



ETEC JORGE STREET

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DO CURSO TÉCNICO EM
MECATRÔNICA**

BotWheels

**Alice Mendes Lima
João Pedro Correia da Silva
Miguel Caldas da Silva
Nicolas de Moraes Paz
Rhian de Souza Nogueira**

Professor(es) Orientador(es):

Cristina Moura Ramos

Ivo Moreira de Castro Neto

São Caetano do Sul / SP

2024

BotWheels

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como pré-requisito para obtenção do Diploma de Técnico em Mecatrônica.

São Caetano do Sul / SP

2024

AGRADECIMENTOS

Dedicamos este trabalho a todos aqueles que, de alguma forma, acreditaram na realização deste projeto e compartilharam conosco momentos de dedicação e aprendizado.

A realização deste projeto não seria possível sem o apoio e a colaboração de pessoas especiais, que contribuíram de maneira significativa em cada etapa do processo.

Agradeço sinceramente ao Giovanni Mendes Lima, por sua valiosa ajuda no planejamento e no desenvolvimento da estrutura do projeto, cuja visão e orientação foram fundamentais para o avanço deste trabalho.

Meu reconhecimento vai também ao Paulo Marcelo de Oliveira Silva , pela assistência na escolha dos materiais e por sua expertise que garantiu a qualidade e a eficácia dos componentes utilizados.

Um agradecimento especial ao Leonardo Mariano da Silva, por sua generosidade e dedicação na fabricação e doação das peças, sem as quais este projeto não poderia ter se concretizado.

A todos, minha gratidão por tornarem este trabalho possível.

RESUMO

A capacidade humana de se locomover é uma das mais importantes. A perda desta capacidade causada por doenças, acidentes ou envelhecimento causa grande impacto na qualidade de vida e autonomia das pessoas. Embora existam legislações como a Lei Brasileira de Inclusão da pessoa com deficiência, a falta de infraestruturas em regiões onde o solo é irregular acaba se sobressaindo a lei. Adjunto do impacto físico que esses indivíduos sofrem, há também o aspecto psicológico, uma vez que enfrentar barreiras constantemente pode gerar sentimentos de exclusão e impotência. Esses solos irregulares muitas vezes acabam atrapalhando o fluxo de cadeira de rodas ou até mesmo não deixando a circulação dessas cadeiras de rodas convencionais. A proposta dessa monografia é apresentar uma proposta de projeto que consiga inibir os impactos de terrenos irregulares. O projeto gira em torno de uma cadeira de rodas com 3 rodas em cada lado junto de uma tração dianteira, e adjunto de uma esteira dentada

Palavras-chave: Cadeira, robótica, acessibilidade.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Cadeira croqui	14
Figura 2 – Base de madeira	15
Figura 3 – Parte de cima da base	15
Figura 4 – Base com os suportes	16
Figura 5 – Assento	17
Figura 6 – Eixo do motor	17
Figura 7 – Esteiras dentadas	18
Figura 8 – Rodas	19
Figura 9 – Código da programação	24
Figura 10 – Continuação do código da programação	25
Figura 11 – Foto da cadeira 1	28
Figura 12 – Foto da cadeira 2	29
Figura 13 – Foto da cadeira 3	29

Sumário

1 INTRODUÇÃO	8
2 METODOLOGIA	9
3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	9
4 PLANEJAMENTO DO PROJETO	10
4.1 Entradas e saídas	10
4.2 Diagrama em blocos	11
4.3 Pesquisa de tecnologias	11
4.4 Previsão de custos	12
4.5 Pesquisa de material	13
4.6 Previsão de custos mecânicos	12
5 DESENVOLVIMENTO DO PROJETO	13
5.1 Esteiras dentadas e rodas	17
5.2 Protótipo em escala real	19
5.2.1 Sensores	20
5.2.2 Microcontroladores	20
5.2.3 Motores	21
6 SETOR ELETRÔNICO	21
6.1 Arduino	22
6.2 Módulo bluetooth	24
6.3 Servo motor	25
6.4 Baterias	27
7 RESULTADOS OBTIDOS	28
8 CONCLUSÃO	29
9 REFERÊNCIAS	30

1 INTRODUÇÃO

No Brasil, uma parcela significativa da população com deficiência física enfrenta exclusão social. Como consequência, muitos deles acabam não frequentando a escola, o que impacta diretamente na sua entrada no mercado de trabalho e resulta em diversos prejuízos a longo prazo. Conjuntamente a essa problemática que nossa equipe, composta por cinco elementos, estabelece o desenvolvimento de um modelo de cadeira de rodas com escala menor, quando comparado ao tamanho real de uma cadeira de locomoção convencional

Todos aqueles que sofreram perda física ou então dos membros inferiores, e que possuem alguma limitação em relação a locomoção, infelizmente se tornam dependentes de algum meio para que possam se movimentar, sendo ele a cadeira de rodas. Porém existem outros dispositivos que se encaixam nesse exemplo de situação, como por exemplo as próteses que fazem a substituição de membros perdidos ou danificados, resultando em uma maior autonomia e mobilidade do indivíduo. Em paralelo é válido citar os exoesqueletos que tem como objetivo auxiliar na melhoria da mobilidade de indivíduos com deficiências neurológicas ou paralisias, resultando uma melhora no caminhar que irá percorrer

O objetivo do desenvolvimento do projeto é arquitetar um ideal de cadeira de rodas, que atenda o peso ideal para maior aproveitamento de torque no motor e fornecer uma experiência confortável para o portador

O motivo que mais se enquadra para a realização do projeto, é o desejo incessante de amparar indivíduos com complicações na mobilidade, visto que estes mesmos perdem oportunidade pela deficiência física.

Esse desempenho resulta em locomoções mais fluidas em terrenos irregulares, sucedendo-se a menos vibrações no dispositivo, uma vez que foram utilizados de estudo comprovando os impactos de vibrações em cadeirantes

2 METODOLOGIA

No decorrer do projeto será utilizado um cronograma como parte da metodologia, por questões de atender a requisitos de organização, organiza as atividades de forma lógica, considerando as que precisam ser executadas primeiro e as que devem ser executadas depois, visualização, comunicação, controle de tempo, identificação de riscos, controle de orçamento, e engajamento, visto que facilita a fluência do processo de conclusão do projeto

Outra metodologia utilizada foi a pesquisa bibliográfica qualitativa em sites acadêmicos, tal como artigos científicos que direcionam o foco mais preciso e mais útil para se obter informações que agregam ao projeto

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Para total compreensão relacionada ao projeto, deve-se voltar alguns anos na história para entender a importância da realização do projeto.

Datadas no século IV A.C, a qual descreve Hefesto - Deus do trabalho, dos artesãos, dos escultores e da metalurgia, sentado em uma cadeira

Com o passar dos anos, devido a necessidade e a crescente tecnológica, as cadeiras de rodas tiveram um avanço tanto na sua estrutura, mas também na sua funcionalidade.

Dessa forma, para que os indivíduos pudessem ter uma mobilidade maior, as cadeiras de rodas motorizadas foram desenvolvidas.

Essas tentativas da invenção da cadeira começaram em 1916, porém, sem ser em escala comercial. Seu inventor, George Klein, desenvolveu a primeira cadeira de rodas elétrica em 1953, enquanto trabalhava para o Conselho Nacional de Pesquisa do Canadá, em um programa que ajudava os veteranos feridos após a Segunda Guerra Mundial.

No Brasil, a primeira cadeira de rodas foi criada pela Freedom e lançada no mercado brasileiro. De início, um kit de motorização era adaptado em cadeira de rodas manuais para que realizassem o movimento por energia elétrica.

No último censo demográfico realizado pelo IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), 45 milhões de brasileiros sofrem com algum tipo de

deficiência física, número que como já vimos anteriormente vem aumentando cada vez mais, infelizmente.

Em todo o Brasil, apenas 4,7%, segundo o IBGE, das calçadas são acessíveis para pessoas com deficiência física. Em São Paulo, uma cidade que sempre foi sensível aos problemas de mobilidade urbana, apenas 9% das calçadas são acessíveis a essas pessoas, o que significa que 91% não o são.

Diante disso tudo, nosso projeto busca uma alternativa que acompanha o avanço tecnológico e também esses dados alarmantes que cada vez crescem mais, como é o caso da falta de acessibilidade das calçadas, uma cadeira de rodas robótica que tem como principal objetivo a acessibilidade em solos irregulares.

As cadeiras de rodas desempenham um papel fundamental na promoção da mobilidade e independência de pessoas com deficiências ou mobilidade reduzida.

Citando também que a população com deficiência no Brasil foi estimada em 19 milhões de pessoas de 2 anos ou mais, sendo dessa porcentagem 13 milhões com deficiência física. É perceptível que grande porcentagem da população sofre de deficiência física, ainda à meios para incluí-los na sociedade, mas há lacunas para ajustes e correções, sendo uma delas a implantação do projeto protótipo “BotWhells”.

Entender-se sobre VCI (Vibração de corpo inteiro) é importante para que haja consciência em realizar o protótipo em tamanho real, já que é forma mais ampla quando o profissional se encontra sentado, deitado ou em pé, é chamada de vibração de corpo inteiro. Feito isso, é preciso analisar se o valor da Aren — parâmetro representativo da exposição diária do usuário — obtido não ultrapassa 5 m/s^2 , ou seja, o limite permitido. O limite de exposição ocupacional do VCI da Aren é $1,1 \text{ m/s}^2$ e o valor da dose de vibração resultante (VDVR) é $21,0 \text{ m/s}^{1,75}$. Vale ressaltar, que os dois formatos de avaliação de vibração são baseados nas normas regulamentadoras NHO-09 e NHO-10.

4 PLANEJAMENTO DO PROJETO

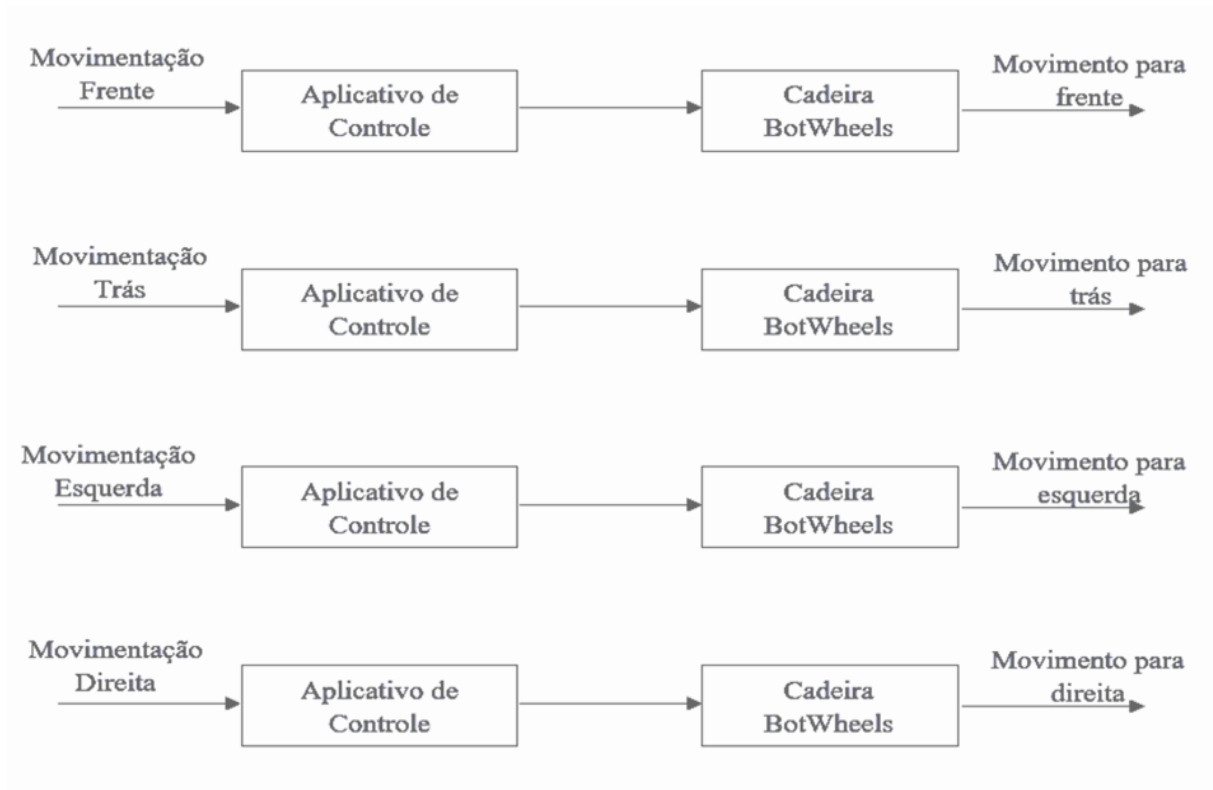
ID	Atividades	Responsáveis	Início	Término	Duração	Status	Progresso	Dias completos
Monografia								
1	Introdução	Miguel e Nicolas	15/ago	22/ago	7	Completo	100%	7
2	Revisão	Alice, João e Rhian	22/ago	05/set	14	Completo	100%	14
3	Desenvolvimento	Miguel, Nicolas e Rhian	15/ago	12/set	28	Completo	100%	28
4	Revisão	Alice, João e Rhian	12/set	26/set	14	Completo	100%	14
5	Análise mecânica	Alice, João e Rhian	27/ago	19/set	23	Completo	100%	23
6	Revisão	Miguel e Nicolas	19/set	26/set	7	Completo	100%	7
7	Pesquisa	Miguel e Nicolas	15/ago	05/set	21	Completo	100%	21
8	Revisão	Alice, João e Rhian	05/set	12/set	7	Completo	100%	7
9	Conclusão	Miguel e Nicolas	10/out	29/out	19	Completo	100%	19
10	Revisão	Alice, João e Rhian	29/out	31/out	2	Completo	100%	2
11	Resumo	Miguel e Nicolas	15/out	29/out	14	Completo	100%	14
12	Revisão	Alice, João, Miguel, Nicolas e Rhian	29/out	31/out	2	Completo	100%	2
Desenho Técnico								
13	Desenho do protótipo em escala real	Alice, João e Rhian	12/set	03/out	21	Completo	100%	21
14	Desenho das engrenagens	Alice, João e Rhian	29/ago	05/set	7	Completo	100%	7
15	Desenho da cadeira (inventor)	Alice, João e Rhian	17/ago	29/ago	12	Completo	100%	12
Materiais								
16	Definição	Alice e Rhian	15/ago	22/ago	7	Completo	100%	7
17	Motores	Alice	20/ago	21/ago	1	Completo	100%	1
18	Fabricação das peças 3D	Rhian	05/set	12/set	7	Completo	100%	7
19	Rodas e esteiras	Alice	13/ago	02/set	20	Completo	100%	20
20	Acrílico	Rhian	02/set	12/set	10	Completo	100%	10
21	Eixos	Alice	05/set	12/set	7	Completo	100%	7
Montagem								
22	Eletrônica	Alice	15/ago	27/ago	12	Completo	100%	12
23	Elétrica	Alice, João e Rhian	12/set	10/out	28	Completo	100%	28
24	Mecânica	Alice, João e Rhian	12/set	10/out	28	Completo	100%	28
25	Testes	Alice, João e Rhian	10/out	24/out	14	Completo	100%	14
Apresentação								
26	Slides	Alice	29/out	31/out	2	Completo	100%	2
27	Vídeo pitch	Alice, João e Rhian	05/nov	07/nov	2	Completo	100%	2
28	Teste gravado	João	17/out	22/out	5	Completo	100%	5

4.1 Entradas e saídas

Como entrada o protótipo portará um aplicativo (Arduino Bluetooth Control) de controle que enviará o sinal para o Arduino da cadeira por bluetooth

O módulo Bluetooth HC-05 é conectado ao Arduino para permitir que um smartphone ou tablet com Android controle remotamente o sistema permitindo mais conforto e mais facilidade na locomoção do usuário.

4.2 Diagrama em blocos



4.3 Pesquisa de tecnologias

Para a escolha de motor a melhor opção é analisada através da relação custo benefício x torque alto, onde a primazia destaca o servo motor contínuo 9g SG90s (360°), ele é uma variação dos servos normais, mas com uma característica fundamental: ele pode girar de forma contínua em qualquer direção, sem uma limitação específica de ângulo. Fazendo assim com que se diferencie dos servos comuns, que possuem uma rotação de apenas 180°.

E para complemento do motor será utilizado um Arduino Uno que é uma placa de microcontrolador baseada no chip ATmega328P, que permite a criação de projetos e dispositivos com controle programável.

4.4 Previsão de custos

Motor	R\$15,00
-------	----------

Arduino	R\$32,00
---------	----------

4.5 Pesquisa de material

Para uma melhor locomoção se faz necessário o uso de conjunto de esteiras e rodas revestidas de plástico, a cargo de facilitar o deslocamento da cadeira em terrenos irregulares e oferecer uma segurança maior.

Adjacente ao conjunto de esteiras e rodas, é preciso de uma base firme de madeira para que se adicionem as rodas, criando uma maior estabilidade para a distribuição de peso da cadeira, adjunto de uma peça de acrílico no centro para comportar componentes eletrônicos

Para a criação do assento, opta-se por criar um modelo no software Inventor, para que possa ter como material feito pela impressora 3d

4.6 Previsão de custos mecânicos

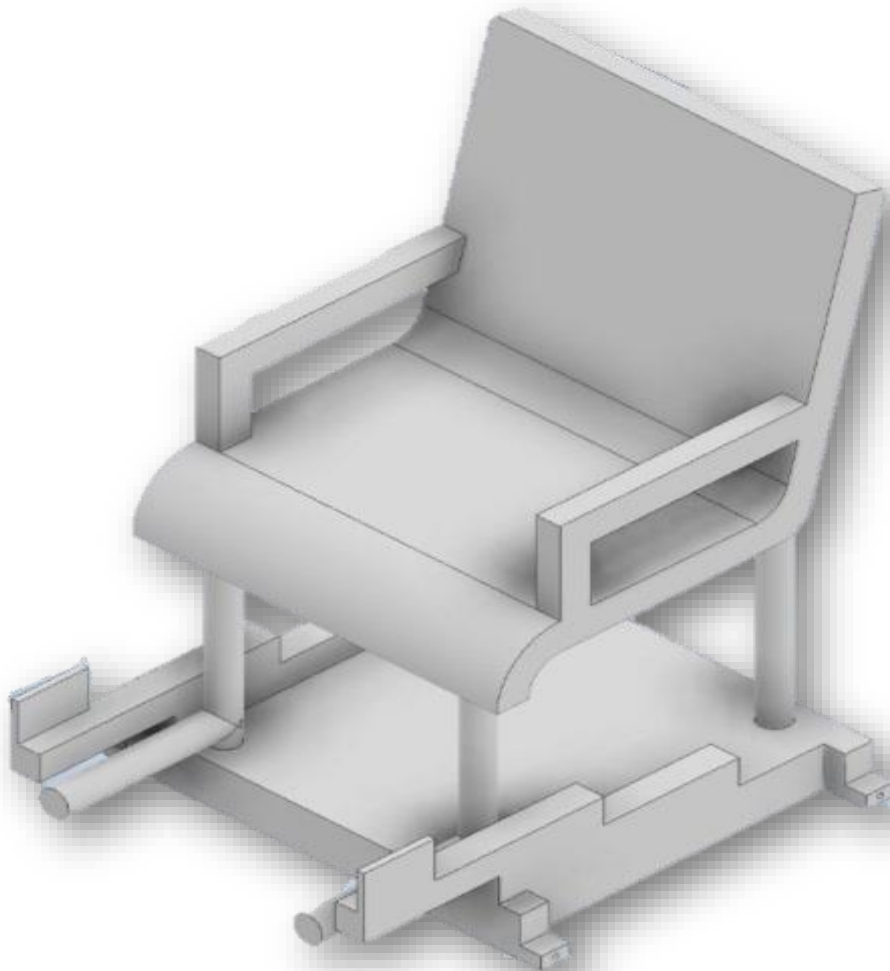
Conjunto esteiras e rodas	R\$110,21
Acrílico	R\$20,00
Madeira	R\$10,00
Material ABS	R\$40,00

5 DESENVOLVIMENTO DO PROJETO

Como parte do setor mecânico, o protótipo é composto por dois conjuntos de esteiras dentadas, 4 rodas fixas e 2 rodas motrizes, em que cada lado envolve um design que combina elementos de estabilidade e tração em terrenos variados. Este tipo de configuração é voltado para mobilidade em superfícies irregulares e uma maior aderência, beneficiando o usuário em áreas onde as rodas convencionais teriam dificuldades de locomoção.

O instrumento utilizado para a confecção do projeto foi o software Inventor que auxiliou na construção de croquis e na fabricação das peças com materiais de ABS a estrutura de uma mini cadeira de rodas com esteiras e rodas múltiplas precisa ser leve, porém robusta, para suportar tanto o sistema de tração quanto o peso do usuário. Materiais como ABS (acrilonitrilo-butadieno-estireno) e PLA (Ácido polilático) acerçado de uma base de madeira são ideais, pois proporcionam resistência e durabilidade sem comprometer a portabilidade. Conforme a Figura 1

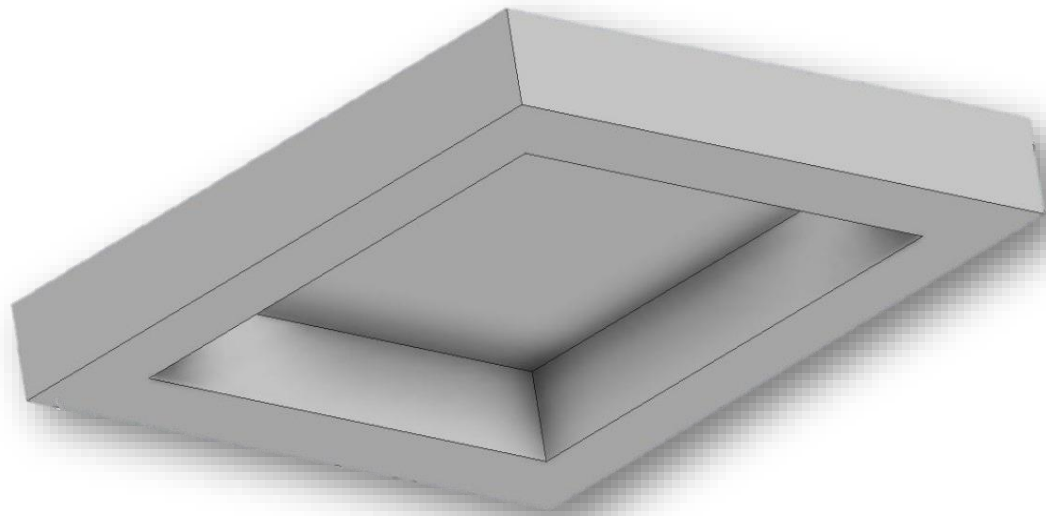
Figura 1 - Cadeira croqui



Fonte: autoria própria

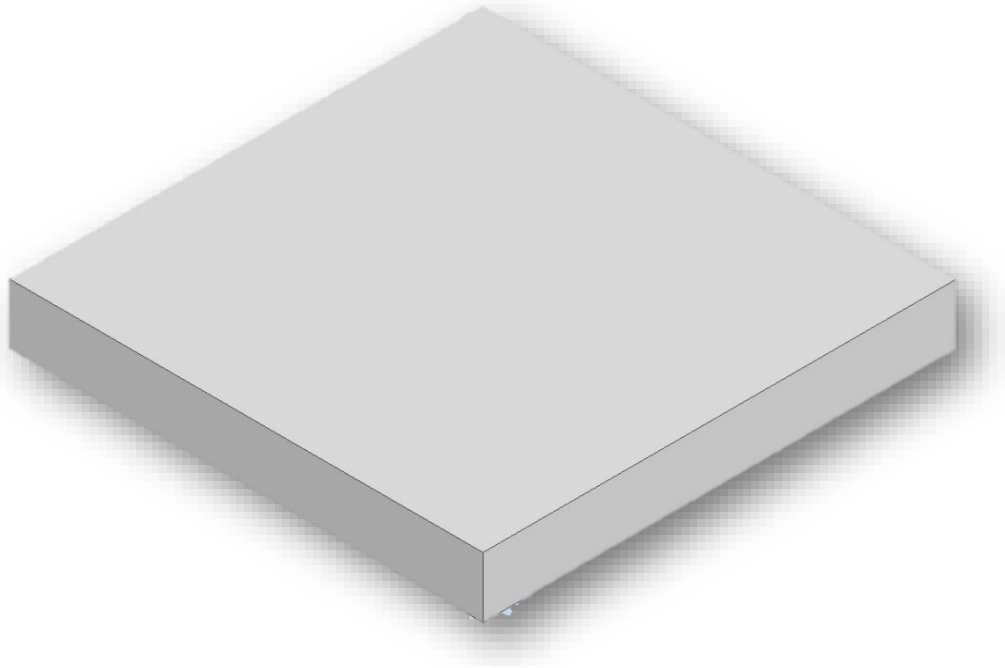
Observa-se na Figura 2 e Figura 3 uma estrutura 250mm x 250mm também serve como ponto de fixação para o sistema de rodas e esteiras, garantindo que todo o sistema esteja bem alinhado e estável.

Figura 2 - Base de madeira



Fonte: autoria própria

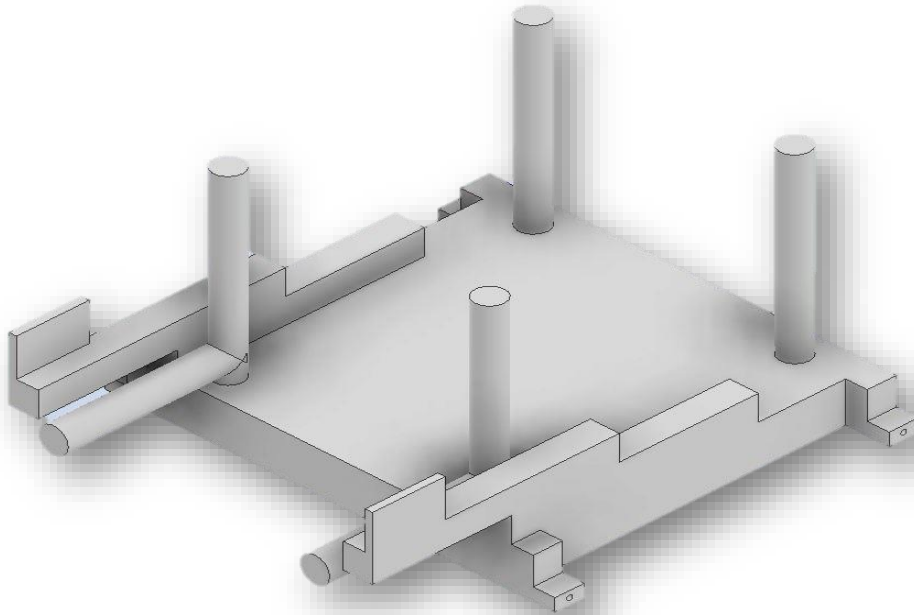
Figura 3 - Parte de cima da base



Fonte: autoria própria

Equipado a ele tem dois suportes que tem a finalidade de ser a base do motor, para segura-lo no lugar, impedindo que ele fique instável e consiga render o máximo de torque para deslocar a cadeira, conforme a Figura 4. Adjunto de uma chapa de metal em volta de cada motor permitindo a fixação da roda motriz sem incertezas na rotação da roda, uma vez que a roda motriz será a que receberá maior esforço

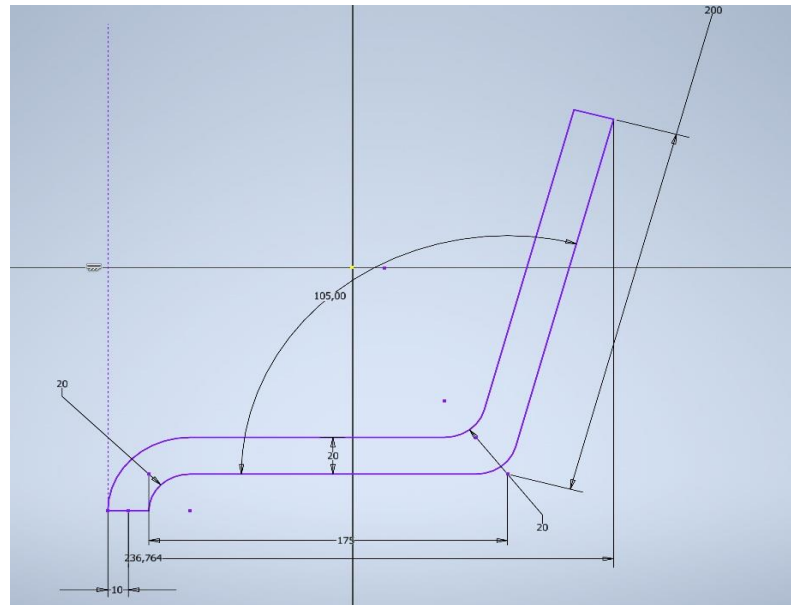
Figura 4 - Base com os suportes



Fonte: autoria própria

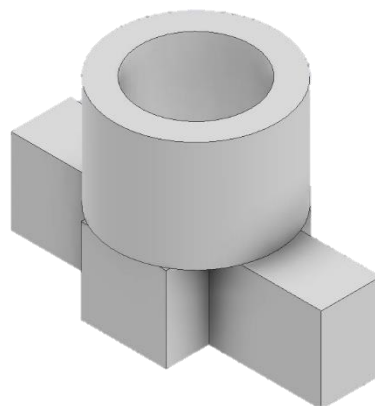
Para a construção do assento levou-se em conta as normas ABNT NBR 9050, para angulação do assento ficar em 105 graus em relação da parte das costas com a parte em que se coloca as pernas. Isso é colocado pois cada angulação modifica o conforto do seu portador, como mostra a figura 5

Figura 5 - Assento



Para a construção do eixo do motor, foi mais sensato projetar o eixo na impressora 3d, por ser mais simples e agregar com um peso ligeiramente leve, resultando em uma fixação simples, conforme a figura 6

Figura 6 - Eixo do motor



Fonte: autoria própria

5.1 Esteiras dentadas e rodas

As esteiras, são feitas de material de polímero resistente, cobrem as três rodas de cada lado, funcionando como um sistema de tração contínuo. Elas garantem que a cadeira se movimente suavemente em superfícies escorregadias, em terrenos inclinados.

As esteiras oferecem maior tração e estabilidade em superfícies irregulares. Elas distribuem o peso de maneira mais uniforme, evitando o atolamento em terrenos macios, como areia e neve, e proporcionando maior segurança ao transitar sobre superfícies acidentadas ou escorregadias. Conforme a Figura 7

Figura 7 - Esteiras dentadas



Uma cadeira de rodas motorizada com esteiras é capaz de superar obstáculos mais altos, como degraus e pequenas escadas, que seriam intransponíveis para modelos tradicionais com rodas. O uso de esteiras permite que o dispositivo suba obstáculos com um ângulo de abordagem maior, o que aumenta a autonomia do usuário em ambientes urbanos e naturais.

Devido à distribuição uniforme do peso e à absorção de impactos das esteiras, o conforto do usuário é ampliado, especialmente em terrenos acidentados. A cadeira se adapta melhor ao solo, proporcionando um passeio mais suave e menos desconfortável.

As esteiras tendem a ser mais duráveis do que as rodas convencionais em condições de uso exigentes. Elas podem resistir melhor ao desgaste causado por terrenos ásperos, aumentando a vida útil do projeto

Cada esteira envolve as três rodas do lado correspondente, no entanto a roda motriz que está localizada na frente da cadeira, será a única que irá rotacionar, como mostra a figura 8, garantindo um desempenho de tração constante e distribuída, o que aumenta a estabilidade e reduz o risco de atolamento em terrenos macios, como areia ou terra. As três rodas de cada lado servem como base para a esteira e ajudam na distribuição do peso ao longo do comprimento do sistema. A esteira foi projetada com medidas exatas, que proporcionam um sistema de esteiras mais ajustados impedindo que fiquem muito frouxas ou muito esticadas.

Figura 8 – Rodas



Fonte: Mercado livre

Para garantir que as três rodas acompanhem o formato do terreno e proporcionam uma movimentação uniforme, o protótipo oferece um sistema de suspensão simples, que permite com que as rodas absorvam irregularidades do terreno, proporcionando mais conforto.

5.2 Protótipo em escala real

Opta-se pelo modelo em escala menor, por conta da falta de recursos relacionados ao capital e também por ser um projeto em escala menor demanda menos tempo para a construção do projeto.

Porem se houver interesse por parte de outros indivíduos, existe uma forma de realizar o projeto em escala real, toma-se como base dois artigos importantes para a realização do projeto

Para escolha de materiais é importante ressaltar que a parte com as esteiras irá depender do tamanho que é as rodas originais da cadeira, porém o melhor material a ser construído a esteira dentada é o ferro fundido cinzento que é um material comum para esteiras, pois é econômico e pode ser usado em altas temperaturas, tem durabilidade, resistência mecânica, resistência contra corrosão e desgaste

5.2.1 Sensores

Para melhorar a segurança da cadeira recomenda-se o uso de sensores, para ser capaz de complementar a habilidade do individuo de manusear a cadeira. Em questão de segurança se faz necessário o uso de sensores de distância, sensores que captam irregularidades no solo. Esses sensores são chamados de sensores de fim de curso, como cita João Maurício Rosário

[...] são aplicadas para detectar o fim do movimento de uma junta robótica. Seu principio de funcionamento é muito simples: trata-se de uma chave eletromecânica convencional que opera somente em on\off e que apresenta duas formas gerais de operação, normalmente aberta (NA) e normalmente fechada (NF). (João Maurício Rosário, 2004, p.63)

Para captar irregularidades do solo se faz necessário o uso de sensores de distância infravermelho, onde a partir da reflexão de uma luz infravermelha emitida pelo sensor é capaz de medir a distância. Para o seu alto desempenho o sensor devera ser alocado apontando para o chão e quando captada uma distância maior do que a previamente configurada, ele enviará um sinal digital para o microcontrolador

5.2.2 Microcontroladores

Para melhor desempenho da cadeira e maior resposta a comandos, opta-se pela escolha de usar o Arduino, dentre as opções a que mais se encaixa é o modelo

Arduino Mega 256, baseado no microcontrolador ATmega2560 que como vantagem possui números de entradas e saídas digitais maior do que Arduinos comuns

5.2.3 Motores

Se faz necessário o uso de motores vidro elétrico, pois vem originalmente com uma boa quantidade de torque, e permite a conexão com o Arduino sem criar distúrbios em relação a corrente utilizada. Outra vantagem de utilizar motores de vidro elétrico, é a sua versatilidade em conseguir encaixar em engrenagens facilmente, acarretando um aumento de torque

6 SETOR ELETRÔNICO

O projeto eletrônico consiste na concepção inicial, levantamento de requisitos e alternativas, especificação de componentes, elaboração dos esquemáticos eletrônicos, elaboração do layout, prototipagem e montagem dos protótipos, realização de testes, verificação e validação.

6.1 Arduino

Arduino UNO é uma placa de microcontrolador baseada no ATmega328P . Ela tem 14 pinos de entrada/saída digitais (dos quais 6 podem ser usados como saídas PWM), 6 entradas analógicas, um ressonador cerâmico de 16 MHz, uma conexão USB, um conector de energia, um cabeçalho ICSP e um botão de reset. Ela contém tudo o que é necessário para dar suporte ao microcontrolador

Quadro	
Nome	Arduino UNO R3
SKU	A000066
Microcontrolador	
ATmega328P	

Conector USB	
USB-B	
Alfinetes	
Pino LED embutido	13
Pinos de E/S digitais	14
Pinos de entrada analógicos	6
Pinos PWM	6
Comunicação	
UART	Sim
I2C	Sim
SPI	Sim
Poder	
Tensão de E/S	5V
Tensão de entrada (nominal)	7-12V
Corrente DC por pino de E/S	20mA
Conector de alimentação	Tampão de barril
Velocidade do relógio	
Processador principal	ATmega328P 16 MHz
Processador USB-Serial	ATmega16U2 16 MHz
Memória	
ATmega328P	2 KB SRAM, 32 KB FLASH, 1 KB EEPROM
Dimensões	
Peso	25 g
Largura	53,4 milímetros
Comprimento	68,6 milímetros

6.2. Módulo bluetooth

O módulo bluetooth HC-05 foi o escolhido para agregar no quesito controle por smartphone, pois oferece uma forma fácil e barata de comunicação com seu projeto Arduino. Diferente do modelo HC-06, suporta tanto o modo mestre como escravo. Em sua placa existe um regulador de tensão e você poderá alimentar com

3.3 a 5v, bem como um LED que indica se o módulo está pareado com outro dispositivo. Possui alcance de até 10m

Deste modo, o protótipo de uma cadeira de rodas robótica controlada por celular é um projeto que abrange a integração de componentes eletrônicos e programação de forma a possibilitar a movimentação remota do dispositivo. O sistema se divide entre um Arduino como unidade central de processamento, o qual recebe comandos por meio de um módulo Bluetooth. Por sua vez, o módulo Bluetooth permite a comunicação entre a cadeira e um smartphone, o qual por meio de um aplicativo envia comandos para que a cadeira se locomova conforme deseje. A interface do Arduino com o Bluetooth é realizada por meio da conexão dos pinos RX e TX do módulo aos pinos de comunicação do Arduino, o que garante que os comandos recebidos sejam devidamente interpretados.

A programação propriamente dita é então desenvolvida para que o Arduino consiga interpretar determinados comandos enviados pelo celular, o que permitirá o controle dos motores responsáveis pelo movimento da cadeira. Conforme a Figura 6 e Figura 7

Figura 9 - Código da programação

```
1  #include <Servo.h>
2  Servo esquerda, direita;
3  const int p_esquerda = 6;
4  const int p_direita = 7;
5  void setup ()
6  {
7  esquerda.attach (6);
8  direita.attach (7);
9  pinMode (2, OUTPUT);
10 pinMode (3, OUTPUT);
11 pinMode (4, OUTPUT);
12 pinMode (5, OUTPUT);
13 Serial.begin(9600);
14 }
15 void loop ()
16 {
17     if (Serial.available ())
18     {
19         char comando = Serial.read();
20         switch (comando)
21         {
22             case '1':
23                 digitalWrite (3, HIGH);
24                 esquerda.write (180);
25                 direita.write (0);
26                 break;
27             case '2':
28                 digitalWrite (3, LOW);
29                 esquerda.write (90);
30                 direita.write (90);
31                 break;
32             case '3':
33                 digitalWrite (5, HIGH);
34                 esquerda.write (0);
35                 direita.write (180);
36                 break;
```

Fonte: autoria própria

Figura 10 - Continuação do código da programação

```
37     case '4':
38         digitalWrite (5, LOW);
39         esquerda.write (90);
40         direita.write (90);
41         break;
42     case '5':
43         digitalWrite (2, HIGH);
44         esquerda.write (0);
45         direita.write (0);
46         break;
47     case '6':
48         digitalWrite (2, LOW);
49         esquerda.write (90);
50         direita.write (90);
51         break;
52     case '7':
53         digitalWrite (4, HIGH);
54         esquerda.write (180);
55         direita.write (180);
56         break;
57     case '8':
58         digitalWrite (4, LOW);
59         esquerda.write (90);
60         direita.write (90);
61         break;
62     default:
63         break;
64 }
65 }
66 }
67 }
```

Fonte: autoria própria

6.3 Servo motor

Os servos motores são conhecidos por sua capacidade de oferecer controle preciso de posição, velocidade e torque adjunto de mais eficiência energética do que os outros tipos de motores, durabilidade e confiabilidade, com isso resultando em uma

economia significativa de eletricidade e uma vida útil maior do motor, reduzindo a necessidade de manutenção frequente e o tempo de inatividade

Para a escolha do motor, optamos por adotar o servo motor SG90, que se destaca no mercado pelo seu custo benefício e potência, é um servo que atende bem as necessidades do projeto, além da alta qualidade, ele auxilia na praticidade de manuseio, encaixe nas rodas e ligeiro peso

Neste protótipo, dois servos são utilizados para controlar as rodas, um para a roda esquerda e outro para a roda direita. Estes servos são conectados aos pinos digitais 6 e 7 do Arduino, e sua posição determina a direção e o sentido da movimentação.

O código de controle é programado em C++ utilizando a plataforma Arduino IDE, e faz uso da biblioteca Servo.h, que facilita o controle dos motores. No início do código, a biblioteca é incluída e os objetos Servo esquerda e Servo direita são declarados para representar os motores das duas rodas. No bloco setup(), os servos são associados aos pinos correspondentes (6 e 7) com o método attach(), e os pinos digitais 2, 3, 4 e 5 são configurados como saídas para servir de controle de indicadores, como LEDs que mostram o status operacional da cadeira.

A comunicação serial é iniciada com Serial.begin(9600), permitindo que o Arduino receba os dados do módulo Bluetooth a uma taxa de 9600 bits por segundo.

A lógica de funcionamento do código está concentrada no bloco loop(), que é executado repetidamente. Primeiramente, é verificado se há dados disponíveis na porta serial por meio da função Serial.available(). Se houver, o comando é lido com Serial.read() e armazenado em uma variável do tipo char.

Em seguida, uma estrutura switch é utilizada para interpretar o comando e executar as ações correspondentes. Por exemplo, quando o comando '1' é recebido, o Arduino ativa o pino 3 com digitalWrite(3, HIGH), move o servo da esquerda para a posição de 180 graus e o da direita para 0 graus, o que faz com que a cadeira avance para frente. Quando o comando '3' é recebido, o pino 5 é ativado, e os servos são movidos para posições invertidas (esquerda em 0 graus e direita em 180 graus),

fazendo com que a cadeira se mova para trás. No entanto, é importante destacar que os comandos relacionados às funções `digitalWrite()` com HIGH e LOW são opcionais e foram incluídos apenas para testes com LEDs. Eles podem ser usados para indicar visualmente o estado da cadeira, como se ela está em movimento ou parada, mas não afetam o funcionamento principal do protótipo. Portanto, esses blocos podem ser removidos da programação sem comprometer a funcionalidade básica de movimentação.

Outros comandos como '5' e '7' ativam giros, ajustando os ângulos dos servos para mover a cadeira em direções específicas, permitindo manobras. A posição central dos servos (90 graus) representa a neutralidade, em que a cadeira permanece parada. O código também inclui os comandos '2', '4', '6' e '8', que desativam os pinos de controle e retornam os servos à posição de 90 graus, parando a movimentação da cadeira.

A programação para o protótipo visa garantir que a resposta aos comandos seja imediata e eficiente, permitindo que a cadeira de rodas se mova conforme a vontade do usuário. Os pinos digitais são usados para controlar o estado de LEDs indicativos, que podem ser úteis para mostrar visualmente o estado de funcionamento, como movimento para frente, para trás, ou parada.

A escolha dos ângulos nos servos (0°, 90°, 180°) é crucial, pois determina o sentido e a intensidade do movimento. Movimentos como giros para a direita e esquerda são realizados mudando os ângulos dos servos de forma assimétrica.

No projeto, a parte elétrica deve ser bem dimensionada para assegurar que os servos e o Arduino recebam uma alimentação estável, por isso é adotado 3 suportes com encaixe de 4 pilhas para cada um deles, garantindo uma velocidade melhor desenvolvida.

6.4 Baterias

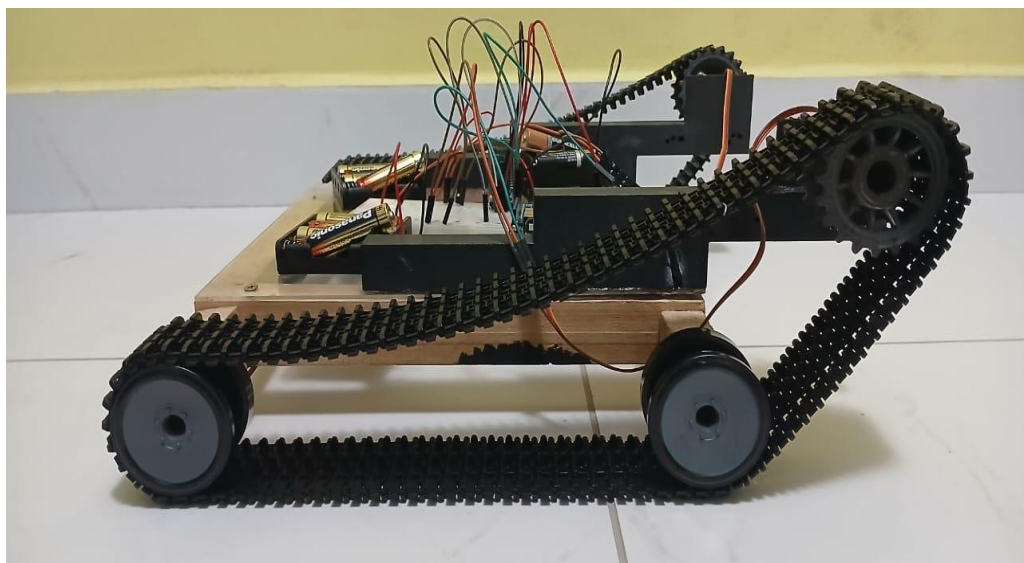
A energia pode ser fornecida por baterias recarregáveis de 1,5V cada, levando em consideração que a corrente necessária para os servos deve ser suficiente para

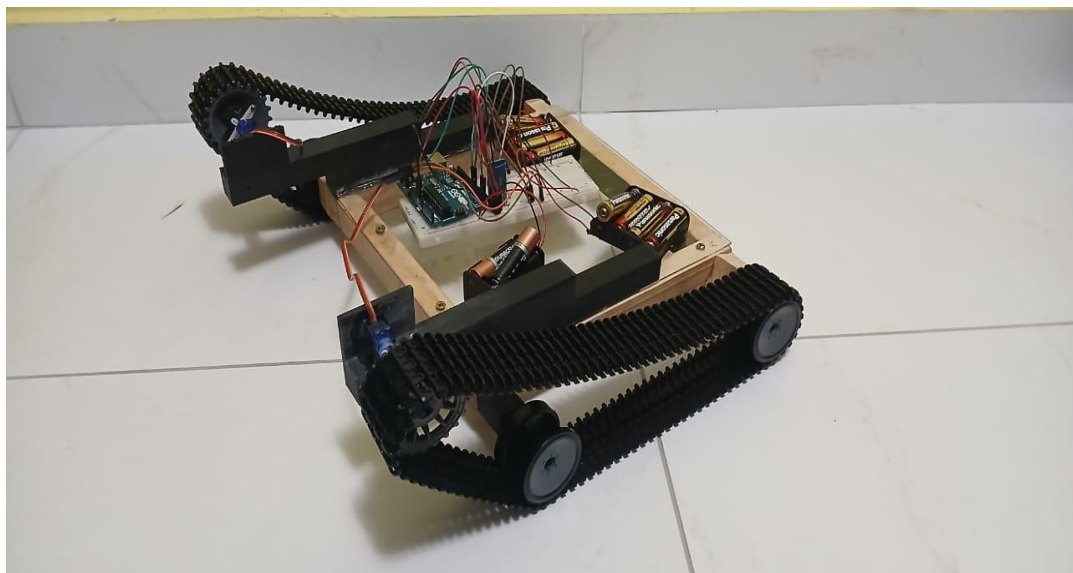
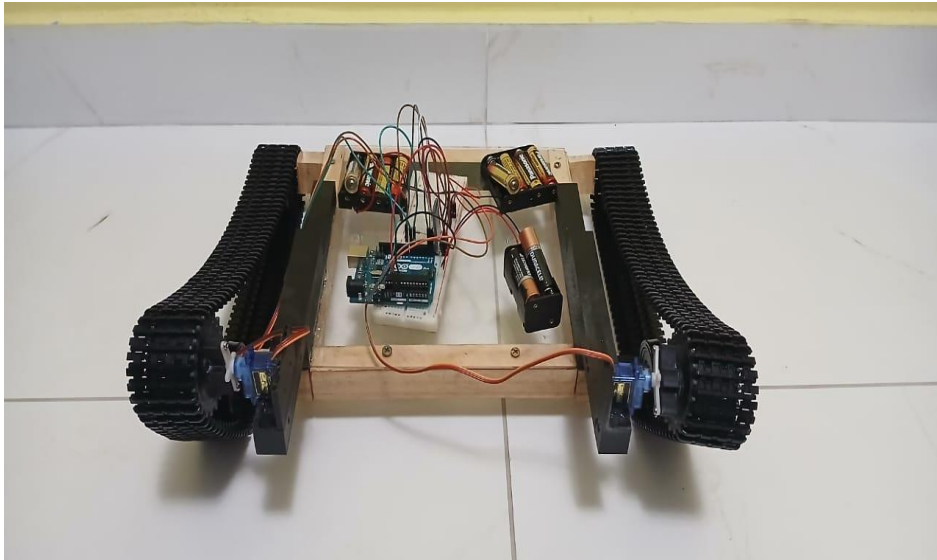
mover a cadeira sem sobrecarga. É essencial que a tensão de saída da bateria seja compatível com os servos e o microcontrolador, para evitar danos. Por fim, a integração de todos esses componentes cria um sistema funcional que permite ao usuário controlar remotamente uma cadeira de rodas, aumentando a acessibilidade e a autonomia de movimentação. Este projeto pode ser expandido com a adição de sensores de segurança ou módulos adicionais para aprimorar a experiência do usuário e garantir maior precisão nos movimentos.

7 RESULTADOS OBTIDOS

Por conseguinte, conclui-se que a cadeira consegue se deslocar para todos os lados com velocidade constante e obtém total controle em solos irregulares, porém se faz necessário ter mais estudos aprofundados e mais recursos para definir uma melhora na questão dos eixos estarem mais alinhados, o que possibilita uma maior estabilidade para o usuário.

Conclui-se que além do mais é possível projetar e construir uma cadeira de rodas com esteiras dentadas, desde que tenha total consciência de que o projeto em escala real será mais prolongado e mais caro do que em escala menor





8 CONCLUSÃO

Projetar e construir essa cadeira de rodas nos possibilitou enxergar mais do que é possível ver como complicações nas regiões onde o solo irregular prevalece, e permitiu que resolvêssemos nossas diferenças pessoais em grupo

Permitiu que pudéssemos aprimorar nossas habilidades relacionadas a área de mecânica e eletrônica para que conseguíssemos concluir o projeto

É importante que tenha debates sobre acessibilidade, pois a cada debate surgem novas ideias que possam corroborar com o desenvolvimento social, fazendo com que mais e mais indivíduos tenham mais acesso a acessibilidade tornando uma sociedade com mais equidade

9 REFERÊNCIAS

ROSÁRIO, João Maurício. Princípios de mecatrônica. São Paulo: Ed. PEARSON, 2004

AMADEU, Nascimento Júnior. Robotização de uma cadeira de rodas motorizada: arquitetura, modelos, controle e aplicações. Campinas

GLOBO (São Paulo) (ed.). **42% das prefeituras do Brasil não têm acesso para deficientes, afirma IBGE**: Quase a metade dos prédios não tem nenhum item de acessibilidade. Equipe treinada e piso tátil são estruturas menos presentes nas prefeituras.. São Paulo, 2012. Disponível em: <https://g1.globo.com/brasil/noticia/2012/11/42-das-prefeituras-do-brasil-nao-tem-acesso-para-deficientes-afirma-ibge.html#:~:text=Itens%20de%20acessibilidade,-Para%20tabular%20as&text=Ao%20todo%2C%20s%C3%A3o%202.150%20cidades,31%2C7%25%20do%20total>. Acesso em: 15 nov. 2024.

MINISTÉRIO DOS DIREITOS HUMANOS E DA CIDADANIA (São Paulo). Globo (ed.). **Brasil tem 18,6 milhões de pessoas com deficiência, indica pesquisa divulgada pelo IBGE e MDHC**: Pesquisa divulgou dados inéditos sobre as condições de vida das pessoas com deficiência no Brasil. [S. l.], 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/mdh/pt-br/assuntos/noticias/2023/julho/brasil-tem-18-6-milhoes-de-pessoas-com-deficiencia-indica-pesquisa-divulgada-pelo-ibge-e-mdhc>. Acesso em: 15 nov. 2024.