

**FUNDAÇÃO OSWALDO ARANHA  
CENTRO UNIVERSITÁRIO DE VOLTA REDONDA  
CURSO DE SISTEMAS DE INFORMAÇÃO  
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**CARLOS PAULO NALIM FERNANDES GRIGOLETTO  
FELIPE MARCELO MESSIAS IOST DO NASCIMENTO  
GUSTAVO VERONESE MARTINS  
JÚLIO CÉSAR COSTA RORIZ**

**LAB CHAIR: Construindo uma cadeira de rodas de fácil uso para auxiliar a  
locomoção de paraplégicos**

**VOLTA REDONDA  
2017**

**FUNDAÇÃO OSWALDO ARANHA**  
**CENTRO UNIVERSITÁRIO DE VOLTA REDONDA**  
**CURSO DE GRADUAÇÃO EM SISTEMAS DE INFORMAÇÃO**  
**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**ACESSIBILIDADE COM ARDUINO: Construindo uma cadeira de rodas de fácil uso para auxiliar a locomoção de paraplégicos**

Trabalho de Conclusão de Curso, denominado como Projeto Integrado, apresentado no Curso de Sistema de Informação do Centro Universitário de Volta Redonda, como requisito para obtenção do grau de Bacharel em Sistema de Informação.

**Alunos:**

Carlos Paulo Nalim Fernandes Grigoletto  
Felipe Marcelo Messias Iost do Nascimento  
Gustavo Veronese Martins  
Júlio César Costa Roriz

**Orientadores:**

Prof. Me. Venício Siqueira Filho  
Prof. Me. Rosenclever Lopes Gazoni  
Prof. Dr. Carlos Eduardo Costa Vieira

**Coorientadores:**

Prof. Me. Antônio Carlos da Silva  
Prof. Esp. Adilson Gustavo do Espírito Santo  
Prof<sup>a</sup>. Me. Débora Amorim de Carvalho

**ACESSIBILIDADE COM ARDUINO: CONSTRUINDO UMA CADEIRA DE RODAS  
DE FÁCIL USO PARA AUXILIAR A LOCOMOÇÃO DE PARAPLÉGICOS.**

**CARLOS PAULO NALIM FERNANDES GRIGOLETTO  
FELIPE MARCELO MESSIAS IOST DO NASCIMENTO  
GUSTAVO VERONESE MARTINS  
JÚLIO CÉSAR COSTA RORIZ**

TCC – Projeto Integrado apresentado no Curso de Sistemas de Informação, como requisito para obtenção do título Bacharel em Sistemas de Informação, pela Fundação Oswaldo Aranha.

Aprovado em 28 de Outubro de 2017.

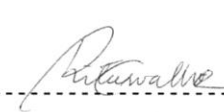
Banca Examinadora



**Prof. Me. Venicio Siqueira Filho**  
(Presidente da Banca Examinadora e Prof. Orientador)



**Prof. Dr. Carlos Eduardo Costa Vieira**  
(Coord. Curso de SI – Examinador Interno)



**Profª. Me. Rita de Cássia Santos Carvalho**  
(Examinadora Interna)

Volta Redonda – RJ

## RESUMO

Este projeto de inovação tecnológica tem por objetivo propiciar acessibilidade a pessoas com deficiência de locomoção. Buscou-se então desenvolver uma solução que visa adaptar uma cadeira de rodas comum com movimentação manual, transformando-a numa cadeira de rodas “inteligente” (semi-automatizada/elétrica) controlada por dispositivos acoplados à mesma, cuja finalidade é torná-la mecanizada de tal forma que ao tocar um botão sinalizador, ela irá fazer o trajeto programado. Será desenvolvido e instalado um controlador que terá funções múltiplas e pré-determinadas que permitam ao usuário escolher o ambiente que deseja e se locomover de forma automática. O público alvo deste trabalho são as pessoas com deficiência física e a solução visa gerar autonomia e acessibilidade ao usuário, fazendo com que ele não dependa de terceiros nas tarefas e atividades corriqueiras do dia-a-dia para movimentá-lo. Como base em premissas adotadas no UniFOA, utilizou-se como base de construção do projeto duas metodologias importantes: a primeira delas a Metodologia Ativa *Design Thinking*, cuja finalidade é tornar os discentes os próprios construtores de sua ideia, sendo assessorados por professores orientadores ou tutores. Esta metodologia segue as diretrizes incorporadas à metodologia adotada no Curso de Sistemas de Informação do UniFOA, que consiste no mesmo princípio de evolução e construção do conhecimento, se assemelhando e tendo como foco principal a criação de um produto que venha solucionar o problema levantado pela equipe. A proposta básica do projeto consiste em mapear e inserir essa solução na vida dos indivíduos, identificando as barreiras arquitetônicas e as reais necessidades do cliente, gerando assim, alternativas viáveis para aplicá-las. O projeto consiste em auxiliar cadeirantes a se locomoverem em espaços previamente configurados sem ter que manipular a cadeira de rodas manualmente. A cadeira de rodas terá um teclado com diversas opções para mover-se, como por exemplo: para o quarto, sala, cozinha ou banheiro. Selecionando uma dessas opções, a cadeira de rodas se deslocará automaticamente, sem necessidade de qualquer outro tipo de intervenção do usuário até o destino selecionado.

**Palavras-chave:** Acessibilidade, Cadeira de Rodas Inteligente, Metodologia de Desenvolvimento de Sistemas, Metodologia *Design Thinking*.

## ***ABSTRACT***

This research project has the objective to develop a solution that aims to adapt a common wheelchair, with manual handling, turning it into an "intelligent" wheelchair (semi-automatic, electric) controlled by devices within it, where the purpose is to make it mechanized in such a way that when touching a button it will make the programmed route. A controller will be developed and installed that will have multiple and predetermined functions that will allow the user to choose the desired environment and move around automatically. The target group for this solution are people with any physical disability, it could be an individual that does not have a limb, a paraplegic, tetraplegic or any other physical disability. This solution aims at the user's autonomy and accessibility, so that he/she does not depend on third parties for daily tasks and everyday life activities. As a point of reference for the development of this work, two important methodologies were adopted as a point of reference for this project's construction, the first being an Active Methodology, specifically the *Design Thinking* Methodology, where the purpose is to make pupils into constructors of their own ideas, being advised by guiding teachers, this methodology will be incorporated with the methodology adopted in the Information Systems Course at UniFOA, which consists of the same principle of evolution and construction of knowledge, where both resemble each other and where the main focus is the creation of a product that will solve an idea aroused in the team. The project proposal consists of mapping and inserting this solution into the lives of individuals, identifying the architectural barriers and the real needs of the consumer, thus generating viable alternatives to apply them.

***Keywords:*** *Wheelchair; intelligent; autonomy; accessibility; barriers .*

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>12</b>
<b>1.1 OBJETIVO GERAL.....</b>	<b>12</b>
<b>1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....</b>	<b>12</b>
<b>1.3 MOTIVAÇÃO PARA DESENVOLVIMENTO DO PROJETO .....</b>	<b>13</b>
<b>1.4 ORGANIZAÇÃO DO PROJETO.....</b>	<b>13</b>
<b>1.5 RESULTADOS ESPERADOS .....</b>	<b>15</b>
<b>2 METODOLOGIA.....</b>	<b>16</b>
<b>3 REFERENCIAL TEÓRICO .....</b>	<b>19</b>
<b>3.1 CONTEXTUALIZANDO A METODOLOGIA <i>DESIGN THINKING</i>.....</b>	<b>19</b>
<b>3.2 DESCREVENDO AS LEIS SOBRE ACESSIBILIDADE.....</b>	<b>22</b>
<b>3.2.1 Lei 10.098 de 19 de dezembro de 2000.....</b>	<b>23</b>
<b>3.2.2 Lei 13.146 de 06 de julho de 2015 .....</b>	<b>24</b>
<b>3.3 BARREIRAS ARQUITETÔNICAS .....</b>	<b>25</b>
<b>3.4 TECNOLOGIA ASSISTIVA .....</b>	<b>26</b>
<b>3.5 ARDUÍNO .....</b>	<b>26</b>
<b>3.5.1 Experiência da Equipe em Aplicações com Arduino.....</b>	<b>27</b>
<b>3.5.2 Cadeira de Rodas Automatizadas e Inteligentes .....</b>	<b>28</b>
<b>4 GERENCIAMENTO DO PROJETO.....</b>	<b>32</b>
<b>O gerenciamento do projeto conforme descrito por TCS (2017).....</b>	<b>32</b>
<b>4.1 LEVANTAMENTO DO ESCOPO.....</b>	<b>32</b>
<b>4.2 CICLO DE VIDA .....</b>	<b>33</b>
<b>4.4 MATRIZ <i>SWOT</i>.....</b>	<b>35</b>
<b>4.5 ESTRUTURA ANALÍTICA DO PROJETO – EAP .....</b>	<b>36</b>
<b>4.5.1 Dicionário EAP .....</b>	<b>36</b>
<b>4.6 MATRIZ DE RESPONSABILIDADE .....</b>	<b>38</b>
<b>4.7 ANÁLISE DE RISCOS.....</b>	<b>39</b>
<b>4.8 CRONOGRAMA DO PROJETO.....</b>	<b>40</b>

<b>5 ANÁLISE DE REQUISITOS .....</b>	<b>41</b>
5.1 DESCRIÇÃO DOS PROCESSOS E PROCEDIMENTOS.....	41
5.2 REQUISITOS FUNCIONAIS.....	41
5.3 REQUISITOS NÃO FUNCIONAIS.....	41
5.4 DIAGRAMA DE ATIVIDADES .....	41
5.5 DIAGRAMA DE PACOTES .....	42
5.6 DIAGRAMA DE CASO DE USO .....	43
<b>6 ANÁLISE.....</b>	<b>45</b>
6.1 ESTUDO DE MERCADO .....	45
6.1.2 Conclusão do Estudo de Mercado.....	46
6.2 DESENVOLVIMENTO DO ESTUDO ECONÔMICO .....	47
6.3 DIAGRAMA DE MÁQUINA DE ESTADO .....	51
<b>7 PROJETO .....</b>	<b>52</b>
7.1 DIAGRAMA DE SEQUÊNCIA.....	52
<b>8 IMPLEMENTAÇÃO .....</b>	<b>53</b>
8.1 DIAGRAMA DE COMPONENTES .....	53
8.2 ESTUDO DE SEGURANÇA .....	54
8.2.1 Proposta de segurança.....	54
8.2.2 Proposta de implantação .....	54
8.2.3 Plano de contingência .....	54
<b>9 IMPLANTAÇÃO .....</b>	<b>55</b>
9.1 ROTEIRO DE TESTES.....	55
9.2 TESTE UNITÁRIO.....	55
9.2.1 Teste Arduino .....	55
9.2.2 Teste dos Motores.....	56
9.2.3 Teste Ponte H .....	56
9.2.4 Teste RFID .....	57
9.2.5 Teste sensor de cor .....	57

9.2.6 Teste sensor ultrassônico .....	58
9.2.7 Teste LCD .....	59
9.2.8 Teste Joystick .....	60
9.3 TESTE INTEGRADO .....	61
10 CONCLUSÃO .....	64
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	65
ANEXOS .....	67
APÊNDICES.....	68
APÊNCIDE I.....	68
APÊNCIDE II.....	73
APÊNDICE III.....	76
APÊNDICE IV .....	79

## LISTA DE SIGLAS

ABNT	Associação brasileira de normas técnicas.
CAT	Comitê de Ajudas Técnicas.
EAP	Estrutura Analítica do Projeto.
ILL	Índice de lucratividade.
MEC	Ministério de Educação e Cultura.
NBR	Norma brasileira.
RFID	Radio-Frequency Identification (Identificação por Rádio Frequência).
SDH/PR	Secretaria de Direitos Humanos da Presidência da República
SWOT	Strengths, Weaknesses, Opportunities and Threats (Forças, Fraquezas, Oportunidades e Ameaças).
TA	Tecnologia assistiva.
TCC	Trabalho de conclusão de curso.
TI	Tecnologia da informação.
UniFOA	Universidade Fundação Oswaldo Aranha.
VPL	Valor presente líquido.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Onovation inspirado no Design Thinking.....	19
Figura 2 - Reunião de discussão do andamento dos serviços. ....	21
Figura 3 - Representação da Metodologia Design Thinking do Curso de Sistema de Informação - representando a temática do TCC .....	22
Figura 4 - Placa Arduino Mega 2560 REV3 .....	27
Figura 5 - Piso Tátil de marcações para portadores de deficiência. ....	28
Figura 6 - Piso Tátil tomada de decisão para marcação .....	29
Figura 7 - Esquema de ligação de componentes .....	30
Figura 8 - Ciclo de vida do projeto .....	33
Figura 9 - Matriz SWOT .....	35
Figura 10 - Estrutura Analítica do Projeto – EAP .....	37
Figura 11 - Cronograma do projeto .....	40
Figura 12 - Diagrama de Atividades da movimentação da cadeira.....	42
Figura 13 – Diagrama de pacotes dos componentes da cadeira de rodas .....	43
Figura 14 - Diagrama de caso de uso .....	44
Figura 15 - Diagrama de máquina de estado .....	51
Figura 16 - Diagrama de Sequência do movimento da cadeira de rodas .....	52
Figura 17 - Diagrama de Componentes .....	53
Figura 18 - Esquema de ligação da Ponte H.....	56
Figura 19 - Esquema de ligação do sensor de RFID.....	57
Figura 20 - Esquema de ligação do sensor de cor .....	58
Figura 21 - Esquema de ligação do sensor ultrassônico .....	59
Figura 22 - Esquema de ligação do LCD .....	60
Figura 23 - Esquema de ligação do Joystick.....	61
Figura 24 – Protótipo Final.....	62
Figura 25 – Pista de Testes .....	63

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Matriz de Stakeholders .....	34
Tabela 2 - Matriz de responsabilidades .....	38
Tabela 3 - Análise de Riscos do Projeto .....	39
Tabela 4 - Planejamento de tomada de ações .....	39
Tabela 5 – Tabela de Caso de Uso.....	44
Tabela 6 – Análise comparativa das cadeiras analisadas .....	46
Tabela 7 - Custo Fixo.....	48
Tabela 8 - Custos Variáveis .....	48
Tabela 9 - Payback.....	49
Tabela 10 - Retorno do Projeto.....	50
Tabela 11 - Tabela de testes .....	55
Tabela 11 - Dicionário da EAP.....	73
Tabela 12 - Fator de Risco.....	76
Tabela 13 - Profissional x Horas Trabalhadas .....	77
Tabela 14 - VPL, ILL, TIR .....	78

## **1. INTRODUÇÃO**

A sociedade nos tempos atuais está cada vez mais adepta ao uso das novas tecnologias, que se encontram em evolução constante em todas as áreas de negócio, podendo-se aplicá-la também na inclusão social, onde qualquer indivíduo tem o direito de acesso à educação, lazer, trabalho e saúde, podendo inclusive incluir as pessoas com deficiência no mundo de trabalho e no meio social, fazendo com que tais indivíduos tenham uma melhor qualidade de vida e se sintam em igualdade no meio social.

Por isso, propôs-se desenvolver um sistema adaptável em cadeiras de rodas comuns, capaz de locomover os cadeirantes, através de tomadas de decisões onde o mesmo pode manusear sem o auxílio de uma outra pessoa.

A Tecnologia Assistiva (TA) segundo descrito por Bersch e Sarboretto (2017) é um termo utilizado para identificar todo e qualquer serviço ou recurso que contribuam a ampliar as funcionalidades de pessoas com deficiência que enfrentam dificuldades na sociedade tendo em vista que os projetos arquitetônicos em muitos casos não se preocupam com a geração de barreiras que proporcionam dificuldades de locomoção para pessoas de necessidades especiais, principalmente aos cadeirantes e devido ao descumprimento da norma NBR 9050/2004 (ABNT) e do decreto 5296/2004 onde regulamentam as leis 10.048/2000, 10.098/2000 e 13.146/2015, que visam a inclusão social e cidadania.

### **1.1 OBJETIVO GERAL**

Promover acessibilidade aos portadores de necessidades especiais.

### **1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

Para os objetivos específicos do desenvolvimento desta aplicação, destacam-se:

- Locomover a cadeira de rodas orientada por uma linha;
- Controlar a velocidade;

- Avaliar possíveis objetos no trajeto;
- Realizar tomadas de decisões através de etiquetas RFID;
- Gerar display para escolha de opções.

### **1.3 MOTIVAÇÃO PARA DESENVOLVIMENTO DO PROJETO**

A motivação em desenvolver este trabalho se deu através de observações nas dificuldades de acessibilidade que certas pessoas têm em se locomover, por isso, a proposta de gerar uma cadeira que possibilite e facilite a locomoção de cadeirantes melhorando a qualidade de vida.

### **1.4 ORGANIZAÇÃO DO PROJETO**

A Organização do Projeto mostra de forma clara e resumida todos itens necessários para desenvolvimento do mesmo. O projeto em epígrafe terá várias fases de desenvolvimento, onde a primeira delas é o referencial teórico, que mostrará todas propostas do trabalho, tal como leis sobre acessibilidade, programação em Arduino, todos os aspectos aqui demonstrados reforçam a importância e relevância que os profissionais de TI tem e mostra como deve-se atentar e pensar com uma visão maximizada, expandindo o conhecimento adquirido durante nossos estudos e aplicar em diversas áreas.

A próxima etapa é o Gerenciamento do Projeto, onde Brown (2010) descreve no livro *Design Thinking* técnicas importantes para transformar problemas em soluções, imergindo em um tema contemporâneo e com total ligação cotidiana ele mostra diversas maneiras eficientes para atingirmos objetivos esperados em qualquer tipo de problema. Nesta fase será feito o Levantamento do Escopo do Projeto e serão elaborados todos os estudos que irão ilustrar de forma específica as funcionalidades da solução desenvolvida neste trabalho.

A etapa seguinte é a de Análise de Requisitos, que segundo Wazlawick (2011) trata do processo de compreender e descrever o que uma aplicação é destinada a realizar. Aliado a essa afirmação, pode-se dizer que na etapa de análise serão criadas representações, em forma de diagramas, para a solução proposta, além de descrever a parte sistêmica do proposto projeto, bem como

seus processos. Para isso serão criados, conforme citado anteriormente, diagramas diversos, tais como Diagrama de Atividades, Diagrama de Pacotes, Diagramas e Tabelas de Casos de Uso, Diagrama de Contexto dos Casos de Uso. Também nesta etapa será realizado um Estudo do Mercado e Estudo de Gestão do Projeto.

Há também a etapa de Análise, onde será feito um estudo de campo, entrevistando pessoas com paraplegia verificando as reais necessidades do dia de cada um deles, que vivem a maior parte do tempo realizando suas tarefas sem nenhum acompanhante segundo Guedes (2011) é onde são examinados os requisitos enunciados pelos usuários, verificando se estes foram especificados corretamente e se foram realmente bem compreendidos e a partir disso são determinadas as reais necessidades do sistema de informação. Aqui será feito uso das informações que foram levantadas e coletadas durante a fase de Análise de Requisitos, informações essas que permitem a criação do Estudo Econômico do Projeto e o Diagrama de Máquina de Estado dos Objetos.

Após a realização das etapas de Análise, a próxima etapa a ser realizada é a de Projeto, definida por Guedes (2011) como a fase que trabalha com o domínio da solução, procurando estabelecer “como” a solução fará tudo que foi estabelecido na fase de análise, assim será aplicado todo levantamento de dados e a implementação da solução em forma de projeto, a arquitetura do desenvolvimento da programação é definida nesta fase.

A etapa seguinte, consistirá em desenvolver as possíveis utilizações da solução pelo usuário, como Layout do visor de Led, disposição dos controladores, Proposta de Segurança e a real utilização do usuário, como ele irá acessar o equipamento.

A fase final é a instalação dos equipamentos na cadeira de rodas, a transformação, onde a cadeira deixa de ser uma cadeira manual e se torna uma cadeira inteligente, semiautomática. As principais atividades realizadas nesta etapa são: Teste de Aceite e Treinamento dos Usuários.

## 1.5 RESULTADOS ESPERADOS

O projeto visa não só facilitar o dia a dia de pessoas que utilizam cadeira de rodas, como dar mais qualidade de vida e fazer uma inclusão social, utilizando a tecnologia assistiva mostrando que a utilização da tecnologia pode ser benéfica para diferentes casos facilitando a locomoção em ambientes configurados previamente para utilização da solução.

O usuário poderá se locomover selecionando um cômodo que ele quer acessar, por exemplo em uma casa, sendo assim ele escolherá a opção desejada e a cadeira vai se encaminhar para tal lugar, enquanto a cadeira faz isso, ele poderá talvez utilizar seu telefone, afinal as mãos vão estar livres, poupando o esforço físico e fazendo com que se tenha um ganho nas atividades diárias.

Espera-se atingir uma grande quantidade de cadeirantes, estima-se inserir no mercado em um momento póstumo e disponibilizar para pessoas com pouca renda, haja visto que a solução para essas cadeiras, terá um custo baixo em relação aos benefícios que ela traz.

A intenção é expandir a ideia de utilização e não só utilizar em ambientes residenciais, mas também em locais públicos, tais como universidades, órgãos de atendimento ao público de iniciativas federais ou privadas.

## 2 METODOLOGIA

A metodologia aplicada no desenvolvimento seguirá as orientações de diversos dos modelos elaborados para o desenvolvimento de trabalhos acadêmicos estabelecidos como norma na instituição de ensino UniFOA, iniciando com uma metodologia ativa, na qual utilizou-se o *Design Thinking* cuja finalidade são utilizar técnicas importantes na geração de novas ideias criadas pela equipe. Neste projeto será utilizada a metodologia estabelecida no Curso de Sistemas de Informação do UniFOA, a qual foi disponibilizada por Siqueira *et al.* (2017) e pode ser encontrado no portal da instituição de ensino UniFOA.

Outro manual importante na produção acadêmica é apresentado por Castro *et al.* (2009), este manual serve como instrumento indispensável para estruturação dos diversos trabalhos acadêmicos.

No desenvolvimento do projeto será utilizada a linguagem C, que é a linguagem de programação aplicada ao Arduino, serão utilizadas também “Pontes H” para controle dos motores e sensores de ultrassom para identificação de obstáculos, para a identificação dos locais de destino e origem será utilizado o sensor de cor e sensor de rádio frequência – RFID.

### Referencial Teórico

- Metodologia *Design Thinking*;
- Leis sobre acessibilidade;
- Barreiras Arquitetônicas;
- Arduino;
- Tecnologia Assistiva;

### Gerenciamento de Projeto

- Levantamento do Escopo;
- Ciclo de Vida;
- Estrutura Analítica do Projeto – EAP;
- Dicionário da EAP;
- Matriz SWOT;
- Análise de Risco;
- Cronograma;

- Quadro de Funcionalidades.
- Matriz de Responsabilidade
- Stakeholders

### **Análise de Requisitos**

- Descrição dos Processos e Procedimentos;
- Requisitos Funcionais;
- Requisitos não Funcionais;
- Desenvolvimento do Diagrama de Atividade;
- Diagrama de Atividades;
- Diagrama de Pacotes;
- Diagrama de Caso de Uso.

### **Análise**

- Estudo de Mercado
- Conclusão do Estudo de Mercado.
- Desenvolvimento do Estudo Econômico;
  - Custos e Despesas;
  - Cálculo do Fluxo de Caixa;
  - Conclusão do Estudo Econômico.
- Diagrama de Máquina de Estados.

### **Projeto**

- Desenvolvimento do Diagrama de Sequência;

### **Implementação**

- Diagrama de componentes;
- Estudo de Segurança;
- Construção do Protótipo.

### **Testes**

- Roteiro de testes;
- Teste Unitário;

- Teste Integrado.

### **Implantação**

- Treinamento do Usuário.

A Orientação do Projeto Integrado (TCC) será de acordo com o modelo de orientação criado no Curso de Sistemas de Informação, formado por professores especialistas em diversas áreas de TI, os quais pertencem ao Comitê de Orientação, cada um deles possuem atribuições para orientação em sua área, em detalhes sobre tais atribuições podem ser vistas no Anexo I.

Os encontros efetuados com estes professores do Comitê são registrados em Atas de Reuniões, que são produzidas pelos alunos e depois são entregues ao Coordenador de TCC, algumas destas podem ser vistas no Apêndice I.

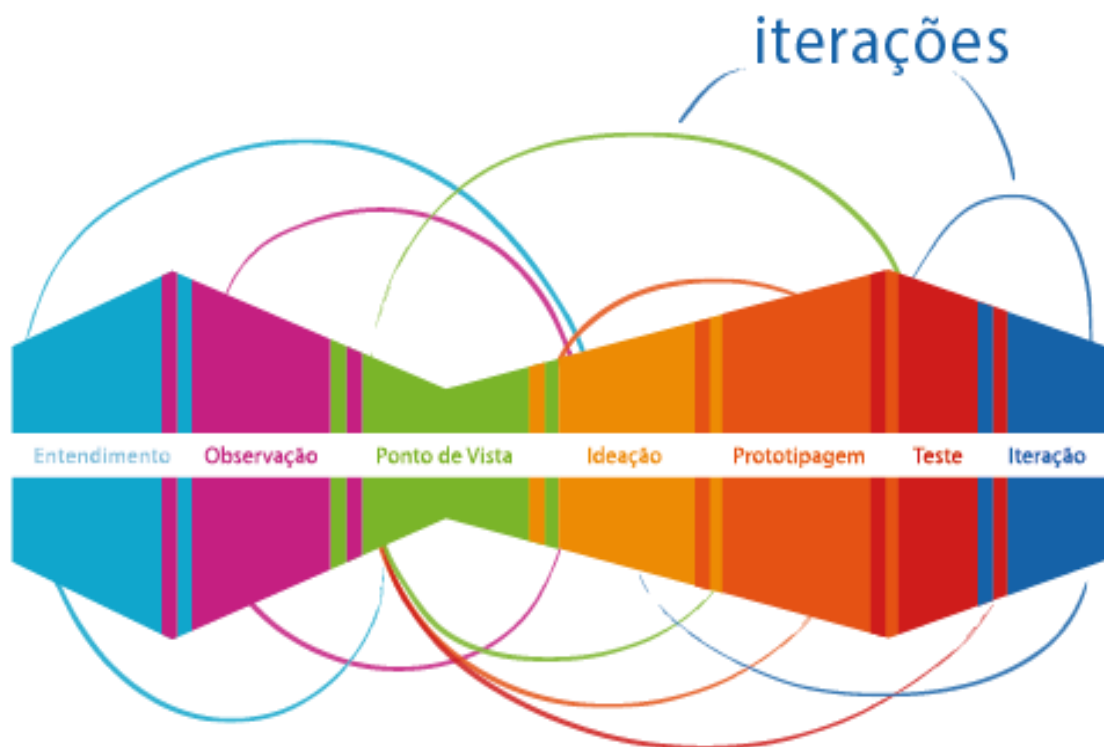
### 3 REFERENCIAL TEÓRICO

#### 3.1 CONTEXTUALIZANDO A METODOLOGIA *DESIGN THINKING*

A metodologia *Design Thinking* segundo Brown (2010) tem por finalidade representar os ciclos, as etapas e as iterações a serem seguidas com a aplicação da metodologia *design thinking* que foram praticadas pela Onovation (2017), que é um Clube com a finalidade aproximar os empreendedores que tenham interesses comuns, o clube segue e se inspira na metodologia *design thinking* através da inovação, o conteúdo aplicado é baseado em ferramentas promovendo a capacitação de forma criativa, visando sustentabilidade econômica e um pensamento sistêmico.

A Figura 1 a seguir vem apresentar os ciclos, as etapas e as iterações da metodologia *design thinking* utilizada pelo referido Clube.

Figura 1 - Onovation inspirado no *Design Thinking*



Fonte: ONOVATION (2017) - <http://www.onovation.com/metodologia>

## **1. CONHEÇA O PÚBLICO-ALVO**

Um conhecimento prévio do cliente é de suma importância, para isto é preciso entender a jornada do consumidor, visando detectar suas necessidades. Para isso, é preciso pesquisar e levantar os pontos positivos e negativos da missão que a empresa adota e os desejos do seu público consumidor. Devem lembrar da elaboração das pesquisas de mercado sobre determinado problema antes de tentar resolvê-lo.

## **2. CRIE VÁRIOS PROTÓTIPOS**

Evite validar ideias após o lançamento do produto, faça antes os testes da solução ainda na fase de desenvolvimento. Avaliar as sugestões e reações dos consumidores previamente, reduzido as chances em perder tempo e dinheiro com soluções que não atendam o consumidor.

## **3. INTERAJA COM AS PESSOAS**

É importante observar como as pessoas e os processos como se interagem num determinado produto (mesmo que esteja ainda na fase de prototipação). A partir destas observações, faça novos testes até que se descubra os ajustes necessários para atender os anseios do público.

## **4. MANTENHA A MENTE ABERTA**

Aplique a criatividade, não se limite às referências óbvias. Muitos negócios inovadores surgem a partir de ideias existentes em modelos existentes em outros segmentos. Busquem as soluções das empresas concorrentes, consideradas benchmarks nacionais ou internacionais, estude as empresas concorrentes no mercado.

A divisão em etapas adotadas pela Onovation, tem os seguintes passos: Entendimento, Observações, Ponto de Vista, Ideação, Prototipagem, Teste e Iteração, fases estas que se assemelham com a metodologia adotada no Curso de Sistemas de Informação do UniFOA

A Figura 2 a seguir apresenta uma reunião de discussão de serviços que é realizada na referida metodologia.

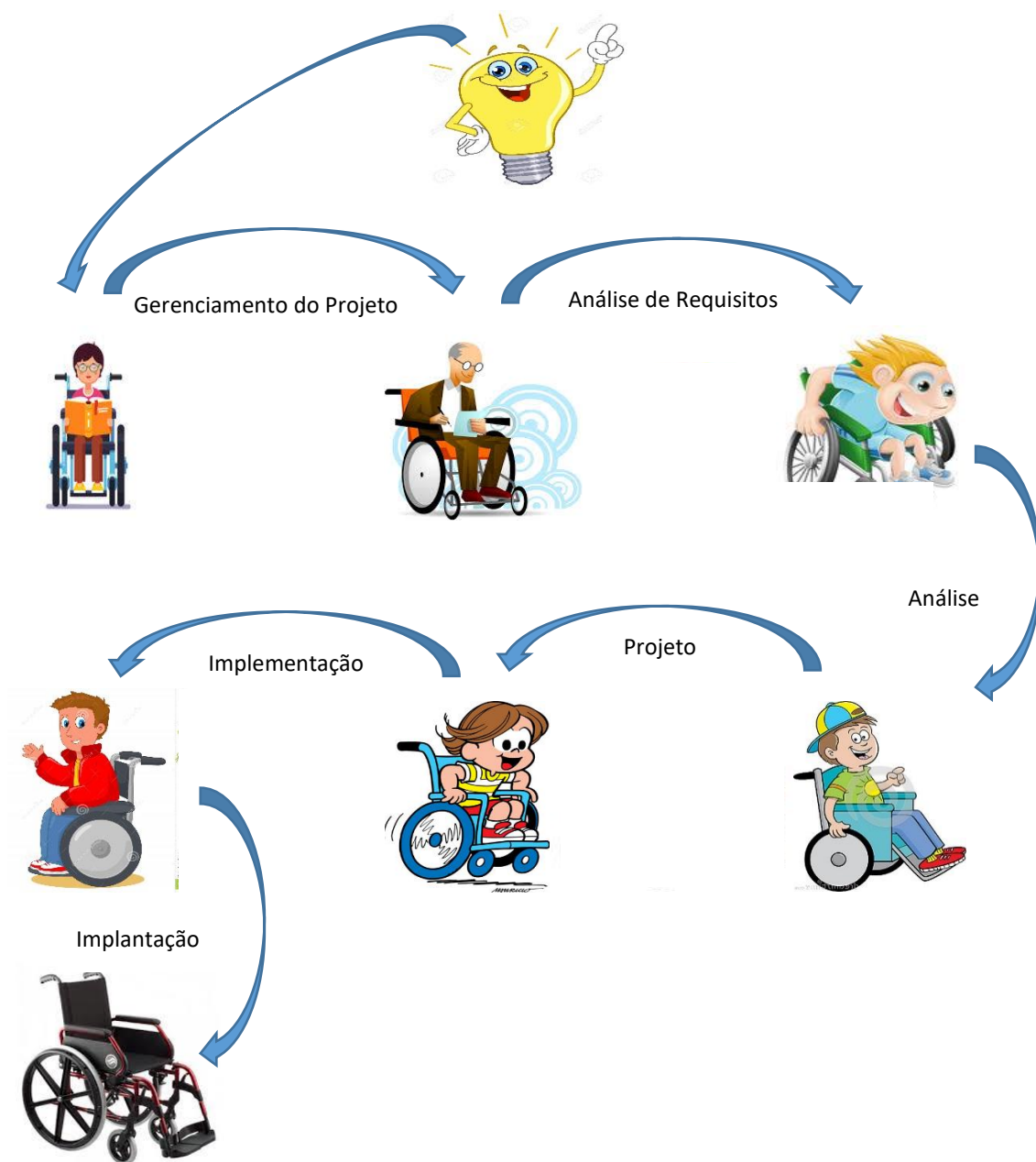
Figura 2 - Reunião de discussão do andamento dos serviços.



Fonte: ONOVATION (2017) - <http://www.onovation.com/metodologia>

A Figura 3 a seguir foi esquematizada para demonstrar como é aplicada a metodologia de desenvolvimento do Curso de Sistemas de Informação do UniFOA, cuja formatação se assemelha com as representações registradas por Onovation acima, as fases de entendimento e observação são representadas na etapa de análise de requisitos, já o ponto de vista e ideação é contida na fase de análise, a prototipagem se dá na fase de projeto e programação, os testes são efetuados na etapa de implementação e nos programas elaborados e finalmente a iteração ocorre na etapa de implantação.

Figura 3 - Representação da Metodologia Design Thinking do Curso de Sistema de Informação - representando a temática do TCC



Fonte: <https://www.google.com.br/search?q=cadeira+de+rodas&source>

### 3.2 DESCREVENDO AS LEIS SOBRE ACESSIBILIDADE

As informações registradas sobre as leis foram extraídas nos documentos originais nas referidas leis governamentais que preconizam e estabelecem as condutas que a sociedade deve adotar para gerar acessibilidade aos portadores de necessidades especiais.

### 3.2.1 Lei 10.098 de 19 de dezembro de 2000

O governo federal, através do MEC, sancionou a Lei 10.098 no ano de 2000, que descreve com detalhe como ocorrem os procedimentos e condutas da sociedade com relação à acessibilidade para as pessoas portadoras de necessidades especiais.

A referida Lei estabelece:

Estabelece normas gerais e critérios básicos para a promoção da acessibilidade das pessoas portadoras de deficiência ou com mobilidade reduzida, e dá outras providências. [MEC, Lei 10.098, 2000]

No seu art. 1º: Esta Lei estabelece normas gerais e critérios básicos para a promoção da acessibilidade das pessoas portadoras de deficiência ou com mobilidade reduzida, mediante a supressão de barreiras e de obstáculos nas vias e espaços públicos, no mobiliário urbano, na construção e reforma de edifícios e nos meios de transporte e de comunicação.

No art. 2º: Para os fins desta Lei são estabelecidas as seguintes definições, de acordo com as necessidades a serem expostas neste trabalho:

- I - acessibilidade: possibilidade e condição de alcance para utilização, com segurança e autonomia, de espaços, mobiliários, equipamentos urbanos, edificações, transportes, informação e comunicação, inclusive seus sistemas e tecnologias, bem como de outros serviços e instalações abertos ao público, de uso público ou privados de uso coletivo, tanto na zona urbana como na rural, por pessoa com deficiência ou com mobilidade reduzida;
- II - barreiras: qualquer entrave, obstáculo, atitude ou comportamento que limite ou impeça a participação social da pessoa, bem como o gozo, a fruição e o exercício de seus direitos à acessibilidade, à liberdade de movimento e de expressão, à comunicação, ao acesso à informação, à compreensão, à circulação com segurança, entre outros;
- IV - pessoa com mobilidade reduzida: aquela que tenha, por qualquer motivo, dificuldade de movimentação, permanente ou temporária, gerando redução efetiva da mobilidade, da flexibilidade, da

coordenação motora ou da percepção, incluindo idoso, gestante, lactante, pessoa com criança de colo e obeso;

VIII - tecnologia assistiva ou ajuda técnica: produtos, equipamentos, dispositivos, recursos, metodologias, estratégias, práticas e serviços que objetivem promover a funcionalidade, relacionada à atividade e à participação da pessoa com deficiência ou com mobilidade reduzida, visando à sua autonomia, independência, qualidade de vida e inclusão social.

Este artigo e seus incisos estão estabelecidas de acordo com a redação da Lei nº 13.146 de 2015.

Isto quer dizer que qualquer tipo de acesso público também seja pensado não somente no público em geral, mas também nas pessoas portadoras de deficiência ou com mobilidade reduzida inserindo-as no contexto que às vezes sem querer não é pensado em facilitar o que é de uso a todos por falta de conhecimento das necessidades destes.

Bersch e Sarboretto (2017) nos ajudam a entender as definições e os termos relacionados à acessibilidade e principalmente o ultimo que descreve sobre Tecnologia Assistiva.

Desenvolvendo automação de uma cadeira de rodas comum será uma contribuição para melhor qualidade de vida e inclusão social buscando aliar o conhecimento tecnológico em benefício destas pessoas.

### **3.2.2 Lei 13.146 de 06 de julho de 2015**

A Lei 13.146, de 6 de julho de 2015 Institui a Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (Estatuto da Pessoa com Deficiência).

Art. 74. É garantido à pessoa com deficiência acesso a produtos, recursos, estratégias, práticas, processos, métodos e serviços de tecnologia assistiva que maximizem sua autonomia, mobilidade pessoal e qualidade de vida.

Art. 77. O poder público deve fomentar o desenvolvimento científico, a pesquisa e a inovação e a capacitação tecnológicas, voltados à melhoria da qualidade de vida e ao trabalho da pessoa com deficiência e sua inclusão social.

§ 3º Deve ser fomentada a capacitação tecnológica de instituições públicas e privadas para o desenvolvimento de tecnologias assistiva e social que sejam voltadas para melhoria da funcionalidade e da participação social da pessoa com deficiência.

Estas definições nos ajuda a entender os termos relacionados à acessibilidade e principalmente o ultimo que descreve sobre Tecnologia Assistiva assim como objeto de estudo de graduação para ser aplicada na instituição de ensino para que possa ser uma contribuição social voltada para área tecnológica através do conhecimento adquirido no decorrer do curso de sistemas de Informação.

### **3.3 BARREIRAS ARQUITETÔNICAS**

Mesmo possuindo leis que garantam as pessoas portadoras de deficiência física o direito a acessibilidade nem sempre são cumpridas por falta de conhecimento das pessoas as necessidades do deficiente e seus problemas no dia a dia.

Um grande problema que surge é o denominado Barreiras Arquitetônicas que podem ser classificadas de acordo com a Lei n. 10.098/2000 “*arquitetônicas urbanísticas*” (as existentes nas vias públicas e nos espaços de uso público), “*arquitetônicas na edificação*” (as existentes no interior dos edifícios públicos e privados), “*arquitetônicas nos transportes*” (as existentes nos meios de transportes). (BRASIL, 2000).

Para Silva (2006) as barreiras arquitetônicas são consideradas como os maiores empecilhos para os deficientes físicos que dependem do uso de cadeira de rodas para se locomoverem. Mesmo que as barreiras nem sempre são voluntárias torna-se um imenso descaso e da não obediência às leis vigentes.

### 3.4 TECNOLOGIA ASSISTIVA

Segundo a Secretaria de Direitos Humanos da Presidência da República

Tecnologia Assistiva é uma área do conhecimento, de característica interdisciplinar, que engloba produtos, recursos, metodologias, estratégias, práticas e serviços que objetivam promover a funcionalidade, relacionada à atividade e participação, de pessoas com deficiência, incapacidades ou mobilidade reduzida, visando sua autonomia, independência, qualidade de vida e inclusão social. [BRASIL-SDH/PR, 2009]

Em 16 de novembro de 2006 pela portaria nº 142, foi estabelecido o CAT pelo decreto nº 5.296/2004 que visa o desenvolvimento da TA no Brasil. Os principais objetivos do comitê, é apresentar propostas de políticas governamentais e parcerias entre a sociedade e os órgãos públicos no que desrespeita a TA, identificar órgãos que já trabalham com a tecnologia, incentivar a criação de centros de referência no assunto, propor cursos e outras ações no intuito de propor pesquisas e qualificar pessoas no tema da tecnologia assistiva. (BRASIL-SDH/PR, 2009)

### 3.5 ARDUÍNO

O Arduino nasceu no *Ivrea Interaction Design Institute*<sup>1</sup> como uma ferramenta de fácil e rápida prototipagem, voltada para estudantes sem formação em eletrônica e programação. De acordo com a fabricante da marca, Arduino é uma plataforma de eletrônica de código aberto baseada em hardware e *software* fáceis de usar. Sendo base para vários projetos desde os básicos até os complexos tornando-se cérebro de diversos projetos ao redor do mundo. O que contribuiu para sua popularização é que as placas são completamente *open-source* assim como seu *software* possuindo diversas contribuições de projetos desde os iniciantes até os mais complexos devido a sua flexibilidade e baixo custo.

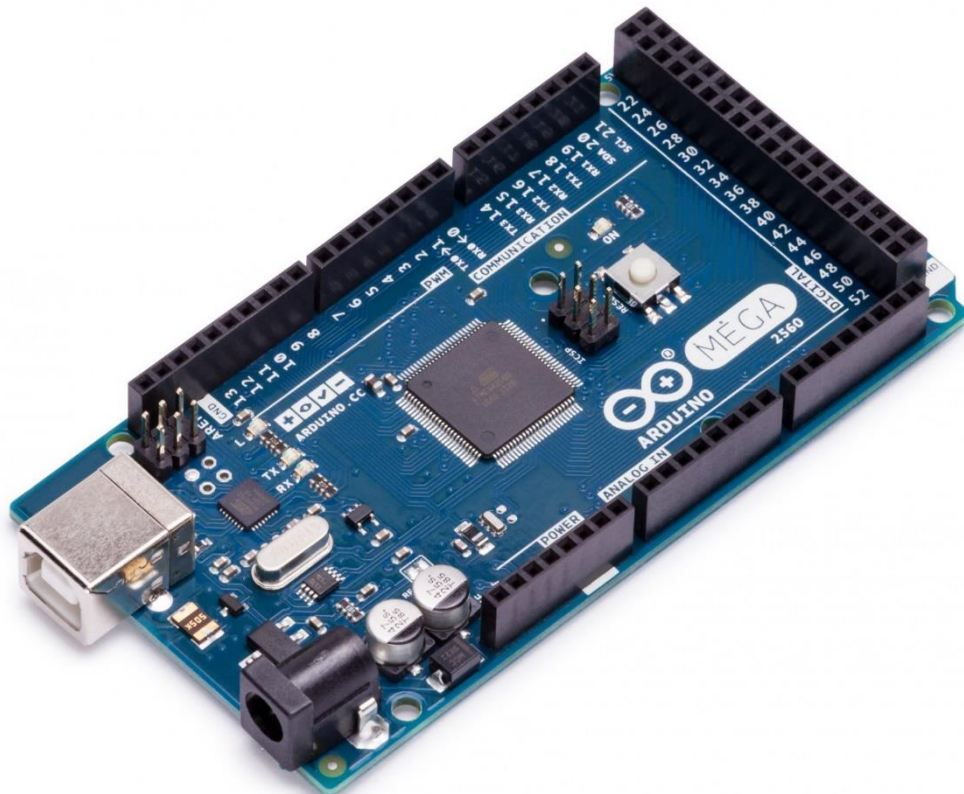
---

<sup>1</sup> **Instituto de Design de Interação Ivrea** - é um programa de design graduado no campo de Design de Interação, que foi criado e funciona na cidade de Ivrea, na Itália.

Segundo McRoberts (2011) em termos práticos, um Arduino é um pequeno computador que você pode programar para processar entradas e saídas entre o dispositivo e os componentes externos conectados a ele.

A figura 4 é uma ilustração da placa Arduino que será utilizada no projeto.

Figura 4 - Placa Arduino Mega 2560 REV3



Fonte: <https://store.arduino.cc/usa/arduino-mega-2560-rev3>

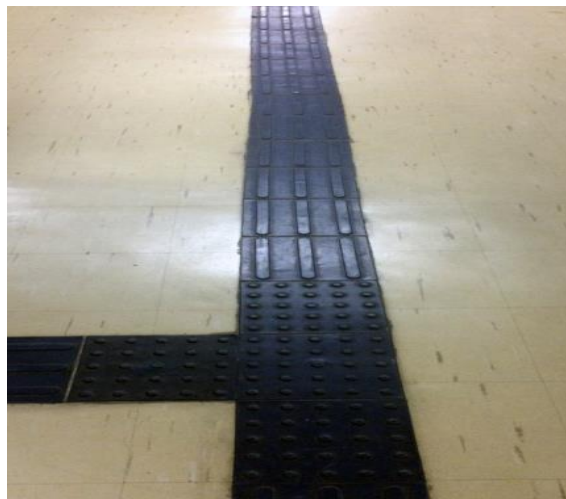
### 3.5.1 Experiência da Equipe em Aplicações com Arduino

Mesmo não desenvolvendo aplicações ou trabalhando diariamente com Arduino alguns membros da equipe têm experiência com a tecnologia, que foi utilizada em anos anteriores como a criação de uma seletora de peças automatizada, mini ponte rolante, desenvolvida ao final do curso de Mecatrônica no ano de 2013 como projeto de conclusão do curso, ANDRADE *et al...* (2013).

### 3.5.2 Cadeira de Rodas Automatizadas e Inteligentes

A fase do projeto consiste em construir um protótipo que simulará os movimentos da cadeira de rodas a partir de um comando que irá percorrer um trajeto traçado em um ambiente, que através de sensores identificará uma cor estabelecida para sinalizar o caminho até o seu destino, este também poderá aproveitar as sinalizações para deficientes visuais, regulamentada pela Associação Brasileira de Normas Técnicas na ABNT NBR 16537, esta norma estabelece parâmetros e critérios técnicos para elaboração do projeto e regulamenta as Diretrizes para montagem e sinalização tátil no piso; segundo FROTA (2009), piso tátil é um piso em destaque do piso ao redor com textura e cor diferenciado, perceptível por pessoas com deficiência visual, surdo-cegueira e portadores de algum tipo de deficiência que atrapalhe na sua locomoção; fornecendo as devidas orientações para mobilidade, possuindo assim as funções de identificação de perigos, de condução, de mudança de direção e de atividades, como mostra a figura 5 a seguir com um exemplo instalado no Campus Olezio Galotti - Três Poços da Instituição UniFOA.

Figura 5 - Piso Tátil de marcações para portadores de deficiência.



Fonte: Identificação no Campus Olezio Galotti – UniFOA

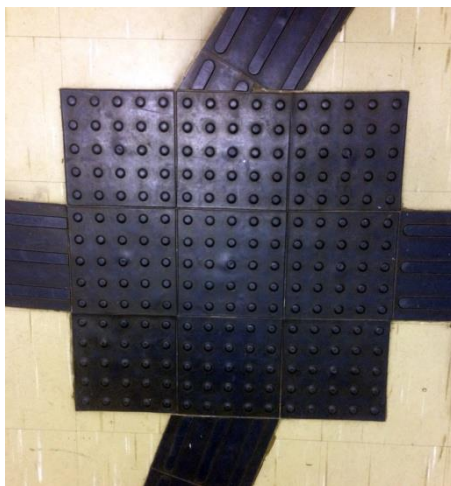
Mas também poderá haver obstáculos que surgirão como pessoas obstruindo o caminho, como a existência de degraus ou de objetos deixados no caminho, ou de veículos impedindo a passagem, os quais serão reconhecidos pelos sensores de ultrassom que durante o trajeto reconhecerá o caminho e as

anomalias e, assim, impedirá que a cadeira vá de encontro ao objeto, evitando assim que ocorra algum tipo de acidente.

As etiquetas RFIDs serão colocadas em pontos estratégicos para que os pontos de tomada de decisão sejam identificados, como por exemplo, virar a direita para poder prosseguir e também servirá como pontos de referências para uma melhor tomada de decisão a seguir o melhor caminho. Podendo ser instaladas debaixo dos pisos tátil de modo oculto, pois o sensor fará o reconhecimento assim que passar por ele e decidir sobre o caminho escolhido.

A figura 6 representa o piso tátil em pontos onde é necessário a tomada de uma decisão.

Figura 6 - Piso Tátil tomada de decisão para marcação

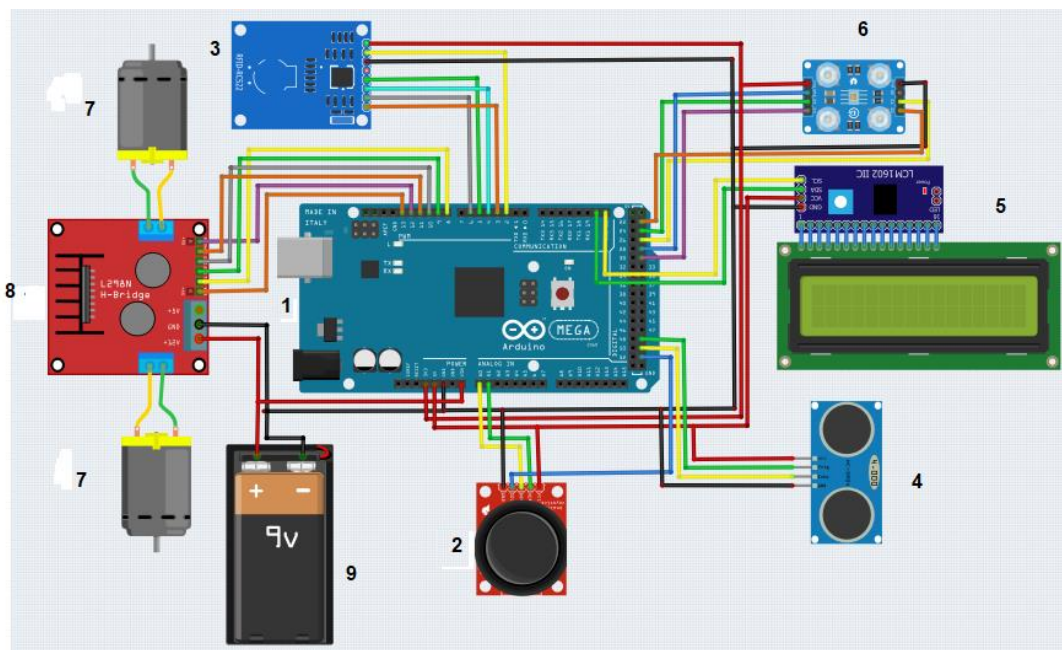


Fonte: Identificação no Campus Olezio Galotti - UniFOA

Para torná-la eficiente utilizaremos uma placa Arduino que atuará como computador que terá uma programação para trabalhar com os sensores de maneira eficiente e inteligente.

A figura 7 representa o esquema de ligações dos componentes onde foi utilizado o *software* livre *Fritzing* que pode ser acessado através do link <http://fritzing.org/home/>.

Figura 7 - Esquema de ligação de componentes



Fonte: <http://fritzing.org/home/>

Legenda:

1. Placa Arduino (Central de controle da cadeira);
2. Joystick para controle manual;
3. Placa receptora RFDI;
4. Sensor ultrassônico para detectar obstáculos;
5. Tela LCD para selecionar o destino desejado e apresentar outras informações;
6. Sensor de Cor, utilizado para guiar a cadeira pelo piso Tátil;
7. Motores da cadeira;
8. Ponte H para controle dos motores;
9. Bateria de alimentação de todo o sistema.

A Placa Arduino fará o controle total de todos os sensores através de programação interna e ativando ou desativando as portas de onde os sensores estão ligados.

Utilizando o Joystick, o usuário irá selecionar o destino desejado em uma lista, apresentado na tela LCD, a seguir o Arduino ativara o sensor de cor, que irá verificar se o mesmo está sobre a linha que a cadeira ira seguir, caso a cadeira não esteja sobre a linha, o usuário através do joystick ira posicionar a

cadeira no ponto inicial. Com a cadeira devidamente posicionada, o movimento se inicia, seguindo o trajeto definido pelo piso tátil, até chegar a uma tomada de decisão.

O sensor RFID que já estará em modo de leitura, identificara a etiqueta que estará sob o piso tátil e de acordo com a programação ira identificar se aquela tomada de decisão pertence ao destino selecionado pelo usuário, caso seja o destino, a cadeira efetuara a curva para a direita ou esquerda de acordo com o que foi programado e atingindo o objetivo, o movimento será interrompido, dando a opção ao usuário para ativar o modo manual e continuar o caminho para dentro do cômodo, como assim desejar. Caso não seja o destino selecionado, a cadeira continuará seguindo o piso tátil até encontrar outra tomada de decisão e o processo se repete.

Em todo o processo descrito a cima o sensor ultrassônico estará ativo para identificar qualquer tipo de obstáculo que a cadeira possa encontrar no trajeto, podendo fazer o desvio automático do obstáculo, ou caso não seja possível, habilitando o modo manual para que o usuário faça a transposição do obstáculo e retorne para o piso tátil, e assim o processo continua.

## 4 GERENCIAMENTO DO PROJETO

O gerenciamento do projeto conforme descrito por TCS (2017) define que a gestão de projetos é um processo pelo qual se aplicam conhecimentos, técnicas e capacidades às atividades previstas num projeto, que devem atender e satisfazer as necessidades e expectativas dos diversos *stakeholders* interessados no referido projeto.

De acordo com o PMBOK (2010) consiste num conjunto de técnicas definidas para a realização de um produto ou serviço único temporário, ou seja, possui início e fim. Atuando em nove áreas de conhecimento do projeto qualidade, recursos humanos, escopo, aquisições, integração, comunicações, custo, riscos e tempo.

Englobando todo procedimento envolvido nas atividades do projeto em sua realização para que possa mensurar e prevenir a fim de satisfazer todos os seus requisitos para concluir o trabalho realizado.

### 4.1 LEVANTAMENTO DO ESCOPO

Será desenvolvida uma solução para ser usada por cadeirantes, transformando uma cadeira de rodas manual em uma cadeira semiautomática, que facilitará a locomoção de pessoas cadeirantes.

A montagem dos componentes eletrônicos que serão a base do kit para locomoção da cadeira de rodas envolvendo a montagem dos componentes eletrônicos sendo eles a placa Arduino, motores das rodas, ponte H, joystick, tela LCD, placa receptora RFID, sensor ultrassônico, sensor de cor e bateria devidamente instalado as suas conexões.

Nesta parte os desenvolvedores irão inserir a programação na placa Arduino que comandará todos os componentes eletrônicos e efetuar todos os testes para que todas as funcionalidades estejam de acordo com o esperado dos requisitos do produto desenvolvido.

Por último será o estudo do ambiente e sua preparação para a instalação das etiquetas RFID e se que determinarão os ambientes que a cadeira deverá locomover-se quando for acionado o modo automático para chegar ao destino selecionado pelo usuário e testes práticos no ambiente preparado.

## 4.2 CICLO DE VIDA

O ciclo de vida consiste em fases que devem ser executadas em sequência, visando a organização e a conclusão do projeto de maneira ordenada.

A Figura 8 a seguir demonstra o ciclo de vida do projeto desde a criação até a conclusão.

Figura 8 - Ciclo de vida do projeto



## 4.3 STAKEHOLDERS

Os *stakeholders* são as pessoas, empresas, organizações envolvidas diretamente ou indiretamente no projeto que podem afetar, ser afetado por uma decisão ou resultado do projeto.

A tabela 1 demonstra como, cada um dos *stakeholders* tem o grau de influência no projeto, poder em tomada de decisões e responsabilidades.

Tabela 1 - Matriz de Stakeholders

	IDENTIFICAÇÃO		GRAU		ESTRATÉGIA	
	ID	STAKEHOLDER	PODER	INTERESSE	MATRIZ	ESTILO
INTERNOS	I.1	Gerente do projeto	4	5	Gerenciar de perto	Favorável
	I.2	Analistas de Sistema	2	3	Gerenciar de perto	Favorável
	I.3	Engenheiro Eletricista	4	3	Gerenciar de perto	Favorável
	I.4	Programador	1	2	Gerenciar de perto	Favorável
	I.5	Engenheiro Mecânico	4	3	Gerenciar de perto	Favorável
	I.6	Investidores	4	5	Manter satisfeito	Favorável
	I.7	Especialista em Automação	2	3	Gerenciar de perto	Favorável
EXTERNOS	E.1	Sociedade	0	4	Manter Informado	Neutro
	E.2	FORNECEDORES	1	4	Monitorar	Favorável

- **Gerente de projeto** – É o Responsável pelo planejamento do projeto cuidando para que ele possa ser executado de acordo com as metas e prazos estabelecidos.
- **Analista de Sistemas** – É o responsável pelo desenvolvimento e gerenciamento das aplicações utilizadas (sistema);
- **Engenheiro Eletricista** – É o responsável em cuidar de toda parte elétrica do projeto, bem como calcular e mensurar as reais necessidades dos componentes eletrônicos utilizados;
- **Programador** – É o responsável em desenvolver todo o código fonte da aplicação;
- **Engenheiro Mecânico** – Responsável por toda estrutura e todos componentes mecânicos do projeto;
- **Investidores** – São os responsáveis por disponibilizarem recursos e subsidiar o projeto;
- **Especialista em Automação** – É responsável por automatizar e integrar, as partes mecânica e elétrica, unindo-as ao Arduino;
- **Sociedade** – Alvo principal do projeto, onde estão recebendo a oportunidade de serem inseridos por meio da solução uma oportunidade de diferencias voltados a mobilidade urbana e responsabilidade social;

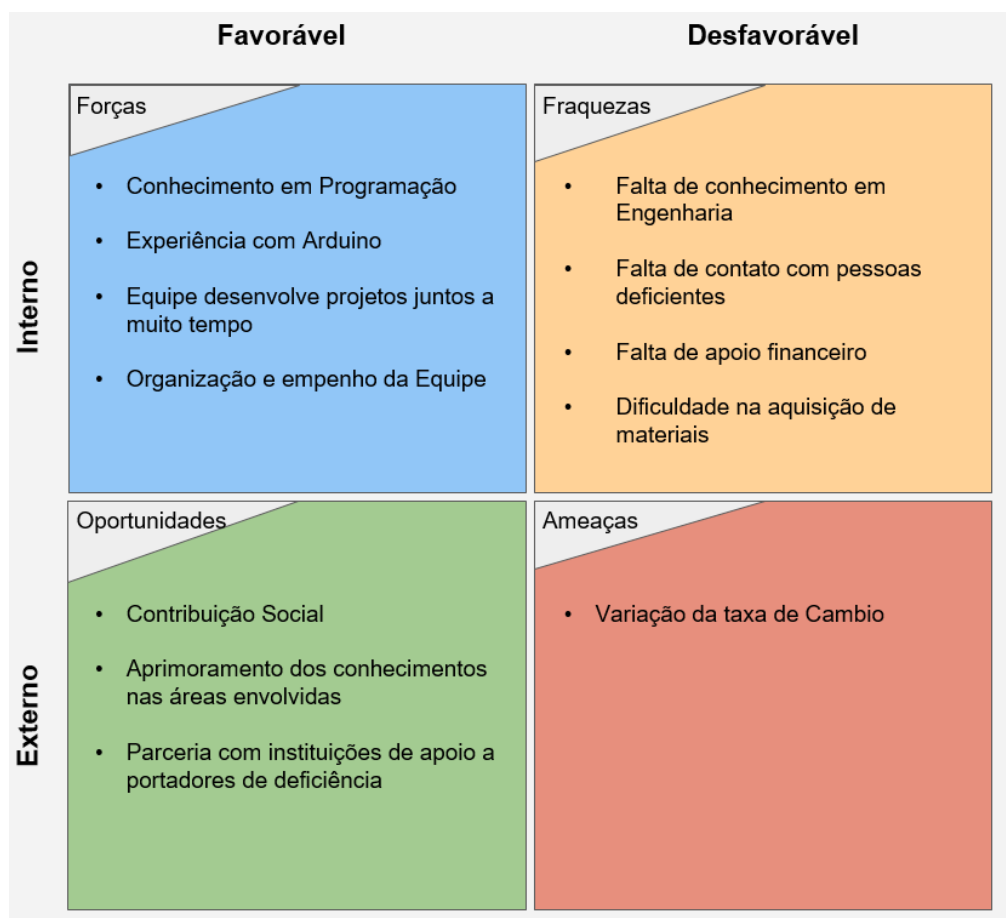
- **Fornecedores** – Responsáveis por disponibilizar todos recursos que serão utilizados no projeto.

#### 4.4 MATRIZ SWOT

A Matriz *SWOT* de acordo com Chiavenato e Sapiro (2003) é cruzar as ameaças externas à organização, listando seus pontos fracos e fortes, é uma das ferramentas mais utilizadas para gestão estratégica de projetos.

A figura 9 demonstra todos os pontos externos e internos que podem ser favoráveis ou desfavoráveis para a realização do projeto demonstrando as forças, fraquezas, oportunidades e ameaças.

Figura 9 - Matriz SWOT



## **4.5 ESTRUTURA ANALÍTICA DO PROJETO – EAP**

A estrutura analítica de um projeto consiste em demonstrar a subdivisão de entregas e do trabalho em itens menores e gerenciáveis de forma mais fácil. É orientada as entregas, fases de ciclos de vida ou subprojetos que precisam ser feitos para completar um projeto.

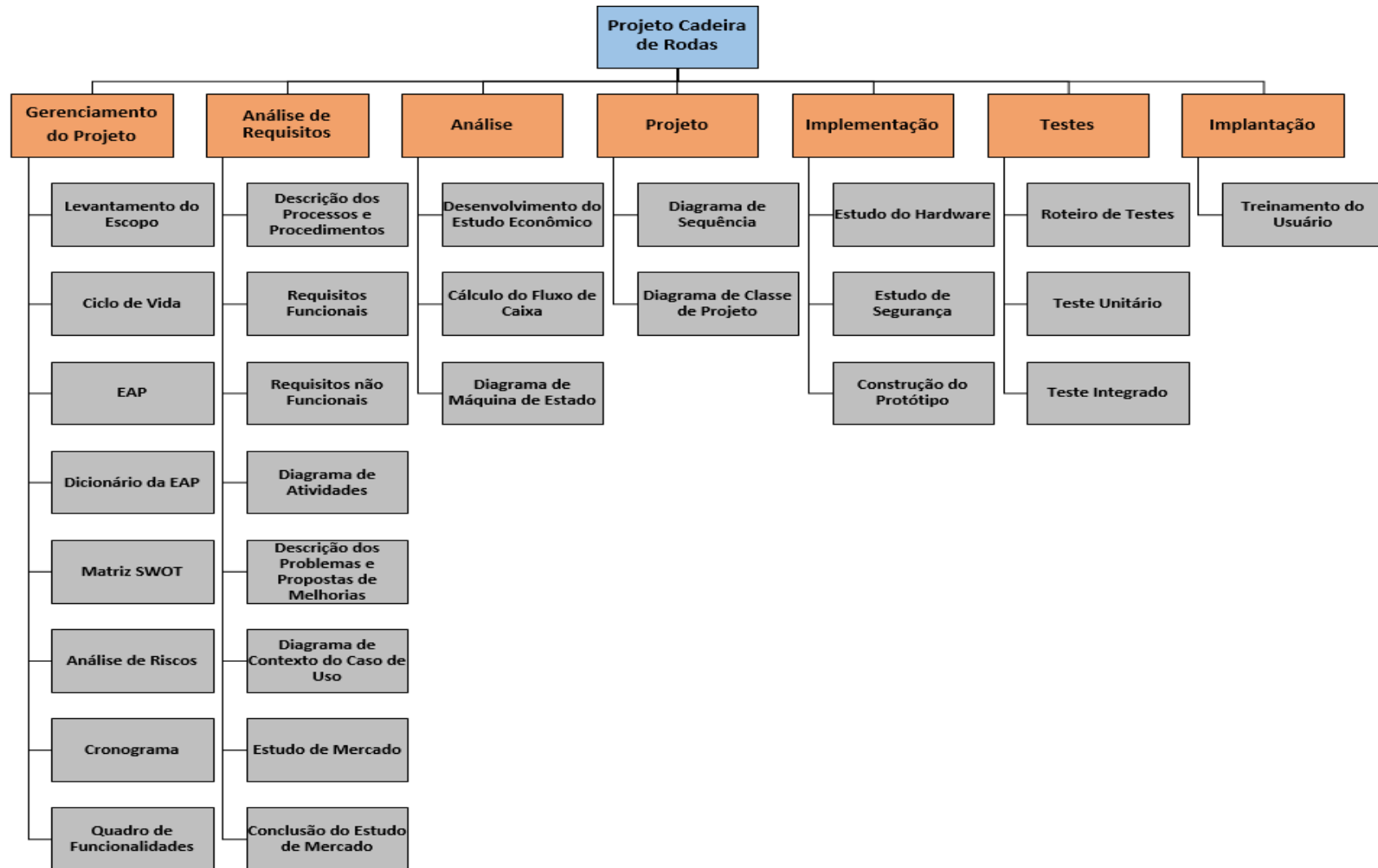
Pode-se ver a estrutura analítica do Projeto Acessibilidade com Arduino na figura abaixo.

Na figura 10 apresentada a seguir demonstra a estrutura EAP do projeto com as fases e seus itens a serem desenvolvidos.

### **4.5.1 Dicionário EAP**

O Dicionário da EAP, tem por objetivo descrever o significado de cada um dos componentes da EAP, a tabela que contém o dicionário que pode ser vista no apêndice II.

Figura 10 - Estrutura Analítica do Projeto – EAP



## 4.6 MATRIZ DE RESPONSABILIDADE

Como demonstrado na tabela 2, cada componente da equipe tem seu grau de responsabilidade no desenvolvimento dos itens do projeto.

Tabela 2 - Matriz de responsabilidades

<b>Legenda</b> Aprova: AP Revisa: R Executa: E Executor Responsável: ER	Gerente de Projetos	Analista de Sistemas	Engenheiro Eletricista	Engenheiro Mecânico	Especialista em Automação	Programador
	Levantamento do escopo	AP / R	E			
EAP	AP / R	E				
Dicionário de EAP	AP / R	E				
Matriz SWOT	AP / R	E				
Cronograma	AP / R	E				
Ciclo de vida	AP / R	E				
Análise de risco	AP / R	E				
Quadro de funcionalidades	AP / R	E				
Descrição dos processos e procedimentos	AP	R	ER	E	E	E
Requisitos funcionais	AP / R	ER	E	E	E	
Requisitos não funcionais	AP / R	ER	E	E	E	
Diagrama de Atividades	AP / R	E				
Descrição dos problemas e propostas de melhoria	AP	AP / R	ER	E	E	E
Diagrama de contexto do caso de uso	AP / R	E				
Estudo de mercado	AP / R	E				
Conclusão do estudo de mercado	AP / R	E				
Desenvolvimento do estudo econômico	AP / R	E				
Cálculo do fluxo de caixa	AP / R	E				
Diagrama de máquina de estado	AP	R			E	ER
Diagrama de sequência	AP / R	E				
Diagrama de classe de projeto	AP / R	E				
Estudo do hardware	AP	R	E	E	ER	
Estudo de segurança	AP	R			E	
Construção do protótipo	AP / R	E	E	E	ER	E
Roteiro de testes	AP / R	E				
Teste unitário	AP	R	E	E	ER	E
Teste integrado	AP	R	E	E	ER	E
Treinamento do usuário	AP / R	E				

## 4.7 ANÁLISE DE RISCOS

Na etapa de análise de riscos consegue-se mensurar de forma delicada e profunda os possíveis problemas que poderão afetar a produção e o bom funcionamento do projeto. Todos itens são listados e através de uma análise qualitativa de riscos, pode-se identificar a probabilidade dos fatores de riscos.

A tabela 3 mostra os possíveis riscos previstos que podem acontecer no decorrer da execução do projeto.

Tabela 3 - Análise de Riscos do Projeto

Riscos - Análise Qualitativa										
Id	Evento	Probabilidade	Impacto nos objetivos do projeto							
			Escopo		Custo		Prazo		Qualidade	
1	Falta de Conhecimento em algumas fases do Projeto	30%	2	Médio	2	Médio	2	Médio	2	Médio
2	Falta de contato com pessoas deficientes	30%	2	Médio	1	Baixo	2	Médio	2	Médio
3	Falta de conhecimento em Engenharia	30%	2	Médio	2	Médio	2	Médio	2	Médio
4	Variação da Taxa de Câmbio encarecendo equipamentos necessários	40%	2	Médio	4	Alto	4	Alto	1	Baixo
5	Dificuldade na aquisição de materiais	20%	2	Médio	2	Médio	2	Médio	2	Médio
6	Atrasos na entrega das Peças pelo fornecedor	30%	2	Médio	2	Médio	4	Alto	2	Médio
7	Falta de Simulação do Ambiente Adequado para Apresentação	5%	1	Baixo	1	Baixo	1	Baixo	1	Baixo
8	Sobrecarregamento da equipe com Múltiplas Tarefas	20%	2	Médio	2	Médio	2	Médio	2	Médio
9	Falta de apoio financeiro	30%	2	Médio	4	Alto	2	Médio	2	Médio

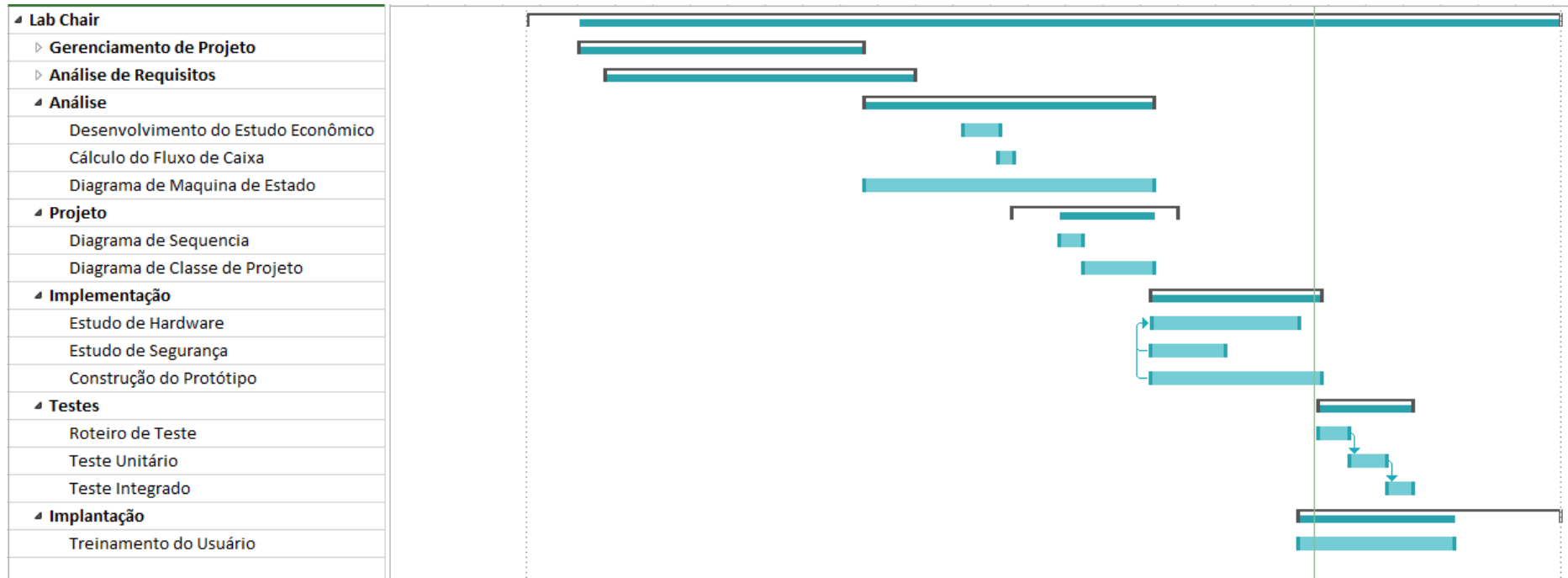
A tabela 4 demonstra quais medidas preventivas serão tomadas para minimizar que os riscos afetem o desenvolvimento do projeto.

Tabela 4 - Planejamento de tomada de ações

Riscos - Planejamento de Respostas				
ID	Evento	Ação		Responsável Pela Ação
1	Falta de Conhecimento em algumas fases do Projeto	Prevenção	Fazer Treinamento da equipe para suprir a falta de experiencia no assunto	Gerente de Projeto
2	Falta de contato com pessoas deficientes	Mitigação	entrevistar pessoas cadeirantes para saber as sua necessidades	Gerente de Projeto
3	Falta de conhecimento em Engenharia	Transferência	Buscar ajuda profissional da área quando for preciso	Gerente de Projeto
4	Variação da Taxa de Câmbio encarecendo equipamentos necessários	Aceitação	Observar o mercado financeiro e pesquisar no mercado Nacional disponibilidade dos equipamentos	Gerente de Projeto
5	Dificuldade na aquisição de materiais	Prevenção	Pesquisar e entrar em contato com fornecedores confiáveis	Gerente de Projeto
6	Atrasos na entrega das Peças pelo fornecedor	Prevenção	Observar o prazo de entrega dos fornecedores e para aquisição antecipada para não ocorrer atrasos	Gerente de Projeto
7	Falta de Simulação do Ambiente Adequado para Apresentação	Mitigação	Planejar e testar o prototipo antes no ambiente simulado	Gerente de Projeto
8	Sobrecarregamento da equipe com Múltiplas Tarefas	Transferência	Obter Ajuda externa caso falte mão de obra interna	Gerente de Projeto
9	Falta de apoio financeiro	Aceitação	Prover de recurso próprio para não ultrapassar o prazo do projeto	Gerente de Projeto

## 4.8 CRONOGRAMA DO PROJETO

Figura 11 - Cronograma do projeto



## 5 ANÁLISE DE REQUISITOS

### 5.1 DESCRIÇÃO DOS PROCESSOS E PROCEDIMENTOS

Com o a automatização da cadeira de rodas, espera-se que as atividades diárias dos utilizadores seja facilitada ao máximo visando o direito de ir e vir com a liberdade na tomada de decisões.

### 5.2 REQUISITOS FUNCIONAIS

Possibilitar a locomoção de cadeirantes por meio de cadeira de rodas semiautomática, com as seguintes características:

- Identificação de piso tátil por cor;
- Detecção de obstáculos;
- Identificação de rotas por sensor RFID;
- Controle manual através de *Joystick*

### 5.3 REQUISITOS NÃO FUNCIONAIS

Segurança observado nas seguintes situações:

- Falta da estrutura de acessibilidade;
- Barreiras Arquitetônicas;

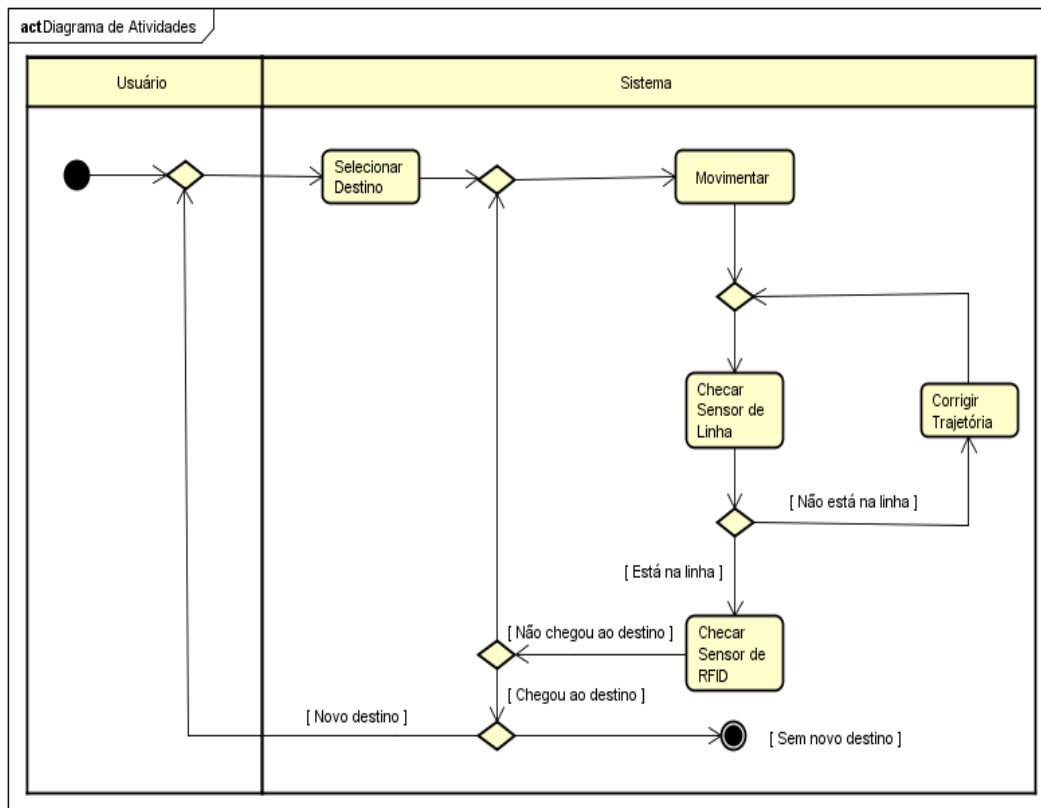
### 5.4 DIAGRAMA DE ATIVIDADES

Para Guedes (2009), o diagrama de atividades, consiste em demonstrar os passos a serem seguidos para a conclusão e representação do fluxo de controle de uma atividade.

Conforme Fowler (2005), os diagramas de atividade, são usados para descrever a lógica de um procedimento, processo de negócio e fluxo de trabalho, desempenhando um papel semelhante aos fluxogramas, a principal diferença entre eles é que os diagramas suportam comportamento paralelo.

A figura 12 demonstra a sequência de atividades que será executada após a seleção do destino.

Figura 12 - Diagrama de Atividades da movimentação da cadeira



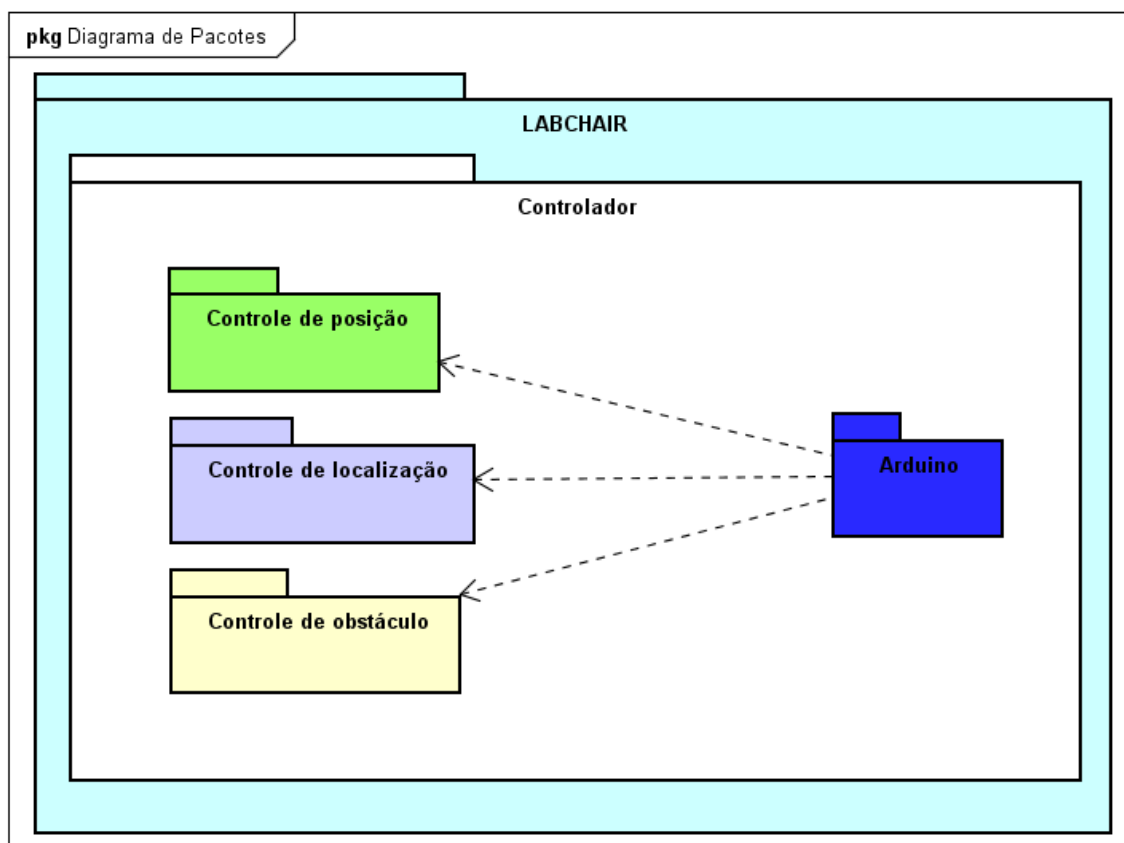
## 5.5 DIAGRAMA DE PACOTES

Fowler (2005) considera os diagramas de pacotes, extremamente úteis em sistemas para obter uma visão das dependências entre os principais elementos de um sistema.

Segundo Guedes (2009), o diagrama de pacote, é estrutural e tem como objetivo representar subsistemas ou submódulos dentro de um sistema, determinando as partes que o compõem, pode ser usado de forma independente ou associado a outros diagramas.

A figura 13 demonstra o diagrama de pacotes com os componentes da cadeira de rodas e suas interações com o Arduino.

Figura 13 – Diagrama de pacotes dos componentes da cadeira de rodas



## 5.6 DIAGRAMA DE CASO DE USO

Segundo Guedes (2009) o caso de uso é um diagrama utilizado normalmente na fase de levantamento e análise de requisitos de sistema, pode servir como base para outros diagramas.

Para Fowler (2005) o caso de uso é uma técnica para captar os requisitos funcionais de um sistema, servindo para descrever as interações típicas entre o usuário de um sistema e o próprio sistema, fornecendo uma narrativa sobre como o sistema é utilizado.

A seguir na figura 14 demonstra as instruções e interações entre usuário e dispositivo.

Figura 14 - Diagrama de caso de uso

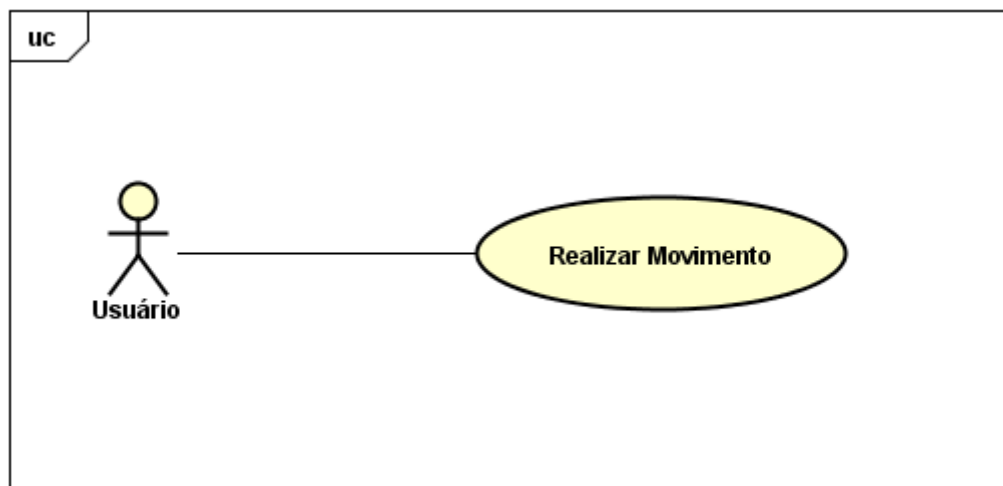


Tabela 5 – Tabela de Caso de Uso

<b>Fluxo Principal (Movimento)</b>	
<b>Ações do Ator</b>	<b>Ações do Sistema</b>
1 - Seleciona Partida 4 - Seleciona Destino	2 - Identifica localização Atual 3 - Exibe opções de destino 5 - Inicia Movimento 6 - Segue a linha 7 - Identifica RFID 8 - Finaliza Movimento
Fluxo Alternativo: Movimento Manual	

## **6 ANÁLISE**

### **6.1 ESTUDO DE MERCADO**

A pesquisa de mercado mostrou que muitas cadeiras de rodas automatizadas não possui um sistema inteligente para que ela possa se movimentar no ambiente de forma autônoma a partir de um ambiente pré-configurado para facilitar a locomoção de diversos tipos de pessoas portadoras de alguma deficiência.

Outro ponto importante que chamou a atenção foi o alto valor de custo para esse tipo de produto dependendo do modelo, até os mais básicos fica muito caro para pessoas de baixa renda estarem adquirindo, assim objetivando o projeto a possuir um baixo valor de custo indo para o mercado à um preço mais acessível em comparação com as outras do mercado e facilitando também em relação a manutenção da cadeira.

Não foi encontrada no mercado nenhum produto atualmente similar que movimente de forma autônoma pelos ambientes, somente cadeiras de rodas motorizadas comandadas manualmente por um joystick controlando velocidade e direção sem mais algum auxílio que possa facilitar e promover algum tipo melhorias.

#### **6.1.1 Análise Comparativa**

Também consideramos o preço que em uma cadeira motorizada na cotação atual tem um preço médio de oito mil reais os modelos básicos das fabricantes pesquisadas entre elas Freedom e Ortobras.

A Freedom possui tecnologia nacional e destacamos como relevante em inovação é a sua tecnologia Freedom *connect* que permite ao usuário total configuração da cadeira de rodas ajustando parâmetros de aceleração, frenagem, sensibilidade e velocidade.

O modelo da Ortobras possui baterias facilmente desmontáveis alojadas em uma caixa para facilitar o transporte e ajuste do apoio do joystick.

A tabela 5 mais abaixo demonstra o comparativo das cadeiras de rodas pesquisadas com as funcionalidades de cada uma delas.

Tabela 6 – Análise comparativa das cadeiras analisadas

<b>Análise Comparativa</b>			
<b>Funcionalidades</b>	<b>Ortobras</b>	<b>Freedom</b>	<b>LabChair</b>
Joystick	sim	sim	sim
Controle Manual	sim	sim	sim
Movimento Inteligente	não	não	sim
Botao de Segurança	não	não	sim
Motorizada	sim	sim	sim
Ajuste de braço	sim	sim	não
Configurações de ajuste	não	sim	sim
Fácil Manutenção	não	não	sim

### 6.1.2 Conclusão do Estudo de Mercado

Concluimos que a LabChair é um produto que busca uma inovação em relação a obter uma maior autonomia para seu usuário aplicando tecnologia no auxílio de locomoção de seus usuários de forma independente do joystick oferecendo além do modo manual o modo inteligente seguindo um caminho pré-

configurado para que o usuário possa ter maior conforto e liberdade com a ajuda de sensores e comandos de segurança na sua mobilidade no ambiente por um custo reduzido em comparação aos que existe no mercado justificando o propósito de ser construída a baixo custo.

## **6.2 DESENVOLVIMENTO DO ESTUDO ECONÔMICO**

Devido as particularidades do projeto, os dados obtidos por cálculo de ponto de função ficaram inconsistente com a realidade do projeto, foi utilizado então o método que consistem em desenvolvimento de produtos baseados em casos de uso e Homem x Hora trabalhada para a elaboração da viabilidade econômica e financeira do projeto. Abaixo as tabelas de custo fixo, variável, *payback* e retorno as demais tabelas e referências para o cálculo financeiro e econômico encontra-se no apêndice III

Tabela 7 - Custo Fixo

CUSTOS FIXOS DO PROJETO													
Serviço	Mês 1	Mês 2	Mês 3	Mês 4	Mês 5	Mês 6	Mês 7	Mês 8	Mês 9	Mês 10	Mês 11	Mês 12	Total
Aluguel	-	-	1100,00	1100,00	1100,00	1100,00	1100,00	1100,00	1100,00	1100,00	1100,00	1100,00	<b>11000,00</b>
Luz	-	-	120,00	120,00	120,00	120,00	120,00	120,00	120,00	120,00	120,00	120,00	<b>1200,00</b>
Água	-	-	23,00	23,00	23,00	23,00	23,00	23,00	23,00	23,00	23,00	23,00	<b>230,00</b>
Telefone	-	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	<b>2200,00</b>
Internet	-	-	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	<b>1000,00</b>
	<b>-</b>	<b>200,00</b>	<b>1543,00</b>	<b>1543,00</b>	<b>1543,00</b>	<b>1543,00</b>	<b>1543,00</b>	<b>1543,00</b>	<b>1543,00</b>	<b>1543,00</b>	<b>1543,00</b>	<b>1543,00</b>	<b>15630,00</b>

Tabela 8 - Custos Variáveis

Custos Variados													
Serviço	Mês 1	Mês 2	Mês 3	Mês 4	Mês 5	Mês 6	Mês 7	Mês 8	Mês 9	Mês 10	Mês 11	Mês 12	Total
Alimentação	248,25	320,23	100,00	120,45	119,00	-	310,25	25,50	42,34	156,37	137,80	55,87	<b>1636,06</b>
Correio	-	10,00	-	-	10,00	-	-	15,00	-	-	-	-	<b>35,00</b>
Transporte	19,80	-	25,00	25,00	-	50,00	-	15,00	-	-	-	-	<b>134,80</b>
Impressão	-	30,00	-	31,20	-	30,25	-	28,25	-	29,30	-	200,00	<b>349,00</b>
Materiais	-	-	-	-	-	-	680,00	-	35,00	56,00	-	-	<b>771,00</b>
	<b>268,05</b>	<b>360,23</b>	<b>125,00</b>	<b>176,65</b>	<b>129,00</b>	<b>80,25</b>	<b>990,25</b>	<b>83,75</b>	<b>77,34</b>	<b>241,67</b>	<b>137,80</b>	<b>255,87</b>	<b>2154,86</b>

Tabela 9 - Payback

<b>Custo Final do Projeto</b>	30371,40
<b>TMA</b>	0,20
<b>Valor Final</b>	36445,68

Período	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<b>Custos</b>	-30371,40	268,05	560,23	1668,00	1719,65	1672,00	1623,25	2533,25	1626,75	1620,34	1784,67	1680,80	1798,87
<b>Retorno</b>	-	2180,00	3970,00	5760,00	7240,00	7940,00	8830,00	10430,00	10430,00	11320,00	12410,00	14000,00	16680,00
<b>PayBack</b>	-	-28459,45	-25049,68	-20957,68	-15437,33	-9169,33	-1962,58	5934,17	14737,42	24437,08	35062,41	47381,61	62262,74

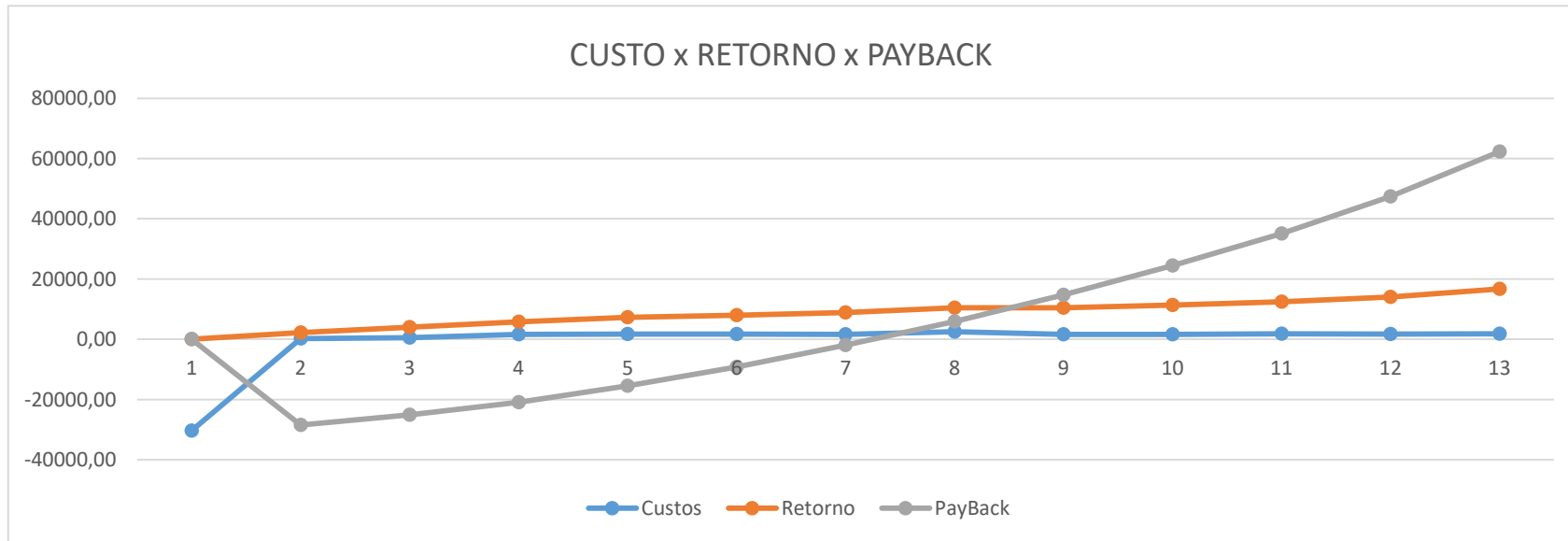


Tabela 10 - Retorno do Projeto

<b>RETORNO DO PROJETO</b>				
	<b>Venda de Kits</b>	<b>Serviço de Infra</b>	<b>Instalação</b>	<b>Total</b>
<b>Mês 1</b>	2	2	2	2180,00
<b>Mês 2</b>	4	3	3	3970,00
<b>Mês 3</b>	6	4	4	5760,00
<b>Mês 4</b>	7	6	6	7240,00
<b>Mês 5</b>	8	6	6	7940,00
<b>Mês 6</b>	9	7	6	8830,00
<b>Mês 7</b>	11	7	7	10430,00
<b>Mês 8</b>	11	7	7	10430,00
<b>Mês 9</b>	12	8	7	11320,00
<b>Mês 10</b>	13	9	8	12410,00
<b>Mês 11</b>	15	10	8	14000,00
<b>Mês 12</b>	18	12	9	16680,00
				<b>111190,00</b>
<b>Valor dos Itens</b>				
<b>Item</b>	<b>Custo</b>	<b>Valor</b>	<b>Total</b>	
<b>Venda de Kits</b>	1200,00	1900,00	<b>700,00</b>	
<b>Serviços de Infra</b>	60,00	250,00	<b>190,00</b>	
<b>Instalação</b>	50,00	250,00	<b>200,00</b>	

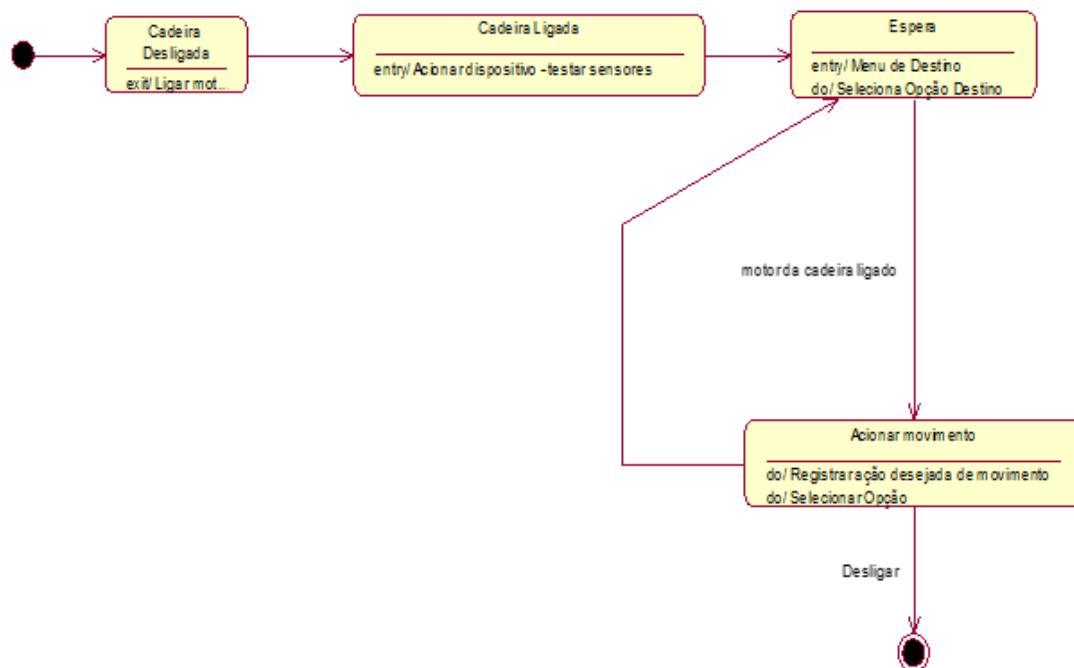
### 6.3 DIAGRAMA DE MÁQUINA DE ESTADO

Segundo Guedes (2009) o diagrama de máquina de estados demonstra o comportamento de um elemento por meio de um conjunto finito de transições de estado, ou seja, uma máquina de estados. Além disso, pode ser utilizado para expressar o comportamento de uma parte do sistema, quando é chamado de máquina de estado comportamental.

Além disso de acordo com Fowler (2005) os diagramas de máquina de estado são uma técnica para descrever o comportamento de um sistema.

A figura 15 demonstra o funcionamento da cadeira de rodas.

Figura 15 - Diagrama de máquina de estado



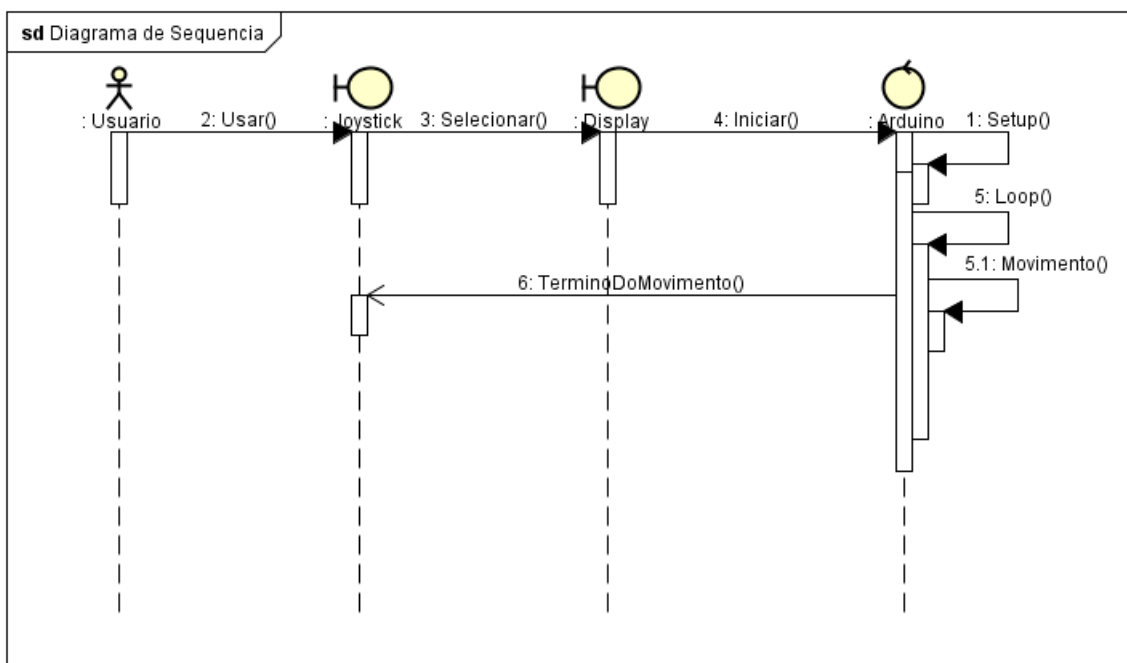
## 7 PROJETO

### 7.1 DIAGRAMA DE SEQUÊNCIA

Guedes (2009) afirma que: “O diagrama de sequência é um diagrama comportamental que se preocupa com a ordem temporal em que as mensagens são trocadas entre os objetos envolvidos em um determinado processo...”

A figura 16 demonstra a sequência de funcionamento da cadeira de rodas.

Figura 16 - Diagrama de Sequência do movimento da cadeira de rodas



## 8 IMPLEMENTAÇÃO

### 8.1 DIAGRAMA DE COMPONENTES

Conforme Guedes (2009) diagrama de componentes está ligado à linguagem de programação utilizada para desenvolver o sistema, representa os componentes do sistema, bibliotecas, formulários, módulos executáveis, determinando como os componentes interagem para o funcionamento do sistema.

A figura 17 demonstra os componentes da cadeira de rodas.

Figura 17 - Diagrama de Componentes



## **8.2 ESTUDO DE SEGURANÇA**

### **8.2.1 Proposta de segurança**

- Segurança física:

O protótipo da cadeira de rodas, terá um botão de emergência caso haja algum problema na operação ele seja acionado interrompendo imediatamente o movimento, evitando assim acidentes.

- Segurança Lógica:

O Arduino dispõe de segurança embarcada que não permite acesso ao código fonte, pois o mesmo é compilado no software específico de desenvolvimento do próprio Arduino e transferido para a placa, fazendo com que o código fonte presente no micro controlador fique ilegível.

### **8.2.2 Proposta de implantação**

Haverá teste e treinamento presencial para os usuários, com demonstrações práticas da operação da cadeira de rodas.

O ambiente será preparado com os componentes necessários ao funcionamento do projeto.

### **8.2.3 Plano de contingência**

Caso ocorra algum problema com o produto, o usuário deverá entrar em contato imediatamente com os idealizadores.

## 9 IMPLANTAÇÃO

### 9.1 ROTEIRO DE TESTES

A tabela 10 demonstra os testes que serão realizados e suas prioridades dentro do projeto, mostrando a relevância dos componentes para o desenvolvimento até a conclusão.

Tabela 11 - Tabela de testes

Teste	Descrição do Teste	Prioridade
Arduino	Teste de funcionamento do Arduino com o código padrão	Alta
Motores	Teste físico dos motores, funcionamento, polaridade e sentido de rotação	Alta
Ponte H	Teste com motores acoplados, sentido de rotação e velocidade	Alta
Sensor RFID	Teste de funcionamento e leitura dos cartões RFID	Alta
Sensor de Cor	Teste de funcionamento e calibração do sensor	Alta
Sensor ultrassónico	Teste de funcionamento, distância e calibração	Alta
LCD	Teste de falha de caracteres	Alta
Joystick	Teste de condutividade nos 2 eixos	Alta

### 9.2 TESTE UNITÁRIO

#### 9.2.1 Teste Arduino

Como teste para o Arduino, usaremos o exemplo básico que já compõe a IDE de programação, considerado o “Hello World” do Arduino, o código consiste em fazer o LED que está ligado ao pino 13 da placa, piscar em uma frequência,

comprovando assim que todas as funções de processamento, assim como memória estão funcionando corretamente.

O código utilizado encontra-se no Apêndice IV.

### 9.2.2 Teste dos Motores

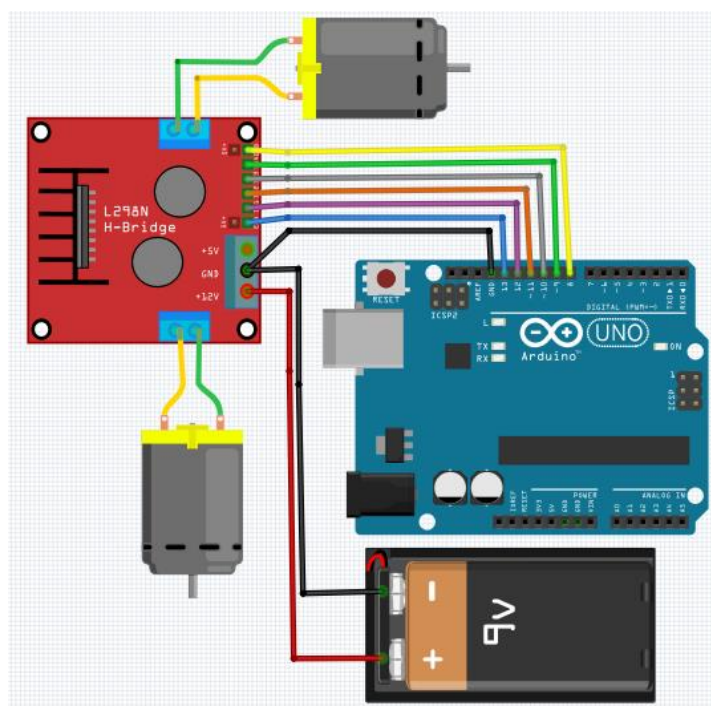
Para o teste dos motores, foi realizado uma ligação simples a uma fonte de alimentação de 5v volts, aonde pode ser constatado a rotação dos mesmos.

### 9.2.3 Teste Ponte H

Usamos no projeto o modulo de ponte H L292N, que contém todos os componentes necessários para controlar a velocidade dos motores além do sentido de rotação.

A figura 18 apresenta a ligação da ponte H, no código que se encontra no apêndice IV implementamos um controle de rotação progressiva e regressiva além da inversão da rotação dos motores, com esses testes definimos a melhor velocidade que será implantada da cadeira.

Figura 18 - Esquema de ligação da Ponte H

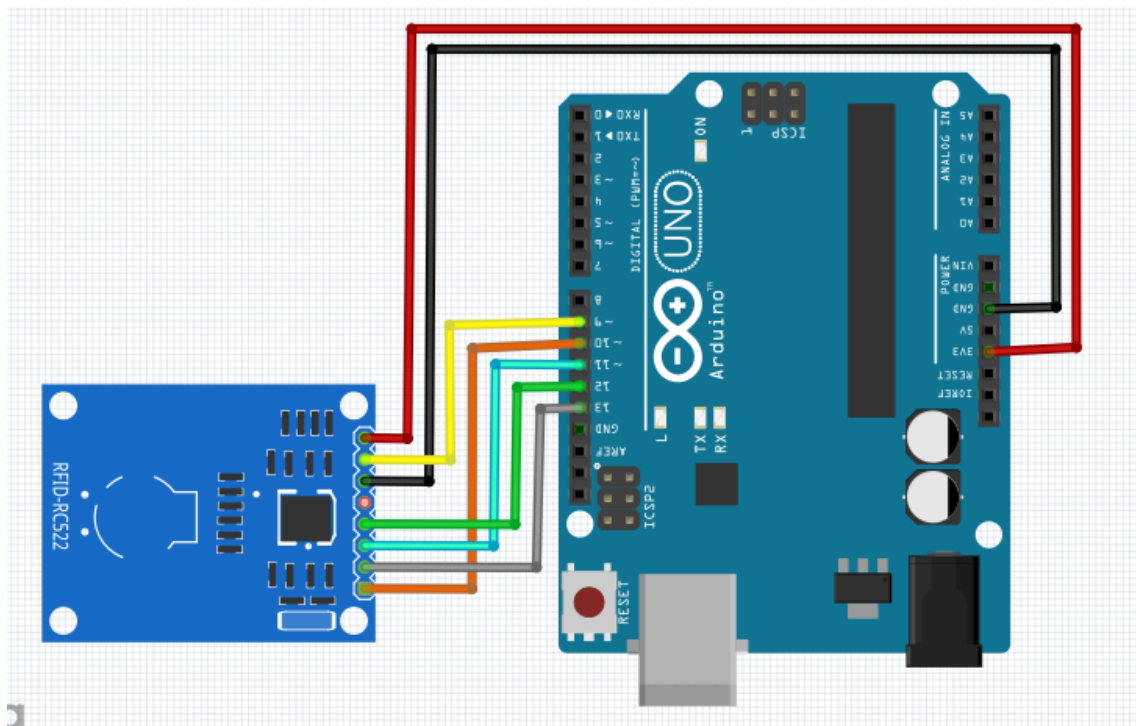


### 9.2.4 Teste RFID

A implantação do sensor RFID, além de servir para testar o funcionamento do sensor, também foi usado para mapear os Ids dos cartões que serão usados no projeto, com isso ganhamos tempo na preparação da infraestrutura da cadeira.

Na figura 19 podemos ver a ligação do sensor RFID ao Arduino, e o código utilizado nos testes e mapeamento, foi retirado da própria biblioteca do sensor, e encontra-se no apêndice IV.

Figura 19 - Esquema de ligação do sensor de RFID

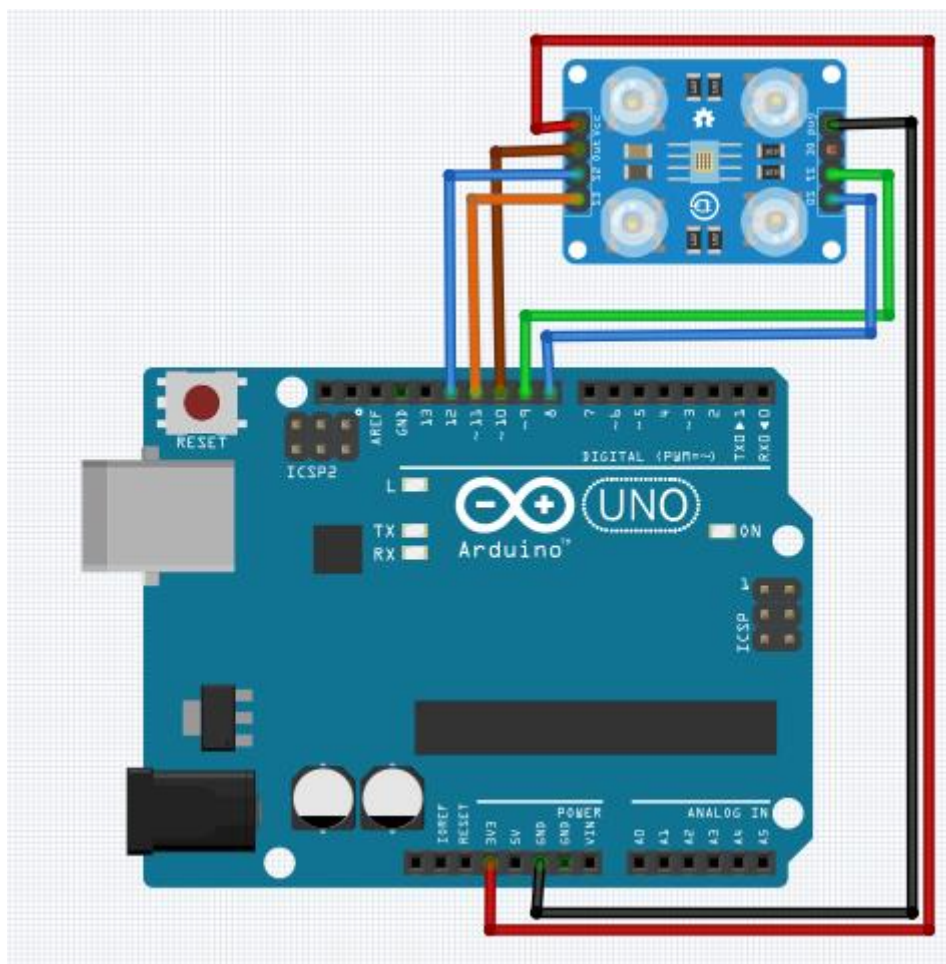


### 9.2.5 Teste sensor de cor

O módulo de sensor de cor que é usado para a cadeira seguir o piso tátil, passou por diversos teste, devido a importância de sua função, o código implementado reconhece três cores básicas, vermelho, azul e verde, foi usado para ler os valores retornados pelo sensor, e também para calibração do sensor.

Podemos ver na figura 20, a ligação do sensor, e no apêndice IV o código usado nos testes.

Figura 20 - Esquema de ligação do sensor de cor

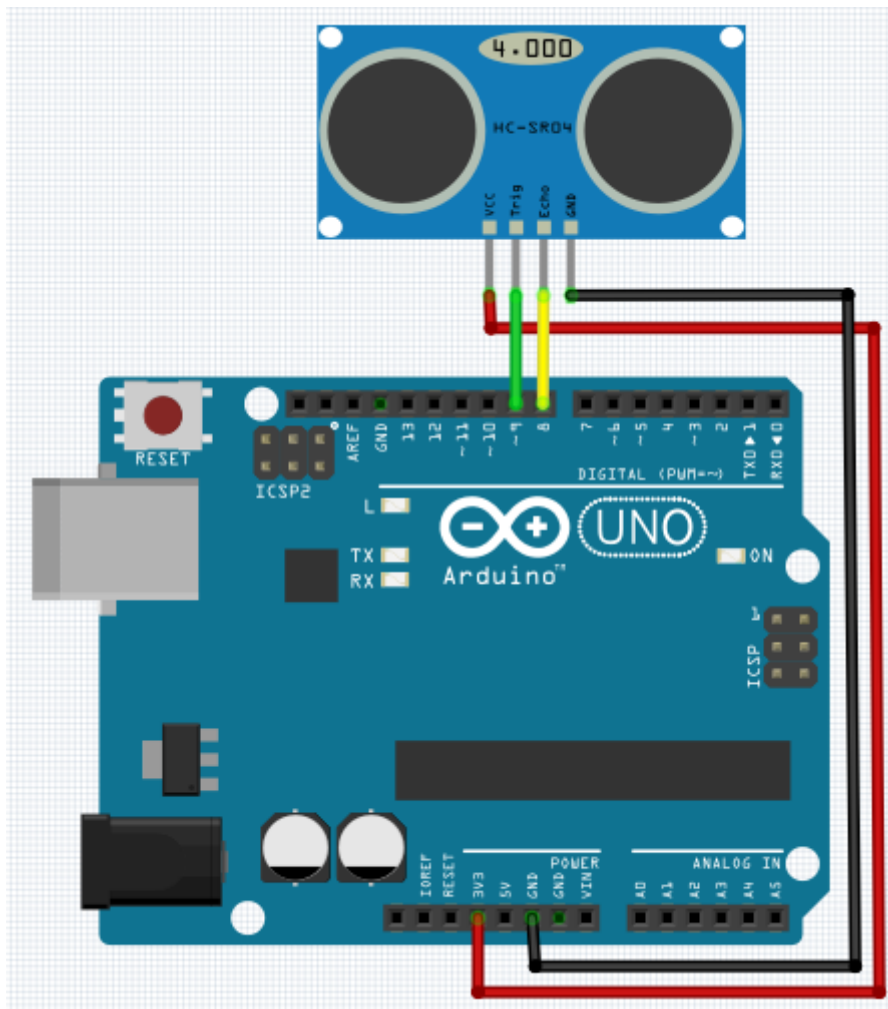


### 9.2.6 Teste sensor ultrassônico

O sensor ultrassônico é usado no projeto para detectar obstáculos que a cadeira pode encontrar no trajeto, um item muito importante para a segurança do usuário, realizamos testes de distância de detecção de objetos, e os valores resultantes foram implementados no código principal.

A figura 21 representa a ligação do sensor ultrassônico e o código utilizado pode ser visto no apêndice IV.

Figura 21 - Esquema de ligação do sensor ultrassônico

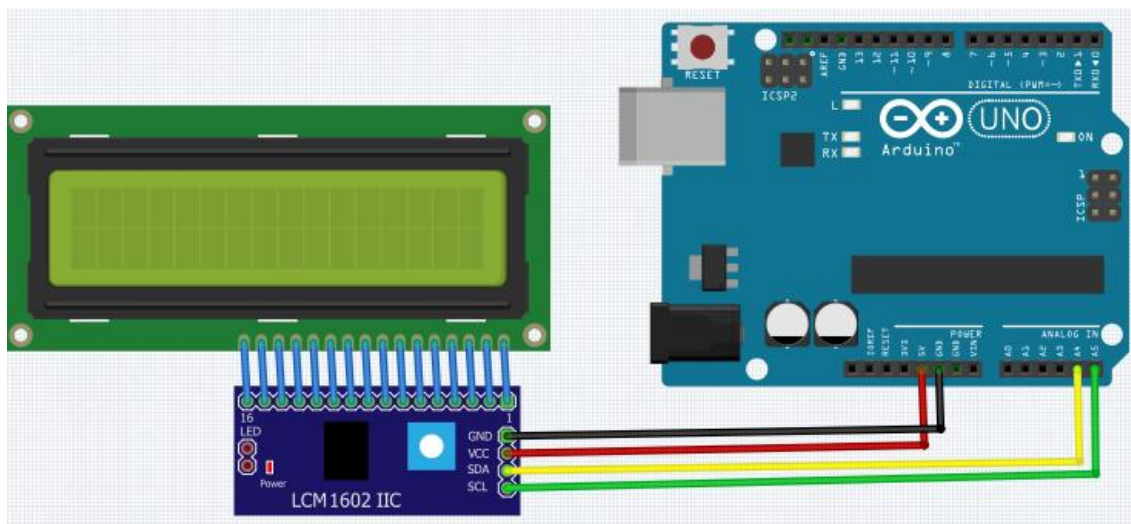


### 9.2.7 Teste LCD

O teste do LCD, serviu para além de testar seu funcionamento, testas todas as linhas e colunas, a correta exibição dos caracteres no visor, também ajustes de contraste para melhor visualização.

Na figura 22 podemos ver a ligação do LCD e o código utilizado nos testes no apêndice IV.

Figura 22 - Esquema de ligação do LCD



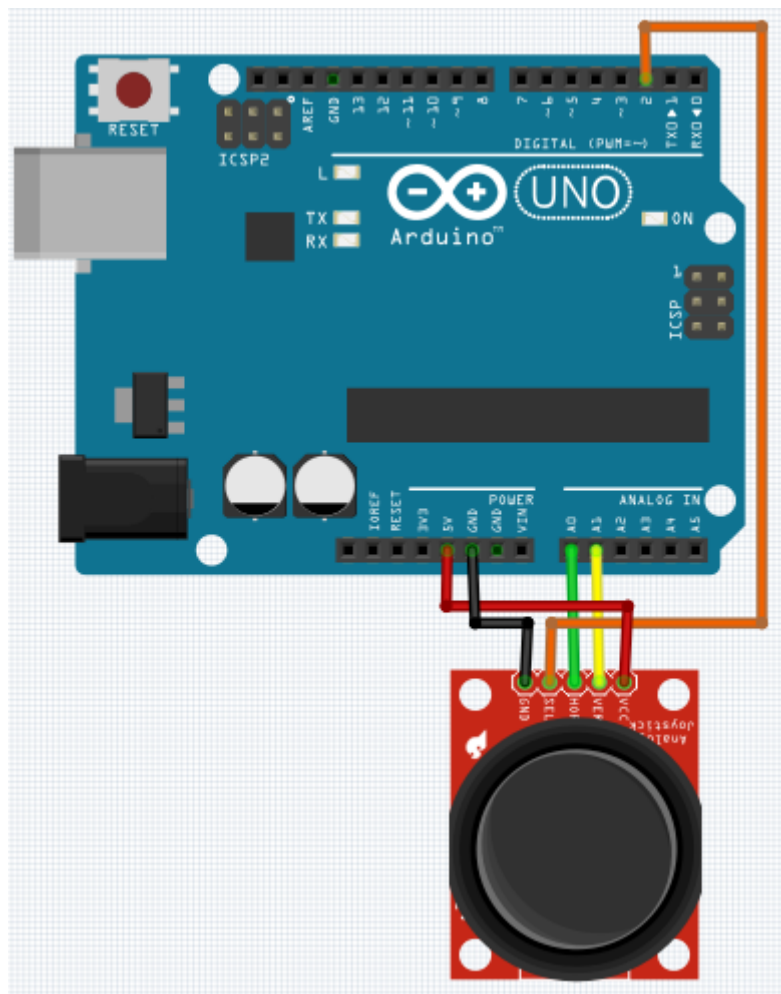
### 9.2.8 Teste Joystick

Para movimentar a cadeira no modo manual e também selecionar as opções de destino do modo semiautomático usamos um joystick, a leitura acontece no eixo x e y, com essas duas coordenadas é possível ter um controle preciso de todas as direções.

Realizamos o teste de leitura de valores do sensor, e de continuidade do botão do joystick, com isso, identificamos todos os parâmetros necessários para implementar no código principal, a partir daí pudemos regular a velocidade e aceleração que será enviada a ponte H.

A figura 23 mostra a ligação do joystick e o código usado pode ser encontrado no apêndice IV.

Figura 23 - Esquema de ligação do Joystick



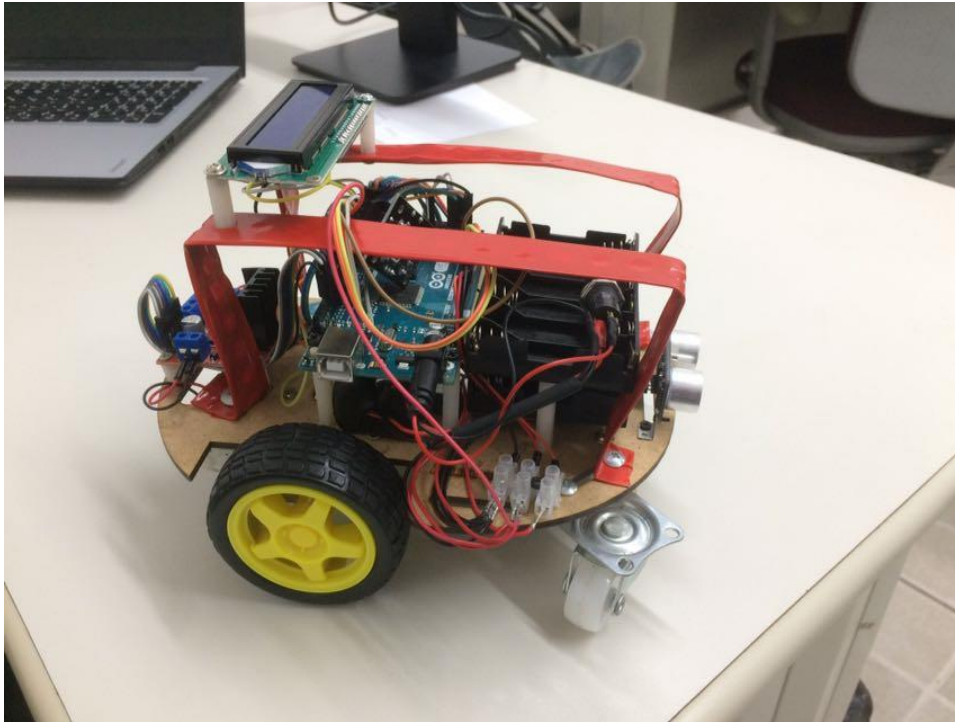
### 9.3 TESTE INTEGRADO

O teste integrado consiste na união de todos os módulos que foram utilizados no teste unitário e construir o protótipo final.

Todos os módulos foram montados em uma plataforma móvel de desenvolvimento para Arduino, todas as ligações, baterias e componentes necessários foram posicionados de maneira que torne fácil a manipulação e manutenção, assim como distribuição de peso

A figura 24 mostra o protótipo pronto, o código do produto final pode ser encontrado no apêndice IV.

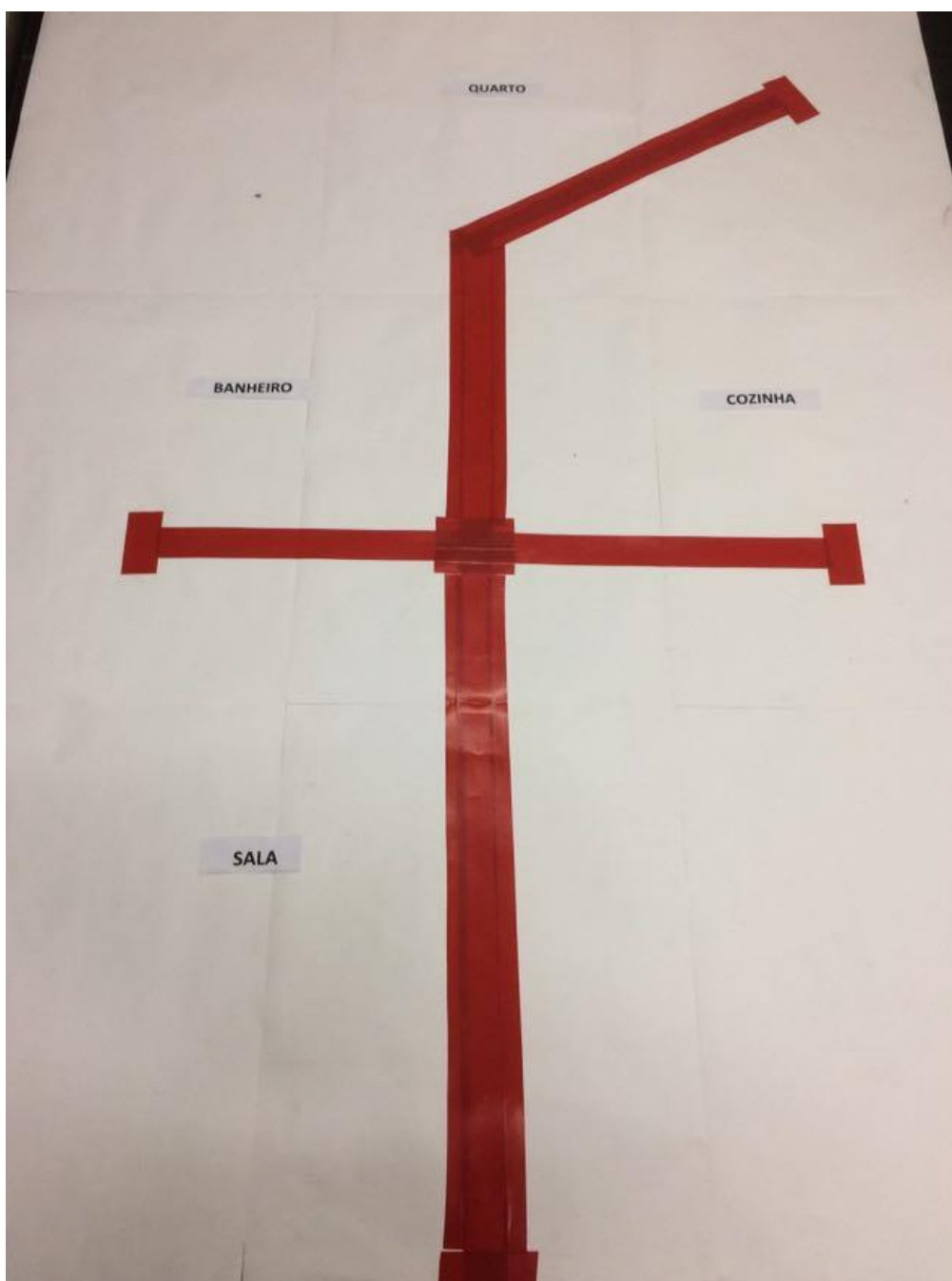
Figura 24 – Protótipo Final



Foi construído uma pista de teste aonde em um ambiente controlado realizamos os testes com o produto pronto, simulamos um piso tátil com a cor vermelha e os ambientes de uma casa, com sala, cozinha, banheiro e quarto.

A figura 25 mostra a pista de teste utilizada para o teste integrando e homologação do protótipo final.

Figura 25 – Pista de Testes



## 10 CONCLUSÃO

A tecnologia pode promover uma melhor qualidade de vida e inclusão social para aqueles que enfrentam alguma dificuldade em sua habilidade ou funcionalidade promovendo um melhor deslocamento pelos ambientes públicos e residências de maneira segura e automatizada tornando-se muito eficaz para o desenvolvimento da locomoção do indivíduo.

Na construção do projeto a equipe pôde utilizar todo conhecimento adquirido nas disciplinas ministradas e agregar outros de maneira eficaz proporcionando uma melhor evolução acadêmica e profissional para chegar num produto satisfatório que possa ser utilizado como base para outros projetos.

Em virtude do que foi descrito neste projeto, concluímos que, LabChair é um produto que tem um diferencial no mercado destacando-se dos demais pelo conceito de ser uma tecnologia assistiva ao alcance de todas classes sociais.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADLER *et al.*... **Design Thinking: inovação em negócios**. Rio de Janeiro: MJV Press, 2012.

ANDRADE, Bruno Pereira *et al.*... **Seletora de peças automatizada**. 2013. Trabalho de concussão de curso (Especialização)-Instituto de cultura técnica, Volta Redonda, 2013.

BACCIOTTI, Sarita de Mendonça; BARET, Raphael da Silva; SILVA, Nakal Laureço Fortunato da. **DEFICIÊNCIA FÍSICA E BARREIRAS ARQUITETÔNICAS: Reflexões sobre a prática da Educação Física Escolar**. Disponível em: <<http://www.ebah.com.br/content/ABAAABEGAAG/deficiencia-fisica-barreiras-arquitetonicas>>. Acessado em: 13 Mar 2017.

BERSCH, Rita; SARBORETTO, Maria Lúcia. **Assistiva – Tecnologia e Educação**. Disponível: <<http://www.assistiva.com.br/tassistiva.html>>. Acessado em: 15 Fev 2017.

BROWN, Tim. **Design Thinking: Uma metodologia poderosa para decretar o fim das velhas ideias**. 2. ed. Elsevier, 2010. 249.

CASTRO, Flávia Lages *et al.*... **Manual para Elaboração de Trabalhos Acadêmicos. UniFOA - Volta Redonda/ RJ**. 2ª Edição, 2009. Disponível no Site: <[http://www.unifoa.edu.br/microsigadocumentos/PortariaReitoria/manual\\_tcc\\_2\\_edicao.pdf](http://www.unifoa.edu.br/microsigadocumentos/PortariaReitoria/manual_tcc_2_edicao.pdf)>. Acessado em: 05 Fev 2017.

Decreto nº 5.269 - **Critérios básicos para a promoção da acessibilidade das pessoas portadoras de deficiência ou com mobilidade reduzida**. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/ato2004-2006/2004/decreto/d5296.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2004-2006/2004/decreto/d5296.htm)>. Acessado em: 19 de Abr. 2017

FOWLER, Martin. **UML essencial: um breve guia para a linguagem-padrão de Modelagem de Objetos**. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.

FROTA, Thais. **Piso Tátil – É preciso saber para informar**. Disponível em: <<https://thaisfrota.wordpress.com/2009/08/05/o-que-e-piso-tatil/>>. Acessado em: 09 Ago. 2017.

GUEDES, Gilleanes T. A.. **UML 2: Uma abordagem prática**. 2. ed. São Paulo: Novatec Ltda, 2009.

GUEDES, Gilleanes T. A., **UML2: Uma abordagem prática**. 2. ed. São Paulo: Novatec Ltda, 2011.

LEI 10.098 – **Lei de Acessibilidade**. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/arquivos/pdf/lei10098.pdf>>. Acessado em : 05 Fev 2017.

LEI Nº 13.146 – **Lei de Acessibilidade**. Disponível: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/ato2015-2018/2015/Lei/L13146.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2015-2018/2015/Lei/L13146.htm)>. Acessado em: 05 Fev 2017.

MCROBERTS, Michael. **Arduino Básico**. São Paulo: Novatec Editora Ltda, 2011.

ONOVATION. Clube de Empreendedorismo Onovation. **Onovation Inspirada no Design Thinking**. Disponível em: <<http://www.onovation.com/metodologia>>. Acessado em 20 Abr 2017.

PMBOK. **Um Guia de Conhecimento em Gerenciamento de Projetos (Guia PMBOK)**. Quarta Edição, 2010.

SDH/PR – **Tecnologia Assistiva**. Disponível em: <<http://www.pessoacomdeficiencia.gov.br/app/publicacoes/tecnologia-assistiva>>. Acessado em: 19 de Abr. 2017

SIQUEIRA Filho, Venício *et al.* **Manuais de Orientação do Projeto Integrado**. UniFOA – Volta Redonda/RJ. Disponível em: <[http://portal.unifoa.edu.br/ Portal Sagres/Modules/Portal/Services /inicial.geral.srvx](http://portal.unifoa.edu.br/PortalSagres/Modules/Portal/Services /inicial.geral.srvx)>. Acesso em: 15 Fev. 2017.

TCS – TCS Sistemas. **Gerenciamento de Projetos – A importância de gerenciar projetos**. Disponível em: [http://www.tcssystemas.com.br/news/144/gerenciamento\\_de\\_projetos\\_a\\_importancia\\_de\\_gerenciar\\_projetos](http://www.tcssystemas.com.br/news/144/gerenciamento_de_projetos_a_importancia_de_gerenciar_projetos). Acessado em: 11 Jun. 2017.

WAZLAWICK, Raul Sidnei. **Análise e Projeto de Sistemas de Informação Orientados a Objetos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Editora Campus, 2011.

## ANEXOS

### ANEXO I

#### **Relação das atribuições dos Orientadores e Coorientadores do TCC**

##### **Prof. Esp. Adilson Gustavo do Espirito Santo**

Professor responsável pelos itens de Gerenciamento de Projeto, Estudo de Mercado e Estudo Econômico.

##### **Prof. Me. Antônio Carlos da Silva**

Professor responsável pelos itens de Estudo de Arquitetura e Estudo de Segurança do Sistema.

##### **Prof. Dr. Carlos Eduardo Costa Vieira**

Professor responsável por orientações gerais aos TCCs e responsável pela produção dos artigos.

##### **Prof. Me. Rosenclever Lopes Gazoni**

Professor responsável pelo estudo do Banco de Dados do Sistema e Programação.

##### **Prof. Me. Venício Siqueira Filho**

Professor responsável pela disciplina de Projeto Integrado, acompanha e orienta o desenvolvimento do TCC como um todo, orientando as equipes nos diversos produtos que devem ser entregues, responsável pela Análise e Projeto de Sistemas.

## APÊNDICES

## APÊNCIDE I

## Atas de encontro com os Professores Orientadores

## Ata de Reunião

REUNIÃO DO COMITÊ DE ORIENTAÇÃO DO TCC – PROJETO INTEGRADO		
<b>Curso de Sistema de Informação</b>		
<b>OBJETIVO:</b>		
Orientação na construção dos diagramas para o TCC, visando sanar dúvidas conforme peculiaridades do projeto.		
<b>ASSUNTOS A SEREM TRATADOS:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diagrama de maquina de estado</li> <li>• Diagrama de sequência</li> <li>• Diagrama de atividade</li> <li>• Diagrama de implantação</li> </ul>		
<b>Data:</b>	<b>Horário:</b>	<b>Local:</b>
21/08/2017	20:30 ~21:30	Centro Universitário Fundação Oswaldo Aranha
PARTICIPANTES		
Nome	Função	
ROSENCLEVER LOPES GAZONNI	Professor do Comitê de Orientação	
ASSUNTOS TRATADOS		
<p>Foi tratado formas de representar o uso do arduino nos diversos diagramas exigidos no TCC.</p> <p>Também foi proposto pelo orientador incluir diagramas que não fazem parte da documentação do projeto.</p> <p>Conversamos sobre diagramas que não se enquadram no projeto, devido ao tipo de produto que esta sendo desenvolvido.</p> <p>Sanamos duvidas que o grupo tinha em relação ao diagrama de Maquina de Estado.</p>		

  
 ROSENCLEVER LOPES GAZONNI  
 Professor do Comitê de Orientação

## Ata de Reunião

<b>REUNIÃO DO COMITÊ DE ORIENTAÇÃO DO TCC – PROJETO INTEGRADO</b>		
<b>Curso de Sistema de Informação</b>		
<b>OBJETIVO:</b>		
Orientação na construção dos diagramas para o TCC, visando sanar dúvidas conforme peculiaridades do projeto.		
<b>ASSUNTOS A SEREM TRATADOS:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diagrama de maquina de estado</li> <li>• Diagrama de sequência</li> <li>• Diagrama de atividade</li> <li>• Diagrama de implantação</li> </ul>		
<b>Data:</b>	<b>Horário:</b>	<b>Local:</b>
21/08/2017	20:30 ~21:30	Centro Universitário Fundação Oswaldo Aranha
<b>PARTICIPANTES</b>		
Nome	Função	
ROSENCLEVER LOPES GAZONNI	Professor do Comitê de Orientação	

<b>ASSUNTOS TRATADOS</b>
<p>Foi tratado formas de representar o uso do arduino nos diversos diagramas exigidos no TCC.</p> <p>Também foi proposto pelo orientador incluir diagramas que não fazem parte da documentação do projeto.</p> <p>Conversamos sobre diagramas que não se enquadram no projeto, devido ao tipo de produto que esta sendo desenvolvido.</p> <p>Sanamos duvidas que o grupo tinha em relação ao diagrama de Maquina de Estado.</p>

  
 ROSENCLEVER LOPES GAZONNI  
 Professor do Comitê de Orientação

## Ata de Reunião

REUNIÃO DO COMITÊ DE ORIENTAÇÃO DO TCC – PROJETO INTEGRADO		
<b>Curso de Sistema de Informação</b>		
<b>OBJETIVO:</b>		
Orientação para substituir ponto de função por outra metodologia que melhor se enquadra no projeto.		
<b>ASSUNTOS A SEREM TRATADOS:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ponto de função.</li> <li>• Metodologia por caso de uso.</li> <li>• Exemplo de planilhas de cálculo.</li> </ul>		
<b>Data:</b> 22/08/2017	<b>Horário:</b> 18:45 ~ 19:00	<b>Local:</b> Centro Universitário Fundação Oswaldo Aranha
PARTICIPANTES		
Nome	Função	
ADILSON GUSTAVO DO ESPÍRITO SANTO	Professor do Comitê de Orientação	
ASSUNTOS TRATADOS		
Foi abordado na reunião a inviabilidade de uso do método de cálculo do projeto por ponto de função, devido ao projeto não conter: entradas, saídas, consultas, relatórios e banco de dados. Com isso definimos que o melhor método para ser utilizado é o de cálculo por caso de uso. Baseado em valor de homem hora e custos de materiais.		

  
 \_\_\_\_\_  
 ADILSON GUSTAVO DO ESPÍRITO SANTO  
 Professor do Comitê de Orientação

---

Ata de Reunião

<b>REUNIÃO DO COMITÊ DE ORIENTAÇÃO DO TCC – PROJETO INTEGRADO</b>		
<b>Curso de Sistema de Informação</b>		
<b>OBJETIVO:</b>		
Orientação sobre ajustes na matriz de Stakeholders.		
<b>ASSUNTOS A SEREM TRATADOS:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>Matriz de Stakeholders.</li> <li>Importância da norma ABNT no projeto.</li> <li>Exemplo de planilhas de cálculo.</li> </ul>		
<b>Data:</b> 22/08/2017	<b>Horário:</b> 19:00 ~ 19:20	<b>Local:</b> Centro Universitário Fundação Oswaldo Aranha
PARTICIPANTES		
Nome	Função	
ADILSON GUSTAVO DO ESPÍRITO SANTO	Professor do Comitê de Orientação	

ASSUNTOS TRATADOS
<p>Foi abordado na reunião a necessidade e o porquê de o grupo ter colocado ABNT e ISO como stakeholders.</p> <p>O professor orientou a equipe para que explicarmos na documentação a necessidade das normas e como elas estão atreladas ao projeto (Referencial Teórico).</p> <p>Adicionar o número da norma na descrição dos Stakeholders.</p> <p>Além de adicionar a própria norma no apêndice da documentação.</p>


---

 ADILSON GUSTAVO DO ESPÍRITO SANTO  
 Professor do Comitê de Orientação

## Ata de Reunião

<b>REUNIÃO DO COMITÊ DE ORIENTAÇÃO DO TCC – PROJETO INTEGRADO</b>		
<b>Curso de Sistema de Informação</b>		
<b>OBJETIVO:</b>		
Definir a necessidade do estudo de infraestrutura e estudo de segurança no projeto, visto que o mesmo não possui conexão com computadores ou sistemas, por ser um dispositivo embarcado, que possui processamento proprio e todo o codigo utilizado é compilado na propria IDE.		
<b>ASSUNTOS A SEREM TRATADOS:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>Estudo de Infraestrutura</li> <li>Estudo de Segurança</li> </ul>		
<b>Data:</b> 25/09/2017	<b>Horário:</b> 19:00 ~19:30	<b>Local:</b> Centro Universitário Fundação Oswaldo Aranha
PARTICIPANTES		
Nome	Função	
ANTÔNIO CARLOS DA SILVA	Professor do Comitê de Orientação	

ASSUNTOS TRATADOS
<p>Os assuntos tratados com o orientador foram a não necessidade dos estudos listados acima, pois o arduino não se enquadra no modelo padrão de desenvolvimento, todo o código utilizado é compilado na própria IDE do arduino e no dispositivo roda o código em linguagem de máquina, não sendo possível extrair a programação e assim a alteração do código.</p> <p>Dessa maneira, não existe uma infraestrutura computacional, ou mesmo um estudo de segurança lógica do dispositivo.</p> <p>Ficou definido que será documentado o uso de uma batoeira de segurança para garantir a parada do prototipo no caso de alguma emergência, ou seja uma opção de segurança física.</p>




---

ANTÔNIO CARLOS DA SILVA  
Professor do Comitê de Orientação

## APÊNCIDE II

Tabela 12 - Dicionário da EAP

Pacote de Trabalho		Descrição
<b>1. Gerenciamento do projeto</b>		
1.1.	Levantamento do escopo	Define de forma clara e objetiva o escopo do projeto.
1.2.	Ciclo de vida	Representa as etapas sequenciais de desenvolvimento do Projeto.
1.3.	EAP	Descreve todos os pacotes de trabalhos que serão desenvolvidos no decorrer da elaboração do projeto.
1.4.	Dicionário da EAP	Descreve cada pacote de trabalho detalhado.
1.5.	Matriz SWOT	Descreve as forças e fraquezas do grupo em fatores internos, descreve as oportunidades e ameaças e fatores externos ao projeto.
1.6.	Análise de riscos	Realiza um levantamento de todos os riscos que podem acontecer no decorrer do projeto, relaciona também as soluções propostas para os riscos.
1.7.	Cronograma	Desenvolve o cronograma de atividades do Projeto, para se ter um acompanhamento do andamento quanto aos prazos estabelecidos.
1.8.	Quadro de funcionalidades	Descreve as funcionalidades do projeto.
<b>2. Análise de requisitos</b>		
2.1.	Descrição dos processos e procedimentos	Descreve todos os processos e procedimentos que estão inclusos no sistema a ser desenvolvido.
2.2.	Requisitos funcionais	Requisitos internos necessários para o funcionamento do projeto.
2.3.	Requisitos não funcionais	Fatores externos ao projeto, porem necessários para seu funcionamento.
2.4.	Diagrama de atividades	Demonstra o fluxo de uma atividade específica, para que seja possível determinar quem executa cada parte desta atividade.

2.5. Descrição dos problemas e propostas de melhoria	Descreve os problemas encontrados no desenvolvimento do projeto, além de propostas para melhora do mesmo.
2.6. Diagrama de contexto do caso de uso	Diagrama para auxiliar a coleta de requisitos do projeto.
2.7. Estudo de mercado	Estudo que visa analisar o mercado, quanto a viabilidade e aceitação do projeto.
2.8. Conclusão do estudo de mercado	Relatório com as conclusões do estudo de mercado.
<b>3. Análise</b>	
3.1. Desenvolvimento do estudo econômico	Simulações com valores reais, do custo do projeto como completo e justifica viabilidade financeira do sistema.
3.2. Cálculo do fluxo de caixa	Calculo da entrada e saída de dinheiro no decorrer do projeto e futuros lucros.
3.3. Diagrama de máquina de estado	Demonstra o estado dos objetos em cada momento de sua execução.
<b>4. Projeto</b>	
4.1. Diagrama de sequencia	Demonstra o fluxo entre os objetos do projeto.
4.2. Diagrama de classe de projeto	Determina o relacionamento entre as classes do sistema, seus atributos e métodos.
<b>5. Implementação</b>	
5.1. Estudo do hardware	Estudo que visa levantar todas as especificações dos hardwares utilizados no projeto.
5.2. Estudo de segurança	Estudo de dispositivos de segurança que serão utilizados no projeto.
5.3. Construção do protótipo	Construção do primeiro protótipo do projeto.

<b>6. Testes</b>	
6.1. Roteiro de testes	Descreve todos os testes e atividades que devem ser testados no projeto.
6.2. Teste unitário	Teste de cada módulo do projeto.
6.3. Teste integrado	Será realizado, após o projeto estar pronto.
<b>7. Implantação</b>	
7.1. Treinamento do usuário	Treinamento do usuário de como utilizar todos os recursos do projeto.

## APÊNDICE III

## Viabilidade do projeto

Tabela 13 - Fator de Risco

Fator de Risco	Probabilidade	Importancia
<b>Dependências</b>		
Itens ou informações sobre o produto	Média	2
Relacionamento com terceiros internos ou externos	Média	2
Dependência inter-componente ou inter-grupo	Baixa	1
Disponibilidade de Recursos Experientes e treinados	Média	2
<b>Problemas de Requerimentos</b>		
Falta de visão clara do produto	Alta	3
Falta de concordância com os requerimentos do produto	Baixa	2
Mudança rápida dos requerimentos	Baixa	1
Análise de impacto das mudanças inadequado	Baixa	3
<b>Problemas de Gerenciamento</b>		
Planejamento e identificação de tarefas inadequados	Baixa	3
Visão do status atual do projeto inadequado	Baixa	3
Conflitos pessoais	Baixa	3
Comunicação Fraca	Baixa	3
<b>Falta de Conhecimento</b>		
Treinamento inadequado	Baixa	3
Fraco entendimento dos métodos, ferramentas e técnicas	Baixa	3
Documentação pobre ou ineficaz	Baixa	3
<b>Outras Categorias de Risco</b>		
Indisponibilidade de instalações e Equipamentos de desenvolvimento ou testes	Baixa	3
Dificuldade de contratação de profissionais com <i>skill</i> Crítico	Baixa	3
Possibilidade de abordagem técnica não funcionar	Baixa	3
<b>Fator de Risco do Projeto</b>	15	Médio

## Legenda

Probabilidade	Importancia
Alta	1
Média	2
Baixa	3

Nível do Risco	%
Baixo	0
Baixo Médio	5%
Médio	10%
Alto Médio	15%
Alto	20%

Pontuação	Nível de Risco
5	Baixo
10	Baixo Médio
15	Médio
20	Alto Médio
25	Alto

Tabela 14 - Profissional x Horas Trabalhadas

CUSTOS DO PROJETO - PROFISSIONAL x HORAS TRABALHADAS				
Perfil	Custo Hora	Total de Horas	Qtd de Profissionais	Custo Projeto
Gerente de Projetos	R\$ 48,12	330	1	R\$ 15.879,60
Analista de Sistema	R\$ 24,46	215	1	R\$ 5.258,90
Engenheiro Eletricista	R\$ 27,56	52	1	R\$ 1.433,12
Engenheiro Mecânico	R\$ 33,04	52	1	R\$ 1.718,08
Especialista em Automação	R\$ 27,73	66	1	R\$ 1.830,18
Programador	R\$ 24,04	62	1	R\$ 1.490,48
<b>Total Custo Desenvolvimento</b>		<b>777</b>		<b>27.610,36</b>

<b>Fator de Risco do Projeto</b>	<b>10%</b>	<b>Total Projeto</b>	<b>30.371,40</b>
<b>Fator de Risco do Projeto</b>	<b>10%</b>	<b>Total de Horas</b>	<b>854,70</b>

Tabela 15 - VPL, ILL, TIR

<b>VPL - ILL - TIR</b>		
<b>TMA</b>	<b>1,20</b>	
<b>Investimento Inicial</b>	<b>R\$ (30.371,40)</b>	<b>Valor Presente</b>
1	R\$ 2.180,00	R\$ 1.816,67
2	R\$ 3.970,00	R\$ 2.756,94
3	R\$ 5.760,00	R\$ 3.333,33
4	R\$ 7.240,00	R\$ 3.491,51
5	R\$ 7.940,00	R\$ 3.190,91
6	R\$ 8.830,00	R\$ 2.957,15
7	R\$ 10.430,00	R\$ 2.910,82
8	R\$ 10.430,00	R\$ 2.425,68
9	R\$ 11.320,00	R\$ 2.193,89
10	R\$ 12.410,00	R\$ 2.004,28
11	R\$ 14.000,00	R\$ 1.884,23
12	R\$ 16.680,00	R\$ 1.870,77
		<b>R\$ 30.836,20</b>

<b>VPL do Projeto =</b>	<b>R\$ 464,81</b>
<b>ILL do Projeto =</b>	<b>1,02</b>
<b>TIR do Projeto =</b>	<b>20%</b>

**APÊNDICE IV****Código de teste Arduino**

```
/*
```

```
Blink
```

```
Turns an LED on for one second, then off for one second, repeatedly.
```

```
Most Arduinos have an on-board LED you can control. On the UNO, MEGA and ZERO
```

```
it is attached to digital pin 13, on MKR1000 on pin 6. LED_BUILTIN is set to the correct LED pin independent of which board is used.
```

```
If you want to know what pin the on-board LED is connected to on your Arduino model, check the Technical Specs of your board at:
```

```
https://www.arduino.cc/en/Main/Products
```

```
This example code is in the public domain.
```

```
http://www.arduino.cc/en/Tutorial/Blink
```

```
*/
```

```
// the setup function runs once when you press reset or power the board
```

```
void setup() {
```

```
    // initialize digital pin LED_BUILTIN as an output.
```

```
    pinMode(LED_BUILTIN, OUTPUT);
```

```
}
```

```
// the loop function runs over and over again forever
```

```
void loop() {
```

```
    digitalWrite(LED_BUILTIN, HIGH); // turn the LED on (HIGH is the voltage level)
```

```
delay(1000);           // wait for a second

digitalWrite(LED_BUILTIN, LOW); // turn the LED off by making the voltage
LOW

delay(1000);           // wait for a second

}
```

## Código de teste Ponte H

```
// Programa Ponte H

//motor A

int IN1 = 8 ;
int IN2 = 9 ;
int velocidadeA = 12;

//motor B

int IN3 = 11 ;
int IN4 = 10 ;
int velocidadeB = 13;

//variavel auxiliar

int velocidade = 0;

//Inicializa Pinos

void setup(){

pinMode(IN1,OUTPUT);
pinMode(IN2,OUTPUT);
pinMode(IN3,OUTPUT);
pinMode(IN4,OUTPUT);
pinMode(velocidadeA,OUTPUT);
pinMode(velocidadeB,OUTPUT);

}

void loop(){

/*Exemplo de velocidades no motor A*/

//Sentido motor A
```

```
digitalWrite(IN1,HIGH);
digitalWrite(IN2,LOW);

//Sentido motor B

digitalWrite(IN3,HIGH);
digitalWrite(IN4,LOW);

// Aceleração

for ( int i = 0; i <= 255; i++ ){

    analogWrite(velocidadeA, i );
    analogWrite(velocidadeB, i );
    delay(50);

}

// Desaceleração

for ( int i = 255; i >= 0; i-- ){

    analogWrite(velocidadeA, i );
    analogWrite(velocidadeB, i );
    delay(50);

}

// inverte rotação

digitalWrite(IN1,LOW);
digitalWrite(IN2,HIGH);
digitalWrite(IN3,LOW);
digitalWrite(IN4,HIGH);

// aceleração

for ( int i = 0; i <= 255; i++ ){
```

```
analogWrite(velocidadeA, i );  
analogWrite(velocidadeB, i );  
delay(50);  
  
}  
  
// desaceleração  
  
for ( int i = 255; i >= 0; i-- ){  
  
    analogWrite(velocidadeA, i );  
    analogWrite(velocidadeB, i );  
    delay(50);  
  
}  
  
}
```

## Código de teste Sensor de Cor

```
//Programa: TESTE DO SENSOR TCS3200
```

```
const int s0 = 8;
```

```
const int s1 = 9;
```

```
const int s2 = 12;
```

```
const int s3 = 11;
```

```
const int out = 10;
```

```
int red = 0;
```

```
int green = 0;
```

```
int blue = 0;
```

```
void setup(){
```

```
  pinMode(s0, OUTPUT);
```

```
  pinMode(s1, OUTPUT);
```

```
  pinMode(s2, OUTPUT);
```

```
  pinMode(s3, OUTPUT);
```

```
  pinMode(out, INPUT);
```

```
  digitalWrite(s0, HIGH);
```

```
  digitalWrite(s1, LOW);
```

```
  Serial.begin(9600);
```

```
}
```

```
void loop(){
```

```
  color();
```

```
  Serial.print("Vermelho :");
```

```
  Serial.print(red, DEC);
```

```
  Serial.print(" Verde : ");
```

```
  Serial.print(green, DEC);
```

```
  Serial.print(" Azul : ");
```

```
Serial.print(blue, DEC);
Serial.println();

if (red < blue && red < green && red < 1000){

    Serial.println("Vermelho");

}

else if (blue < red && blue < green && blue < 100){

    Serial.println("Azul");

}

else if (green < red && green < blue){

    Serial.println("Verde");

}

Serial.println();

delay(1000);

}

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);

}
```

## Código de teste do sensor ultrassónico

```
// Programa Sensor Ultrassonico

#include <Ultrasonic.h>

#define pino_trigger 8;
#define pino_echo 9;

Ultrasonic ultrasonic(pino_trigger, pino_echo);

void setup(){

  Serial.begin(9600);
  Serial.println("Lendo dados do sensor...");

}

void loop(){

  float cmMsec, inMsec;
  long microsec = ultrasonic.timing();
  cmMsec = ultrasonic.convert(microsec, Ultrasonic::CM);
  Serial.print("Distancia em cm: ");
  Serial.print(cmMsec);
  delay(1000);

}
```

### Código de teste do Joystick

```
int Xin= A1;
int Yin = A0;
int KEYin = 2;

void setup (){

  pinMode (KEYin, INPUT);

  Serial.begin (9600);

}

void loop (){

  int xVal, yVal, buttonVal;
  xVal = analogRead (Xin);
  yVal = analogRead (Yin);
  buttonVal = digitalRead (KEYin);
  Serial.print("X = ");
  Serial.println (xVal, DEC);
  Serial.print ("Y = ");
  Serial.println (yVal, DEC);

  Serial.print("Button is ");

  if (buttonVal == LOW){

    Serial.println ("NAO PRESSIONADO");

  } else{

    Serial.println ("PRESSIONADO");

  }

  delay (1000);

}
```

## Código do Produto Final

```
/* PROGRAMA: LAB-CHAIR CONTROLLER */
```

```
/* INICIO INCLUSÃO DE BIBLIOTECAS */
```

```
#include <Thread.h>
```

```
#include <ThreadController.h>
```

```
#include <ArduinoSensors.h>
```

```
#include <sensors/PingUltrasonic.h>
```

```
#include <SPI.h>
```

```
#include <MFRC522.h>
```

```
#include <Wire.h>
```

```
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
```

```
/* FIM INCLUSÃO DE BIBLIOTECAS */
```

```
ThreadController cpu;
```

```
Thread threadUltrasom;
```

```
Thread threadSensorCor;
```

```
Thread threadPonteH;
```

```
Thread threadRFID;
```

```
Thread threadJoystick;
```

```
Thread threadLCD;
```

```
Thread threadSerial;

// Sensor Ultrason

#define pino_trigger 49

#define pino_echo 48

// Sensor RFID

#define pino_rst 5 //AMARELO

#define pino_sda 53 //LARANJA

// Sensor Ponte H

#define pino_enA 7 //AMARELO

#define pino_in1 8 //VERDE

#define pino_in2 9 //AZUL

#define pino_in3 10 //ROXO

#define pino_in4 11 //CINZA

#define pino_enB 12 //BRANCO

// Sensor de Cor Esquerda

#define pino_core_s0 28 //CINZA

#define pino_core_s1 29 //ROXO

#define pino_core_s2 30 //LARANJA
```

```
#define pino_core_s3 31 //VERDE

#define pino_core_out 32 //AZUL

// Sensor de Cor Direita

#define pino_cord_s0 22 //CINZA

#define pino_cord_s1 23 //ROXO

#define pino_cord_s2 24 //LARANJA

#define pino_cord_s3 25 //VERDE

#define pino_cord_out 26 //AZUL

// LCD

#define pino_lcd_sda 20 //COR

#define pino_lcd_scl 21 //COR

// Joystick

#define pino_vrx A0 //COR

#define pino_vry A1 //COR

#define pino_sw 42 //COR

#define pino_enter 40

// EMERGENCIA

#define pino_emerg 41
```

```
/* INICIO VARIAVEIS GLOBAIS */
```

```
int v_red_d , v_green_d, v_blue_d = 0;
```

```
int v_red_e, v_green_e, v_blue_e = 0;
```

```
int v_linha_direita, v_linha_esquerda = 0;
```

```
float v_barreira;
```

```
int v_vel_linha1 = 50;
```

```
int v_vel_linha = 47;
```

```
int v_vel_curva = 55;
```

```
int vAcel = 30;
```

```
//Vetor de tags RFID
```

```
String v_Array_OP1[3][3] = {"2", "31 D7 1D 3B", "D" , "4", "8E 4F 0B 3B", "R" ,  
"3", "6D 62 0E CB", "E"};
```

```
String v_Array_OP2[3][3] = {"4", "8E 4F 0B 3B", "D" , "3", "6D 62 0E CB", "R" ,  
"1", "F1 C1 0A 3B", "E"};
```

```
String v_Array_OP3[3][3] = {"1", "F1 C1 0A 3B", "D" , "2", "31 D7 1D 3B", "R" ,  
"4", "8E 4F 0B 3B", "E"};
```

```
String v_Array_OP4[3][3] = {"3", "6D 62 0E CB", "D" , "1", "F1 C1 0A 3B", "R" ,  
"2", "31 D7 1D 3B", "E"};
```

```
String v_RFID1 = "F1 C1 0A 3B";
```

```
String v_RFID2 = "31 D7 1D 3B";
```

```
String v_RFID3 = "6D 62 0E CB";
```

```
String v_RFID4 = "8E 4F 0B 3B";
```

```
String v_RFID5 = "A1 E2 10 CB";
```

```
String v_conteudo = "";
```

```
int joyposVert = 512;
```

```
int joyposHorz = 512;
```

```
int MotorSpeed1 = 0;
```

```
int MotorSpeed2 = 0;
```

```
int v_opcao = 0;
```

```
int v_flag = 0;
```

```
String v_dest;
```

```
int line[3] = {0, 1, 2},
```

```
        line_bk[3],

        index,

        menu_number = 1;

boolean menu_flag = 0,

        enter_flag = 0,

        sub_menu = 0;

/* FIM VARIAVEIS GLOBAIS */

PingUltrasonic myUltrasonic(pino_trigger, pino_echo);

MFRC522 mfrc522(pino_sda, pino_rst);

LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 2, 1, 0, 4, 5, 6, 7, 3, POSITIVE);

void setup() {

/* INICIO DECLARAÇÃO DE THREAD */

threadUltrasonom.setInterval(400);

threadUltrasonom.onRun(f_SensorUltrasonom);

threadSensorCor.setInterval(50);
```

```
threadSensorCor.onRun(f_SensorCor);
```

```
threadPonteH.setInterval(50);
```

```
threadPonteH.onRun(f_PonteH);
```

```
threadRFID.setInterval(100);
```

```
threadRFID.onRun(f_SensorRFID);
```

```
threadJoystick.setInterval(50);
```

```
threadJoystick.onRun(f_Joystick);
```

```
threadLCD.setInterval(50);
```

```
threadLCD.onRun(f_Menu_LCD);
```

```
threadSerial.setInterval(500);
```

```
threadSerial.onRun(f_Serial);
```

```
/* FIM DECLARAÇÃO DE THREAD */
```

```
/* INICIO ADD THREADS AO CONTROLLER */
```

```
cpu.add(&threadUltrasom);
```

```
cpu.add(&threadSensorCor);
```

```
cpu.add(&threadPonteH);
```

```
cpu.add(&threadRFID);

cpu.add(&threadJoystick);

cpu.add(&threadLCD);

cpu.add(&threadSerial);

/* FIM ADD THREADS AO CONTROLLER */

// SELETOR JOYSTICK

pinMode(pino_sw, INPUT_PULLUP);

// BOTÃO EMERGENCIA

pinMode(pino_emerg, INPUT_PULLUP);

// Modo pino sensor de cor direito

pinMode(pino_cord_s0, OUTPUT);

pinMode(pino_cord_s1, OUTPUT);

pinMode(pino_cord_s2, OUTPUT);

pinMode(pino_cord_s3, OUTPUT);

pinMode(pino_cord_out, INPUT);

digitalWrite(pino_cord_s0, HIGH);

digitalWrite(pino_cord_s1, LOW);

// Modo pino sensor de cor esquerdo
```

```
pinMode(pino_core_s0, OUTPUT);

pinMode(pino_core_s1, OUTPUT);

pinMode(pino_core_s2, OUTPUT);

pinMode(pino_core_s3, OUTPUT);

pinMode(pino_core_out, INPUT);

digitalWrite(pino_core_s0, HIGH);

digitalWrite(pino_core_s1, HIGH); // DUVIDA LOW OU HIGH

// Modo Ponte H

pinMode(pino_enA, OUTPUT);

pinMode(pino_enB, OUTPUT);

pinMode(pino_in1, OUTPUT);

pinMode(pino_in2, OUTPUT);

pinMode(pino_in3, OUTPUT);

pinMode(pino_in4, OUTPUT);

// Inicialização dos Motores

// Direita

digitalWrite(pino_enA, LOW);

digitalWrite(pino_in1, HIGH);

digitalWrite(pino_in2, LOW);

//Esquerda
```

```
digitalWrite(pino_enB, LOW);

digitalWrite(pino_in3, HIGH);

digitalWrite(pino_in4, LOW);

SPI.begin();

mfrc522.PCD_Init();

lcd.begin (16, 4);

lcd.setBacklight(HIGH);

lcd.setCursor(0, 0);

lcd.print(">");

lcd.setCursor(15, 0);

lcd.print("<");

Serial.begin(9600);

f_modulo_manual();

}

void loop() {

  cpu.run();

  threadSerial.enabled = false;
```

```
}
```

```
void f_SensorCor() {
```

```
    /* INICIO LEITURA SENSOR DE COR ESQUERDO */
```

```
    digitalWrite(pino_core_s2, LOW);
```

```
    digitalWrite(pino_core_s3, LOW);
```

```
    v_red_e = pulseIn(pino_core_out, digitalRead(pino_core_out) == HIGH ? LOW  
: HIGH);
```

```
    digitalWrite(pino_core_s3, HIGH);
```

```
    v_blue_e = pulseIn(pino_core_out, digitalRead(pino_core_out) == HIGH ? LOW  
: HIGH);
```

```
    digitalWrite(pino_core_s2, HIGH);
```

```
    v_green_e = pulseIn(pino_core_out, digitalRead(pino_core_out) == HIGH ?  
LOW : HIGH);
```

```
    if (v_red_e < v_blue_e && v_red_e < v_green_e && v_red_e < 120) {
```

```
        v_linha_esquerda = 1;
```

```
    }
```

```
    else if (v_blue_e < v_red_e && v_blue_e < v_green_e && v_blue_e < 50) {
```

```
        v_linha_esquerda = 0;
```

```
    }
```

```
    else if (v_green_e < v_red_e && v_green_e < v_blue_e) {
```

```

    v_linha_esquerda = 0;

}

/* FIM LEITURA SENSOR DE COR ESQUERDO */

/* INICIO LEITURA SENSOR DE COR DIREITO */

digitalWrite(pino_cord_s2, LOW);

digitalWrite(pino_cord_s3, LOW);

v_red_d = pulseIn(pino_cord_out, digitalRead(pino_cord_out) == HIGH ? LOW
: HIGH);

digitalWrite(pino_cord_s3, HIGH);

v_blue_d = pulseIn(pino_cord_out, digitalRead(pino_cord_out) == HIGH ? LOW
: HIGH);

digitalWrite(pino_cord_s2, HIGH);

v_green_d = pulseIn(pino_cord_out, digitalRead(pino_cord_out) == HIGH ?
LOW : HIGH);

if (v_red_d < v_blue_d && v_red_d < v_green_d && v_red_d < 120) {

    v_linha_direita = 1;

}

else if (v_blue_d < v_red_d && v_blue_d < v_green_d && v_blue_d < 50) {

    v_linha_direita = 0;

}

else if (v_green_d < v_red_d && v_green_d < v_blue_d) {

```

```
v_linha_direita = 0;

}

/* FIM LEITURA SENSOR DE COR DIREITO */

}

void f_PonteH() {

    if ((v_linha_direita > 0) && (v_linha_esquerda > 0)) {

        f_linha_reta(0);

    }

    if ((v_linha_direita < 1) && (v_linha_esquerda > 0)) {

        f_virar_esquerda(0);

    }

    if ((v_linha_direita > 0) && (v_linha_esquerda < 1)) {

        f_virar_direita(0);

    }

    if ( v_barreira < 25.0 ) {

        f_parar(0);

    }

}
```

```
}
```

```
void f_linha_reta(int v_delay) {  
  
    analogWrite(pino_enA, v_vel_linha1);  
  
    analogWrite(pino_enB, v_vel_linha);  
  
    delay(v_delay);  
  
}
```

```
void f_virar_esquerda(int v_delay) {  
  
    analogWrite(pino_enA, 0);  
  
    analogWrite(pino_enB, v_vel_curva);  
  
    delay(v_delay);  
  
}
```

```
void f_virar_direita(int v_delay) {  
  
    analogWrite(pino_enA, v_vel_curva);  
  
    analogWrite(pino_enB, 0);  
  
    delay(v_delay);  
  
}
```

```
void f_parar(int v_delay) {  
  
    analogWrite(pino_enA, 0);
```

```
analogWrite(pino_enB, 0);

delay(v_delay);

}

void f_SensorUltrasom() {

    v_barreira = myUltrasonic.readDistance();

}

void f_SensorRFID() {

    String conteudo;

    if ( ! mfr522.PICC_IsNewCardPresent() ) {

        return;

    }

    //Seleciona o cartão / tag

    else if ( ! mfr522.PICC_ReadCardSerial() ) {

        return;

    }

    byte letra;

    for (byte i = 0; i < mfr522.uid.size; i++) {

        conteudo.concat(String(mfr522.uid.uidByte[i] < 0x10 ? " 0" : " "));

        conteudo.concat(String(mfr522.uid.uidByte[i], HEX));

    }

}
```

```
conteudo.toUpperCase();

v_conteudo = conteudo;

if ( v_flag == 0 && v_conteudo.substring(1) == v_RFID1) {

    v_flag = 1;

    threadJoystick.enabled = false;

}

else if ( v_flag == 0 && v_conteudo.substring(1) == v_RFID2) {

    v_flag = 2;

    threadJoystick.enabled = false;

}

else if ( v_flag == 0 && v_conteudo.substring(1) == v_RFID3) {

    v_flag = 3;

    threadJoystick.enabled = false;

}

else if ( v_flag == 0 && v_conteudo.substring(1) == v_RFID4) {

    v_flag = 4;

    threadJoystick.enabled = false;

}

// OP1
```

```
if (v_flag == 1 && v_opcao == 2 ) {  
    f_Destinos(v_Array_OP1[0][0],    v_Array_OP1[0][1],    v_Array_OP1[0][2],  
v_RFID5);  
}  
  
else if (v_flag == 1 && v_opcao == 4 ) {  
    f_Destinos(v_Array_OP1[1][0],    v_Array_OP1[1][1],    v_Array_OP1[1][2],  
v_RFID5);  
}  
  
else if (v_flag == 1 && v_opcao == 3 ) {  
    f_Destinos(v_Array_OP1[2][0],    v_Array_OP1[2][1],    v_Array_OP1[2][2],  
v_RFID5);  
}  
  
//OP2  
  
if (v_flag == 2 && v_opcao == 4 ) {  
    f_Destinos(v_Array_OP2[0][0],    v_Array_OP2[0][1],    v_Array_OP2[0][2],  
v_RFID5);  
}  
  
else if (v_flag == 2 && v_opcao == 3 ) {  
    f_Destinos(v_Array_OP2[1][0],    v_Array_OP2[1][1],    v_Array_OP2[1][2],  
v_RFID5);  
}  
  
else if (v_flag == 2 && v_opcao == 2 ) {
```

```
f_Destinos(v_Array_OP2[2][0], v_Array_OP2[2][1], v_Array_OP2[2][2],
v_RFID5);

}

//OP3

if (v_flag == 3 && v_opcao == 1 ) {

    f_Destinos(v_Array_OP3[0][0], v_Array_OP3[0][1], v_Array_OP3[0][2],
v_RFID5);

}

else if (v_flag == 3 && v_opcao == 2 ) {

    f_Destinos(v_Array_OP3[1][0], v_Array_OP3[1][1], v_Array_OP3[1][2],
v_RFID5);

}

else if (v_flag == 3 && v_opcao == 4 ) {

    f_Destinos(v_Array_OP3[2][0], v_Array_OP3[2][1], v_Array_OP3[2][2],
v_RFID5);

}

//OP4

if (v_flag == 4 && v_opcao == 3 ) {

    f_Destinos(v_Array_OP4[0][0], v_Array_OP4[0][1], v_Array_OP4[0][2],
v_RFID5);

}

else if (v_flag == 4 && v_opcao == 1 ) {
```

```
    f_Destinos(v_Array_OP4[1][0],    v_Array_OP4[1][1],    v_Array_OP4[1][2],
v_RFID5);

}

else if (v_flag == 4 && v_opcao == 2 ) {

    f_Destinos(v_Array_OP4[2][0],    v_Array_OP4[2][1],    v_Array_OP4[2][2],
v_RFID5);

}

}
```

```
void f_Destinos(String v_ID_Dest, String v_RFID_Dest, String v_Dir_Dest, String
v_Decis_Dest) {

    v_linha_esquerda = 0;

    v_linha_direita = 0;

    f_modos_automatizados();

    f_parar(500);

    v_dest = v_RFID_Dest;

    if ( v_conteudo.substring(1) == v_Decis_Dest ) {

        if ( v_Dir_Dest == "E" ) {

            threadSensorCor.enabled = false;

            f_virar_esquerda(1500);

            f_parar(500);

            threadSensorCor.enabled = true;

        }

    }

}
```

```
else if ( v_Dir_Dest == "D" ) {  
  
    threadSensorCor.enabled = false;  
  
    f_virar_direita(1500);  
  
    f_parar(500);  
  
    threadSensorCor.enabled = true;  
  
}  
  
else if ( v_Dir_Dest == "R" ) {  
  
    threadSensorCor.enabled = false;  
  
    f_linha_reta(500);  
  
    //f_parar(500);  
  
    threadSensorCor.enabled = true;  
  
}  
  
}  
  
if ( v_conteudo.substring(1) == v_dest ) {  
  
    f_modulo_manual();  
  
    v_flag = 0;  
  
    sub_menu = 0;  
  
    v_conteudo = "";  
  
    v_linha_esquerda = 0;  
  
    v_linha_direita = 0;  
  
    threadRFID.enabled = false;  
  
    f_linha_reta(500);
```

```
    threadRFID.enabled = true;

}

}

void f_Joystick() {

    joyposVert = analogRead(pino_vry);

    joyposHorz = analogRead(pino_vrx);

    if (joyposVert < 460) {

        digitalWrite(pino_in1, LOW);

        digitalWrite(pino_in2, HIGH);

        digitalWrite(pino_in3, LOW);

        digitalWrite(pino_in4, HIGH);

        joyposVert = joyposVert - 460;

        joyposVert = joyposVert * -1;

        MotorSpeed1 = map(joyposVert, 0, 460, 0, v_vel_linha);

        MotorSpeed2 = map(joyposVert, 0, 460, 0, v_vel_linha);

    }

    else if (joyposVert > 564) {

        digitalWrite(pino_in1, HIGH);

        digitalWrite(pino_in2, LOW);
```

```
digitalWrite(pino_in3, HIGH);

digitalWrite(pino_in4, LOW);

MotorSpeed1 = map(joyposVert, 564, 1023, 0, v_vel_linha);

MotorSpeed2 = map(joyposVert, 564, 1023, 0, v_vel_linha);

}

else {

    MotorSpeed1 = 0;

    MotorSpeed2 = 0;

}

if (joyposHorz < 460) {

    joyposHorz = joyposHorz - 460;

    joyposHorz = joyposHorz * -1;

    joyposHorz = map(joyposHorz, 0, 460, 0, v_vel_linha);

    MotorSpeed1 = MotorSpeed1 - joyposHorz;

    MotorSpeed2 = MotorSpeed2 + joyposHorz;

    if (MotorSpeed1 < 0) MotorSpeed1 = 0;

    if (MotorSpeed2 > v_vel_linha) MotorSpeed2 = v_vel_linha;

}
```

```
else if (joyposHorz > 564) {  
  
    joyposHorz = map(joyposHorz, 564, 1023, 0, v_vel_linha);  
  
    MotorSpeed1 = MotorSpeed1 + joyposHorz;  
  
    MotorSpeed2 = MotorSpeed2 - joyposHorz;  
  
    if (MotorSpeed1 > v_vel_linha)MotorSpeed1 = v_vel_linha;  
  
    if (MotorSpeed2 < 0)MotorSpeed2 = 0;  
  
}  
  
if (MotorSpeed1 < vAcel )MotorSpeed1 = 0;  
  
if (MotorSpeed2 < vAcel )MotorSpeed2 = 0;  
  
analogWrite(pino_enA, MotorSpeed1);  
  
analogWrite(pino_enB, MotorSpeed2);  
  
}  
  
void f_Menu_LCD() {  
  
    if (!sub_menu && v_conteudo.substring(1) == "" ) {  
  
        lcd.setCursor(0, 0);  
  
        lcd.print(">");  
  
        lcd.setCursor(1, 0);  
  
        lcd.print(" MODO MANUAL ");  
  
    }
```

```
lcd.setCursor(0, 1);

lcd.print("      ");

lcd.setCursor(15, 0);

lcd.print("<");

}

if (!sub_menu && v_conteudo.substring(1) == v_RFID1 ) {

    lcd.setCursor(1, line[0]);

    lcd.print("1) COZINHA  ");

    lcd.setCursor(1, line[1]);

    lcd.print("2) QUARTO   ");

    lcd.setCursor(1, line[2]);

    lcd.print("3) BANHEIRO  ");

    v_flag = 1; // SETA FLAG PARA OPCAO 1

    readButts();

}

else if (!sub_menu && v_conteudo.substring(1) == v_RFID2 ) {

    lcd.setCursor(1, line[0]);

    lcd.print("1) QUARTO   ");

    lcd.setCursor(1, line[1]);

    lcd.print("2) BANHEIRO  ");

    lcd.setCursor(1, line[2]);

    lcd.print("3) SALA     ");
```

```
v_flag = 2; // SETA FLAG PARA OPCAO 2

readButts();

}

else if (!sub_menu && v_conteudo.substring(1) == v_RFID3 ) {

    lcd.setCursor(1, line[0]);

    lcd.print("1) SALA    ");

    lcd.setCursor(1, line[1]);

    lcd.print("2) COZINHA  ");

    lcd.setCursor(1, line[2]);

    lcd.print("3) QUARTO   ");

    v_flag = 3; // SETA FLAG PARA OPCAO 3

    readButts();

}

else if (!sub_menu && v_conteudo.substring(1) == v_RFID4 ) {

    lcd.setCursor(1, line[0]);

    lcd.print("1) BANHEIRO  ");

    lcd.setCursor(1, line[1]);

    lcd.print("2) SALA     ");

    lcd.setCursor(1, line[2]);

    lcd.print("3) COZINHA  ");

    v_flag = 4; // SETA FLAG PARA OPCAO 4

    readButts();
```

```
    }  
}  
  
void readButts() {  
  
    if (!digitalRead(pino_sw)) enter_flag = 0x01;  
  
    if (analogRead(pino_vry) > 564) menu_flag = 0x01;  
  
    delay(50);  
  
    if (digitalRead(pino_sw) && menu_flag) {  
  
        menu_flag = 0x00;  
  
        list_menu();  
  
        menu_number += 1;  
  
        if (menu_number > 3) menu_number = 1;  
  
    }  
  
    if (digitalRead(pino_sw) && enter_flag) {  
  
        enter_flag = 0x00;  
  
        sub_menu = !sub_menu;  
  
        if ( v_flag == 1 ) {  
  
            menu_select_OP1();  
  
        }  
    }  
}
```

```
else if ( v_flag == 2 ) {  
    menu_select_OP2();  
}  
  
else if ( v_flag == 3 ) {  
    menu_select_OP3();  
}  
  
else if ( v_flag == 4 ) {  
    menu_select_OP4();  
}  
  
else {  
    menu_select();  
}  
}  
  
}  
  
void list_menu() {  
    for (int i = 2; i > -1; i--) {  
        index = i - 1;  
        line_bk[i] = line[i];  
        if (index < 0) line[i] = line_bk[i + 2];  
        else line[i] = line[i - 1];  
    }  
}
```

```
}
```

```
void menu_select() {  
  
    lcd.setCursor(0, 0);  
  
    lcd.print(" MODO MANUAL ");  
  
    lcd.setCursor(0, 1);  
  
}
```

```
void menu_select_OP1() {  
  
    switch (menu_number) {  
  
        case 1:  
  
            lcd.setCursor(1, 0);  
  
            lcd.print("MODO AUTOMATICO");  
  
            lcd.setCursor(0, 1);  
  
            lcd.print(" COZINHA ");  
  
            v_opcao = 2;  
  
            f_modos_automat();  
  
            break;  
  
        case 2:  
  
            lcd.setCursor(1, 0);  
  
            lcd.print("MODO AUTOMATICO");  
  
            lcd.setCursor(0, 1);
```

```
    lcd.print("  QUARTO  ");

    v_opcao = 4;

    f_modulo_automatico();

    break;

case 3:

    lcd.setCursor(1, 0);

    lcd.print("MODO AUTOMATICO");

    lcd.setCursor(0, 1);

    lcd.print("  BANHEIRO  ");

    v_opcao = 3;

    f_modulo_automatico();

    break;

}

}
```

```
void menu_select_OP2() {

    switch (menu_number) {

        case 1:

            lcd.setCursor(1, 0);

            lcd.print("MODO AUTOMATICO");

            lcd.setCursor(0, 1);

            lcd.print("  QUARTO  ");
```

```
v_opcao = 4;

f_modoo_automatoo();

break;

case 2:

    lcd.setCursor(1, 0);

    lcd.print("MODO AUTOMATICO");

    lcd.setCursor(0, 1);

    lcd.print("  BANHEIRO  ");

    v_opcao = 3;

    f_modoo_automatoo();

    break;

case 3:

    lcd.setCursor(1, 0);

    lcd.print("MODO AUTOMATICO");

    lcd.setCursor(0, 1);

    lcd.print("  SALA  ");

    v_opcao = 1;

    f_modoo_automatoo();

    break;

}

}
```

```
void menu_select_OP3() {  
    switch (menu_number) {  
        case 1:  
            lcd.setCursor(1, 0);  
            lcd.print("MODO AUTOMATICO");  
            lcd.setCursor(0, 1);  
            lcd.print("  SALA  ");  
            v_opcao = 1;  
            f_modos_automatizados();  
            break;  
        case 2:  
            lcd.setCursor(1, 0);  
            lcd.print("MODO AUTOMATICO");  
            lcd.setCursor(0, 1);  
            lcd.print("  COZINHA  ");  
            v_opcao = 2;  
            f_modos_automatizados();  
            break;  
        case 3:  
            lcd.setCursor(1, 0);  
            lcd.print("MODO AUTOMATICO");  
            lcd.setCursor(0, 1);
```

```
    lcd.print("  QUARTO  ");

    v_opcao = 4;

    f_modulo_automatico();

    break;

}

}

void menu_select_OP4() {

    switch (menu_number) {

        case 1:

            lcd.setCursor(1, 0);

            lcd.print("MODO AUTOMATICO");

            lcd.setCursor(0, 1);

            lcd.print("  BANHEIRO  ");

            v_opcao = 3;

            f_modulo_automatico();

            break;

        case 2:

            lcd.setCursor(1, 0);

            lcd.print("MODO AUTOMATICO");

            lcd.setCursor(0, 1);

            lcd.print("  SALA  ");
```

```
v_opcao = 1;

f_modoo_automatoo();

break;

case 3:

    lcd.setCursor(1, 0);

    lcd.print("MODO AUTOMATICO");

    lcd.setCursor(0, 1);

    lcd.print("  COZINHA  ");

    v_opcao = 2;

    f_modoo_automatoo();

    break;

}

}

void f_modoo_automatoo() {

    threadUltrason.enabled = true;

    threadSensorCor.enabled = true;

    threadPonteH.enabled = true;

    threadJoystick.enabled = false;

}

void f_modoo_manuaoo() {
```

```
threadUltrasom.enabled = false;

threadSensorCor.enabled = false;

threadPonteH.enabled = true;

threadJoystick.enabled = true;

}
```

```
void f_Serial() {

  Serial.print("Distancia: ");

  Serial.print(v_barreira);

  Serial.println("");

  Serial.print("RFID Atual: ");

  Serial.print(v_conteudo);

  Serial.println("");

  Serial.print("RFID Dest: ");

  Serial.print(v_dest);

  Serial.println("");

  Serial.print("FLAG: ");

  Serial.print(v_flag);

  Serial.println("");

  Serial.print("v_opcao :");

  Serial.print(v_opcao);

  Serial.println("");
```

```
Serial.print("Joy VERT: ");  
  
Serial.print(joyposVert);  
  
Serial.println("");  
  
Serial.print("Joy HORZ: ");  
  
Serial.print(joyposHorz);  
  
Serial.println("");  
  
Serial.print("Motor A: ");  
  
Serial.print(MotorSpeed1);  
  
Serial.println("");  
  
Serial.print("Motor B: ");  
  
Serial.print(v_vel_linha);  
  
Serial.println("");  
  
delay(500);  
  
}
```