

**CENTRO PAULA SOUZA
FATEC SANTO ANDRÉ
Mecatrônica Industrial**

**Daniel Fernandez Viana
João Pedro Costa Souza**

**CARRINHO DETECTOR DE GASES E COLHEDOR DE AMOSTRAS
SÓLIDAS EM TUBULAÇÕES**

**Santo André
2023**

Daniel Fernandez Viana
João Pedro Costa Souza

**CARRINHO DETECTOR DE GASES E COLHEDOR DE AMOSTRAS
SÓLIDAS EM TUBULAÇÕES**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Faculdade de Tecnologia Santo André, como parte dos requisitos necessários para obtenção do título de Tecnólogo em Mecatrônica Industrial. Orientado pelo Prof. Me. Valter Espíndola Thomaz.

Santo André
2023

Daniel Fernandez Viana
João Pedro Costa Souza

**CARRINHO DETECTOR DE GASES E COLHEDOR DE AMOSTRAS
SÓLIDAS EM TUBULAÇÕES**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Faculdade de Tecnologia Santo André, como parte dos requisitos necessários para obtenção do título de Tecnólogo em Mecatrônica Industrial. Orientado pelo Prof. Me. Valter Espíndola Thomaz.

BANCA AVALIADORA

Professor Me. Luiz Vasco Puglia

Professor Me. Fernando Garup

Professor Me. Valter Espíndola Thomaz

FICHA CATALOGRÁFICA

V614c

Viana, Daniel Fernandez

Carrinho detector de gases e colhedor de amostras sólidas em tubulações / Daniel Fernandez Viana, João Pedro Costa Souza.
- Santo André, 2023. – 60f: il.

Trabalho de Conclusão de Curso – FATEC Santo André.
Curso de Tecnologia em Mecatrônica Industrial, 2023.

Orientador: Prof. Valter Espíndola Thomaz

1. Mecatrônica. 2. Carrinho detector. 3. Controle remoto. 4. Tubulações. 5. Tecnologia. 6. Gases. 7. Obstruções. 8. Encanamentos. 9. Sensores. 10. Resíduos sólidos. I. Souza, João Pedro Costa. II. Carrinho detector de gases e colhedor de amostras sólidas em tubulações.

629.892

LISTA DE PRESENÇA

Santo André, 20 DE JUNHO DE 2023.

LISTA DE PRESENÇA REFERENTE À APRESENTAÇÃO DO
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO COM O TEMA:
"CARRINHO DETECTOR DE GASES E COLHEDOR DE
AMOSTRAS SÓLIDAS EM TUBULAÇÕES" DOS ALUNOS DO 6º
SEMESTRE DESTA U.E.

BANCA

PRESIDENTE:

PROF. VALTER ESPINDOLA THOMAZ

MEMBROS:

PROF. LUIZ VASCO PUGLIA

PROF. FERNANDO GARUP DALBO

ALUNOS:

DANIEL FERNANDEZ VIANA

JOÃO PEDRO COSTA SOUSA

Esse trabalho é dedicado aos nossos familiares, professores e colegas envolvidos na construção desse trabalho de conclusão de curso com muita honra ao mérito. E para cada um de nós, nos faz lembrar que conseguimos ultrapassar nossos próprios limites e faz observar a nossa própria evolução durante a execução desse TCC.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos a Deus e aos nossos familiares e amigos, que influenciaram nosso caráter e que nos trouxeram até esta gratificante graduação.

Aos companheiros de classe que foram motivo de ânimo ao longo da jornada.

Somos gratos a todos os mestres do curso de Tecnologia em Mecatrônica Industrial, principalmente ao nosso orientador Valter Espíndola Thomaz, que nos auxiliou com sua experiência e saber.

Ao coordenador da disciplina “TCC”, professor Fernando Garup Dalbo, que nos direcionou às melhores decisões.

Gratidão a todos.

“Se o dinheiro for a sua esperança de independência, você jamais a terá. A única segurança verdadeira consiste numa reserva de sabedoria, de experiência e de competência.”

HENRY FORD

RESUMO

Em ambientes fabris ou até mesmo hospitalares, existem diversas tubulações de ar-condicionado que por vezes podem entupir, e nem sempre é fácil descobrir o motivo. Para facilitar a execução da manutenção desses ambientes foi desenvolvido o projeto de um carrinho com controle remoto, que pode ser controlado por um aplicativo no celular. Ele é equipado com uma câmera de vídeo que capta imagens até em um ambiente escuro, capaz de detectar obstruções nos encanamentos e detectar gases. Ele ainda tem um cooler ligado a um motor para colher os resíduos sólidos contidos no cano para análise. Com a utilização do carrinho no recolhimento das amostras em pontos específicos da tubulação, é possível encaminhar esse material para análise sem que seja necessário realizar intervenções que danifiquem as instalações, e identificar se será necessário a remoção dos resíduos. Com a identificação do tipo de material que está no cano, será possível também identificar a origem da contaminação e realizar um conserto mais efetivo, tratando a causa do problema. Os sensores que foram usados para a captação são os da categoria MQ, MQ-2 – Sensor de combustível e Fumaça e MQ-135 – Sensor de gás amônia e outros gases tóxicos.

Palavras-chave: Gases. Sensores. Ambientes fabris.

ABSTRACT

In industrial or even hospital environments, there are several air conditioning pipes that can sometimes clog, and it is not always easy to find out why. To facilitate the execution of the maintenance of these environments, the project of a cart with remote control was developed, which can be controlled by an application on the cell phone. It is equipped with a video camera that captures images even in a dark environment, capable of detecting obstructions in pipes and detecting gases. It even has a cooler connected to a motor to collect the solid residues contained in the pipe for analysis. By using the trolley to collect samples at specific points in the pipeline, it is possible to send this material for analysis without the need to carry out interventions that damage the facilities, and to identify whether it will be necessary to remove the waste. With the identification of the type of material that is in the pipe, it will also be possible to identify the source of the contamination and carry out a more effective repair, treating the cause of the problem. The sensors that were used for capturing are those of the MQ category, MQ-2 – Fuel and Smoke Sensor and MQ-135 – Ammonia and other toxic gas sensor.

Keywords: Gases. Sensors. Manufacturing.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Objetivos de desenvolvimento sustentável.	19
Figura 2 – Objetivo 9.	19
Figura 3 – Objetivo 12.	20
Figura 4 – Objetivo 17.	20
Figura 5 – Indústria 4.0.	21
Figura 6 – Tubulações de ar rígidas.	23
Figura 7 – Tubulações de ar flexíveis.	24
Figura 8 – Tubulações de ar de fibra de vidro.	24
Figura 9 – Tubulações de ar de PVC.	25
Figura 10 – Esquema ilustrativo de <i>IoT</i>	26
Figura 11 – Esquema ilustrativo de Wi-Fi.	26
Figura 12– Placa vespa.	28
Figura 13 – Entradas vespa.	29
Figura 14 – Pinagem ESP32.	31
Figura 15– Sensor MQ-2.	32
Figura 16– Trimpot/Potenciômetro.	33
Figura 17– Sensor MQ-135.	33
Figura 18– Sensor de posição.	34
Figura 19– Sensor de obstáculo.	35
Figura 20– Sensor magnético.	35
Figura 21– Sensor de deslocamento.	36
Figura 22– Sensor de comunicação.	37
Figura 23– Câmera visão noturna.	38
Figura 24– Carrinho protótipo.	39
Figura 25– Robô aspirador.	40
Figura 26– Bateria do carrinho.	41
Figura 27– Ponte H.	42
Figura 28– Modulo de relé.	43
Figura 29– Fonte ajustável.	43
Figura 30– Powe Bank.	44
Figura 31– Biela manivela.	45
Figura 32– Vista lateral de um mecanismo biela manivela.	45

Figura 33– Mecanismo biela manivela.....	46
Figura 34– Motor elétrico.....	47
Figura 35– Primeira montagem do protótipo.....	47
Figura 36– Tela ARDUINO IOT CLOUD.....	48
Figura 37– Tela final com controle do carrinho e detecção de gases.	48
Figura 38– Protótipo carrinho.	49
Figura 39– Ligação elétrica no TINKECARD	50
Figura 40– Circuito esquemático feito no simulador TINKERCAD.....	51

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Comparação entre o ESP8266 e o ESP32.....	30
Tabela 2 – Especificações técnicas robô aspirador.	40
Tabela 3 – Tabela de custos.	51

LISTA DE SIGLAS

ADC	Conversor Analógico Digital
CC	Corrente Contínua
dB	Decibéis
ESP	Eletronic Stability Program
GHz	Gigahertz
GLP	Gás Liquefeito de Petróleo
GND	Filtro Graduado de Densidade Neutra
GPIOs	General Purpose Input/Output
GPS	Sistema de Posicionamento Global
I2C	Inter-Integrated Circuit
I2S	Inter-IC Sound
IA	Inteligência Artificial
IEEE	Institute of Electrical and Electronic Engineers
IoT	Internet das Coisas
KB	Kilobyte
KHZ	Kilohertz
LED	Light Emiting Diode
mA	Miliampere
MB	Megabyte
Mbps	Megabits por segundo
mAh	Miliampere Hora
MHz	Megahertz
MISO	Master-In Slave-Out
MOSI	Master-Out Slave-In
ONU	Organizações das Nações Unidas
PVC	Policloreto de Vinila
RPM	Rotação por Minuto
SCK	System Clock
SCL	Serial Clock
SDA	Serial Data
SNR	Razão Sinal Ruido
SPI	Serial Peripheral Interface

SS	Slave Select
TV	Televisão
UART	Receptor Assíncrono Universal
V	Volts
Wi-Fi	Wireless Fidelity
Wh	Watt Hora

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	16
2 OBJETIVO.....	17
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	18
3.1 Agenda 2030	18
3.2 Objetivos de desenvolvimento sustentável no Brasil.....	18
3.2.1 Indústria, inovação e infraestrutura (objetivo 9).....	19
3.2.2 Consumo e produção responsáveis (objetivo 12)	20
3.2.3 Parcerias e meios de implementação (objetivo 17)	20
3.3 Indústria 4.0	21
3.4 Poluição em ambientes fechados	22
3.5 Tubulações.....	22
3.5.1 Tubulações de ar rígidas	23
3.5.2 Tubulações de ar flexíveis	23
3.5.3 Tubulações de ar de fibra de vidro	24
3.5.4 Tubulações de ar de PVC	25
3.6 IoT - Internet das Coisas	25
3.7 Wi-Fi.....	26
4 MATERIAIS	28
4.1 Placa vespa.....	28
4.2 ESP32	29
4.3 SENSORES	31
4.3.1 Sensor de posição.....	34
4.3.2 Sensor de obstáculo.....	34
4.3.3 Sensor de contato	35
4.3.4 Sensor de deslocamento.....	36
4.3.5 Sensor de comunicação	36
4.4 Câmera de visão noturna	37
4.5 Carrinho protótipo (Kit Robô <i>Explorer Deluxe</i>)	38
4.6 Robô Aspirador <i>Fast Clean</i> Mondial.....	40
4.7 Bateria.....	41
4.8 Ponte H: o módulo <i>drive</i>	41

4.9 Modulo de relé 12 V 10 A.....	42
4.10 Fonte ajustável.....	43
4.11 POWER BANK.....	44
5 COLETA DE AMOSTRAS SÓLIDAS	44
6 MONTAGEM DO PROTÓTIPO.....	47
6.1 Primeiro teste com tela ARDUINO <i>IOT CLOUD</i>	47
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS	52
REFERÊNCIAS.....	54
APÊNDICE A.....	58

1 INTRODUÇÃO

Segundo Reimbold (2013), os tubos de ventilação são danificados de maneiras diferentes. Podem sofrer com processo de entupimento progressivo, causado por acúmulo de resíduos, sujeira e animais mortos. Deve-se levar em consideração que os dutos de ar-condicionado e ventilação são frágeis, e sua limpeza deve seguir normas específicas, de forma a manter a qualidade do ar respirado pelas pessoas que frequentam ambientes climatizados.

A correta manutenção dos sistemas de climatização previne o surgimento de bactérias e obstruções que podem ocasionar diversos problemas respiratórios a curto ou longo prazo. De acordo com o Grupo Paineiras (2022), a tarefa de manter o ar interno saudável deve ficar a cargo de alguma empresa especializada capaz de cumprir as exigências da legislação RE 176/00 do Ministério da Saúde.

Para o Grupo Paineiras (2022), o processo de limpeza mais eficiente utiliza robôs controlados localmente, utilizando uma escova flexível acionada por ar comprimido para a limpeza e equipado com equipamentos que fazem a pulverização com bactericidas e fungicidas. Muitas empresas desenvolveram robôs para fazer este tipo de trabalho, mas o movimento é feito usando rodas e cabos para fornecer eletricidade e ar comprimido, o que pode causar erros na realização da limpeza caso o robô gire em seu próprio fio (PANTA, 2005).

A tecnologia de detecção de gases tornou-se mais significativa devido às suas aplicações comuns em áreas como a produção industrial, indústria automotiva, aplicações médicas, monitoramento da qualidade do ar e, também, na agricultura (LIU et al., 2012). Essa crescente aplicação acaba favorecendo o desenvolvimento de sistemas de sensoriamento de gases de baixo custo (PINEDA, PÉREZ, 2017).

Os sensores utilizados são da categoria MQ do tipo eletrocatalítico. Eles são compostos por uma bobina de fio de platina, aquecido eletricamente, coberto primeiro com uma base de cerâmica, tal como alumina e, em seguida, com um revestimento exterior de catalisador de paládio ou ródio disperso em um substrato de tório (BAKKER, QIN, 2006). Normalmente esses sensores são considerados de baixo custo, que foi um dos focos do projeto.

2 OBJETIVO

Tendo isso em mente, o objetivo deste trabalho é conduzir uma pesquisa e desenvolver um modelo de carrinho controlado remotamente via *Wi-Fi*, munido de uma câmera com visão noturna e sensores de ar para análise do ambiente e visualização do circuito e de possíveis obstáculos. Quando localizar algo sólido, ele coletará esses resíduos para análises laboratoriais. Uma vez identificados os gases tóxicos e não tóxicos que existem ali no local, a manutenção pode ser mais efetiva, pois focará na causa da obstrução.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Esta seção destina-se à revisão bibliográfica para a execução do Trabalho de Conclusão de Curso.

3.1 Agenda 2030

A agenda 2030, criada em 2015 em uma reunião da Organização das Nações Unidas (ONU), tem como objetivo atender às necessidades atuais, sem comprometer as possibilidades das gerações futuras de atenderem às suas próprias necessidades. Ela é um conjunto de 17 objetivos como mostra a figura 1, e divididos em 169 metas que todos os países do mundo têm que implementar até o ano de 2030. Dentro desses 17 objetivos, o nosso projeto se encaixa em 3 deles: 9, 12 e 17, que segundo o site Ecam, consistem em “construir infraestruturas resilientes, promover a industrialização inclusiva e sustentável e fomentar a inovação; assegurar padrões de produção e de consumo sustentáveis; fortalecer os meios de implementação e revitalizar a parceria global para o desenvolvimento sustentável”, respectivamente.

3.2 Objetivos de desenvolvimento sustentável no Brasil

De acordo com o site das Nações Unidas Brasil, os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável são um apelo global com o intuito de acabar com a pobreza, proteger o meio ambiente e o clima, garantindo que as pessoas, em todos os lugares, possam desfrutar de paz e de prosperidade. Estes são os objetivos nos quais as Nações Unidas estão trabalhando com a intenção de que possamos alcançar a Agenda 2030 no Brasil (Nações Unidas Brasil, 2015). Todos os objetivos são descritos na figura 1.

Figura 1 – Objetivos de desenvolvimento sustentável.



Fonte: NAÇÕES UNIDAS BRASIL, s.d.

3.2.1 Indústria, inovação e infraestrutura (objetivo 9)

Segundo a ONU, o objetivo 9 consiste em: “Desenvolver infraestrutura de qualidade, confiável, sustentável e resiliente, incluindo infraestrutura regional e transfronteiriça, para apoiar o desenvolvimento econômico e o bem-estar humano, com foco no acesso equitativo e a preços acessíveis para todos”. Como mostrado na figura 2. (NAÇÕES UNIDAS, s.d.).

Figura 2 – Objetivo 9.



Fonte: NAÇÕES UNIDAS BRASIL, s.d.

3.2.2 Consumo e produção responsáveis (objetivo 12)

Segundo a ONU, o objetivo 12 consiste em: “Até 2020, alcançar o manejo ambientalmente saudável dos produtos químicos e todos os resíduos, ao longo de todo o ciclo de vida destes, de acordo com os marcos internacionais acordados, e reduzir significativamente a liberação destes para o ar, água e solo, para minimizar seus impactos negativos sobre a saúde humana e o meio ambiente.” Abaixo temos a representação do objetivo 12 na figura 3.

Figura 3 – Objetivo 12.



Fonte: NAÇÕES UNIDAS
BRASIL, s.d.

3.2.3 Parcerias e meios de implementação (objetivo 17)

Segundo a ONU, o objetivo 17 consiste em: “Operacionalizar plenamente o Banco de Tecnologia e o mecanismo de capacitação em ciência, tecnologia e inovação para os países menos desenvolvidos até 2017, e aumentar o uso de tecnologias de capacitação, em particular das tecnologias de informação e comunicação”. (NAÇÕES UNIDAS, s.d.). Na figura 4, temos a representação do objetivo 17.

Figura 4 – Objetivo 17.



Fonte: NAÇÕES UNIDAS
BRASIL, s.d.

3.3 Indústria 4.0

A Indústria 4.0 é um conceito que representa a conexão entre a automação industrial e diversas tecnologias, como a Internet das Coisas (Internet of Things - IoT), a nuvem em computação, a inteligência artificial (IA), a robótica, entre outras. Em outras palavras, podemos dizer que a Indústria 4.0 é o uso da inteligência tecnológica na indústria. O principal objetivo é a constante melhoria dos processos e da produtividade. Quando você pensa sobre como está o avanço da tecnologia, geralmente pensa em robôs. Na Indústria 4.0 eles são os verdadeiros promotores. Com infraestrutura cada vez maior e com mais serventia, Inteligência Artificial e IoT são usadas para facilitar a interação com as pessoas. Em geral, os robôs executam tarefas manuais nas linhas de produção, e facilitam as tomadas de decisão que precisam ser feitas por pessoas como mostrado na figura 5.

Figura 5 – Indústria 4.0.



Fonte: SESI SENAI, s.d.

De acordo com o Fórum Econômico Mundial de 2016, há sete países que estão entre os primeiros, quando o assunto é indústria 4.0: EUA, Holanda, Cingapura, Finlândia, Noruega, Suécia e Israel. Já o Brasil está no 72º lugar no ranking. Isso nos mostra o quanto estamos atrasados em relação a outros países, e mostra também que precisamos investir mais na área tecnológica para melhorarmos a qualidade do trabalho e sermos mais eficientes na linha de produção.

3.4 Poluição em ambientes fechados

É indiscutível que, atualmente, o número de casas, prédios, comércios e empresas que tenham pelo menos um ar-condicionado no local aumenta a cada dia, e se não receberem os devidos cuidados, com o passar do tempo tendem a contaminar o ar, prejudicando a saúde das pessoas que os utilizam. Segundo Granchi (2013), os filtros de ar-condicionado sujos desencadeiam doenças respiratórias, prejudicando ainda mais aqueles que têm alergias, já que fungos, ácaros, poeira e bactérias podem se alojar nos filtros. Entre essas doenças, existe a doença do legionário, que é uma pneumonia atípica causada por uma bactéria chamada *Legionella pneumophila*, que pode ser encontrada em sistemas de ar-condicionado central e torres de refrigeração de água.

Dentro de residências, atividades do dia a dia, como varrer, tirar pó e cozinhar, contribuem para a propagação de substâncias. De acordo com o site Neoenergia, a má qualidade do ar em ambientes fechados é a causa de mais da metade de mortes por pneumonia em crianças menores de 5 anos.

A poluição em empresas é muito maior, já que acabam produzindo muito mais substâncias químicas prejudiciais, que se propagam no ar. Essas empresas maiores costumam ter uma tubulação muito grande de ar, onde são alojados diversos tipos de sujeira devido à própria propagação no local. Há ainda a possibilidade de trânsito de animais e insetos nas tubulações, que sujam a tubulação com fezes, e até mesmo morrem dentro dela, infestando a tubulação e, por consequência, poluindo o ar que irá transitar no local.

Para evitar essas doenças, o ideal é contratar uma empresa especializada para fazer a análise e limpeza das tubulações mensalmente, diminuindo assim as chances de que o ar contenha bactérias ou doenças.

3.5 Tubulações

Os sistemas de ar-condicionado industrial são compostos por diversos componentes, incluindo as tubulações, que são responsáveis por transportar o ar entre os diferentes pontos do sistema. Segundo o site EQ Junior, existem diferentes tipos de tubulações utilizadas nesse contexto, cada uma com suas características e aplicabilidades específicas.

É importante ressaltar que a escolha do tipo de tubulação de ar-condicionado industrial depende das necessidades específicas de cada aplicação, levando em consideração fatores como pressão do ar, vazão, requisitos de isolamento, restrições de espaço e orçamento disponível.

3.5.1 Tubulações de ar rígidas

Segundo o site EQ Junior, as tubulações de ar rígidas são normalmente feitas de metal, como aço galvanizado ou alumínio. Elas são usadas em sistemas industriais onde há exigências de alta pressão e vazão de ar como mostra a figura 6. As tubulações rígidas são robustas e duráveis, oferecendo boa resistência mecânica. Elas são comumente encontradas em sistemas de ar-condicionado de grandes edifícios industriais, fábricas e instalações comerciais.

Figura 6 – Tubulações de ar rígidas.



Fonte: GRUPO COSTA ENGENHARIA, s.d.

3.5.2 Tubulações de ar flexíveis

As tubulações de ar flexíveis são fabricadas com materiais como poliéster reforçado com alumínio ou poliuretano. De acordo com o site Aparecida Tubos, essas tubulações são leves, flexíveis e fáceis de instalar. Elas são amplamente utilizadas em sistemas de ar-condicionado industrial onde a flexibilidade é necessária, como em regiões com limitações de espaço ou onde há necessidade de conexões em curvas ou ângulos diferentes. Além disso, as tubulações flexíveis permitem a

absorção de vibrações e ruídos, contribuindo para um funcionamento mais silencioso do sistema, como é visto na figura 7.

Figura 7 – Tubulações de ar flexíveis.



Fonte: ISOPUR, s.d.

3.5.3 Tubulações de ar de fibra de vidro

As tubulações de ar de fibra de vidro são compostas por camadas de fibra de vidro revestidas com resina epóxi. Segundo site TG FIBERGLASS elas são utilizadas em sistemas de ar-condicionado industrial onde há necessidade de isolamento térmico e acústico como é mostrado na figura 8. As tubulações de fibra de vidro oferecem excelentes propriedades isolantes, reduzindo a transferência de calor entre o ar transportado e o ambiente circundante. Isso é particularmente importante em aplicações onde é necessário evitar a perda de calor ou garantir uma temperatura controlada.

Figura 8 – Tubulações de ar de fibra de vidro.

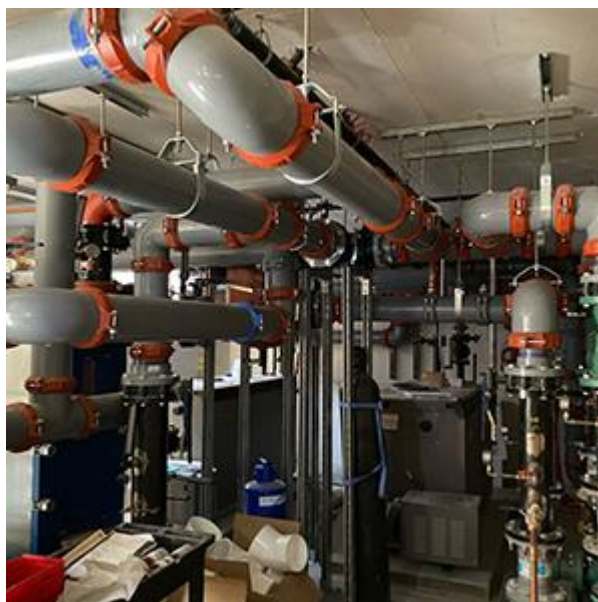


Fonte: TG FIBERGLASS, s.d.

3.5.4 Tubulações de ar de PVC

De acordo com o site Hidrodema, as tubulações de ar de PVC são feitas de polímero de cloreto de polivinila. Elas são amplamente utilizadas em sistemas de ar-condicionado industrial de pequeno porte ou em aplicações onde o custo é um fator determinante. As tubulações de PVC são leves, fáceis de instalar e econômicas. No entanto, é importante observar que elas podem ser menos duráveis e menos resistentes a altas pressões em comparação com outros tipos de tubulações como pode ser visto na figura 9.

Figura 9 – Tubulações de ar de PVC.



Fonte: HIDRODEMA, s.d.

3.6 IoT - Internet das Coisas

A Internet das Coisas (*IoT*) são todos aqueles aparelhos que podem ser conectados a uma internet e pela mesma ser controlada. De acordo com Mônica Mancini (2018), a internet das coisas iniciou-se em 1990 e o primeiro projeto, apresentado na INTEROP'89 CONFERENCE, foi de John Romkey, que fez uma torradeira que podia ser ligada e desligada através de internet.

Na *IoT*, os aparelhos e equipamentos devem estar conectados a todo momento, e seus resultados e ações são observados em tempo real. Como dito no site Mundo Conectado (2018), “a *IoT* é uma rede gigante de “coisas” conectadas, onde dados são enviados e recebidos a todo momento para agilizar ainda mais as tarefas do cotidiano”. Como podemos ver na figura 10 é como se os aparelhos tivessem uma

consciência conjunta” para trabalhar de várias maneiras buscando sempre ser o mais produtivo possível.

Figura 10 – Esquema ilustrativo de *IoT*.



Fonte: Mundo Conectado, 2018.

3.7 Wi-Fi

Segundo o site Explorenet, a palavra "*Wi-Fi*" vem da palavra inglesa "*Wireless Fidelity*", que em inglês significa "Fidelidade Sem Fios". O *Wi-Fi*, que tem seu símbolo representado pela figura 11, como usamos hoje começou em 1997 com a *Wireless Ethernet Compatibility Alliance*, agora *Wi-Fi Alliance*. No entanto, seu primeiro trabalho veio durante a Segunda Guerra Mundial, no sistema de radiocomunicações. Naquela época, os padrões de *Wi-Fi* já utilizavam frequências de 2,4 GHz e 5 GHz, que continuam sendo usadas até hoje, e transmitiam dados a uma velocidade máxima de 54 Mbps, dependendo da frequência e do equipamento.

Figura 11 – Esquema ilustrativo de *Wi-Fi*.



Fonte: *WI-FI 7.0*, s.d.

O *Wi-Fi* tornou-se popular como um termo para internet sem fio. Essa comunicação ocorre por meio de ondas de rádio e é transmitida ao aparelho por meio de antena. Essa antena recebe o sinal de onda, decodifica e distribui para o aparelho eletrônico. A história do *Wi-Fi* alcança seu estágio atual com o *Wi-Fi 5* (ou *Wi-Fi AC*), amplamente utilizado em muitas partes do mundo, incluindo o Brasil. O *Wi-Fi 5* é a versão mais comumente utilizada atualmente, pois oferece boa estabilidade e alta taxa de transferência de dados, suportando atividades como jogos *online* e *streaming* em HD.

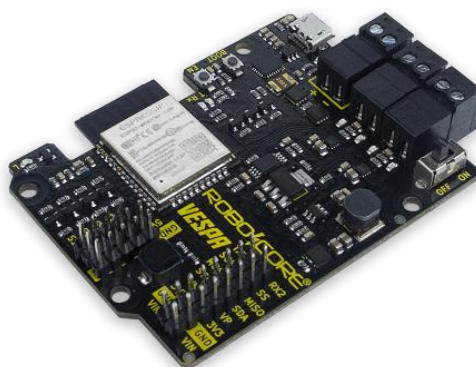
4 MATERIAIS

Para o desenvolvimento do projeto foram utilizados os materiais que seguem.

4.1 Placa vespa

A placa vespa é a mais nova invenção da marca ROBOCORE. A placa, como podemos ver na figura 12 contém um microprocessador ESP32, que possibilita controlá-la através de *Wi-Fi* e *Bluetooth* (*Wi-Fi* 802.11 b/g/n (AP + STA) + *Bluetooth* 4.2) de uma maneira bem mais fácil e prática. Segundo o site da ROBOCORE, a placa conta com duas pontes-H baseadas no chip DRV8837, que consegue fornecer até 800 mA de corrente contínua para dois motores de forma independente, juntamente com um conversor DC-DC de 2,5 A.

Figura 12– Placa vespa.



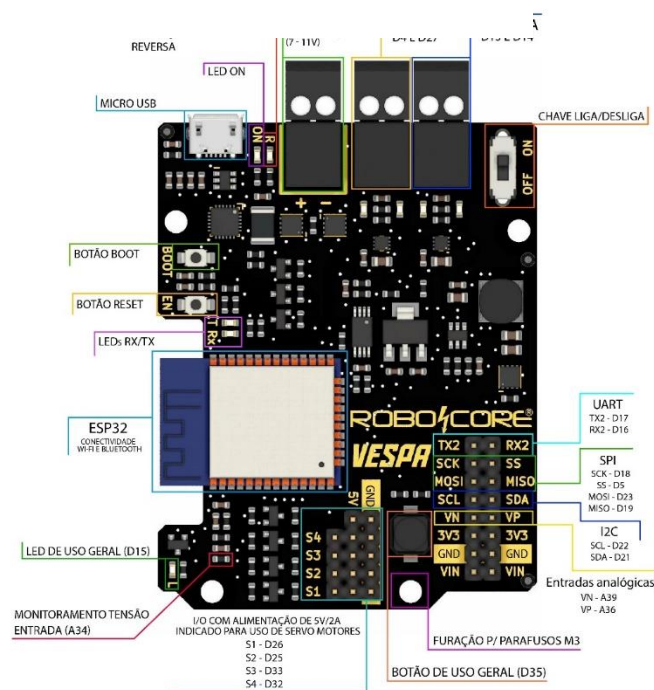
Fonte: ROBOCORE, s.d.

Contém ainda pinos para comunicação serial via hardware (Tx2 e Rx2), SPI (SCK, SS, MOSI e MISO), I2C (SCL e SDA). Todos trabalhando como GPIOs com nível lógico de 3,3 V, e pinos de alimentação de 3,3 V e 5 V, juntamente com seus (GND).

Esta placa é ideal para o projeto, pois facilita a comunicação através do *Wi-Fi* e do *Bluetooth*, já que o carrinho terá que manter contato em longas distâncias. Segundo o site Mundo Conectado, a distância que o *Bluetooth* pode chegar é de até 61 metros de distância e com uma velocidade de 25 Mbps.

A Figura 13 destaca detalhadamente cada pino da placa, mostrando suas entradas e saídas.

Figura 13 – Entradas vespa.



Fonte: ROBOCORE, s.d

4.2 ESP32

Desenvolvido pela empresa Espressif, o ESP32 se apresenta como uma nova direção no desenvolvimento da automação. Este pequeno equipamento revelou-se mais multifacetado que o seu antecessor, o ESP8266, pois além do clássico módulo de comunicação *Wi-Fi*, possui um sistema com processador Dual Core, *Bluetooth* híbrido e vários sensores integrados, como mostrado na figura 14, fazendo com que

a construção de sistemas como a Internet das Coisas (*IoT*) seja mais trivial e compacto.

Segue uma comparação entre o ESP32 e o ESP8266 na tabela 1.

Tabela 1 – Comparação entre o ESP8266 e o ESP32 (continua).

Especificações	ESP8266	ESP32
MCU	xtensa® single 32-bit I106	xtensa® dual-core 32-bit Ix6 600 DMIPS
802.11 b/g/n Wi-Fi	HT20	HT40

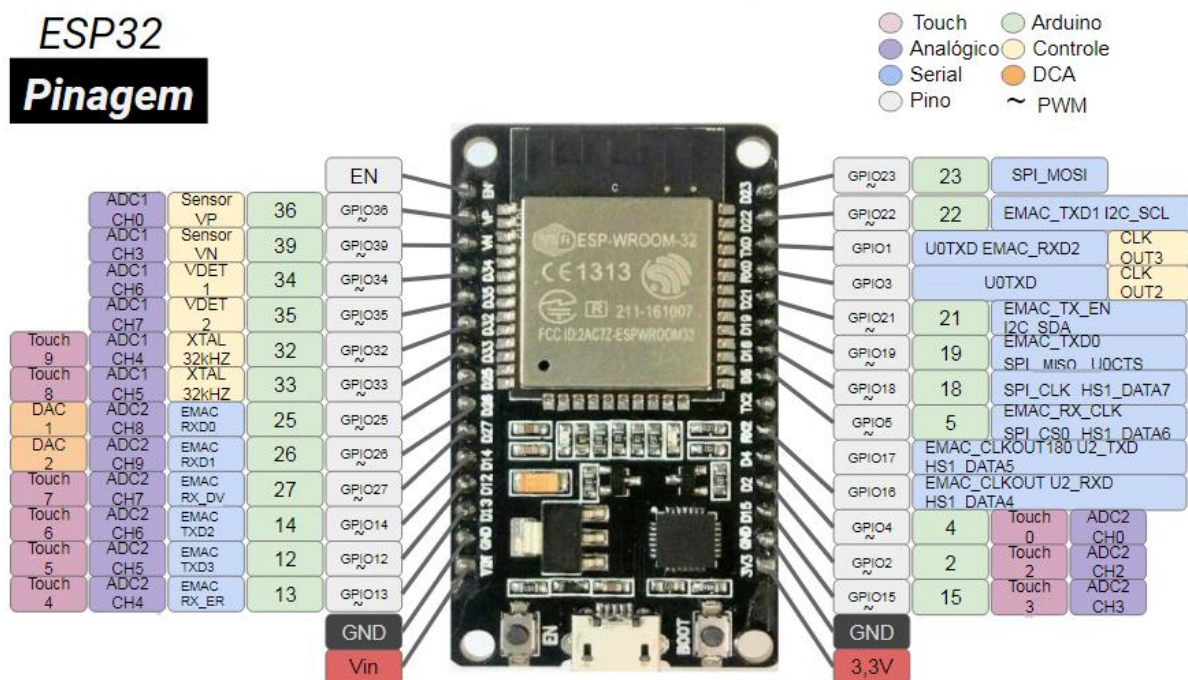
Fonte: SILVA, 2013.

Tabela 2 – Comparação entre o ESP8266 e o ESP32 (conclusão).

Especificações	ESP8266	ESP32
Bluetooth	Não	Bluetooth 4.2 Le
Frequência	80 MHz	160 MHz
SRAM	160 KB	512 KB
Flash	SPI Flash, 16 MB	SPI Flash, 16 MB
GPIO	17	36
Hardware/Software PWM	Não/8 canais	1/16 canais
SPI/I2C/I2S/UART	2/1/2/2	4/2/2/2
ADC	10-bit	12-bit
CAN	Não	1
Interface Ethernet Mac	Não	1
Sensor Capacitivo	Não	Sim
Sensor de Temperatura	Não	Sim
Temperatura de Trabalho	-40°C a 125°C	-40°C a 125°C

Fonte: SILVA, 2013.

Figura 14 – Pinagem ESP32.



Fonte: SILVA, 2013.

Segundo o site curto circuito, o ESP32 tem 520 KB de memória SRAM, 16 MB de memória *flash*, dois núcleos de processamento em arquitetura Tensilica LX6 podendo trabalhar a 240 MHz, *Bluetooth* híbrido clássico e BLE, tensão de operação de 2,3 V a 3,6 V, conexão de antena externa IPEX/PCB, atenuação dos problema de *jitter*, aumento de portas programáveis, múltiplos sensores, cristal oscilador 32 KHz e criptografia com chave RSA 4096 bits, ou seja, maior eficiência e segurança na construção de sistemas automatizados.

Vendo a pinagem do ESP32, podemos encontrar 34 portas GPIO, 3 SPI, 2 I2S, 18 canais ADC, 3 UART, 10 pinos capacitivos de leitura PWM.

4.3 SENSORES

No nosso cotidiano, os sensores são componentes extremamente importantes. Eles se encontram presentes em quase tudo ao nosso redor, embora muitas vezes acabem passando despercebidos por não sabermos direito o que pode ser um sensor. Apresentaremos o que é um sensor, quais são os tipos existentes e quais os sensores envolvidos em nosso projeto: os sensores da família Módulo MQ, mais

especificamente, os sensores MQ-2 e MQ-135. Na figura 15 temos a representação do sensor MQ-2.

Figura 15– Sensor MQ-2.

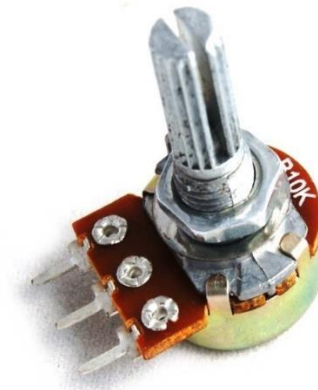


Fonte: FILIPEFLOP, s.d.

Segundo o site Conceito de Sensor, “Sensor é um dispositivo capaz de detectar/captar ações ou estímulos externos e responder em consequência. Estes aparelhos podem transformar as grandezas físicas ou químicas em grandezas elétricas”.

Tendo todo esse mundo de componentes à nossa disposição, decidir qual tipo de sensor usar não foi nada fácil. Uma análise de custo-benefício nos levou à escolha dos sensores cuja eficiência em uso é uma das melhores do mercado. Em síntese, os módulos MQ, em geral, trimpot, mais conhecido como potenciômetro predefinido como mostrado na figura 16, que permite o ajuste fino nos sistemas na hora de medir a concentração dos gases.

Figura 16-Trimpot/Potenciômetro.



Fonte: CASA DA TECNOLOGIA, s.d.

Vale ressaltar que o trimpot é responsável pelo ajuste do nível de sensibilidade da saída digital, como visto na imagem 17. O módulo MQ-135 é um sensor capaz de detectar gases tóxicos: amônia, dióxido de carbono, benzeno, óxido nítrico, álcool e até mesmo fumaça.

Figura 17- Sensor MQ-135.



Fonte: CASA DA TECNOLOGIA, s.d.

Esse sensor nos possibilita o desenvolvimento de sistemas de análise e monitoramento de gases em locais fechados, perfeito para a averiguação de gases tóxicos em tubulações de ar.

Ele possui uma saída digital e uma analógica, e sua lógica de medição funciona da seguinte forma: quanto maior for a concentração de gás tóxico, menor será a resistência. Logo, quanto maior a concentração de gás, maior a tensão de saída, e quanto menor for a concentração de gás, menor a tensão de saída. Já o módulo MQ-2 é um sensor capaz de detectar concentrações de gases inflamáveis como GLP, Metano, Propano, Butano, Hidrogênio, Álcool, entre outros. Sua sensibilidade de detecção é ajustável via potenciômetro e possuem duas saídas, uma digital e outra analógica, e sua programação é igual à do MQ-135, já que são da mesma família de sensores.

4.3.1 Sensor de posição

Dentre os diversos tipos de sensores existentes, os mais comuns são os sensores de posição e orientação. Possuem como principal característica a determinação da posição absoluta ou da direção de orientação do sistema de uma máquina ou um robô. Temos como exemplo o Sistema de Posicionamento Global (GPS), bússola (*Compass*), e o Inclinômetro como mostrado na figura 18.

Figura 18– Sensor de posição.

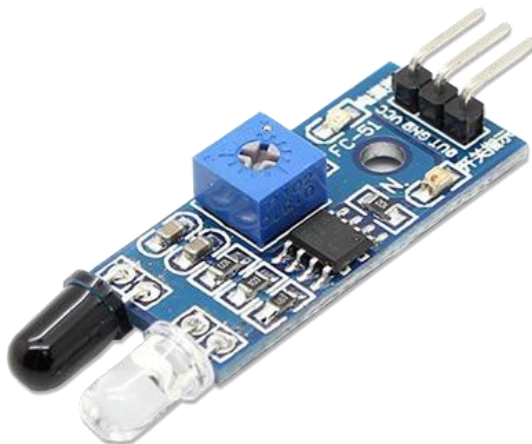


Fonte: MECÂNICA INDÚSTRIAL, s.d.

4.3.2 Sensor de obstáculo

A função do sensor de obstáculo é determinar a distância até um certo objeto ou obstáculo como mostra a imagem 19. Um exemplo desse tipo de sensor se encontra no ultrassom, no radar e no Sistema de Visão Estéreo.

Figura 19– Sensor de obstáculo.



Fonte: ROBOCORE, s.d.

4.3.3 Sensor de contato

O sensor de contato determina o contato com um objeto ou posição de contato com marcação. Podemos usar, como exemplo as antenas e marcações barreiras óticas e

Figura 20– Sensor magnético.



magnéticas como podemos ver na imagem 20.

Fonte: ELETRIC REPRESENTAÇÕES, s.d.

4.3.4 Sensor de deslocamento

Os sensores de deslocamento e velocidade possuem como característica principal a medição do deslocamento do robô e o cálculo das medidas relativas da posição e orientação do robô. O giroscópio e o potenciômetro (angular) podem ser usados como exemplos de objetos que utilizam esses sensores como mostra a figura 21.

Figura 21– Sensor de deslocamento.



Fonte: INSTITUTO NCB, s.d.

4.3.5 Sensor de comunicação

A função dos sensores de comunicação como é mostrado na figura 22 é o envio e recepção de dados e sinais externos, como a troca de informações. Temos como exemplo o sistema de visão e os sensores óticos. Esses tipos de sensores são os mais comuns entre todos, são os que mais estão presentes no nosso cotidiano.

Figura 22– Sensor de comunicação



Fonte: DJP AUTOMAÇÃO, 2020.

4.4 Câmera de visão noturna

Dentro das tubulações, o nosso campo de visão é muito restrito devido à ausência de luz, e o objetivo principal é saber o que acontece lá dentro e onde estão localizadas as obstruções nas tubulações. Por isso, procedeu-se uma busca de um meio para conseguir uma melhor visão do que se pode encontrar dentro das tubulações. A solução adotada é a utilização de uma minicâmera *Wi-Fi* de monitoramento e visão noturna, uma vez que ela proporciona uma melhor captação de imagens e com uma qualidade ótima. Esta minicâmera é equipada com 6 mini *LEDs* infravermelhos sem luz de fundo, e seu campo de visão noturna tem um alcance de 5 metros. Ela pode ser ligada ou desligada remotamente. Sua resolução é de 1080 pixels de alta definição, possui 3,5 cm de comprimento com uma espessura de 2,5 cm, sendo fácil transportar e fazer a adaptação correta no projeto. A minicâmera é feita de metal, seu ângulo de (visão) filmagem é de 150° SNR: 48 dB e sua bateria dura em torno de 120 minutos, que é uma ótima média de tempo para poder mapear grandes extensões de tubulações. Na figura 23 temos a representação da câmera utilizada no projeto.

Figura 23– Câmera visão noturna.



Fonte: CASA DA TECNOLOGIA, s.d.

4.5 Carrinho protótipo (Kit Robô *Explorer Deluxe*)

O carrinho Kit Robô *Explorer Deluxe* será o protótipo que usaremos para a realização deste projeto. A figura 24 mostrada logo abaixo é a de um carrinho desenvolvido pela ROBOCORE.

Figura 24– Carrinho protótipo.



Fonte: ROBOCORE, s.d.

Este kit é acompanhado com os seguintes itens de acordo com o próprio site da ROBOCORE:

- 1 Placa Vespa.
- 1 Plataforma Robótica *Rocket Tank*.
- 1 Sensor Ultrassônico HC-SR04.
- 1 Suporte para Sensor Ultrassônico.
- 2 Sensores de Refletância QRE1113.
- 2 Baterias Li-Ion 18650 3,7 V.
- 1 Suporte para 2 Baterias de Li-Ion.
- 1 Carregador Duplo para Bateria Li-Ion.

- 1 Cabo micro USB.
- 10 *Jumpers Premium* 20 cm Fêmea-Fêmea.
- 2 Espaçadores Sextavados de *Nylon*.
- 1 Fita de PVC para criar traçado.
- 1 Chave Philips.
- 1 Braço Robótico RoboARM.
- 2 Sensores de Refletância QRE1113.
- 1 Kit de Expansão - *Rocket Tank*.

4.6 Robô Aspirador *Fast Clean Mondial*

O aspirador de pó da Mondial da figura 25 será usado como protótipo para a realização do trabalho, podendo fazer a coleta de amostras sólidas e o deslocamento em tubulações.

Figura 25– Robô aspirador



Fonte: MONDIAL, s.d.

As especificações técnicas do produto são apresentadas na tabela que segue.

Tabela 3 – Especificações técnicas robô aspirador.

Tensão	Bivolt
Potência (W)	30
Dimensões do produto (AxLxP) (cm)	8x27x27
Peso do produto (kg)	1,25

Fonte: MONDIAL, s.d.

4.7 Bateria

O carrinho é alimentado através de uma bateria de 12.8 V CC 1800 mAh 23.04 Wh como mostra a figura 26, que alimentará os dois motores de locomoção do carrinho mais o motor do *cooler*.

Figura 26– Bateria do carrinho.



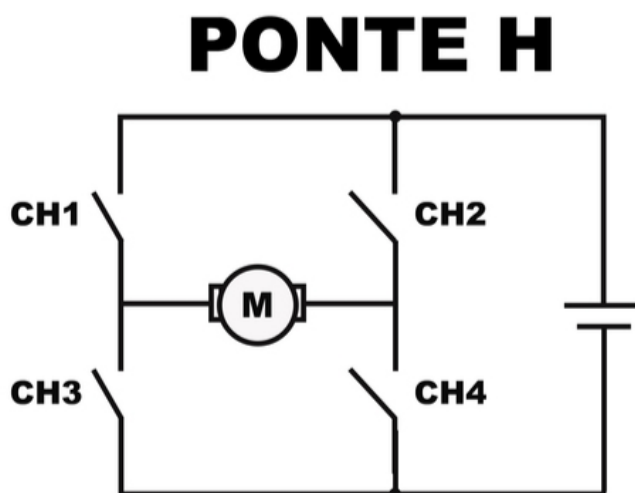
Fonte: Autor.

4.8 Ponte H: o módulo *drive*

Segundo o site Manual da Elétrica (2022), a ponte H é um *driver* usado em motores CC, que permite que o motor gire no sentido horário ou anti-horário. Além de permitir que você mude o sentido de rotação do motor, ele também requer menos energia do circuito de controle.

Abaixo na figura 27 tem-se um esquema simplificado de uma ponte H com um motor CC ligado nela.

Figura 27– Ponte H.

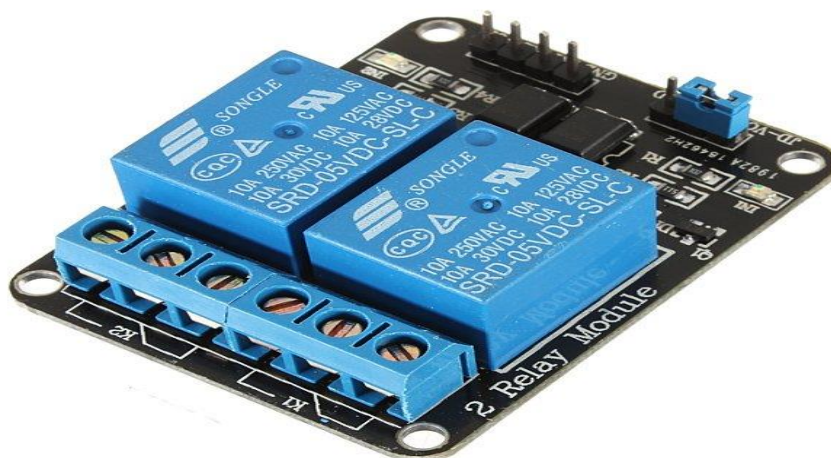


Fonte: MANUAL DA ELETRÔNICA, s.d.

4.9 Módulo de relé 12 V 10 A

De acordo com o site Mundo da Elétrica, um módulo de relé é um dispositivo elétrico que tem componentes associados para controlar a passagem de corrente elétrica a figura 28 ilustra como é um modulo relé. O relé é um interruptor eletromagnético que pode ser ativado ou desativado por um sinal elétrico. A especificação "12 V" indica que o módulo de relé é projetado para operar com uma tensão de alimentação de 12 volts. Já a especificação "10 A" indica que o relé é capaz de lidar com uma corrente de até 10 amperes. Isso significa que o módulo de relé pode ser usado para controlar dispositivos ou circuitos que exigem uma corrente de até 10 A em uma fonte de alimentação de 12 V. Segundo o site Clic Portal, o módulo de relé pode ser conectado a um microcontrolador, como um Arduino, ou a outro sistema de controle eletrônico. Quando o relé é ativado pelo sinal elétrico, ele fecha um circuito separado, permitindo a passagem de corrente elétrica de uma fonte de energia para o dispositivo ou circuito controlado. Quando o sinal é desativado, o relé abre o circuito, interrompendo o fluxo de corrente.

Figura 28– Modulo de relé.



Fonte: CLIC PORTAL, 2018.

4.10 Fonte ajustável

Conforme o site New Peças, a fonte ajustável para protoboard é um dispositivo que fornece energia elétrica regulada e ajustável para alimentar circuitos eletrônicos montados em uma *protoboard* (também conhecida como placa de ensaio). A *protoboard* é uma plataforma amplamente utilizada para criar e testar circuitos eletrônicos de forma rápida e flexível.

Essas fontes são usadas principalmente em ambientes de desenvolvimento e teste, onde é necessário fornecer energia controlada e ajustável para protótipos de circuitos eletrônicos. Elas oferecem flexibilidade e segurança, permitindo que as pessoas experimentem e testem diferentes configurações de tensão e corrente para seus projetos como pode-se ver na figura 29.

Figura 29– Fonte ajustável.



Fonte: NEW PEÇAS, s.d

4.11 POWER BANK

Foi usado um carregador portátil como mostra a figura 30 para fazer a alimentação do ESP32, ele possui uma saída de 5V/1A e tem 10000mAh que será o suficiente para alimentar o microcontrolador o tempo todo do percurso na tubulação, tendo o foco de alimentar apenas o ESP32.

Figura 30- Powe Bank



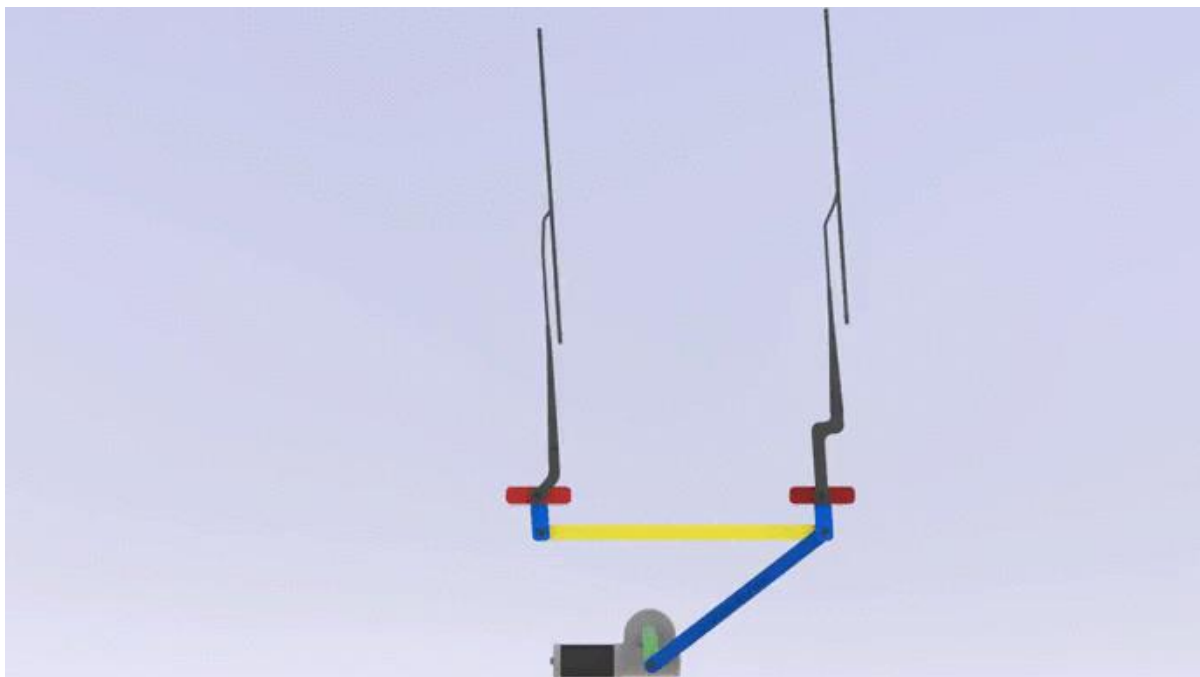
Fonte: Autor, 2023.

5 COLETA DE AMOSTRAS SÓLIDAS

Para fazer a coleta considera-se duas ideias que podem ser usadas no protótipo. A primeira consiste em retrabalhar o braço robótico e usar a garra como uma pá, onde será implantado um reservatório para as amostras sólidas. Com isso pode-se pegar mais de um tipo de amostra.

A segunda ideia, utiliza um motor de 12 V com redução de 40 rpm. Para fazer o movimento necessário será utilizado um sistema de biela-manivela, que é um sistema mecânico que transforma trabalho de rotação em trabalho de transição. Serão utilizadas duas barras do tamanho da metade da largura do carrinho e uma escova de sardas acoplada em uma das barras, que fará a varredura do cano. A ideia da coleta tem como base o princípio do para-brisa, como mostra a figura 31.

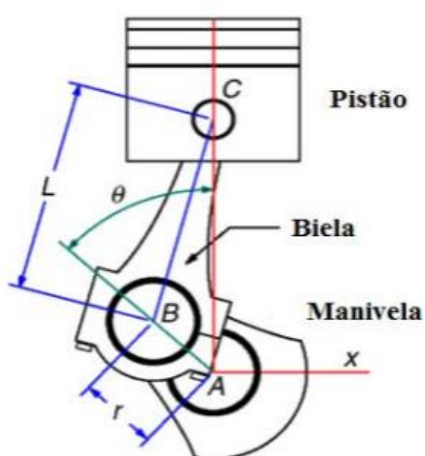
Figura 31– Biela manivela.



Fonte: GRABCADCOMMUNITY, 2017.

Figura 32– Vista lateral de um mecanismo biela manivela.

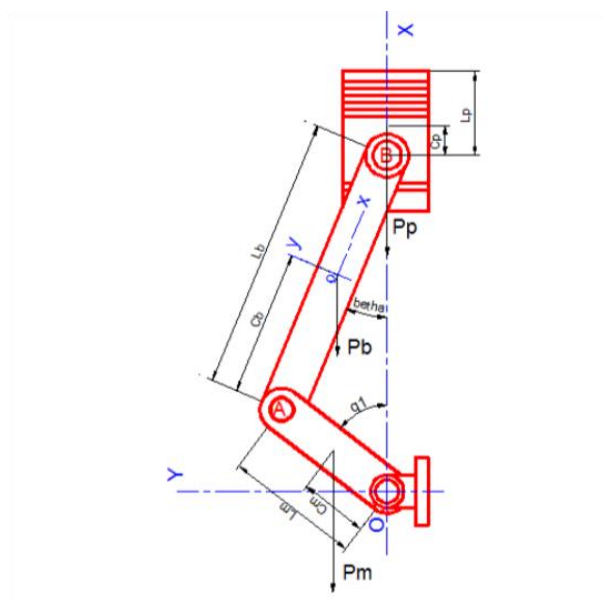
Fonte: ESM, 2013.



No carrinho será feita uma alteração na altura, onde será adicionado um vão de 8 cm com um compartimento de plástico removível onde irá ficar o depósito de poeiras das amostras colhidas das tubulações. Desta forma será possível realizar a coleta das amostras para que sejam encaminhadas para análise.

Segundo Silva (2013), o mecanismo biela-manivela é um mecanismo usado para conduzir energia piezoelétrica, que é derivada do aquecedor ou da combustão, e o virabrequim. Este mecanismo é constituído por: pistão, biela, pino de conexão, bucha, rolamento, bronzina e parte do virabrequim, que é composto por dois moentes, um munhão e pelas hastes que ligam as estruturas. Na figura 33 temos a imagem que mostra como é montado esse mecanismo.

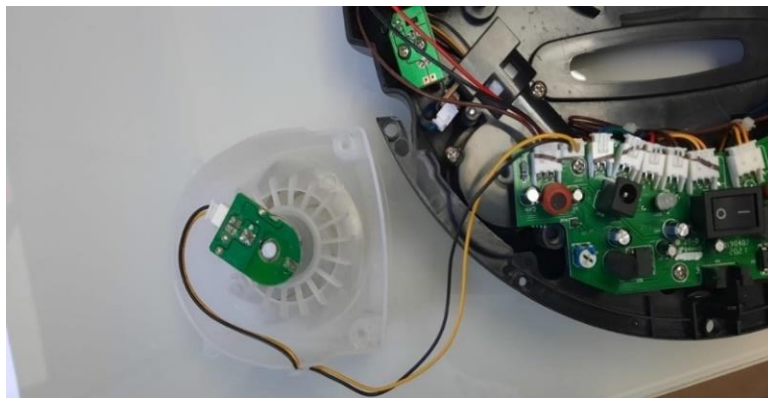
Figura 33– Mecanismo biela manivela.



Fonte: SILVA, 2013.

A coleta será realizada pelo robô aspirador de pó da Figura 25, com ajuda de um cooler ligado a Motor Elétrico (CC Jrk-370 8 V 8000 RPM Rb01 Ho041 W100 Sucção) da figura 34, que fará com que o cooler gire, gerando uma sucção e coletando as amostras sólidas, que serão armazenadas em um recipiente para serem estudadas.

Figura 34– Motor elétrico.

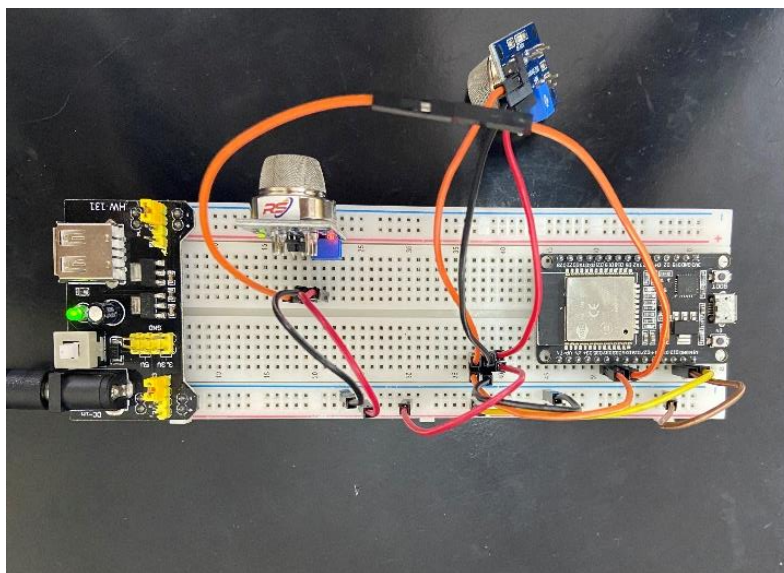


Fonte: Autor,2023.

6 MONTAGEM DO PROTÓTIPO

O primeiro teste foi dos sensores MQ. Eles foram alimentados com uma fonte de 5 V, pois o sensor ESP32 só tem saída de até 3,3 V, conseguindo assim alimentar ambos os sensores como mostra a figura 35.

Figura 35– Primeira montagem do protótipo.



Fonte: Autor,2023.

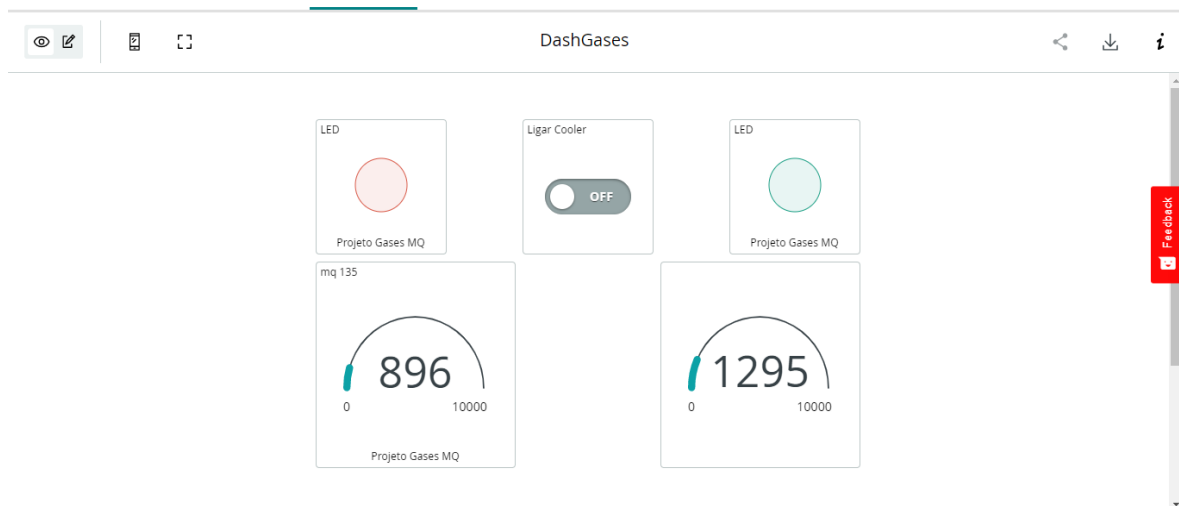
6.1 Primeiro teste com tela ARDUINO IOT CLOUD

A Plataforma ARDUINO IOT CLOUD (Figura 36) foi usada para a análise dos gases tóxicos contendo um nível de sinal analógico e um LED para alertar a presença de

gás tóxico no local, que será ativado somente quando o nível de gás adotado for atingido. Há ainda um botão para fazer a ligação do motor do cooler para a coleta de amostras.

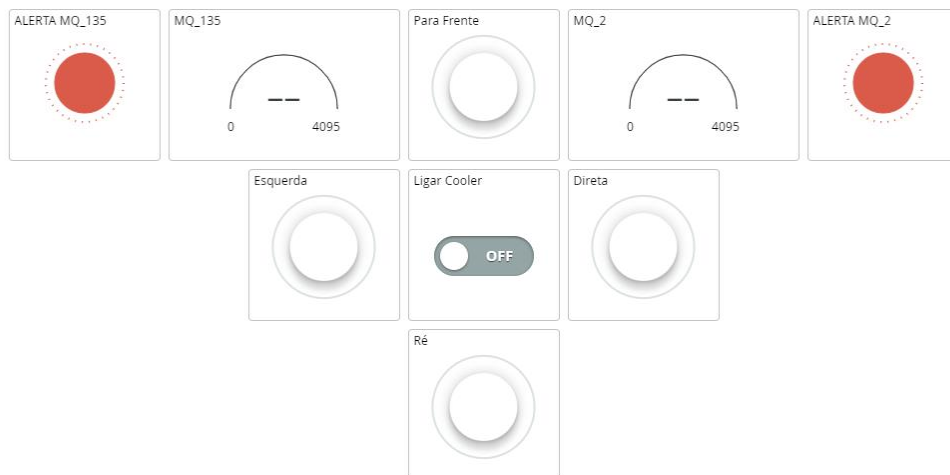
Na tela da Figura 36 estão presentes: o controle do carrinho, indicações do ligar e desligar do cooler e a análise dos sensores de gás. A partir disto conseguiremos acompanhar tudo em tempo real via *Wi-Fi*, analisar a variação dos sensores e receber o alerta de presença de gás tóxico no local.

Figura 36– Tela ARDUINO IOT CLOUD.



Fonte: Autor,2023.

Figura 37– Tela final com controle do carrinho e detecção de gases.

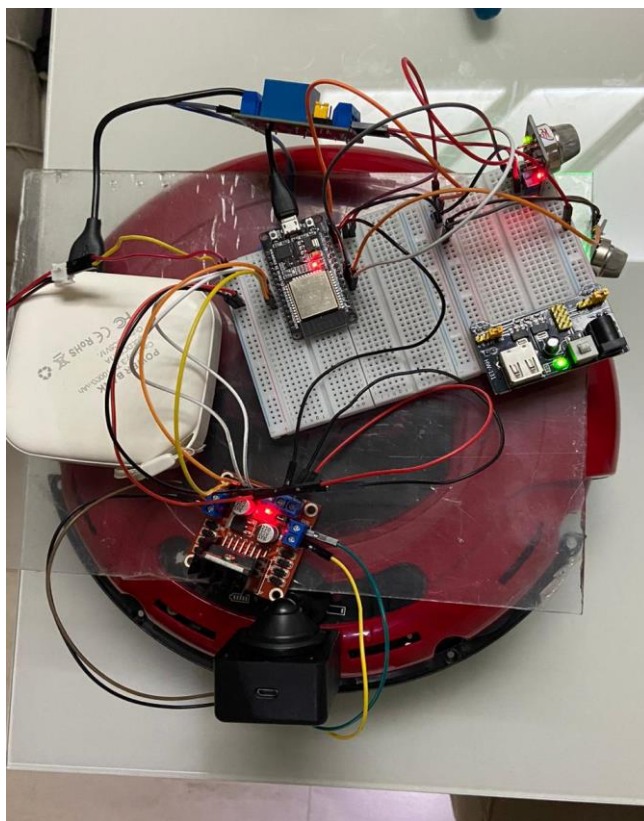


Fonte: Autor,2023.

Foram conectados através de *jumpers* os sensores, juntamente com o controle do carrinho, através de uma ponte H, para controlar o sentido de rotação dos motores.

O carrinho conta com uma bateria de 12,8 V e 1800 mAh, suficiente para fazer a alimentação de todos os componentes. Foi utilizada uma fonte ajustável para ajustar a voltagem de 12 V para 5 V, para alimentar os sensores MQ e o ESP32.

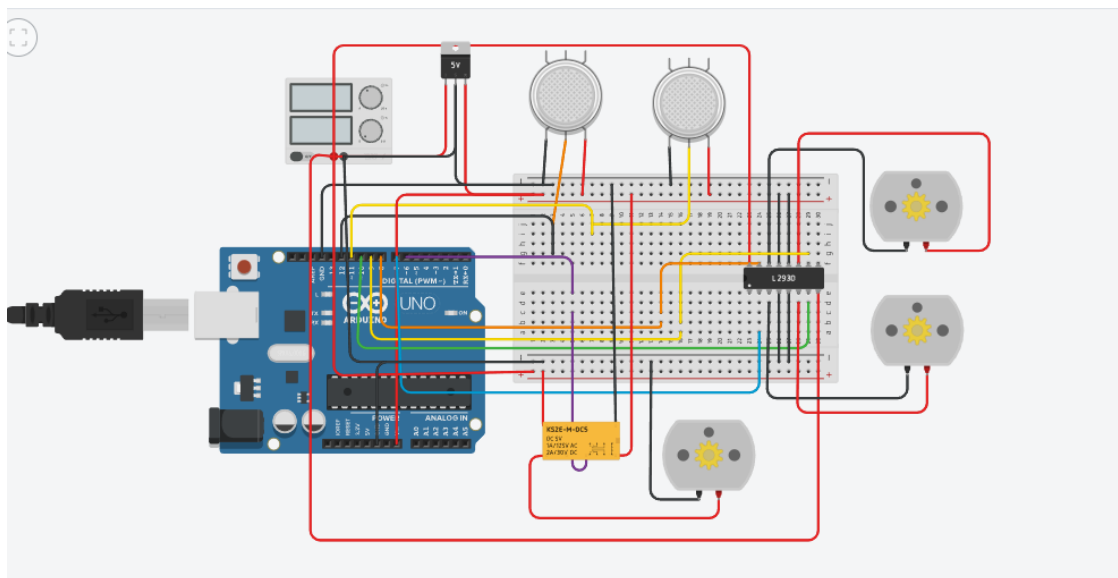
Figura 38– Protótipo carrinho.



Fonte: Autor, 2023.

A bateria será ligada juntamente com a ponte H para fazer o controle dos motores, para frente, para trás, para esquerda e para a direita.

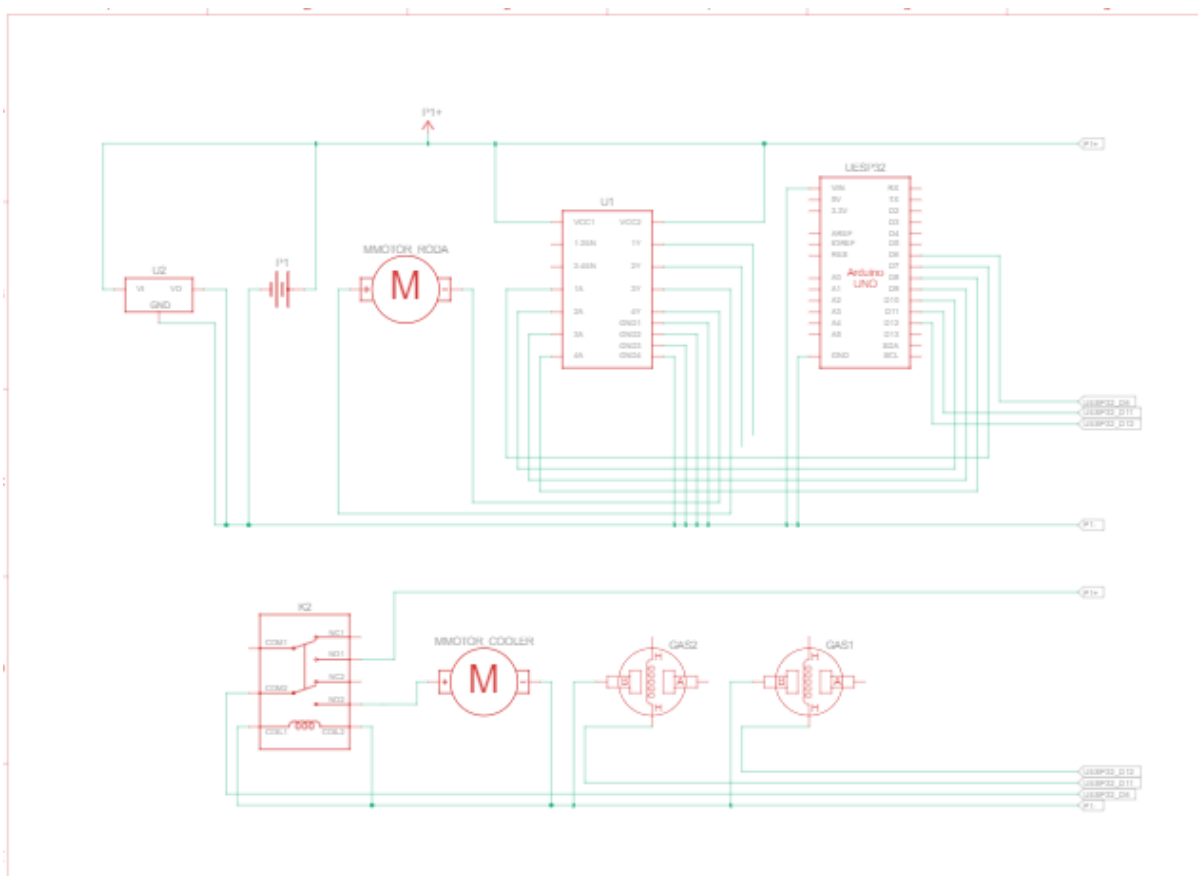
Figura 39– Ligação elétrica no TINKECARD



Fonte: Autor,2023.

No simulador TINKERCAD, o circuito foi produzido tendo substituições do ESP32 para o Arduino Uno, como mostra a figura 40, mas usando o mesmo conceito do ESP32 e da fonte ajustável de 5 V para um regulador de tensão de 5 V. Neste circuito, podemos analisar todas as ligações passo a passo juntamente com a pinagem, sendo feito para uma melhor análise elétrica. O circuito esquemático é apresentado na figura abaixo.

Figura 40– Circuito esquemático feito no simulador TINKERCAD.



Fonte: Autor,2023.

Tabela 4 – Tabela de custos.

Item	Quantidade	Valor
Robô Aspirador de Pó	1	R\$ 180,00
Microcontrolador ESP32	1	R\$ 39,00
Sensor MQ-2	1	R\$ 20,00
Sensor MQ-135	1	R\$ 26,00
Câmera Noturna	1	R\$ 49,90
Ponte H	1	R\$ 12,00
Módulo Relé	1	R\$ 10,00
Fonte Ajustável	1	R\$ 12,00
Protoboards	3	R\$ 24,00
Jumpers	40	R\$ 4,00
Powe Bank	1	R\$49,90
TOTAL	52	R\$ 426,80

Fonte: Autor, 2023.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo deste trabalho foi desenvolver um carrinho que se mova em tubulações de ar-condicionado para fazer a análise de gases tóxicos e coleta de amostras sólidas presentes nessas tubulações, facilitando a limpeza de fungos, bactérias e obstruções e detectando vazamentos de gases, de uma forma muito mais eficaz e rápida.

Após a escolha de todos os sensores que seriam usados, fez-se testes com cada um deles, individualmente, para verificar seus sinais e a integração com o ESP32.

Após o funcionamento dos sensores, buscou-se a melhor forma de receber esses sinais e de se comunicar com o microcontrolador, o que levou à escolha da plataforma Arduino IOT CLOUD, que permite também obter os resultados na forma de gráficos, criando uma tela para o controle dos motores do carrinho da recepção dos sinais dos sensores MQ.

Na primeira montagem o microcontrolador não foi o suficiente para alimentar os sensores MQ, então foi colocado um regulador de tensão de 5V; sendo 3,3V para alimentar os sensores, e ainda alimentar o ESP32.

Na alimentação da ponte H com os motores e a na comunicação com o ESP32 foi detectado um problema. Quando alimentando por um computador ou mesmo por uma tomada, ocorre erro na comunicação e a ponte H acaba acionando a todo momento um dos motores, por isso, foi adicionado um carregador portátil com saída de 5V para alimentar o ESP32. Com isso o problema foi solucionado e a comunicação do ESP32 com a ponte H funcionou perfeitamente, conseguindo estabelecer a comunicação com a tela do Arduino IOT CLOUD, controlar os motores do carrinho e receber os sinais dos sensores via WI-FI.

Para a coleta de amostras sólidas, foi utilizado um cooler que já vinha acoplado ao carrinho, que fazia o trabalho de limpeza, e que já tinha seu próprio recipiente para guardar as amostras.

Foi testado a durabilidade do projeto em ação, e foi possível o manter ligado diretamente por mais de 2 horas fazendo todas as ações, como se movimentar e fazer a coleta, mas já a câmera não teve o mesmo rendimento ficando apenas por 35 minutos ligada, assim fazendo com que tenha que fazer uma ligação direta da fonte de 5v para a entrada da câmera, assim a deixando ligando durante todo o percurso.

Propostas futuras: O projeto do Carrinho Detector de Gases ainda permite várias melhorias para que possa, entre outras coisas: localizar as obstruções dentro das tubulações através de GPS, identificar exatamente os tipos de gases presentes nas tubulações, mapear as tubulações e, ainda, acoplar uma garra mecânica, visando melhorar o processo da coleta de resíduos.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, Saori. Bluetooth 5 - Conheça as melhorias da conexão sobre versões anteriores. **MundoConectado** [Internet]. 2020. Disponível em: <<https://mundoconectado.com.br/artigos/v/13913/bluetooth-5-conheca-as-melhorias-da-conexao-sobre-versoes-anteriores>>. Acesso em: 14 nov. 2022.
- ALVEZ, Pedro. Ponte H – O que é e como funciona! **Manual da Eletrônica** [Internet]. Disponível em: <<https://www.manualdaeletronica.com.br/ponte-h-o-que-e-como-funciona/>>. Acesso em: 15 nov. 2022.
- BAKKER, Eric; QIN, Yu. Electrochemical sensors. **Analytical Chemistry**. v. 78, n. 12, p. 3965-3983, 2006.
- COMBATE à Poluição: Práticas para minimizar os impactos ao meio ambiente. **Neoenergia** [Internet]. Disponível em: <<https://www.neoenergia.com/pt-br/te-interessa/meio-ambiente/Paginas/dia-de-combate-a-poluicao.aspx#>>. Acesso em: 28 out. 2022.
- CONCEITO de Sensor. **Conceito.De** [Internet]. Disponível em: <<https://conceito.de/sensor>>. Acesso em: 20 nov. 2022.
- CONHECENDO o ESP32. **Curto Circuito** [Internet]. Disponível em: <<https://curto.circuito.com.br/blog/Categoria%20IoT/conhecendo-esp32>>. Acesso em: 18 nov. 2022.
- DUTOS flexíveis aluminizados. **Isopur** [Internet]. Disponível em: <<https://www.isopur.com.br/dutos-flexiveis.html>>. Acesso em: 23 abr. 2023.
- FRASES célebres para monografias, dissertações e teses. **Pós-graduando** [Internet]. 2012. Disponível em: <<https://posgraduando.com/frases-celebres-para-monografias-dissertacoes-e-teses/>>. Acesso em: 28 de ago. de 2022.
- GRANCHI, Giulia. Ar-condicionado sujo desencadeia doenças; entenda os riscos. **VivaBemUol** [Internet]. 2019. Disponível em: <<https://www.uol.com.br/vivabem/noticias/redacao/2019/01/07/ar-condicionado-sujo-desencadeia-doencas-entenda-os-riscos.htm>>. Acesso em: 28 out. 2022.
- GRUPO APARECIDA. Tubos, conexões e válvulas [Internet]. Disponível em: <<https://www.aparecidatubos.com>>. Acesso em: 23 abr. 2023.
- INSTALAÇÃO DE AR CONDICIONADO INDUSTRIAL [Internet]. Disponível em: <<https://www.grupocostaeng.com.br/instala%C3%A7%C3%A3o-ar-condicionado-industrial>>. Acesso em: 23 abr. 2023.
- KARVINEN, Kimmo; KARVINEN, Tero. **PRIMEIROS PASSOS COM SENSORES. Perceba o mundo usando eletrônica, Arduino e Raspberry Pi**. 1 Ed. Novatec, p. 160, 2014.

LAGANÁ, Armando Antônio Maria. Projetos em Sistemas Eletrônicos Embarcados: Sensores e Atuadores. **Apostila de Sensores** [Internet]. Escola Politécnica da USP. Disponível em: <https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/2885474/mod_resource/content/1/Apostila+Sensores03.pdf>. Acesso em: 20 nov. 2022.

LIU, Xiao et al. A survey on gas sensing technology. **Sensors**. v. 12, n. 7, p. 9635-9665, 2012.

LORDELO, Alvaro. O que é um Módulo Relé. **Clic Portal** [Internet]. Disponível em: <<https://clicportal.com.br/engenharia/o-que-e-um-modulo-rele/>>. Acesso em: 23 maio. 2023.

MANCINI, Mônica. A história da Internet das Coisas ou Internet of Things (IoT). 2018. Disponível em: <https://www.linkedin.com/pulse/hist%C3%B3ria-da-internet-das-coisas-ou-things-iot-m%C3%B4nica-mancini?articleId=6399267860543262720#com_ments_6399267860543262720&trk=public_profile_post>. Acesso em: 29 maio 2019.

MATTEDE, Henrique. O que é relé? Como funciona um relé? **Mundo da Elétrica** [Internet]. Disponível em: <<https://www.mundodaeletrica.com.br/o-que-e-rele-como-funciona-um-rele/>>. Acesso em: 23 maio 2023.

MECANISMO do limpador de para-brisa. **GRABCADCOMMUNITY** [Internet]. Disponível em: <<https://grabcad.com/library/windshield-wiper-mechanism-2>>. Acesso em: 27 nov. 2022.

MINICÂMERA de segurança Wi-Fi sem fio HD IP CCTV. **CASA DA TECNOLOGIA** [Internet]. Disponível em: <<https://www.casadatatecnologia.com.br/Mini-C%C3%A2mera-de-Seguran%C3%A7a-wifi-Sem-Fio-HD-IP-CCTV-i.205825665.7210717662>>. Acesso em: 27 jun. 2023.

MÓDULO fonte ajustável para protobord. **New Peças** [Internet]. Disponível em: <<https://www.newpecas.com.br/produto/modulo-fonte-ajustavel-para-protoboard>>. Acesso em: 18 abr. 2023.

MUNDO CONECTADO. O que é Internet das Coisas e como ela está presente no nosso cotidiano? [Internet]. 2018. Disponível em: <<https://mundoconectado.com.br/artigos/v/4955/o-que-e-internet-das-coisas-e-como-ela-esta-presente-no-nosso-cotidiano>>. Acesso em: 27 mai. 2023.

Nações Unidas Brasil. **Os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável no Brasil** [Internet]. Disponível em: <<https://brasil.un.org/pt-br>>. Acesso em: 25 jan 2023.

NOVAS tecnologias garantem qualidade do ar interior em ambientes de trabalho. **GRUPO PAINEIRAS** [Internet]. 2022. Disponível em: <<https://paineiras.com.br/blog/2022/07/11/novas-tecnologias-garantem-qualidade-do-ar-interior-em-ambientes-de-trabalho/>>. Acesso em: 20 jan. 2023.

PALUDO, Larissa. Entenda o que é a Indústria 4.0 e descubra por que o SENAI é referência. **SESISENAI** [Internet]. Disponível em: <<https://blog.sesisenai.org.br/o-que-e-a-industria-4-0/>>. Acesso em: 15 nov. 2022.

PANTA, Pedro Eduardo Gonzales. **Monitoração de Robô de Inspeção Interna de Oleodutos – GIRINO**. Ph.D. Federal Universidade do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil. 2005.

PINEDA, Daniel; PEREZ, Juan. (2017). SENose: An under U\$50 electronic nose for the monitoring of soil gas emissions. **Computers and Electronics in Agriculture**, v. 133. p. 15-21, 2017.

PLACA robocore vespa. **ROBOCORE** [Internet]. Disponível em: <<https://www.robocore.net/placa-robocore/vespa>>. Acesso em: 14 nov. 2022.

REIMBOLD, Manuel et al. PROTÓTIPO ROBÔ HEXÁPODE PARA INSPEÇÃO EM TUBULAÇÕES DE AR-CONDICIONADO. **Proceeding Series of the Brazilian Society of Computational and Applied Mathematics** [Internet]. Rio Grande do Sul, v. 1, n. 1, 2013. Disponível em: <<https://proceedings.sbmac.org.br/sbmac/article/view/40>>. Acesso em: 27 nov. 2022.

ROBÔ Aspirador de Pó Fast Clean Mondial RB-01. **MONDIAL** [Internet]. Disponível em: <<https://www.emondial.com.br/robo-aspirador-de-po-fast-clean-mondial-rb-01/p#description>>. Acesso em: 20 abr. 2023.

SCHULZ, Denys et al. Legionnaire's disease: a review. **RBAC - Revista Brasileira de Análises Clínicas**.v. 37, n. 4, p. 251-255, 2005.

SENSOR de Gás MQ-2 Inflamável e Fumaça. **FILIFELOP** [Internet]. Disponível em: <<https://www.filipeflop.com/produto/sensor-de-gas-mq-2-inflamavel-e-fumaca/>>. Acesso em: 27 nov. 2022.

SENSOR de Obstáculo. **ROBOCORE** [Internet]. Disponível em: <https://www.robocore.net/sensor-robo/sensor-de-obstaculo?gclid=EAlaIQobChMI6lOmlITH-wlVpRXUAR3ZFazGEAQYASABEgl-w_D_BwE>. Acesso em: 18 nov. 2022.

SENSOR de posição. **Mecânica Industrial** [Internet]. Disponível em: <<https://www.mecanicaindustrial.com.br/308-sensor-de-posicao/>>. Acesso em: 18 nov. 2022.

SENSOR Magnético. **Eletric representações** [Internet]. Disponível em: <<http://electric-sc.com.br/produto/view/035-sensores-magneticos#.Y3-CQXbMKUk>>. Acesso em: 18 nov. 2022.

SENSOR Óptico. **DJP Automação** [Internet]. Disponível em: <<https://djpaotomacao.com/sensores-opticos/>>. Acesso em: 18 nov. 2022.

SENSORES de deslocamento (MEC113). **Instituto NCB – Newton C. Braga** [Internet]. Disponível em: <<https://www.newtoncbraga.com.br/index.php/robotica/5383-mec113>>. Acesso em: 18 nov. 2022.

SENSORES e Atuadores. **FEIS - Faculdade de Engenharia - Câmpus de Ilha Solteira – Unesp** [Internet]. Disponível em: <<https://www.feis.unesp.br/Home/departamentos/engenhariaeletrica/aula-5---sensor-25-04-2013b.pdf>>. Acesso em: 20 nov. 2022.

SENSORES Industriais: Fundamentos e aplicações. LERLIVROS [Internet]. Disponível em: <<https://ler-livros.com/ler-online-ebook-pdf-sensores-industriais-fundamentos-e-aplicacoes-baixar-resumo/>>. Acesso em: 20 nov. 2022.

SILVA, Rafael. **Modelagem e Simulação do Mecanismo Biela Manivela e Análise Estrutural de Biela Automotiva**. 59 f. Monografia - Engenharia Mecânica, Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá, 2013.

SOBRE o nosso trabalho para alcançar os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável no Brasil. **NAÇÕES UNIDAS BRASIL** [Internet]. Disponível em: <<https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>>. Acesso em: 27 nov. 2022.

TECNOLOGIA em fibra de vidro. Tubulações em fibra de vidro. **TG FIBERGLASS** [Internet]. Disponível em: <<https://www.tgfiberglass.com.br>>. Acesso em: 23 abr. 2023.

TUBULAÇÕES. **EQ Júnior** [Internet]. Disponível em: <<https://eqjunior.com.br>>. Acesso em: 20 mar. 2023.

WI-FI 7.0: nova tecnologia promete conexão ultrarrápida e mais estabilidade. **TILT UOL**. [Internet]. Disponível em: <<https://www.uol.com.br/tilt/noticias/redacao/2022/03/02/padrao-wi-fi-7.htm>>. Acesso em: 05 mai. 2023.

WI-FI: Entenda como surgiu a Internet sem fio. **Explorer Net** [Internet]. Disponível em: <<https://explorernet.com.br/blog/entenda-como-surgiu-a-internet-sem-fio.html#:~:text=O%20Wi%2DFi%20como%20hoje,%2C%20o%20Wi%2DFi%20Alliance>>. Acesso em: 04 maio 2023.

APÊNDICE A

```
#include "thingProperties.h"
#define boton 14

void setup() {

  // Definindo as entradas
  pinMode(4, OUTPUT);
  pinMode(5, OUTPUT);
  pinMode(18, OUTPUT);
  pinMode(19, OUTPUT);
  pinMode(32, INPUT);
  pinMode(33, INPUT);
  pinMode(boton, OUTPUT);

  // Defined in thingProperties.h
  initProperties();

  // Connect to Arduino IoT Cloud
  ArduinoCloud.begin(ArduinoIoTPreferredConnection);

  /*
   The following function allows you to obtain more information
   related to the state of network and IoT Cloud connection and errors
   the higher number the more granular information you'll get.
   The default is 0 (only errors).
   Maximum is 4
  */
  setDebugMessageLevel(2);
  ArduinoCloud.printDebugInfo();
}

void loop() {
  ArduinoCloud.update();
  onMQ135Change();
  onBotaoChange();
  digitalWrite(4,0); // delsig o motor
  digitalWrite(5,0); // delsig o motor
  digitalWrite(18,0); // delsig o motor
  digitalWrite(19,0); // delsig o motor

  if (botao == 1 ){
    digitalWrite( boton,1);
```

```

}
else{
  digitalWrite( buton,0);
}

// Mandar o carrinho para frente
if ( frente ==1){
  digitalWrite(4,1);
  digitalWrite(18,1);

}

else {
  digitalWrite(4,0);
  digitalWrite(18,0);

}

// Mandar o carrinho para trás
if ( re ==1){
  digitalWrite(5,1);
  digitalWrite(19,1);

}

else{
  digitalWrite(5,0);
  digitalWrite(19,0);

}

// Mandar o carrinho para a esquerda
if ( esquerda ==1){
  digitalWrite(18,1);

}

// Mandar o carrinho para a direita
if ( direita ==1){
  digitalWrite(4,1);

}

// aciona o cooler

}

```

```
/*
  Since MQ135 is READ_WRITE variable, onMQ135Change() is
  executed every time a new value is received from IoT Cloud.
*/
void onMQ135Change() {
  // lê os sinais analógicos dos sensores
  MQ_135 =analogRead(32);
  MQ_2 =analogRead(33);
  // coloca uma condição para ascender os leds de alerta
  if ( MQ_135 > 1400){
    led = true;
  }
  else {
    led = false;
  }

  if ( MQ_2 > 2000){
    led2 = true;
  }
  else {
    led2 = false;
  }
}
```