

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE TECNOLOGIA

JOÃO HENRIQUE FOLSTA BOCHETTI
RAFAEL DANELON CORREIA

DESENVOLVIMENTO DE UM PROTÓTIPO DE ROBÔ ASPIRADOR

LIMEIRA

2020

JOÃO HENRIQUE FOLSTA BOCHETTI
RAFAEL DANELON CORREIA

DESENVOLVIMENTO DE UM PROTÓTIPO DE ROBÔ ASPIRADOR

Monografia apresentada à Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Tecnologia, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Telecomunicações.

Orientadora: Talía Simões dos Santos
Ximenes

Co-orientador: Rodrigo Luiz Ximenes

LIMEIRA

2020

JOÃO HENRIQUE FOLSTA BOCHETTI
RAFAEL DANELON CORREIA

DESENVOLVIMENTO DE UM PROTÓTIPO DE ROBÔ ASPIRADOR

Monografia apresentada à Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Tecnologia, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Telecomunicações.

Aprovação __/__/__

Prof. Dr. Ivan de Oliveira
Universidade Estadual de Campinas – Faculdade de Tecnologia

Prof. Dr. Luis Fernando de Ávila
Universidade Estadual de Campinas – Faculdade de Tecnologia

Dedico este trabalho à minha família, que tornou possível o meu sonho de me tornar engenheiro.

AGRADECIMENTOS

A minha família, pelo amor, incentivo e apoio incondicional.

A essa universidade, seu corpo docente, direção e administração que possibilitaram a caminhada até aqui.

A minha orientadora, Talía Simões dos Santos Ximenes e ao meu co-orientador, Rodrigo Luiz Ximenes, pelo suporte, correções e incentivos.

E a todos que direta ou indiretamente fizeram parte da minha formação.

“O sucesso é ir de fracasso em fracasso
sem perder o entusiasmo.”
(Winston Churchill).

RESUMO

Os robôs são uma invenção do século XX, apesar disso, sua idealização é bem mais antiga, existindo relatos históricos datados de 2000 anos antes de Cristo que indicam a construção de autômatos já no Antigo Egito. Inicialmente as aplicações dos robôs foram pensadas para o ambiente industrial, isso porque parte do trabalho realizado nas fábricas era repetitivo e apresentava, inclusive, riscos para a saúde e para a integridade física dos funcionários. Do século XX até o ano de 2020 várias coisas mudaram, se a tecnologia evolui rapidamente na sociedade contemporânea, pode-se dizer que o campo de estudo da robótica evolui ainda mais. Os robôs deixaram de fazer parte exclusivamente do ambiente fabril e passaram a desempenhar papéis fundamentais no ambiente doméstico, principalmente através dos robôs de limpeza, cujas vantagens ficaram evidentes durante a pandemia do Novo Coronavírus, quando as famílias se viram obrigadas a adotarem uma rotina totalmente diferente da que estavam acostumadas, com aulas on-line, trabalho remoto (Home Office) e atividades de lazer adaptadas para os ambientes internos. Permanecendo mais tempo em casa, as famílias notaram que a frequência com que deveriam realizar a limpeza do ambiente também aumentaria, o problema é que muitas famílias não possuíam tempo hábil para despender nessas atividades, e foi a partir desse ponto que a utilização dos robôs de limpeza tornou-se interessante, uma vez que eles após realizar sua programação, a execução da rotina não necessita da interferência ou do acompanhamento humano. Durante o desenvolvimento dessa monografia será apresentada a metodologia empregada na construção de um protótipo de um robô aspirador, bem como os resultados obtidos através dessa metodologia.

Palavras-chaves: Robô Aspirador. Robótica. Protótipo.

ABSTRACT

Robots are an invention of the 20th century, however, their idealization is much older, with historical reports dating from 2000 years before Christ that indicate the construction of automata in Ancient Egypt. Initially the applications of the robots were designed for the industrial environment, because part of the work carried out in the factories was repetitive and even presented risks for the health and physical integrity of the employees. From the 20th century to the year 2020, several things have changed, if technology evolves rapidly in contemporary society, it can be said that the field of study of robotics evolves even more. Robots are no longer exclusively part of the manufacturing environment and have started to play fundamental roles in the domestic environment, mainly through cleaning robots, whose advantages were evident during the New Coronavirus pandemic, when families were forced to adopt a totally different routine. they were used to, with online classes, remote work (Home Office) and leisure activities adapted to indoor environments. Staying more at home, the families noticed that the frequency with which they should clean the environment would also increase, the problem is that many families did not have enough time to spend on these activities, and it was from that point that the use of robots cleaning became interesting, since after performing their programming, performing the routine does not require interference or human monitoring. During the development of this monograph, the methodology used in the construction of a prototype of a robot vacuum cleaner will be presented, as well as the results obtained through this methodology.

Keywords: Robot Vacuum Cleaner. Robotics. Prototype.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1. Primeiro Robô Industrial: Unimate.....	14
Figura 2. Elektro, Primeiro Robô Humanoide e Sparko, O Cão Robô.....	16
Figura 3. Adaptador de Bateria 9 Volts.....	22
Figura 4. Cooler 12 Volts - 80mm x 80 mm x 25 mm.....	23
Figura 5. Drive Motor Ponte H - L298N.....	24
Figura 6. Kit Motor DC + Roda para Robô.....	25
Figura 7. Micro Servo 9G SG90 Tower Pro.....	25
Figura 8. Mini Protoboard 170 Pontos.....	26
Figura 9. Módulo Sensor de Distância Ultrassônico HC-SR04.....	27
FIGURA 10. Pilha Alcalina AAA 1,5 Volts.....	27
Figura 11. Suporte Para as Pilhas.....	28
Figura 12. Placa Arduino UNO.....	29
Figura 13. Montagem do Circuito Eletrônico do Robô Aspirador.....	30
Figura 14. Fluxograma de Funcionamento do Robô Aspirador.....	31
Figura 15. Simulação do Robô Aspirador.....	33
Figura 16. Bases e Face Lateral do Protótipo do Robô Aspirador	34
Figura 17. Fixação das Rodas na Base Inferior do Protótipo	34
Figura 18. Fixação do Cooler na Tampa do Cilindro	35
Figura 19. Fixação do Cilindro e dos Demais Componentes à Base Inferior do Protótipo.....	35
Figura 20. Fixação da Face Lateral Com os Módulos Sensores e da Base Superior.....	36
Figura 21. Resultado Final do Protótipo	36

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	10
1.1 DEFINIÇÃO DO PROBLEMA.....	11
1.2 HIPÓTESE	11
1.3 JUSTIFICATIVA.....	11
1.4 SÍNTESE DO TRABALHO.....	12
1.5 OBJETIVOS.....	12
1.5.1 OBJETIVO GERAL.....	12
1.5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	12
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	13
2.1 ROBÔS INDUSTRIAIS	14
2.1.1 Aplicações Dos Robôs Industriais No Século XXI – Ano 2020	15
2.2 ROBÔS HUMANOIDES.....	16
2.3 ROBÔS VERSUS MÁQUINAS	18
2.4 SENSORES	18
2.5 SOFTWARES	18
2.6 MANIPULADORES.....	19
2.7 ROBÔS ASPIRADORES	19
3. METODOLOGIA	22
3.1 MATERIAIS.....	22
3.2 DESENVOLVIMENTO DO PROTÓTIPO	29
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	32
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	37
REFERÊNCIAS.....	38
APÊNDICE 1 – PROGRAMAÇÃO DO PROTÓTIPO	41

1. INTRODUÇÃO

Pode-se dizer que uma das ambições de grande parte das pessoas, inclusive dos brasileiros, é ter um lugar para chamar de seu, seja casa ou apartamento, mas conquistar essa ambição. Além de incrível, pode ser também, exaustivo, porque exige que tarefas domésticas sejam conciliadas com atividades pré-existentes, como estudar, trabalhar fora, se exercitar, dentre outras. (MEGACURIOSO, 2018).

Não é incomum ouvir pessoas dizendo que passaram seu dia de folga fazendo faxina e colocando a "casa em ordem", e menos incomum ainda é ouvir essas mesmas pessoas dizendo que no dia seguinte parecia que a poeira já voltava a se acumular.

O mercado tecnológico enxergou possibilidades nesses cenários e passou a investir cada vez mais no desenvolvimento de aparelhos que facilitassem a realização de tarefas domésticas, ou melhor, que fossem capazes de substituir os humanos nesses serviços, e o retorno está sendo tão bom quanto o esperado. Afinal, quanto menos tempo se gasta na realização de tarefas domésticas, mais tempo pode-se gastar em atividades de lazer. (MEGACURIOSO, 2018).

Os robôs de limpeza são um dos maiores representantes do desenvolvimento da tecnologia no cotidiano das pessoas, sendo o robô aspirador o mais conhecido deles. As origens dos robôs de limpeza são mais antigas do que se imagina, segundo o artigo "Uma breve história dos robôs de limpeza", escrito pelos pesquisadores Erwin Prassler, Arno Ritter, Christoph Schaeffer e Paolo Fiorini, eles começaram a ser desenvolvidos durante a década de 1980, durante a época em que o trabalho foi publicado, em 2000, os autores conseguiram mapear a existência de mais de trinta tipos de robôs de limpeza, encontrando modelos voltados para uso doméstico e industrial. O artigo confirma ainda o pioneirismo dos robôs aspiradores, indicando que seus primeiros protótipos surgiram em 1991, no entanto, a inovação começaria a ser comercializada apenas no início dos anos 2000. (MEGACURIOSO, 2018).

Durante o desenvolvimento deste trabalho será apresentado um breve histórico a cerca dos robôs de limpeza, sobretudo dos robôs aspiradores, que é o foco desta monografia, apresentando suas características construtivas e de

funcionamento. Será apresentada também a metodologia utilizada para o desenvolvimento do protótipo do robô aspirador deste projeto.

1.1 DEFINIÇÃO DO PROBLEMA

Os robôs aspiradores já são populares em países como os Estados Unidos, mas acabaram se popularizando no Brasil apenas em 2020, durante a pandemia do novo Coronavírus, quando grande parte da população se viu obrigada a permanecer a maior parte do tempo dentro de suas casas, tanto para trabalhar em Home Office, quanto para passar seu tempo de lazer. (FOGAÇA, 2020).

O aumento do tempo em casa tornou necessário aumentar o tempo despendido nas atividades domésticas, no entanto, nem todas as pessoas possuíam esse tempo para despender nessas atividades, foi então que equipamentos como os robôs aspiradores entraram como solução. (FOGAÇA, 2020).

O problema da necessidade da utilização desse tipo de equipamento é seu preço. Por ser uma tecnologia recém-inventada, e principalmente, por ter uma fabricação restrita e uma baixa demanda em território nacional, ela tende a ter um valor que muitas vezes inviabiliza as expectativas do consumidor. (FOGAÇA, 2020).

1.2 HIPÓTESE

Espera-se desenvolver um protótipo de robô aspirador que esteja de acordo com a funcionalidade e aplicação dos robôs aspiradores existentes no mercado, com o diferencial de se utilizar componentes de melhor custo benefício, visando a diminuição do custo para o consumidor final.

1.3 JUSTIFICATIVA

Os robôs aspiradores mostraram-se de extrema necessidade no cenário brasileiro atual, sobretudo pela rotina imposta pela pandemia do novo coronavírus, no entanto, o preço praticado no mercado não condiz com a realidade da maioria das famílias brasileiras, por esse motivo, objetiva-se através deste projeto desenvolver um projeto com melhor custo benefício.

1.4 SÍNTESE DO TRABALHO

Este trabalho é composto por cinco seções, sendo estes: Seção 1 – Introdução; Seção 2 – Revisão Bibliográfica; Seção 3 – Métodos; Seção 4 - Resultados e Discussões; e Seção 5 – Considerações Finais.

1.5 OBJETIVOS

1.5.1 OBJETIVO GERAL

Este trabalho tem como objetivo o desenvolvimento de um protótipo de robô aspirador, com funcionalidade e aplicações semelhantes aos já existentes no mercado, mas com um melhor custo benefício.

1.5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Para atingimento do objeto geral são necessários o cumprimento dos objetivos específicos descritos na sequência:

- Estudar o funcionamento dos robôs aspiradores existentes no mercado;
- Estudar os componentes e técnicas que serão utilizados com os microcontroladores;
- Definir quais componentes serão incluídos no projeto microcontrolado – robô aspirador;
- Definir qual será a aplicação e finalidade do projeto;
- Implementar o projeto anteriormente definido, apresentando o seu funcionamento prático.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A tecnologia evolui rapidamente na sociedade contemporânea, sobretudo, na área da robótica, que, assim como o nome sugere, trata-se da ciência que estuda os robôs, termo esse que é originário da palavra checa *Robota*, que significa trabalho forçado ou servidão, e foi utilizado pela primeira vez em 1921 pelo escritor checo Karel Capek, em uma peça teatral intitulada *R.U.R - Rossum's Universal Robots*, cujo livro foi lançado no Brasil pela editora Hedra com o título *A Fábrica de Robôs* (LOUSADA, 2020).

Em termos atuais, é possível definir robôs como sistemas integrados desenvolvidos por seres humanos, que são compostos por sensores, manipuladores, sistemas de controle, fonte de energia e software, capazes de realizar tarefas a partir de comandos de dados. Dentre seus objetivos principais estão a realização de tarefas com alto grau de complexidade e/ou que exigem alto grau de qualidade e a facilitação de certos trabalhos dentro da sociedade, como por exemplo, tarefas que demandem movimentos repetitivos, que precisem ser realizadas em ambientes insalubres e/ou apresentem riscos para a saúde/integridade física humana (LOUSADA, 2020).

Pazos (2002) afirma que os robôs podem ser classificados em três categorias distintas, de acordo com a sua utilidade, são elas: máquinas-ferramenta, exploradores e manipuladores. Os robôs máquina-ferramenta possuem a função de executar uma tarefa alterando uma matéria-prima, um exemplo dessa categoria de robô é o robô de solda. Os robôs exploradores têm como objetivo explorar um ambiente e revelar suas características físicas, utilizando sensores para isso, como os robôs que são enviados a Marte, por exemplo. Já os robôs manipuladores têm como objetivo principal o deslocamento de objetivos, como é o caso do braço mecânico.

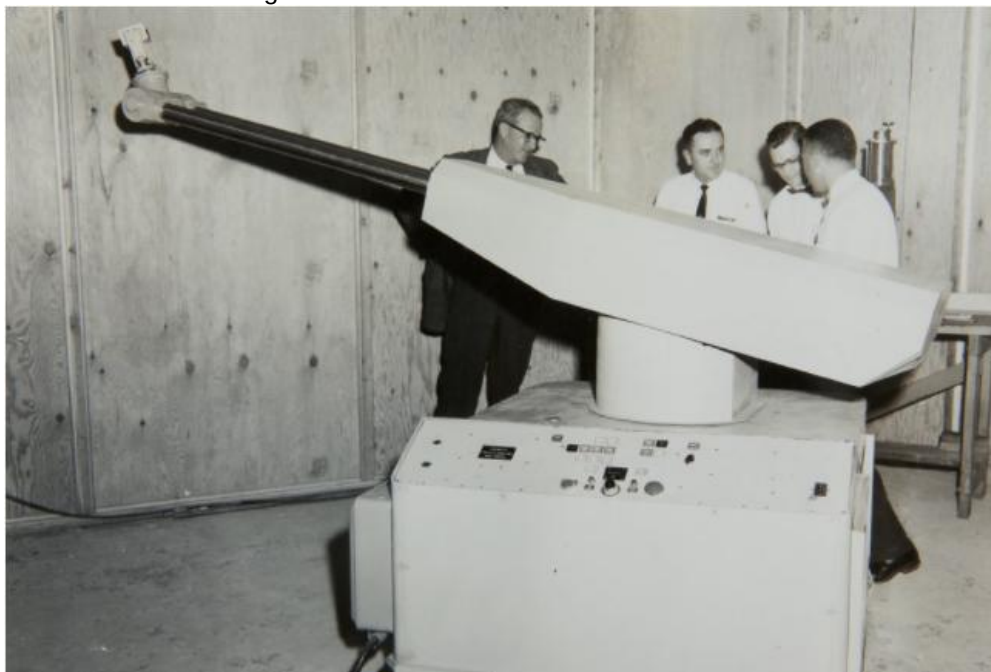
Além dessas categorias, pode-se citar ainda os robôs industriais e os robôs humanoides (LOUSADA, 2020).

2.1 ROBÔS INDUSTRIAIS

Apesar de serem 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 efetiva concepção de um robô automático ocorreu no século XX em âmbito industrial, isso porque, na maioria das vezes, o trabalho dentro das fábricas era repetitivo e exigia a constante realocação de peças e máquinas muito pesadas, tornando gritante a necessidade de um auxiliador, que foi criado em 1954 por George Devol. Esse auxiliador recebeu o nome de Unimate, e começou a atuar na linha de produção da General Motors em 1961. Sua função consistia em pegar pedaços quentes de metal e colar as peças nos chassis dos carros. O Unimate pesava 1800 kg e obedecia a comandos gravados em fitas magnéticas. A Figura 1 ilustra esse robô (LOUSADA, 2020).

Figura 1. Primeiro Robô Industrial: Unimate



Fonte: LOUSADA, 2020. ELETROGATE. Disponível em: <<https://blog.eletrogate.com/o-que-e-robotica-conceito-historia-e-evolucao/>>. Acesso em 04/12/2020.

Desde então, a automatização no chão de fábrica tem se desenvolvido cada dia mais, utilizando processos e máquinas mais inteligentes e avançadas, e em

2020, além dos robôs industriais tradicionais, existem também os robôs colaborativos, aqueles que trabalham em conjunto com os seres humanos, proporcionando maior conforto para os funcionários. Os robôs industriais podem ainda ser divididos em quatro categorias, de acordo com seus sensores e softwares (GAMERO, 2018).

A primeira categoria é o Robô Não Servo, cuja função consiste em pegar um objeto, transportar e colocar em outro lugar, sendo utilizado principalmente para carga e descarga. A segunda categoria é o Robô Servo, mais flexível e com maior movimento, possui apêndices robóticos que atuam como os braços e as mãos de um robô, o que possibilita o desempenho de diversas funções. A terceira categoria é do Robô Programável, que armazena comandos em um banco de dados e por isso, pode repetir uma tarefa em uma quantidade de vezes pré-determinada. Por fim, a quarta categoria é do Robô Programável Por Computador, que como o próprio nome sugere, pode ser controlado remotamente através de um computador (GAMERO, 2018).

Outras características dos robôs industriais é que eles podem ter a base fixa ou móvel, dependendo da função que executarão, e podem ser articulados na vertical, no plano cartesiano, cilíndrico, polar, delta e SCARA (*Selective Compliance Assembly Robot Arm*) (GAMERO, 2018).

2.1.1 Aplicações Dos Robôs Industriais No Século XXI – Ano 2020

Inicialmente, os robôs industriais foram desenvolvidos visando a realização de tarefas comuns, no entanto, atualmente eles são multifuncionais e podem ser reprogramados para exercer diversas funções em diferentes segmentos industriais. Algumas de suas aplicações mais típicas são pintura, soldagem, montagem, fundição, movimentação de cargas, inspeção de produtos, realização de testes e reconhecimento de imagens. A migração para a Indústria 4.0 a robótica estará cada vez mais presente, não apenas na linha de montagem, mas também fora dela, isso porque as máquinas inteligentes (*Smart Machines*) já estão garantindo espaço na casa dos consumidores brasileiros, e também, de outros países (GAMERO, 2018).

2.2 ROBÔS HUMANOIDES

Por mais incrível que pareça, o primeiro robô humanoide, Elektro, foi criado um pouco antes do primeiro robô industrial, em 1937 pela Westinghouse Electric Corporation, em Ohio. Com 2,10 metros de altura, 120, 200 kg, e um corpo que consistia em engrenagens metálicas, uma câmera e um esqueleto motorizado coberto por uma "pele" de alumínio, Elektro conseguia andar por comando de voz, mover sua cabeça e braços, falar cerca de 700 palavras - usando um gravador para isso, fumar cigarros, estourar balões. Seus "olhos" fotoelétricos podiam distinguir luzes verdes e vermelhas. Elektro foi exibido na Feira de Nova Iorque em 1939 e 1940, acompanhado de um cão robô chamado Sparko, que podia latir, sentar e pedir carinho aos humanos (LOUSADA, 2020).

Elektro e Sparko são apresentados na Figura 2.

Figura 2. Elektro, Primeiro Robô Humanoide e Sparko, O Cão Robô.



Fonte: LOUSADA, 2020. ELETROGATE. Disponível em: <<https://blog.eletrogate.com/o-que-e-robotica-conceito-historia-e-evolucao/>>. Acesso em 04/12/2020.

Outros humanoides que ficaram conhecidos foram o WABOT-1 e o WABOT-2. O WABOT-1 foi um robô tipo humanoide construído entre 1970 e 1973, na Universidade Waseda, em Tóquio. Ele era capaz de se comunicar e de medir

distâncias e direções utilizando seus receptores externos (orelhas, olhos e boca), caminhava e era capaz de segurar e transportar objetos com as mãos (FACAMP, 2019).

O WABOT-2 também foi desenvolvido pela Universidade Waseda, com o objetivo de tocar órgão eletrônico, sendo capaz de conversar, ler uma partitura musical e tocar músicas, além de acompanhar uma pessoa que estivesse cantando (FACAMP, 2019).

O desenvolvimento da microeletrônica foi decisivo para o avanço dos robôs humanoides. Em 1986, a Honda iniciou uma pesquisa rigorosa de observação das formas de caminhar do ser humano, separando cada movimento realizado pelo corpo humano nesse processo, o que possibilitou o estudo dos princípios fundamentais da locomoção sobre os membros inferiores, que se mostrou bastante complexa, sendo necessário, portanto, o desenvolvimento de um complexo sistema de sensores para que o humanoide fosse dinamicamente estável. O E-0 era um protótipo que caminhava lentamente em linha reta e demorava quase cinco segundos entre os passos. Aprimorar o movimento da caminhada demandou muito conhecimento de física e engenharia, mas, através de uma sequência de protótipos, a Honda conseguiu aprimorar a velocidade do passo do robô, pesquisando não apenas a caminhada humana, mas também, de outros animais. Entre os anos de 1987 e 1991 foram desenvolvidos 3 modelos pela Honda, sendo que o E3 andava como um ser humano normal, capaz de percorrer 3 quilômetros em uma hora. Em 1996 a Honda apresentou o P2, capaz de andar em pisos lisos e subir escadas (FACAMP, 2019).

Mas, afinal de contas, o que se espera de um robô humanoide? O intuito da Honda era desenvolver um robô capaz de auxiliar as pessoas em tarefas cotidianas, como as tarefas domésticas, por exemplo. Subir e descer escadas, carregar objetos, abrir e fechar portas, empurrar carrinhos, trabalhar por controle remoto, trocar lâmpadas e apertar parafusos são algumas das funções que a Honda pretendia que seus robôs conseguissem efetuar (FACAMP, 2019).

Em 2000, a Honda anunciou o ASIMO, o primeiro robô que pode se mover sem ser controlado por um operador. A coordenação entre os sensores visuais e auditivos possibilitam que ele reconheça as faces e as vozes de várias pessoas falando ao mesmo tempo, perceba a movimentação das pessoas e seja

capaz de evitar colisões. Sua função é recepcionar clientes, e, sobretudo, circular pelas empresas, como uma demonstração de avanço tecnológico (FACAMP, 2019).

Os avanços na inteligência artificial, combinados com o constante desenvolvimento eletrônico, estão ampliando a autonomia dos robôs, para que eles sejam capazes de fazer seus próprios julgamentos e de aprender a executar tarefas por conta própria, já existindo, inclusive, uma nova geração de robôs sofisticados disponíveis comercialmente (FACAMP, 2019).

2.3 ROBÔS VERSUS MÁQUINAS

Robôs e Máquinas Comuns não são iguais. Para ser classificado como um robô é necessário ser composto por três elementos básicos: sensores, softwares e manipuladores. Os sensores são considerados dispositivos de entrada, os softwares (ou sistemas de controle) são responsáveis pela "tomada de decisão", já os manipuladores são os dispositivos de saída (LOUSADA, 2020).

2.4 SENSORES

Um dos principais aspectos para uma máquina ser classificada como robô é sua habilidade sensorial dentro do ambiente em que está atuando, sendo que, muitas dessas habilidades se assemelham aos próprios sentidos humanos, como por exemplos, sensores de cor e luminosidade (visão), sensores de pressão (tato), sensores de gás (olfato), sensores de som (audição), dentre outros. Como o sensor atua como dispositivo de entrada, ele será responsável por ditar qual será a ação do robô a partir do que foi fornecido à ele pelo seu INPUT, por esse motivo, são extremamente importantes para os robôs (LOUSADA, 2020).

2.5 SOFTWARES

Para determinar qual será a próxima ação dos manipuladores do robô através das informações recebidas pelos sensores é necessário passar pelo processo de tomada de decisão, que será realizado pelo software. O robô, por si só, é apenas uma máquina atuadora, no entanto, ele se difere no ponto em que a máquina necessita ser guiada por um humano, seja de forma manual ou através de

um painel de controle, para atuar de forma correta, já o robô, para ser classificado como tal, deve atuar de forma automática, ou seja, sem ser guiado por um humano, por isso, é necessário programá-lo (LOUSADA, 2020).

Programação nada mais é do que o processo de escrita, teste e manutenção de um programa de computador. Essencialmente é um conjunto de instruções escritas pelo programador que o computador ou a máquina segue. Elas podem ser escritas em diversas linguagens, sendo as mais comuns: Java, C, C++, Python, C#, JavaScript, Visual Basic .NET, R, PHP e MATLAB (LOUSADA, 2020).

2.6 MANIPULADORES

Após receber as informações de entrada dos sensores e tomar as decisões através do software, o robô precisa atuar, para isso, ele possui manipuladores, responsáveis por colocar em prática os comandos dados pelo programa desenvolvido para o software do robô. Apesar de existirem diversos tipos de manipuladores, os mais comuns são aqueles que se movimentam ou se locomovem de um lugar para o outro ou os que apenas movem uma de suas partes para carregar algum produto. Esses processos podem ser realizados através de rodas ou esteiras rolantes, pernas locomotoras ou por propulsores (LOUSADA, 2020).

2.7 ROBÔS ASPIRADORES

Durante a introdução dessa monografia, já ficou claro que a origem dos robôs aspiradores é bem mais antiga do que as pessoas costumam imaginar, mas que apesar disso, sua popularização e comercialização é relativamente recente, tendo início nos anos 2000 e sendo marcada pelo lançamento do Roomba em 2004, pela iRobot (MEGACURIOSO, 2018).

O funcionamento dos robôs aspiradores costuma seguir o mesmo padrão, ele possui uma base que deve ser conectada à tomada, atuando como um carregador, e quando o usuário mandar, ou em um horário pré-definido, o robô sai sozinho da base e começa a aspirar a casa. Apesar de poder ser utilizado em diversos ambientes, é necessário ficar atento a alguns pisos especiais, como

carpetes, por exemplo, pois nem todos os robôs funcionam nesse tipo de piso (MEGACURIOSO, 2018).

De forma geral, para saber os locais que precisam ser limpos e executarem a limpeza, os robôs aspiradores utilizam os sensores com os quais vêm equipados, o sistema de mapeamento e as ferramentas de limpeza. Graças ao uso desses sensores não é necessário deixar o ambiente totalmente livre de obstáculos para os robôs, pois eles servem justamente para detectar um possível nível de bloqueio. Além de possuírem a capacidade de identificar e desviar de obstáculos, os robôs aspiradores também são capazes de perceber quando há a presença de um degrau, por esse motivo, não é necessário se preocupar com escadas e afins (MEGACURIOSO, 2018).

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. Por terem a opção de limpeza programada, é possível ajustar tudo para que o robô funcione enquanto a casa estiver vazia, mas se eles precisarem ser utilizados enquanto houver pessoas em casa, não há problemas, pois são silenciosos. Alguns robôs também possuem controle remoto, dessa forma, se o usuário achar que uma parte da limpeza não foi realizada como deveria, ou se quiser dar uma maior atenção à lugares de difícil acesso, como cantos de parede, por exemplo, ele pode utilizar o controle e determinar a trajetória do dispositivo (MEGACURIOSO, 2018).

Por realizarem um mapeamento detalhado dos pontos que precisaram ser cobertos, e também, por precisarem recalcular a rota algumas vezes, a limpeza realizada pelo robô aspirador pode demorar mais do que a limpeza realizada por uma pessoa com um aspirador de pó comum, e apesar de terem um desempenho satisfatório para limpezas cotidianas, a profundidade da faxina é diferente (MEGACURIOSO, 2018).

No Brasil, cinco marcas se destacam com os robôs aspiradores, são elas: Samsung, Xiaomi, iRobot, Midea e Multilaser, sendo essa última a que trabalha com modelos mais simples e que busca destaque pela quantidade de vendas, uma vez que, seus preços são os menores dentre todos os concorrentes, chegando em R\$

400,00, como é o caso do HO041, que quase não possui partes inteligentes e vai batendo pela casa e pelos móveis enquanto suga a sujeira. Já o Orion, custa o dobro do preço, mas possui base recarregadora, para onde o robô retorna quando termina a limpeza. Esse preço se aproxima dos valores praticados pela Midea (FOGAÇA, 2020).

Samsung, Xiaomi e iRobot brigam no mesmo patamar, oferecendo robôs capazes de aspirar o pó e passar pano, alguns com ambas as funções, outros com uma ou outra. Esses robôs partem do valor de pouco mais de R\$ 2.000,00 e podem chegar perto de R\$ 10.000,00 (FOGAÇA, 2020).

3. METODOLOGIA

Durante essa seção será apresentada a metodologia utilizada para o desenvolvimento do robô aspirador.

3.1 MATERIAIS

Para a montagem do protótipo, será necessária a utilização de uma placa de microcontrolador, definida como o Arduino UNO, mas que, futuramente pode ser substituída, caso identifique-se que outro microcontrolador é mais vantajoso ou atenda de uma melhor forma os requisitos do projeto. Serão utilizados, também, outros materiais essenciais para o correto funcionamento do projeto, esses materiais estão listados e representados a seguir:

Adaptador de Bateria 9 Volts para Arduino, representado na Figura 3, será necessária uma unidade, que permitirá a alimentação do microcontrolador através de uma bateria de 9 volts.

Figura 3. Adaptador de Bateria 9 Volts



Fonte: Arduino Omega, disponível em <https://www.arduinoomega.com.br/adaptador-bateria-9v-sem-plug?utm_source=Site&utm_medium=GoogleMerchant&utm_campaign=GoogleMerchant&gclid=CjwKCAiAiML-BRAAEiwAuWVgggb-H3r1sKMqR_c922DWAJxTliDF2c8n_v5emDw59NjZJJfpuudnhoC1cwQAvD_BwE>, acessado em 09/12/2020.

Cooler 12 Volts nas dimensões de 80 mm x 80 mm x 25 mm, representado na Figura 4, será utilizada uma unidade, com a função de reduzir o calor gerado pelos componentes do protótipo.

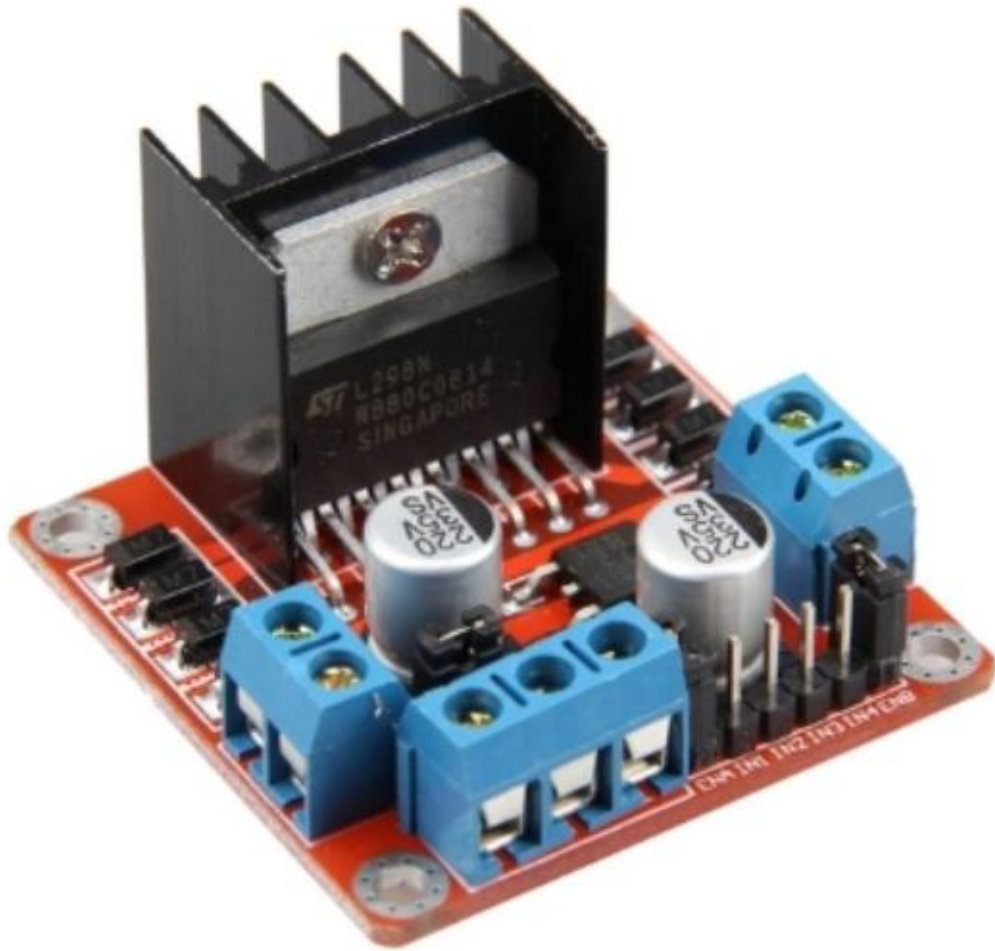
Figura 4. Cooler 12 Volts – 80mm x 80mm x 25 mm



Fonte: Mercado Livre, 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__DoSxiJBoCx2YQAvD_BwE, acessado em 09/12/202

Driver Motor Ponte H – L298N, representado na Figura 5, serão utilizadas duas unidades. Ele é baseado em um circuito tipo ponte H e sua função é controlar motores DC, por possuir dois canais permite controlar a velocidade e o sentido da rotação de até dois motores ao mesmo tempo.

Figura 5. Driver Motor Ponte H – L298N



Fonte: FilipeFlop, disponível em < https://www.filipeflop.com/produto/driver-motor-ponte-h-l298n/?gclid=CjwKCAiAq8f-BRBtEiwAGr3DgVsXdLnZjhBNBbSBGxxehQWiLwSNCpLS08Df35X5QR5lc47Hx7OBxxoCFLIQAvD_BwE>, acessado em 09/12/2020

Kit Motor DC + Roda para Robô, representando na Figura 6, serão necessárias duas unidades, é ideal para a montagem de robôs segue-faixa, possui sensor ultrassônico para evitar obstáculos e medidor de distância, além disso, por ser de plástico, a roda apresenta boa aderência em superfícies e fornece uma boa tração para o robô.

Figura 6. Kit Motor DC + Roda para Robô



Fonte: Arduino Mega, 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, acessado em 09/12/2020.

Micro Servo 9G SG90 Tower Pro, representado na Figura 7, será necessária uma unidade, sua função é virar as rodas dianteiras do protótipo, sendo possível controlar o giro e a posição do Micro Servo Motor através dos comandos enviados pela plataforma microcontrolada. Após receber o comando para alterar sua posição, o servo verifica sua posição inicial e em seguida executa o comando girando até a posição indicada.

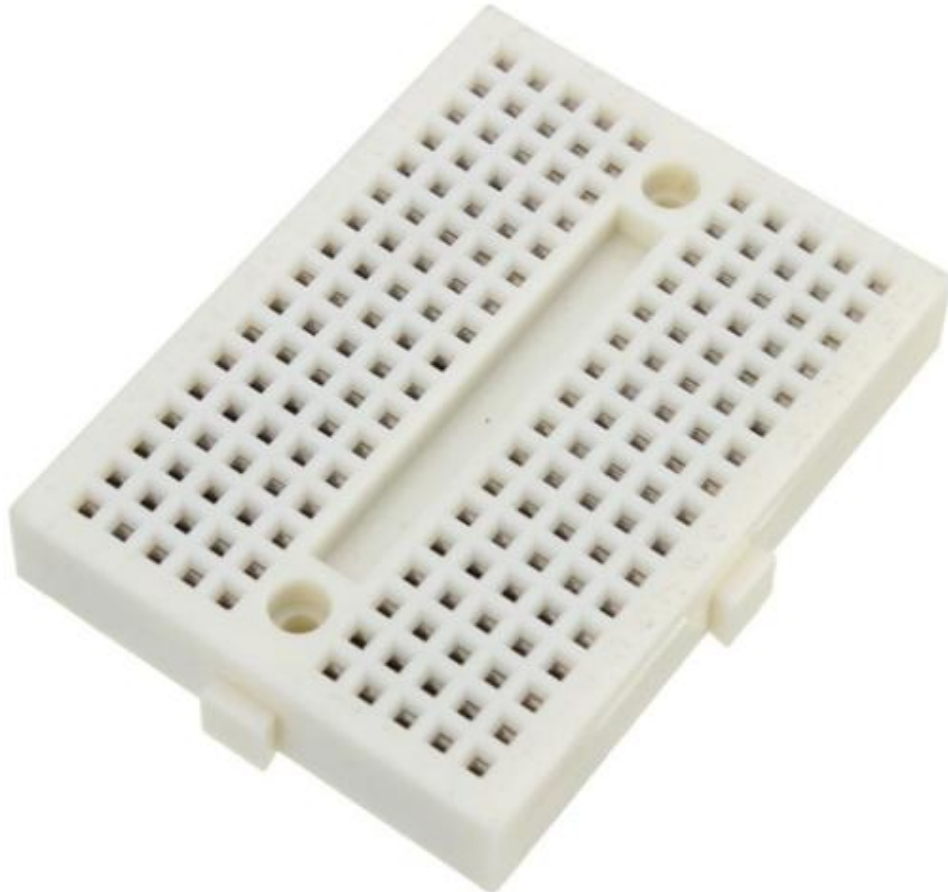
Figura 7. Micro Servo 9G SG90 Tower Pro



Fonte: Eletrogate, disponível em < https://www.eletrogate.com/micro-servo-9g-sg90-towerpro?utm_source=Site&utm_medium=GoogleMerchant&utm_campaign=GoogleMerchant&gclid=CjwKCAiAq8f-BRBtEiwAGr3DgVXx3cq6j-1GX2OUGFJIURghizaTqOi3DNy_zXIoh2DclZkLVz9j7hoCR4kQAvD_BwE >, acessado em 09/12/2020

Mini Protoboard 170 Pontos, representado na Figura 8, será necessária uma unidade, será utilizado para a montagem do circuito eletrônico, seu pequeno formato o torna ideal para o projeto.

Figura 8. Mini Protoboard 170 Pontos



Fonte: FilipeFlop, disponível em < https://www.filipeflop.com/produto/mini-protoboard-170-pontos/?attribute_pa_cor=branco&gclid=CjwKCAiAq8f-BRBtEiwAGr3DgdEWhfQDDmTCMmgxOK_SEsDfC5toUJ35ZL4rmiffUxhevMU8dJmwDhoCGikQAvD_BwE >, acessado em 09/12/2020

Módulo Sensor de Distância Ultrassônico HC-SR04, representado na Figura 9, serão necessárias três unidades, possui uma função de medição sem contato de 2cm à 400cm, com precisão de cerca de 3mm. O módulo é composto por transmissor, receptor e circuito de controle. No protótipo, será utilizado para a medição de distância e identificação de obstáculos.

Figura 9. Módulo Sensor de Distância Ultrassônico HC-SR04



Fonte: Eletrogate, disponível em < https://www.eletrogate.com/modulo-sensor-de-distancia-ultrassonico-hc-sr04?utm_source=Site&utm_medium=GoogleMerchant&utm_campaign=GoogleMerchant&gclid=CjwKCAiAq8f-BRBtEiwAGr3DgdTwbcqujEakYi0YNRIB4Ss574br8b43RM24Ss_wtQ88ngp9KoWCnBoC1pQQAvD_BwE >, acessado em 09/12/2020

Pilha Alcalina do tipo AAA 1,5 Volts, representada na Figura 10, serão necessárias quatro unidades a fim de alimentar o cooler.

Figura 10. Pilha Alcalina AAA 1,5 Volts



Fonte: Americanas, disponível em < https://www.americanas.com.br/produto/1329639740?pfm_carac=pilha-aaa-1-5v&pfm_index=15&pfm_page=search&pfm_pos=grid&pfm_type=search_page >, acessado em 21/12/2020

Suporte para 4 pilhas do tipo AAA, representado na Figura 11, será utilizada uma unidade em conjunto com as pilhas de 1,5 Volts, possibilitando assim, a alimentação do cooler.

Figura 11. Suporte Para as Pilhas



Fonte: Baú da Eletrônica – Componentes Eletrônicos, disponível em <https://www.baudaeletronica.com.br/suporte-para-4-pilhas-aaa-com-chave-liga-desliga.html>, acessado em 21/12/2020.

Placa Arduino UNO, representada na Figura 12, será necessária uma unidade, trata-se de uma plataforma open source para prototipagem eletrônica, projetada com um microcontrolador Atmel AVR com suporte para entrada/saída dos dados já embutidos, com linguagem de programação baseada em C ou C++, em outras palavras, é uma placa utilizada para desenvolver circuitos eletrônicos de forma simples, pois já possui todos os componentes, conectores e soquetes soldados, por esse motivo, optou-se por utilizá-la no projeto.

Figura 12. Placa Arduino UNO



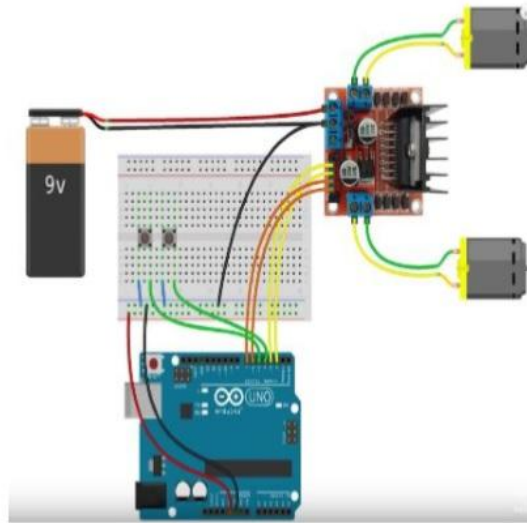
Fonte: Eletrogate, disponível em < https://www.eletrogate.com/uno-r3-smd-ch340-cabo-usb-para-arduino?utm_source=Site&utm_medium=GoogleMerchant&utm_campaign=GoogleMerchant&gclid=CjwKCAiAq8f-BRBtEiwAGr3DgcRHRFgSJgXEmPJWHkUyaALFX7_VIPosjTA19HNrbRgLuSmpSbhiRoCZUwQAvD_BwE >, acessado em 09/12/2020.

3.2 DESENVOLVIMENTO DO PROTÓTIPO

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

A montagem do circuito consiste em ligar os dois motores DC com rodas nos dois módulos de ponte H L298N, alimentar os módulos com uma bateria de 9 Volts, fazer a ligação dos módulos ao arduino, ligar o motor de passo ao arduino, ligar o sensor ultrassônico ao arduino, e por fim, ligar o cooler na alimentação das quatro pilhas de 1,5 Volts. A Figura 13 ilustra a montagem do circuito:

Figura 13. Montagem do Circuito Eletrônico do Robô Aspirador



Fonte: Do Autor, 2020

A montagem da carcaça será feita em uma base circular, com diâmetro de 30cm. Os dois motores DC com rodas serão fixados à base, na parte frontal da base, que seria a parte dianteira do robô, um espaço circular com diâmetro de 11,8 cm será aberto. Nesse espaço circular será encaixado um recipiente com diâmetro de 12 cm e com tampa, na base do recipiente deverá ser feita uma pequena abertura, e na tampa deverá ser feito um corte com formato de um quadrado com as dimensões de 8cmx8cm, feito isso, o cooler deverá ser encaixado na tampa do recipiente, que em seguida, deverá ser fechado. Na parte frontal da base, deverá ser fixado o motor de passo, o sensor ultrassônico e os demais componentes.

Por fim, deve-se garantir que as laterais do robô estejam bem fixas, e deve-se também, colocar a parte superior da carcaça, para fechar e proteger o circuito interno do robô.

O fluxograma a seguir, ilustra o funcionamento do robô aspirador desenvolvido:

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

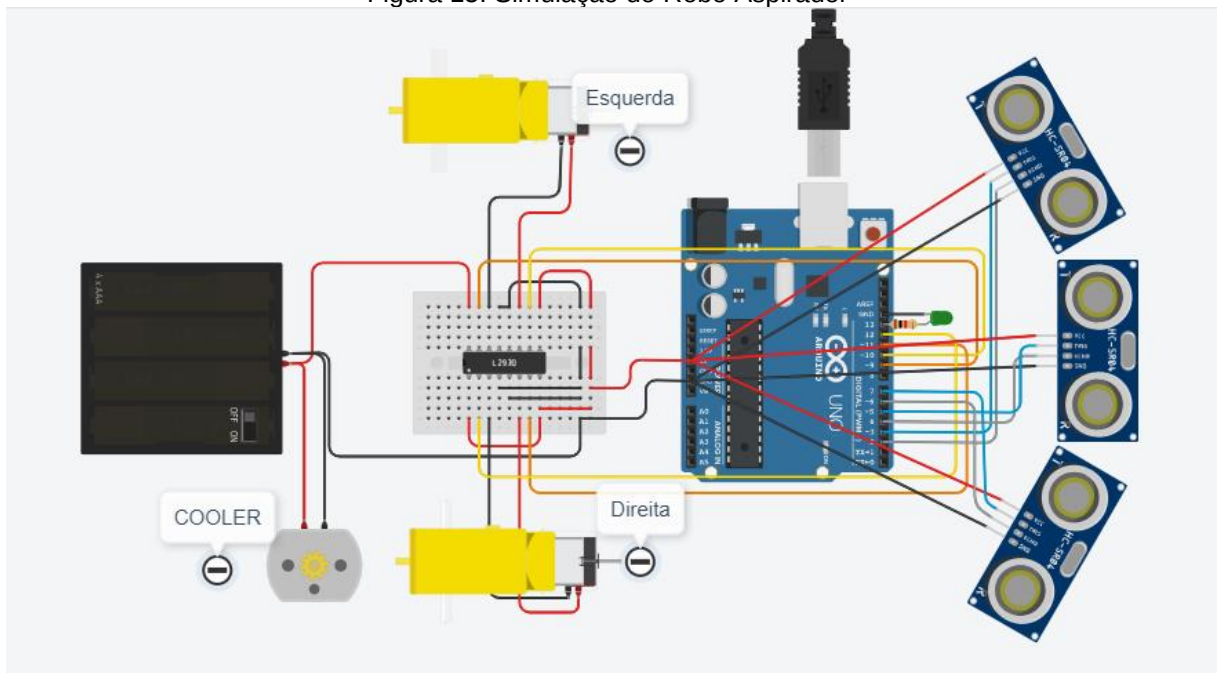
Através da metodologia empregada desenvolveu-se a simulação computadorizada do protótipo do robô aspirador, bem como sua programação e os desenhos em 3D da carcaça e demais componentes eletrônicos.

Na simulação é possível verificar o funcionamento da lógica empregada e dos componentes utilizados.

O protótipo contará com três sensores, sendo um centralizado, um localizado à direita e um localizado à esquerda. Quando o sensor da esquerda identifica um obstáculo, a roda direita começa a girar no sentido contrário, ou seja, para trás, enquanto a roda esquerda continua girando para frente, dessa forma, o robô será capaz de desviar do obstáculo. Já quando é o sensor da direita que identifica o obstáculo, a roda que passa a girar no sentido oposto até o robô fazer o desvio é a da esquerda. Quando é o sensor central que identifica o obstáculo o robô para, a roda direita passa a girar para trás a fim de desviar do obstáculo e o robô prosseguirá com seu trajeto apenas quando não identificar mais obstáculos.

Na Figura 15 tem-se uma imagem ilustrando a simulação do robô aspirador, que se encontra disponível através do link https://www.tinkercad.com/things/dYR9Ri2nYzp-projeto-robo-aspirador/editel?sharecode=nltzdog6j1ynSRihzDdtJZ-C-9Gkty3iAyqEI_FPHgo, já a programação do robô está disponível no Apêndice 1.

Figura 15. Simulação do Robô Aspirador

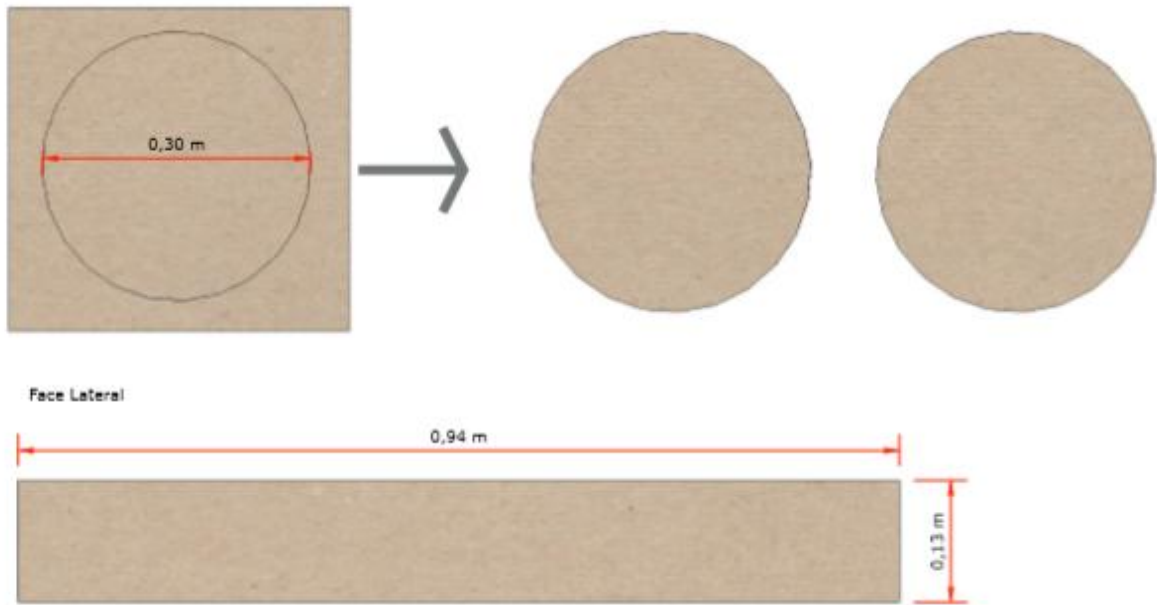


Fonte: Do Autor, 2020

Inicialmente definiu-se que a montagem do protótipo se daria com uma carcaça de base quadrada com dimensões de 20 cm x 20 cm, utilizando 4 kits de motores DC com roda e um módulo sensor de distância ultrassônico HC-SR04. Mas, ao iniciar-se a montagem do circuito no simulador foi possível perceber que apenas um módulo sensor de distância não seria suficiente, passando-se a adotar três módulos, uma para o lado direito do robô, um para o lado esquerdo e uma para a parte central. Além disso, foi possível perceber que adotando uma carcaça de base circular para o protótipo seriam desnecessários quatro kits de motores DC com roda, optando-se assim por utilizar dois kits de motores DC com roda de 8 cm de diâmetro, que foram posicionados na parte traseira do robô, um à direita e um à esquerda, e uma roda comum com um diâmetro de 3,5 cm, centralizada na parte frontal do robô. Essas alterações não apenas impactaram positivamente a estética do protótipo, mas também, simplificaram a programação desenvolvida.

Na Figura 16 é possível verificar a representação em 3D das bases e da face lateral do protótipo, que foram desenvolvidas através do programa Sketchup.

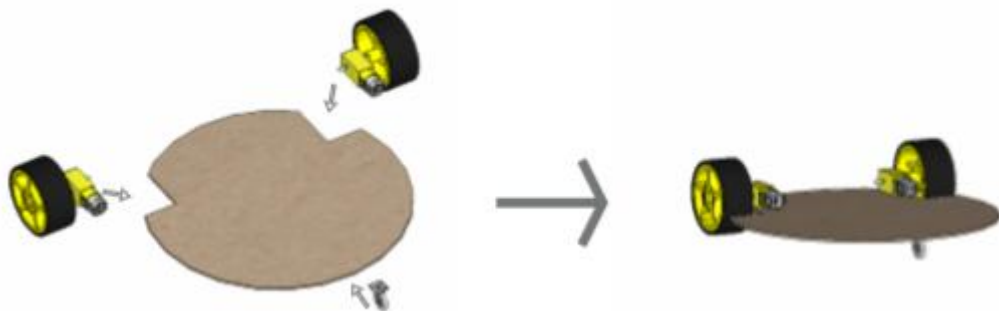
Figura 16. Bases e Face Lateral do Protótipo do Robô Aspirador



Fonte: Do Autor, 2020

A base inferior receberá dois cortes na parte traseira, um do lado direito e o outro do lado esquerdo, onde serão fixadas as rodas dos kits motores DC. A roda comum será fixada abaixo da base, centralizada na parte frontal do protótipo. A Figura 17 exemplifica essa montagem.

Figura 17. Fixação das Rodas na Base Inferior do Protótipo



Fonte: Do Autor, 2020

O cooler deverá ser fixado na tampa do cilindro, com dimensões de 12 cm de diâmetro por 10 cm de altura. Essa fixação será auxiliada com o uso de uma tela, como ilustra a Figura 18.

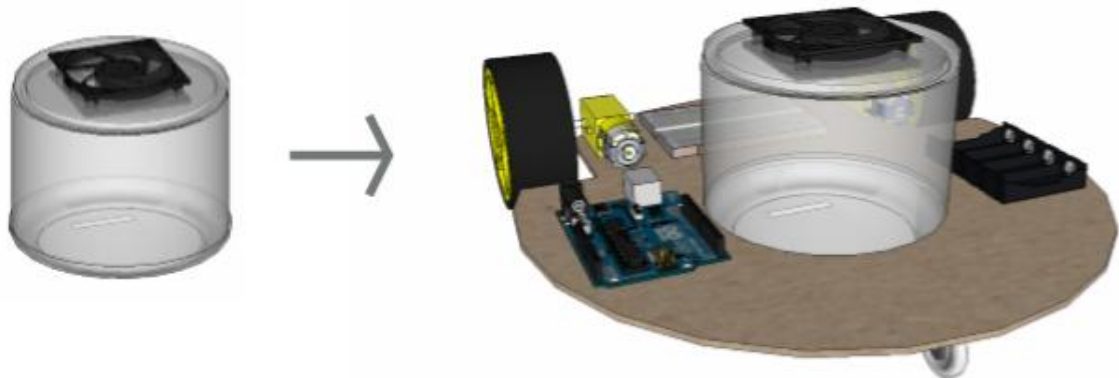
Figura 128. Fixação do Cooler na Tampa do Cilindro



Fonte: Do Autor, 2020

Após fixar o cooler na tampa do cilindro, tanto o cilindro quanto os demais componentes foram fixados à base inferior, como é possível observar na Figura 19.

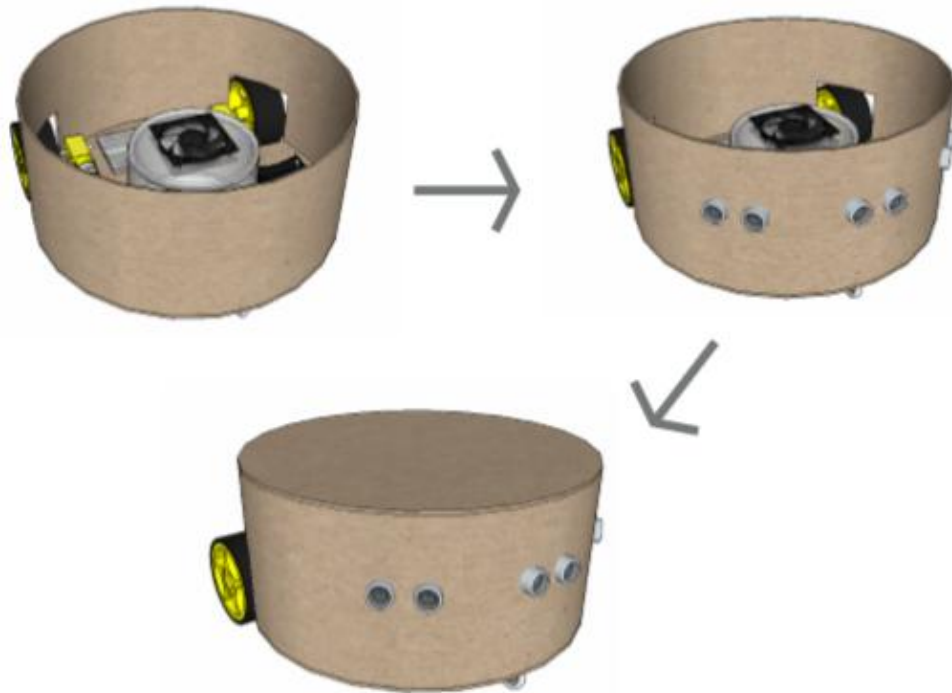
Figura 19. Fixação do Cilindro e dos Demais Componentes à Base Inferior do Protótipo



Fonte: Do Autor, 2020

Uma vez fixados os componentes à base do protótipo, deve-se encaixar a face lateral, para que então, seja possível posicionar e conectar os módulos sensores, e também, a base superior, para que os componentes do protótipo estejam protegidos, como demonstra a imagem 20.

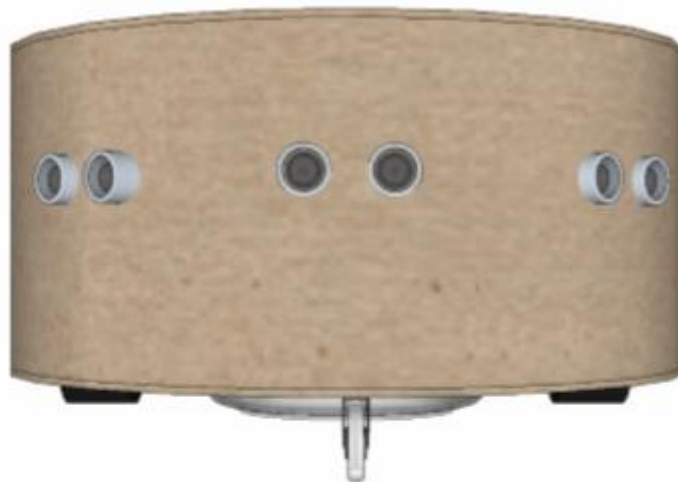
Figura 130. Fixação da Face Lateral Com os Módulos Sensores e da Base Superior



Fonte: Do Autor, 2020

Na Figura 21 é possível visualizar o resultado final do protótipo.

Figura 141. Resultado Final do Protótipo



Fonte: Do Autor, 2020

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Um dos principais problemas vinculados ao uso de robôs aspiradores no Brasil é o preço, que se encontra acima do poder aquisitivo de uma grande parcela da população. Em parte, o valor desses produtos deve-se à baixa demanda, pois embora estejam se popularizando, quando a utilização dos robôs aspiradores no Brasil é comparada com a utilização em outros países, como nos Estados Unidos, por exemplo, a discrepância fica evidente. Outro fator importante é que existem poucas empresas em território Nacional que fabricam esses equipamentos, dessa forma, com um mercado concorrente fraco e com a influência do mercado internacional, a manutenção de altos preços é facilitada.

Através do desenvolvimento do protótipo do robô aspirador foi possível comprovar que é possível realizar a confecção desses equipamentos de uma forma simplificada, com baixo custo e com a eficiência similar aos produtos já existentes no mercado.

Pode-se dizer, portanto, que os objetivos propostos no início deste trabalho foram atendidos, pois através do estudo realizado previamente sobre o funcionamento dos robôs aspiradores, bem como dos componentes e técnicas empregados usualmente, foi possível definir os componentes necessários para a confecção do protótipo, bem como realizar as devidas simulações.

REFERÊNCIAS

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.>>>. Acesso em 09 de Dez. de 2020.

BAÚ DA ELETRÔNICA - COMPONENTES ELETRÔNICOS. Suporte Para 4 Pilhas AAA. Disponível em <<https://www.baudaeletronica.com.br/suporte-para-4-pilhas-aaa-com-chave-liga-desliga.html>>. Acesso em 21 de Dez. de 2020.

ELETROGATE. Arduino Uno. Disponível em <https://www.eletrogate.com/uno-r3-smd-ch340-cabo-usb-para-arduino?utm_source=Site&utm_medium=GoogleMerchant&utm_campaign=GoogleMerchant&gclid=CjwKCAiAq8f-BRBtEiwAGr3DgcRHRFgSJgXEmPJWHkUyaALFfX7_VIPosjTA19HNrbRgLuSmpSbhiRoCZUwQAvD_BwE>. Acesso em 09 de Dez. de 2020.

ELETROGATE. Micro Servo 9g SG90 TowerPro. Disponível em <https://www.eletrogate.com/micro-servo-9g-sg90-towerpro?utm_source=Site&utm_medium=GoogleMerchant&utm_campaign=GoogleMerchant&gclid=CjwKCAiAq8f-BRBtEiwAGr3DgVXx3cq6j-1GX2OUGFJIURghizaTqOi3DNy_zXloh2DclZkLVz9j7hoCR4kQAvD_BwE>. Acesso em 09 de Dez. de 2020.

ELETROGATE. Módulo Sensor de Distância Ultrassônico HC-SR04. Disponível em <https://www.eletrogate.com/modulo-sensor-de-distancia-ultrassonico-hc-sr04?utm_source=Site&utm_medium=GoogleMerchant&utm_campaign=GoogleMerchant&gclid=CjwKCAiAq8f-BRBtEiwAGr3DgdTwbcqujEakYi0YNRIB4Ss574br8b43RM24Ss_wtQ88ngp9KoWCnBoC1pQQAvD_BwE>. Acesso em 09 de Dez. de 2020.

Equipe MegaCurioso. Robôs de Limpeza: Por Que Eles São Tão Úteis. 2018. Disponível em <<https://www.megacurioso.com.br/ciencia/110089-robos-de-limpeza-por-que-eles-sao-tao-uteis.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: 09 de Dez de 2020.

FACAMP. Os Robôs Humanoides. 2019. Disponível em <<https://www.facamp.com.br/conhecimento/os-robos-humanoides/>>. Acesso em 09 de Dez. de 2020.

FILIFELOP. Driver Motor Ponte H L298n. Disponível em <https://www.filieflop.com/produto/driver-motor-ponte-h-l298n/?gclid=CjwKCAiAq8f-BRBtEiwAGr3DgVsXdLnZjhBNBbSBGxxehQWiLwSNCpLS08Df35X5QR5lc47Hx7OBxxoCFLIQAvD_BwE>. Acesso em 09 de Dez. de 2020.

FILIFELOP. Mini Protoboard 170 Pontos. Disponível em <https://www.filieflop.com/produto/mini-protoboard-170-pontos/?attribute_pa_cor=branco&gclid=CjwKCAiAq8f-BRBtEiwAGr3DgdEWhfQDDmTCMmgxOK_SEsDfC5toUJ35ZL4rmiffUxhevMU8dJmwDhoCGikQAvD_BwE> . Acesso em 09 de Dez. de 2020.

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 de Dez. de 2020.

LOJAS AMERICANAS. Pilhas AAA. Disponível em <https://www.americanas.com.br/produto/1329639740?pfm_carac=pilha-aaa-1-5v&pfm_index=15&pfm_page=search&pfm_pos=grid&pfm_type=search_page>. Acesso em 21 de Dez. de 2020.

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 de Dez. de 2020.

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-BRAAEiwAuWVggoGJ6lUifulMb8Hqt33Kf1jdXwsgS3JgcLMoLsbW9124S__DoSxiJB oCx2YQAvD_BwE>. Acesso em 09 de Dez. de 2020.

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=GoogleMerchant&gclid=CjwKCAiAiML-BRAAEiwAuWVgggb-H3r1sKMqR_c922DWAJxTliDF2c8n_v5emDw59NjZJJflpuudnhoC1cwQAvD_BwE>. Acesso em: 09 de dez. de 2020.

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>. Acesso em: 09 de dez. de 2020.

APÊNDICE 1 – PROGRAMAÇÃO DO PROTÓTIPO

//Definindo e declarando algumas variáveis que serão utilizadas no projeto

```
#define motorDireita1 10
```

```
#define motorDireita2 9
```

```
#define motorEsquerda1 11
```

```
#define motorEsquerda2 12
```

```
#define ligarLed 13
```

```
#define trigEsq 3
```

```
#define echoEsq 2
```

```
#define trigFro 5
```

```
#define echoFro 4
```

```
#define trigDir 7
```

```
#define echoDir 6
```

```
int distancia = 0, distanciaObjeto = 50;
```

```
long duracao = 0;
```

```
void setup() {
```

```
    Serial.println(9600);
```

```
    //Adicionando os motores no projeto, como saída de dados
```

```
    pinMode(motorDireita1, OUTPUT);
```

```
    pinMode(motorDireita2, OUTPUT);
```

```
    pinMode(motorEsquerda1, OUTPUT);
```

```
    pinMode(motorEsquerda2, OUTPUT);
```

```
    //Adicionando o led indicativo ON/OFF
```

```
    pinMode(ligarLed, OUTPUT);
```

```

//Configurando os sensores ultrassônicos
//TRIG = SAÍDA, ECHO = ENTRADA
pinMode(trigEsq, OUTPUT);
pinMode(echoEsq, INPUT);
pinMode(trigFro, OUTPUT);
pinMode(echoFro, INPUT);
pinMode(trigDir, OUTPUT);
pinMode(echoDir, INPUT);
}

int lerSensorUltrassonico(int trigPin, int echoPin){

    //Função para receber os pinos dos sensores ultrassônicos

    pinMode(trigPin, OUTPUT); //Limpa o TRIGGER
    digitalWrite(trigPin, LOW); //Escreve no TRIGGER, em estado LOW por 2
microsegundos
    delayMicroseconds(2);
    digitalWrite(trigPin, HIGH); //Escreve no TRIGGER, em estado HIGH por 2
microsegundos
    delayMicroseconds(10);
    digitalWrite(trigPin, LOW);
    pinMode(echoPin, INPUT);

    return (pulseIn(echoPin, HIGH) / 58.82); //Lê o echo e retorna o valor já calculado
da distancia
}

void Seguir(){

    //Função para fazer o carrinho seguir em linha reta

```

```
digitalWrite(motorDireita1, HIGH);  
digitalWrite(motorDireita2, LOW);  
digitalWrite(motorEsquerda1, HIGH);  
digitalWrite(motorEsquerda2, LOW);  
}
```

```
void Voltar(){
```

```
//Função para fazer o carrinho voltar em linha reta
```

```
digitalWrite(motorDireita1, LOW);  
digitalWrite(motorDireita2, HIGH);  
digitalWrite(motorEsquerda1, LOW);  
digitalWrite(motorEsquerda2, HIGH);  
}
```

```
void virarDireita(){
```

```
//Função para fazer o carrinho virar a direita
```

```
digitalWrite(motorDireita1, HIGH);  
digitalWrite(motorDireita2, LOW);  
digitalWrite(motorEsquerda1, LOW);  
digitalWrite(motorEsquerda2, HIGH);  
  
}
```

```
void virarEsquerda(){
```

```
//Função para fazer o carrinho virar a esquerda
```

```

digitalWrite(motorDireita1, LOW);
digitalWrite(motorDireita2, HIGH);
digitalWrite(motorEsquerda1, HIGH);
digitalWrite(motorEsquerda2, LOW);

}

void Parar(){

    //Função para fazer o carrinho parar

    digitalWrite(motorDireita1, LOW);
    digitalWrite(motorDireita2, LOW);
    digitalWrite(motorEsquerda1, LOW);
    digitalWrite(motorEsquerda2, LOW);
}

void loop(){

    //Led ligado enquanto o sistema do arduino estiver ativo
    digitalWrite(ligarLed, HIGH);

    //Lê o sensor ultrassônico da direita, e verifica se a distância é menor que a
    distância relativa do objeto
    if(lerSensorUltrassonico(trigDir, echoDir) < distanciaObjeto){
        virarEsquerda(); //Caso a condição for positiva, então chama a função para virar a
        esquerda
        Serial.println("Robo para a esquerda");
    }else{
        Parar(); //Caso ao contrário, para o carrinho
    }
}

```

//Lê o sensor ultrassônico da esquerda, e verifica se a distância é menor que a distância relativa do objeto

```
if(lerSensorUltrassonico(trigEsq, echoEsq) < distanciaObjeto){
```

virarDireita(); //Caso a condição for positiva, então chama a função para virar a direita

```
    Serial.println("Robo para a direita");
```

```
}else{
```

```
    Parar(); //Caso ao contrário, para o carrinho
```

```
}
```

//Lê o sensor ultrassônico frontal, e verifica se a distância é menor que a distância relativa do objeto

```
if(lerSensorUltrassonico(trigFro, echoFro) < distanciaObjeto){
```

```
    Parar(); //Caso a condição for positiva, então para o carrinho;
```

```
    delay(2000); //Espera por 2 segundos
```

```
    Voltar(); //Volta o carrinho
```

```
    delay(1000); //Por 1 segundo
```

```
    virarDireita(); //Vira o carrinho para a direita
```

```
    delay(1000); //Por 1 segundo
```

```
}else{
```

```
    Seguir(); //Caso ao contrário, o carrinho tem permissão para seguir adiante
```

```
}
```

```
}
```