

# Cadeira de rodas modelo stand up de baixo custo

Luís Guilherme Bernardes Monteiro

Luis.monteiro01@fatec.sp.gov.br

Milleide Catarina Peixoto de Oliveira

Mayara da Silva

Paulo Roberto Carneiro da Silva

Bruno da Silva Zeferino

Coorientador: Prof. Dr. Helder Aníbal

Herminal

Orientador: Prof. Dr. Luciano Heitor

Gallegos Marin

## Resumo

Partindo da análise dos preços praticados pelo mercado de cadeira de rodas motorizadas com sistema de elevação, e constatando seu elevado valor, esse projeto busca desenvolver um protótipo de cadeira de rodas modelo stand up que seja acessível a um maior número de pessoas, devido ao seu baixo custo. E, com isso, colaborar com a promoção da autonomia e qualidade de vida dos portadores de deficiência motora, em prol da inclusão social.

**Palavras-chave:** Cadeira de rodas .Sistema de controle. Elevação. Autonomia. Deficiência motora.

## 1. Introdução

Segundo o Censo do IBGE (2010), aproximadamente 45 milhões de pessoas no Brasil, ou 23,9% da população total, possuem algum tipo de deficiência, e 7% da população possui alguma deficiência motora [9]. E, apesar do crescente trabalho feito em prol à acessibilidade e inclusão social, muitas dificuldades são encontradas por portadores de necessidades especiais. .

No caso das pessoas com deficiência motora nos membros inferiores, uma grande parcela se utiliza da cadeira de rodas como auxílio para a sua locomoção. Contudo, as cadeiras convencionais exigem um grande esforço físico, o que dificulta o percurso a média/longa distância, além de não superarem alguns obstáculos, como o ato de alcançar produtos em uma prateleira de supermercado ou ter visão de algo que não se encontre no campo visual de

quem está sentado. E, as cadeiras motorizadas de modelo stand up, que resolveriam alguns desses problemas que as convencionais não, possuem um alto valor de mercado, dificultando a sua aquisição por parte dos cadeirantes.

Pensando nessas considerações, o seguinte projeto buscou estudar e desenvolver um protótipo de uma cadeira de rodas automatizada para movimentos horizontais e verticais de baixo custo.

## 2. Metodologia

Para o desenvolvimento do protótipo da cadeira de rodas modelo stand up foram realizadas as seguintes etapas:

### 2.1 Estrutura mecânica

#### 2.1.1 Mecanismo de quatro barras

O protótipo da cadeira de rodas foi construído com base em modelo convencional e, por isso, foi necessária a modificação da estrutura tradicional do assento e encosto para o funcionamento do sistema de elevação. O modelo escolhido para realizar a modificação foi o mecanismo de quatro barras[11].

O mecanismo de quatro barras, dentro das adaptações realizadas, consistiu em acrescentar barras, paralelas as utilizadas no assento, ligadas à estrutura lateral da cadeira e à barra do encosto, tendo em suas extremidades a utilização de pinos juntando as barras, para se obter a mobilidade necessária.

Como mostrado na Figura 1, no movimento de posição inicial (a) e o de elevação (b) , as barras realizam movimento coordenado dando sustentação ao cadeirante.



(b)

### 2.1.2 Rodas

Figura 2 - (a) Roda traseira, (b) roda



(b)

### 2.1.3 Sistema de elevação

(Figura 3), acoplado a um pequeno motor elétrico de 12v, com capacidade de elevar até 1.500kg.

Esse dispositivo, pesa 3,5kg, é alimentado por baterias e acionado manualmente através de um controle e cabo (4m), com duas opções de movimentação (subida e descida), com alcance de elevação de até 35cm, essa composição permite movimentos suaves com baixo grau de ruído (55db).

Diagrama de Circuito:

Down Baixo

Up Alto

Figura 3- Características, aspecto geral e lista de componentes:



Fonte: TANDER. **Manual macaco elétrico:** Nts do brasil comércio e serviços de máquinas e ferramentas Ltda..

## 2.2 Sistema elétrico

### 2.2.1 Motores

A movimentação horizontal da cadeira é realizada através de dois motoredutores, um para cada roda traseira, que são acionados segundo programação e alimentados por baterias.

O motoredutor consiste em um motor elétrico ligado a uma engrenagem de redução. A possibilidade de redução na velocidade de rotação com um torque elevado torna esse modelo, com as características apresentadas na Tabela 1, o indicado para o projeto, que exige força para a movimentação, mas, velocidade reduzida, para segurança. Outro motivo para a sua utilização é “em função do tipo de alimentação ser de tensão contínua, possibilitando a utilização de baterias e outros dispositivos armazenadores de energia.” [5]

Tabela 1- Características técnicas:

<b>Fabricante/modelo</b>	<b>MOTRON MRI 510-VERP-55</b>
<b>Tensão</b>	<b>24Vcc</b>
<b>Nº de pólos</b>	<b>2</b>
<b>Massa</b>	<b>4,6 Kg</b>
<b>RPM</b>	<b>55</b>
<b>Corrente</b>	<b>12<sup>a</sup></b>
<b>Torque</b>	<b>134 Kgf.cm</b>
<b>Potência</b>	<b>115W</b>

Fonte:Site Motron<sup>1</sup>.

Os motoredutores, segundo comando do Arduino, realizam movimentos sincronizados levando a cadeira nas direções frente, trás, lado esquerdo e direito, sendo os dois primeiros movimentos realizados com a mesma velocidade nos motores e os dois últimos com variação de velocidade para a curva.

### 2.2.2 Baterias

Para a alimentação da cadeira (motoredutores, macaco elétrico, Arduino e pontes H) foram utilizadas duas baterias automotivas de 45 Ah, 12V e com autonomia de 18h de uso contínuo, podendo ser recarregada.

Para a alimentação dos motores, 24V, as baterias foram ligadas em série para fornecer a voltagem necessária[6]. Para alimentar o Arduino e as pontes H, foi utilizado um conversor de 12V para 5V.

## 2.3 Sistema eletrônico

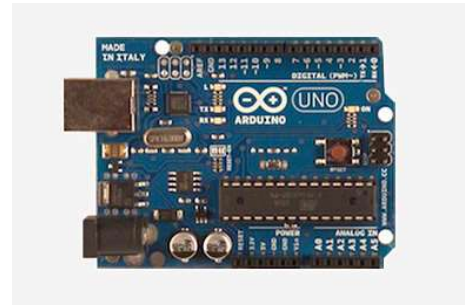
### 2.3.1 Arduino

Optou-se por utilizar o Arduino como plataforma eletrônica de prototipagem, por ser uma plataforma aberta para criação, com softwares e

hardwares livres, pelo baixo custo, fácil aquisição no mercado e pela fácil utilização.

O modelo escolhido para fazer o desenvolvimento do protótipo foi o Arduino UNO (Figura 4), esse modelo possui uma placa microcontroladora baseada no ATmega328 (especificações Tabela 2), com portas e memória suficientes para realização do protótipo.

Figura 4 – Imagem Arduino UNO.



Fonte: Arduino.

Tabela 2– Especificações do Arduino UNO.

<b>Microcontroller</b>	<u>ATmega328P</u>
<b>OperatingVoltage</b>	5V
<b>Input Voltage (recommended)</b>	7-12V
<b>Input Voltage (limit)</b>	6-20V
<b>Digital I/O Pins</b>	14 (of which 6 provide PWM output)
<b>PWM Digital I/O Pins</b>	6
<b>Analog Input Pins</b>	6
<b>DC Current per I/O Pin</b>	20 mA
<b>DC Current for 3.3V Pin</b>	50 mA
<b>Flash Memory</b>	32 KB (ATmega328P) of which 0.5 KB used by bootloader
<b>SRAM</b>	2 KB (ATmega328P)
<b>EEPROM</b>	1 KB (ATmega328P)
<b>ClockSpeed</b>	16 MHz
<b>LED_BUILTIN</b>	13
<b>Length</b>	68.6 mm
<b>Width</b>	53.4 mm
<b>Weight</b>	25 g

Fonte: Arduino.

<sup>1</sup> Disponível em:<  
<http://www.motron.com.br/?pg=mri510>> Acesso em:  
 18 maio 2019.

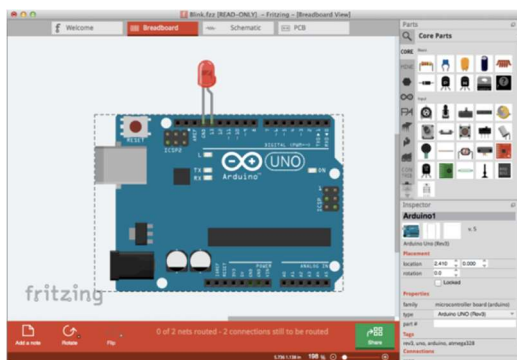
Essa placa é programada com uma linguagem de programação específica para Arduino, baseada na linguagem C. O ambiente de desenvolvimento (IDE) específico para Arduino foi utilizado para fazer o desenvolvimento do código.

#### 2.3.1.1 Código

O código utilizado no Arduino, Anexo 1 [4], teve como intuito fazer a locomoção do protótipo da cadeira de rodas no sentido frente, trás, lado esquerdo e direito, utilizando o joystick para realizar os comandos.

Os testes realizados do código foram feitos primeiramente utilizando o software Fritzing (Figura 5), para posteriormente ser feito na IDE do Arduino com a placa e os componentes utilizados.

Figura 5 – Imagem do software Fritzing.



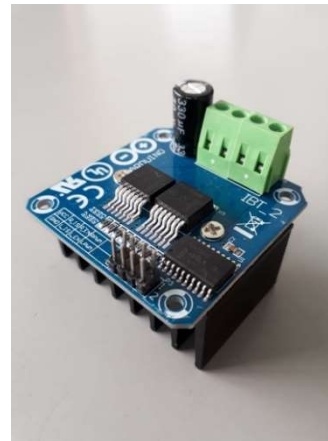
Fonte: Site Fritzing<sup>2</sup>.

#### 2.3.2 Ponte H

A ponte H (Figura 6) é responsável pela alimentação dos motores que movimentam a cadeira. Seu funcionamento consiste em controlar o sentido do giro dos motores (horário/anti-horário) e também controlar a velocidade [5].

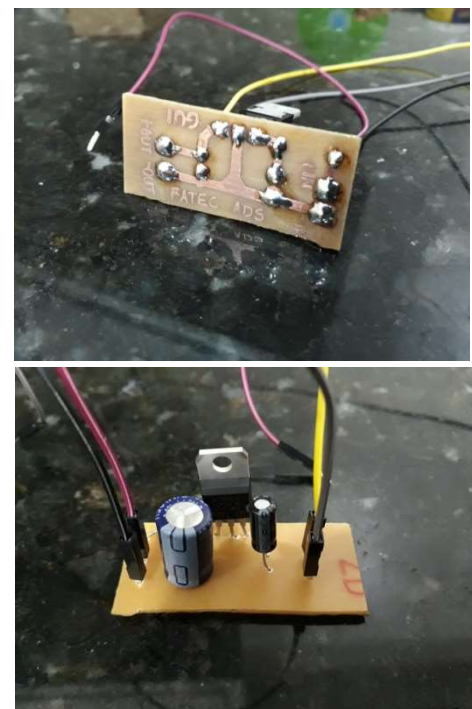
Ela recebe duas alimentações distintas, 5V para alimentar seu circuito lógico e 24V para enviar a tensão necessária para o motor de acordo com o pulso PWM. Para conseguir essa voltagem foi confeccionada uma placa (Figura 7) para receber a tensão de 12V da bateria e converter para 5V, necessária tanto para as duas pontes H quanto para o Arduino.

Figura 6 – Ponte H



Fonte: Dos autores.

Figura 7: Conversor de tensão



Fonte: Dos autores.

#### 2.3.3 Joystick

O movimento horizontal da cadeira, de direções e também do controle da velocidade, é operado mediante comando realizado em um Joystick analógico (Figura 8) que foi ligado ao Arduino através de dois eixos analógicos X e Y, movimento frente e trás e laterais, realizados pelos motoredutores.

<sup>2</sup> Disponível em: <http://fritzing.org/download/>  
Acesso em: 15 maio 2019.

Tem como características dos pinos:

+5V - Alimentação +5V;

GND - Ov;

VRx - Saída analógica eixo X;

VRy - Saída analógica eixo Y;

SW – Saída digital. Botão no eixo Z;

Figura 8 : Joystick analógico.



Fonte: Dos autores.

### 3. Resultados

Conforme Tabela 3, foram realizados testes através do software Fritzing, verificou-se que o código desenvolvido para a placa do Arduino com o intuito de entender os comandos enviados pelo joystick, convertê-los em pulsos PWM e enviá-los para as pontes H, funcionou corretamente após as correções realizadas.

Os motoredutores apresentaram bom funcionamento durante os testes para a locomoção do protótipo da cadeira de rodas para frente, para trás e laterais, respeitando corretamente a tensão recebida pela ponte H.

O circuito formado pela placa do Arduino, pontes H e motores funcionou com êxito em testes preliminares e em funcionamento no protótipo da cadeira.

Constatou-se o resultado esperado quanto aos testes realizados de esforços mecânicos exercidos sobre o protótipo da cadeira, necessitando apenas limitar o local correto onde o suporte articulado do macaco inicia seu percurso para a rosca sem fim não tocar na barra lateral da cadeira e necessitou melhorar a estrutura do encosto do modelo convencional, de acordo com a Tabela 4, no qual foi aderido o modelo de quatro barras, e este operou de maneira eficiente.

Tabela 3 – Resultado percentual dos testes no código do Arduino

Nº de testes	Resultados positivos %	Resultados negativos %
4	50	50

Fonte: Dos autores.

Tabela 4 – Resultado percentual dos testes no sistema de elevação

Nº de testes	Resultados positivos %	Resultados negativos %
7	28,57	71,43

Fonte: Dos autores.

Figura 9: Cadeira em funcionamento- Apresentação Fatec Portas Abertas



Fonte: Dos autores.

### 4. Considerações finais

Os resultados apresentados demonstram que o desenvolvimento do protótipo da cadeira de rodas automatizada de modelo stand up de baixo custo ocorreu conforme o esperado, a movimentação para frente e para trás e para as laterais através do comando realizado pelo joystick, utilizando o algoritmo desenvolvido para o Arduino UNO, e o sistema de elevação, utilizando o macaco elétrico, funcionaram perfeitamente conforme o planejamento.

Atingiu-se o objetivo de desenvolver um protótipo de baixo custo comparado ao que é

disponibilizado hoje no mercado. O preço da cadeira é aproximadamente 50% mais barato do que a comercializada no mercado nacional. Com o baixo custo facilita o acesso a cadeirantes que não conseguem obter uma cadeira motorizada e de elevação.

Como continuidade a esse trabalho, propõe-se implementações futuras ao projeto com vista a diversas melhorias em seu funcionamento para melhor comodidade e autonomia do cadeirante, tais como giroscópio, comando de voz via aparelho celular, GPS, controladores de velocidade e sensores.

#### Bibliografia

- [1] Arduino. Disponível em: <https://store.arduino.cc/usa/arduino-uno-rev3>, Acesso em: 20 maio 2019.
- [2] Brasil Escola, Uma proposta de automação residencial utilizando a plataforma de prototipagem eletrônica Arduino, Disponível em: <https://www.monografias.brasilecola.uol.com.br/compulacao/uma-proposta-automacao-residencial-utilizando-plataforma-prototipagem-eletronica-arduino.htm>, Acesso em: 20 maio 2019.
- [3] CARVALHO, Alexandre Lima de. **Apostila de Arduino Exemplos de Aplicação**. 2016. Disponível em: [http://www.redes.ufsm.br/docs/tccs/Marcelo\\_Marchesan.pdf](http://www.redes.ufsm.br/docs/tccs/Marcelo_Marchesan.pdf). Acesso em: 19 maio 2019.
- [4] **Curso de Arduino para iniciantes**. Disponível em: <https://www.brincandocomideias.com/curso-de-arduino-para-iniciantes>, Acesso em: 08 março 2019.
- [5] IVO, Regina Marcela. **Sistema de controle de cadeira de rodas motorizada para usuários portadores de tetraplegia**. Disponível em: <http://bdm.unb.br/handle/10483/20103> Acesso em: 29 março 2019.
- [6] LIMA, Filipe Gomes; SANTOS, Romário do Nascimento da COSTA, Saulo de Oliveira; SILVA, Vitor Hugo Baptista dos Santos. **PROJETO DE CADEIRA DE RODAS MOTORIZADA EQUIPADA COM COBERTURA AUTOMÁTICA**. Disponível em: <http://www.ifba.edu.br/professores/elvio/tcc/TC-C-Cadeira-de-Rodas-Motorizada.pdf> Acesso em: 30 março 2019.
- [7] MARCHESAN, Marcelo. **Sistema de monitoramento residencial utilizando plataforma arduino**. Disponível em: [http://www.redes.ufsm.br/docs/tccs/Marcelo\\_Marchesan.pdf](http://www.redes.ufsm.br/docs/tccs/Marcelo_Marchesan.pdf). Acesso em: 23 maio 2019.
- [8] NASCIMENTO JUNIOR, Amadeu do. **Robotização de uma cadeira de rodas Motorizada: arquitetura, modelos, controle e aplicações**. 2016. Disponível em: <http://repositorio.unicamp.br/jspui/handle/REPOSIP/321685>. Acesso em: 19 maio 2019.
- [9] OLIVEIRA, Luiza Maria Borges. **Cartilha do Censo 2010 – Pessoas com Deficiência**. Brasília: SDH-PR/SNPD, 2012. Disponível em: <https://www.pessoacomdeficiencia.gov.br/app/sites/default/files/publicacoes/cartilha-censo-2010-pessoas-com-deficiencia-reduzido.pdf> Acesso em: 30 março 2019.
- [10] TANDER. **Manual macaco elétrico: NTS DO BRASIL COMÉRCIO E SERVIÇOS DE MÁQUINAS E FERRAMENTAS LTDA**. Disponível em: [https://www.agrotama.com.br/upload/album/8166\\_manual.pdf](https://www.agrotama.com.br/upload/album/8166_manual.pdf). Acesso em: 20 maio 2019.
- [11] VELOZO, Bruno Niche. **Mecanismo para elevação de uma pessoa com deficiência aplicado a cadeira de rodas**. Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/142942/000870990.pdf?sequence=1> Acesso em: 29 março 2019.

#### Anexo 1

```
//***** Definição dos pinos*****
#define pinIN1 10 //Motor 1
#define pinIN2 9 //Motor 1
#define pinIN3 6 //Motor 2
#define pinIN4 5 //Motor 2
#define pinPot1 A1 //Potenciometro Frente e Reverso
#define pinPot2 A2 //Potenciometro Direito e Esquerdo
#define pinBotao A3 //Botao

//*****Variaveis para controle de botao*****
booleanbotaoAnt = HIGH;
booleanbotao = HIGH;

//*****Variaveis para registro do estado do joystick***
int pot1 = 512;
int pot2 = 512;
boolean botao1 = false;

//*****Variaveis para controle de direção*****
intpDireita = 100;
intpEsquerda = 100;

void setup() {
  pinMode(pinIN1, OUTPUT);
  pinMode(pinIN2, OUTPUT);
  pinMode(pinIN3, OUTPUT);
  pinMode(pinIN4, OUTPUT);
  pinMode(pinBotao, INPUT_PULLUP);
}
```

```

void loop(){

//Leitura do Joystick(potenciometros)
pot1 = analogRead(pinPot1);
pot2 = analogRead(pinPot2);

//Leitura do Botao do Joystick
botao = digitalRead(pinBotao);
if (botao && (botao != botaoAnt)){
  botao1 = !botao1;
}
botaoAnt = botao;

  if (botao1){
//Acin o freio
digitalWrite(pinIN1, HIGH);
digitalWrite(pinIN2, HIGH);
digitalWrite(pinIN3, HIGH);
digitalWrite(pinIN4, HIGH);

  } else{

//Controle da direção
if (pot2 < 512){
//Esquedada
pDireita = 100;
pEsquerda = map(pot2, 511, 0, 100, 0);
} else{
//Direita = map(pot2, 512, 1023, 100, 0);
pEsquerda = 100;
}

if (pot1 < 512) {
//Reverso
int velocidade = map(pot1, 511, 0, 0, 255);

analogWrite(pinIN1, 0);
analogWrite(pinIN2, velocidade * pDireita / 100);

analogWrite(pinIN3, 0);
analogWrite(pinIN4, velocidade * pEsquerda / 100);
} else{
//Para frente
int velocidade = map(pot1, 512, 1023, 0, 255);

analogWrite(pinIN1, velocidade * pDireita / 100);
analogWrite(pinIN2, 0);

analogWrite(pinIN3, velocidade * pDireita / 100);
analogWrite(pinIN4, 0);
}
}
}
}

```