos ligados ao painel central, de tal forma que todas as chamadas fiquem nele registradas. Durante a viagem a cabina vai efectuando as paragens em ordem sequencial independentemente da ordem em que as chamadas tenham sido registradas e prossegue no sentido de movimento inicial atendendo todas as chamadas feitas.

Este tipo de comando é usual em edifícios de poucos pisos (de 2 até 3 pisos) e movimento reduzido, em que fluxo de tráfego frequente seja entre andares, neste caso, estabelecimentos comerciais e industriais pequenos.

### **2.6.2. Comando automático colectivo selectivo na descida**

Neste tipo as chamadas de patamar somente são respondidas quando o elevador está descendo, a partir do piso no extremo superior (A cobertura). É aplicável em edifícios em que o tráfego flui principalmente entre o terraço e os demais pisos, sem que haja tráfego entre os próprios pisos, neste caso, é ideal para apartamentos.

### **2.6.3. Comando automático colectivo selectivo na subida e na descida**

Caracterizado por existir nos pisos intermediários, dois botões, um de “subida” e um de “descida” e nos pisos extremos um único botão, no piso do extremo superior (Cobertura) um botão para “descida” e no inferior (Rés-do-chão ou cave no caso deste ser o ultimo piso inferior) um botão para “subida”. Neste sistema as chamadas de patamar para subida são escolhidas separadamente das chamadas de patamar para descer, sendo atendidas primeiramente todas as chamadas num sentido e de seguida atendidas as chamadas no sentido oposto.

Aplica-se em edifícios cujo fluxo predominante é entre os pisos, edifícios corporativos, repartições públicas, escritórios em geral e em edifícios residências no Rés-do-chão caso existam pisos inferiores de garagem.

#### **2.6.4. Comando em grupo**

Este tipo de comando é aplicável para um grupo de dois ou mais elevadores que operam em conjunto e que tenham o mesmo número de paragens e somente um piso principal de acesso.

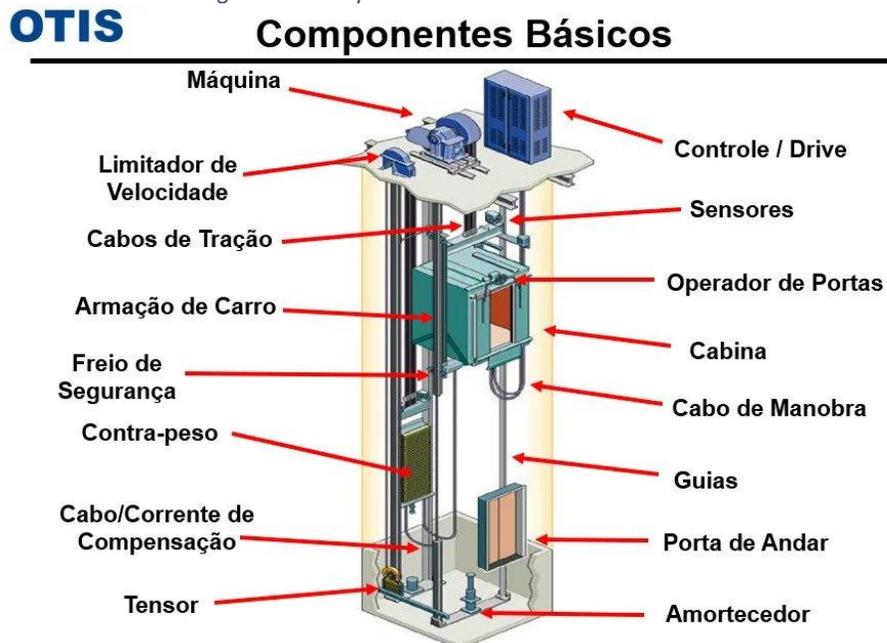
Nos comandos mais simples, além de efectuar a escolha entre chamadas de descida ou chamadas de subida e descida, selecciona também qual elevador deverá responder a determinada chamada de patamar. Os comandos são aplicados em qualquer edifício quando pretende-se garantir um melhor rendimento para o fluxo de tráfego, são também aplicados sempre que não há separação no *hall* de acesso aos elevadores tanto o social como o de serviço e sempre que os elevadores estejam próximos, dispostos em grupo (lado a lado ou frente a frente).

Nos comandos mais complexos, além das escolhas descritas acima, o comando determina, nas horas de pico, quais são as chamadas prioritárias (chamadas de patamar principal, chamadas de subida, chamadas de descida, etc.). Além disso, esses comandos têm extrema flexibilidade, adaptando-se às mais diversas situações de tráfego. Estes são indicados para edifícios com grande fluxo de tráfego.

## 2.7. Principais componentes de um elevador

Um elevador pode possuir mais de 5000 componentes, distribuídos nas principais áreas que compõem o sistema do elevador, a seguir serão apresentados os principais componentes que podem ser encontrados nos elevadores a tracção.

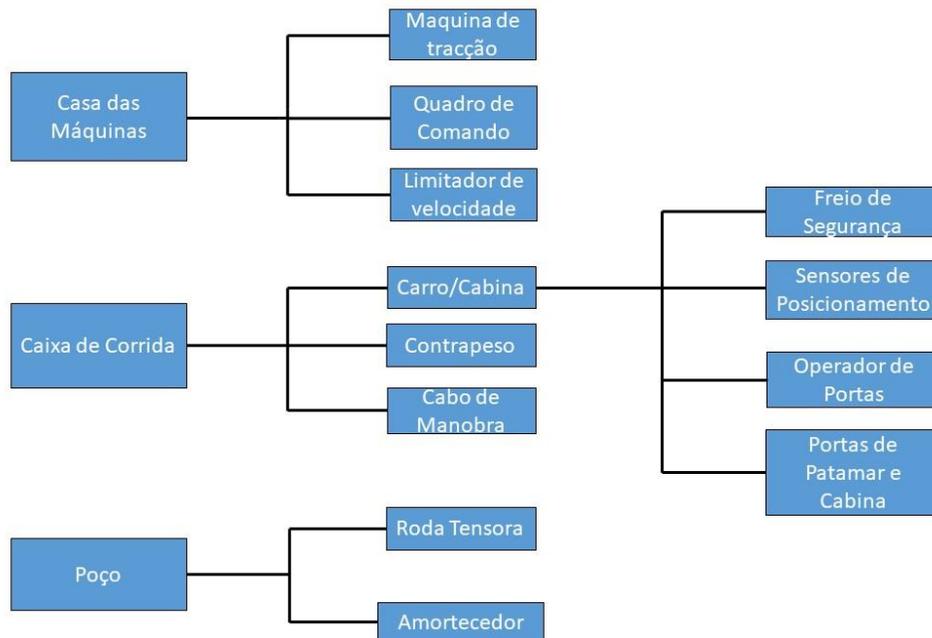
Figura 8 - Componentes Básicos de um elevador.



Fonte: <https://blog.otis.com.br/principais-componentes-do-elevador/>.

Os componentes que constituem um elevador, podem ser encontrados em três (3) áreas importantes, a casa das máquinas, a caixa de corrida e o poço, a distribuição dos principais componentes pode ser observada no diagrama de blocos a seguir e a explicação destes será feita posteriormente.

Figura 9 - Diagrama de blocos da distribuição dos principais componentes de um elevador.



Fonte: O autor.

### 2.7.1. Casa das máquinas

É na casa das máquinas que fica o conjunto de equipamentos e componentes que promovem a movimentação e funcionamento do elevador.

Figura 10 - Ilustração de uma casa das máquinas dos elevadores.



Fonte: O autor.

Na casa das máquinas podemos encontrar os seguintes componentes:

### 2.7.1.1. Máquina de tracção

A máquina de tracção é responsável pelo movimento do equipamento a cada comando de subida ou descida. Ele suporta o peso da cabina incluindo os passageiros e a carga transportada. Também o contrapeso, cabos de aço e correntes de compensação.

Figura 11 - Ilustração de uma máquina de tracção usada nos elevadores.



Fonte: <https://www.canstockphoto.com.br/motor-elevador-46504741.html>.

### 2.7.1.2. Limitador de velocidade

É um componente essencial para a segurança dos passageiros, pois monitora a velocidade do elevador. Caso seja detectado o excesso de velocidade, essa peça acciona automaticamente o freio de segurança do carro (Também chamados comumente de Grifes), freando a mesma e mantendo-a estacionada. [13]

O limitador de velocidade é constituído basicamente de polia, cabo de aço e interruptor.

Figura 12 - Ilustração de um limitador de velocidade.



Fonte: O autor.

### 2.7.1.3. Controle/Drive/Quadro de Comando

Gerência todo o sistema do elevador, processando informações e controlando a resposta de todos os comandos, como estratégia de tráfego, velocidade e precisão nas paradas. Sua lógica pode ser operada através de relés ou circuitos electrónicos com lógica digital. [12]

Figura 13 - Ilustração de um quadro de comando dos elevadores.



Fonte: O autor.

### 2.7.2. Caixa de Corrida ou Caixa

É o espaço físico da edificação, formado por paredes verticais, fundo do poço e tecto, acedido normalmente através das portas de patamar, por onde se movimentam a cabina e contrapeso através dos cabos de aços e das respectivas Guias (Trilhos de aço do tipo

T), estas guias são fixadas em suportes de aço, os quais são chumbados em vigas, de concreto ou de aço, na caixa de corrida.

*Figura 14 - Ilustração da caixa de corrida de um elevador.*



*Fonte: O autor.*

A caixa de corrida é uma área técnica destinada a instalação das seguintes partes do elevador:

### **2.7.2.1. Cabina ou Carro**

Componente responsável pelo transporte de cargas e utilizadores. Por isso, é importante informar qual é sua capacidade máxima, tanto de número de passageiros quanto em carga máxima permitida. Essa sinalização deve ser de fácil acesso e leitura, para evitar excesso de passageiros ou carga.

“A cabina do elevador é montada sobre uma plataforma, em uma armação de aço constituída por duas longarinas fixadas em cabeçotes (Superior e inferior). O conjunto cabina, armação e plataforma denomina-se carro.” [5]

*Figura 15 - Ilustração da cabina de um elevador.*



Fonte: <https://www.casadoselevadores.com.br/produtos/modernizacao-de-elevadores/modernizacao-de-elevadores-thyssenkrupp>

### **2.7.2.2. Cabo de aço ou cabo de tracção**

Peça destina a garantir a conexão entre cabina, máquina de tracção e contrapeso, garantindo a segurança dos utilizadores do elevador.

*Figura 16 - Cabos de aço descendo ao poço do elevador.*



Fonte: <https://acrocabo.com.br/category/cabos-de-aco/>.

### 2.7.2.3. Aparelho selector ou Sensores

Sinaliza ao quadro de comando de forma electromecânica ou electrónica o posicionamento dos elevadores, sentindo o movimento e as paradas correspondentes às ordens e chamadas registradas. [12]

*Figura 17 -Sensor magnético para leitura do posicionamento de elevador.*

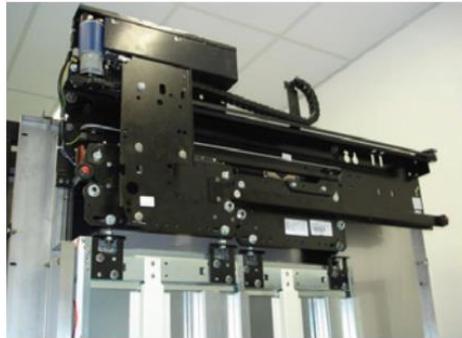


*Fonte: [https://produto.mercadolivre.com.br/MLB-2152376843-sensor-magnetico-para-elevador-\\_JM](https://produto.mercadolivre.com.br/MLB-2152376843-sensor-magnetico-para-elevador-_JM).*

### 2.7.2.4. Operador de portas

Dispositivo com a função de abrir e fechar as portas da cabina e de patamar (Em caso de portas automáticas).

*Figura 18 -Ilustração de um operador de portas.*



*Fonte: Schindler - Modernização. Solução económica e eficiente.*

### 2.7.2.5. Portas de patamar e de cabina

Porta que dá acesso a caixa de corrida do elevador, abrindo somente quando o elevador estiver certo ao piso que o utilizador se encontra ou quando aberta manualmente pelos profissionais com a devida permissão. A porta de cabina mantém o utilizador em segurança durante a viagem dentro do elevador.

Ambas as portas possuem contactos de segurança que garante que portas estão devidamente fechadas, caso contrário o elevador não deve movimentar-se.

### 2.7.2.6. Contrapeso

Os elevadores utilizam um sistema de contrabalanço, que permite um balanceamento com a carga da cabina e um menor esforço da máquina de tracção par a movimentar a cabina utilizando menos energia na operação. O contrapeso é o componente que permite este balanceamento fazendo com que o equilíbrio das cargas seja distribuído por todo o equipamento. [13]

O contrapeso consiste em uma armação metálica formada por duas longarinas e dois cabeçotes, onde são fixados pesos (intermediários), de tal forma que o conjunto tenha peso total igual ao do carro acrescido de 40 a 50% da capacidade licenciada. [5]

*Figura 19 - Ilustração do contrapeso de um elevador.*



*Fonte: O autor.*

### **2.7.2.7. Cabo/Fita de Manobra**

Um cabo flexível destinado à comunicação eléctrica entre a cabina, os dispositivos da caixa de corrida e o quadro de comando. [13

*Figura 20 - Ilustração de cabos de manobra na caixa de corrida.*



*Fonte: O autor.*

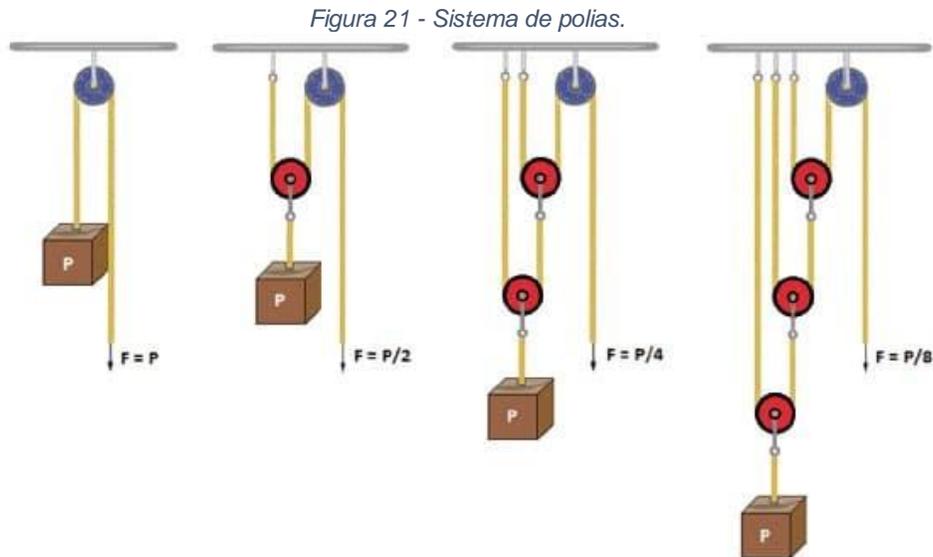
### **2.7.2.8. Freio de segurança (Grifes)**

Dispositivo fixado na armação do carro ou do contrapeso, destinado a pará-los, de maneira progressiva ou instantânea, prendendo-os às guias quando accionado pelo limitador de velocidade.

Dispositivo normalmente instalado por baixo da cabina, na conexão entre cabina e Guias, este serve para proteger o elevador de quedas em situações de excesso de velocidade.

### **2.7.2.9. Sistema de Polias**

Nos sistemas de polias ocorre a associação de polias fixas e móveis, as polias fixas servem para alterar a direcção da força para mover a carga sem alterar a força necessária para mover o mesmo, e as polias móveis que movimentam-se com a carga, reduzem a força necessária para mover a carga pela metade, com a carga exercendo força sobre a polia e não na corda. Nestes sistemas cada polia móvel divide o peso pela metade da polia anterior. Sendo assim, é possível reduzir bastante a carga levantada conforme pode ser observado na figura a seguir:



*Fonte: <https://www.abecom.com.br/polia-industrial/>*

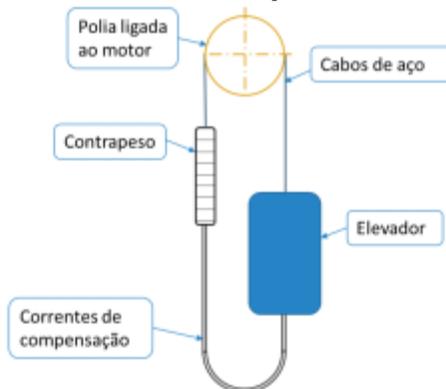
O sistema mais simples, é o 2:1 (dois para um), que significa que o peso de uma carga será dividido por dois, daí podem ser encontrados sistemas 3:1, 4:1, 5:1 e assim por diante, até sistemas mais complexos.

### **2.7.2.10. Corrente de compensação**

As cordas, cintos ou correntes de compensações são recomendadas para o uso em elevadores de edifícios altos para compensar o momento de desequilíbrio gerado quando o carro está em movimento.

“É usado para contrabalançar ou compensar o peso dos cabos de tracção quando o conjunto contrapeso e cabina estão situados em posições opostas”. [12]

*Figura 22 - Principais componentes de um sistema de tracção de um elevador convencional de tracção directa.*



*Fonte: Zanella, C. – Estudo de falha em correntes de compensação para elevadores*

### 2.7.3 Poço

É a parte inferior da caixa de corrida, onde ficam instalados dispositivos destinados ao funcionamento e segurança dos equipamentos. Nele podemos encontrar:

#### 2.7.3.1. Tensor ou Roda Tensora

Dispositivo que serve para manter a tensão do cabo de aço que passa pela roda do limitador de velocidade. Possui um contacto de segurança que se activa desconectando a tensão eléctrica do elevador quando o cabo do limitador se soltar.

*Figura 23 - Ilustração de uma roda tensora no poço de um elevador.*



*Fonte: <https://seteservic.com.br/conheca-o-poco-do-elevador/>*

#### 2.7.3.2. Amortecedor ou Mola

Dispositivo responsável por suavizar a queda da cabina em caso de alguma anomalia (acidentes ou o caso o elevador exceda o limite de fim de curso no último piso inferior).

*Figura 24 - Ilustração de duas molas no poço de um elevador.*



*Fonte: <https://seteservic.com.br/conheca-o-poco-do-elevador/>*

## **2.8. Princípio de funcionamento de geral do elevador**

Tanto a cabina como o contrapeso deslizam nas guias através de corrediças ou roçadeiras. Estes são suspensos por cabos de aço que passam por polias de tracção e de desvio, instaladas na casa das máquinas ou na parte superior da caixa de corrida. O movimento de subida e descida da cabina e do contrapeso é proporcionado pela máquina de tracção, que imprime à polia a rotação necessária para garantir a velocidade especificada para o elevador. A aceleração e retardamento ocorrem em função da variação de corrente eléctrica no motor. A parada é possibilitada pela acção de um freio instalado na máquina (Motor). [5]

## **2.9. Sistemas de pesa cargas**

São sistemas usados para medir o peso da carga nos elevadores de tracção ou hidráulicos e consoante a sua programação permitir ou não o movimento do elevador dependendo do peso contido no elevador.

“Limitador de Carga e desenvolvido para controlar e inibir sobrecarga, cabo frouxo e outras funções definidas pelo usuário em sistemas de elevação, como pontes rolantes, guindastes, monta-cargas e elevadores. O controlador pode ser conectado a uma célula de carga aplicada no ramal fixo do cabo de aço de elevação, ou a uma célula de carga de eixo das polias de reenvio.” [11]

Os sistemas de pesa cargas podem vir inclusos no *kit* de instalação de elevadores mais modernos, bem como pode ser adquirido e integrado a parte em qualquer elevador que não possua o sistema. Existem diversos sistemas de pesa cargas

“Alguns equipamentos são fundamentais para o bom uso do elevador e para a segurança de seus passageiros. Eles cumprem funções específicas que, na totalidade do conjunto, fazem toda a diferença. E um destes equipamentos é o pesador de carga”. [8]

Os sistemas pesa cargas são compostos por Controlador, Células de carga e o Display/Indicador de cabina.

Figura 25 - Sistemas de pesa cargas multimarcas.



Fonte: <https://www.liftorbis.com/en/p/micelect-lmc-set-rope-overload-sensor>



Fonte: <https://loja.azanelli.com.br/limitador-de-carga-alc5000-2-pino>

### 2.9.1. Controlador

O controlador é responsável por monitorar os dados colectados e enviados pelo sensor (célula de carga), o controlador avalia se o peso está dentro dos limites programados e só possibilita a partida do elevador quando a capacidade de carga permitir.

Figura 26 - Exemplo de um controlador de carga CE-LE da Centa.



Fonte: [https://www.elevatorshop.hu/terheles\\_erzekelohoz\\_elektronika\\_423](https://www.elevatorshop.hu/terheles_erzekelohoz_elektronika_423)

## 2.9.2. Células de carga

“Célula de carga é o dispositivo responsável por medir uma deformação ou flexão de um determinado corpo, o qual transforma uma grandeza física (força) em um sinal eléctrico. No caso, a deformação do corpo será proporcional ao peso aplicado a ele, ou seja: quanto maior a alteração, maior o peso ou massa aplicada sobre a superfície.” [9]

Estes são os responsáveis por medir o peso e converter esse dado em sinal a ser medido pelo controlador. Existem diversos tipos de células de carga que podem ser integrados de diferentes formas nos elevadores, os tipos mais usuais são:

- Células de carga que medem a tensão dos cabos de aço;
- Células de carga que medem a pressão exercida no sensor.

### 2.9.2.1. Princípio de Funcionamento

Quando a célula é submetida a uma força/carga, existe uma deformação do material. Essa deformação pode ser: axial, de flexão, de cisalhamento e de torção.

- **Axial:** mede o alongamento ou a compressão de um material resultantes de uma força linear na direcção horizontal.
- **Flexão:** mede a deformação de um lado do material e a contracção de seu lado oposto, provocadas por uma força linear aplicada na direcção vertical.
- **Cisalhamento:** mede o valor da deformação provocada por uma força linear que tem componentes nas direcções horizontal e vertical.
- **Torção:** mede uma força circular que tem componentes nas direcções horizontal e vertical.

As células de carga são aplicados em equipamentos que utilizam cabos de aço, como talhas, pontes rolantes, monotrinhos, pórticos, guindastes, elevadores, etc.

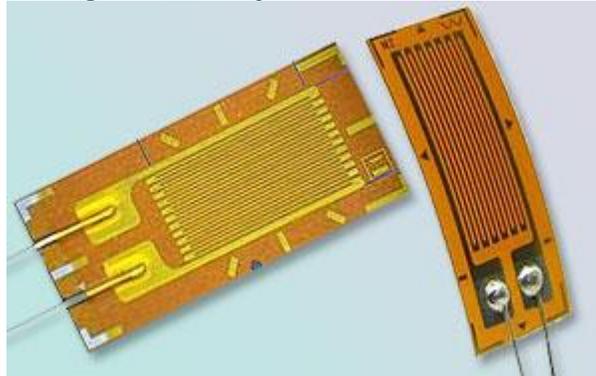
O método mais comum para a medição da deformação é o **Strain Gauge**.

#### 2.9.2.1.1. Strain Gauge

Strain Gauge ou Extensómetro Eléctrico, resistência utilizada para medir a tensão de um objecto. Quando uma força externa é aplicada sobre um objecto, devido à qual ocorre uma deformação na forma do objecto. Esta deformação no formato do objecto ocorre na

forma compressiva ou de tracção. Quando um objecto deforma dentro do limite de elasticidade, se torna mais estreito e longo ou se torna mais curto e largo, como resultado disso, há uma mudança na resistência das suas de ponto-a-ponta.

*Figura 27 - Ilustração de dois Extensómetros.*

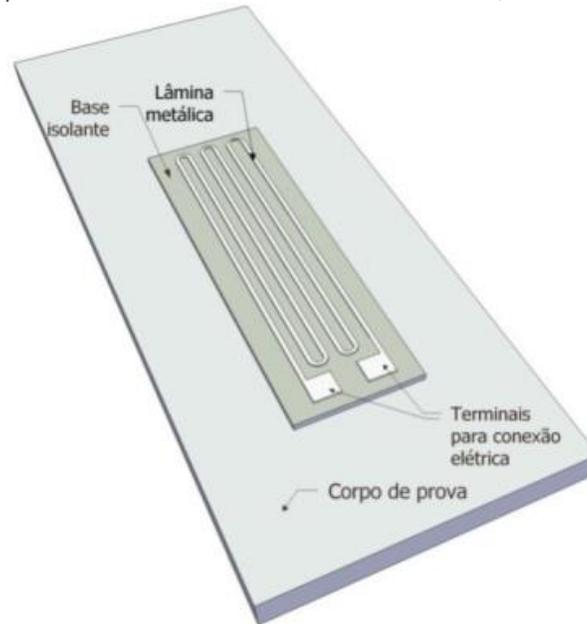


Fonte: <http://celuladecarga.com.br/17/strain-gages-extensometros-eletricos/>

“O extensómetro é sensível a pequenas alterações na geometria de um objecto. Medindo a alteração na resistência de um objecto, a quantidade de tensão induzida pode ser calculada.” [10]

“As células de carga são confeccionadas com sensores strain gauge que são sensores de tensão e medem a deformação do equipamento. O strain gauge é uma resistência em que deforma junto com a célula de carga e aumenta ou diminui sua resistência. O sinal da resistência é enviado para circuito desenvolvido para receber e converter os valores de resistência do strain gauge em peso. Esses circuitos podem ser de balanças ou controladores de carga. Essa utilização se tornou atractiva ao associá-la a um controlador de carga para fazer o controlo de carga recebido pelo sensor de carga.” [17]

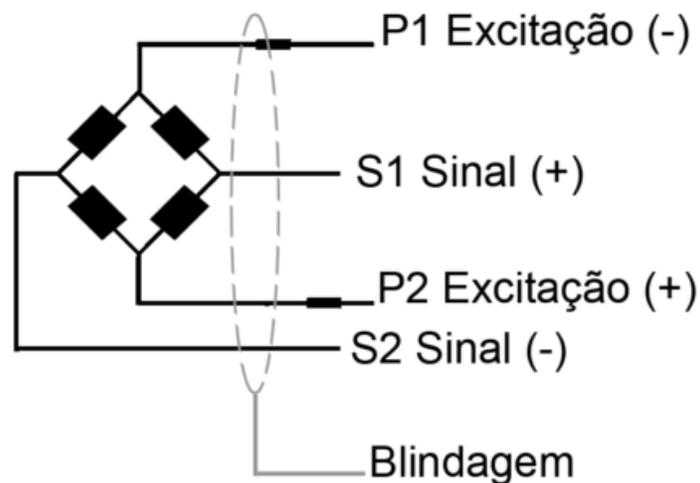
Figura 28 - Diagrama esquemático de um extensômetro de fita metálica, colado sobre um campo de proba.



Fonte: GUADAGNINI, 2015.

As células de carga com tecnologia Strain Gauge levam internamente quatro extensômetros ligados entre si conforme o conceito da **Ponte de Wheatstone**.

Figura 29 - Esquema de ligação dos extensômetros.



Fonte: <http://celuladecarga.com.br/17/celulas-de-carga/>

“Os extensômetros, em geral, são aplicados em dois tipos de tarefas: na análise experimental de tensão de máquinas e estruturas e na construção de transdutores de força, torque, pressão, fluxo e aceleração”. [3]

### 2.9.3. Display ou Indicador de Cabina

O indicador é controlador e tem a função de mostrar aos passageiros sobre as variações de peso dentro da cabina. A sobrecarga é mostrada por uma luz intermitente no display e pelo som de uma campainha.

Figura 30 - Ilustração de um indicador de cabina básico ML da Micelect.



Fonte: <http://www.micelect.es/pt/acessorios-pesadores-micelect/indicadores-pesagem-elevadores/indicador-pesagem-basico-ml>

“Para evitar o risco de sobrecarga na cabine, é recomendado que seja instalado um dispositivo de monitoramento de carga de acordo com o seguinte:

- a) Os passageiros devem ser avisados com um sinal audível e visível dentro da cabine;
- b) A porta da cabina deve ser mantida completamente aberta.

Entre as principais vantagens do seu uso estão:

- Maior segurança para o utilizador;
- Evitar com o que o elevador trabalhe acima das condições;
- Preservação dos seus componentes;
- Aumenta a vida útil da polia, dos cabos, e das máquinas.
- Prevenir com que passageiros fiquem presos nas cabinas;
- Evitar o desgaste precoce de componentes;
- Prevenir custos provenientes da troca de peças.”

- Evita paradas desnecessárias para atendimento de chamadas de patamar com a cabina com lotação completa;
- Evitar gastos desnecessários no consumo de energia." [8]

# **CAPÍTULO 3**

## **APRESENTAÇÃO DA EMPRESA**

### 3.1. Elevadores Microprocessor, Lda

A Elevadores Microprocessor é uma empresa Moçambicana, destinada a prestação de serviços de Manutenção, Reparação e Modernização de elevadores em todas as marcas.

É constituída e regida pela lei Moçambicana, registada na conservatória registo das entidades legais sob o nº 100015455, estando neste momento localizada no Complexo Tivane, na Av. Armando Tivane, nº 877, loja nº 4, R/C, titular do NUIT 400 235 856.

A EMP tem mais 10 anos de experiência e conhecimento profundo em reabilitação e manutenção de elevadores a nível do país e desenvolvendo soluções tendo em conta a realidade de cada cliente, oferecendo serviços e assistência de elevada qualidade.

A EMP dispõe de técnicos altamente qualificados, motivados e com ampla experiência nos serviços de assistência pretendidos.

#### Áreas de Intervenção

- Manutenção preventiva e correctiva dos elevadores;
- Reparação dos elevadores;
- Modernização dos elevadores.

*Figura 31 - Técnicos da EMP durante uma manutenção.*



Fonte: <https://www.linkedin.com/company/elevadores-microprocessor/posts/?feedView=all>

# **CAPÍTULO 4**

## **IMPLEMENTAÇÃO**

#### 4.1. Situação Actual

Os elevadores no geral, obrigatoriamente devem possuir uma informação sobre o limite máximo de passageiros e o peso máximo que a cabina pode transportar, porém visto que os elevadores são grandes facilitadores na locomoção e têm uma forte presença na rotina dos seus utilizadores, estes acabam não percebendo as informações fundamentais sobre os limites do elevador, colocando em causa a sua própria segurança. Este desrespeito com as limitações acaba desgastando o equipamento ocasionando avarias frequentes.

Figura 32 - Placa de informação dos limites de um elevador da ThyssenKrupp.



Fonte: O autor.

Apesar da existência de soluções para este problema como seja, os pesa cargas, muitos não os possuem, a implementação destes sistemas resolveriam esta situação.

Sendo os elevadores de tracção os mais usados, propõe-se com este trabalho a implementação de sistemas de controlo de peso das cabinas destes elevadores.

## 4.2. Descrição da solução escolhida

Existem diversos sistemas de pesa cargas e empresas que os fabricam, para a resolução do problema exposta propõe-se o uso dos sistemas electrónicos de pesagem da Micelect, SL. A Micelect possui sistemas que podem ser implementados de diversas formas e cada uma com as suas vantagens e funcionalidades, no desenvolvimento deste trabalho foi escolhido o controlador LM3D.

Figura 33 - Unidade de controlo de carga LM3D.



Fonte: O autor.

O LM3D possui todas as opções necessárias para integrar em qualquer tipo de instalações de elevadores e suporta qualquer tipo de sensor de carga fabricado pela Micelect.

Como instrumento de medição de peso foi escolhido o sensor LMC.

Figura 34 - Ilustração do sensor pesa cargas LMC.



Fonte: <http://www.micelect.es/es/sensores-pesacargas-micelect/sensor-cables-ascensor-lmc>

O LMC apresenta um método preciso de controlo de carga nos elevadores de tracção, é de fácil instalação, a calibração é automática não sendo necessário conhecer os pesos para o calibrar e mostra-se perfeito para modernizações assim como para novas instalações onde espaço é o problema.

Existem também variados tipos de indicadores, que darão informações em tempo real sobre o peso da cabina, para a implementação foi escolhido o indicador de cabina do modelo LPM.

Figura 35 - Indicador de cabina progressivo LPM.



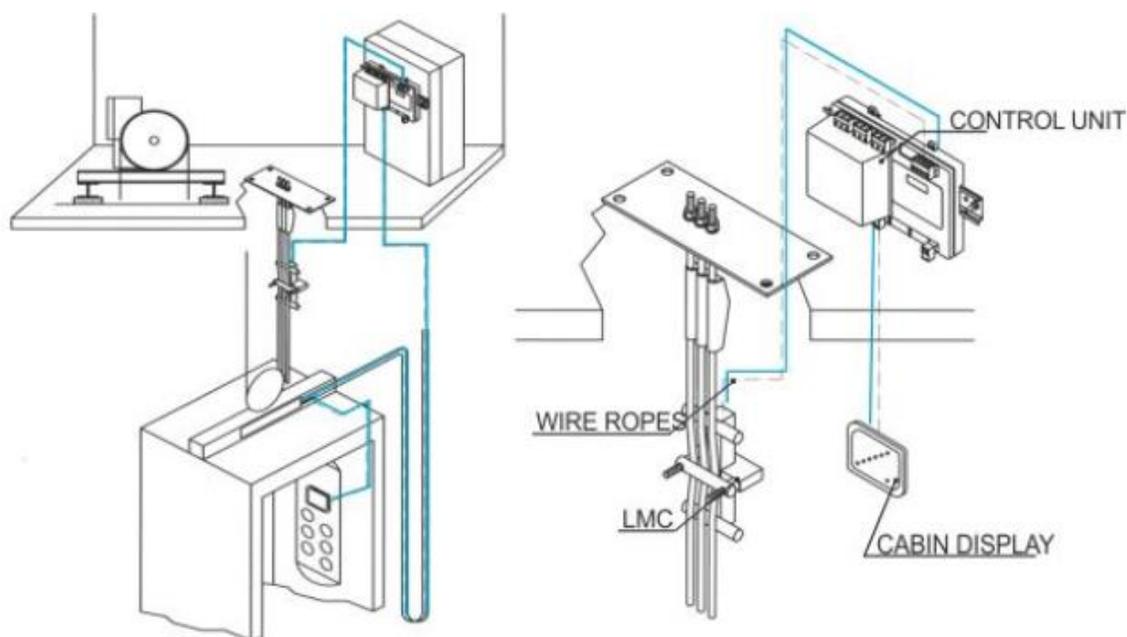
Fonte: <http://www.micelect.es/es/accesorios-pesacargas/indicadores-pesacargas-ascensor/indicador-progresivo-lpm>

O LPM informa aos passageiros sobre as variações de peso em tempo real dentro da cabina. O incremento do peso é mostrado numa rampa de LEDs e o excesso de peso indicado quando todas as LEDs piscam e com o som de um alarme.

#### 4.2.1. Diagrama esquemático

A associação destes três dispositivos compõem o sistema de controlo de carga do elevador e a interligação entre eles pode ser visualizada na figura a seguir.

Figura 36 - Ilustração da interligação entre o LM3D, LMC e o LPM.



Fonte: Ficha técnica do LMC.

#### 4.2.2. Instalação e configuração do sistema

##### 4.2.2.1. Procedimento de montagem do sensor de carga LMC

Para a montagem do LMC podem ser seguidos os seguintes passos, tomando como exemplo ilustrativo a figura a seguir:

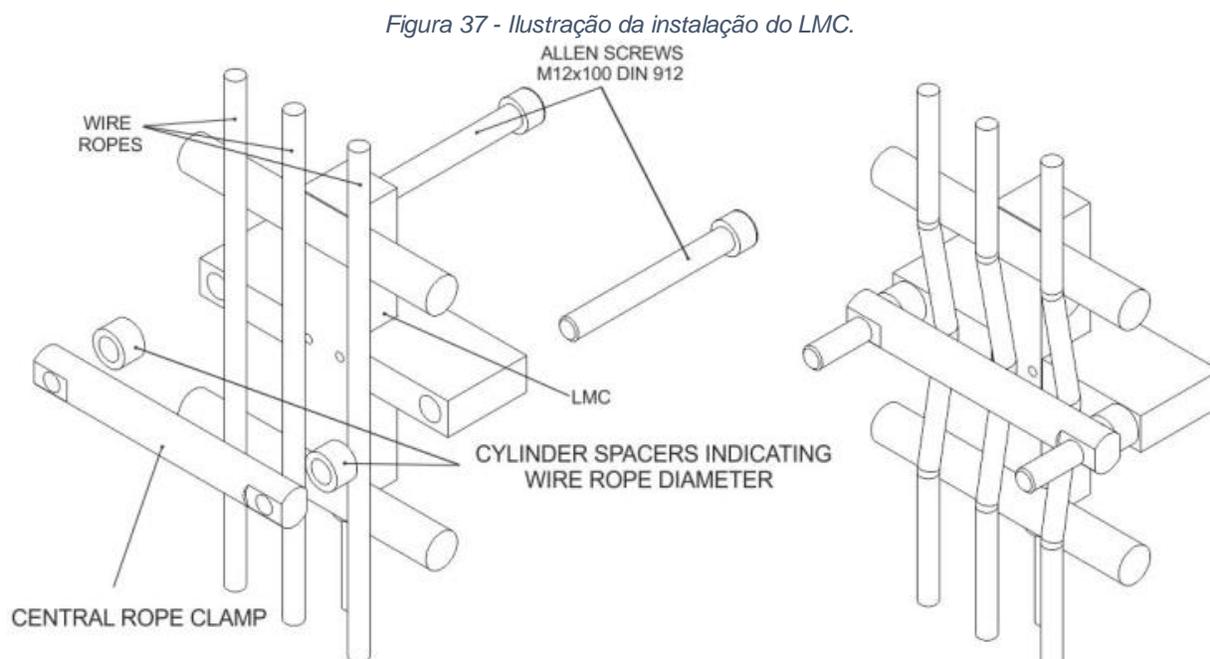
**1º passo:** Soltar a braçadeira central dos cabos de aço (central rope clamp), desapertando os dois parafusos Allen (Sextavada).

**2º passo:** Encostar o sensor aos cabos de aço e devolver a braçadeira central para aperta-la aos cabos de aço. Antes de efectuar-se o aperto, deve garantir-se que todos

os cabos encostam as barras cilíndricas de superior e inferior e também garantir que os cabos estejam paralelos entre si.

**3º passo:** Apertar a braçadeira centrar o máximo possível usando uma chave Allen.

**Nota:** Deve-se tomar em conta o espaço livre acima do elevador para que o sensor não seja montado numa altura que possa bater o tecto da caixa de corrida, isto para os casos em que o sensor será instalado na extremidade móvel dos cabos de aço.

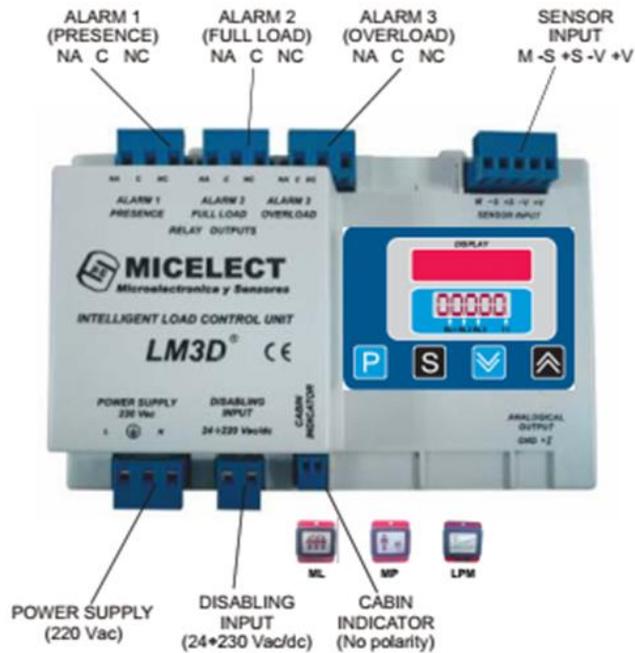


Fonte: Manual técnico do LMC.

#### 4.2.2.2. Instalação do LM3D

A instalação do LM3D pode ser feita em cima da cabina no elevador, na casa das máquinas ou em algum ponto no tecto da caixa de corrida para elevadores sem casa das máquinas. Os pontos de conexão do LM3D serão descritos a seguir:

Figura 38 - Ilustração de um controlador de carga LM3D.



Fonte: Manual técnico do LM3D.

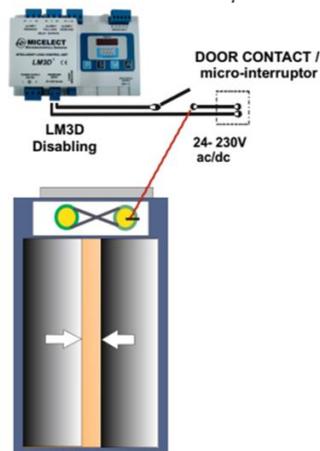
**Power Supply:** É o ponto de conexão alimentar o controlador de carga, são nele aplicados 220VAC.

**Disabling Input:** Sinal que irá desactivar o controlador. É obrigatório o uso do sinal de desactivação para evitar erros dinâmicos na medição e para corrigir o peso da corrente de compensação nos seguintes casos:

- Em elevadores com corrente de compensação.
- Quando se estiver incluso numa instalação qualquer indicador de cabina dentro da mesma.

O LM3D deve receber o sinal de bloqueio constantemente ao longo de toda a viagem do elevador, a partir do momento em que as portas estão quase totalmente fechadas até o momento em que ao piso e as portas começam a abrir novamente.

Figura 39 - Conexão sinal de bloqueio do controlador.



Fonte: Manual técnico do LM3D.

É aconselhável alimentar este ponto colocando-se um micro interruptor no circuito, conforme ilustra a figura acima, o micro interruptor é activado quando as portas do elevador estão fechadas e desactivado no momento em que a porta começa a abrir.

Figura 40 - Ilustração de um micro interruptor que pode ser usado para a activação do bloqueio.



Fonte: <https://www.amazon.com/Honeywell-Microswitch-Spdt-250Vac-15-1A/dp/B005T5FZ56>

**Cabin Indicator:** É o ponto de conexão do display ou indicador da cabina (sem polaridade).

**Alarm 1 (Presence):** Saídas do relé interno que activa quando existe a presença de uma carga no elevador

**Alarm 2 (Full load):** Saída do relé interno que activa quando 80% da carga máxima é atingida.

**Alarm 3 (Overload):** Saída do relé interno que activa quando o elevador encontra-se sobrecarregado.

A activação destas saídas pode também ser visualizada no display a partir das LEDs com as respectivas denominações, RL1 (Alarme 1), RL2 (Alarme 2) e RL3 (Alarme 3).

**Sensor Input:** É o ponto de conexão do sensor de carga, onde:

*Tabela 3 - Especificação da conexão do sensor no controlador.*

| Símbolo | Cor do fio condutor | Designação                                |
|---------|---------------------|---|
| M       | N/A                 | Malha (GND)                               |
| -S      | Branco ou Amarelo   | Sinal de saída do sensor<br>+/- (0-20 ma) |
| +S      | Verde               |   |
| -V      | Preto               | Alimentação do sensor<br>+/- (24/48V)     |
| +V      | Vermelho            |   |

*Fonte: O autor.*

#### 4.2.2.3. Programação do LM3D

Para devidamente programar-se o controlador devem-se conhecer as funções das teclas e as figuras mostradas na sua tela:

*Figura 41 - Tela e teclas do controlador LM3D.*



*Fonte: O autor.*

**Tecla de programação “P”:** Esta tecla permite ao utilizador percorrer as opções do menu para introduzir os vários parâmetros do elevador. Após definir os parâmetros, o utilizador pode pressionar a tecla “P” para guardar as definições na EEPROM.

**Tecla de saída “S”:** Permite ao utilizador sair do menu sem guardar as definições na EEPROM.

**Teclas Cima/Baixo:** Permitem ao utilizador aumentar ou diminuir os valores em cada opção do menu. Ao premir a tecla repetidamente, os valores são aumentador/diminuídos em unidades de um. Se a chave for mantida pressionada, os valores aumentam/diminuem em unidades de vinte.

#### **4.2.2.3.1. Procedimento para a programação do LM3D**

Para iniciar-se o procedimento de programação deve-se pressionar a tecla “P” do controlador por 3 segundos.

**1º Selecção do sensor:** Visto que o LM3D é compatível com diversos tipos de sensores, deve-se escolher no menu o sensor que será usado na instalação para se efectuar a calibração, no caso do sensor escolhido, o “LMC” a calibração é automática.

**NOTA:** A calibração automática do sensor LMC deve ser feita com o elevador localizado no piso intermédio, neste caso, quando o contrapeso e o elevador estiverem a mesma altura, isto para evitar erros de calibração originados pela diferença de pesos quando a cabina está em baixo/cima.

**2º Calibração Zero - “TARE”:** Para se configurar a tara (Peso do veículo sem sua carga), deve se garantir que está vazia. Pressionar a tecla “P” para configurar e de seguida seleccionar a opção “YES” no menu. Feito isso, a tela do controlador começará a piscar durante 10 a 15 segundos, dando ao instalador tempo suficiente para deixar a cabina completamente vazia.

**3º Configuração do sensor:** Para o sensor LMC a calibração é automática, sendo apenas necessário inserir o diâmetro dos cabos de aço de 6,0mm a 16,0mm.

**4º Número de pessoas:** Seleccionar o número de pessoas que o elevador é capaz de suportar, entre 2 a 30 pessoas. Feito isto, os valores do alarme serão definidos automaticamente de acordo com este número.

**5º Tipo de instalação:** Seleccionar o tipo de sistema de polias das opções disponíveis: 1:1 para tracção directa e 2:1 ou 4:1 para tracção indirecta.

**6º Valores do alarme:** Neste campo programa-se o peso com o qual o controlador irá activar os relés de saída. O LM3D possui 3 alarmes programáveis:

**Alarme 1:** Definido para presença (recomendado apenas quando se utiliza o sensor CAB, montado no chão da cabina).

**Alarme 2:** Alarme atribuído a Carga Máxima (que é 80% da capacidade).

**Alarme 3:** Sempre atribuído a Overload (Sobre carga, 100% da capacidade).

**NOTA:** O uso dos alarmes 1 e 2 não é obrigatória para a implementação do projecto, podendo ser usados para sinalizações.

#### **7º Peso da corrente de compensação: “CHAIN”**

Se na instalação do elevador estiver incluída a corrente de compensação o utilizador deve seleccionar “YES”, caso contrário seleccionar “NO”.

#### **8º Indicador de cabina: “INDIC”**

Para o caso de indicador de cabina escolhido para a instalação, o LPM, escolhe-se a opção “PROGR”.

Seguindo todos estes procedimentos, a programação do controlador conclui-se e está pronto para ser usado.

#### **4.2.2.3.2. Conexão do LM3D ao Elevador**

A conexão do LM3D ao elevador para impedir o seu movimento em situação de sobrecarga pode ser feita conectando o relé do Alarme 3 (Overload) a uma das seguranças do elevador, no caso a mais recomendada é a segurança de paragem do elevador “EMERGENCY STOP”, colocando o relé de sobre carga em série com o circuito da segurança, a activação desta segurança quando o elevador está certo ao piso, obriga que este abra as portas, neste caso, a activação do relé comandaria a abertura das portas e conseqüentemente o elevador não dará a partida.

### 4.3. Avaliação económica

Abaixo a tabela com a descrição dos componentes utilizados na integração do projecto:

*Tabela 4 - Custo do material necessário para o sistema.*

| <b>Dispositivo/Procedimento</b> | <b>Referência</b> | <b>Valor Unitário (MZN)</b> |
|---------------------------------|-------------------|-----------------------------|
| Controlador de carga            | Micelect LM3D     | 46.800,00                   |
| Sensor de carga                 | Micelect LMC      | 23.400,00                   |
| Indicador de cabina             | Micelect LPM      | 11.700,00                   |
| Total                           | -----             | 81.900,00                   |

*Fonte: O autor.*

O valor total em meticais é de 81.900,00 MZN, neste valor está incluso o IVA.

### 4.4. Plano de manutenção do equipamento

A manutenção do equipamento pode ser preventiva e correctiva, a ser detalhado nos próximos subcapítulos.

#### 4.4.1. Manutenção preventiva

A manutenção preventiva do sistema pode ser feita seguindo um plano de conservação do equipamento, esta pode ser feita durante as manutenções de rotina dos elevadores. Durante a manutenção devem ser verificados os seguintes pontos:

##### **Para o LM3D:**

- Limpeza do controlador
- Verificação das conexões dos cabos

##### **Para o sensor LMC:**

- Limpeza do sensor
- Realinhamento do sensor dos cabos de aço
- Reaperto dos parafusos da braçadeira central que segura os cabos de aço

##### **Para o indicador LPM:**

- Limpeza do indicador
- Verificação das conexões

#### 4.4.2. Manutenção correctiva

Para a manutenção correctiva do sistema o controlador LM3D apresenta na sua tela os erros mais comuns, a descrição e resolução destes erros são descritos na tabela a seguir:

*Tabela 5 - Códigos de erro para a manutenção correctiva do sistema.*

| <b>Código do erro</b> | <b>Descrição</b>                        | <b>Solução</b>   |
|-----------------------|---|--|
| ERR1*                 | Sem dados guardados                     | Repetir o procedimento de calibração   |
| ERR2                  | Carga excessiva (Overload)              | Carga útil > 9999KG  |
| ERR3                  | Fonte de alimentação baixa              | Verificar a fonte de alimentação   |
| ERR4                  | Peso de calibração negativo             | Possível Fricção / Conexão incorrecta do sensor (verificar o código de cores da conexão do sensor) |
| ERR5*                 | Peso de calibração demasiado baixo/alto | Verificar o procedimento de calibração do sensor (modificar a carga utilizada para a calibração)   |

*Fonte: O autor.*

\* - Erros destinados aos sensores que precisam ser calibrados durante a instalação, neste caso, o CCP, VG BEAM e HPS.

**CAPÍTULO 5**  
**CONSIDERAÇÕES**  
**FINAIS**

## 5.1. Conclusões e Recomendações

O presente trabalho que surgiu no âmbito de culminação de estudos pelo estágio profissional na empresa Elevadores Microprocessor, teve como principal objectivo Integrar de um sistema para limitar o excesso de peso em elevadores, com desenvolvimento deste trabalho pode concluir-se o seguinte:

- Apesar de existirem diversos tipos de elevadores, os elevadores hidráulicos, os de tracção com ou sem casa das máquinas, estes seguem praticamente a mesma premissa em relação ao seu funcionamento. A movimentação de cabina transportadora de carga exercendo uma força sobre a mesma.
- Para implementação de um sistema de limitação de carga em elevadores, pode recorrer-se a diversos dispositivos de marcas e modelos diferentes, a sua escolha depende das preferências do cliente que o pretende instalar e da configuração do elevador. Generalizando, o método mais preciso e prático é a instalação do sistema usando os sensores LMC instalados de forma rápida nos cabos de aço por cima da cabina associado ao controlador de carga o LM3D, ou também recorrer ao uso de sensores WR que medem a tensão individual de cada cabo de aço em associação com o controlador MWR. Outros tipos de sensores, os de pressão podem ser usados, porém a instalação destes mostra-se mais complexa, pois requer que o chão da cabina seja flexível ou uma montagem robusta por baixo da cabina do elevador, paralisando o elevador por muito tempo em casos de modernização do mesmo.
- O protótipo satisfaz a condições básicas de um elevador com um sistema de pesa cargas instalado, recebendo e respondendo as chamadas de patamar e cabina e evitando a movimentação do elevador em situações de excesso de peso.

## Referências Bibliográficas

[1] - ABNT, NBR 5999. 1977 – **Elevadores eléctricos de passageiros – Requisitos de segurança para construção e instalação de elevadores sem casa de máquinas, Associação Brasileira de Normas Técnicas**, [S.l.], 1977.

[2] - Boletim da Republica, III Série – Número 136/2018 – **Postura sobre Construções e Edificações**

[3] - Doebelin, E. 1992, **Measurement Systems – Application and Design**, 4ª ed, McGraw Hill, Estados Unidos da América.

[4] - Quessada, R. 2017 - **Controle e automação de processos industriais**, 1ª ed., Editora e Distribuidora Educacional S.A., Londrina-Paraná.

[5] - Schindler. 2008 - **Manual de Transporte Vertical em Edifícios: Elevadores de passageiros, Escadas Rolantes, Obra Civil e Cálculo de Tráfego, Elevadores Atlas Schindler**.

[6] - Zanella, C. 2017 – **Estudo de falha em correntes de compensação para elevadores**, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

## Outras bibliografias

[7] - Carga máxima dos elevadores: por que devemos respeitar?, <https://www.surmonter.com.br/blog/carga-maxima-dos-elevadores-por-que-devemos-respeitar> - Acedido em 23/10/2022

[8] - Crel Elevadores, Limite de Carga, <https://crel.com.br/limite-de-carga/> - Acedido em 23/10/2022

[9] - Dr. Balança, Células de carga – Tipos de células, <https://drbalanca.com.br/celula-de-carga-o-que-e-e-quais-os-tipos/> - Acedido em 08/12/2022

[10] - Electric4U, Strain Gauge: Working Principal & Diagram, <https://www.electrical4u.com/strain-gauge/> - Acedido em 08/12/2022

[11] - Elevhar Tecnologia em Movimentação, Limitador de carga, <https://www.elevhar.com.br/mostrar-produto/limitador-de-carga-/60> - Acedido em 05/12/2022

[12] - Meu Elevador, Componentes de um elevador, <https://meuelevador.com/componentes-de-um-elevador/> - Acedido em 03/11/2022

[13] – Otis, Conheça os principais componentes do elevador, <https://blog.otis.com.br/principais-componentes-do-elevador/> - Acedido em 03/11/2022

[14] - Portal Celula de Carga, Strain Gages, <http://celuladecarga.com.br/17/straingages-estensometros-eletricos/> - Acedido em 08/12/2022

- [15] - Rays Elevadores, A historia dos elevadores,  
[www.rayselevadores.com.br/noticias/a-historia-do-elevador](http://www.rayselevadores.com.br/noticias/a-historia-do-elevador) - Acedido em 26/10/2022
- [16] - Seyconel, Célula de Carga, <https://seyconel.com.br/produtos/celula-de-carga/> -  
Acedido em 08/12/2022

# ANEXOS

Anexo 1.1: Características do LM3D no manual.

**Electrical Features :**

|                      |                        |
|----------------------|------------------------|
| Power Supply Voltage | 24Vdc /110Vac / 230Vac |
| Disabling Input      | 24-230 Vac/dc          |
| Relay Contacts       | 250V 3A                |

**Mechanical Features :**

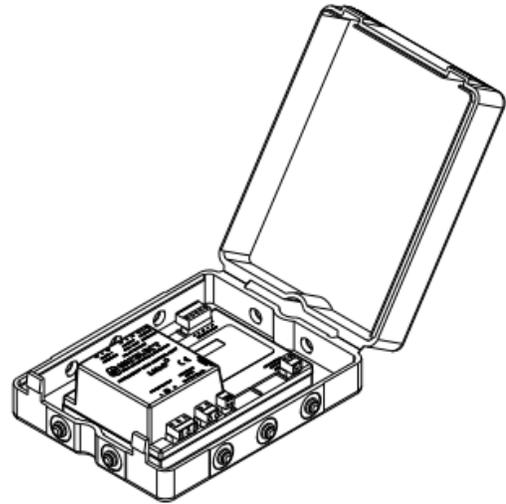
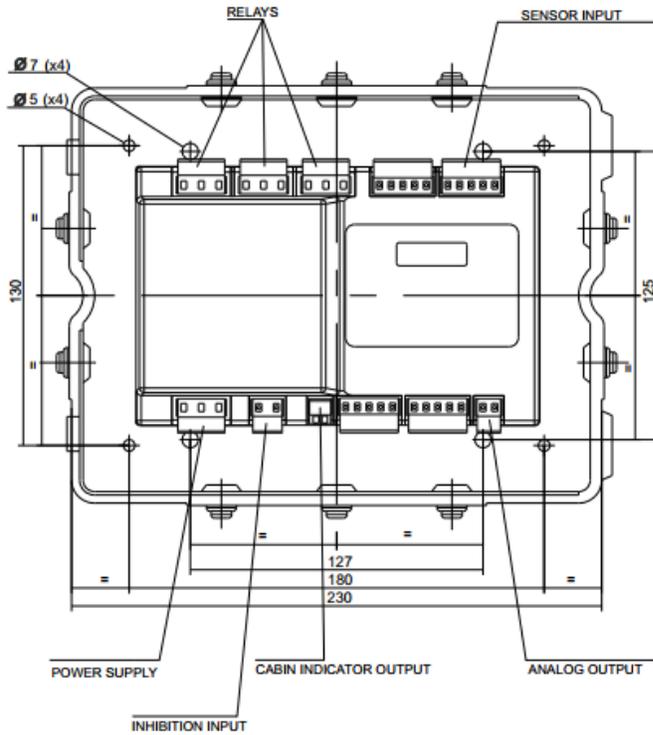
|        |      |
|--------|------|
| Weight | 2 Kg |
|--------|------|

**Temperature Features :**

|                        |                 |
|------------------------|-----------------|
| Temp. effect on output | <+/- 0.01% / °C |
| Temp. effect on Zero   | <+/- 0.02% / RC |
| Operating Temperature  | -10°C / 50°C    |

Fonte: Manual técnico do LM3D.

Anexo 1.2.: Dimensões do LM3D.



Fonte: Manual técnico do LM3D.

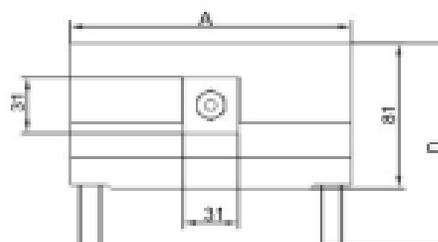
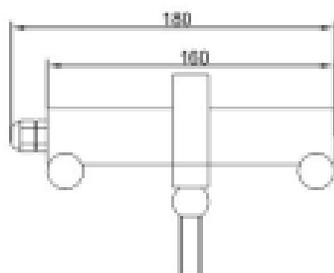
Anexo 2.1: Características do LMC.

|                              |                  |
|------------------------------|------------------|
| <b>Mechanical Features :</b> |                  |
| Operating Capacity (RC)      | 4000 Kg / 7500Kg |
| Safe Load                    | 150% RC          |
| Ultimate Overload            | 200% RC          |
| Deflection at Overload       | <0.5 mm          |
| Hysteresis                   | <0.1% RC         |
| Total Error                  | <0.5% RC         |
| Weight                       | 2 Kg             |

|                               |                 |
|-------------------------------|-----------------|
| <b>Temperature Features :</b> |                 |
| Temp. effect on output        | <+/- 0.01% / °C |
| Temp. effect on Zero          | <+/- 0.02% / RC |
| Operating Temperature         | -10°C / 50°C    |

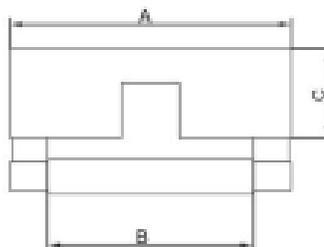
Fonte: Manual técnico do LMC.

Anexo 2.2: Dimensões do LMC.



All dimensions in millimetres

|        | A   | B   | C  | D   |
|--------|-----|-----|----|-----|
| SIZE 1 | 97  | 55  | 50 | 113 |
| SIZE 2 | 117 | 75  | 50 | 113 |
| SIZE 3 | 157 | 115 | 50 | 113 |
| SIZE 4 | 202 | 160 | 50 | 113 |
| SIZE 5 | 230 | 188 | 70 | 133 |
| SIZE 6 | 288 | 228 | 70 | 133 |



Fonte: Manual técnico do LMC.

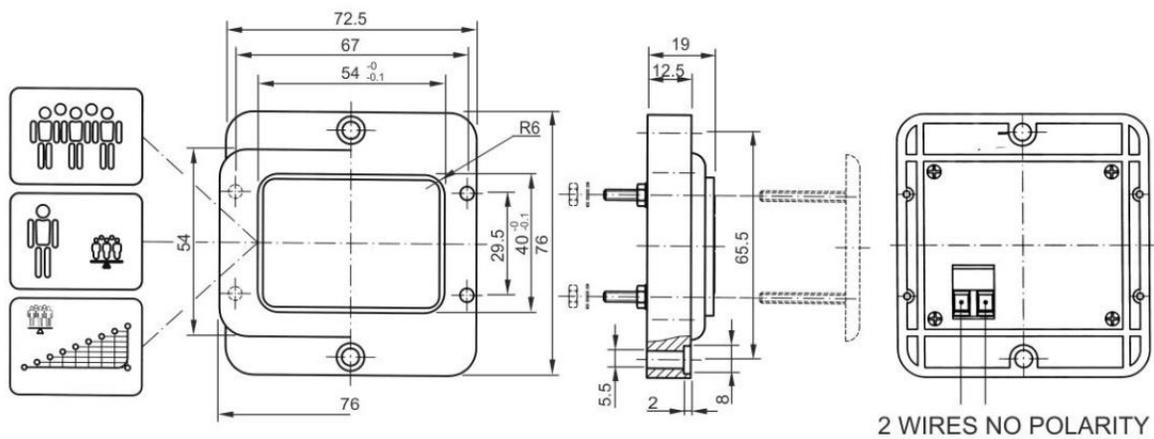
Anexo 2.3: Código de cores de conexão do sensor LMC.

## SENSOR WIRING COLOURS

|        |   |          |
|--------|---|----------|
| RED    |  | + Vdc    |
| BLACK  |  | - Vdc    |
| GREEN  |  | + SIGNAL |
| YELLOW |  | - SIGNAL |

*Fonte: Manual técnico do LMC.*

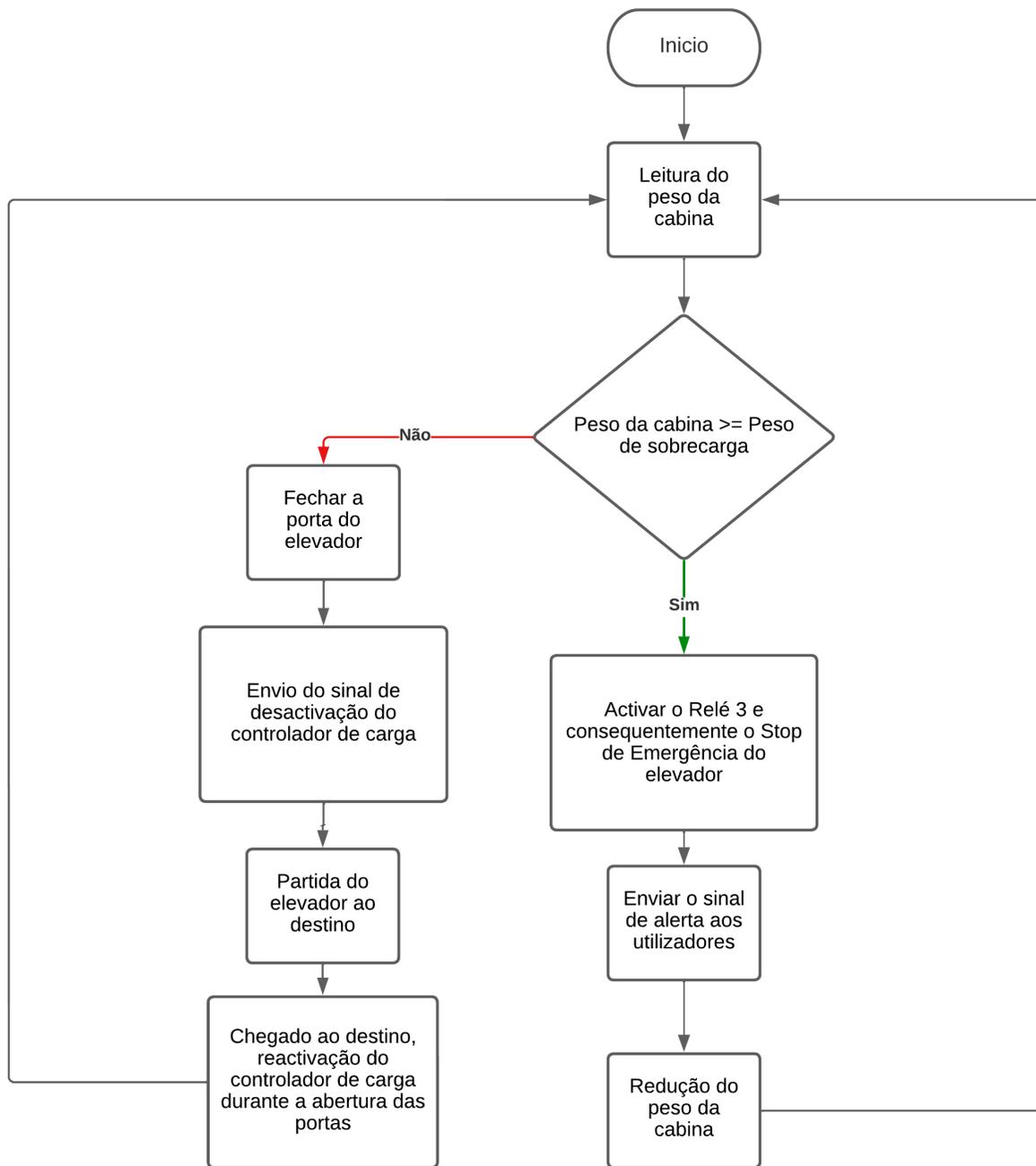
### Anexo 3.1: Dimensões dos indicadores de cabina progressivos: ML/MP/LPM



Fonte: Manual técnico dos indicadores ML-MP-LPM-PL.

# APÊNDICES

Apêndice 1: Fluxograma funcional do sistema.





**UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE**  
**FACULDADE DE ENGENHARIA**  
**DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELECTROTÉCNICA**

**F1 - GUIA DE AVALIAÇÃO DO RELATÓRIO ESCRITO**

Nome do estudante: \_\_\_\_\_

Referência do tema: \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_\_

Título do tema: Integração de um sistema para limitação do excesso de peso em Elevadores

| <b>1. Resumo</b>   |   |   |   |   |   |
|--|---|---|---|---|---|
| 1.1. Apresentação dos pontos chaves no resumo (clareza, organização, correlação com o apresentado) | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| <b>Secção 1 subtotal (max: 5)</b>  |   |   |   |   |   |

| <b>2. Organização (estrutura) e explanação</b>             |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |
|--|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|
| 2.1. Objectivos  | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |   |   |   |   |    |
| 2.2. Introdução, antecedentes e pesquisa bibliográfica     | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 2.3. Metodologias  | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 2.4. Resultados, sua análise e discussão                   | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 2.5. Conclusões e aplicação dos resultados (recomendações) | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| <b>Secção 2 subtotal (max: 45)</b>                         |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |

| <b>3. Argumentação</b>                                  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|
| 3.1. Criatividade e originalidade                       | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |   |   |   |   |    |
| 3.2. Rigor  | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |   |   |   |   |    |
| 3.3. Análise crítica, evidência e lógica                | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 3.4. Relação objectivos/ métodos/ resultados/conclusões | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |   |   |   |   |    |
| 3.5. Relevância   | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |   |   |   |   |    |
| <b>Secção 3 subtotal (max: 30)</b>                      |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |

| <b>4. Apresentação e estilo da escrita</b>                            |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|
| 4.1. Legibilidade e organização                                       | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 4.2. Ilustração e qualidade das figuras e tabelas                     | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 4.3. Estilo da escrita (fluência do texto, uso da língua e gramática) | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 4.4. Fontes bibliográficas (citação correcta, referências, etc)       | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| <b>Secção 4 subtotal (max: 20)</b>                                    |   |   |   |   |   |

|                                   |  |
|-----------------------------------|--|
| <b>Total de pontos (max: 100)</b> |  |
|-----------------------------------|--|

|                          |  |
|--------------------------|--|
| <b>Nota (=Total*0,2)</b> |  |
|--------------------------|--|

Nota: Quando exista a componente gráfica (desenhos técnicos), a nota acima é multiplicada por 0,8 cabendo os restantes 20% do peso à referida parte gráfica.



**UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE**  
**FACULDADE DE ENGENHARIA**  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELECTROTÉCNICA

**F2 – GUIA DE AVALIAÇÃO DA APRESENTAÇÃO ORAL E DEFESA**

Nome do estudante: \_\_\_\_\_

Referência do tema: \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_\_\_

Título do tema: Integração de um sistema para limitação do excesso de peso em Elevadores

| <b>1. Introdução</b>  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|
| 1.1. Apresentação dos pontos chaves na introdução<br>(Contexto e importância do trabalho) | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| <b>Secção 1 subtotal (max: 10)</b>  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |

| <b>2. Organização e explanação</b>                         |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |
|--|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|
| 2.1. Objectivos  | 1 | 2 | 3 |   |   |   |   |   |   |    |
| 2.3. Metodologia   | 1 | 2 | 3 | 4 |   |   |   |   |   |    |
| 2.4. Resultados, sua análise e discussão                   | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 2.5. Conclusões e aplicação dos resultados (recomendações) | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |   |    |
| <b>Secção 2 subtotal (max: 25)</b>                         |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |

| <b>3. Estilo da apresentação</b>           |   |   |   |   |   |  |  |  |  |  |
|--|---|---|---|---|---|--|--|--|--|--|
| 3.1. Uso efectivo do tempo                 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |  |  |  |  |  |
| 3.2. Clareza, tom, vivacidade e entusiasmo | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |  |  |  |  |  |
| 3.3. Uso e qualidade dos audio-visuais     | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |  |  |  |  |  |
| <b>Secção 3 subtotal (max: 15)</b>         |   |   |   |   |   |  |  |  |  |  |

| <b>4. Defesa</b>                                       |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |
|--|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|
| 4.1. Exactidão nas respostas                           | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 4.2. Domínio dos conceitos                             | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 4.3. Confiança e domínio do trabalho realizado         | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 4.4. Domínio do significado e aplicação dos resultados | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 4.5. Segurança nas intervenções                        | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| <b>Secção 3 subtotal (max: 50)</b>                     |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |

|                                   |  |                          |  |
|-----------------------------------|--|--------------------------|--|
| <b>Total de pontos (max: 100)</b> |  | <b>Nota (=Total*0,2)</b> |  |
|-----------------------------------|--|--------------------------|--|



**UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE**  
**FACULDADE DE ENGENHARIA**  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELECTROTÉCNICA

**FICHA DE AVALIAÇÃO DA ATITUDE DO ESTUDANTE**  
(Auxiliar para o supervisor)

Nome do estudante: \_\_\_\_\_

Referência do tema: \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

Título do tema: Integração de um sistema para limitação do excesso de peso em Elevadores

| Indicador   | Classificação |   |   |   |   |
|---|---------------|---|---|---|---|
|   | 1             | 2 | 3 | 4 | 5 |
| <b>Atitude geral</b> (manteve uma disposição positiva e sentido de humor)   | 1             | 2 | 3 | 4 | 5 |
| <b>Dedicação e comprometimento</b> (Deu grande prioridade ao projecto e aceitou as responsabilidades prontamente) | 1             | 2 | 3 | 4 | 5 |
| <b>Independência</b> (realizou as tarefas independentemente, como prometido e a tempo)                            | 1             | 2 | 3 | 4 | 5 |
| <b>Iniciativa</b> (viu o que devia ter sido feito e fê-lo sem hesitar e sem pressões do supervisor)               | 1             | 2 | 3 | 4 | 5 |
| <b>Flexibilidade</b> (disponibilidade para se adaptar e estabelecer compromissos)                                 | 1             | 2 | 3 | 4 | 5 |
| <b>Sensibilidade</b> (ouviu e tentou compreender as opiniões dos outros)  | 1             | 2 | 3 | 4 | 5 |
| <b>Criatividade</b> (contribuiu com imaginação e novas ideias)  | 1             | 2 | 3 | 4 | 5 |
| <b>Total de pontos (max: 35)</b>  |               |   |   |   |   |

| Valor do classificador | Cotação obtida | Significado                   |
|------------------------|----------------|-------------------------------|
|                        | 1              | Não aceitável (0 a 9 valores) |
|                        | 2              | Suficiente (10 a 13 valores)  |
|                        | 3              | Bom (14 a 16 valores)         |
|                        | 4              | Muito Bom (17 a 18 valores)   |
|                        | 5              | Excelente (19 a 20 valores)   |

**Total de pontos (max: 35)**

**Nota (=Total\*20/35)**



**UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE**  
**FACULDADE DE ENGENHARIA**  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELECTROTÉCNICA

**F3 - FICHA DE AVALIAÇÃO GLOBAL**

Nome do estudante: \_\_\_\_\_

Referência do tema: \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_\_\_

Título do tema: Integração de um sistema para limitação do excesso de peso em Elevadores

| <b>AVALIADOR</b>                       | <b>NOTA OBTIDA</b> | <b>PESO(%)</b> |
|--|--------------------|----------------|
| Relatório escrito (F1)                 | N1=                | A= 60          |
| Apresentação e defesa do trabalho (F2) | N2=                | B= 40          |

**CLASSIFICAÇÃO FINAL  $= (N1 * A + N2 * B) / 100$**

OS MEMBROS DO JURI:

|                 |  |
|-----------------|--|
| O Presidente    |  |
| O Oponente      |  |
| Os Supervisores |  |
|                 |  |
|                 |  |
|                 |  |
|                 |  |
|                 |  |