



Universidade de Brasília - UnB

Faculdade UnB Gama - FGA

Engenharia Automotiva, Engenharia Eletrônica, Engenharia de  
Energia e Engenharia de Software

# **MODULO DE AÇOPLAMENTO PARA TRANSFORMAÇÃO DE CADEIRAS DE RODAS MANUAIS EM ELÉTRICAS**

Autor: Grupo Cadeira de rodas automatizada

Orientador: Prof. Paulo Meireles

Brasília, DF

2015





Grupo Cadeira de rodas automatizada

**MODULO DE ACOPLAMENTO PARA  
TRANSFORMAÇÃO DE CADEIRAS DE RODAS  
MANUAIS EM ELÉTRICAS**

Relatório para matéria do curso de graduação de Engenharias, Projeto Integrador 2

Universidade de Brasília - UnB

Faculdade UnB Gama - FGA

Orientador: Prof. Paulo Meireles

Coorientador: Prof

Brasília, DF

2015



# Membros

Nome Aluno	Matricula	Engenharia
Carlos Filipe Araujo	10/0096093	Automotiva
Edward Douglas M. Pereira Junior	10/0028349	Automotiva
Felipe Duerno do Couto Almeida	11/0116712	Eletrônica
Gustavo Vinicius Martins Arvelos	09/0115830	Eletrônica
Henrique Berilli Silva Mendes	11/0120841	Eletrônica
Luiz Cláudio Percy	10/46497	Eletrônica
Bruno Carlos dos S. Moraes	10/43854	Energia
Bruno Lossio	10/0095208	Energia
Felipe de Souza Campos	10/0054323	Energia
Jéssica Rocha Gama	10/0054501	Energia
Rafael Ferrato	10/0120491	Energia
Felipe César	09/0005694	Software
Thabata Helen Macedo Granja	09/0139658	Software
Victor Cotrim de Lima	09/0134699	Software



# Lista de abreviaturas e siglas

Fig.            Area of the  $i^{th}$  component

456            Isto é um número

123            Isto é outro número

lauro cesar    este é o meu nome





# Sumário

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>9</b>
<b>1.1</b>	<b>Justificativa</b>	<b>9</b>
1.1.1	Cadeira de Rodas Motorizadas	9
<b>1.2</b>	<b>Estado técnico</b>	<b>10</b>
<b>1.3</b>	<b>Objetivos</b>	<b>10</b>
<b>2</b>	<b>METODOLOGIA</b>	<b>11</b>
<b>2.1</b>	<b>Estrutura</b>	<b>11</b>
<b>2.2</b>	<b>Power Train</b>	<b>11</b>
2.2.1	Motor	11
2.2.2	Bateria	11
2.2.3	Controle	11
<b>3</b>	<b>RESULTADOS</b>	<b>13</b>
<b>3.1</b>	<b>Estrutura</b>	<b>13</b>
<b>3.2</b>	<b>Power Train</b>	<b>14</b>
3.2.1	Motor	14
3.2.2	Baterias	15
3.2.2.1	Chumbo-Ácido	15
3.2.2.2	Carregando Baterias Chumbo-Ácido	16
3.2.2.3	Autonomia	17
3.2.3	Interface com o usuário	17
3.2.4	Dispositivo de controle	18
3.2.4.1	Joystick	19
3.2.4.2	Smartphone	19
3.2.4.3	Protótipo	19
3.2.5	Tecnologias	19
3.2.5.1	Raspeberry Pi	19
3.2.5.2	Linguagem de programação	21
<b>4</b>	<b>FUTURO</b>	<b>23</b>
<b>4.1</b>	<b>Estrutura</b>	<b>23</b>
4.1.1	Modelagem para a análise de tensões da estrutura	23
<b>4.2</b>	<b>Power train</b>	<b>23</b>
4.2.1	Motor	23
<b>4.3</b>	<b>Controle</b>	<b>23</b>

5	CONCLUSÃO . . . . .	25
	Referências . . . . .	27

# 1 Introdução

## 1.1 Justificativa

Segundo o artigo 2º da legislação brasileira sobre pessoas com deficiência:

Art. 2º Considera-se deficiência toda restrição física, intelectual ou sensorial, de natureza permanente ou transitória, que limita a capacidade de exercer uma ou mais atividades essenciais da vida diária e/ou atividades remuneradas, causada ou agravada pelo ambiente econômico e social, dificultando sua inclusão social.

De acordo com o censo de 2000 o Brasil tinha 14,5 % da população com algum tipo de deficiência mental, auditiva, visual ou motora, desses 7% possuem deficiência motora. Pode-se observar na tabela 1 que há um aumento significativo de pessoas com deficiência motora na população de 65 anos ou mais de idade.

Tabela 1 – Distribuição percentual da população residente com deficiência motora segundo grupos de idade- Brasil-2010

Grupos de idade	Total	Deficiência Motora
Total	100,00	7,0
0 - 14 anos	100,00	1,0
15 - 64 anos	100,00	5,7
65 anos ou mais	100,00	38,3

Fonte: (IBGE, 2010)

As pessoas com deficiências motoras que pode decorrer de lesões neurológicas, neuromusculares, ortopédicas, mal formação e ainda amputação dos membros inferiores necessitam de cadeiras de rodas no seu dia-a-dia. A cadeira de rodas é imprescindível para permitir uma maior independência e qualidade de vida às pessoas com déficit de mobilidade. (CONITEC, 8 de maio de 2013)

Nos últimos anos cada vez mais se observa a luta pelo os direitos de pessoas com deficiência, nesse âmbito a lei nº 10.779, de 9 de março de 2001 obriga os "shopping centers" e estabelecimentos similares, em todo o Estado de São Paulo, a fornecer cadeiras de rodas para pessoas portadoras de deficiência e para idosos.

### 1.1.1 Cadeira de Rodas Motorizadas

As cadeiras de rodas motorizadas proporcionam conforto, segurança, rapidez e prevenção de lesões nos membros superiores devido ao uso repetitivo em cadeiras de rodas

manuais. Entre tudo uma cadeira de rodas motorizada representa um alto custo. Em uma análise do impacto orçamentário realizada pelo Departamento de Economia da Saúde, Investimento e Desenvolvimento- Ministério da Saúde-DESID/SE/MS, o preço sugerido para uma cadeira de rodas motorizada é de R\$ 4.999,00, além do custo de manutenção. ([CONITEC, 8 de maio de 2013](#))

Além disso, outro problema que as cadeiras de rodas motorizadas possuem é que em caso de necessidade não podem ser usadas como cadeiras de rodas manuais, pois possuem rodas pequenas para aproveitar melhor a potência dos motores e sistema de transmissão. Outro detalhe importante é que cadeiras de rodas motorizadas são geralmente pesadas, e não possuem as facilidades de transportes das cadeiras manuais.

## 1.2 Estado técnico

## 1.3 Objetivos

Pretende-se projetar um sistema que possa ser acoplado a cadeiras de rodas manuais convencionais e transforma-las em cadeiras de rodas motorizadas. Visando o público alvo de shopping centers, com uma grande vantagem além do custo significativamente reduzido, a possibilidade do cadeirante de usufruir dos benefícios da cadeira motorizada sem perder a liberdade que o seu próprio modelo manual proporciona.

## 2 Metodologia

### 2.1 Estrutura

Modelagem 3D do dispositivo: será construído um modelo 3D da estrutura, seguindo as dimensões especificadas pela NBR 9050 (ABNT, 2004) e as dimensões do IMETRO, utilizando para isto o software Catia V5 3D.

### 2.2 Power Train

#### 2.2.1 Motor

O motor é uma máquina que tem a capacidade de transformar energia elétrica em energia mecânica (MEGGIOLARO 2011), existem dois tipos de motores, motor de corrente alternada (ca) e os de corrente contínua (cc). Será avaliado qual o tipo se encaixa melhor aos requisitos do projeto.

#### 2.2.2 Bateria

Baterias são dispositivos que transformam energia química em elétrica e vice-versa. Por ser um processo reversível, as baterias podem ser carregadas e descarregadas várias vezes. Hoje no mercado existem vários tipos de baterias, com diferentes condições nominais, serão levantados os requisitos necessários e qual tipo de bateria se adequa melhor ao projeto.

#### 2.2.3 Controle



## 3 Resultados

### 3.1 Estrutura

Com a utilização do programa CATIA V5 3D foi estruturado o sistema eletrônico acoplado a cadeira de rodas, 1. Visando três preceitos básicos: comodidade, acessibilidade e conforto.

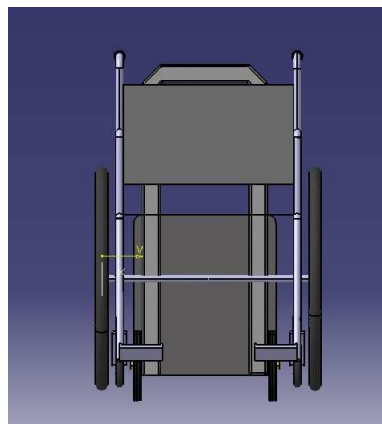


Figura 1 – Vista Frontal

O objetivo do projeto é desenvolver uma estrutura de fácil conexão e resistente. O produto proposto, ver figura 2,3, 4 e 5, deve se acoplar a qualquer cadeira de rodas. Foi pensado num dispositivo de um formato de uma mala para que seja de fácil conexão, uso e manuseio.

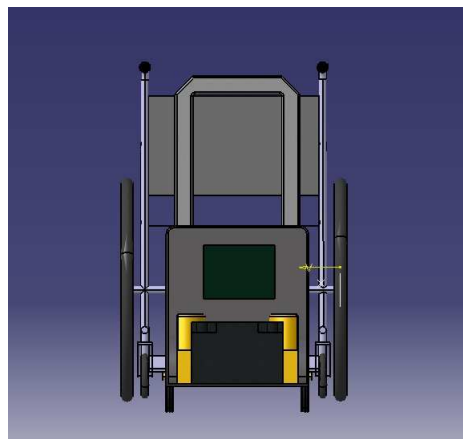


Figura 2 – Vista Traseira

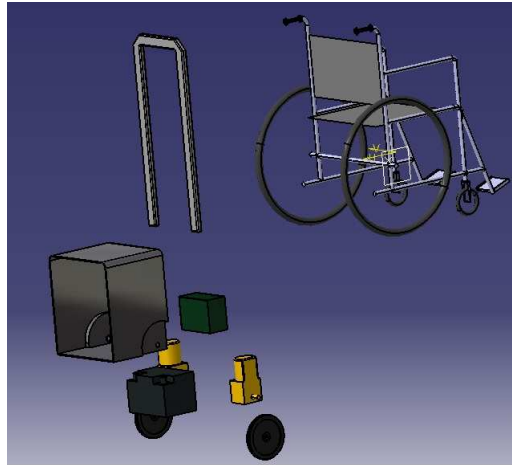


Figura 3 – Visão do Sistema

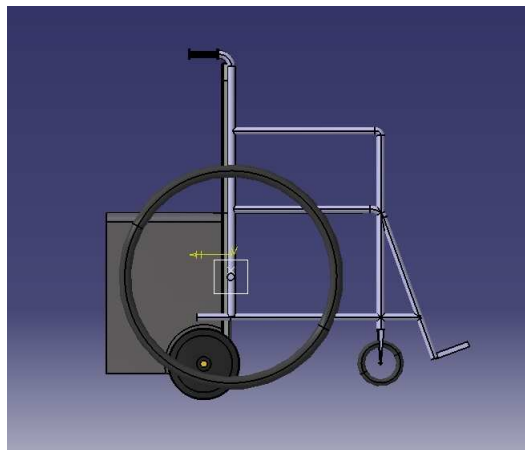


Figura 4 – Imagem Lateral

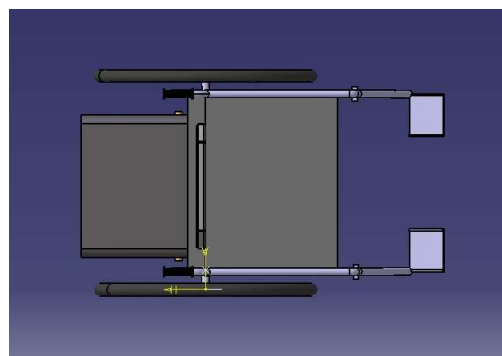


Figura 5 – Imagem Superior

## 3.2 Power Train

### 3.2.1 Motor

Será utilizado no projeto o motor de corrente contínua. A escolha foi feita pois esse tipo de motor é muito utilizado em projetos que necessitam de velocidades variáveis, eles



também apresentam uma região de torque e potência constante e são simples de realizar a aceleração e a desaceleração (HAMANAKA,2002).

Especificações a serem atendidas:

- Velocidade máxima de 7,2 km/h apx: 2m/s;
- Peso máximo de 120 kg;
- Peso da bateria 10 kg;
- Peso da cadeira (valor aproximado) 20kg;
- Peso total estimado: 150 Kg;
- Considerando hipoteticamente o coeficiente de atrito ( $\mu$ ): 0,2.

**Força de atrito:**

$$\vec{F} = \vec{N} * \mu = 150 * 9,8 * 0,2 = 294N \quad (3.1)$$

**Potência do motor:**

$$P_x = \frac{F * v}{100} = \frac{294 * 2}{1000} = \frac{588}{100} = 0,588kW \quad (3.2)$$

O motor para a utilização na aplicação deve seguir algumas características dentro das especificações do projeto. Serão utilizados dois motores para motorizar a cadeira de rodas. Com isso é necessário que cada motor tenha a potência mínima de: **294W**.

## 3.2.2 Baterias

### 3.2.2.1 Chumbo-Ácido

Inventadas em 1859 pelo físico francês Gaston Planté, é muito utilizada hoje em dia em diferentes áreas, como automóveis, sistemas de fornecimento de energia elétrica ininterrupta (no-breaks) e cadeiras de rodas elétricas. Desprezando o problema do peso, é a bateria mais econômica.

Um grande problema foi solucionado na década de 70, onde pesquisadores conseguiram desenvolver uma bateria de chumbo-ácido livre de manutenção, podendo operar em qualquer posição. Nesta bateria, o invólucro foi selado e o eletrólito líquido foi transformado em separadores umedecidos.

As baterias SLA (bateria selada chumbo-ácido), também conhecida como Gelcell, tem uma faixa típica de capacidade que vai de 0,2 Ah até 30 Ah. Esse tipo de bateria

está livre do famoso efeito memória, e deixar a bateria em carga flutuante por um longo período não causa nenhum dano.

A bateria de chumbo-ácido tem a melhor retenção de carga entre todas as baterias recarregáveis. As baterias de SLA descarregam aproximadamente 40% da sua energia armazenada em média em 1 ano, já uma de NiCd se auto descarrega na mesma quantidade em 3 meses.

As baterias SLA devem sempre ser armazenadas carregadas. Deixar a bateria descarregada causa sulfatação, uma condição que torna difícil, se não impossível, de se recarregar as baterias. A bateria SLA consegue fornecer entre 200 e 300 ciclos de carga/descarga.

Vantagens:

- A mais barata em termos de custo por watt horas;
- Segura e durável quando utilizada corretamente;
- Auto descarga está entre as mais baixas entre as baterias com sistema de recarga;
- Não exige muita manutenção e não tem o efeito memória.

Limitações:

- A bateria não pode ser armazenada em completa descarga, a tensão tem de estar acima de 2,10V;
- Densidade baixa da energia;
- Ciclo de carga/descarga limitado;
- O eletrólito e o conteúdo da carga podem causar danos ambientais;
- Imprópria para dispositivos de mão que exigem tamanho compacto.

### 3.2.2.2 Carregando Baterias Chumbo-Ácido

O tempo de carga de uma bateria de Chumbo-Ácido (selada) é de 12 a 16 horas. Com correntes de carga maiores, e métodos de carga multi-estágios, o tempo de carga pode ser reduzido para 10 horas ou menos.

Durante a carga em corrente constante, a bateria carrega 70% em aproximadamente 5 horas; os 30% restantes são completados por uma lenta carga de pico. A corrente de pico dura outras 5 horas e é essencial para o bem estar da bateria.

A bateria escolhida para o projeto foi uma bateria de chumbo ácido, muito utilizado em veículos devido seu fácil acesso e baixo custo. Atualmente ela já é utilizada em cadeiras

de rodas elétricas. Este é o tipo menos eficiente de bateria, com a pior relação peso/energia, mas em compensação é a tecnologia mais barata.

### 3.2.2.3 Autonomia

A capacidade de armazenamento de energia de uma bateria é medida através da multiplicação da corrente de descarga pelo tempo de autonomia, sendo dado em Ampére-hora (Ah).

Cálculo da autonomia da bateria em horas:

$$Autonomia(h) = \frac{Capacidade da bateria(Ah)}{Consumo do circuito(A)}$$

Potencia é dada por:

$$P = U * I \quad (3.3)$$

Para o projeto é necessário 2 motores de no mínimo 294W, ou seja, os motores puxaram uma potência de 588W e são motores de 12V, com isso a corrente necessária é de:

$$588 = 12 * I \quad (3.4)$$

$$I = \frac{588}{12} = 49A \quad (3.5)$$

O modelo e as características da bateria foram informadas abaixo:

- Bateria GetPower;
- Bateria de gel selada;
- Tensão: 12V;
- Capacidade: 26Ah;
- Peso: 8,6 Kg;
- Dimensões ( Comp x Larg x Alt ) : 166 x 175 x 125mm;
- Preço: R\$240,00(Mercado livre).

### 3.2.3 Interface com o usuário

Desde a primeira patente de cadeira de rodas elétrica em 1940 [1], diversos modelos de cadeiras de rodas motorizadas foram desenvolvidos. As mais diversas interfaces humano-computador foram criadas de modo a facilitar a vida do cadeirante, desde cadeiras elétricas com um joystick simples à cadeiras inteligentes controladas por voz ou sem fio via celular, com monitoramento de velocidade, bateria e inclinação [4]. Foram pesquisas várias formas de controle de cadeiras de rodas que podem ser consultados na tabela ??.

Interface	Comunicação	Monitoramento	Características
Joystick tradicional	Sem ou com fio, dependendo da aplicação.	Pouco, geralmente apenas o nível da bateria.	Contém mecanismo para encaixe na cadeira de rodas e botões de emergência, os dados são enviados via bluetooth ou fio para o microcontrolador, onde é feito todo o processamento.
Joystick adaptado para o queixo	Com fio.	Nenhum	Joystick fixo é adaptado para o controle com o queixo, utilizado por tetraplégicos.
Aplicativo em smartphone	Sem fio (VPN ou Bluetooth)	Total: nível da bateria, velocidade, inclinação e etc.	Apenas para motores dianteiros
Guidão e motor dianteiro	Mecânica.	Pouco ou nenhum	Apenas para motores dianteiros.

Tabela 2 – Lista de dispositivos de controle de cadeiras de rodas elétricas.

### 3.2.4 Dispositivo de controle

Um mapeamento feito pelos integrantes da equipe sobre como a Cadeira de Rodas automatizada será feita pode ser observada na figura 6.

Nesse esquemático pode ser observado que a interface com o usuário recebe um input do usuário, utilizando Joystick ou Aplicativo. O sinal emitido por esta interface será processado em um *raspeberry pi*, que por consequência irá movimentar o motor.

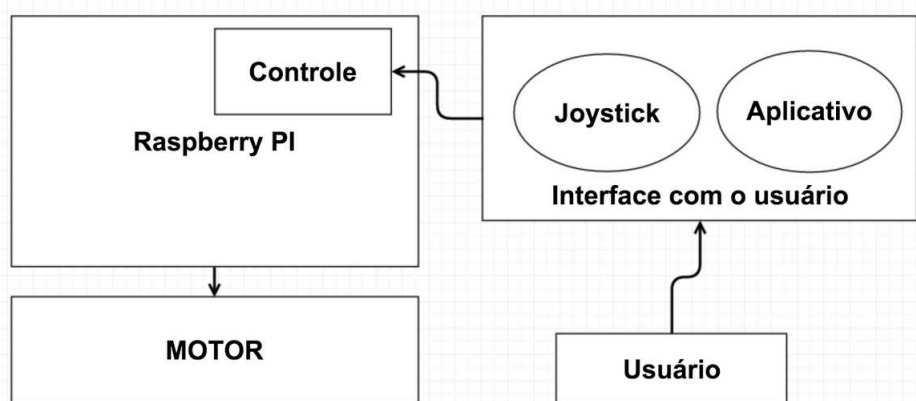


Figura 6 – Desenho do diagrama de blocos do sistema de controle

#### 3.2.4.1 Joystick

Um joystick é um periférico de computador pessoal ou um dispositivo geral de controle que consistem em uma vara vertical na qual os pivôs se aproximam de uma extremidade e transmitem seu ângulo em duas ou três dimensões a um computador[3]. O Joystick, muito utilizado em computadores e jogos eletrônicos provou sua utilidade em diversas áreas.

Para as cadeiras de rodas automatizadas essa é uma solução comum de controle para as mesmas, tendo em vista que é relativamente simples de ser acoplado uma vez que se entenda seu funcionamento básico.

Para o projeto em questão essa foi uma das alternativas encontradas. No qual o joystick seria acoplado ao braço da cadeira, ou em uma posição que o usuário se sinta mais ergonomicamente confortável. Este acoplamento deve ser simples para favorecer a característica de portabilidade do projeto como um todo.

Caso necessário a conexão do joystick ao sistema de controle pode ser feita por bluetooth, tal característica contribui para o objetivo final do projeto.[6]

#### 3.2.4.2 Smartphone

Um telefone smartphone é um telefone celular com um sistema operacional móvel avançada que combina as características de um sistema operacional de computador pessoal com outros recursos úteis para uso móvel ou portátil [8].

Devido á portabilidade destes dispositivos e sua facilidade de integração com outros sistemas, uma possível solução para a interação do usuário com o sistema pode ser feita. Uma conexão entre o dispositivo e o sistema será feita através de Bluetooth (Android ) ou "Virtual Private Network"(iOS e Android).

Para o projeto em questão o usuário pode optar por utilizar o "Smartphone" ou ainda utilizar o joystick.

#### 3.2.4.3 Protótipo

O protótipo na figura 7 foi feito com o intuito de mostrar o fluxo do aplicativo sugerido para o controle da cadeira de rodas automatizada.

### 3.2.5 Tecnologias

#### 3.2.5.1 Raspberry Pi

É um componente eletrônico que será responsável pelo controle do motor, seu modelo ainda será decidido. A escolha foi feita devido ao número de recursos oferecidos e o baixo custo desse componente.

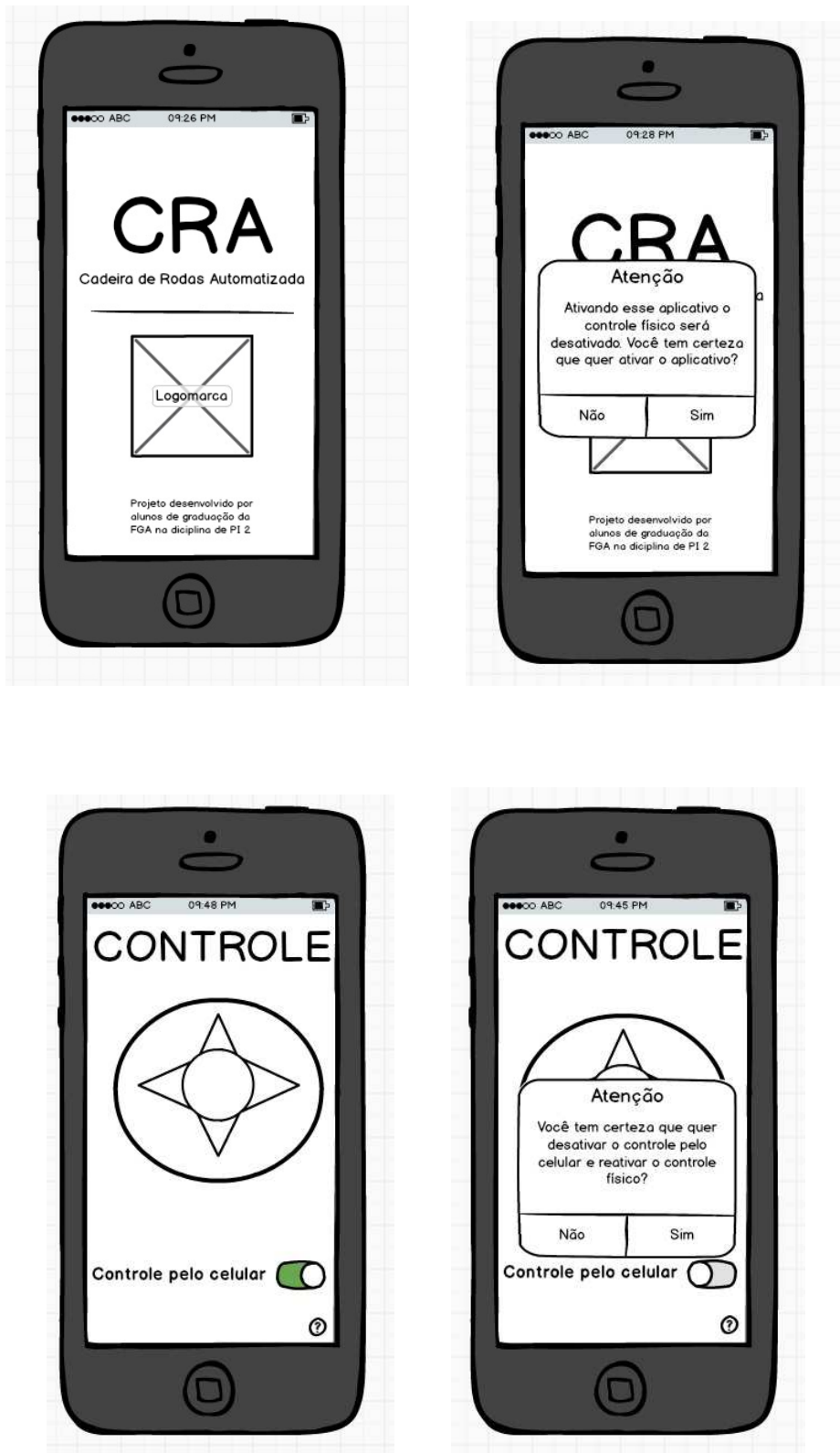


Figura 7 – Protótipo de aplicativo para interface entre usuário e motor

O Raspberry tem como principal componente um pequeno circuito integrado que reúne o processador com a arquitetura ARM, a GPU VideoCore IV e a memória RAM que é compatível com o sistema operacional GNU/Linux. Suas especificações gerais são:

- Processador ARM 11 de 700 MHz;
- GPU VideoCore IV de 250 MHz;
- 256 MB total de RAM;
- Saída de Vídeo HDMI e RCA;
- Saída de áudio P2;
- Interface de rede ethernet;
- 2 portas USB;
- Conector Micro USB para alimentação (5 volts, 700mA).

A figura 8 corresponde ao esquemático dos componentes do raspberry que será utilizado no projeto.

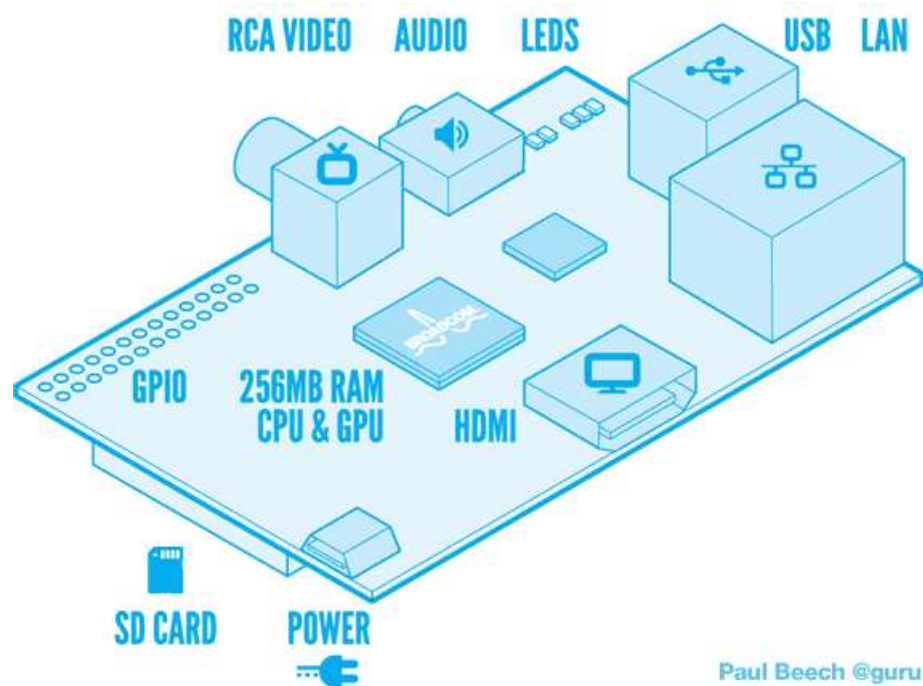


Figura 8 – Esquemático componentes Raspeberry Pi

### 3.2.5.2 Linguagem de programação

Uma das linguagens a ser adotada será Python devido a facilidade de existir bibliotecas específicas que controlam o GPIO (General Purpose Input/Output) do Raspberry Pi.

Essa linguagem é uma linguagem de programação de alto nível, interpretada, orientada a objetos, de tipagem dinamica. Tem uma syntax consisa e clara, juntamente com

uma biblioteca com recursos poderosos. Os módulos e frameworks ainda não foram decididos.



## 4 Futuro

### 4.1 Estrutura

#### 4.1.1 Modelagem para a análise de tensões da estrutura

O próximo passo é fazer uma análise computacional das tensões (pelo critério de falha de von Mises) equivalentes atuantes na estrutura, para a análise será utilizado o software ANSYS. Após a modelagem ser feita teremos as tensões na estrutura, pelo método de elementos finitos, com isso os materiais para construção da estrutura serão escolhidos de acordo com a ABNT 6061- T6.

### 4.2 Power train

#### 4.2.1 Motor

Foram levantado possíveis motores para o projeto, o próximo passo é o levantamento de custos.

- BOSCH GPD 12V 300W
- Motor de arranque:
  - Zm 8070501 (12V 0,8 kW)
  - Zm 8070502 (12V 0,8 kW)
  - Zm 8010603 (12V 0,8 kW)
  - Zm 8010604 (12V 0,8 kW)
  - Zm 8010605 (12V 0,8 kW)
  - Zm 8010606 (12V 0,8 kW)
  - Zm 8010607 (12V 0,8 kW)
  - Zm 8010608 (12V 0,8 kW)

### 4.3 Controle

Este documento descreve o que foi elaborado como pesquisas iniciais. Para a continuidade do projeto foram definidos os seguintes estudos no que tange aos tópicos de controle:

- Prova de conceito para comunicação VPN e Bluetooth para iOS;
- Prova de conceito para comunicação VPN e Bluetooth para Android;
- Prova de conceito para comunicação de Joystick ( cabo e Bluetooth);
- Definição de interface entre os componentes de controle;
- Versão inicial do controle final com smartphone;
- Versão inicial do controle final com joystick.

## 5 Conclusão



## Referências

CONITEC, C. N. de Incorporação de Tecnologias no S. *Relatório número 50 PROCEDIMENTO CADEIRA DE RODAS MOTORIZADA NA TABELA DE ÓRTESES, PRÓTESES E MATERIAIS ESPECIAIS NÃO RELACIONADOS AO ATO CIRÚRGICO DO SUS*. 8 de maio de 2013. Acessado em 7 de Setembro de 2015. Disponível em: <<http://conitec.gov.br/images/Incorporados/CadeiradeRodasMotorizada-final.pdf>>. Citado 2 vezes nas páginas 9 e 10.

IBGE. *Censo demográfico*. 2010. Acessado em 7 de Setembro de 2015. Disponível em: <[http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/94/cd\\_2010\\_religio\\_deficiencia.pdf](http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/94/cd_2010_religio_deficiencia.pdf)>. Citado na página 9.