



**Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza**

**Governo do Estado de São Paulo**

**ETEC "JORGE STREET"**

## **TRABALHO DE CONCLUSÃO DO CURSO TECNICO EM MECATRÔNICA**

**Johnnatas Vital**

**Natan Afonso**

**Winston Isac Dias**

### **ELEVADOR DE TRÊS ANDARES**

SÃO CAETANO DO SUL / SP

2017

## **ELEVADOR DE TRÊS ANDARES**

Monografia do Trabalho de Conclusão de Curso apresentado a ETEC JORGE STREET do Curso Técnico em Mecatrônica.

Orientador: Prof. Ricardo Arroio  
Coordenadora: Rosamaria

SÃO CAETANO DO SUL / SP

2017

## ELEVADOR DE TRÊS ANDARES

Curso Técnico em Mecatrônica apresentado a ETEC JORGE STREET, constituído por **Johnnatas Vital, Natan Afonso e Winston Isac Dias**.

Aprovada em \_\_\_\_, de \_\_\_\_ de \_\_\_\_.

**Aprovação:**

---

**Título e nome completo**  
**Instituição a qual pertence**  
**Orientador**

---

**Nome completo**  
**Do orientador**

## **RESUMO**

Elevador ou ascensor é um sistema de transporte vertical projetado para mobilizar as pessoas ou bens entre diferentes níveis. Ele pode ser usado tanto para subir como para descer em um edifício ou uma construção subterrânea. Compatível com peças de mecânicas, elétricas e eletrônicas que trabalham juntos para alcançar um meio seguro de mobilidade. Na aplicação de sistema de transporte vertical, é importante saber decidir qual o sistema de movimentação mais adequado, hidráulico ou tração. Cada tipo tem características que o torna particularmente bem adaptado para uma aplicação específica. Em geral, os elevadores hidráulicos são adequados para edifícios baixos (até seis andares), enquanto os elevadores de cabo de aço (tração) são mais adequados para edifícios mais elevados.

**Palavras chaves:** Automação, Elevador, Cargas, Controle.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Estrutura de um Elevador Elétrico.....	11
Figura 2 - Grade Curricular do Curso Técnico em Mecatrônica, ETEC JORGE STREET .....	12
Figura 3 - Norma ABNT sobre elevadores elétricos .....	13
Figura 4 - Fluxograma do Funcionamento .....	14
Figura 5 - Diagrama em Blocos.....	15
Figura 6 - Circuito Eletrônico.....	16
Figura 7 - Condição de botões e sensores.....	17
Figura 8 - Bloco de controle das portas.....	18
Figura 9 - Laços condicionais para movimento do elevador .....	19
Figura 10 - Nextion, aba "Picture" .....	20
Figura 11 - Nextion, aba "Toolbox".....	20
Figura 12 - Nextion, Aba "Attribute" .....	21
Figura 13 - Biblioteca Nextion .....	21
Figura 14 - Variáveis de controle do LCD .....	22
Figura 15 - Sub-rotina de detecção de cores .....	22
Figura 16 - Sub-rotina condicional do sensor.....	23
Figura 17 - Movimento por seleção de cor .....	23
Figura 18 - Seleção de cores e andar .....	24
Figura 19 - Tela LCD Tuschreen Nextion.....	26
Figura 20: Push-buttons (Botões de Empurração) .....	26
Figura 21: Sensor óptico de infravermelho reflexivo TCRT5000.....	27
Figura 22 - Módulo relé 8 canais.....	28
Figura 23 - Fonte 12V - 10A - BIVOLT .....	28
Figura 24 - Relé Térmico JR28-25 .....	29
Figura 25 - Sensor de cores.....	29
Figura 26 - Motor Principal (12VDC) .....	30
Figura 27 - Fonte bivolt 9V /1A para Arduino .....	31
Figura 28: Arduino MEGA R3 2560 (Robocore).....	31
Figura 29 - Display 7 segmentos.....	33

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Custos .....	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
------------------------	--------------------------------------

## LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

MCU	Microcontroller Unit (Microcontrolador);
DC/VDC	Direct Current (Corrente Contínua);
IDE	Integrated Development Environment (Ambiente de Desenvolvimento Integrado);
LCD	Liquid Crystal Display (Display de cristal líquido);
UARTs	Receptor/Transmissor assíncrono universal;
V	Volts;
AC/VCA	Corrente Alternada;
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas;
INT	Variável de linguagem C# representa número INTEIRO;
RX	Receptor;
TX	Transmissor;
If	Laço condicional “Se”;
SPDT	Single Pole Dual Trip / Um polo Duplo Acionamento;
m	Mili- ( $10^{-3}$ );
$\mu$	Micro- ( $10^{-6}$ );
kHz	Quilohertz;
E/S ou I/O	Entrada e saída;
mA	Miliampere ;
RPM	Rotações Por Minuto;
W	Watts (“Unidade de Potência”);

## Sumário

1. INTRODUÇÃO.....	8
2. História e Conceitos.....	8
2.1 História do elevador na antiguidade .....	8
2.2 Conceitos de elevadores.....	100
3. Objetivo.....	122
4. Justificativa .....	122
5. Fundamentos Teóricos.....	12
5.1 NORMAS.....	12
5. Planejamento do Projeto.....	14
5.1 Fluxograma .....	14
5.2 Diagrama em Blocos .....	15
6. Desenvolvimento do Projeto .....	16
6.1 Circuito Eletrônico .....	16
6.2 Programação.....	17
7. Equipamentos.....	26
7.1 LCD Touchscreen .....	26
7.2 Botões .....	26
7.3 Sensores .....	27
7.5 Fonte de alimentação (12V) .....	28
7.6 Rele térmico (modelo: JR28-25).....	29
7.7 Sensor de cores TCS 230 .....	29
7.8 Motor DC (12V) .....	30
7.9 Fonte de Alimentação (9V).....	30
7.10 Microcontrolador.....	31
7.11 Display 7 segmentos .....	33
8 .Tabela de Custos .....	34
9 . Bibliografia.....	35

## **1. Introdução**

Nos tópicos a seguir, abordaremos todo o conteúdo do Trabalho de Conclusão de Curso voltado a Mecatrônica, apresentado para o comitê de professores da instituição de ensino ETEC JORGE STREET São Caetano do Sul, tanto a elaboração do início do projeto, quanto ao desenvolvimento e término. Nele, serão dadas informações sobre como projetamos o elevador, construímos e testamos, apresentando também suas falhas e correções, começando com alguns conceitos e a história por trás do elevador.

## **2. História e Conceitos**

### **2.1 Histórias do elevador na antiguidade**

A primeira referência de um elevador está nas obras do arquiteto romano Vitrúvio, que diz de Arquimedes (287 a.C. – 212 a.C.) que provavelmente foi construído um elevador primeiro em 236 a.C. Os elevadores foram mencionados como táxis sustentados com cordas de cânhamo e alimentados à mão ou por animal.

Com a necessidade de locomover objetos e pessoas estiveram presentes no desenvolvimento da humanidade. Exemplo disso seria o transporte de alimentos que era feito em cavalos; outro seria a mecânica que os egípcios usavam para retirar água do rio Nilo. Desciam um recipiente suspenso por uma corda, controlada manualmente. Com a Revolução Industrial (início de 1760), continuou-se tendo esses transportes, porém com a inovação da eletricidade. Facilitando e modernizando os processos.

Em 550 a.C., os jardins suspensos da Babilônia, foram construídos com o intuito de agradar a esposa de Nabucodonosor. Os jardins possuíam um curioso sistema de bombeamento das águas do rio Eufrates até o terraço dos jardins para irrigação das plantas. Na Grécia, aproximadamente em 450 a.C., já era possível observar as primeiras ideias para a construção de um elevador, com roldanas, guindastes. Porém, essa construção se concretizou durante a construção de outra das sete maravilhas do mundo antigo, o Colosso de Rodas, na década de 290 a.C.

Com o crescimento do comércio e setor civil sentiu-se a necessidade da modernização e aperfeiçoamento no modo de transporte. Grandes pensadores, como por exemplo, Aristóteles e Philon, descreveram diferentes formas de transporte com o uso de roldanas, manivelas sem mesmo saber precisamente o valor da carga a ser transportada.

Em 110 a.C., Heron de Alexandria listou cinco tipos de objetos utilizáveis para mover cargas; guincho, alavanca, polia cunha e rosca-sem-fim. E nesta mesma época, Vitrúvio criou o primeiro guincho manual, considerado o “primeiro” elevador de cargas.

No ano 1000 descreve a utilização de um elevador como um dispositivo de levantamento, a fim de levantar um peso “pesado” para bater e destruir uma fortaleza. A invenção de um dispositivo baseado na transmissão de parafuso foi talvez o passo mais importante na tecnologia de elevador desde a antiguidade, que

finalmente levou à criação dos elevadores de passageiros modernos. O primeiro modelo foi construído por Ivan Kulibin e instalado no Palácio de inverno em 1793.

Em 1851, Waterman inventou o primeiro protótipo de empilhadeiras. Era uma plataforma simples, ligada a um cabo, para levantar e abaixar bens e pessoas. Lojas de departamento começaram a florescer e surgiu a necessidade de um dispositivo que transferisse produtos para clientes de um piso para o outro com o mínimo esforço. A empilhadeira inspirou um americano a inventar um elevador com sistema dentado, que poderia atenuar a queda do mesmo onde o sustento do cabo for cortado. Foi à primeira demonstração de um sistema de segurança para elevadores de passageiros.

Em 30 de agosto de 1957, começou o sistema de portas automáticas em elevadores de passageiros, qualquer que seja a de abrir e fechar a porta manualmente.

**1203** – A “moda” foi o fator propulsor de novas invenções. O Duque de Savoy, imperatrizes e a corte russa, estavam instalando a cadeira voadora.

**1515** – Pratt (engenheiro mecânico) e Frank Sprague (engenheiro eletricitista) constroem um sistema de tração patenteado como o elevador Sprague-Pratt, que evoluiu até atender um sistema de um elevador para os arranha-céus da época, com mínima vibração.

**1590** – Com a invenção da máquina a vapor começou a utilizar-se a invenção para o lançamento de carvão das profundezas da mina. Era o início da utilização de uma fonte alternativa de tração.

**1740** – Delineava-se o ancestral do atual elevador. O Papa Leão X que tinha dificuldades para locomover-se, instalou uma “cadeira voadora” na sua residência.

**1800** – É construído o primeiro elevador com acionamento mecânico em Derby na Inglaterra.

**1830** – É instalado em Massachusetts, nos EUA, um elevador elétrico pelo pioneiro Frank J. Sprague, cuja importância é que a velocidade contratual era mantida independente da carga.

**1872** – É instalado um elevador de alta velocidade no Rio de Janeiro, no prédio do jornal “A Noite”. Em São Paulo um dos primeiros edifícios com elevador foi o Edifício Martinelli.

**1873** – É lançada na Alemanha a Schindler Móbile para prédios até sete andares. O equipamento chega ao edifício pré-montado e é instalado em três dias, pois não precisa de casa de máquinas.

**1880** – Em Salvador é construída uma torre com dois elevadores hidráulicos para transportar até 20 pessoas para bairros situados em níveis diferentes, o chamado Elevador Lacerda.

**1882** – Há fabricação completa de elevadores no Brasil, iniciada pela Villares.

**1884** – Já existiam ascensores auxiliares para a construção de prédios.

**1886** – Lança-se no mercado o elevador linear onde é incorporado no contrapeso e não há necessidade de casa de máquinas, o que significa o ganho de até dois andares.

**1888** – Na busca racional da redução de custos – as camisas do pistão deviam ter o mesmo comprimento que o percurso da cabine e à medida que o prédio era mais alto, mais caro tornava-se furar o solo a uma profundidade equivalente. Foi assim criado o elevador hidráulico do tipo indireto horizontal e vertical.

**1889** – Na Feira de Indústria de Manheim na Alemanha, é apresentado o primeiro elevador movido a motor elétrico, construído por Wener Von Diemens e Hulstie, levando 11 segundos para subir até o topo da torre de 20 metros.

**1919** – Na França o uso de animal de carga como força de tração. Esta caminhava ao redor d um largo tambor, fazendo-o girar, a corda ia se enrolando no tambor à medida que a carga (provisões) subia para o consumo dos abades.

**1926** – O elevador hidráulico tornou-se óleo-dinâmico, ou seja, utilizava óleo ao invés de água como propulsor.

**1943** – O engenheiro austríaco Victor Popp, cria uma rede de ar comprimido em Paris a qual fornece a energia para relógios públicos e elevadores, substituindo o sistema hidráulico pelo aero – hidráulico.

**1971** – O inglês projetou e construiu o elevador contínuo.

**1997** – O primeiro elevador acionado por Corrente Alternada é desenvolvido pela Sprague – Company.

**1997** – Os primeiros elevadores panorâmicos, no Brasil, foram instalados no Eron Brasília Hotel e no Edifício Sir Winston Churchill, em São Paulo, proporcionando uma visão interna ou externa de edifício.

## 2.2 CONCEITOS DE ELEVADORES

Com um esquema de polia e contrapesos, controlados eletronicamente nas versões atuais. Sua mecânica não mudou muito desde que foi inventado, em 236 a.C., pelo matemático e engenheiro Arquimedes. Ao longo destes dois mil anos de história, houve algumas variações. Mas a maior modificação foi o sistema de segurança criado em 1852 pelo norte-americano Elisha Otis, cujo princípio ainda é utilizado atualmente.

O “cérebro” da máquina é chamado de comando. Entre outras funções, ele calcula o peso máximo suportado pelo cômodo, diminui a velocidade na proximidade do andar selecionado e controla as portas automáticas. As versões mais modernas traçam a rota mais lógica a ser seguida – antes, o elevador sempre subia o topo e descia até a base.

Feitos de aço, os cabos de tração conectam a cabine ao contrapeso, passando por uma polia que evita o desgaste do material. Geralmente, são entre seis e oito cabos, mas pode haver mais, dependendo da máquina. Caso um deles se rompa, ainda assim os outros conseguirão suportar o peso.

De chapas de metal ou concreto, o contrapeso auxilia a cabine a se mover, usando a mesma lógica de uma gangorra. Ele pesa de 40% a 50% do peso da cabine lotada. A ideia é que, quando há uma carga típica (cerca de 45% da capacidade total), o sistema fica em equilibrando e pouca energia é usada para a locomoção.

Um motor faz a parte girar, movimentando os cabos de tração e, por consequência, elevando ou abaixando a cabine. Isso pode acontecer com ou sem a ajuda de engrenagens, hoje pouco usadas. Normalmente, está acomodado em maquinas, no topo do fosso do elevador. Mas já há versões sem esse ambiente: o motor, compacto, fica sobre o contrapeso.

Otis vem de Elisha Otis, o norte-americano que criou um sistema de segurança revolucionário. Na hipótese remota de todos os cabos se partirem, a polia começa a girar mais rápido. Esse aumento de velocidade ativa um regulador, que trava a polia. E essa trava, por sua vez, aciona um conjunto de travas na cabine que se prendem a trilhos dentados nas laterais do poço.

Um motor independente, menor, aciona as portas automáticas. Elas só abrem se o elevador estiver alinhado com o atuador. E só depois que elas se fecham a cabine consegue se mover. As portas mais modernas são acionadas pelo quadro de comando, mas tem sensores de movimento para evitar acidentes na entrada ou saída de passageiros.

Se o sistema de freio também falhar, nem tudo está perdido. No fundo do poço, há um sistema de para-choques, com molas ou cilindros hidráulicos que impedem a cabine de tocar o solo. O amortecimento é brusco e só entra em ação em casos de emergências ou quando o excesso de peso torna o motor inoperante. O elevador automatico surgiu na década de 1930, por causa de uma greve de ascensoristas.

O primeiro elevador instalado no Brasil foi o Lacerda, em Salvador (BA), em 1873. Na época, era o mais alto do mundo, com 63 m.

O mais veloz do mundo fica em Taipei, Taiwan. Ele sobe do 5° ao 89° andar do Taipei 101 a 60,6 km/h.

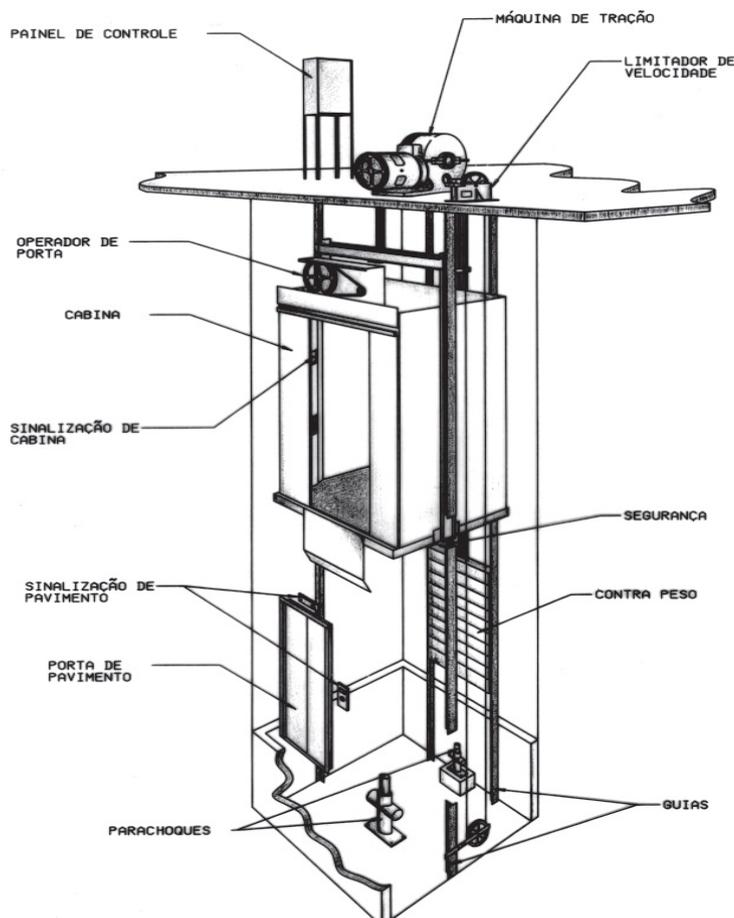
Em 2016: O do CTF Finance Center, na China, irá do térreo até ao 95° andar em 43 segundos, a 72km/h.

A máquina com maior capacidade de passageiros está no prédio Umeda Hankyu, em Osaka, Japão. Com 9,2 m<sup>2</sup>, ele leva 80 pessoas.

O trajeto mais longo fica na mina de ouro Mponeng, na Africa do Sul. O elevador desce 2.298 m três minutos e meio.

A figura abaixo detalha melhor uma estrutura de um elevador elétrico:

Figura 1 - Estrutura de um Elevador Elétrico.



### 3. Objetivo

Aplicar em um projeto tudo que foi ensinado durante as aulas até o fim do curso, poder exemplificar a funcionalidade e esclarecer dúvidas. Fazer a demonstração em um protótipo para fins teóricos e práticos de seu funcionamento e desenvolvimento mecânico, elétrico e programação.

Este projeto se constituirá de um sistema simples, com o princípio básico de elevação por tração com motor e cabo. Seu controle será realizado por micro controlador Arduino MEGA R3 2560.

Todo o planejamento e execução:

Figura 2 - Grade Curricular do Curso Técnico em Mecatrônica, ETEC JORGE STREET.

III.2 – MICROCONTROLADORES	III.5 – MECANISMOS MECATRÔNICOS
<b>BASES TECNOLÓGICAS</b>	<b>BASES TECNOLÓGICAS</b>
1. Tipos e funcionamentos de memórias: <ul style="list-style-type: none"> <li>• RAM;</li> <li>• ROM e família;</li> <li>• Flash</li> </ul>	1. Funcionamento dos sistemas de transmissão
2. Microcontroladores (PIC e/ ou 8051 e outros): <ul style="list-style-type: none"> <li>• Conceitos;</li> <li>• Aplicações;</li> <li>• Parâmetros;</li> <li>• Arquitetura básica;</li> <li>• Tipos de memória e endereçamento;</li> <li>• Funções de entrada e saída</li> </ul>	2. Relação de transmissão
3. Programação de microcontroladores em linguagem de máquina: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Conjunto de instruções;</li> <li>• Operações lógicas;</li> <li>• Transferência de dados;</li> <li>• Rotinas e subrotinas;</li> <li>• Laços e desvios de programa</li> </ul>	3. Rotação, torque, velocidade, força e potência
	4. Rendimento mecânico
	5. Transmissão por engrenagem
	6. Transmissão por correias
	7. Mancais de rolamentos
	8. Mecanismos de movimentação posicionamento e fixação: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aplicação e exemplos de utilização</li> </ul>

Fonte:

[http://www.jorgestreet.com.br/arquivos/planejamento/Planos\\_Cursos\\_Modular\\_2016/Mecatr%C3%B4nica%20-%202095.pdf](http://www.jorgestreet.com.br/arquivos/planejamento/Planos_Cursos_Modular_2016/Mecatr%C3%B4nica%20-%202095.pdf)

### 4. Justificativa

Este elevador não compreende uma função prática, mas sim uma demonstração. Especificar o processo do sistema de elevação em menor escala, fazendo com que estes fiquem a mostra e explicitando o funcionamento de cada componente.

A escolha desse projeto foi realizada pelo fato de abranger todos os pontos principais da grade curricular do curso de Mecatrônica, além de sua simplicidade na execução. O projeto não apresenta uma constituição complexa inicialmente, o que nos proporciona a oportunidade de implementar melhorias mais facilmente, visto a pequena complexidade do projeto.

### 5. Fundamentos Teóricos

#### 5.1 NORMAS

A ABNT emitiu as seguintes normas sobre Elevadores Elétricos, Escadas Rolantes e Esteiras Rolantes.

## 5.2 Elevadores Elétricos – Terminologia (Norma NBR – 5666)

Figura 3 - Norma ABNT sobre elevadores elétricos.

Cópia não autorizada

**ABNT-Associação Brasileira de Normas Técnicas**

Sede:  
Rio de Janeiro  
Av. Treze de Maio, 13 - 28º andar  
CEP 20003-900 - Caixa Postal 1680  
Rio de Janeiro - RJ  
Tel.: FAX: (021) 210-3122  
Telex: (021) 34333 ABNT - BR  
Endereço Telegráfico:  
NORMATECNICA

Copyright © 1977.  
ABNT-Associação Brasileira de Normas Técnicas  
Printed in Brazil  
Impresso no Brasil  
Todos os direitos reservados

DEZ 1977	NBR 5666
<b>Elevadores elétricos</b>	
Terminologia	
Origem: ABNT - TB-6/1978 CB-02 - Comitê Brasileiro de Construção Civil CE-02:02.18 - Comissão de Estudo de Elevadores NBR 5666 - Electric elevators Descriptor: Elevator	
Palavra-chave: Elevadores	6 páginas

Fonte: <https://pt.scribd.com/doc/32976655/NBR-5666-TB-6-Elevadores-Eletricos>

Define os termos empregados em instalações de Elevadores Elétricos. Tais como alarme, freio de segurança, rigidez da cabine e acionamento de emergência.

### **Elevadores Elétricos de Passageiros – Requisitos de segurança para construção e instalação NBR 7192**

Editada em novembro de 199 esta norma cancela e substitui a NBR - 7192 passando a ter vigência a partir de 30 – 12 – 1999. Trata de requisitos de segurança relativos e elevadores elétricos de passageiros e estabelece as regras mínimas para instalação de elevadores nos edifícios/construções.

### **Cálculo de Tráfego nos Elevadores – Procedimento (Norma NBR – 5665)**

Fixa as condições mínimas que devem ser observadas no cálculo de tráfego das instalações de elevadores de passageiros.

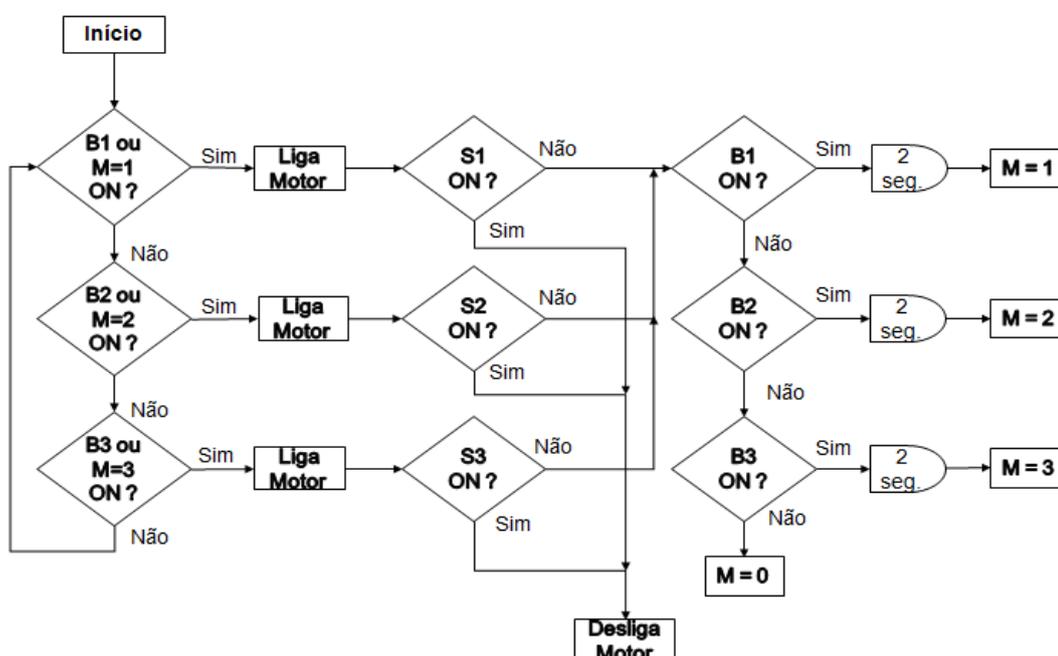
Várias leis federais, estaduais ou municipais, em especial os códigos de obras, fazem exigências adicionais, complementando as normas existentes e sempre obedecendo pelo menos aos seus requisitos mínimos. Por exemplo:

## 6. Planejamento do Projeto

### 6.1 Fluxograma

O elevador dará início com as portas fechadas e o ponto de partida no térreo. Ao acionar um dos botões dos três andares o motor das portas irá fechá-las e depois dará partida no motor principal, para que o mesmo conduza a cabine até o andar desejado que será confirmado através de sensores. Ao chegar no andar solicitado o sensor fará com que o motor principal pare e depois de parado as portas se abram. Para um melhor entendimento, verifique o fluxograma a seguir:

Figura 4 - Fluxograma do Funcionamento



Fonte: Próprio Autor / 2017.

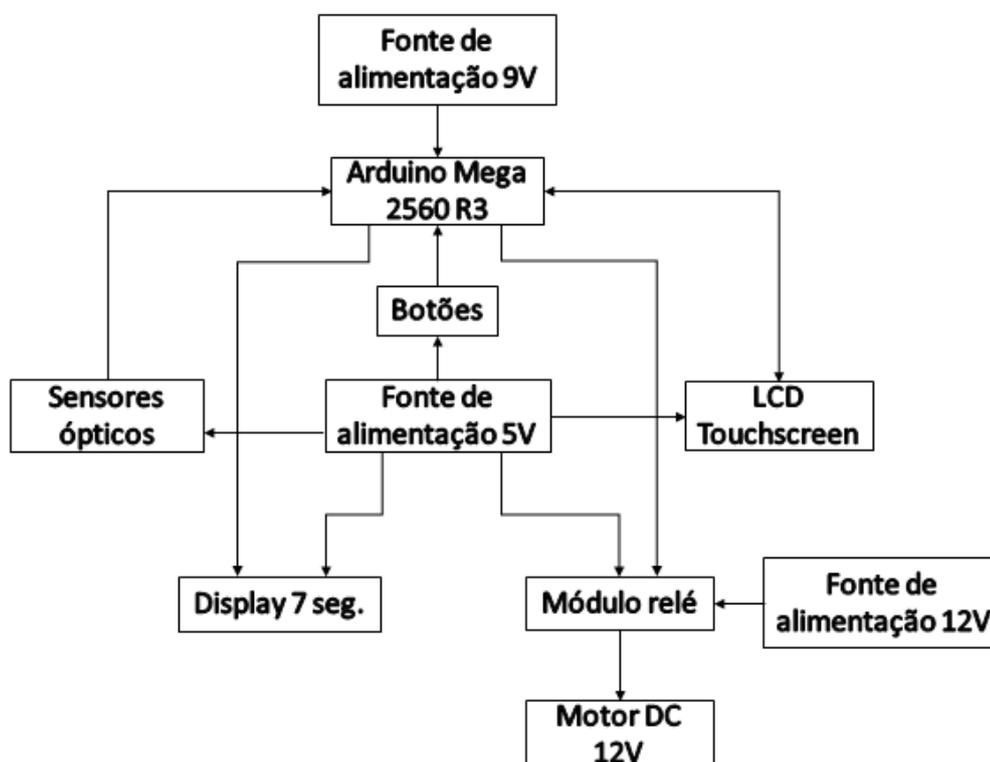
Na ilustração acima, o início do Fluxograma se dá pela escolha de um dos três respectivos botões, “**B1** ou (Memória = 1)”, “**B2** ou (Memória = 2)” e “**B3** ou (Memória = 3)”. Se o “**B1**” botão um, não estiver sido selecionado, irá descer para o “**B2**” botão dois, mas se o mesmo, não estiver sido selecionado, irá descer novamente para o “**B3**” botão três, mas se até ele não for sido selecionado, indicará que o usuário não escolheu nenhum botão, desse modo, irá retornar para o “**B1**” botão um.

Feito a escolha do usuário, e tenha sido o “**B1**” botão um, irá ligar o motor, e subir ou descer até chegar ao andar desejado, Mas se o “**S1**” sensor um, não estiver sido acionado, ou seja, ainda o elevador não chegou ao andar desejado, irá retornar para o “**B1**” botão um, e irá verificar se o botão propriamente dito esteja acionado, e se ele ainda estiver sido selecionado, o programa aguardará dois segundos, dando a memória resultante igual á um, indicando que o motor tem que permanecer ligado até o “**S1**”, já sido acionado. Se o “**S1**”, já sido acionado, irá desligar o motor, e abrir as portas do elevador.

O mesmo esquema se repete, mas porem, se o “B2” ou “B3” (botão dois ou botão três) tenha sido escolhido pelo usuário, irá ligar o motor, se o “S2” ou “S3” (sensor dois ou sensor três) tenha sido acionado, ambos separadamente, irão prosseguir dando o desligamento do motor e abrindo as portas, mas se ambos os sensores separadamente, não forem acionados, irá retornar e verificar se o “B1” ou “B2” ou “B3” (botão um/dois ou três), ainda estiver selecionado, se sim, o programa irá aguardar dois segundos, e enviará para um endereço correspondente da memória de um dos números dos botões selecionados anterior,  $M = 1$ ,  $M = 2$  e  $M = 3$ , (Memória igual á um, Memória igual á dois e Memória igual á três). Ambos aguardam o acionamento de um dos sensores dito anteriormente, prosseguindo ao desligamento do motor e abertura das respectivas portas.

## 6.2 Diagrama em Blocos

Figura 5 - Diagrama em Blocos.



Fonte: Próprio Autor / 2017.

O diagrama de bloco anterior, é nada mais que todos os componentes cruciais do funcionamento do projeto elevador de três andares, á sua linhagem vem com uma fonte de alimentação de 9 Volts, carregando e mantendo o circuito ligado do Arduino Mega 2560 R3. No Arduino serão criados jumpers para energizar os sensores ópticos, o LCD Touchscreen, e os botões.

Em seguida, teremos mais uma fonte de alimentação, entretanto essa será de 5 Volts, que energizará o display de 7 segmentos, abrangendo os sensores e o LCD.

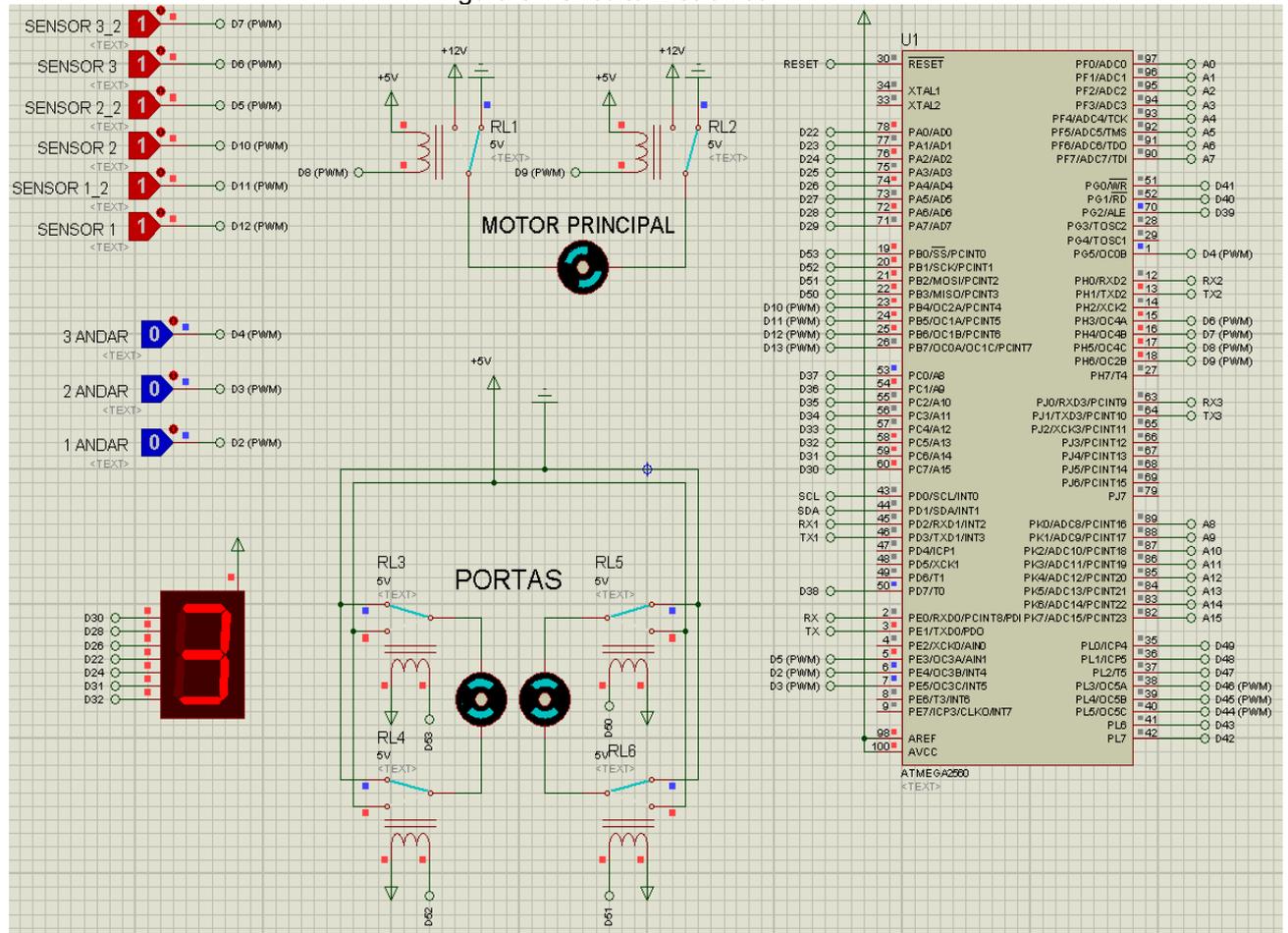
Por último, uma fonte de alimentação de 12 Volts, que alimentará o motor de 12 Volts das portas, e por fim o módulo relé.

## 7. Desenvolvimento do Projeto

### 7.1 Circuito Eletrônico

Este circuito realiza o controle do motor principal, o código de programação digitado na IDE Arduino, controla o sentido de rotação do motor por meio de um relé.

Figura 6 - Circuito Eletrônico.



Fonte: Próprio Autor / 2017.

O acionamento de botões por efeito de simulação fora feito com a ferramenta “Logic Toggle” do software Proteus, na prática serão Push-buttons em ligação Pull-Down utilizando resistores de 10kΩ. As tags “SENSOR n\_x” são seis no total, o que representa dois sensores por andar, um para detectar subida e outro a descida, O motor principal é responsável por tracionar a cabine, e é acionado por uma junção de dois relés SPDT, que recebem um sinal “LOW” do Arduino e comutam o motor para qual sentido for necessário. O mesmo se aplica para os motores da portas, um motor de cada lado faz as portas abrirem e fecharem, quando o elevador para e inicia um movimento, o display é para simbolizar o andar atual, o display é catodo comum, logo recebe nível lógico baixo para funcionar.

## 7.2 Programação

A programação feita em C#, funciona de maneira modular, cada bloco executando uma função específica para o funcionamento do conjunto. Não foram utilizados registradores de uso especial como timers e interrupção. A versão do compilador é a 1.6.12

Figura 7 - Condição de botões e sensores

```

if (sensor1 == HIGH) {
andaratual = 1;
}
else if(sensor2 == HIGH) {
andaratual = 2;
}
else if(sensor3 == HIGH) {
andaratual = 3;
}
else if(sensor4 == HIGH) {
andaratual = 4;
}
else if(sensor5 == HIGH) {
andaratual = 5;
}

if (botao1 == HIGH && media == 0) {
andar desejado = 1;
}
else if (botao2 == HIGH && media == 0) {
andar desejado = 2;
}
else if (botao3 == HIGH && media == 0) {
andar desejado = 3;
}
else if (botao4 == HIGH && media == 0) {
andar desejado = 4;
}
else if (botao5 == HIGH && media == 0) {
andar desejado = 5;
}

```

Fonte: Próprio Autor / 2017.

O exemplo exibido acima mostra a detecção de andares pelo sensor e seleção de andar pelo botão. A detecção do andar atende a uma variável do tipo "int" nomeada "andar atual" que altera o seu valor de "1" á "5", a condição para estes possíveis valores é atrelada as variáveis "sensor1 á sensor5" que representação a leitura digital dos pinos quais os sensores estão conectados. O mesmo se aplica para a variável "andar desejado" também do tipo "int", que obedece as variáveis "botao1 á botao5" variando seu valor de "0" á "5".

Figura 8 - Bloco de controle das portas

```

if ((media == 1 || media == 2) && (digitalRead(desce) && digitalRead(sobe))) {
    digitalWrite(porta10, LOW);
    digitalWrite(porta11, HIGH);
    digitalWrite(porta20, LOW);
    digitalWrite(porta21, HIGH);
    delay(1000);

    digitalWrite(porta10, HIGH);
    digitalWrite(porta11, HIGH);
    digitalWrite(porta20, HIGH);
    digitalWrite(porta21, HIGH);
    delay(500);
    safety = 1;
}

if(media == 0 && mov == 1){
    digitalWrite(porta10, HIGH);
    digitalWrite(porta11, LOW);
    digitalWrite(porta20, HIGH);
    digitalWrite(porta21, LOW);
    delay(1000);
    digitalWrite(porta10, HIGH);
    digitalWrite(porta11, HIGH);
    digitalWrite(porta20, HIGH);
    digitalWrite(porta21, HIGH);
    mov = 0;
    safety = 2;
}

```

Fonte: Próprio Autor / 2017.

Os blocos acima são designados para abertura e fechamento das portas, a variável “media”, quando em valor 1 ou 2, representam movimento, as flags “desce” e “sobe” verificam se o motor está ligado, se as condições forem atendidas, executa-se uma sequência de escritura digital de saídas, comutando relé e ativando os motores das portas.

A condição de parada também responde a variável “media”, o valor 0 representa parada, e a variável auxiliar “mov”, detecta se o elevador estava se movendo antes de parar, com as condições executadas, executa-se o fechamento e a flag “safety” vai para 2, relacionando-se com o bloco de memorização de andares.

Figura 9 - Laços condicionais para movimento do elevador

```

if (andaratual > andardesejado) { //CONDIÇÃO DE DESCIDA
    media = 1;
    mov = 1;
    if(safety == 1){
        digitalWrite(desce, LOW);
        digitalWrite(sobe, HIGH);
    }
}

if (andaratual2 < andardesejado){ //CONDIÇÃO DE SUBIDA
    media = 2;
    mov = 1;
    if(safety == 1){
        digitalWrite(desce, HIGH);
        digitalWrite(sobe, LOW);
    }
}

if (andaratual == andardesejado && media == 1){ //CONDIÇÃO DE PARADA
    media = 0;
    digitalWrite(desce, HIGH);
    digitalWrite(sobe, HIGH);
    safety = 0;
}

if (andaratual2 == andardesejado && media == 2){ //CONDIÇÃO DE PARADA
    media = 0;
    digitalWrite(desce, HIGH);
    digitalWrite(sobe, HIGH);
    safety = 0;
}

```

Fonte: Próprio Autor / 2017.

O movimento em si é realizado pela condição de diferença entre as variáveis de controle, como mostra o as linhas da imagem acima. O comando “if” determina qual sentido de rotação do motor baseado na posição da cabine e para onde o movimento deverá ocorrer, Exemplo: andaratual = 5 e andar desejado = 2, condição de descida. As “flags” “sobe” e “desce” representam o estado dos pinos que comandam o relé, quando uma destas está em nível baixo o relé é ativado. A variável “safety” funciona como disparo do relé, é definido quando as portas do elevador estão fechadas, assim evitando que o elevador parta com as portas abertas. Existem duas condições de parada, uma para o movimento de subida e outra para o movimento de descida e ambas mandam a variável “safety” para “0”, pois quando o elevador parar, as portas abrem, impossibilitando o movimento do elevador. Os laços que realizam o movimento têm um “flag” auxiliar “mov”, este afeta o bloco de abertura das portas, que só iram fechar se o elevador tiver se movido anteriormente, esta é a função desta variável.

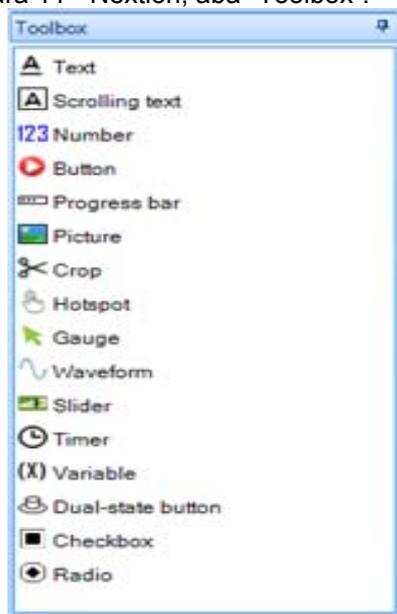
Figura 10 - Nextion, aba "Picture".



Fonte: Próprio Autor / 2017.

No canto inferior esquerdo está o sub-menu "Pictures", que é onde se carrega imagens para a montagem da tela, aceita-se imagens no formato PNG. e Bitmap., deve-se atentar para o tamanho da imagens para que sejam alocadas corretamente no espaço útil, que é de 400x200 pixels.

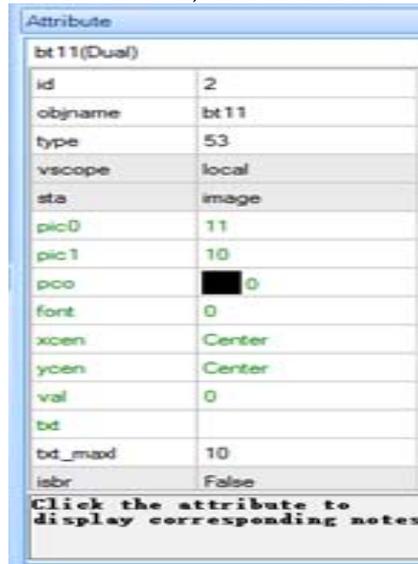
Figura 11 - Nextion, aba "Toolbox".



Fonte: Próprio Autor / 2017.

Logo acima se localiza a "Toolbox" onde estão as ferramentas/tipos de ativação a serem utilizados, exemplo: Text, Crop, Button, Dual state Button, Timer, Checkbox entre outros. Assim que uma delas é selecionada surge uma marcação na tela simbolizando a área ocupada, dando um clique na área surgem opções de imagem a serem inseridas e texto se houver. Este projeto utilizou as ferramentas "Dual State Button" e "Button".

Figura 12 - Nextion, Aba "Attribute".



Fonte: Próprio Autor / 2017.

A aba attribute localiza-se no canto inferior direito e representa as opções, quando qualquer elemento da tela é selecionado, dentre as opções estão a seleção de imagens (estática e ativação), coordenadas de posicionamento da imagem, nome da variável atrelada e "ID".

Figura 13 - Biblioteca Nextion

```
#include "Nextion.h"

NexDSButton btOn = NexDSButton(1, 8, "btOn");

NexDSButton bt01 = NexDSButton(1, 1, "bt01");
NexDSButton bt11 = NexDSButton(1, 2, "bt11");
NexDSButton bt21 = NexDSButton(1, 3, "bt21");
NexDSButton bt31 = NexDSButton(1, 4, "bt31");
NexDSButton bt41 = NexDSButton(1, 5, "bt41");
NexDSButton bt51 = NexDSButton(1, 7, "bt51");
```

Fonte: Próprio Autor / 2017.

A programação da tela já na IDE Arduino deve ser feita com a inclusão da biblioteca "Nextion.h" (fabricante do dispositivo), o comando "NexDSButton" é uma declaração de objeto, "bto1, bt11 e bt21" são nome arbitrários, já os parâmetros contidos nos parênteses, representam a página, "ID" do objeto e seu nome, dados estes contidos no software de edição e criação de telas da Nextion.

Figura 14 - Variáveis de controle do LCD

```

uint32_t dual_state0n; bt01.getValue(&dual_state01);
                               bt11.getValue(&dual_state11);
uint32_t dual_state01;
uint32_t dual_state11; bt21.getValue(&dual_state21);
uint32_t dual_state21; bt31.getValue(&dual_state31);
uint32_t dual_state31; bt41.getValue(&dual_state41);
uint32_t dual_state41; bt51.getValue(&dual_state51);
uint32_t dual_state51;

```

Fonte: Próprio Autor / 2017.

Os blocos acima representam a declaração de variáveis para os botões virtuais, as variáveis são tipo “uint\_32”, pois são variáveis que potencialmente recebem e enviam muitos dados em pequeno tempo, portanto elas armazenam de 0 até 4,294,967,295. O comando “getValue” acompanha o nome do objeto desejado e a variável relacionada, ele recebe o comando de toque no dispositivo e muda o estado da variável de 0 a 1 (verdadeiro e falso).

Figura 15 - Sub-rotina de detecção de cores

```

void color()
{
    digitalWrite(s2, LOW);
    digitalWrite(s3, LOW);

    red = pulseIn(out, digitalRead(out) == HIGH ? LOW : HIGH);
    digitalWrite(s3, HIGH);

    blue = pulseIn(out, digitalRead(out) == HIGH ? LOW : HIGH);
    digitalWrite(s2, HIGH);

    green = pulseIn(out, digitalRead(out) == HIGH ? LOW : HIGH);
    movimento();
}

```

Fonte: Próprio Autor / 2017.

A sub-rotina acima é responsável pela detecção de cores do sensor TCS 230, “out” é pino que recebe sinais do sensor, as variáveis “red, blue e green” recebem e armazenam o valor via PWM, pelo comando “pulseIn”. Faz-se o uso de operadores ternários “?” e “:”, estes operadores equivalem aos comandos if e else, “?” para condições verdadeiras e “:” para falsas, os “digitalWrite” nos “s3 e s2” são entradas do sensor e aplicam filtros na detecção de cores, ambos começam em “00”, então o sensor detecta apenas vermelho, se “01” o sensor detecta apenas azul, sequência essa determinada pelo fabricante. Após o fim da sub-rotina chama outra sub-rotina, denominada “movimento”:

Figura 16 - Sub-rotina condicional do sensor

```

void movimento() {

    if (red < blue && red < green && red < 100 )
    {
        //Serial.println("Vermelho");
        verde = false;
        azul = false;
        vermelho = true;
    }
}

```

Fonte: Próprio Autor / 2017.

A programação desta rotina em particular estende-se por cerca de 150 linhas, por isso irá ser ilustrado apenas uma cor por condição, visto que as demais são idênticas apenas com mudança de variáveis. O código acima compara o valor recebido pelo pino de sinal do sensor, e nesse caso o vermelho sendo maior, a flag booleana “vermelho” vai para “1” (true) e as demais para “0” (false), o que implica diretamente no laço condicional que realiza movimento:

Figura 17 - Movimento por seleção de cor

```

if((svermelho > andaratual2) && vermelho == true &&
media == 0)
{
    delay(1000);
    andardesejado = svermelho;
}
else if((svermelho < andaratual) && vermelho == true &&
media == 0 )
{
    delay(1000);
    andardesejado = svermelho;
}

```

Fonte: Próprio Autor / 2017.

Esta condicional está presente dentro da rotina “movimento”, e faz com que o elevador seja efetivamente direcionado, detecta o valor do sensor, se o elevador está parado e flag booleana designada anteriormente, após um delay de 1 segundo para segurança, “andardesejado” é igualado a “svermelho”, que equivale ao andar escolhido definido no Touchscreen:

Figura 18 - Seleção de cores e andar

```

if(dual_state11 == dual_state21){
    bt11.setValue(0);
    bt21.setValue(0);
    svermelho = 1;
}
if(dual_state11 == dual_state31){
    bt11.setValue(0);
    bt31.setValue(0);
    svermelho = 2;
}
if(dual_state11 == dual_state41){
    bt11.setValue(0);
    bt41.setValue(0);
    svermelho = 3;
}

```

Fonte: Próprio Autor / 2017.

Funcionamento idêntico à seleção de andares manual, porém dessa vez entrelaçando variáveis de cores, que possuem prioridade menor do que as de seleção regulares.

## 8. Projeto e Execução Mecânica

O protótipo do elevador é um modelo reduzido de um elevador de carga industrial. O elevador possui 3 andares, conforme ilustrado na figura 19. Possui estrutura com dimensões aproximadas de 1.60m de altura por 0.45m de largura e 0.38m de comprimento. Para a realização da montagem foi utilizada chapa de MDF de 3mm de espessura, com 2,75 x 1,85m e perfil.

Figura 19 – Estrutura do Elevador



Fonte: Próprio Autor / 2017.

Posteriormente foi realizado o alinhamento do motor DC 12V com o eixo de tração superior. Junto ao eixo, foi fixado um mancal de *plástico* para que fosse possível fazer o enrolamento do cabo de aço utilizado para tracionar a cabine.



Para que o protótipo tivesse melhor deslocamento dentro do ETEC Jorge Street, foram instalados quatro rodízios giratórios ilustrados na figura 11.



## 9. Equipamentos

### 9.1 LCD Touchscreen

Figura 19 - Tela LCD Touchscreen Nextion



Fonte: <https://www.element14.com/community/community/arduino/blog/2016/02/22/nextion-hmi-display-a-user-interface-that-is-simple-and-easy-to-use>

Será utilizado um display LCD Touchscreen para ativação do elevador, onde serão colocados os botões virtuais, além de exibir informações sobre o funcionamento do elevador (o movimento poderá ser controlado pelos botões, além da IHM).

#### Dados Técnicos:

- Microcontrolador dedicado da Cortex (stm32f030c8t6);
- 400x240 resolução;
- RGB 65K cores realistas;
- 4 fios visor toque resistiva painel TFT com integrado;
- Interface de quatro pinos fácil para qualquer Controladora TTL Serial;
- Placa de cartão micro-SD para atualização de firmware;
- Área visual: 69,60 milímetros (Comprimento) x 76 milímetros (Largura);
- Brilho regulável: 0 ~ 230 lúmens, o intervalo de ajustamento é de 1%.

### 9.2 Botões

Figura 20: Push-buttons (Botões de Empurração)



Fonte: os Autores, 2017.

Os “Push-buttons” são mecanismos ativados com um toque momentâneo sem ou com trava, o sinal mandado será registrado pelo MCU. Atuará na ativação dos motores do elevador. A estrutura terá um Painel de Controle com todos os botões de ativação e o de emergência e cada andar terá apenas dois botões. Para que o usuário possa controlar direta ou indiretamente a subida e descida.

### 9.3 Sensores

Figura 21: Sensor óptico de infravermelho reflexivo TCRT5000.



Fonte:

[http://cdn2.bigcommerce.com/server3700/64749/products/454/images/1001/im120712017\\_2\\_\\_52432.1400078040.1280.1280.jpg?c=2](http://cdn2.bigcommerce.com/server3700/64749/products/454/images/1001/im120712017_2__52432.1400078040.1280.1280.jpg?c=2)

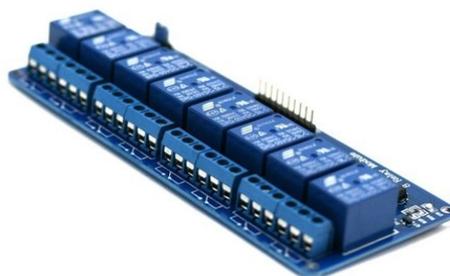
O TCRT5000 possui uma construção compacta onde a fonte de luz emissora e os detectores estão dispostos na mesma direção para detectar a presença de um objeto usando o feixe de reflexão IR do objeto. O detector consiste em um fototransistor. Os sensores serão alocados em cada andar, funcionando como um fim-de-curso e enviando “1”(um) para o microcontrolador quando sua parede óptica for interrompida. Parando o movimento de rotação do motor principal e dando seguimento na programação, o objeto de detecção será a cabine do elevador.

#### Dados Técnicos:

- Modelo: TCRT5000;
- Tipo do Detector: Fototransistor;
- Dimensões: 10,2 x 5,8 x 7,0mm;
- Tamanho de Onda Emissor: 950nm;
- Máxima detecção: 25mm.

### 9.4 Módulo Relé

Figura 22 - Módulo relé 8 canais



1 Fonte: <http://www.filipeflop.com/pd-6b851-modulo-rele-5v-8-canais.html>

O módulo relé será utilizado para ativação do motor, o modelo em particular contém 8 relés SPDT (250VAC/30VDC 10A), a ativação é feita por nível lógico baixo (LOW), é importante salientar que este componente não se trata de um SHIELD, apenas uma placa de comando.

#### Dados Técnicos:

- Tensão de ativação: 5 VDC;
- Corrente de ativação: 15-20 mA;
- Carga de controle máxima: 250 VAC / 30 VDC;
- Corrente de controle máxima: 10 A;
- Tempo de comutação: 5-10 ms;
- Dimensões: 51 x 38 20 mm;
- Peso: 30g.

### 9.5 Fonte de alimentação (12V)

Figura 23 - Fonte 12V - 10A - BIVOLT



Fonte:

[http://images.tcdn.com.br/img/img\\_prod/446300/fonte\\_12v\\_10a\\_bivolt\\_386\\_1\\_20161027114511.jpg](http://images.tcdn.com.br/img/img_prod/446300/fonte_12v_10a_bivolt_386_1_20161027114511.jpg)

A fonte de tensão será compatível com a tensão do motor (12V), a corrente nominal de trabalho do motor é de 1,6A, no entanto a corrente de pico atinge 6ª, por isso a fonte foi escolhida com uma capacidade de corrente com uma margem de

segurança (10A), a margem se fez necessária pelo fato do projeto necessitar da corrente de pico constantemente, o motor liga e desliga de acordo com o movimento dos andares, que acontecerá repetidamente.

### 9.6 Relé térmico (modelo: JR28-25)

Figura 24 - Relé Térmico JR28-25



O relé térmico tem o propósito de proteção de motores, tem um princípio de ativação por calor, na ocasião do motor estar levando uma carga muito alta, o mesmo puxa mais corrente assim aumentando a temperatura, o que pode danificar o componente. O relé tem chapas condutoras e coeficiente de dilatação específico, para que quando a temperatura se elevar, as chapas dilatadas comutarem o relé desativando o motor. Os relés térmicos normalmente são empregados em motores AC, portanto tem três contatos de entrada e três de saída, porém é possível realizar a ligação de motores DC.

#### Dados Técnicos:

- Tensão de Isolamento: 660V;
- Contatos Auxiliares: 1NA+1NF;
- Corrente de operação: 1A até 1,6<sup>a</sup>.

### 9.7 Sensor de cores TCS 230

Figura 25 - Sensor de cores



Fonte: <http://3.bp.blogspot.com/-KUKMqSRkhNs/UvzI0gLTENI/AAAAAAAAAB5I/0e3IDD-YhIA/s1600/M%25C3%25B3dulo+TCS230.jpg>

O sensor de cores TCS 230 será alocada dentro da cabine do elevador, este contém quatro pinos: S0/S1 (Entradas para escala de frequência), S2/S3 (Escolha

da cor a ser detecta), VCC (Alimentação), GND (Aterramento), OE (Enable) e OUT (Saída de sinal). A parte central do circuito integrado tem um conjunto de 64 (8x8) fotodiodos de silício, junto com um CI CMOS que converte a frequência de sinal dos fotodiodos em uma onda quadrada. O sensor detecta essencialmente apenas três cores: Vermelho, Verde e azul.

#### Dados Técnicos:

- Tensão de operação: 2,7 a 5,5 V;
- Dimensões do CI: 31 X 25 X 10mm;
- Dimensões do (s) fotodiodo (s): 120  $\mu\text{m}$  x 120  $\mu\text{m}$ ;
- Erro típico na frequência: 0.2% á 50 KHz.

### 9.8 Motor DC (12V)

Figura 26 - Motor Principal (12VDC)



Fonte: <https://www.robocore.net/loja/produtos/motor-dc-com-caixa-de-reducao-12v-83rpm.html>

No eixo do motor foi acoplada uma engrenagem, utilizada para tracionar o tambor que será responsável por fazer a cabine do elevador subir e descer. Estará preso no tambor dois cabos de aço interligados a cabine de maneira uniforme, com o objetivo de fazer o mesmo subir e descer de maneira estável.

#### Dados Técnicos:

- Diâmetro do eixo: 6 mm;
- Velocidade nominal: 83 rpm;
- Tensão: 12 VDC;
- Corrente (sem carga): 430 mA;
- Corrente (máximo rendimento): 1,6 A;
- Potência: 5 W;
- Torque: 11,1 kgf.cm;
- Peso: 315g.

### 9.9 Fonte de Alimentação (9V)

Figura 27 - Fonte bivolt 9V / 1A para Arduino



Fonte:

<http://lghhttp.57222.nexcesscdn.net/803B362/magento/media/catalog/product/cache/1/image/650x/040ec09b1e35df139433887a97daa66f/9/v/9v-1a.jpg>

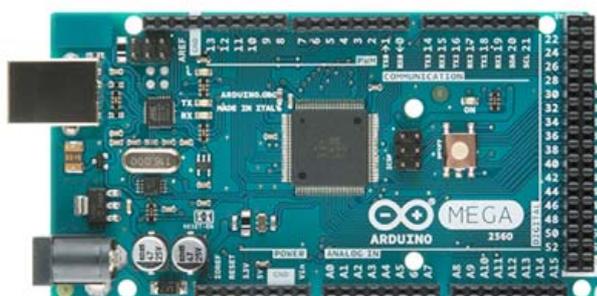
Compatível com o Uno, Duemilanove, Mega 1280, Mega 2560 e Mega ADK.

#### Dados Técnicos:

- Tensão de entrada: Bivolt 100~250VAC;
- Frequência de entrada: 47~64Hz;
- Tensão de saída: 9 VDC;
- Corrente de saída máxima: 1A;
- Padrão do conector: P4 (5.5mm x 2.1mm);
- Comprimento do cabo: 110 cm.

### 9.10 Microcontrolador

Figura 28: Arduino MEGA R3 2560 (Robocore).



Fonte:

[https://www.robocore.net/loja/produtos/upload/lojavirtual/121\\_20160420111745\\_\\_H.png?20170524164232](https://www.robocore.net/loja/produtos/upload/lojavirtual/121_20160420111745__H.png?20170524164232)

O Arduino Mega 2560 R3 é uma placa de microcontrolador projetado inicialmente para projetos mais complexos. Ele tem 54 pinos digitais de Entrada/Saída (dos quais 15 podem ser usadas como saídas PWM), 16 entradas analógicas, 4 UARTs (portas seriais de hardware), um cristal oscilador de 16 MHz, uma conexão USB e um botão de reset. Eles contêm tudo o que precisares para a conclusão do projeto.

#### Dados Técnicos:

- Tamanho: 5,3cm x 10,2cm x 1,0cm;
- Tensão de operação: 5V;
- Tensão de entrada: 7-12V;
- Pinos de entrada/saída (I/O) digitais: 54 (dos quais 14 podem ser saídas PWM);
- Pinos de entrada (I/O) analógica: 16;
- Corrente DC por pino: 40mA;
- Memória Flash: 256KB (dos quais, 8KB são usados pelo bootloader);
- SRAM: 8KB;
- EEPROM: 4KB;
- Velocidade de Clock: 16MHz.

## 9.11 Display 7 segmentos

Figura 29 - Display 7 segmentos



Fonte: <http://www.filipeflop.com/pd-361d3b-display-7-segmentos-1-digito-vermelho.html>

O display será usado para exibir em qual andar o elevador está, será colocado apenas um display, próximo ao Toucschreen.

### Dados Técnicos:

- Modelo: 5611BH;
- Cor LED: Vermelho;
- Anodo Comum;
- 1 Dígito;
- Dimensão do dígito: 0.56";
- Tensão de operação:  $\approx 2V$ .

## 10. Tabela de Custos

<b>Tabela de Custos</b>			
<b>Componentes</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Valor Unitário (R\$)</b>	<b>Sub - Total (R\$)</b>
Arduino Mega 2560	1	70,00	70,00
Fonte 12V 10A	1	60,00	60,00
LCD Touchscreen Nextion 3.2"	1	195,00	195,00
Sensor TCS 230	1	25,00	25,00
Sensor TRT 5000	6	2,00	12,00
Botões	3	2,00	6,00
Motor DC 12V 1,6A	1	60,00	60,00
Módulo Relé - 8 canais	1	52,00	52,00
Relé Térmico - JR28 -25	1	40,00	40,00
MDF 3x2750x1850mm	1	27,00	27,00
MDF 400x380x25mm	1	5,00	5,00
Estrutura Metálica	1	50,00	50,00
Perfil U 3000mm	1	10,00	10,00
Madeira 800x800x12mm	1	25,00	25,00
Fonte 5V 3A	1	20,00	20,00
Protoboard	1	20,00	20,00
Jumpers	125	0,38	47,50
Tambor	1	70,00	70,00
Cola	2	20,00	40,00
Dobradiça	6	0,50	3,00
Tinta	1	55,00	55,00
Fio 1x1000mm	20	0,90	18,00
Fio 1,5x1000mm	18	1,10	19,80
Motor DC 3V 600mA	2	3,00	6,00
Rodizio	4	4,20	16,80
Madeira 900x900x8mm	4	5,00	20,00
Parafusos	30	0,30	9,00
Abraçadeiras	30	0,10	3,00
Mancal do Tambor	1	22,00	22,00
Rolamento	2	20,00	40,00
Braçadeiras do Rolamento	2	23,00	46,00
Cabo de Aço	18	1,50	27,00
Cantoneira	4	10,00	40,00
Roldana	3	15,00	45,00
Mão de Obra	1	450,00	450,00
<b>Total (R\$)</b>			<b>1655,10</b>

## 11. Conclusão

Após tomar conhecimento sobre o assunto e de unir isso a vontade de criar, a ideia de montar um elevador foi a mais coerente com os conhecimentos do grupo.

Elevar cargas não só facilitou a locomoção de pessoas e objetos, mas como também criou uma nova forma de pensar antes de construir, as pessoas começaram a pensar “verticalmente“. Para a montagem de um sistema de elevação, deve ser considerado vários fatores, visando a qualidade da locomoção, tempo, custo e principalmente a segurança. Tomando conhecimento de todos esses fatos, ficou claro que a ideia de montar um sistema de elevação de cargas foi a melhor maneira de aprender e poder mostrar o conteúdo adquirido pelo grupo durante os 4 semestres. A criação do elevador de cargas atendeu nossas exigências satisfatoriamente.

## 12. Bibliografia

**Elevador – Definição, conceito, significado, o que é Elevador.** Disponível em: <<https://educavita.blogspot.com.br/2013/01/conceitos-e-definicao-de-elevador.html>> Acesso em agosto 2017

CELIK, Ferhat; KORBAHTI, Banu. **Por que os elevadores hidráulicos são tão populares? Parte II.** Disponível em: <[http://www.elevadoresalfabra.com.br/pdf/informacoes-tecnicas/por\\_que\\_elevadores\\_hidraulicos\\_sao\\_tao\\_populares\\_parte\\_II.pdf](http://www.elevadoresalfabra.com.br/pdf/informacoes-tecnicas/por_que_elevadores_hidraulicos_sao_tao_populares_parte_II.pdf)> Acesso em setembro 2016

**Definições para elevador.** Disponível em: <<http://elevadoresalpha.com.br/dicas-uteis/definicoes-para-elevador/>> Acesso em outubro 2017

MACHADO, Bruno. **Como funciona o elevador ?** Disponível em <<http://mundoestranho.abril.com.br/curiosidades/como-funciona-o-elevador/>> Acesso em 2017

**Centro Estadual de Educação Tecnológica PAULA SOUZA**, Plano de curso atualizado de acordo com a matriz curricular homologada para o 1º semestre de 2016, Número do Plano 95, 2009, 78p. Disponível em:<[http://www.jorgestreet.com.br/arquivos/planejamento/Planos\\_Cursos\\_Modular\\_2016/Mecatr%C3%B4nica%20-%2095.pdf](http://www.jorgestreet.com.br/arquivos/planejamento/Planos_Cursos_Modular_2016/Mecatr%C3%B4nica%20-%2095.pdf)> Acesso em agosto 2016

**Atmel ATmega640/V-1280/V-1281/V-2560/V-2561/V, Datasheet.** Disponível em: <[http://www.atmel.com/Images/Atmel-2549-8-bit-AVR-Microcontroller-ATmega640-1280-1281-2560-2561\\_datasheet.pdf](http://www.atmel.com/Images/Atmel-2549-8-bit-AVR-Microcontroller-ATmega640-1280-1281-2560-2561_datasheet.pdf), 435p.> Acesso em Agosto de 2016

**Catalogo de Segurança, Manual Otis.** Disponível em: <[http://www.otis.com/site/br/OT\\_DL\\_Documents/OT\\_DL\\_DocumentLibrary/Manual%20de%20Seguran%C3%A7a/Catalogo-de-Seguranca.pdf](http://www.otis.com/site/br/OT_DL_Documents/OT_DL_DocumentLibrary/Manual%20de%20Seguran%C3%A7a/Catalogo-de-Seguranca.pdf)> Acesso em agosto de 2016

**Nextion Editor Quick Start Guide.** Disponível em: <[https://www.itead.cc/wiki/Nextion\\_Editor\\_Quick\\_Start\\_Guide](https://www.itead.cc/wiki/Nextion_Editor_Quick_Start_Guide)> Acesso em março 2017

**Nextion Instruction Set.** Disponível em: <[https://www.itead.cc/wiki/Nextion\\_Instruction\\_Set](https://www.itead.cc/wiki/Nextion_Instruction_Set)> Acesso em março 2017