



GOVERNO DO ESTADO  
**SÃO PAULO**

## AUTOMATIC CHIP SWEEPER (ACS)



GOVERNO DO ESTADO  
**SÃO PAULO**

## **ETEC PREFEITO ALBERTO FERES**

### **AUTOMATIC CHIP SWEEPER (ACS)**

#### **AUTORES:**

MAILA SILVA DE ARAUJO; DIOGO FERREIRA DA SILVA; JOÃO PEDRO  
BATISTA; MARIA ALICE DINARDI DE SOUZA; MATHEUS ROBERTO ARANTES  
DE JESUS

#### **ORIENTADOR:**

ADALBERTO ZECHIN



**GOVERNO DO ESTADO  
SÃO PAULO**

**Etec PREFEITO ALBERTO FERES**

**AUTOMATIC CHIP SWEEPER (ACS)**

**AUTORES:**

**MAILA SILVA DE ARAUJO; DIOGO FERREIRA DA SILVA; JOÃO PEDRO  
BATISTA; MARIA ALICE DINARDI DE SOUZA; MATHEUS ROBERTO ARANTES  
DE JESUS**

**Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado ao Curso Técnico em  
Mecatrônica, da E.T.E.C Prefeito Alberto  
Feres, como parte integrante dos  
requisitos para formação em Mecatrônica.**

**ARARAS, 04 / 2024**



GOVERNO DO ESTADO  
**SÃO PAULO**

## DEDICATÓRIA

Dedicamos este trabalho primeiramente a escola E.T.E.C Prefeito Alberto Feres que nos propôs este trabalho para intermédio do certificado de conclusão de curso, aos nossos colegas de classe e amigos e aos nossos próximos, pois a ideia deste trabalho é melhorar a experiência dos alunos nas oficinas.



GOVERNO DO ESTADO  
**SÃO PAULO**

## **AGRACEDIMENTOS**

Agradecemos a todos os professores técnicos aos quais nos deram apoio e nos passaram conhecimentos específicos para realizarmos este trabalho de conclusão de curso que verá agora. Professor e orientador Adalberto Zechin nos assistindo na parte da pesquisa e em cada passo do nosso projeto.



GOVERNO DO ESTADO  
**SÃO PAULO**

“Nossa tecnologia passou a frente de nosso entendimento, e a nossa inteligência desenvolveu-se mais do que a nossa sabedoria.”

**(Roger Revelle)**

## RESUMO

A presente pesquisa visa a criação de um protótipo de robô aspirador projetado para otimizar o processo de limpeza em laboratórios técnicos da área de mecânica, onde a acumulação de resíduos como cavacos das peças frequentemente compromete o tempo de aula. O problema identificado é que a limpeza manual após as aulas causa atrasos e transtornos para os alunos que precisam preparar-se para outras atividades acadêmicas ou compromissos externos. Assim, propõe-se o desenvolvimento de um robô aspirador com funcionalidade adaptada às necessidades específicas desses ambientes, garantindo eficiência, economia de tempo e uma limpeza automática.

O desenvolvimento do protótipo envolve a programação do micro controlador Arduino UNO em C/C++ e a montagem dos componentes eletrônicos e mecânicos. A montagem elétrica inclui a conexão de um interruptor à ventoinha, Arduino e Driver Motor Ponte-H L298N, alimentados por uma bateria de 12V. A integração dos motores DC com o Driver permite o controle da rotação e velocidade. O sistema de sensores segue a linha para navegação, com os sensores conectados ao Arduino para processamento dos dados. A estrutura física do protótipo é uma placa de MDF com motores, rodas, ventoinha e sensores posicionados estrategicamente para otimizar o funcionamento. O Robô não apresenta conexões elétricas externas, pois sua alimentação ocorre através de uma bateria.

**Palavras-chave:** Robô Aspirador, Laboratório Técnico, Arduino, Otimização de Tempo, Limpeza Automática, Protótipo.

## ABSTRACT

This research aims to create a prototype of a vacuum robot designed to optimize the cleaning process in technical laboratories in the mechanical field, where the accumulation of debris such as metal shavings often compromises class time. The identified problem is that manual cleaning after classes causes delays and inconveniences for students who need to prepare for other academic activities or external commitments. Thus, the development of a vacuum robot is proposed, with functionality adapted to the specific needs of these environments, ensuring efficiency, time savings, and automatic cleaning.

The prototype development involves programming the Arduino UNO microcontroller in C/C++ and assembling the electronic and mechanical components. The electrical assembly includes connecting a switch to the fan, Arduino, and H-Bridge Motor Driver L298N, powered by a 12V battery. The integration of DC motors with the driver allows for the control of rotation and speed. The sensor system uses line-following sensors for navigation, with the sensors connected to the Arduino for data processing. The physical structure of the prototype is on a MDF board with motors, wheels, fan, and sensors strategically positioned to optimize functionality. The robot has no external electrical connections, as it is powered by a battery.

**Keywords: Vacuum Robot, Technical Laboratory, Arduino, Time Optimization, Automatic Cleaning, Prototype.**

## LISTA DE FIGURAS

|  |    |
|--|----|
| Figura 1: Primeiro robô industrial: UNIMATE, 1967..... | 14 |
| Figura 2: Elektro, primeiro robô humanoide, 1937.....  | 17 |
| Figura 3: o Electrolux Trilobite, 2001.....            | 19 |
| Figura 4: Roomba, iRobot, 2002.....                    | 20 |
| Figura 5: Placa Arduino UNO R3.....                    | 22 |
| Figura 6: Cabo USB.....                                | 22 |
| Figura 7: Cantoneira Metálica.....                     | 23 |
| Figura 8: Jumper macho-macho.....                      | 23 |
| Figura 9: Conector de bateria 12 volts.....            | 24 |
| Figura 10: Kit de Resistores.....                      | 24 |
| Figura 11: Bateria 12 volts.....                       | 25 |
| Figura 12: Ventoinha Cooler 90x90x25 12v 0,20ª.....    | 25 |
| Figura 13: Sensor seguidor de linha .....              | 26 |
| Figura 14: Roda giratória 50mm.....                    | 26 |
| Figura 15: Roda + motor de 3 a 6 volts.....            | 27 |
| Figura 16: Madeira MDF redonda, 30 x 30.....           | 28 |
| Figura 17: Garrafas PET.....                           | 29 |
| Figura 18: Driver Motor Ponte H – L298N.....           | 29 |
| Figura 19: Jumper Macho-Fêmea.....                     | 30 |
| Figura 20: Montagem – Interruptor.....                 | 31 |
| Figura 21: Montagem – Driver motor.....                | 31 |
| Figura 22: Montagem – Arduino, Sensor e Driver.....    | 32 |
| Figura 23: Montagem – Arduino e Sensores.....          | 32 |
| Figura 24: Fluxograma – Programação.....               | 35 |
| Figura 25: Modelo do protótipo em 3D.....              | 36 |
| Figura 26: Nova ventoinha.....                         | 37 |
| Figura 27: Extensão elétrica.....                      | 38 |
| Figura 28: Suporte de motor.....                       | 39 |
| Figura 29: Eletroimã – Plano B.....                    | 39 |

**Etec**  
Pref. Alberto Feres  
Araras

**CPS**  
Centro  
Paula Souza



GOVERNO DO ESTADO  
**SÃO PAULO**

## SUMARIO

|          |   |           |
|----------|---|-----------|
| <b>1</b> | <b>INTRODUÇÃO.....</b>                      | <b>10</b> |
| <b>2</b> | <b>OBJETIVOS.....</b>                       | <b>10</b> |
| 2.1      | OBJETIVOS GERAIS.....                       | 10        |
| 2.2      | OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....                 | 10        |
| <b>3</b> | <b>JUSTIFICATIVA .....</b>                  | <b>11</b> |
| <b>4</b> | <b>REVISÃO LITERÁRIA.....</b>               | <b>12</b> |
| 4.1      | FUNCIONAMENTO DOS ROBÔS, DE MODO GERAL..... | 13        |
| 4.2      | ROBÓTICA INDUSTRIAL .....                   | 14        |
| 4.2.1    | Categorias dos Robôs Industriais.....       | 16        |
| 4.3      | ROBÓTICA HUMANOIDE.....                     | 17        |
| 4.3.1    | Características.....                        | 18        |
| 4.4      | ROBÔS DOMÉSTICOS.....                       | 19        |
| 4.4.1    | O Electrolux Trilobite.....                 | 19        |
| 4.4.2    | Funcionamento dos Robôs Aspiradores: .....  | 20        |
| <b>5</b> | <b>MATERIAS E MÉTODOS.....</b>              | <b>21</b> |
| 5.1      | MATERIAIS .....                             | 21        |
| 5.2      | MÉTODOS .....                               | 30        |
| 5.2.1    | Desenvolvimento do protótipo .....          | 30        |
| 5.2.2    | Elaboração do programa:.....                | 33        |
| 5.2.3    | Montagem do sistema na carcaça: .....       | 36        |
| 5.2.4    | Montagem da carcaça: .....                  | 37        |
| <b>6</b> | <b>RESULTADOS E DISCUSSÕES .....</b>        | <b>37</b> |
| <b>7</b> | <b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>            | <b>41</b> |
|          | <b>REFERÊNCIAS BIBLOGRAFICAS .....</b>      | <b>42</b> |

## **1 INTRODUÇÃO**

Na instituição de ensino, os laboratórios dedicados às áreas de mecânica, eletrônica digital, robótica e elétrica são utilizados para a realização de aulas técnicas, sob a supervisão dos professores responsáveis. Entretanto, observou-se um problema recorrente especificamente no laboratório de mecânica: após a realização das atividades práticas, o ambiente permanece frequentemente com resíduos de peças espalhados pelo chão, bancadas, fresas e tornos. Cabe aos estudantes a tarefa de limpar o espaço ao término das aulas.

Embora o aprendizado de limpeza manual seja considerado positivo, esse processo se torna inconveniente quando os alunos precisam se preparar para provas ou possuem outros compromissos, o que resulta em uma limpeza inadequada ou, em alguns casos, na omissão dessa responsabilidade. Esse comportamento prejudica as turmas subsequentes, que perdem tempo de aula para concluir a limpeza deixada por outros grupos. O desenvolvimento de uma solução automatizada visa otimizar esse processo de manutenção dos laboratórios.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 OBJETIVOS GERAIS**

Este trabalho tem como objetivo o desenvolvimento de um protótipo de robô aspirador, com funcionalidade e aplicações semelhantes aos já existentes no mercado, porém voltado especificamente para aplicações de aulas práticas em cenários de foco em mecânica e suas ramificações. Tudo isso desenvolvido com um melhor custo benefício.

### **2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

Para atingimento do objetivo geral são necessários o cumprimento dos objetivos específicos descritos a seguir:

- Estudar o funcionamento dos robôs aspiradores existentes no mercado;

- Utilizar o modelo em ambiente escolar - laboratórios de área técnica, assim economizando espaço, tempo e esforço na limpeza;
- Gerar um modelo que possa seguir uma rotina personalizada, que consiga trabalhar em horários e dias exclusivos;
- O Modelo irá manusear os materiais removidos da peça durante o processo de Usinagem - cavaco, assim, mantendo as pessoas afastadas das consequências do manejo deste material;
- Produzir um robô de fácil funcionamento e entendimento, que possa ser manipulado por pessoas ignorantes perante o assunto apresentado;
- Gerar uma limpeza mais eficiente do ambiente, tendo em vista que o robô conseguirá executar suas funções em espaços de difícil acesso;
- Otimizar o tempo perdido pelos alunos durante o horário de troca de aula e de saída da unidade escolar;
- Elaborar os circuitos eletrônicos responsáveis pelo sensoramento, controle, acionamento e alimentação do protótipo;
- Implementar o projeto anteriormente definido, apresentando o seu funcionamento prático.

### **3 JUSTIFICATIVA**

Ao final das aulas técnicas na oficina, vemos que há a necessidade do professor interromper a aula para que os alunos possam ter tempo para a limpeza da oficina, esse tempo pode se estimar de 5 a 10 minutos de limpeza. Ao analisar o tempo que os alunos usam para a limpeza todas as aulas até o final do ano, seria um número

de 8 aulas perdidas, ou seja, muito tempo que poderia ser dedicado às aulas acaba sendo desperdiçado.

## 4 REVISÃO LITERÁRIA

Desde os primórdios de sua origem, o ser humano sempre se utilizou de ferramentas e utensílios que o auxiliaram na realização de diversas atividades cotidianas relacionadas às suas necessidades de sobrevivência. A evolução humana está diretamente associada ao grau de desenvolvimento tecnológico adquirido ao longo do tempo, através do aperfeiçoamento destes objetos.

Com esse pensamento em mente, um conceito parecido foi escrito por Aristóteles (séc. IV a.C.): “se os instrumentos pudessem realizar suas próprias tarefas, obedecendo ou antecipando o desejo de pessoas . . .”

Como avanço rápido da tecnologia na sociedade moderna, especialmente na área da robótica, que, como o próprio nome indica, é a ciência dedicada ao estudo dos robôs. O termo "robô" deriva da palavra checa "robota", que significa trabalho forçado ou servidão, e foi utilizado pela primeira vez em 1921 pelo escritor checo Karel Čapek, em uma peça teatral intitulada "R.U.R - Rossum's Universal Robots", cujo livro foi publicado no Brasil pela editora Hedra com o título "A Fábrica de Robôs"

A robótica é um campo multidisciplinar que se encontra na interseção da ciência, engenharia e tecnologia, dedicado ao design, construção, operação e uso de robôs. Essa área busca criar sistemas que possam agir de forma autônoma ou semiautônoma, executando tarefas com precisão e eficiência, muitas vezes além das capacidades humanas.

Atualmente, pode-se definir robôs como sistemas integrados desenvolvidos por seres humanos, compostos por sensores, manipuladores, sistemas de controle, fonte de energia e software, capazes de realizar tarefas a partir de comandos de dados. Seus principais objetivos incluem a execução de tarefas com alto grau de complexidade e/ou que requerem alta precisão, bem como a facilitação de certas atividades na sociedade, como, por exemplo, tarefas que demandam movimentos repetitivos, que devem ser realizadas em ambientes insalubres e/ou que apresentam riscos à saúde ou integridade física humana.

Pazos (2002) classifica os robôs em três categorias distintas, conforme sua utilidade: máquinas-ferramenta, exploradores e manipuladores. Robôs do tipo máquina-ferramenta são projetados para executar tarefas que alteram uma matéria-prima, como é o caso dos robôs de solda. Robôs exploradores têm o objetivo de explorar um ambiente e revelar suas características físicas, utilizando sensores, como os robôs enviados a Marte. Já os robôs manipuladores são destinados ao deslocamento de objetos, como os braços mecânicos.

Além dessas categorias, podem-se citar ainda a robótica industrial, a robótica humanoide e robótica doméstica.

#### **4.1 FUNCIONAMENTO DOS ROBÔS, DE MODO GERAL**

**Sensores:** Uma das características fundamentais para que uma máquina seja classificada como robô é sua capacidade de percepção sensorial dentro do ambiente em que opera. Essas habilidades sensoriais frequentemente imitam os próprios sentidos humanos, como sensores de cor e luminosidade (visão), sensores de pressão (tato), sensores de gás (olfato) e sensores de som (audição), entre outros. Como dispositivos de entrada, os sensores são responsáveis por ditar as ações subsequentes do robô com base nas informações recebidas. Portanto, os sensores desempenham um papel crucial na funcionalidade e autonomia dos robôs, pois fornecem os dados necessários para que o robô tome decisões informadas sobre suas ações.

**Softwares:** Para que um robô determine a ação de seus manipuladores com base nas informações recebidas pelos sensores, é necessário passar por um processo de tomada de decisão realizado pelo software. O robô, em essência, é apenas uma máquina atuadora; no entanto, ele se diferencia de uma máquina comum pelo fato de operar de forma autônoma, sem a necessidade de ser guiado manualmente por um humano. Essa autonomia é alcançada através da programação. Programar um robô envolve escrever, testar e manter um programa de computador que dita as ações da máquina. Essas instruções, escritas em diversas linguagens de programação como Java, C, C++, Python, C#, Java Script, Visual Basic .NET, R, PHP e MATLAB, permitem que o robô execute tarefas de maneira automática e precisa.

**Manipuladores:** Depois de processar as informações de entrada fornecidas pelos sensores e de tomar decisões através do software, o robô precisa executar

ações concretas, o que é feito por meio de seus manipuladores. Os manipuladores são componentes responsáveis por implementar fisicamente os comandos do programa de software. Existem vários tipos de manipuladores, sendo os mais comuns aqueles que se movimentam ou se deslocam de um lugar para outro, ou que movem partes específicas para manipular objetos. Esses movimentos podem ser realizados através de rodas, esteiras rolantes, pernas locomotoras ou propulsores. Os manipuladores permitem que o robô interaja com seu ambiente de maneira prática, executando tarefas como transporte de objetos, montagem de peças ou movimentação em um espaço determinado.

## **4.2 ROBÓTICA INDUSTRIAL**

O avanço tecnológico das últimas décadas teve reflexo direto na organização das indústrias, as quais buscam minimizar seus custos industriais através da adoção de diversos modelos de produção. Neste contexto, destacam-se a automação programável, relativa à fabricação em série de pequenos e médios lotes de produtos, e a automação flexível, referida à fabricação de lotes variáveis de produtos diversos.

Os robôs industriais têm sido muito utilizados nos processos de automação programável e flexível, pois são essencialmente máquinas capazes de realizar os mais diversos movimentos programados, adaptando-se às necessidades operacionais de determinadas tarefas e empregando garras e/ou ferramentas oportunamente selecionadas.

Pode-se dizer que o americano George Charles Devol, muitas vezes chamado de pai da robótica, que inventou o primeiro robô industrial, chamado de o Unimate. Em 1961, o primeiro robô industrial foi instalado em uma montadora de automóveis em Nova Jersey, nos EUA. Ele erguia peças aquecidas de metal e as empilhava.

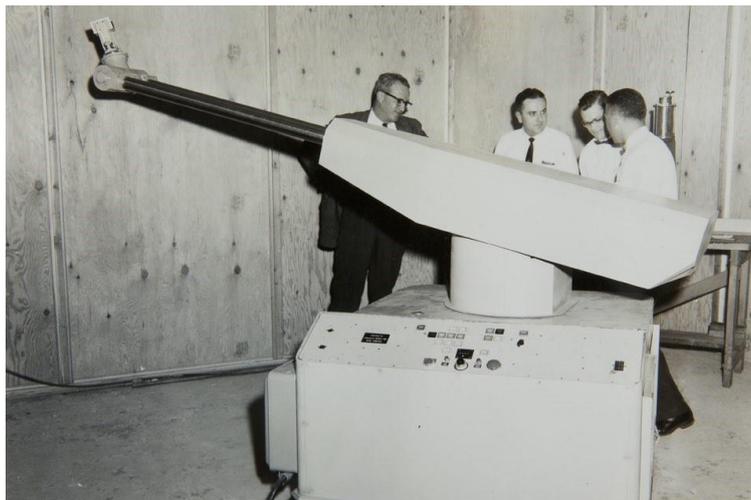


Figura 1: Primeiro robô industrial: UNIMATE, 1967.

No entanto, apesar de ser uma invenção do século XX, a idealização dos robôs veio bem antes, existindo relatos históricos bem mais antigos, como por exemplo, de um cachorro mecânico de brinquedo encontrado no Egito, datado de 2000 A.C, o que indica a construção de autômatos (máquina ou robô que se opera de maneira automática) já naquela época. (AYRES, 2007. UOL TECNOLOGIA).

A base tecnológica para os atuais robôs industriais foi desenvolvida a partir de pesquisas iniciadas logo após a Segunda Grande Guerra Mundial, quando foi construído um equipamento denominado tele operador "master-slave" empregado em atividades de manipulação de materiais radioativos. O sistema era formado de um manipulador "master", movido diretamente por um operador humano responsável pelas sequências de movimentos desejados, e um manipulador "slave" capaz de reproduzir os movimentos realizados remotamente pelo "master". Os vínculos entre os manipuladores "master" e "slave" eram realizados através de sistemas de transmissão mecânicos.

O uso de robôs industriais em empresas está diretamente associado aos objetivos da produção automatizada, a qual visa (BOUTEILLE at al., 1997):

- Reduzir custos dos produtos fabricados, através de: diminuição do número de pessoas envolvidas na produção, aumento da quantidade de produtos em um dado período (produtividade), melhor utilização de matéria-prima (redução de perdas, otimização do aproveitamento), economia de energia e etc.;

- Melhorar as condições de trabalho do ser humano, por meio da eliminação de atividades perigosas ou insalubres de seu contato direto;
- Melhorar a qualidade do produto, através do controle mais racional dos parâmetros de produção;
- Realizar atividades impossíveis de serem controladas manualmente ou intelectualmente, como por exemplo, a montagem de peças em miniatura, a coordenação de movimentos complexos e atividades muito rápidas (deslocamento de materiais).

#### **4.2.1 Categorias dos Robôs Industriais**

Robôs articulados são atualmente os mais utilizados nas indústrias. Possuem um desenho similar a um braço humano; o braço é conectado à base com uma junta de torção que possibilita o giro do robô. O número de juntas rotativas que conectam os elos do braço pode variar de duas juntas a dez juntas e cada articulação fornece um grau adicional de liberdade, justamente por isso, aumentam o alcance e as possibilidades de aplicação.

Robôs cartesianos também são chamados de robôs retilíneos ou de gantry e possuem uma configuração retangular. Esses tipos de robôs industriais possuem três juntas prismáticas com o objetivo de fornecer o movimento linear deslizando em seus três eixos perpendiculares (X, Y e Z). Eles também podem ter um deslocamento combinado para permitir o movimento de rotação.

Robôs SCARA são semelhantes aos robôs cartesianos, pois se movem em 3 eixos e também têm movimento rotativo. Eles se destacam em movimentos laterais e geralmente são mais rápidos e com integração facilitada em relação aos robôs cartesianos. Normalmente, os robôs SCARA são utilizados em processos de montagem e paletização, bem como aplicação bio-med.

Robôs cilíndricos têm uma junta rotativa na base e uma junta prismática para conectar os links. Estes robôs possuem um envelope de trabalho de forma cilíndrica, que se consegue com um eixo giratório e um braço extensível que se move em um movimento vertical e deslizante.

Robôs Delta (também chamados de robôs paralelos), possuem três braços conectados a uma única base, que é montada acima da área de trabalho. Eles

funcionam em forma de cúpula e podem se mover com delicadeza e precisão em altas velocidades devido a cada junta ser controlada diretamente por todos os três braços.

Robôs polares, ou robôs esféricos, têm um braço com duas juntas rotativas e uma junta linear conectada a uma base com uma junta de torção. Os eixos formam um sistema de coordenadas polares e criam um envelope de trabalho em formato esférico. Sua aplicação ocorre em processos de fundição sob pressão.

Robôs colaborativos, também conhecidos como cobots, são robôs com seis eixos cujas principais características são a segurança na operação sem células de segurança, baixo peso, boa capacidade de carga, flexibilidade nas operações em linhas de produção e utilização complementar a outras formas de automação em fábrica.

### 4.3 ROBÓTICA HUMANOIDE

Robô humanoide é um tipo de robô projetado para se assemelhar e agir de acordo com os movimentos do corpo humano. Assim, é criada uma máquina que possa interagir de maneira mais intuitiva com o ambiente humano, realizando tarefas de maneira semelhante (ou o mais próximo possível) ao que uma pessoa faz.

Elektro foi primeiro robô humanoide; criado em 1937 pela Westinghouse Electric Corporation, em Ohio. A máquina contava com um vocabulário de 700 palavras, transmitidas por meio de um toca-discos instalado em seu corpo. Sua estrutura era toda feita de aço e alumínio e possuía motores elétricos para realização de seus movimentos. Além disso, Elektro conseguia andar por comando de voz, mover sua cabeça e braços.



Figura 2: Elektro, primeiro robô humanoide, 1937.

O desenvolvimento da microeletrônica foi crucial para o avanço dos robôs humanoides. A Honda iniciou sua pesquisa em 1986 com o objetivo de desenvolver um robô autônomo capaz de caminhar sobre duas pernas. Esta pesquisa envolveu uma análise detalhada dos movimentos humanos para entender os princípios fundamentais da locomoção, que é complexa e requer um sistema avançado de sensores para garantir a estabilidade dinâmica do robô.

O primeiro protótipo da Honda, o E0, conseguia caminhar lentamente em linha reta, mas era necessários cerca de cinco segundos entre cada passo. Através de uma série de protótipos, incluindo os modelos E1, E2 e E3 desenvolvidos entre 1987 e 1991, a Honda conseguiu aprimorar a velocidade e a estabilidade da caminhada do robô. O E3, por exemplo, era capaz de andar de forma mais natural e percorrer até 3 km em uma hora.

Em 1996, a Honda apresentou o P2, um protótipo avançado que podia andar em pisos lisos e subir escadas. Este foi um grande avanço em relação aos modelos anteriores, resultando em robôs mais autônomos e funcionalmente avançados, culminando na criação do ASIMO, apresentado em 2000, que incorporava tecnologias sofisticadas de controle de movimento e interação com humanos.

#### **4.3.1 Características**

**Forma humana:** A estrutura física desses robôs inteligentes segue a estrutura do corpo humano: cabeça, tronco, braços e pernas, com a complexidade de detalhes de acordo com a necessidade;

**Mobilidade:** Os robôs humanoides são capazes de se locomover de maneira semelhante aos seres humanos, seja andando correndo ou realizando outras formas de movimento;

**Sensores e percepção:** esse robô possui sensores, câmeras e outros dispositivos para que sejam capazes de perceber o ambiente ao redor. Isso permite que essas máquinas reajam a estímulos e interajam;

**Inteligência Artificial (IA):** O “cérebro” do robô humanoide é geralmente um sistema de Inteligência Artificial que permite aprendizado, tomada de decisões e

adaptação ao ambiente. Esses sistemas são programados de acordo com a necessidade e o objetivo do robô.

#### **4.4 ROBÔS DOMÉSTICOS**

Durante a introdução dessa monografia, já ficou claro que a origem dos robôs aspiradores é bem mais antiga do que as pessoas costumam imaginar, mais especificamente entre as décadas de 1960 e 1970, período em que os avanços em eletrônica e computação permitiram a criação de protótipos experimentais. No entanto, sua popularização e comercialização é relativamente recente, tendo início nos anos 2000.

Por serem menores e mais leves do que os aspiradores de pó convencionais, os robôs aspiradores aperfeiçoaram muito a área da limpeza. Eles entram debaixo de camas, sofás, armários e similares com uma facilidade muito grande, portanto, limpar locais apertados e de difícil acesso deixa de ser uma tarefa complicada.

O primeiro robô desenvolvido especificamente para realizar tarefas domésticas foi o Electrolux Trilobite, lançado em 2001. Ele foi o primeiro robô aspirador de pó comercialmente disponível. No entanto, o robô aspirador de pó mais popular e amplamente conhecido é o Roomba, da empresa iRobot, lançado em 2002. Esses robôs foram pioneiros na automação de tarefas domésticas, abrindo caminho para o desenvolvimento de uma variedade de outros dispositivos robóticos para uso doméstico.

##### **4.4.1 O Electrolux Trilobite**

No século XXI a Electrolux introduziu duas invenções revolucionárias no segmento de aspiradores de pó, abordando duas tendências do novo milênio: limpeza automática para pessoas com pouco tempo disponível e limpeza rápida sem fio para resultados eficientes. Em 2001, o aspirador robô Trilobite foi lançado.

O Trilobite tinha um peso de cerca de 2 kg, um diâmetro de 35 cm e uma altura de 13 cm. Ele apresenta uma série de rodízios, além das rodas de tração. O robô tem um tempo de operação de cerca de uma hora entre recargas. O robô usa uma

abordagem semiestruturada para percorrer os cômodos. Ele vem com um circuito de recarga que permite uma operação prolongada por horas.



Figura 3: o Electrolux Trilobite, 2001.



Figura 4: Roomba, iRobot, 2002.

#### 4.4.2 Funcionamento dos Robôs Aspiradores:

O funcionamento dos robôs aspiradores costuma seguir o mesmo padrão, operando de maneira autônoma, utilizando uma combinação de sensores, algoritmos de navegação e sistemas de limpeza avançados para manter os pisos limpos.

Eles são equipados com sensores de proximidade e obstáculos, que detectam paredes, móveis e outros objetos no ambiente, evitando colisões. Além disso,

possuem sensores de queda que identificam bordas e escadas, prevenindo quedas acidentais.

Para detectar áreas mais sujas, esses robôs contam com sensores de pó que direcionam o aparelho para locais que necessitam de uma limpeza mais intensa. O sistema de limpeza dos robôs aspiradores inclui escovas laterais que varrem a sujeira das bordas e cantos para a área central, onde as escovas principais, geralmente duas, giram em direções opostas para levantar e capturar a sujeira e os detritos. Um motor de sucção aspira a sujeira e os detritos para dentro de um recipiente de coleta.

Os robôs aspiradores utilizam algoritmos de navegação baseados nos dados coletados pelos sensores para mapear o ambiente e planejar rotas de limpeza eficientes.

A bateria recarregável alimenta o robô durante a operação, proporcionando uma autonomia de 60 a 120 minutos. Quando a bateria está baixa ou a limpeza está concluída, o robô retorna automaticamente à base de carregamento para recarregar. Os robôs aspiradores também oferecem recursos de programação de limpeza, permitindo que o usuário defina horários específicos para iniciar a limpeza. Muitos modelos modernos podem ser controlados através de aplicativos móveis, permitindo iniciar, pausar, programar e monitorar a limpeza remotamente, podendo inclusive definir áreas de acesso proibido por meio de barreiras virtuais, como fitas magnéticas ou dispositivos de barreira virtual.

## **5 MATERIAS E MÉTODOS**

Nesta seção serão apresentados a metodologia e equipamentos utilizados para o desenvolvimento efetivo do robô aspirador.

### **5.1 MATERIAIS**

Para a confecção e montagem do protótipo, será necessária a utilização desses materiais listados e representados a seguir:

Placa Arduino UNO R3, trata-se de uma plataforma open source ou hardware para prototipagem eletrônica, projetada com um micro controlador Atmel AVR com suporte para entrada/saída dados já embutidos, com linguagem de programação

padrão baseado no em C/C++; é usada para desenvolver circuitos eletrônicos de forma simples, transmitindo dados de programação.



Figura 5: Placa Arduino UNO R3, FONTE: Eletrogate.

Cabo USB, trata-se de um equipamento usado para ligar os dispositivos periféricos - Tipo-C, oferecendo uma transferência de dados eficiente e segura.



Figura 6: Cabo USB, FONTE: <https://www.robocore.net/cabo/cabo-usb-micro-b>.

Cantoneira Metálica, serão necessárias quatro unidades, trata-se de um equipamento para fixação de móveis. Suas dimensões são 50x40 mm. Será usado

para fixar os motores DC, juntamente com suas rodas, na parte traseira do projeto. Impossibilitando a ocorrência de qualquer erro na parte física da locomotiva do projeto.



Figura 7: Cantoneira Metálica, FONTE: Ferragem Murillo .

Jumper Macho-Macho, incluído em KIT, trata-se de um material indispensável para efetuar as conexões entre componentes eletrônicos. Estes cabos são um condutor curto usado para fechar, abrir ou desviar parte de um circuito eletrônico. Eles normalmente são usados para instalar ou configurar placas de circuito.



Figura 8: Jumper Macho-Macho, FONTE: Eletrogate.

Conector de bateria 12 volts, trata-se de um componente usado para fazer a conexão entre a bateria de 12 volts e os dispositivos ou circuitos que ela alimenta. Esses conectores são essenciais para garantir uma conexão segura e eficiente entre a fonte de energia (a bateria) e os componentes elétricos.



Figura 9: Conector de bateria 12 volts, FONTE: <https://www.amazon.com.br>.

Resistores, incluído em KIT, trata-se de vários resistores de diferentes tensões. Tratam-se de componentes eletrônicos passivos que limitam a quantidade de corrente elétrica que pode fluir em um circuito. São fundamentais em eletrônica e circuitos elétricos devido à sua capacidade de controlar o fluxo de corrente e ajustar tensões.



Figura 10: Kit de Resistores, FONTE: <https://www.casadarobotica.com>.

Bateria 12 volts, trata-se de um tipo de bateria elétrica que fornece uma tensão de 12 volts. Ela é amplamente utilizada em uma variedade de aplicações, desde veículos automotivos até sistemas de energia solar e equipamentos de emergência. Proporciona uma fonte confiável de energia para uma ampla gama de dispositivos e sistemas. Será utilizada para alimentação de todo o protótipo.



Figura 11: Bateria 12 volts, FONTE: Unipower.

Ventoinha 12 volts, trata-se de uma ventoinha Cooler 90x90x25 90mm 9cm 12v 0,20<sup>a</sup>. É um dispositivo que movimenta o ar para criar uma corrente de ar e, assim, promover ventilação e resfriamento, além, de sucção. Ela é amplamente usada em diversas aplicações. Nesse projeto será utilizada com o objetivo é capturar os resíduos (cavacos) do laboratório de mecânica, através da sucção.



Figura 12: Ventoinha Cooler 90x90x25 12v 0,20<sup>a</sup>, FONTE: <https://produto.mercadolivre.com.br>.

Sensor seguidor de linha, trata-se de um componente amplamente utilizado em robótica e automação para permitir que um robô ou outro dispositivo siga uma linha ou caminho específico no chão. Ele permite que sistemas e dispositivos automatizados realizem tarefas com base na detecção e interpretação de linhas no ambiente através da presença e a ausência de uma linha ou caminho específico, geralmente de cor contrastante, no chão.

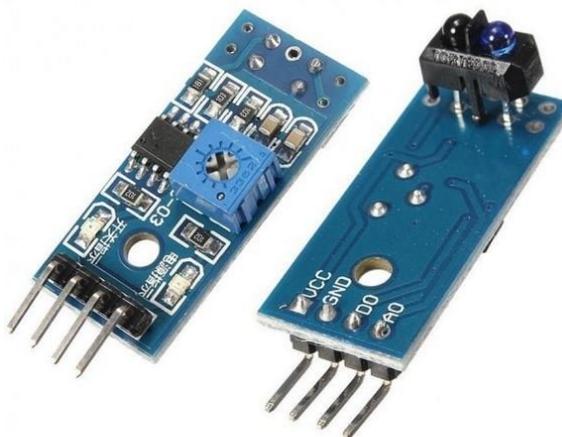


Figura 13: Sensor seguidor de linha, FONTE: <https://www.huinfinito.com.br>.

Roda giratória 50mm, trata-se de um dispositivo projetado para girar em torno de um eixo, permitindo movimento rotacional. É amplamente utilizada em várias aplicações, desde veículos e robôs até móveis e equipamentos industriais.



Figura 14: Roda giratória 50mm, FONTE: Schioppa

Roda fixa com motor de 3 a 6 volts, serão necessárias 2 unidades, trata-se de uma roda fixa com textura de borracha e um motor de 3 a 6 volts com eixo. É um sistema integrado onde uma roda é acionada por um motor, permitindo que o dispositivo ao qual estão conectados se mova.



Figura 15: Roda + motor de 3 a 6 volts, FONTE:

<https://www.casadarobotica.com>.

Madeira MDF de forma redonda 30 cm x 30 cm, com 3 mm de largura, uma unidade. Trata-se de um painel de fibras de madeira de média densidade, produzido a partir da combinação de fibras de madeira e resinas sintéticas; possuindo uma superfície lisa. Será essencial para montagem da carcaça do protótipo. A mesma será usada como superfície para acomodar os demais materiais.



Figura 16: Madeira MDF redonda, 30 x 30, FONTE:

<https://www.fabricadomdf.com.br/placa-de-mdf-cru-redondo-30x30>.

Garrafa PET - de vários tamanhos, trata-se é um tipo de resina termoplástica da família dos poliésteres. Ele é muito utilizado como fibra sintética, matéria-prima de embalagens, e resina para engenharia. O PET é 100% reciclável, podendo ser transformado em outras garrafas, tecidos e etc. por se tratar de um material de fácil manuseio, reciclável e podendo ser encontrado em qualquer lugar, sua presença no trabalho só traz benefícios. Será utilizada para a construção das paredes laterais da circunferência (Madeira MDF), com o objetivo de proteger os materiais acoplados na madeira. Além disso, será igualmente usada para a construção das vassouras recicláveis localizadas na parte de baixo do protótipo.



Figura 17: Garrafas PET, FONTE: PreformaPet.

Driver Motor Ponte H – L298N, trata-se de um componente utilizado para controlar motores DC e motores de passo. Ele permite que você controle a direção e a velocidade dos motores; a corrente flua em ambas as direções através do motor, o que é essencial para inverter a direção de rotação, permitindo que você faça movimentações mais complexas em robôs ou outros projetos eletrônicos.



Figura 18: Driver Motor Ponte H – L298N, FONTE: FILIPEFLOP.

Jumper Macho-Fêmea, trata-se de um componente eletrônico usado para fazer conexões temporárias em circuitos. Ele consiste em um fio com conectores em ambas as extremidades: um conector macho (com pinos) em uma extremidade e um conector fêmea (com receptáculos) na outra.



Figura 19: Jumper Macho-Fêmea; FONTE: Eletrogate.

## 5.2 METODOS

### 5.2.1 Desenvolvimento do protótipo

Para garantir o funcionamento correto do protótipo, seu desenvolvimento consistirá na elaboração da programação do micro controlador, que no caso do Arduino UNO deve ocorrer em linguagem C ou C++, e na montagem dos componentes, que é dívida na montagem do circuito e na montagem da carcaça.

A montagem do circuito foi iniciada pela parte exclusivamente elétrica do circuito. – Com o objetivo de gastar bateria apenas quando tivermos a intenção de utilizar o protótipo – a ventoinha, o Arduino e o Driver motor Ponte – H L298N foram conectados a um interruptor simples. E o interruptor foi ligado a bateria 12V.

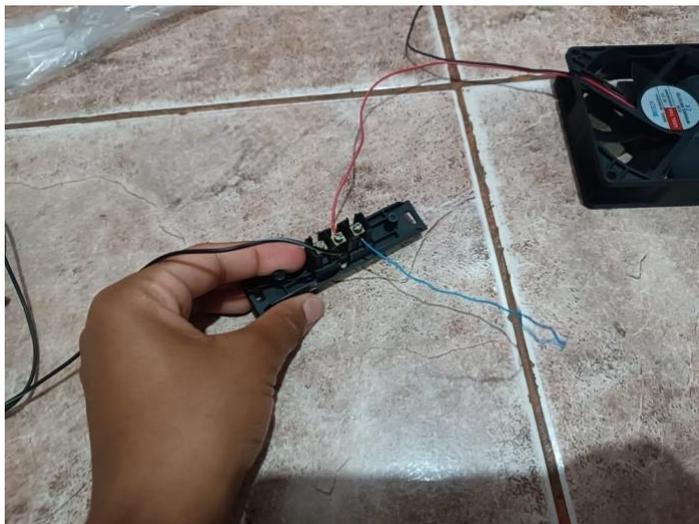


Figura 20: Montagem – Interruptor.

Logo em seguida foi iniciada a montagem do Driver motor Ponte – H L298N e suas ligações com os dois motores DC, assim, um motor fica conectado com o lado direito do Driver, enquanto o outro fica ligado do lado esquerdo – dessa forma o Driver pode controlar os sentidos e a velocidade de suas rotações.

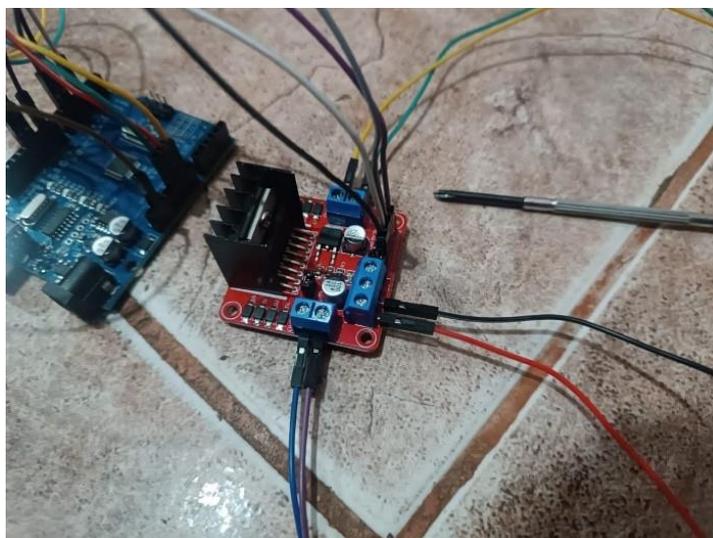


Figura 21: Montagem – Driver motor.

Após isso o Módulo Ponte H é conectado por meio de 4 cabos (representando os sentidos horário e anti-horário de rotação dos dois motores) ao Arduino – assim o Arduino pode dispor do controle, enviando o Código programado ao Driver

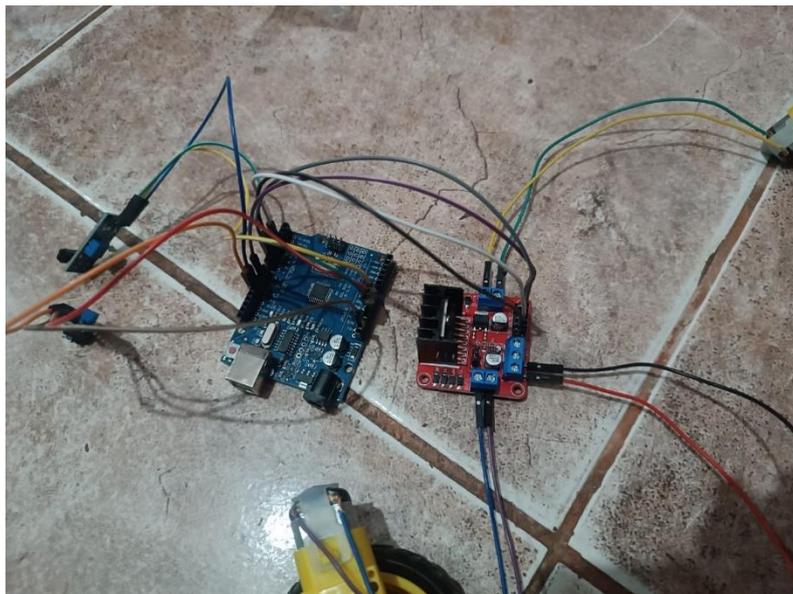


Figura 22: Montagem – Arduino, Sensor e Drive.

Após isso foi iniciada a montagem do Arduino. A primeira parte consiste na ligação e funcionamento do Sensor seguidor de linha: os pinos de energia – VCC e GND – do Sensor seguidor de linha são conectados respectivamente aos 5V e GND do Arduino, dessa forma o Arduino fornece energia diretamente ao módulo Sensor; o pino D0 do Sensor – conhecido como pino de informação – é conectado à porta X do Arduino, é por onde o Sensor receberá o código programado no Arduino. Pino analógico (A0) não será utilizado pois não há necessidade de saber o valor da luminosidade para o projeto.

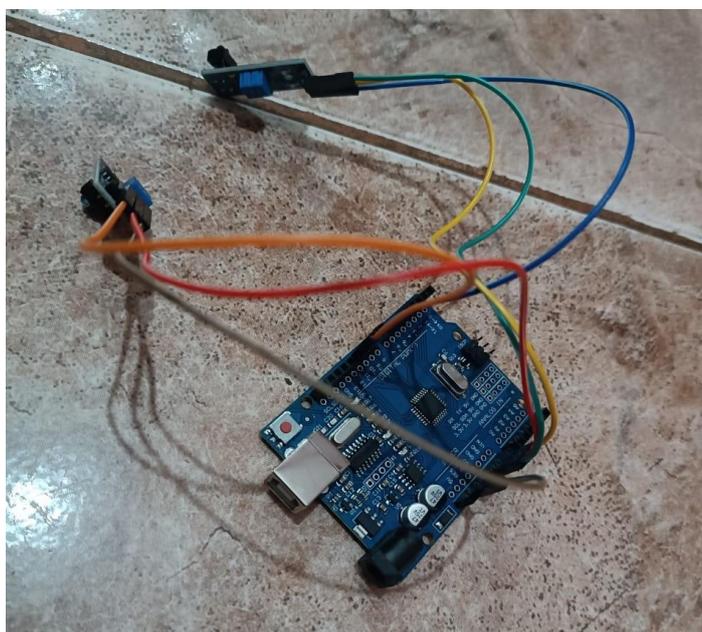


Figura 23: Montagem – Arduino e Sensores.

### 5.2.2 Elaboração do programa:

O programa integrado ao Arduino Uno, garante o funcionamento de todo o protótipo. Sendo ele o que dá as instruções e informações necessárias para que o robô funcione da maneira esperada. A programação deste protótipo foi feita a partir de pesquisas, tanto de artigos da internet como por vídeos de construção de robô. Sendo assim, o software foi feito a partir da união destes conhecimentos.

A Código utilizado foi feito pela linguagem de programação C - a linguagem de programação mais utilizada para programação de Arduino; sendo uma linguagem muito conhecida -

O objetivo principal do código é implementar a Eliminação de Gauss (ou Eliminação Gaussiana) para resolver sistemas de equações lineares, fatorando a matriz original A em duas matrizes: uma matriz triangular inferior L e uma matriz triangular superior U. Deste modo o robô seguirá o caminho de acordo com a linha escura – que será colocada no chão com o objetivo de guia-lo – que impede a reflexão da luz do sensor, assim, o robô pode calcular trajetórias ideais para seguir a linha.

A seguir o programa utilizado no protótipo:

```
#define pinSensorD 11
#define pinSensorE 12

#define pinMotorE1 3
#define pinMotorE2 5
#define pinMotorD1 6
#define pinMotorD2 9

#define velocidade 70

void setup() {
  // put your setup code here, to run once:
  pinMode(pinSensorD, INPUT);
```

```
pinMode(pinSensorE, INPUT);

pinMode(pinMotorD1, OUTPUT);
pinMode(pinMotorD2, OUTPUT);
pinMode(pinMotorE1, OUTPUT);
pinMode(pinMotorE2, OUTPUT);
}

void loop() {
  // put your main code here, to run repeatedly:
  bool estadoD = !digitalRead(pinSensorD);
  bool estadoE = !digitalRead(pinSensorE);

  if (estadoD && estadoE) {
    digitalWrite(pinMotorD2, LOW);
    analogWrite(pinMotorD1, velocidade);
    digitalWrite(pinMotorE1, LOW);
    analogWrite(pinMotorE2, velocidade);
  }

  if (!estadoD && !estadoE) {
    digitalWrite(pinMotorD1, LOW);
    digitalWrite(pinMotorD2, LOW);
    digitalWrite(pinMotorE1, LOW);
    digitalWrite(pinMotorE2, LOW);
  }

  if (!estadoD && estadoE) {
    digitalWrite(pinMotorE1, LOW);
    analogWrite(pinMotorE2, velocidade);
    digitalWrite(pinMotorD1, LOW);
    analogWrite(pinMotorD2, velocidade);
  }
}
```

```

if (estadoD && !estadoE) {
  digitalWrite(pinMotorD2, LOW);
  analogWrite(pinMotorD1, velocidade);
  digitalWrite(pinMotorE2, LOW);
  analogWrite(pinMotorE1, velocidade);
}
}

```

Para melhor visualização do funcionamento da programação, a seguir um fluxograma – uma representação gráfica que possui o objetivo de ilustrar um processo, sistema ou fluxo de trabalho:

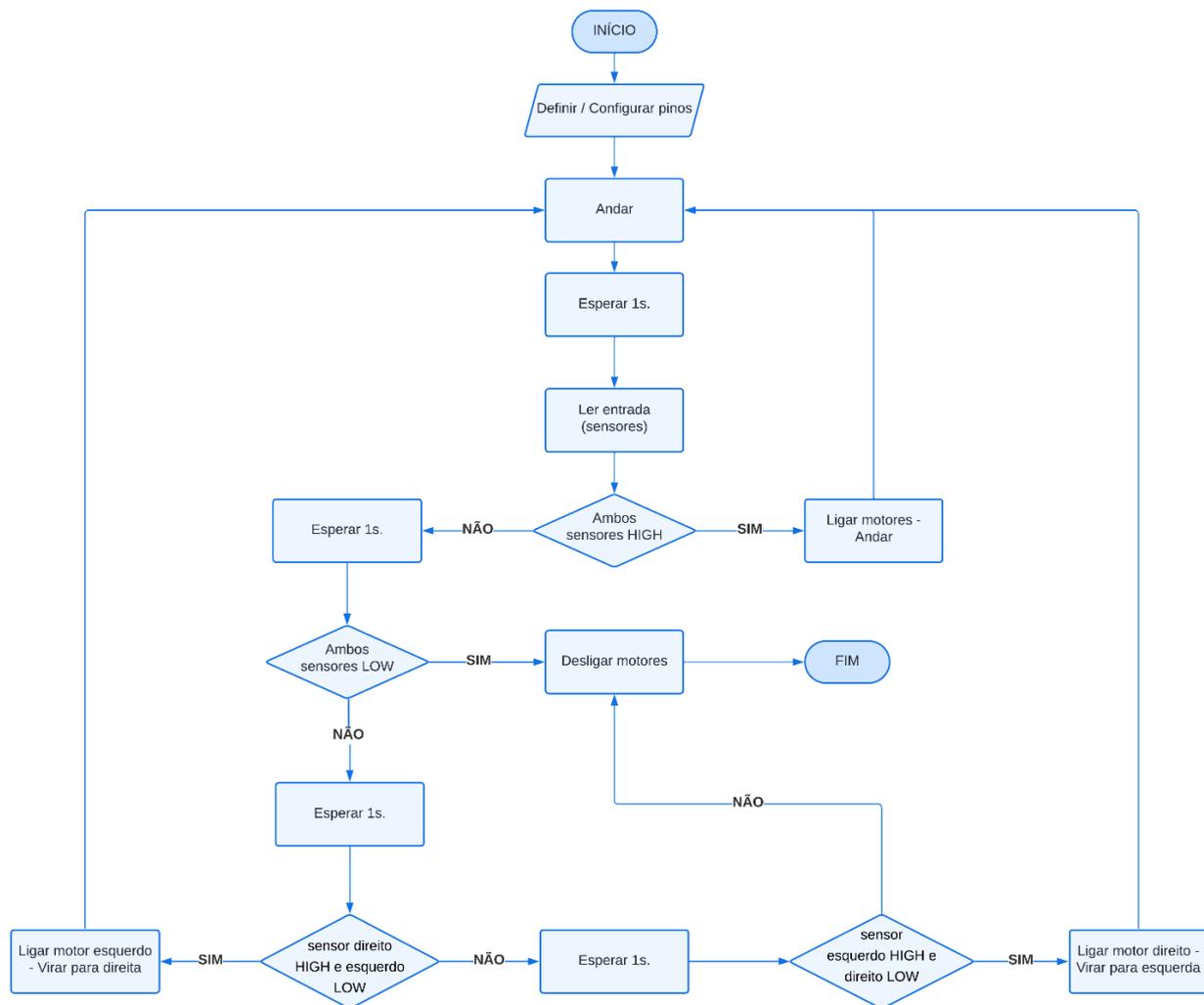


Figura 24: Fluxograma – programação, FONTE: Lucidchart.

### 5.2.3 Montagem do sistema na carcaça:

A carcaça original consistia em uma placa de Madeira MDF de forma redonda 30 cm x 30 cm, com 3 mm de largura; no final de sua extensão foi feito dois cortes quadrados 7,5 cm x 7,5 cm simetricamente localizados nos finais direito e esquerdo da placa com a serra, onde foram colocados os motores e rodas. Mais um corte de forma quadrada foi adicionado ao centro da placa onde foi colocada a ventoinha 12V que está conectado ao interruptor.

Localizado de maneira centralizada entre os dois motores está o Driver motor Ponte – H L298N que está devidamente conectado por meio de fios aos motores, ao Arduino e interruptor.

A placa Arduino foi colocada mais à frente da Placa de forma centralizada também conectada ao interruptor, logo abaixo da Placa MDF localiza-se os Sensores seguidores de linha que estão colados a sua extensão, e ligados por fios ao Arduino.

A Bateria 12V está colocada de maneira isolada em uma das laterais vazias da placa, estando conectada por meio de fios ao interruptor, que se encontra localizado mais acima dos outros componentes na tampa do protótipo.

Para melhor visualização dos componentes; na figura abaixo é possível ver com clareza os posicionamentos dos equipamentos citados acima e sua integração no protótipo, figura feita no site Tinkercad:

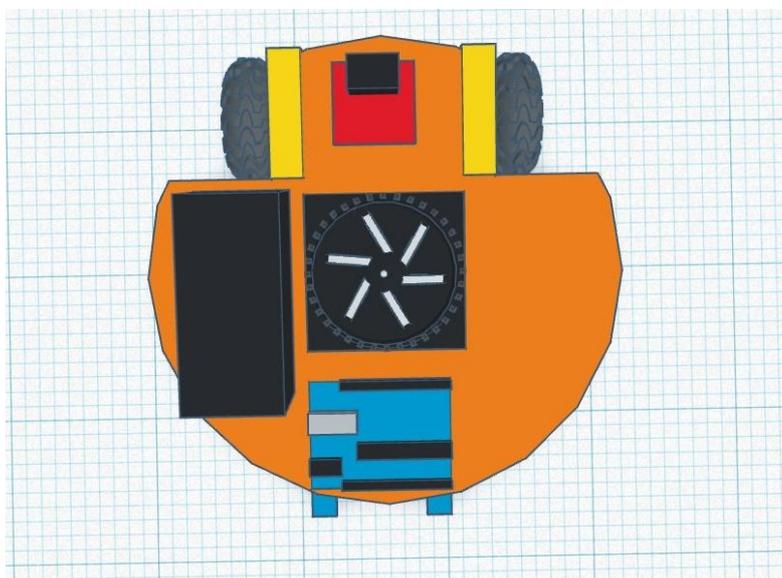


Figura 25: Modelo do protótipo em 3D, FONTE: Tinkercad.

#### 5.2.4 Montagem da carcaça:

A carcaça possui alguns componentes em sua estrutura que não estão integrados a nenhum circuito entre eles:

A roda giratória localizada abaixo da placa MDF em sua parte da frente, está centralizada entre os dois Sensores seguidores de linha.

Saco acima da ventoinha envolvendo sua extensão, seu objetivo é servir como um saco de lixo.

Bico de garrafa pet conectado a ventoinha, localizado próximo ao chão com o objetivo de intensificar o valor de sucção da ventoinha.

Vassoura de garrafa PET com objetivo de varrer os resíduos de cavaco para mais perto da ventoinha, assim, facilitando sua sucção.

## 6 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Foram projetadas e implementadas, ou adequadas para uso neste projeto, soluções mecânicas para obter o melhor desempenho possível.

Durante a montagem do protótipo, foram identificados erros de funcionamento que impediriam sua melhor performance. As medidas necessárias para a resolução de tais limitações foram tomadas. A ventoinha 12 volts, foi trocada por outra com maior força de rotação e maiores dimensões, porém com uma tensão maior (120 V.), já que a original não exercia a força de vácuo necessária para a sucção de cavacos.



Figura 26: Nova ventoinha.

Os testes realizados com esse novo modelo de ventoinha - com energia vinda direto da tomada - mostraram uma melhora significativa em relação a outra. No entanto ao testar a ventoinha com a fonte que seria utilizada para alimentação de todo o projeto (Bateria 12 V.) foi descoberto que a mesma, não funcionaria - como já esperado - devido ao fato de ser uma ventoinha feita para tomada tendo uma tensão de 120 volts de corrente alternada (AC) e 4 fios, identificados como:

- Fio vermelho: Alimentação positiva;
- Fio preto: Alimentação negativa (terra ou GND);
- Fio azul: Controle de PWM, permite ajustar a velocidade da ventoinha através de sinais enviados pela placa-mãe ou controlador.
- Fio branco: Sensor de velocidade (RPM); monitorara a rotação.

Nesse sentido, foi necessário implementar uma solução a esse problema. A partir de discussões e pesquisas, chegamos à conclusão de que a melhor opção para o projeto seria conectar a ventoinha a uma tomada, por meio de uma extensão elétrica de 2 metros - com o objetivo de não atrapalhar a mobilidade do robô seguidor de linha.



Figura 27: Extensão elétrica, FONTE: Mercado Livre.

Desse modo, o robô aspirador, outrora 100% automático, se torna um robô semiautomático - tendo sua mobilidade totalmente automatizado por meio dos

sensores, drive motor, Arduino e bateria; e sua parte aspiradora (ventoinha) sendo conectada diretamente na tomada.

Suportes para os motores DC foram confeccionados a partir das Cantoneiras Metálicas.



Figura 28: Suporte de motor.

O plano "B" - criado para o caso da segunda ventoinha não funcionar - não precisou ser implementado, seu funcionamento não estava correto, mas não precisou ser corrigido. O plano "B" se tratava de um eletroímã feito através de fios de cobre enrolados em pregos (criando uma bobina "caseira"), os pregos ficavam colados em barras de metal de 2 mm de espessura.



Figura 29: Eletroímã – Plano B.

Após o processo de montagem finalizado, iniciou-se os testes - verificação da programação de maneira prática, nessa etapa foi identificado que o robô reconhece a linha preta como obstáculo, nesse caso, seu caminho deve ser feito atrás de linha preta para que o robô vire quando necessário.

As limitações do Robô aspirador podem ser caracterizadas como influência de: fatores internos, como o posicionamento dos sensores seguido; fatores externos, como a variação da distância de detecção de obstáculos devido a uma maior ou menor incidência luminosa nos sensores, variação do tipo de solo, que podem causar alteração na trajetória do protótipo; e a combinação de fatores internos e externos, como o efeito reflexivo dos LEDs na cúpula de acrílico variante com a luminosidade.

Em suma, deve-se ressaltar que o objetivo primordial do trabalho foi realizado com sucesso. Tendo em vista que a integração dos sistemas mecânicos, eletrônico e a programação deu origem um protótipo funcional de Robô Aspirador semiautomático, já que em termos de condução é totalmente automatizado, enquanto em termos de sucção é semi-automatizado. Dentro das limitações do projeto, obteve-se um protótipo de baixo custo para automatizar o processo de limpeza de ambientes técnico da área de mecatrônica proporcionando ganho no tempo e maior segurança.

O custo total de desenvolvimento é de aproximadamente R\$ 325,00, o equivalente a 56,12 dólares americanos. Desde valor total, vale lembrar que: houve a reutilização de materiais. Por ser apenas um protótipo o custo de fabricação de uma unidade torna-se elevado, mesmo assim, é menor que o custo dos modelos comerciais. Esta diferença de custo em relação aos modelos comerciais, e até mesmo a diferença de valores entre os próprios modelos comerciais pode ser explicada pela diferença na qualidade dos materiais utilizados, variabilidade na forma de sensoriamento e na forma de controle, bem como pelo valor de mercado e retorno do custo de desenvolvimento.

## 7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste artigo científico – TCC (trabalho de conclusão de curso) de mecatrônica da Escola Técnica Estadual Prefeito Alberto Feres, implementou-se um protótipo de robô aspirador de cavacos.

O desenvolvimento do protótipo de robô aspirador, projetado especificamente para os laboratórios técnicos da área de mecânica, atingiu, seu objetivo de fornecer uma solução automatizada para o processo de limpeza desses ambientes. O protótipo desenvolvido, embora agora semiautomático, mostrou-se funcional e eficiente.

A implementação bem-sucedida de componentes mecânicos, eletrônicos e de programação realizada em um sistema integrado capaz de realizar a limpeza de maneira autônoma em sua mobilidade, embora a parte de sucção tenha exigido ajustes devido à incompatibilidade inicial da ventoinha com o sistema de alimentação proposto. A solução adotada, com a conexão direta da ventoinha à rede elétrica, permitiu que o protótipo continuasse a projetar sua função sem comprometer a mobilidade.

Apesar de alguns desafios enfrentados durante o processo, o protótipo comprovou suas previsões como uma alternativa de baixo custo para a automação parcial da limpeza em ambientes técnicos. O custo de produção de aproximadamente R\$ 325,00 demonstra um excelente custo-benefício, considerando as limitações do projeto e a reutilização de materiais.

Em conclusão, o projeto desenvolvido apresentou as metas propostas no início do trabalho e oferece uma base sólida para o aprimoramento contínuo de sua funcionalidade.

## REFERÊNCIAS BIBLOGRAFICAS

FREITAS, Jefferson Fernandes de. DESENVOLVIMENTO DE UM ROBÔ AUTÔNOMO PARA LIMPEZA DE UM TANQUE DE PROVAS COM OBSTÁCULOS. 2012. 94 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.

FILHO, Armando Carlos de Pina. ESTUDO E FABRICAÇÃO DE UM PROTÓTIPO DE ROBÔ MÓVEL COM RODAS. 2012. 8 f. CONEM – Engenharia em destaque, Universidade Federal do Rio de Janeiro - Escola Politécnica, Rio de Janeiro, 2012.

BATISTA, João. MÁQUINA ELETROELETRÔNICA DE LIMPEZA DO SISTEMA DE ARREFECIMENTO. 2017. 35 f. Trabalho de conclusão de curso – Manutenção Automotiva, ETEC Jorge Street - São Caetano do Sul, São Paulo, 2017.

COSTA, Felipe Carvalho. TECNOLOGIA EM MECATRÔNICA INDUSTRIAL: ROBÔ LIMPADOR DE PISOS. 2018. 62 f. Trabalho de Conclusão de Curso – Mecatrônica Industrial, Fatec Santo André - São Paulo, 2018.

RINCON, Rodrigo Lopes. TRAVELLER: UM FRAMEWORK DE DEFINIÇÃO DE TRAJETÓRIAS PARA ROBÔS MÓVEIS. 2015. 109 f. Monografia - Engenharia de Software, Universidade de Brasília – UnB; Faculdade UnB Gama – FGA, Brasília, Distrito Federal, 2015.

Tudo que Você Precisa Saber sobre Aspirador de Pó Robô. Colombo - blog. 08 nov. 2023. Disponível em: <https://www.colombo.com.br/blog/casa-e-decoracao/tudo-sobre-aspirador-robo/#:~:text=O%20aspirador%20rob%C3%B4%20possui%20sensores,embaixo%20de%20m%C3%B3veis%20e%20cantos>. Acesso em: 11 out. 2024.

OLIVEIRA, Danilo. Como funciona os robôs que aspiram e passam pano na casa?. Olhar Digital. 23 out. 2023. Disponível em:

<https://olhardigital.com.br/2023/10/23/reviews/como-funciona-os-robos-que-aspiram-e-passam-pano-na-casa/>. Acesso em: 11 out. 2024.

NISHIZIMA, Juliano. ROBÔ AUTÔNOMO MÓVEL SEGUIDOR DE SÍMBOLO. 2016. 8 f. Artigo - DOAJ Directory of Open Access JournalS, Colloquium Exactarum(Online). 2016.

GASPARI, Sidney. PROTÓTIPO DE UM ROBÔ MÓVEL AUTÔNOMO SEGUIDOR DE PAREDES INTERNAS. 2015. 69 f. Trabalho de Conclusão de Curso - Engenharia de Computação, COEN - da Universidade Tecnológica; UTFPR - Federal do Paraná, Paraná, 2015.

FOGAÇA, André. A Vez dos Aspiradores Robôs no Brasil. 2020. Disponível em: <https://tecnoblog.net/388251/a-vez-dos-aspiradores-robos-no-brasil/>. Acesso em: 09 out. 2024.

FACAMP. Os Robôs Humanoides. 2019. Disponível em: <https://www.facamp.com.br/conhecimento/os-robos-humanoides/>. Acesso em: 11 out. 2024.

Equipe MegaCurioso. Robôs de Limpeza: Por Que Eles São Tão Úteis. 2018. Disponível em: [https://www.megacurioso.com.br/ciencia/110089-robos-de-limpezapor-que-eles-sao-taouteis.htm#:~:text=Apenas%20no%20in%C3%ADcio%20dos%20anos,%2C%20em%202004%2C%20pela%20iRobot.&text=Quando%20o%20usu%C3%A1rio%20mandar%2C%20ou,come%C3%A7a%20a%20aspirar%20a%20casa](https://www.megacurioso.com.br/ciencia/110089-robos-de-limpezapor-que-eles-sao-taouteis.htm#:~:text=Apenas%20no%20in%C3%ADcio%20dos%20anos,%2C%20em%202004%2C%20pela%20iRobot.&text=Quando%20o%20usu%C3%A1rio%20mandar%2C%20ou,come%C3%A7a%20a%20aspirar%20a%20casa.). Acesso em: 11 jul. 2024.

AYRES, Marcelo. Conheça a História dos Robôs. 2007. Disponível em: [https://tecnologia.uol.com.br/ultnot/2007/10/01/ult4213u150.jhtm#:~:text=Os%20rob%C3%B4s%20s%C3%A3o%20uma%20inven%C3%A7%C3%A3o,e%20datado%20de%202.000%20AC](https://tecnologia.uol.com.br/ultnot/2007/10/01/ult4213u150.jhtm#:~:text=Os%20rob%C3%B4s%20s%C3%A3o%20uma%20inven%C3%A7%C3%A3o,e%20datado%20de%202.000%20AC.). Acesso em: 09 jul. 2024.

ELETROGATE. Arduino Uno. Disponível em: [https://www.eletrogate.com/uno-r3-smd-ch340-cabo-usb-paraarduino?utm\\_source=Site&utm\\_medium=GoogleMerchant&utm\\_campaign=GoogleMERCHANT&gclid=CjwKCAiAq8fBRBtEiwAGr3DgcRHRFgSJgXEmPJWHkUyaALFfX7\\_VIPosjTA19HNrbRgLuSmpSbhiRoCZUwQAvD\\_BwE](https://www.eletrogate.com/uno-r3-smd-ch340-cabo-usb-paraarduino?utm_source=Site&utm_medium=GoogleMerchant&utm_campaign=GoogleMERCHANT&gclid=CjwKCAiAq8fBRBtEiwAGr3DgcRHRFgSJgXEmPJWHkUyaALFfX7_VIPosjTA19HNrbRgLuSmpSbhiRoCZUwQAvD_BwE). Acesso em: 09 out. 2024.

FILIPEFLOP. Driver Motor Ponte H L298n. Disponível em: [https://www.filipeflop.com/produto/driver-motor-ponte-h-l298n/?gclid=CjwKCAiAq8fBRBtEiwAGr3DgVsXdLnZjhBNBbSBGxxehQWiLwSNCpLS08Df35X5QR5lc47Hx7OBxxoCFLIQAvD\\_BwE](https://www.filipeflop.com/produto/driver-motor-ponte-h-l298n/?gclid=CjwKCAiAq8fBRBtEiwAGr3DgVsXdLnZjhBNBbSBGxxehQWiLwSNCpLS08Df35X5QR5lc47Hx7OBxxoCFLIQAvD_BwE). Acesso em: 09 out. 2024.

LOUSADA, Ricardo. O Que é Robótica: Conceito, História e Evolução. 2020. Disponível em: <https://blog.eletrogate.com/o-que-e-robotica-conceito-historia-e-evolucao/>. Acesso em: 09 out. 2024.

MERCADO LIVRE. Cooler Fan 80mm X 80mm X 25mm Alltech - 655. Disponível em: [https://produto.mercadolivre.com.br/MLB-1581889646-cooler-fan-80mm-x-80mm-x-25mm-alltech-655-\\_JM?matt\\_tool=90090532&matt\\_word=&matt\\_source=google&matt\\_campaign\\_id=6542484841&matt\\_ad\\_group\\_id=84209438291&matt\\_match\\_type=&matt\\_network=u&matt\\_device=c&matt\\_creative=385102491763&matt\\_keyword=&matt\\_ad\\_position=&matt\\_ad\\_type=&matt\\_merchant\\_id=165513888&matt\\_product\\_id=MLB1581889646&matt\\_product\\_partition\\_id=417312037919&matt\\_target\\_id=pla-417312037919&gclid=CjwKCAiAiML-BRAAEiwAuWVggoGJ6IUifulMb8Hqt33Kf1jdXwsgS3JgcLMoLsbW9124S\\_\\_DoSxiJB oCx2YQAvD\\_BwE](https://produto.mercadolivre.com.br/MLB-1581889646-cooler-fan-80mm-x-80mm-x-25mm-alltech-655-_JM?matt_tool=90090532&matt_word=&matt_source=google&matt_campaign_id=6542484841&matt_ad_group_id=84209438291&matt_match_type=&matt_network=u&matt_device=c&matt_creative=385102491763&matt_keyword=&matt_ad_position=&matt_ad_type=&matt_merchant_id=165513888&matt_product_id=MLB1581889646&matt_product_partition_id=417312037919&matt_target_id=pla-417312037919&gclid=CjwKCAiAiML-BRAAEiwAuWVggoGJ6IUifulMb8Hqt33Kf1jdXwsgS3JgcLMoLsbW9124S__DoSxiJB oCx2YQAvD_BwE). Acesso em 09 out. 2024.

RESENDE, Renan Marcio Neves. ArduinoMega - Especializada em Arduino. Adaptador de Bateria 9 Volts, c.2020. Disponível em: [https://www.arduinomega.com.br/adaptador-bateria-9v-sem-plug?utm\\_source=Site&utm\\_medium=GoogleMerchant&utm\\_campaign=GoogleMerc](https://www.arduinomega.com.br/adaptador-bateria-9v-sem-plug?utm_source=Site&utm_medium=GoogleMerchant&utm_campaign=GoogleMerc)

hant&gclid=CjwKCAiAiML-BRAAEiwAuWVgggb-H3r1sKMqR\_c922DWAJxTliDF2c8n\_v5emDw59NjZJJflpuudnhoC1cwQAvD\_BwE.  
Acesso em: 09 out. 2024.

RESENDE, Renan Marcio Neves. ArduinoMega - Especializada em Arduino. Kit Motor DC + Roda, c.2020. Disponível em: [https://www.arduinomega.com.br/kit-motor-dc-3-6v-roda-68mm?utm\\_source=Site&utm\\_medium=GoogleMerchant&utm\\_campaign=GoogleMerchant&gclid=CjwKCAiAq8f-BRBtEiwAGr3DgafKz2Yck6sWz4a\\_9Uo8CWnxbdCgzMV69HmXgjnMo7jUOhadzboWgBoCcdYQAvD\\_BwE](https://www.arduinomega.com.br/kit-motor-dc-3-6v-roda-68mm?utm_source=Site&utm_medium=GoogleMerchant&utm_campaign=GoogleMerchant&gclid=CjwKCAiAq8f-BRBtEiwAGr3DgafKz2Yck6sWz4a_9Uo8CWnxbdCgzMV69HmXgjnMo7jUOhadzboWgBoCcdYQAvD_BwE). Acesso em: 09 out. 2024.

HU INFINITO. Módulo Sensor de Reflexão IR (Seguidor Linha). Disponível em: <https://www.huinfinito.com.br/sensores/781-modulo-sensor-de-reflecao-ir-seguidor-linha.html>. Acesso em: 16 out. 2024.