

**CENTRO PAULA SOUZA**  
**ESCOLA TÉCNICA ESTADUAL MARTIN LUTHER KING**  
**CURSO TÉCNICO DE MECATRÔNICA INTEGRADO AO MÉDIO –**  
**ETIM**

**ROBÔ GARÇOM**

**SÃO PAULO**  
**2º SEMESTRE DE 2023**

Ana Carolina Pereira Martins

**ROBÔ GARÇOM**  
**CURSO TÉCNICO DE MECATRÔNICA INTEGRADO AO MÉDIO – ETIM**

Monografia apresentada à banca examinadora do Curso Técnico de Mecatrônica da ESCOLA TÉCNICA ESTADUAL MARTIN LUTHER KING, como requisito parcial à obtenção do título de Técnico em Mecatrônica.  
Orientador: Prof. Me. Eng. Paulo Roberto Murger Nogueira

**SÃO PAULO**  
**2º SEMESTRE DE 2023**

**COMPONENTES DO GRUPO**

ANA CAROLINA PEREIRA MARTINS

DEBORA DE SOUZA SANTANA

DÉBORA OLIVEIRA LACERDA

EMERSON AMORIM MARQUES

PEDRO HENRIQUE FERNANDES DA COSTA

RAFAEL FUNIER DE VASCONCELOS

RAUL BRASIL DE SOUSA

**COSTA**, Pedro Henrique Fernandes da; **LACERDA**, Débora Oliveira; **MARQUES**, Emerson Amorim; **MARTINS**, Ana Carolina Pereira; **SANTANA**, Debora de Souza; **SOUSA**, Raul Brasil de; **VASCONCELOS**, Rafael Funier de;

Monografia apresentada à banca examinadora do Curso Técnico de Mecatrônica da ESCOLA TÉCNICA ESTADUAL MARTIN LUTHER KING, como requisito parcial à obtenção do título de Técnico em Mecatrônica.

Orientador: Prof. Me. Eng. Paulo Roberto Murger Nogueira

Aprovado em: 13/12/2023

Orientador: Prof. Me. Eng. Paulo Roberto Murger Nogueira

Assinatura: \_\_\_\_\_

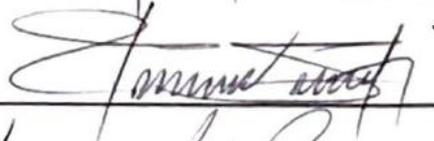


**Banca Examinadora**

Professor: \_\_\_\_\_

VAGNER SARTI

Assinatura: \_\_\_\_\_



Professor: \_\_\_\_\_

Adilson L. Pereira

Assinatura: \_\_\_\_\_



Professor: \_\_\_\_\_

ITAMAR EVANDES

Assinatura: \_\_\_\_\_



## **DEDICATÓRIA**

Dedicamos esse trabalho a todos que nos apoiaram e auxiliaram em nossa trajetória, em especial a Deus, nossas famílias, amigos e a comunidade escolar, que nos proporcionaram desafios para crescermos, e acreditaram em nosso potencial, até mesmo em nossos momentos de fraqueza.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradecemos a todos que demonstraram total apoio em nossa trajetória. Em especial a Deus, por nos proporcionar tamanha dádiva; e aos nossos familiares, que sempre estiveram conosco.

Agradecemos também a nossa comunidade escolar, que acreditaram em nosso projeto e, aos seus esforços que nos proporcionaram conhecimento e um ambiente agradável, contidos de memórias, que nos possibilitaram produzir esse trabalho.

Somos extremamente gratos a nossos amigos que estiveram dispostos a nos estender a mão e nos ajudar, independente da hora, lugar ou momento, motivando-nos a continuar, proporcionando-nos um ambiente contido de memórias especiais e alegres.

Muito obrigados a todos por nos ajudarem a realizar nossas conquistas e por torcerem por nós, sempre nos lembrando do que somos capazes.

*“Suba o primeiro degrau com fé. Não é necessário que você veja toda escada.*

*Apenas dê o primeiro passo.”*

**Martin Luther King**

## RESUMO

É imprescindível a mudança nos estabelecimentos alimentícios moldando-se às exigências de nossa sociedade atual. Para tanto, este grupo de Trabalho de Conclusão do Curso de Mecatrônica da ETEC Martin Luther King buscou inovar a forma como esses estabelecimentos realizam seus serviços de entregas diariamente. Para suprir as necessidades exigidas como rapidez, praticidade e segurança, foi idealizado e realizado o protótipo de um Robô Garçom, que tem como objetivo otimizar a entrega de pedidos, melhorar o desempenho, diminuir possíveis erros e dar prioridade à segurança do ambiente. Ele consiste em uma estrutura de madeira com um compartimento para a colocação de alimentos e seu princípio mecânico para locomoção consiste em trilhos e um botão para confirmação da entrega do pedido, além de alguns aplicativos, para o registro de pedidos feitos por clientes. Conforme esta ideia for se expandindo e ficar mais conhecida, será necessária mais praticidade neste projeto, portanto, o trabalho será versátil em relação a sua instalação, apesar de não serem necessárias mudanças bruscas na estrutura dos estabelecimentos, além de uma versatilidade em seu visual, de forma que possa camuflar-se e conciliar-se com a estética do restaurante. Desta maneira, nesta monografia foram explorados os componentes utilizados Robô Garçom com base em pesquisas elaboradas para garantir eficiência, praticidade e versatilidade, com o menor custo-benefício.

Palavras-chave: restaurante, robô, garçom, tecnologia.

## ABSTRACT

It is essential to change food establishments to adapt to the demands of our current society. Therefore, this Mechatronics Course Completion Work group from ETEC Martin Luther King seek to adapt the way these establishments conduct their daily delivery services. Consequently, to meet the required needs, such as speed, practicality, and safety, the Robot Waiter prototype was designed and created, which aims to optimize order delivery, improve performance, reduce errors, and give priority to customer safety. The project consists of a wooden structure with a compartment for placing food, the mechanical principle used for locomotion consists of rails and a button to confirm order delivery, besides the use of applications, to register orders made by customers. As this idea expands and becomes better known, it's necessary to have practicality in this project described here, therefore, the project will have to be versatile in terms of installation and appearance, so we aim to avoid sudden changes to the structure of the establishments, in addition to versatility in its appearance, so that it can camouflage and reconcile with the aesthetics of the restaurant. Therefore, this monography will explore the components used in our project based on research designed to.

Keywords: restaurant, robot, waiter, technology.

## ÍNDICE DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Componentes de um Motor DC .....	18
Figura 2 - Motor DC com Caixa de Redução de Plástico 3V a 6V .....	20
Figura 3 - Circuito da Ponte H.....	21
Figura 4- Módulo de Ponte H - L298N.....	22
Figura 5 - Placa ESP32 .....	29
Figura 6 - Sensor de Luminosidade (LDR).....	33
Figura 7 - Bateria 9V .....	36
Figura 8 - Vista Inferior.....	40
Figura 9 - Vista Superior.....	41
Figura 10 – Traseira .....	42
Figura 11 - Frontal .....	42
Figura 12 - Lateral Esquerda.....	43
Figura 13 - Lateral Direita.....	43

## SUMÁRIO

INTRODUÇÃO .....	12
1. JUSTIFICATIVA.....	13
2. OBJETIVOS .....	14
2.1 Objetivo Geral .....	14
2.2 Objetivos Específicos.....	14
3. RESTAURANTES.....	15
4. MOTORES COM CAIXA DE REDUÇÃO.....	17
4.1 Rotor .....	17
4.2 Estator.....	17
4.3 Comutador .....	18
4.4 Escovas .....	18
4.5 Funcionamento .....	19
5. PONTE H .....	21
6. MICROCONTROLADORES .....	23
6.1 Microcontroladores Atmel AVR.....	23
6.2 Microcontroladores PIC <i>Microchip Technology</i> .....	23
6.3 Microcontroladores Baseados em Arquitetura ARM.....	24
6.4 Arduino.....	24
6.4.1 Arduino Uno .....	24
6.4.2 Arduino Due .....	25
6.4.3 Arduino Nano .....	25
6.4.4 Arduino Leonardo.....	25
6.4.5 Arduino Mega.....	26
6.4.6 Arduino Pro Mini.....	26
6.5 ESP.....	26
6.5.1 ESP8266.....	27
6.5.2 ESP32.....	27
6.5.3 ESP32-S2 .....	27
6.6 <i>Raspberry Pi</i> .....	28
6.6.1 <i>Raspberry Pi Model B</i> .....	28
6.6.2 <i>Raspberry Pi Model A</i> .....	28
6.6.3 <i>Raspberry Pi</i> .....	28

6.6 Microcontrolador Utilizado.....	29
7. LINGUAGEM C++ .....	30
8. SENSOR DE LUMINOSIDADE .....	32
9. PILHAS E BATERIAS.....	34
9.1 Pilha comum .....	34
9.2 Pilha Alcalina.....	34
9.3 Pilha de Lítio .....	34
9.5 Bateria de Chumbo .....	35
9.6 Bateria de Níquel-Cádmio.....	35
9.7 Bateria de Níquel-Hidreto Metálico .....	35
9.8 Bateria de Íon-Lítio.....	35
9.9 Bateria Utilizada .....	36
10. MDF.....	37
10.1 MDF Resistente ao Fogo .....	37
10.2 MDF Resistente à Umidade .....	37
10.3 MDF Cru .....	38
10.4 MDF Revestido .....	38
FUNIONAMENTO DE NOSSO PROJETO .....	39
CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	44
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	45
APÊNDICE .....	51

## INTRODUÇÃO

Não é novidade como a informação e a tecnologia vêm se expandindo nos últimos anos e como elas têm se tornado, parcialmente, acessíveis às pessoas a qualquer momento, contudo, com essa grande expansão, é notável uma grande mudança no cotidiano das pessoas, pois conforme o processamento de informações e o acesso à tecnologia ocorre de forma rápida, as pessoas vêm exigindo uma demanda exuberante por serviços rápidos e práticos e, obviamente, a indústria alimentícia não poderia ficar de fora, visto que vem crescendo economicamente e ganhando, cada vez mais, um espaço fixo no mercado. Portanto, para incrementarmos a sociedade atual, buscamos adaptar a forma como estabelecimentos fazem seus serviços de entregas diariamente.

Com base em pesquisas no assunto para melhor compreensão de nosso projeto, buscamos por referências e notamos uma lacuna na eficiência do atendimento ao cliente e no período de espera em restaurantes e lanchonetes, e com isso a demora e a eficiência se tornam cruciais problemas. Pensando nisso, planejamos o desenvolvimento e a criação do projeto Robô Garçom, o protótipo de um sistema mecânico para atendimentos em restaurantes, visando ao ganho em tempo de atendimento, minimizando erros e priorizando a segurança do ambiente, proporcionando uma maior eficiência operacional e uma experiência única aos clientes.

Esperamos que os resultados deste estudo contribuam para os conhecimentos acadêmicos aqui aplicados e no que diz respeito à aplicação de robôs na indústria alimentícia. Pretendeu-se também proporcionar recomendações a possíveis empreendedores e gestores interessados em implementar esta tecnologia em seus estabelecimentos para aprimorar a eficiência operacional e entregar experiências únicas ao público.

Em resumo, este projeto justifica-se pela importância de explorar a indústria alimentícia, pelos desafios encontrados e pela importância de sua aplicação. Por meio de uma análise aprofundada, procuramos compreender os desafios e oportunidades associados a esta tecnologia num esforço para desenvolver uma solução inovadora e eficaz no ramo de comércio de alimentos.

## 1. JUSTIFICATIVA

A automação tem se tornado presente em diversos setores, proporcionando eficiência, agilidade e redução de custos. No setor de alimentação, a utilização de robôs garçons tem se mostrado uma tendência crescente, permitindo a automação de serviços de atendimento e entrega de alimentos. Nesse contexto, este projeto de Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) visa ao desenvolvimento de um Robô Garçom para automação de serviços em estabelecimentos de alimentação.

A escolha deste tema para o TCC se deu em virtude da importância da automação no setor de alimentação, visando melhorar a eficiência operacional, reduzir erros de atendimento e proporcionar uma experiência distinta aos clientes. O uso desse tipo de atendimento em estabelecimentos de alimentação apresenta benefícios como a redução do tempo de espera, maior precisão nos pedidos, diminuição de riscos de segurança e a melhora da experiência do cliente.

Com este projeto de TCC, será possível evidenciar a importância da automação e do uso de robôs garçons como uma solução inovadora e eficiente para estabelecimentos de alimentação de pequeno porte, sendo possível observar e analisar os impactos da implementação de um robô garçom em um estabelecimento de alimentação, considerando alguns fatores como a interação com os clientes e a integração com o sistema de pedidos. Além disso, o estudo poderá incentivar a adoção de tecnologias automatizadas, auxiliando no desenvolvimento do setor e na melhoria da experiência dos clientes.

Este protótipo de TCC justifica-se pela necessidade de investigar a viabilidade e os benefícios da implementação de um Robô Garçom em estabelecimentos de alimentação, para subsidiar a tomada de decisões gerenciais e promover a automação de serviços nesse setor. Por meio de um estudo de caso, será possível analisar os desafios e oportunidades específicos para a implementação desse tipo de tecnologia, a fim de melhorar a eficiência operacional e a experiência dos clientes.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo Geral**

O projeto Robô Garçom tem como objetivo otimizar o tempo de entrega de pedidos realizados em estabelecimentos alimentícios que necessitam de eficiência e rapidez em suas entregas, visando também à precisão no manuseio da comida, proporcionando segurança aos clientes. Com sua instalação, ele será de grande ajuda ao dono e aos consumidores nesses quesitos através de sua facilidade de operação.

### **2.2 Objetivos Específicos**

Tendo como base o que foi dito, o Robô Garçom também tem como objetivo substituir os garçons em restaurantes, dessa forma evitando possíveis acidentes, desastres e desperdícios, como derramamento de comida e bebida, haja vista que a sua via de funcionamento seria por meio de trilhos estáveis, erradicando colisões com pessoas, mesas e cadeiras.

A maneira de fazer o pedido será por meio de um de fácil acesso ao consumidor, tendo como opção fazer um pedido a seu gosto, além de não precisar esperar por um garçom ou ficar chamando-o por um longo período, apenas para realizar o pedido. Sua forma de entrega será por um painel composto por botões, com os números de todas as mesas do estabelecimento, podendo ser acionados depois de o auxiliar de cozinha ou do próprio cozinheiro montar o pedido na plataforma do Robô Garçom, aumentando a praticidade da entrega.

Na mesa correspondente haverá um lugar ao seu lado para o recebimento do pedido, contando com um pequeno sensor de luminosidade que, após os clientes retirarem o alimento, detectará a luminosidade e retornará para a cozinha, facilitando assim a operação para os dois lados.

### 3. RESTAURANTES

A história da formação dos restaurantes é fascinante e envolve aspectos sociais, culturais e gastronômicos. Os restaurantes são estabelecimentos que servem comida para os clientes, em troca de um pagamento.

Acredita-se que os restaurantes são tão velhos quanto a formação da civilização, contudo se sabe que após a humanidade abandonar a vida de nômade e se estabelecer em um local fixo, as primeiras ideias de estabelecimentos surgiram, onde eram vendidas apenas bebidas e, com o tempo, como foi se popularizando, começaram a serem servidos petiscos. Estes locais recebiam o nome de tabernas.

Os primeiros restaurantes, com uma estrutura semelhante à atual, surgiram na França, no final do século XVII, em meio à Revolução Francesa. A palavra restaurante, vem do francês "*restaure*", que significa restaurar. No início, os restaurantes apenas serviam caldos e sopas, destinados a pessoas doentes, visto que eles restaurariam o estômago e as energias.

Os restaurantes logo se tornaram populares entre a população, que queria experimentar a comida refinada que era servida. Após as mudanças políticas, ocorridas na França após a revolução, os restaurantes se beneficiaram, pois tinham liberdade de comércio, igualdade de direitos e o individualismo. Eles ofereciam aos clientes a possibilidade de escolher entre diferentes pratos, preços e horários, de acordo com seus gostos e necessidades. Com isso, foi introduzido o conceito de cardápio, que era uma lista escrita dos pratos disponíveis, com seus nomes, ingredientes e valores, utilizados até os dias atuais. Os cardápios eram uma forma de informar e seduzir os clientes, além de facilitar o serviço e o controle dos pedidos.

Houve também a inovação na forma de servir a comida, que passou a ser individual e sequencial, em vez de coletiva e simultânea. Os clientes recebiam os pratos um de cada vez, seguindo uma ordem lógica e harmônica, que ia da entrada à sobremesa. Essa forma de servir valorizava a apresentação, o sabor e a qualidade dos alimentos, além de permitir que os clientes apreciassem cada prato com calma e atenção.

Ao longo do século XIX, os restaurantes foram se espalhando pelo mundo, acompanhando o desenvolvimento econômico, tecnológico e cultural da sociedade. Diversificando-se em tipos, estilos e públicos, atendendo as demandas e preferências de diferentes grupos sociais.

Com isso, alguns restaurantes se especializaram em determinadas cozinhas regionais, nacionais ou internacionais. Outros restaurantes se destacaram pela sofisticação, pelo luxo e pela exclusividade, como os de alta gastronomia. Alguns por sua praticidade e conveniência, como *fast-foods* que servem comida rápida, barata e padronizada, geralmente em embalagens descartáveis. Outros, por sua economia e praticidade, como o *self-service* que permite aos clientes se servirem à vontade, escolhendo entre uma variedade de opções de comidas dispostas, cobrando um preço fixo conforme o peso do prato. Alguns, por sua experiência única e divertida, como restaurantes temáticos que se inspiram em temas variados para decorar o ambiente, escolher o cardápio e entreter os clientes. Entre outros diversos tipos de restaurantes.

Além disso, foram adicionadas medidas a esses restaurantes para que a comida seja entregue de forma mais rápida, como o *delivery* e o *drive-thru*, que permitem que os clientes recebam ou retirem a comida sem sair do carro, ou sequer de casa.

Além disso, vêm sendo adotadas medidas que se preocupam com questões sociais e ambientais como a utilização de materiais degradáveis em suas embalagens, a reciclagem, a doação, a inclusão e a responsabilidade social.

Os restaurantes também têm buscado a valorização, a diversidade e a identidade gastronômica de cada região, resgatando e preservando as tradições, os costumes e os produtos locais. Ou também se aberto para novas influências e sabores, incorporando ingredientes, receitas e técnicas de diferentes cozinhas do mundo, criando pratos que misturam elementos de diferentes culturas, além da busca constante em satisfazer as necessidades e as expectativas dos clientes, que estão cada vez mais exigentes, informados e conscientes. Os clientes buscam não apenas comer, mas viver uma experiência gastronômica completa, que envolva todos os sentidos, emoções e memórias

Os restaurantes se tornaram parte integrante da vida social, cultural e econômica das pessoas, sendo locais de encontro, de lazer, de trabalho, de aprendizado e de prazer, buscando oferecer qualidade, segurança, sustentabilidade e inovação. A tecnologia se vê presente na influência nos restaurantes, tanto na cozinha quanto no serviço, facilitando a gestão, a comunicação, a divulgação e a fidelização dos clientes.

## 4. MOTORES COM CAIXA DE REDUÇÃO

Um motor DC (“*Direct Current Motor*” em inglês), ou motor CC (Corrente Contínua), consiste em uma máquina que converte energia elétrica em energia mecânica rotativa, por meio de uma corrente contínua, onde o fluxo de elétrons passa pelo fio no mesmo sentido, de entrada ou saída, e conforme a intensidade da tensão aplicada é alterada, sua velocidade também é.

Os motores são constituídos por uma parte móvel, chamada de rotor ou armadura, e uma parte fixa chamada de estator ou campo. Além de diversos outros componentes como o comutador e as escovas. Todos esses componentes compõem a sua estrutura física, que possibilitam seu funcionamento de forma íntegra.

### 4.1 Rotor

O rotor, ou armadura, é a parte móvel do motor que proporciona sua rotação. Montado no eixo da máquina, é composto de material ferromagnético envolto em um enrolamento (denominado enrolamento de armadura), responsável por produzir torque elétrico que movimenta o motor. Seu núcleo consiste em camadas de lâminas de aço, usadas para reduzir correntes parasitas no núcleo, proporcionando assim uma faixa de baixa relutância magnética entre os polos. O rotor recebe a corrente proveniente de uma fonte elétrica externa, fazendo com que o eixo gire, e sua tensão gerada é liberada para um circuito externo.

### 4.2 Estator

O estator, ou campo, é a parte estática da máquina. Constituído em torno do rotor, permitindo-lhe girar internamente, é feito de material ferromagnético e envolto por um enrolamento, denominado enrolamento de campo. O enrolamento de campo consiste em um eletroímã que gera o fluxo captado pelo rotor, formando os polos magnéticos norte e sul. O estator pode também ser feito a partir de ímãs permanentes.

### 4.3 Comutador

O comutador é um anel mecânico, cuja função é manter a corrente fluindo no mesmo sentido que o rotor, garantindo que o torque gerado esteja sempre no mesmo sentido. Constituído por um par de segmentos para cada enrolamento da armadura, sendo cada segmento isolado dos demais. Seus segmentos são montados em torno do eixo do rotor.

### 4.4 Escovas

As escovas são conectores fixos, compostas de grafite ou ligas de carbono, montadas em molas que permitem o deslizamento do comutador no eixo da armadura. Elas estão sempre conectadas a um segmento do comutador e em contato com a bobina, localizada na zona interpolar, para que se possa injetar energia elétrica no enrolamento. Basicamente, elas realizam o contato elétrico entre a parte fixa e a girante.

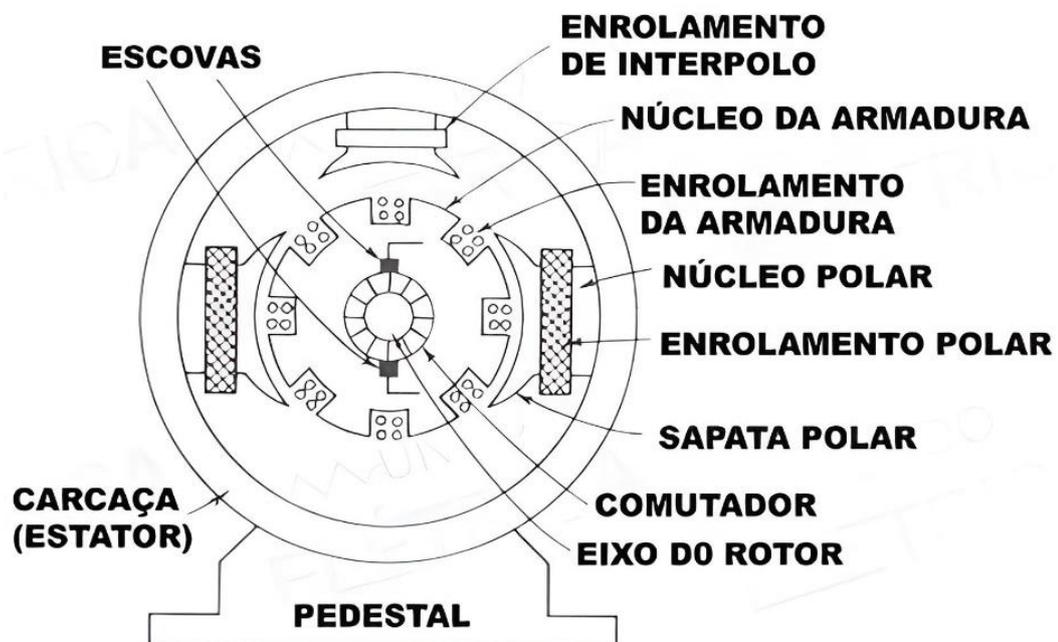


Figura 1 - Componentes de um Motor DC

Fonte: Mundo da Elétrica

## 4.5 Funcionamento

O funcionamento do Robô Garçom se baseia no princípio do eletromagnetismo, onde um condutor que transporta uma corrente elétrica e imerso em um fluxo magnético fica submetido a uma força eletromagnética.

O motor é movimentado a partir do torque elétrico gerado pelo rotor e seus enrolamentos.

O estator, com seus enrolamentos, são partidos em duas partes conectadas em série, produzindo um fluxo magnético regular na direção norte-sul.

A bobina do rotor é energizada com uma tensão e injetada por meio das escovas, fazendo com que a corrente circule por elas. O campo magnético que ela produz interage com o campo magnético produzido pelos ímãs do estator. Esta interação cria uma força atrativa ou repulsiva, dependendo da direção da corrente e do sentido dos enrolamentos da bobina do rotor.

As forças eletromagnéticas estabelecidas geram torque eletromecânico, fazendo com que o rotor gire. O sentido de rotação do motor dependerá diretamente do sentido da corrente.

Contudo, motores DC (Corrente Contínua) contêm pouquíssimo torque, ou seja, são motores fracos, porém atingem uma velocidade de rotação rápida. Portanto, em diversas de suas aplicações eles não seriam utilizados sozinhos, já que, se tem preferência por motores com mais torque e que sejam mais lentos. Para isso, é utilizada uma caixa de redução, ou seja, uma série de engrenagens entre o motor e a caixa redutora, onde a engrenagem localizada no eixo do motor é menor em relação à engrenagem localizada no eixo que será utilizado. Com isso, o eixo de saída irá girar mais lentamente em relação à velocidade do motor, resultando na redução da velocidade.

Tendo isso como base, o motor com caixa de redução se tornou o componente mais viável, visto que, tornara possível a locomoção de nosso Robô Garçom, além de que contém um alto nível de torque que conseguirá suportar o peso presente em nosso protótipo, desempenhando um papel insubstituível em nosso projeto.



Figura 2 - Motor DC com Caixa de Redução de Plástico 3V a 6V  
Fonte: Instituto Digital

## 5. PONTE H

O princípio básico de funcionamento de um motor de corrente contínua (CC) é aplicar uma corrente elétrica em seus dois terminais, para que assim, o motor gire em um sentido. Para que este mesmo motor gire no sentido inverso, é necessário que seja invertida a ligação feita em seus terminais, invertendo a polaridade da ligação.

Tendo esta operação como base, se vê necessário realizar um controle bidirecional em relação ao sentido de rotação do motor para as mais diversas aplicações. Contudo, é imprescindível um meio de acionamento, visto que, em aplicações que serão necessárias grandes velocidades, não é possível esperar o tempo necessário para a inversão das ligações nos terminais do motor. Por conta disso, é utilizado um circuito que fará tal tarefa nomeado de Ponte H.

A Ponte H é um circuito eletrônico, amplamente utilizado em motores de corrente contínua, permitindo-lhe girar em ambos os sentidos, horário e anti-horário. Além de permitir a alteração de sentido do motor, ela também pode controlar sua velocidade e exige pouquíssima energia do circuito de comando.

A partir do chaveamento de componentes eletrônicos, em grande maioria transistores (ou MOSFETs), um controle de largura de pulso (PWM) é capaz de controlar tanto sua direção como velocidade. A origem do seu nome se dá pelo seu esquema de ligação, representado na Figura 3, cujo desenho se assemelha a letra H.

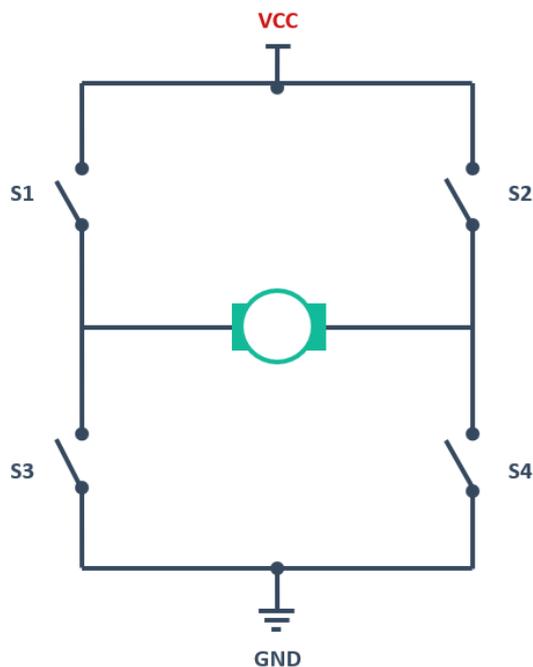


Figura 3 - Circuito da Ponte H  
Fonte: Ampulheta do Saber

O princípio de funcionamento da Ponte H consiste em: as combinações das chaves devem ser feitas de forma cruzada para permitir que a corrente passe pelo motor, já que, caso contrário, o motor não entraria em funcionamento, além de evitar que ocorra um curto-circuito com a fonte de acionamento do motor. Portanto, se as chaves S1 e S4 estiverem fechadas, a corrente irá fluir da esquerda para a direita, portanto o motor irá girar no sentido horário e, caso as chaves S2 e S3 estiverem fechadas, a corrente irá fluir da direita para a esquerda, fazendo com que o motor gire em sentido anti-horário.

Contudo, essas chaves não mecânicas, podendo ser transistores nas regiões de saturação e corte, funcionam como chaves aberta e fechada, de modo que eles sejam acionados por lado da ponte, onde as chaves S1 e S3 possuem um acionamento, as chaves S2 e S4 possuem outro. Quando for feito este acionamento uma das chaves assumirá a posição de aberta e a outra de fechada. Sendo assim, para ser feito esse acionamento é necessário um circuito que possa comandar cada uma delas, podendo ser feito com a utilização de um circuito integrado, portas lógicas, microcontroladores, entre outros.

Em resumo, a Ponte H é de suma importância em nosso projeto, desempenhando o papel de mudar o sentido e o controle de velocidade de locomoção de nosso robô, com uma ação em conjunto com o motor, além de proteger o mesmo de um curto-circuito. Com isso, o módulo de Ponte H escolhido foi o L298N.

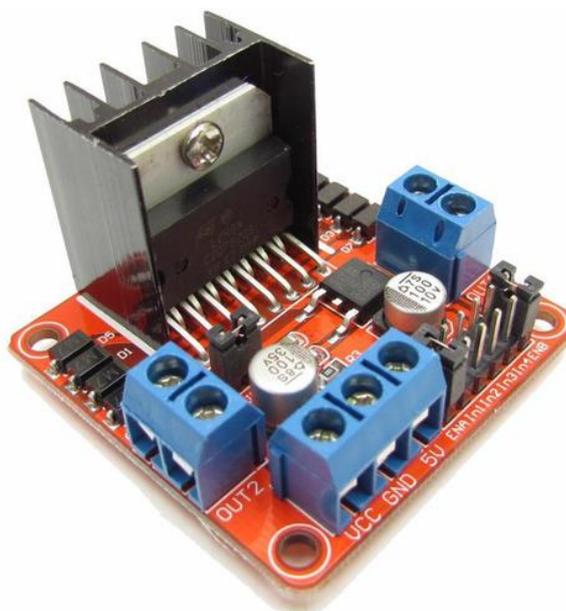


Figura 4- Módulo de Ponte H - L298N  
Fonte: Americanas

## 6. MICROCONTROLADORES

Microcontroladores são componentes de pequeno porte e de baixo custo, desenvolvidos para executar tarefas específicas, por meio de programação. Estes componentes são compostos por elementos de memória volátil (RAM, que armazena temporariamente os arquivos que serão trabalhados), e não volátil (ROM, que armazena permanentemente as instruções no microcontrolador) e dispositivos periféricos com funções de portas de entrada e saída integrados com o núcleo de processamento (CPU) em um único *chip*.

Estes dispositivos funcionam por meio de seu processador, que processa as suas informações de forma lógica, lendo os dados digitais e os processando por meio de um conjunto de instruções reconhecidas assim que chegam. A memória de programa é fundamental para o funcionamento de todo o sistema, pois irá armazenar os programas ou instruções que comandam o microcontrolador. As portas de entrada e de saída que possibilitam a conexão do microcontrolador com as informações que entram e que saem dele. Então, com base nas entradas que são fornecidas ao microcontrolador, ele faz o seu processamento e dá o resultado como saída.

Foi na década de 1970 que a *Texas Instruments* desenvolveu o primeiro microcontrolador, formado por microprocessadores ampliados de memória. Com isso, foram criados diversos tipos de microcontroladores aprimorados e, dentre eles, os principais são: Microcontroladores Atmel AVR, Microcontroladores PIC Microchip Technology e Microcontroladores Baseados em Arquitetura ARM.

### 6.1 Microcontroladores Atmel AVR

Os microcontroladores, desenvolvidos pela Atmel, são conhecidos por sua arquitetura RISC (“*Reduced Instruction Set Computing*”, em inglês), projetada para executar mais instruções em menos tempo.

### 6.2 Microcontroladores PIC *Microchip Technology*

Os microcontroladores, desenvolvidos pela *Microchip Technology*, são conhecidos por sua arquitetura Harvard, projetada para o acesso à memória de dados

de modo separado em relação à memória de programa, são capazes de processar dados de 8 a 32 *bits* e contêm uma variedade de ferramentas.

### 6.3 Microcontroladores Baseados em Arquitetura ARM

Os microcontroladores baseados em arquitetura ARM contêm um conjunto de arquiteturas de processadores do tipo RISC, que tem como base um conjunto simplificado de instruções que definem como o processador funciona. Essa simplificação permite que um *chip* de tecnologia ARM consuma menos energia e gere menos calor, e mesmo com essas instruções simplificadas têm um alto desempenho, dependendo da aplicação para as quais eles foram desenvolvidos.

### 6.4 Arduino

O Arduino é uma plataforma de prototipagem eletrônica de código aberto que utiliza *hardware* e *software* flexíveis e de fácil uso. Ele é composto por um microcontrolador Atmel, circuitos de entrada e saída e programação via IDE (“*Integrated Development Environment*”, em inglês). Seu *software* é constituído em linguagem C/C++ e utiliza ambiente gráfico escrito em Java. Portanto, a programação do Arduino não requer nenhum equipamento adicional além de um cabo USB.

O Arduino utiliza tecnologia *open source* em seu *software* e possui muitas possibilidades de expansão em seu *hardware*. Graças a essas características, permite modificações ilimitadas conforme a necessidade de cada usuário. Por conta disso, ele possui diversas versões no mercado, com preços diferentes e aplicações específicas. Dentre elas, as principais são: Arduino Uno, Arduino Due, Arduino Nano, Arduino Leonardo, Arduino Mega, Arduino Pro Mini.

#### 6.4.1 Arduino Uno

A placa Arduino Uno é uma das mais populares e amplamente utilizadas. Possui processador ATmega328, 14 portas digitais, sendo 6 para saídas analógicas e 6 PWM. Além disso, sua fonte de alimentação é selecionada automaticamente e pode ser fornecida através de uma conexão USB ou um conector de alimentação externa. A Arduino Uno também possui conectores para programação e um botão de *reset* para

reiniciar a placa. Em suma, ela é amplamente utilizada para projetos que requerem um pequeno número de portas, e possui grande compatibilidade com placas que adicionam funcionalidades à placa existentes no mercado.

#### **6.4.2 Arduino Due**

A Arduino Due é a placa com maior capacidade de processamento do tipo Arduino. Com um microcontrolador ARM de 32 bits e 512 Kb de memória disponível para programas, seu *software* é salvo de fábrica em memória ROM dedicada para a inicialização operacional. Possui 54 portas digitais, das quais 12 delas podem ser utilizadas como PWM e 12 como portas analógicas. Além disso, ela também possui 4 *chips* controladores de portas seriais, conector para alimentação externa e conexão USB.

#### **6.4.3 Arduino Nano**

A Arduino Nano, na versão 3.x, é uma placa compactada tendo como base o microcontrolador ATmega328.

Quando, na versão 2.x, tem como microcontrolador o ATmega168.

Ao contrário de outros modelos de Arduino, o Nano não possui conector de alimentação externa, sendo ela feita por um conector USB Mini-B.

Seu tamanho é ideal para projetos compactos que exigem atualizações constantes de *software*.

#### **6.4.4 Arduino Leonardo**

O Arduino Leonardo é semelhante ao modelo Uno, contudo ele possui uma capacidade maior.

Possui microcontrolador ATmega32u4 e 20 portas digitais, das quais 7 podem ser utilizadas como PWM e 12 como portas analógicas. Possui também conexões de alimentação externa e, além disso, possui um conector Micro-USB para conexão a um computador e um *chip* de conexão USB integrado ao microcontrolador. Por isso, não requer a adição de um *chip* de comunicação/processador na placa, o que permite que ele seja reconhecido pelo computador de forma facilitada.

### 6.4.5 Arduino Mega

A placa Arduino Mega é baseada no ATmega2560 e possui uma conexão USB dedicada para conectar dispositivos Android.

Possui 54 portas digitais, sendo 15 utilizadas como PWM e 16 como portas analógicas, além de 4 *chips* dedicados à comunicação serial.

Possui um conector para alimentação que pode ser conectado via USB ou externamente.

### 6.4.6 Arduino Pro Mini

A placa compacta Arduino Pro Mini é ideal para projetos permanentes, ou seja, que não necessitam de atualizações constantes ou um alto poder de processamento. Seu microcontrolador é um ATmega168, que, dependendo da versão da placa, pode rodar a 8Mhz (versão 3.3V) ou 16 Mhz (versão 5V).

Possui 14 portas digitais, sendo 6 utilizadas como PWM e 8 como portas analógicas, e não há conexão USB ou conector de alimentação externa. A comunicação com o computador pode ser programada utilizando uma placa Arduino ou adicionado um módulo USB separadamente.

O Arduino Pro Mini também possui um ressonador integrado, um botão de *reset* e furos para montagem do conector de gravação.

## 6.5 ESP

Os ESPs são microcontroladores estruturados com módulos de memória, um módulo de conexão Wi-Fi, e outro de *Bluetooth*, pinos usados para sinais digitais e canais para sinais analógicos, tudo isso controlado por um microprocessador que varia de modelo para modelo.

O ESP possui inerentemente conexões *wireless*, ou seja, a sua troca de informações pode ser feita sem fio. Além disso, sua programação é feita a partir de um cabo Micro-USB ou tipo C. Também sendo capaz de interpretar linguagens de programação além de C++, como JavaScript, Python e C. Podendo também ser programado via IDE.

Os principais modelos de ESPs são o ESP8266, ESP32 e ESP32-S2.

### 6.5.1 ESP8266

O ESP8266 é o primeiro modelo da família ESP, lançado em 2014. Ele tem um processador de 80 MHz, 64 KB de memória RAM, 4 MB de memória *flash*, Wi-Fi integrado e 17 pinos de entrada e saída. Ele é indicado para projetos simples que requerem conexão sem fio. As suas vantagens são que ele é muito barato e fácil de usar, e as desvantagens são que ele tem pouca memória e recursos.

### 6.5.2 ESP32

O ESP32 é o modelo mais famoso e atual da família ESP, lançado em 2016. Ele tem um processador de 240 MHz, 520 KB de memória RAM, 16 MB de memória *flash*, Wi-Fi, *Bluetooth*, sensor de temperatura, sensor de toque e 36 pinos de entrada e saída. Ele é indicado para projetos mais complexos e avançados, que exigem maior capacidade de processamento, comunicação e interação. As vantagens são que ele é muito poderoso e versátil, e as desvantagens são que ele é mais caro e apresenta uma maior complexidade para se programar.

### 6.5.3 ESP32-S2

O ESP32-S2 é um modelo mais recente e simplificado do ESP32, lançado em 2020. Ele tem um processador de 240 MHz, 320 KB de memória RAM, 4 MB de memória *flash*, Wi-Fi, sensor de toque e 43 pinos de entrada e saída. O que chama mais atenção é o coprocessador ULP baseado na arquitetura RISC-V. Dessa forma, o seu consumo de energia se torna muito baixo e ganha mais poder de processamento.

Ele é indicado para projetos que não precisam de *Bluetooth*, mas que querem aproveitar as outras funcionalidades do ESP32, como o sensor de toque e a segurança criptográfica. As vantagens são que ele é mais barato e mais seguro que o ESP32, e as desvantagens é que ele não tem *Bluetooth* e tem menos memória.

## 6.6 *Raspberry Pi*

O *Raspberry Pi* é um microcomputador completo, com seus componentes em uma única placa lógica. Ele tem um processador, uma memória RAM, uma placa de vídeo, e entradas para USB, HDMI, áudio, vídeo, câmera, tela e pinos de entrada e saída de múltiplos propósitos. Ele pode ser alimentado a partir de uma porta Micro-USB, usando fontes de energia de celulares. O *Raspberry Pi* pode ser usado como um computador normal, com teclado, *mouse*, monitor e um cartão Micro-SD com o sistema operacional e os programas.

Existem três modelos principais de *Raspberry Pi*: o Model B, o Model A e o Zero. Cada um tem suas vantagens e desvantagens, dependendo do uso que se quer fazer do computador.

### 6.6.1 *Raspberry Pi Model B*

O *Model B* é o mais poderoso e versátil, com mais portas, mais memória e suporte a Wi-Fi, rede cabeada e *Bluetooth*. Ele possui um processador Broadcom BCM2837B0 e memória RAM (1 GB), estando em sua terceira geração, sofrendo alterações para a sua melhoria constante.

### 6.6.2 *Raspberry Pi Model A*

O *Model A* é uma versão menor e mais simples do *Model B*, com menos portas, menos memória (512 MB) e sem rede cabeada, e atualmente em sua versão 3 Model A+, traz uma porta USB.

### 6.6.3 *Raspberry Pi*

O Zero é a versão mais compacta e barata do *Raspberry PI*, com um processador mais fraco, uma porta Micro-USB, uma porta micro-HDMI e uma porta para cartão Micro-SD. Ele tem três variações: o Zero, sem Wi-Fi e sem *Bluetooth*, o Zero W, com Wi-Fi e *Bluetooth* e o Zero WH, com Wi-Fi, *Bluetooth* e portas de entradas e saídas com pinos.

## 6.6 Microcontrolador Utilizado

Tendo em vista, tudo o que foi dito, o microcontrolador que mais colaboraria em nosso projeto é o ESP32, visto que contém um módulo de Wi-fi e de *Bluetooth*, e que nosso projeto exige uma maior capacidade de processamento, comunicação e interação. Além disso, ele seria o intermediário entre os três microcontroladores, com um custo-benefício melhor em relação ao nosso projeto.

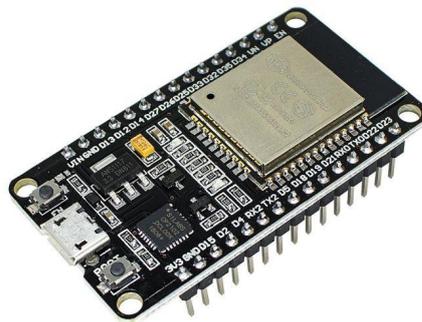


Figura 5 - Placa ESP32  
Fonte: Saravati

## 7. LINGUAGEM C++

Linguagem C++ é o código de programação baseado na Linguagem C que trouxe o poder das classes e um paradigma de orientação a objetos aos programadores. Começou a ser desenvolvida em 1979 e, após décadas, continua mais forte do que nunca no cenário do desenvolvimento.

A linguagem tem características de nível médio de complexidade, ou seja, um meio-termo entre linguagem de alto nível, como *Python*, e de baixo nível, como *Assembly*.

Ela foi criada como uma extensão da Linguagem C, em 1979, por Bjarne Stroustrup (1950-), cientista da computação, para ser uma linguagem que fosse flexível e dinâmica semelhante a C e com todos os seus recursos somáticos como Verificação de Tipo Ativa, Herança Básica, Argumento de Funcionamento, Padrão de Classes, *Inlining*, entre outros. O nome C++ veio mesmo em 1983, antes de seu lançamento oficial em 1985, que significa incremento, ou seja, é maior que a Linguagem C. Ela é uma linguagem compilada multiparadigma, ou seja, não é apenas utilizada como orientação a objetos e sim de uso geral. Contudo, ao longo dos anos, ocorreram diversas atualizações, sempre buscando melhorias.

Por conta de não ser uma linguagem formalmente padronizada, o livro “*The C++ Programming Language*”, do cientista citado anteriormente, tornou-se uma grande referência para os programadores.

Em termos de tipagem, a Linguagem C++ é fortemente tipada e estática. Tipagem forte ou fraca se refere à permissividade da linguagem contra a mudança implícita de tipos, ou seja, quando uma linguagem é fortemente tipada ela não permite a mudança de uma variável de um tipo para outro. Já a estática ou dinâmica têm relação com a mudança no primeiro momento nas linguagens dinâmicas. Quando não declaramos explicitamente o tipo das variáveis, o programa detecta em tempo de execução qual é o tipo a partir da primeira atribuição de valor; já na estática, é sempre necessário dizer o tipo de variável que será utilizado.

Existem três grandes categorias de tipos de dados, o *Built-in*, também chamado de *Primitive*, e dentro dessa categoria temos o *Integer*, o *Floating* e *Void*. O *Integer* é dividido entre *int* e *char*, o *Floating* também possui dois subtipos, o *float* e o *double*. Nos tipos derivados temos os arreios, os ponteiros, referências e funções e, por último, destacamos os tipos determinados na codificação, chamados de *User-Defined*.

Durante a compilação, é preciso saber a quantidade de memória que será alocada para que as suas variáveis existam. Durante o ciclo de vida do programa, cada tipo requer uma quantidade diferente de memória.

Com a linguagem foi criado um banco de dados de códigos e funcionalidades prontas para ajudar os programadores, chamado de “*Standard Template Library (STL)*”. Com ele foi possível desenvolver um conjunto de classes de uso genérico, estrutura de dados, objetos que percorrem elementos de um conjunto e algoritmos básicos. Uma das principais vantagens do uso desta biblioteca está na simplificação do trabalho com estruturas de dados, uma vez que o código baseado em ponteiros é complexo e exige atenção do desenvolvedor em testes e depuração.

De forma geral, a Linguagem C++ é uma linguagem multiuso de alto desempenho e a sua relevância é incontestável. A utilização de Linguagem C++ possibilitou que se tornassem realidade sites, aplicativos e jogos.

Com isso, por ser uma linguagem amplamente utilizada, em nosso projeto é interessante devido à sua capacidade de interagir diretamente com o *hardware*. Isso é crucial para o controle de motores, sensores e outros dispositivos no Robô Garçom. O controle eficiente de motores e sensores, fundamentais para este projeto, requer uma manipulação eficaz de dados. C++, que oferece recursos que possibilitam a implementação eficiente de algoritmos de controle. Além disso, a eficiência de desempenho do C++ é importante para garantir que o Robô Garçom responda rapidamente aos comandos, evitando atrasos indesejados durante o movimento nos trilhos.

## 8. SENSOR DE LUMINOSIDADE

Sensor de Luminosidade (LDR "*Light Dependent Resistor*", em inglês), ou Fotorresistor, é um resistor que contém a capacidade de variar sua resistência em função da intensidade de luz que incide sobre ele.

Existem alguns tipos de LDR que possuem uma maior sensibilidade à luz visível e outros tipos que possuem uma maior sensibilidade à luz infravermelha.

O LDR é um componente eletrônico passivo, pois possui dois terminais sem a polaridade definida. Além disso, ele é composto por um material semicondutor de alta resistência, podendo também apresentar alguns atrasos em relação aos sinais de luminosidade a eles enviados. Seu revestimento é feito a partir de um material transparente aplicado na parte superior para que seu material fotossensível, apresentado em formato de zigue-zague, para que o LDR possa captar a luz do ambiente externo para seu funcionamento.

Seu funcionamento se dá a partir das partículas de luz (fótons) incidem sobre a superfície do sensor, assim, os elétrons encontrados no material semicondutor são liberados e, dessa forma, a condutividade do LDR aumenta e a sua resistência diminui. Em seu estado normal, seu material possui alta resistência, por conta disso, quanto maior a incidência de luz projetada sobre o sensor, menor será sua resistência. Ou seja, ao escurecer, a resistência do LDR é máxima, e se o ambiente estiver claro a sua resistência será muito menor.

O sensor de luminosidade é algo imprescindível em nosso projeto, devido ao seu baixo custo e funcionamento simples, sendo possível garantir que não haja erros nos pedidos, visto que, ao detectar a luz do ambiente, será possível presumir que não há nenhum pedido em nosso robô, portanto ele não poderá ser enviado a nenhuma mesa, mesmo com seu comando; além de ser responsável pela volta do robô ao seu ponto inicial já que, ao detectar a luz do ambiente, o robô entenderá que o pedido foi pego e ele mandará um sinal para que o robô retorne.

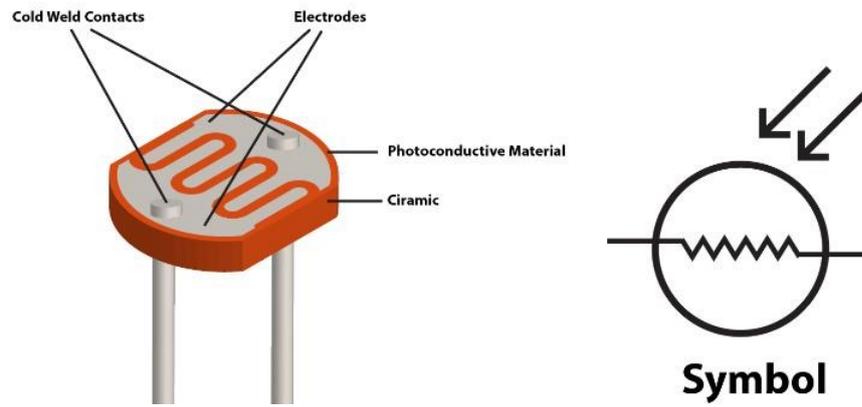


Figura 6 - Sensor de Luminosidade (LDR)  
Fonte: Sistema e Tecnologia Aplicada

## **9. PILHAS E BATERIAS**

Uma pilha ou bateria é um dispositivo que transforma energia química em energia elétrica por meio de reações de oxirredução. Ela é formada por dois eletrodos, chamados de polo positivo (cátodo) e polo negativo (ânodo), e um eletrólito, que é uma substância que permite a passagem de íons entre os eletrodos.

Existem diversos tipos de pilhas e baterias, que se diferenciam pela composição química, capacidade energética, tamanho, formato e possibilidade de recarga. Esses tipos de pilhas podem ser utilizados para diferentes tipos de aplicações a partir de suas necessidades.

Os tipos de pilhas e baterias mais comuns são: pilha comum, alcalina, de lítio, recarregável, bateria de chumbo, de níquel-cádmio, de níquel hidreto metálico, de íon-lítio.

### **9.1 Pilha comum**

A pilha comum é a mais barata e fácil de encontrar, mas tem baixo rendimento e pouca duração. Ela é indicada apenas para aparelhos de baixo consumo. As suas vantagens são o baixo custo e a disponibilidade e as suas desvantagens são a baixa capacidade energética e a poluição ambiental.

### **9.2 Pilha Alcalina**

A pilha alcalina tem uma maior capacidade energética e durabilidade que a pilha comum. Ela é indicada para aparelhos de médio consumo. As suas vantagens são o alto rendimento e a longa vida útil, e as desvantagens são o custo mais elevado e a dificuldade de reciclagem.

### **9.3 Pilha de Lítio**

A pilha de lítio contém alta densidade energética e uma longa vida útil. Ela é indicada para aparelhos de alto consumo. As suas vantagens são a alta performance e a resistência a baixas temperaturas, e as suas desvantagens são o preço alto e o risco de explosão.

#### **9.4 Pilha Recarregável**

A pilha recarregável pode ser utilizada várias vezes, economizando dinheiro e reduzindo o impacto ambiental. Ela é indicada para aparelhos que precisam de energia constante. As suas vantagens são a reutilização e a sustentabilidade, e as suas desvantagens são a perda de carga com o tempo e a necessidade de um carregador.

#### **9.5 Bateria de Chumbo**

A bateria de chumbo é uma das mais antigas e são utilizadas em automóveis. Tem a vantagem de ter baixo custo, em relação a outras no mercado, grande durabilidade e resistência às variações de temperatura. A desvantagem é que é pesada, demora para carregar e tem efeito-memória (vício).

#### **9.6 Bateria de Níquel-Cádmio**

A bateria de níquel-cádmio é uma das mais usadas em aparelhos eletrônicos, como celulares e câmeras. Tem a vantagem de poder ser recarregada várias vezes, mas tem as desvantagens de ter alta propensão a vazar, danificar os aparelhos, poluir o ambiente e ter efeito-memória (vício).

#### **9.7 Bateria de Níquel-Hidreto Metálico**

A bateria de níquel-hidreto metálico é uma evolução da bateria de níquel-cádmio, com maior capacidade energética, maior durabilidade e menor efeito-memória. Tem as vantagens de ser recarregável e sustentável, mas tem as desvantagens de ter o custo mais alto e perder carga com o tempo.

#### **9.8 Bateria de Íon-Lítio**

A bateria de íon-lítio é a mais moderna e usada em aparelhos de alto consumo, como *notebooks* e *smartphones*. Tem as vantagens de ter alta densidade energética,

longa vida útil, baixo peso e ausência de efeito-memória. As desvantagens são que ela possui um preço alto e risco de explosão.

### 9.9 Bateria Utilizada

A bateria utilizada no Robô Garçom foi a Bateria de Níquel-Hidreto Metálico, ou Bateria Alcalina, visto que tem uma maior durabilidade e capacidade energética, pois nosso projeto necessita de um produto com tais características para que todo o processo possa ser alimentado de forma contínua, além de ser uma opção mais sustentável.

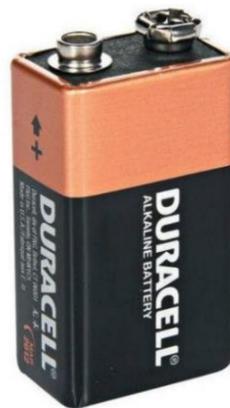


Figura 7 - Bateria 9V  
Fonte: Mamute Eletrônica

## **10. MDF**

O MDF é um material derivado da madeira, que é produzido pela aglutinação de fibras de madeira com resinas sintéticas e outros aditivos, sob pressão e calor. O MDF é usado para diversos fins, como fabricação de móveis, portas, pisos, revestimentos, entre outros.

O processo de produção do MDF é constituído no corte de madeiras em toras, que serão levadas à fábrica, que irá transformá-las em lascas que, por sua vez, serão cozidas no vapor para amolecer a lignina, a cola natural da madeira. Em seguida, as lascas são desfibradas por meio de discos, que separam as fibras de madeira e estas serão misturadas com uma resina sintética e secas em uma tubulação com ar aquecido. A resina serve para unir as fibras e dar resistência ao material. As fibras secas e resinadas são moldadas em uma máquina formadora, que molda um colchão homogêneo de fibras. Depois, passará por uma pré-prensa, que eliminará o ar entre as fibras e reduzirá a sua espessura. Após isso, o material é submetido a uma prensa, que aplica alta temperatura e pressão, fazendo com que a resina cole as fibras e forme a chapa de MDF. Então, ela é resfriada e encaminhada para o seu lixamento, que fará com que ela fique com uma textura uniforme e lisa, e cortada do tamanho desejado.

Existem diferentes tipos de MDF, que variam de acordo com a resistência, a densidade, a cor e o acabamento. Alguns dos tipos mais comuns são: MDF resistente ao fogo, MDF resistente à umidade, MDF cru e MDF revestido.

### **10.1 MDF Resistente ao Fogo**

MDF resistente ao fogo é um tipo de MDF que contém substâncias que retardam a propagação das chamas, como halogênios e sais inorgânicos. É indicado para ambientes que exigem maior segurança contra incêndios. A vantagem é que ele aumenta a proteção contra o fogo, e a desvantagem é que ele pode ser mais caro e menos ecológico que outros tipos de MDF.

### **10.2 MDF Resistente à Umidade**

MDF resistente à umidade é um tipo que possui maior impermeabilidade à água, devido ao uso de resinas especiais na sua fabricação. É indicado para

ambientes que sofrem com a variação de umidade. A vantagem é que ele evita o inchaço e o apodrecimento do material, e a desvantagem é que ele pode ter um custo mais alto e uma menor resistência mecânica que outros tipos de MDF.

### **10.3 MDF Cru**

MDF cru é o tipo mais básico de MDF, que não possui nenhum tipo de revestimento ou pintura. É indicado para projetos que requerem uma maior personalização do material. A vantagem é que ele é mais barato e versátil, e a desvantagem é que ele é mais suscetível a danos causados por agentes externos, como água, fogo, pragas, entre outros.

### **10.4 MDF Revestido**

MDF revestido é um tipo que possui uma camada de revestimento sobre a superfície, que pode ser de papel, plástico, melamina, laminado etc. O revestimento pode ter diversas cores, texturas e padrões. É indicado para projetos que buscam um maior acabamento e durabilidade do material. A vantagem é que ele é mais resistente e bonito, e a desvantagem é que ele é mais caro e difícil de trabalhar que o MDF cru.

### **10.5 MDF Utilizado**

O MDF utilizado para a estruturação de nosso projeto foi o MDF Cru, visto que tem o maior custo-benefício, sendo mais versátil, podendo ter uma maior personalização, que possibilitou que nosso Robô Garçom pudesse se adaptar, visualmente, ao ambiente para o qual ele foi projetado, além de ter uma resistência boa e como nosso projeto não é suscetível a danos, ele se tornou o melhor material para se trabalhar.

## **FUNCIONAMENTO DE NOSSO PROJETO**

O protótipo do Robô Garçom irá andar em linha reta e terá uma rota pré-determinada para cada mesa, parando ao seu lado, em cada entrega de pedido (em um caso em que fossem usados mais de um robô, esse trajeto teria que ser cíclico para que o da frente não atrapalhe o de trás).

Sua locomoção será feita através de rodas que terão como apoio trilhos. Os pedidos serão feitos via *site* para que o tempo útil seja diminuído e que seu preparo possa ser feito de forma mais veloz.

O Robô Garçom será ativado por meio de botões, em que cada um representará uma mesa do restaurante, e ao serem acionados, o robô irá fazer a trajetória até a mesa correspondente ao pedido feito.

Quando o pedido for colocado no robô, o mesmo irá detectar o prato através do sensor de luminosidade e, após isso, vai ser possível enviá-lo para a mesa pelos botões, antes disso, o robô não irá se locomover, mesmo com os botões sendo acionados, visto que, nesse caso, não haveria pedido.

O cliente poderá pegar seu pedido assim que o robô chegar em seu posto, ao lado da mesa. Após o cliente pegar seu pedido, o Robô Garçom retornará para a cozinha, passados cinco segundos em que ele detectar luminosidade sobre ele. Podendo, então, retornar à estaca zero para poder entregar outro pedido, repetindo o ciclo quantas vezes forem necessárias.

Para melhor visualização de nosso projeto, foram inseridas figuras a seguir:

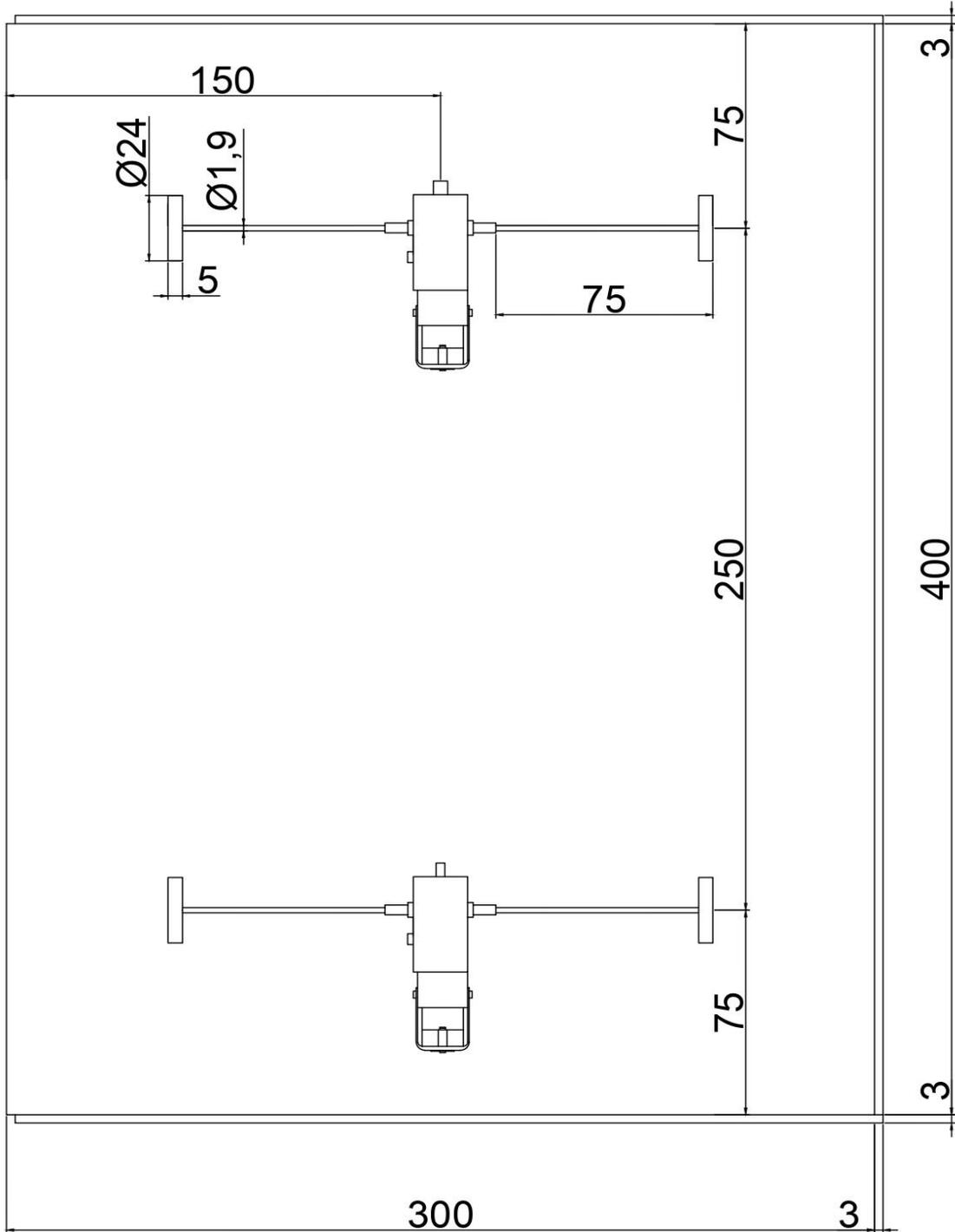


Figura 8 - Vista Inferior

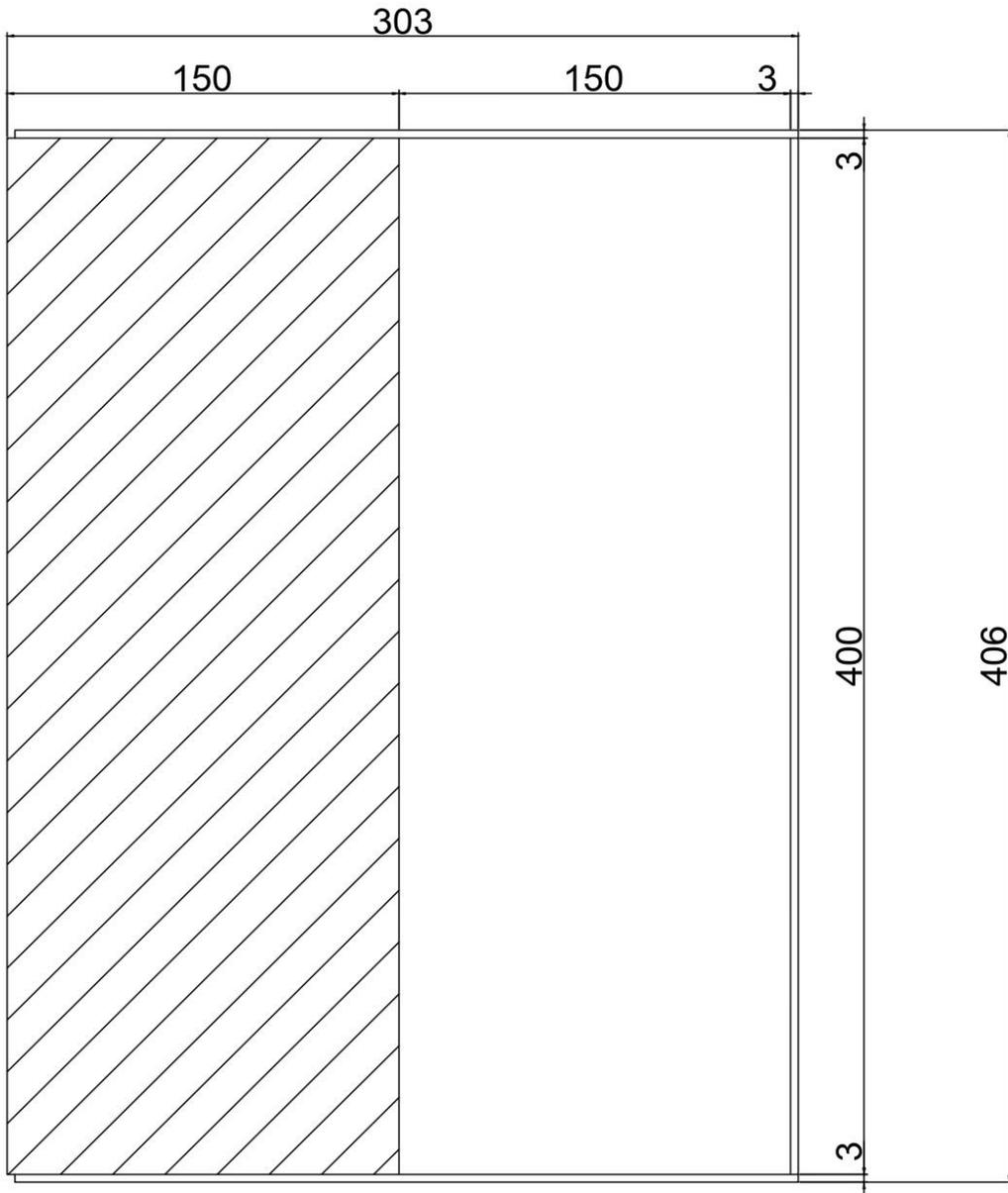


Figura 9 - Vista Superior

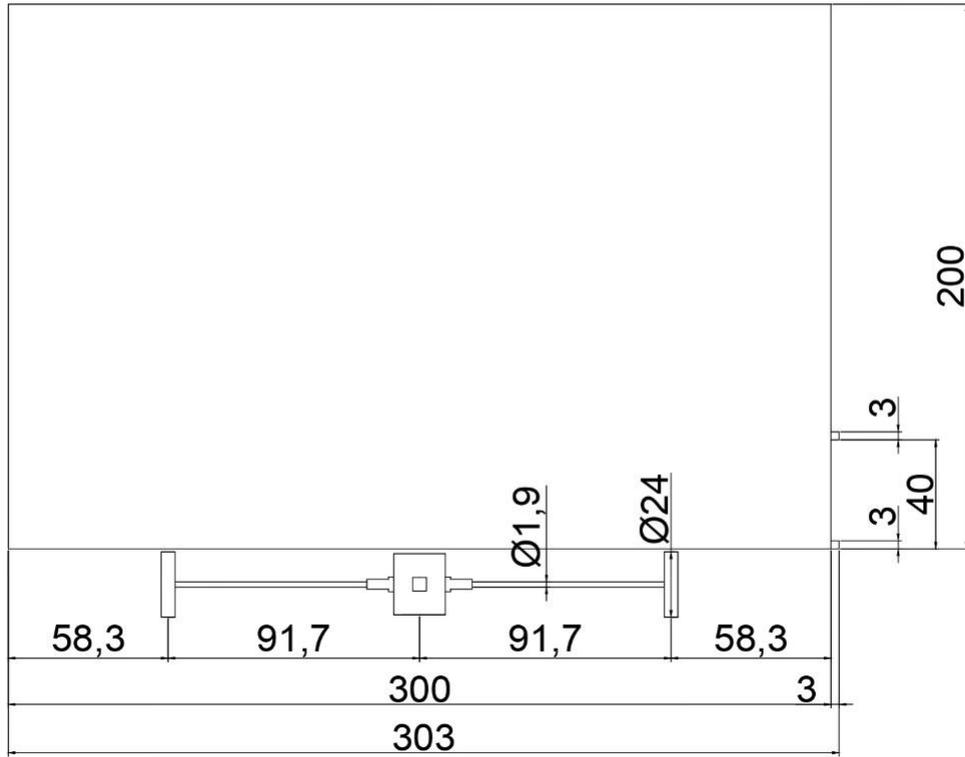


Figura 10 – Traseira

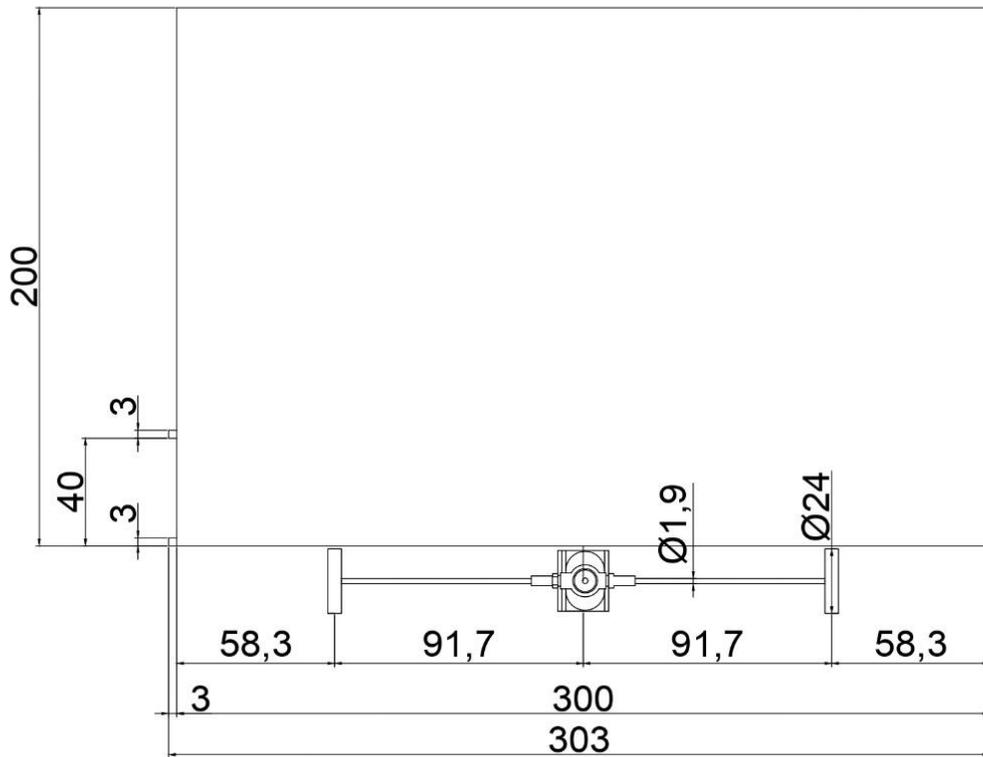


Figura 11 - Frontal

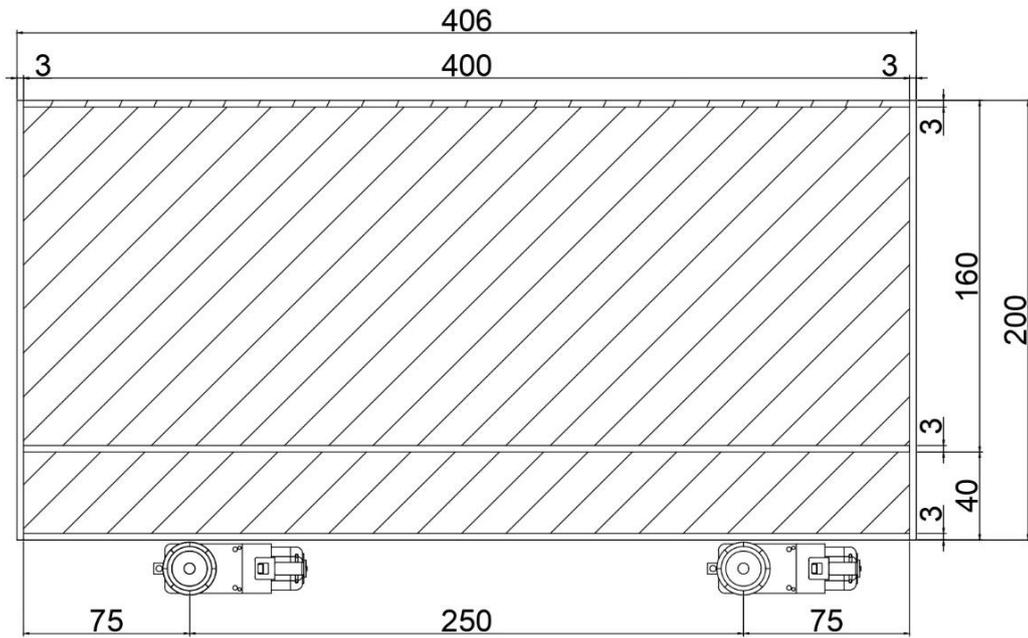


Figura 12 - Lateral Esquerda

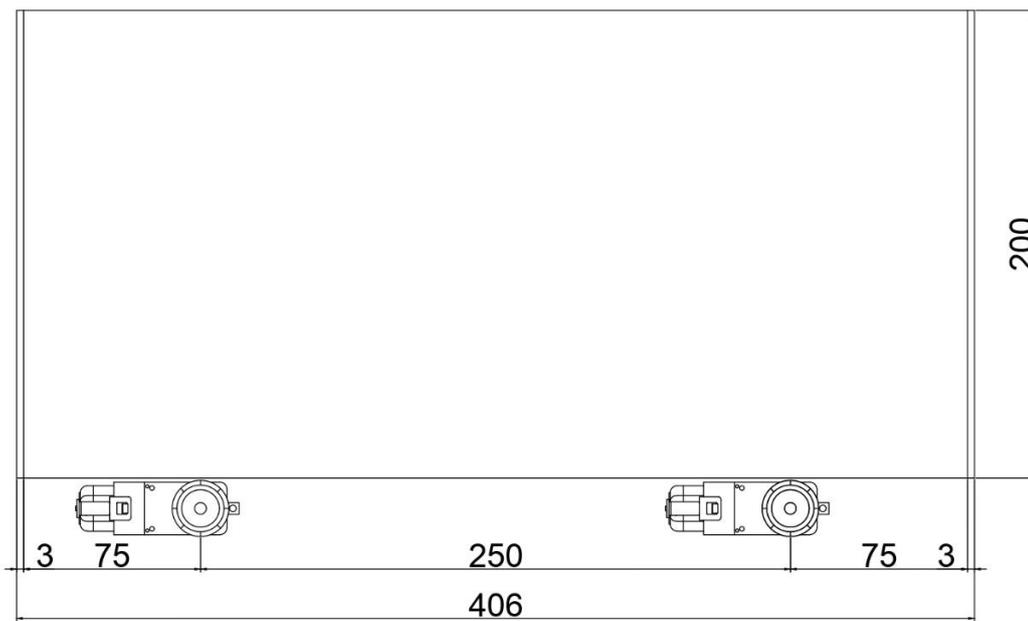


Figura 13 - Lateral Direita

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A realização do projeto do Robô Garçom rendeu ao grupo deste Trabalho de Conclusão de Curso a possibilidade de aplicar os conhecimentos adquiridos no decorrer dos três anos do Curso Técnico de Mecatrônica e, ainda, aprimorar os conhecimentos nas áreas de Mecânica e Eletrônica. Além disso, possibilitou não apenas conhecimentos técnicos, mas também socioemocionais e a nossa dinâmica de trabalho em equipe.

A partir da necessidade de confecção do protótipo e, ao decorrer do processo, precisamos pesquisar alguns conteúdos não explorados em sala de aula, portanto houve um grande acréscimo em relação aos conhecimentos sobre componentes, dando-nos a oportunidade de explorar novos horizontes e sair de nossa zona de conforto.

A partir de nossas pesquisas, foram possíveis de serem feitas análises para que pudéssemos escolher meticulosamente o componente que traria um maior benefício em relação ao nosso projeto, tornando-o possível de ser realizado.

Em última análise, a implementação deste projeto apresenta perspectivas promissoras que, com o decorrer do tempo, podem ser adaptadas de forma que haja melhorias e que ele possa vir a ser uma peça significativa na área de estabelecimentos comerciais.

Além disso, este Trabalho de Conclusão de Curso tornará possível preencher as lacunas observadas em estabelecimentos alimentícios de forma que aumente a sua eficiência, a sua segurança e traga uma experiência única que envolva todos os sentidos, emoções e memórias, trazendo um ambiente mais caloroso, que envolva não somente comidas, mas sim uma experiência futurista e atrativa.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

A História dos Restaurantes. (s.d.). Conteúdo disponível em: Sotamano:  
<https://www.sotomano.com/blog/a-historia-dos-restaurantes>

Acessado em: 10/11/2023 às 19:00

ALECRIM, E., & HIGA, P. (Julho de 2023). O que é um processador Arm e qual é a diferença para um x86? Conteúdo disponível em: tecnoblog:  
<https://tecnoblog.net/responde/qual-e-a-diferenca-entre-processador-arm-e-x86/#h-o-que-e-arquitetura-arm>

Acessado em: 05/11/2023 às 19:00

ALVES, P. (s.d.). *LDR – O que é e como funciona!* Conteúdo disponível em: Manual da Eletrônica: <https://www.manualdaeletronica.com.br/ldr-o-que-e-como-funciona/>

Acessado em: 27/11/2023 às 11:10

ALVES, P. (s.d.). Ponte H – O que é e como funciona! Conteúdo disponível em: Manual da Eletrônica: <https://www.manualdaeletronica.com.br/ponte-h-o-que-e-como-funciona/>

Acessado em: 04/09/2023 às 19:50

ANZOLIN, A. (11 de Junho de 2019). Você sabe quais os tipos de MDF que existem? Conheça cada um deles! Conteúdo disponível em: Leo Madeiras:  
<https://blog.leomadeiras.com.br/tipos-de-mdf/>

Acessado em: 15/11/2023 às 09:32

Arquitetura Harvard. (s.d.). Conteúdo disponível em: Wikipédia:  
[https://pt.wikipedia.org/wiki/Arquitetura\\_Harvard#:~:text=%C3%89%20uma%20arquitetura%20de%20computador,rela%C3%A7%C3%A3o%20%C3%A0%20mem%C3%B3ria%20de%20programa](https://pt.wikipedia.org/wiki/Arquitetura_Harvard#:~:text=%C3%89%20uma%20arquitetura%20de%20computador,rela%C3%A7%C3%A3o%20%C3%A0%20mem%C3%B3ria%20de%20programa)

Acessado em: 05/11/2023 às 21:40

Bateria. (s.d.). Conteúdo disponível em: Conceitos do Mundo:  
<https://conceitosdomundo.pt/bateria/>

Acessado em: 12/11/2023 às 13:00

Bateria 9v Alcalina Duracell. (s.d.). Conteúdo disponível em: Mamute Eletrônica: <https://www.mamuteeletronica.com.br/bateria-9v-alcalina-duracell-2134>

Acessado em: 16/11/2023 às 11:00

Baterias Recarregáveis: Os Modelos e suas Diferenças. (15 de Março de 2010). Conteúdo disponível em: blogmax: <https://blog.mundomax.com.br/arquivo-blogmax/baterias-recarregaveis-os-modelos-e-suas-diferencas/>

Acessado em: 12/11/2023 às 14:02

BUZO, L. (03 de Novembro de 2018). O que é MDF. Conteúdo disponível em: O Portal das Maravilhas: <http://www.oportaldasmavilhas.com.br/blog/voce-sabe/o-que-e-mdf/>

Acessado em: 15/11/2023 às 09:52

C++: o que é, porque usar e quais as diferenças com C. (13 de Outubro de 2021). Conteúdo disponível em: Betrybe: <https://blog.betrybe.com/linguagem-de-programacao/cpp/>

Acessado em: 06/11/2023 às 19:00

Como é produzido e quais as vantagens do MDF? (22 de Outubro de 2019). Conteúdo disponível em: JK Madeiras: <https://jkmadeiras.com.br/como-o-mdf-e-produzido-e-quais-as-suas-vantagens/>

Acessado em: 15/11/2023 às 10:02

Como funciona o motor de corrente contínua. (s.d.). Conteúdo disponível em: Newton C. Braga: <https://www.newtoncbraga.com.br/index.php/como-funciona/3414-art476a>

Acessado em: 10/09/2023 às 10:00

DAUDT, L. (14 de Fevereiro de 2022). Redutor de Velocidade: O Que É, Como Funciona, Tipos e Preços! Conteúdo disponível em: Antares: <https://www.ataresacoplamentos.com.br/blog/redutor-de-velocidade/>

Acessado em: 09/09/2023 às 19:40

DIAS, V. (s.d.). C++: Vale a Pena Aprender atualmente? Por que e onde Usar? Conteúdo disponível em: Alura: <https://www.alura.com.br/artigos/formacao-linguagem-c-plus-plus>

Acessado em: 26/10/2023 às 20:30

GOGONI, R. (2018). O que é o Raspberry Pi? Conteúdo disponível em: tecnoblog: <https://tecnoblog.net/responde/o-que-e-o-raspberry-pi/>

Acessado em: 05/11/2023 às 22:23

GUIMARÃES, F. (11 de Abril de 2018). Ponte H - O que é e como funciona. Conteúdo disponível em: Mundo Projetado: <https://mundoprojetado.com.br/ponte-h-o-que-e-e-como-funciona/>

Acessado em: 25/10/2023 às 20:20

HAMA, L. (09 de Março de 2021). A Curiosidade da Palavra "Restaurante". Conteúdo disponível em: Aventuras na História: <https://aventurasnahistoria.uol.com.br/noticias/almanaque/curiosa-origem-da-palavra-restaurante.phtml>

Acessado em: 10/11/2023 às 19:49

HIGA, P. (Julho de 2023). Qual é a diferença entre as arquiteturas RISC e CISC? Saiba o que elas mudam no processador. Conteúdo disponível em: tecnoblog: [https://tecnoblog.net/responde/qual-e-a-diferenca-entre-arquitetura-risc-e-cisc-processador/#:~:text=RISC%20\(Reduced%20Instruction%20Set%20Computer\)%20%C3%A9%20um%20tipo%20de%20arquitetura,mais%20instru%C3%A7%C3%B5es%20em%20menos%20tempo](https://tecnoblog.net/responde/qual-e-a-diferenca-entre-arquitetura-risc-e-cisc-processador/#:~:text=RISC%20(Reduced%20Instruction%20Set%20Computer)%20%C3%A9%20um%20tipo%20de%20arquitetura,mais%20instru%C3%A7%C3%B5es%20em%20menos%20tempo)

Acessado em: 05/11/2023 às 20:57

História e evolução do restaurante. (13 de Fevereiro de 2015). Conteúdo disponível em: Hotelnews: <https://www.revistahotelnews.com.br/historia-e-evolucao-do-restaurante/>

Acessado em: 10/11/2023 às 20:15

I Me Junior. (17 de Outubro de 2019). Conheça a Família de Microcontroladores *ESP*. Conteúdo disponível em: I Me Junior: <https://imejunior.com.br/2019/10/17/conheca-a-familia-de-microcontroladores-esp/>

Acessado em: 06/11/2023 às 23:38

KANEHIRA, C. (18 de Agosto de 2020). Microcontroladores: o que são e aplicações. Conteúdo disponível em: EESC jr.: <https://eescjr.com.br/blog/microcontroladores-o-que-sao-e->

[aplicacoes/#:~:text=A%20diferen%C3%A7a%20entre%20os%20dois,que%20envolvem%20conex%C3%A3o%20%C3%A0%20Internet](https://eescjr.com.br/blog/microcontroladores-o-que-sao-e-aplicacoes/#:~:text=A%20diferen%C3%A7a%20entre%20os%20dois,que%20envolvem%20conex%C3%A3o%20%C3%A0%20Internet)

Acessado em: 04/11/2023 às 20:20

MAKIYAMA, M. (29 de Novembro de 2022). O que é Arduino, para que serve, benefícios e projetos [Exemplos]. Conteúdo disponível em: Victor Vision: <https://victorvision.com.br/blog/o-que-e-arduino/>

Acessado em: 06/11/2023 às 19:26

MATTEDE, H. (s.d.). Principais tipos de pilhas e suas características! Conteúdo disponível em: Mundo da Elétrica: <https://www.mundodaeletrica.com.br/principais-tipos-de-pilhas-suas-caracteristicas/>

Acessado em: 12/11/2023 às 14:43

MELLO, M. (25 de Abril de 2022). O que é um Microcontrolador, para que serve e principais usos. Conteúdo disponível em: Victor Vision: <https://victorvision.com.br/blog/o-que-e-um-microcontrolador/>

Acessado em: 04/11/2023 às 22:31

Microcontroladores ESP: conheça tudo sobre esse poderoso equipamento. (07 de Março de 2022). Conteúdo disponível em: 3E Unicamp: <https://3eunicamp.com/microcontroladores-esp/>

Acessado em: 06/11/2023 às 22:56

Motor DC com Caixa de Redução de Plástico 3V a 6V. (s.d.). Conteúdo disponível em: Instituto Digital: <https://www.institutodigital.com.br/produto/motor-dc-com-caixa-de-reducao-de-plastico-3v-a-6v/>

Acessado em: 16/11/2023 às 11:17

Módulo LDR (Resistor dependente da luz). (s.d.). Conteúdo disponível em: Sistema e Tecnologia Aplicada: <https://www.sta-eletronica.com.br/artigos/arduinos/modulo-ldr-resistor-dependente-da-luz>

Acessado em: 27/11/2023 às 11:20

Módulo Ponte H L298N 2 Canais De 2A Dc Arduino. (s.d.). Conteúdo disponível em: Americanas: <https://www.americanas.com.br/produto/637710131/modulo-ponte-h-l298n-2-canais-de-2a-dc-arduino>

Acessado em: 16/11/2023 às 11:10

MORAIS, J. (09 de Junho de 2017). O que é ESP8266 – A Família ESP e o NodeMCU. Conteúdo disponível em: Vida de Silício: <https://portal.vidadesilicio.com.br/o-que-esp8266-nodemcu/>

Acessado em: 06/11/2023 às 22:31

NOGUEIRA, D. (19 de Janeiro de 2021). Comparativo entre ESP32 com o novo ESP32-S2. Conteúdo disponível em: Autocore Robótica: <https://autocorerobotica.blog.br/comparativo-esp32-com-o-novo-esp32-s2/>

Acessado em: 06/11/2023 às 23:00

NOVAIS, S. A. (s.d.). Pilhas. Conteúdo disponível em: Brasil Escola: <https://brasilecola.uol.com.br/quimica/pilhas.htm>

Acessado em: 12/11/2023 às 15:22

PACIEVITCH, Y. (s.d.). C++. Conteúdo disponível em: InfoEscola: <https://www.infoescola.com/informatica/cpp/>

Acessado em: 26/10/2023 às 22:10

PANOSSO, A. R. (2019). Linguagem de Programa C++. Conteúdo disponível em: [https://www.fcav.unesp.br/Home/departamentos/cienciasexatas/alanrodrigopanosso/apostilacpp\\_2019.pdf](https://www.fcav.unesp.br/Home/departamentos/cienciasexatas/alanrodrigopanosso/apostilacpp_2019.pdf)

Acessado em: 28/10/2023 às 21:10

PIRES, L. (16 de Outubro de 2019). Tipos de baterias – Vantagens e desvantagens de cada uma delas. Conteúdo disponível em: Escola Educação: <https://escolaeducacao.com.br/tipos-de-baterias/>

Acessado em: 12/11/2023 às 16:04

Placa ESP32 WiFi / Bluetooth DEVKit V1 30 Pinos. (s.d.). Conteúdo disponível em: Saravati: <https://www.saravati.com.br/placa-esp32-wifi-bluetooth-devkit-v1-30-pinos.html>

Acessado em: 16/11/2023 às 11:22

RICARTE, I. L. (01 de Junho de 2001). Origens de C++. Conteúdo disponível em: [https://www.dca.fee.unicamp.br/cursos/POO\\_CPP/node18.html#:~:text=As%20extens%C3%B5es%20de%20C%20%2B%2B,para%20C%20%2B%2B%20em%201983](https://www.dca.fee.unicamp.br/cursos/POO_CPP/node18.html#:~:text=As%20extens%C3%B5es%20de%20C%20%2B%2B,para%20C%20%2B%2B%20em%201983)

Acessado em: 28/10/2023 às 23:10

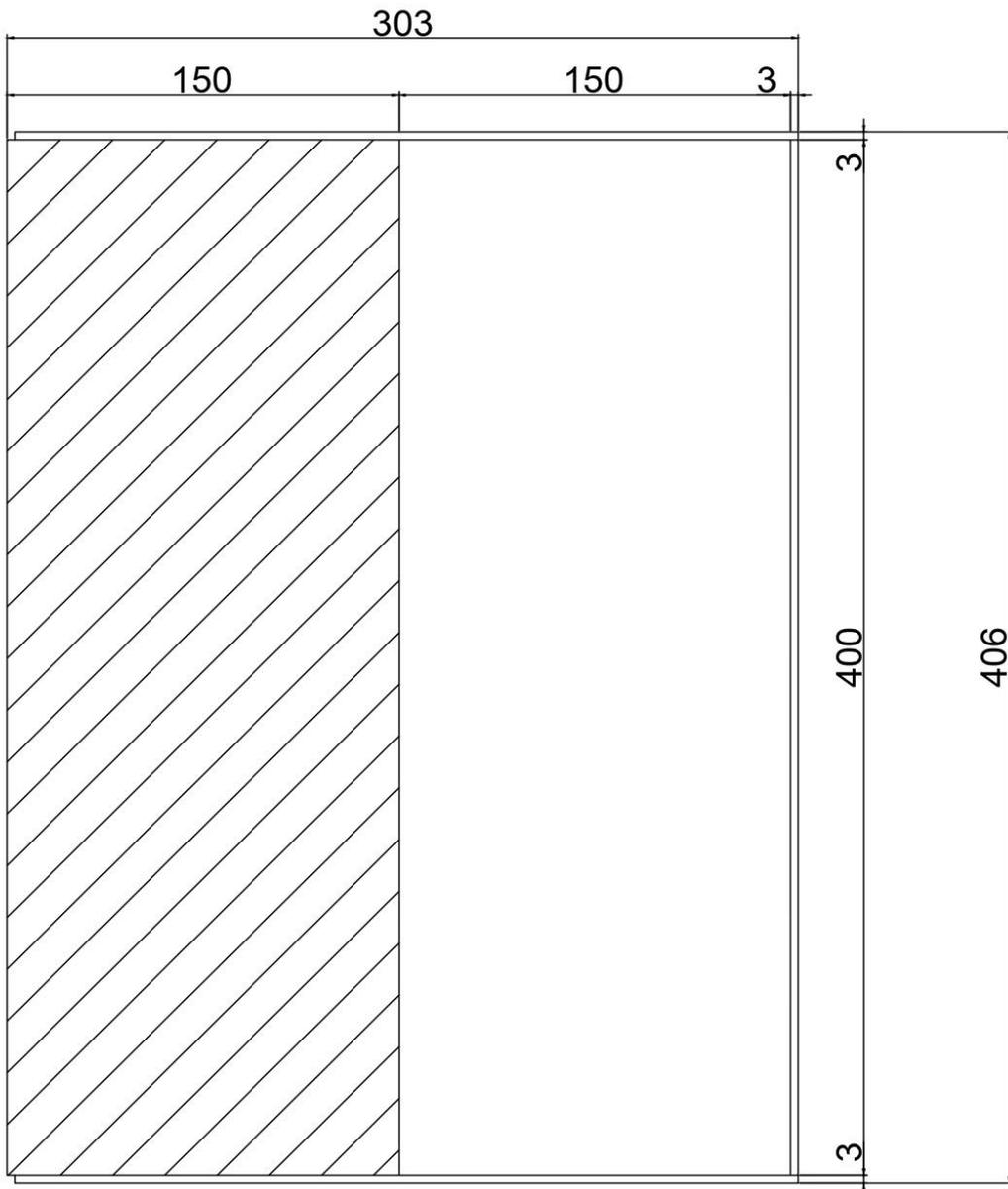
SOUZA, E. (13 de Julho de 2019). Como a França Revolucionou a Gastronomia. Conteúdo disponível em: Folha de Pernambuco: <https://www.folhape.com.br/sabores/como-a-franca-revolucionou-a-gastronomia/110331/>

Acessado em: 10/11/2023 às 21:34

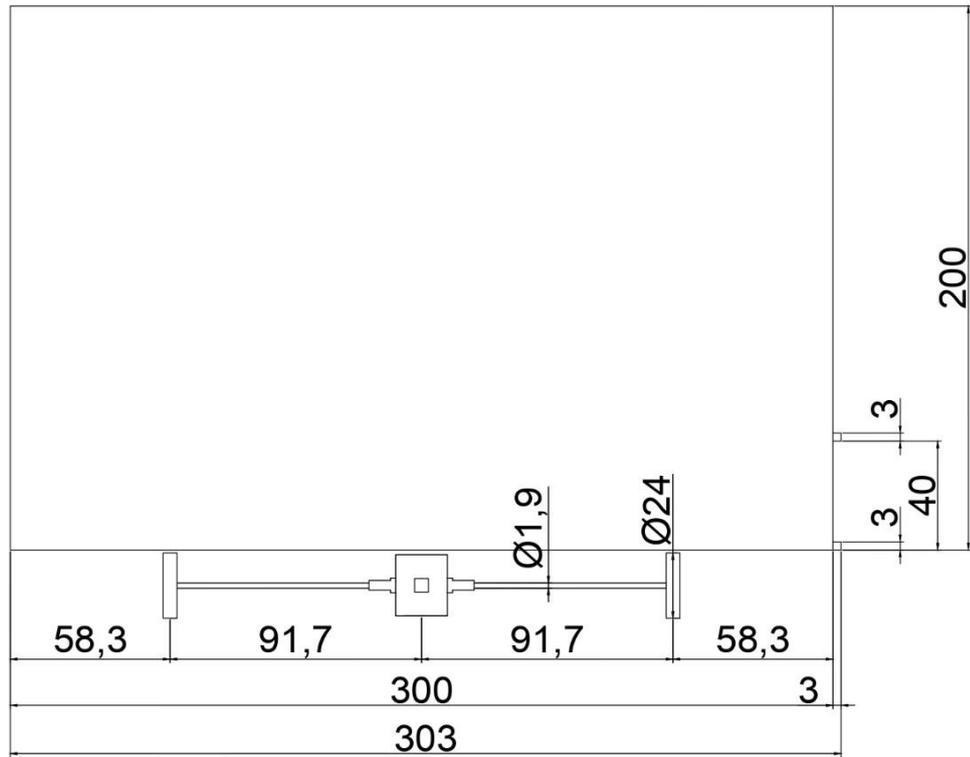
VASCONCELOS, L. A. (11 de Agosto de 2021). Como programar em C++? Saiba tudo sobre essa linguagem de programação! Conteúdo disponível em: HostGator: <https://www.hostgator.com.br/blog/como-programar-em-c-saiba-tudo-sobre-essa-linguagem-de-programacao/>

Acessado em: 01/11/2023 às 19:32

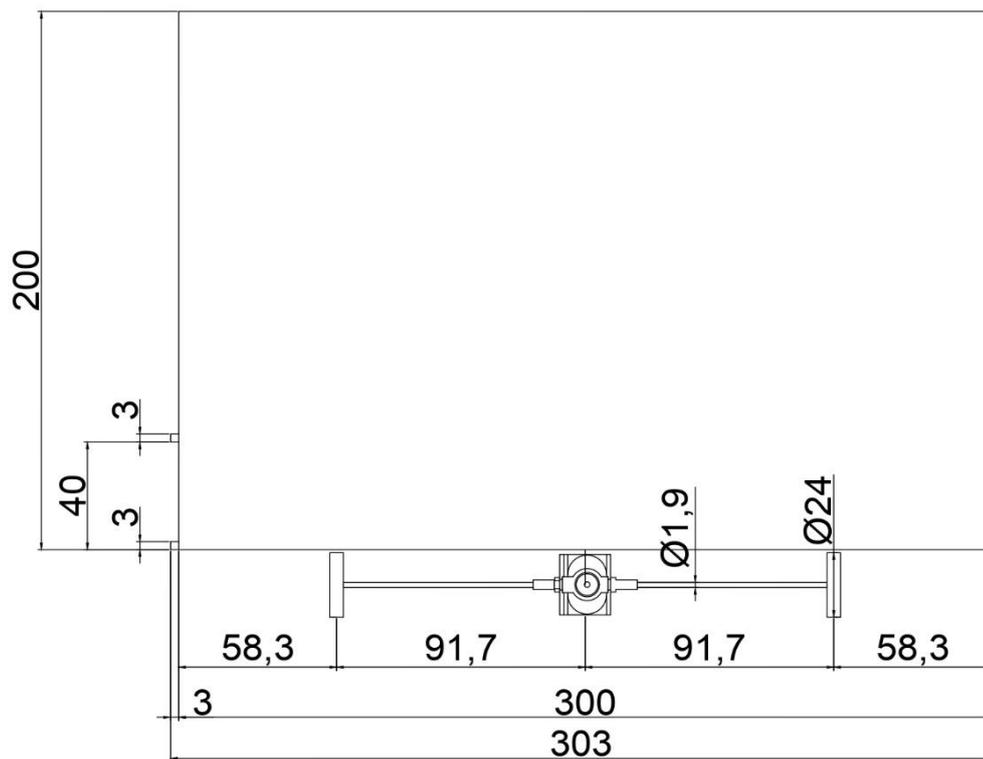


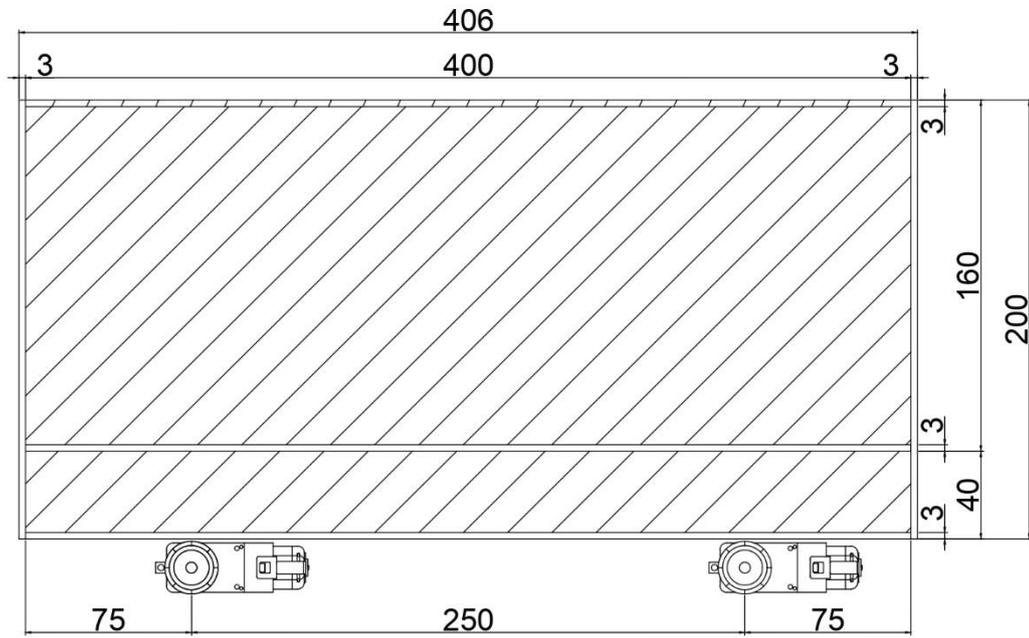
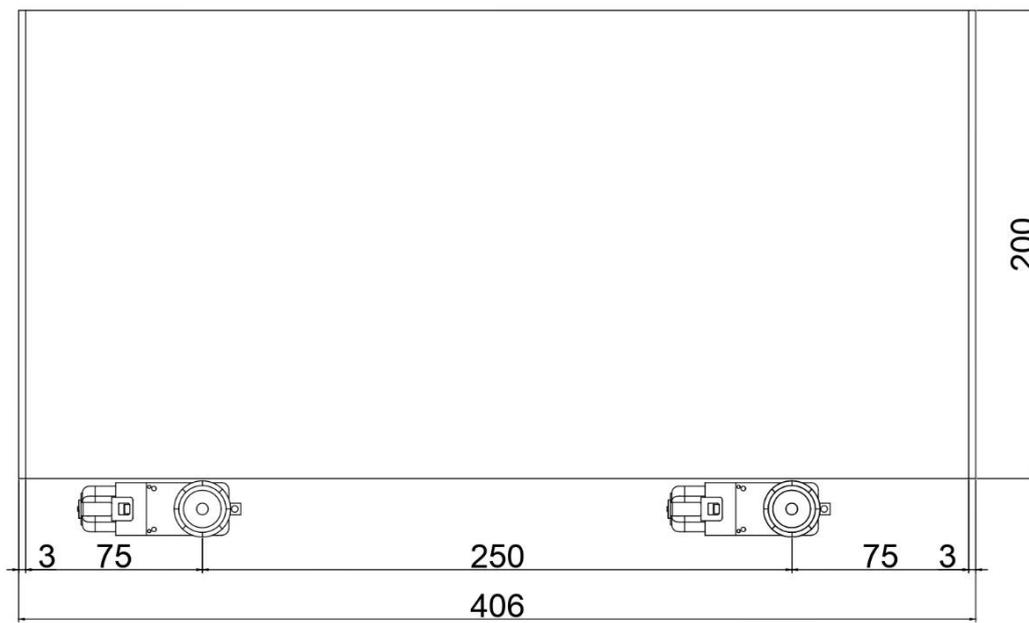
**2. VISTA SUPERIOR**

### 3. TRASEIRA



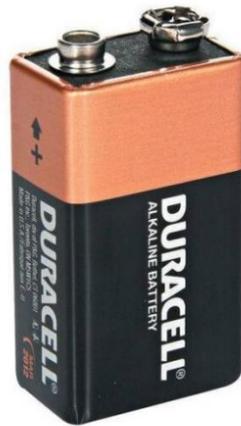
### 4. FRONTAL



**5. LATERAL ESQUERDA****6. LATERAL DIREITA**

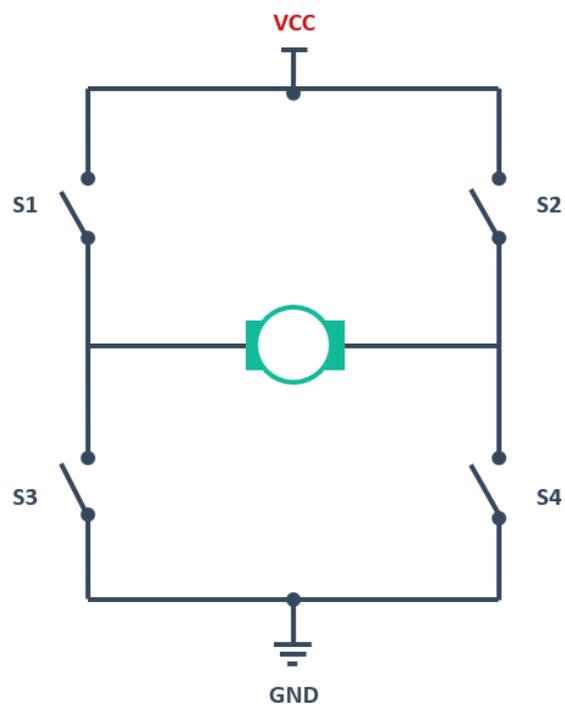
## ANEXOS

### 1. ANEXO A – BATERIA DE 9V



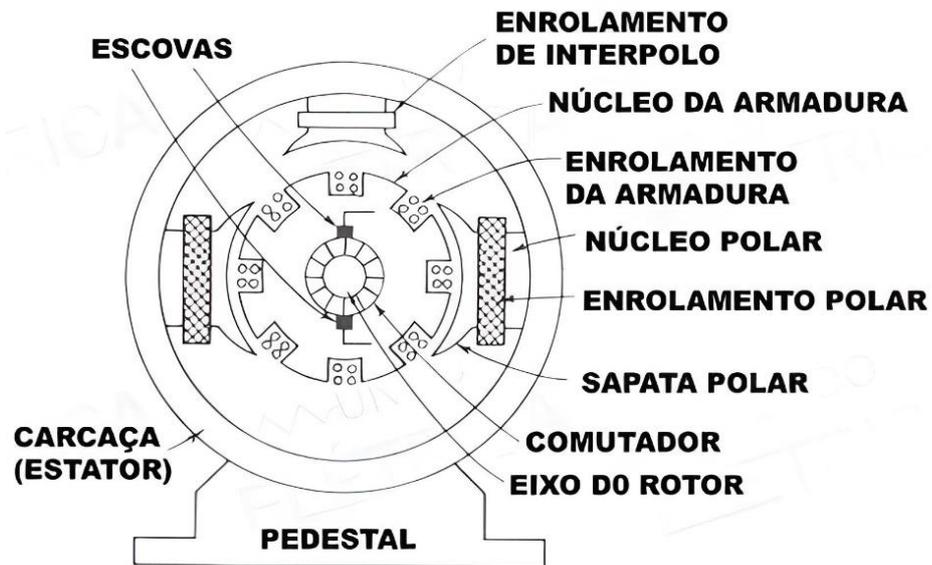
Fonte: Mamute Eletrônica

### 2. ANEXO B – CIRCUITO DA PONTE H



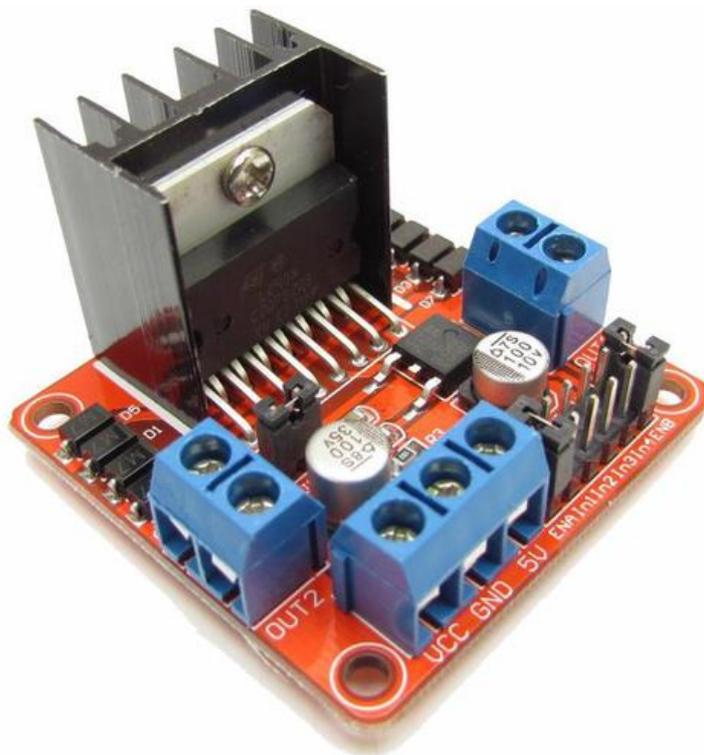
Fonte: Ampulheta do Saber

### 3. ANEXO C – COMPONENTES DE UM MOTOR DC



Fonte: Mundo da Elétrica

### 4. ANEXO D – MÓDULO DE PONTE H – L298N



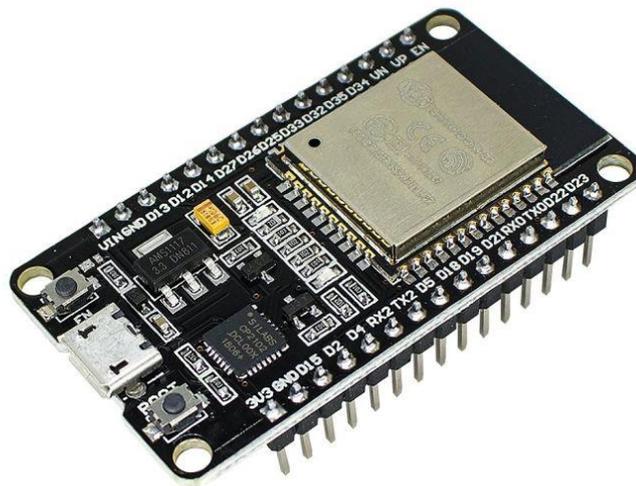
Fonte: Americanas

## 5. ANEXO E - MOTOR DC COM CAIXA DE REDUÇÃO DE PLÁSTICO 3V A 6V



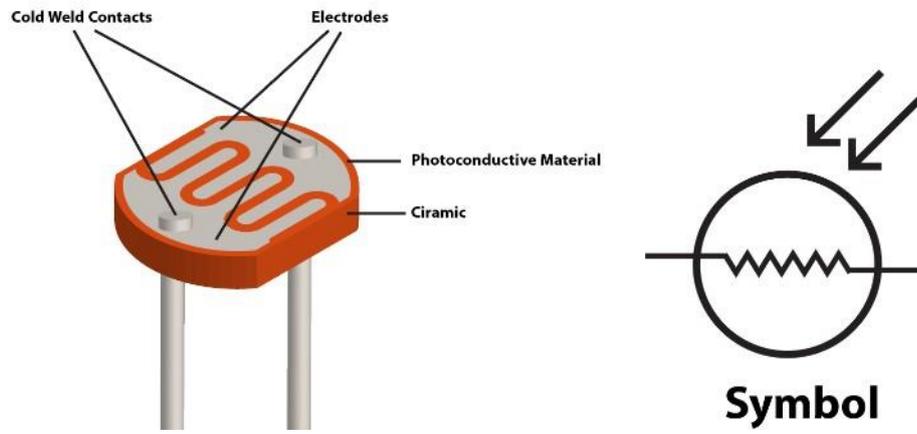
Fonte: Instituto Digital

## 6. ANEXO F – PLACA ESP32



Fonte: Saravati

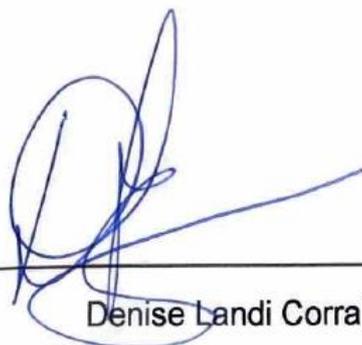
## ANEXO G – SENSOR DE LUMINOSIDADE (LDR)



Fonte: Sistema e Tecnologia Aplicada

**FOLHA DE REVISÃO – LÍNGUA PORTUGUESA**

ESTA MONOGRAFIA FOI REVISADA PELA PROFESSORA DE PORTUGUÊS  
DENISE LANDI CORRALES GUARANHA, PORTADORA DO RG: 16.156.053-2, E  
CPF: 058.446.028-70, DA INSTITUIÇÃO ETEC MARTIN LUTHER KING, NO DIA  
04/12/2023



---

Denise Landi Corrales Guaranha

**FOLHA DE REVISÃO – LÍNGUA ESTRANGEIRA**

ESTA MONOGRAFIA FOI REVISADA PELA PROFESSORA DE LÍNGUA ESTRANGEIRA FABIANA IGNACIO, PORTADORA DO RG: 27.223.567-2, E CPF: 267.958.708-12, DA INSTITUIÇÃO ETEC MARTIN LUTHER KING, NO DIA 04/12/2023

---

*Fabiana Ignácio*  
Fabiana Ignacio