

# Monitoramento de Luminosidade, Temperatura e Gás, aplicação baseada em IoT

Bianca Donadon<sup>1</sup> Marcelo de Carvalho Gomes<sup>2</sup> Gabriel Henrique Granado<sup>3</sup> Angela Alves dos Santos<sup>4</sup>  
Josué Marcos de Moura Cardoso<sup>5</sup> Gabriel Gomes<sup>6</sup>Everton Oliveira Dias<sup>7</sup>

<sup>1, 2, 3, 7</sup>Pontifícia Universidade Católica de Campinas, Campinas - SP, Brasil

<sup>4, 5, 6</sup>Universidade Estadual de Campinas, Campinas - SP, Brasil  
everton.deoliveira20@gmail.com

## 1 INTRODUÇÃO

A proposta desse trabalho baseou-se em desenvolver algum aplicação que

Para realizarmos tal experimento, pesquisamos diversos tipos de sensores e microcontroladores para realizar as aferições dos dados, seu armazenamento e transmissão.

Optou-se pelo ESP8266, um microcontrolador que inclui capacidade de comunicação por Wi-Fi, para atuar como transmissor de dados na simulação, juntamente com outros componentes como: LDR (resistor dependente de luz ou foto resistência, atuando como sensor de luz), MQ2 (sensor de gás), DHT 11 (sensor de temperatura e umidade). [5]

Para montagem da estrutura, onde seriam inseridos os componentes mencionados anteriormente, desenvolveu-se uma case no Fusion 360, baseado na medida dos componentes e no espaço necessário para conectá-los, e, por fim, utilizou-se uma impressora 3D para imprimir o modelo final.

Objetivo.

Este trabalho tem como objetivo geral desenvolver um sistema capaz de realizar a aferição de iluminação, temperatura, umidade e emissão de gases de um laboratório industrial e transmitir os seus dados para uma plataforma de IoT.

Tendo como objetivo específico aferir os dados de iluminação, temperatura, umidade e gases inflamáveis, além disso analisar a potência se a quantidade de gás em no ambiente é perigosa ou não de acordo com a sua quantidade.

Pensando nessa necessidade, o grupo decidiu pesquisar, explorar e analisar as formas de comunicação do Esp. com softwares no qual armazenam a informação e posteriormente exibem em uma dashboard, aplicando na solução de um problema em economia de energia e avisos de potenciais riscos à saúde.

Ao final do projeto pretende-se conhecer sobre os provedores de serviços que armazenam e exibem dados de IOT, utilizando um dispositivo que se conecta ao mesmo para exibir os dados necessários para o controle de gases e economia de energia elétrica.

## Materiais e Métodos

Este trabalho classifica-se como abordagem quantitativa por estar inserido dentro do contexto das ciências exatas, coleta de dados concretos de grandezas dentro de um espaço físico e temporal definido. Têm como principal característica o viés exploratório para o seu desenvolvimento e pesquisa de campo em laboratório para sua fase de testes e prototipação [].

Como objeto de estudo a motivação vem de encontro ao desenvolvimento de aplicações de IoT para o contexto de atender as necessidades industriais de segurança, controle de processo de uma determinada linha de produção de uma indústria química em que seus ambientes devem ser rigorosamente monitorados para evitar acidentes.

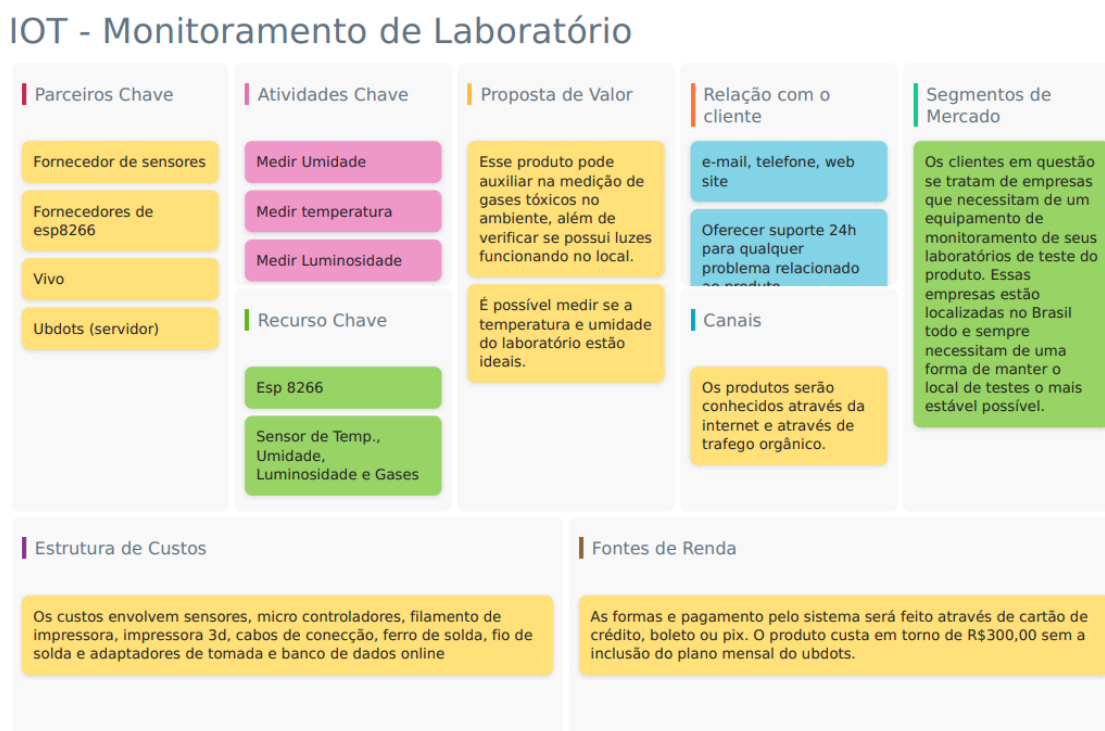
Dessa maneira o quesito metodológico deste trabalho se divide em duas partes, em que na primeira parte são apresentados os pontos de planejamento da execução das atividades para a construção do protótipo e a segunda parte é composta pela apresentação técnica dos recursos utilizados nesta prototipação desenvolvida.

- Planejamento do projeto

Para o desenvolvimento do projeto utilizou-se a estrutura de plano de projeto denominada Canvas, ferramenta difundida dentro do campo da engenharia e gestão de projetos que trata da construção de um plano de trabalho em um quadro A1, no qual possibilita descrever, visualizar e avaliar as etapas e áreas para execução do projeto com menos falhas e riscos, sendo seu principal trunfo: compreender rapidamente o tipo de produto a ser desenvolvido, interrelação entre cada processo, evidenciar o planejamento e validação das hipóteses.

Seguindo essa metodologia estruturamos o nosso modelo da seguinte forma (e posteriormente ilustrado na figura 2): **parceiros Chave:** esse bloco se refere aos fornecedores e parceiros chave que o negócio precisa para poder funcionar; **atividades Chave:** este bloco se refere as atividades na qual sua empresa e ou produto vão realizar para a manutenção deles; **proposta de valor:** nesse capo é descrito quais são os benefícios entregue ao cliente e o valor do produto aos olhos do mercado; **relacionamento com o Cliente:** esse bloco descreve a relação na qual a empresa vai levar com o cliente para assegurar que ele sempre compre com a mesma empresa e não troque o seu produto pelo de concorrentes; **segmento de mercado:** nesse campo é descrito em que segmento de mercado o seu produto pretende atingir, sendo ele alimentício, automobilístico etc; **recursos chave:** aqui foi-se descritos as principais matérias primas que o produto utiliza e não podem faltar; **canais:** esse bloco se trata de como os possíveis compradores vão saber sobre o produto; **estrutura de custos:** a estrutura de custos se trata de quais custos a empresa vai ter com materiais para construção do produto, insumos para a empresa, entre outros custos; **fontes de renda:** esse bloco se trata de como a empresa irá faturar com o produto, suas formas de pagamento e custos adicionais do produto. [4]

Figura 2 – Quadro Canvas.



Na estrutura analítica do projeto foi abordado o objetivo principal, no qual é a montagem de um sistema de monitoramento de laboratório e os passos necessários para se chegar a esses resultados. Como vertentes secundárias foi acentuado o sistema de visualização da informação obtida (Dashboard) e o equipamento que será o responsável por obter essas informações e enviar.

No terceiro estágio está em que foi feito o armazenamento de dados do sistema de visualização, e o que é necessário para a confecção do sistema para obtenção de dados, sendo eles um modelo 3D para referência, os sensores que utilizados, uso do microcontrolador selecionado para este projeto, diagrama esquemático de ligação dos componentes do projeto e o sistema de programação do microcontrolador. Os pontos mencionados se encontram presentes na figura 3.

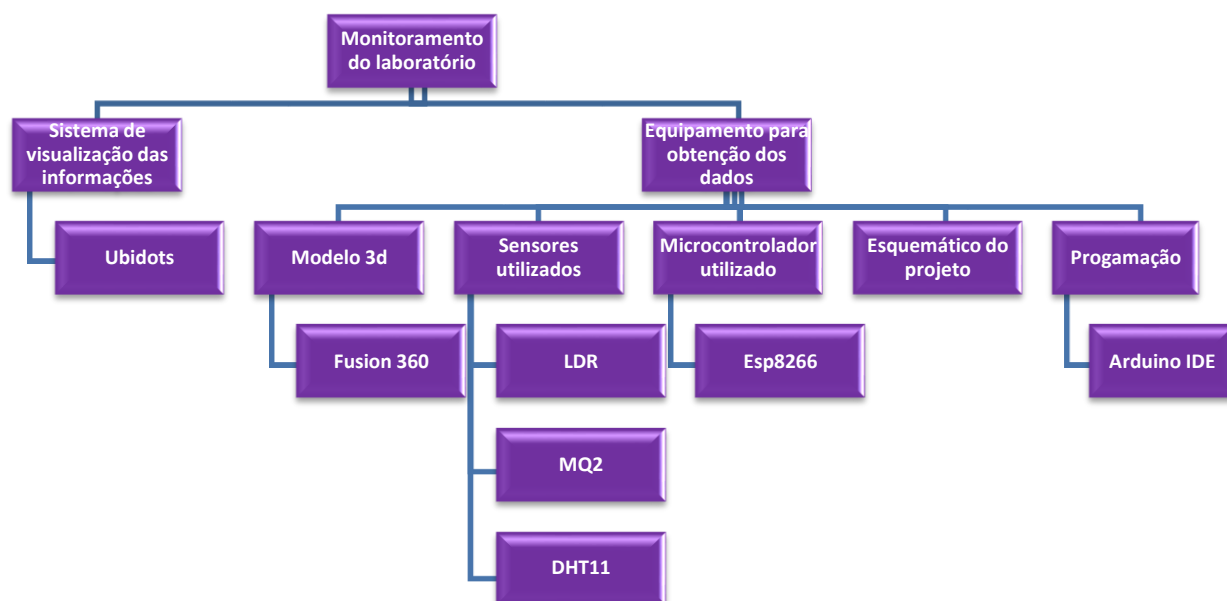


Figura 3 – Estrutura analítica do projeto

- Apresentação técnica dos recursos utilizados

### Sensor de luminosidade

O sensor de luminosidade que será utilizado é um foto-resistor (LDR – Resistor dependente de Luz). O LDR é um resistor sensível a luz, fazendo com que a resistência varie conforme a intensidade de luz incidente [2].

O sensor de luminosidade, que será utilizado, opera com tensão de alimentação contínua, e será conectado a uma das entradas e saídas do microcontrolador. Uma aplicação muito comum desse sensor são as lâmpadas residenciais, localizadas no jardim, quando anoitece, a resistência do resistor sensível a luz diminui, liberando uma maior passagem de corrente, consequentemente fazendo com que a lâmpada acenda. [2]

Esse processo acontece por meio de um divisor de tensão, esse divisor de potencial elétrico é composto de um resistor e um LDR conectados em série, sendo alimentados pelo microcontrolador, a saída desse circuito ficará entre o resistor e o foto-resistor [3]. A figura 4 representa o funcionamento do circuito mencionado.

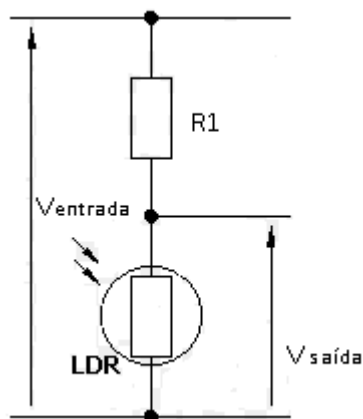


Figura 4 – Divisor de tensão com LDR. [5]

A tensão de saída do divisor de tensão pode ser encontrada de acordo com a seguinte fórmula:

$$V_{Saída} = \frac{R_{LDR}}{R_1 + R_{LDR}} \times V_{Entrada} \quad \text{Eq. 1 [5]}$$

A figura 5, ilustra um sensor de luminosidade foto resistor e seu respectivo símbolo.



Figura 5 – LDR [1, 3]

### Sensor de temperatura e umidade

O sensor de temperatura que será utilizado é o DHT11. Este sensor é de baixo custo e disponibiliza uma solução com precisão na leitura de temperatura e umidade, medindo valores entre 0°C até 50°C e umidade entre 20 e 90%, com um consumo de 200µA. [7]

Este sensor converte a temperatura e umidade do local aferido através de um circuito interno e se comunica ao microcontrolador através de um sinal serial presente na porta digital. O pino de saída da tensão digital pode ser conectado a uma entrada do microcontrolador [7]. A entrada do microcontrolador utilizada para receber o sinal do sensor de temperatura foi a porta D4, a figura 6 ilustra o sensor a ser utilizado.

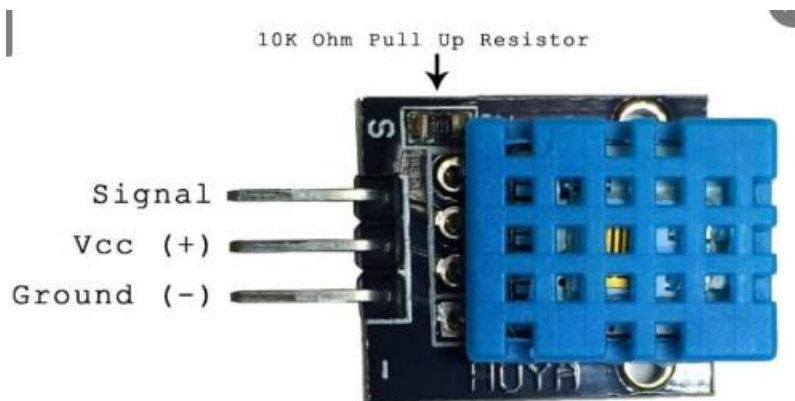


Figura 7 – DHT11.

### Sensor de gás

O sensor de gás que será utilizado para o desenvolvimento do projeto será o MQ2. Esse sensor é de baixo custo e disponibiliza uma precisão na leitura de gases inflamáveis, sendo eles GLP, Metano, Propano, Butano, Hidrogênio, Álcool, Gás Natural e outros inflamáveis [9].

Esse sensor conta com um potenciômetro onde é capaz de ajustar a concentração desejada de gás no ambiente, quando essa concentração for maior do que a ajustada a sua saída digital é ativada, apresentando como leitura o valor alto. Também é possível utilizar a saída analógica na qual irá possibilitar a leitura mais exata da quantidade de gás presente no ambiente, o range de operação do dispositivo sensor: concentração de detecção: 300-10.000ppm, tensão de operação 5V, a figura 8 ilustra o sensor utilizado [9].



Figura 8 – Representação do sensor de gás [9]

### Microcontrolador Esp8266

O dispositivo de comunicação Wifi selecionado para este projeto que também possui um chip microcontrolador Atmega 328 amplamente utilizado no mercado tecnológico Esp8266, a figura 7 representa o microcontrolador e as funções de cada pino.

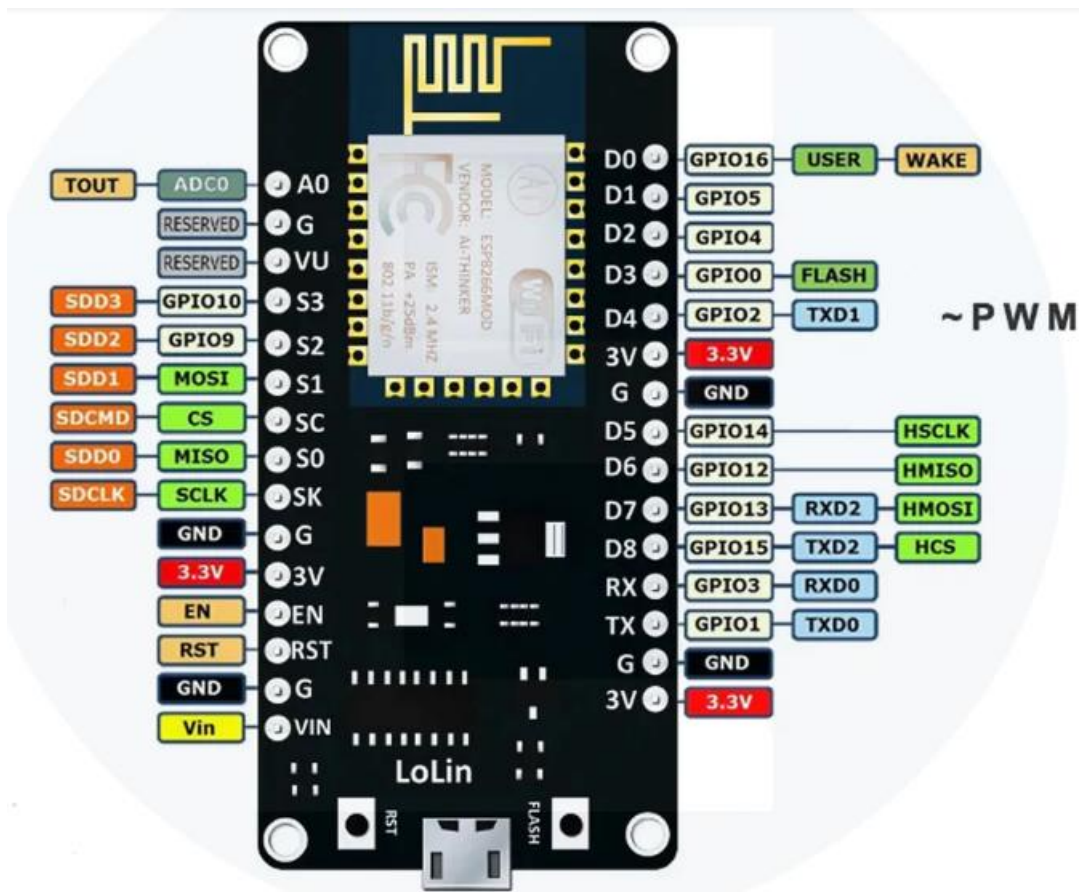


Figura 7 – Representação dos pinos do microcontrolador Atmega 328 [5 e 6]

Os dispositivos ESP8266 possuem diversas aplicações na área de automação residencial e industrial, trazendo conforto e controle aos usuários. Possui, também diversas aplicações em sensoriamento [10, 11].

### Resultados e Discussão

Neste tópico são apresentados os resultados alcançados para o desenvolvimento da prototipação deste trabalho passando pelos seguintes pontos: Circuito elétrico; Programação; Descrição da topologia de rede utilizada; Análise de dados e Construção do projeto mecânico;

### Circuito elétrico

A composição do diagrama elétrico de conexão de todos os sensores ligados ao ESP8266 seguiu-se a seguinte ordem:

- **LDR:** Foi ligado a única porta analógica presente no esp8266 a A0, além disso foi introduzido um resistor de 10kΩ ligado ao GND para melhor leitura dos dados do circuito e por fim ligado a alimentação de 3,3V;
- **DHT11:** Ligado a saída digital D4, ao GND e a alimentação de 3,3V;
- **MQ2:** Ligado na saída digital D5, ao GND e a alimentação de 3,3V;

A figura 8 representa a montagem dos componentes junto ao dispositivo ESP 8266.

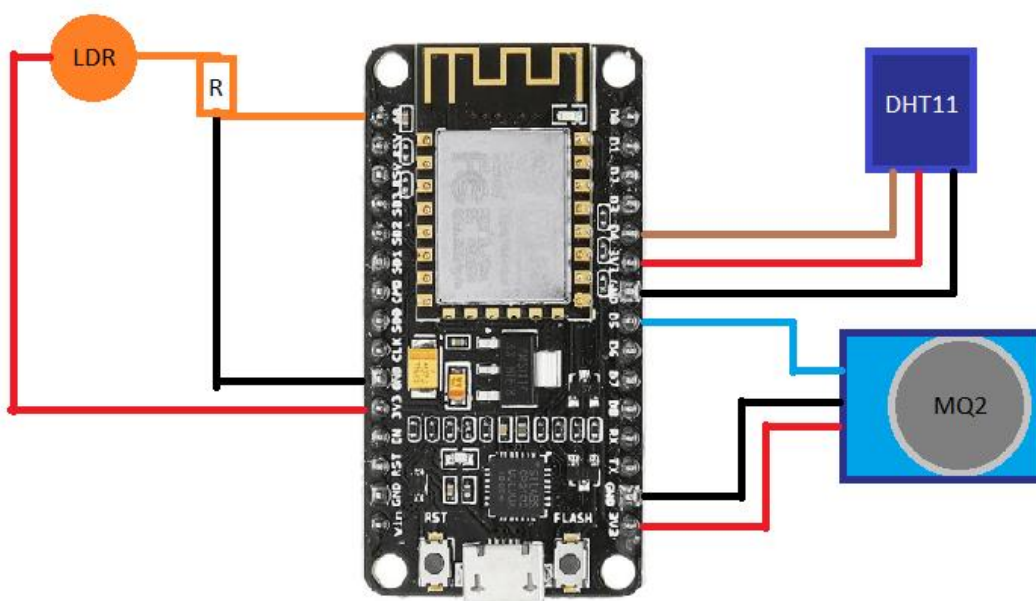


Figura 15 – Representação esquemática dos elementos sensores conectados ao ESP8266.

### Programação

Na programação foi utilizado o software IDE Arduino como ambiente de desenvolvimento do código voltado as necessidades do protótipo, este IDE contém diversas bibliotecas pré-programadas e com a possibilidade de inserção de bibliotecas específicas como a de funcionamento do ESP 8266 [8].

Para iniciar o programa é necessário um preparo da plataforma para integrar as bibliotecas do ESP8266, do Ubidots e um cadastro no sistema do Ubidots (plataforma gratuita on-line de armazenamento de dados de IoT), como guia foi utilizado a página que o Ubidots criou podendo ser acessada pelo link <[Connect a NodeMCU ESP8266 to Ubidots over HTTP | Ubidots Help Center](#)>.

Após essas configurações iniciais e teste de conexão com o Ubidots o código foi escrito levando em consideração os 3 sensores e um local para armazenamento intermediário dos dados, ao final da programação obtemos o seguinte código.

```

#include "Ubidots.h" // Biblioteca do Ubidots
#include "DHT.h" //biblioteca do sensor DHT11
#define TOKEN "BFFF-yvBAw4NhsSmTkhvalDRRi5qggYXU1H" // Coloque aqui seu Token do Ubidots
#define WIFISSID "Marcelo" // insira seu nome de rede entre os ""
#define PASSWORD "123456789" // insira a senha da sua rede entre""
#define DHTPIN 2 //define o Pino D4 do ESP8266 como entrada do DHT11
#define DHTTYPE DHT11 // Define o tipo de sensor
DHT dht(DHTPIN, DHTTYPE); // define a entrada da biblioteca do DHT11

Ubidots ubidots (TOKEN); // faz a leitura do token do Ubidots
unsigned long lastMillis = 0; //Define os milesegundos como 0

int MQ2 = D5; // Define o pino de entrada de dados do sensor MQ2
int mq2_data = 0; // Define o armazenamento de dados do MQ2

int LDR = A0; // Define o pino de entrada de dados do sensor LDR
int ldr_data = 0; // Define o armazenamento de dados do LDR
float temp_h = 0.0; // Define o armazenamento de dados de umidade
float temp_t = 0.0; // Define o armazenamento de dados de temperatura
void setup() {
  Serial.begin(115200); //inicia o monitor serial
  pinMode(MQ2, INPUT); //Indica o pino do MQ2 como entrada
  pinMode(LDR, INPUT); //Indica o pino do LDR como entrada
  delay(10);
  ubidots.wifiConnect(WIFISSID, PASSWORD); // Usa os dados passados para se conectar a rede wifi
  ubidots.setDebug(true); // Exibe uma mensagem de debug
}
void loop(){

  if (millis() - lastMillis > 5000) // Os valores de todos os sensores é enviado a cada 5 segundos.

  mq2_data = digitalRead(MQ2); // Armazena os dados do MQ2 na variavel
  ldr_data = analogRead(LDR); // Armazena os dados do LDR na variavel
  float h = dht.readHumidity(); // Armazena os dados do DHT11 na variavel umidade
  float t = dht.readTemperature(); // Armazena os dados do DHT11 na variavel temperatura
  lastMillis = millis();
  ubidots.add("Temperatura", t); // Adiciona a variável temperatura na lista de transmissão para o Ubidots
  ubidots.add("Humidade", h); // Adiciona a variável umidade na lista de transmissão para o Ubidots
  ubidots.add("LDR", ldr_data); // Adiciona a variável LDR na lista de transmissão para o Ubidots
  ubidots.add("MQ2", mq2_data); // Adiciona a variável MQ2 na lista de transmissão para o Ubidots
  ubidots.send(); // Envia todos os dados dados da lista de transmissão para o Ubidots

}
}

```

### Características da Topologia de Rede utilizada.

A topologia de rede utilizada é a ponto a ponto, esse padrão é bem simples e tem como principal objetivo uma conexão linear entre os pontos, funcionando como se fosse um sistema contínuo. A ilustração presente na figura 9, contempla os elos de conexão estabelecidos.

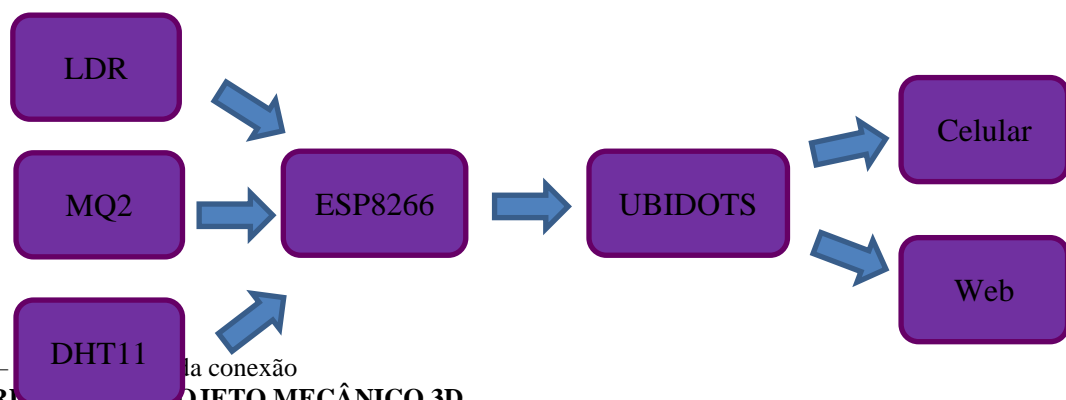


Figura 9 – Topologia de rede ponto a ponto  
**CONSTRUÇÃO DO PROJETO MECÂNICO 3D**

Para a construção do projeto em 3d foi utilizado o software Fusion 360 da Autodesk estudante version [12]. Nele foi construído o protótipo do case que será utilizado para acomodar o microcontrolador ESP8266, sensor LDR (luminosidade), sensor MQ2 (gás) e sensor DHT11 (temperatura e umidade).

Representado nas figuras 10 e 11.



Figura 10 – Representação do case aberto.



Figura 11 – Representação do case fechado.

#### **Discussão dos resultados obtidos**

Após a confecção do case foi feita uma maquete de um laboratório em 3D que representa onde esse dispositivo irá ser instalado. O equipamento foi instalado dentro de um ambiente fabril voltado a indústria química e está localizado com um círculo vermelho nas figuras 12 a seguir.



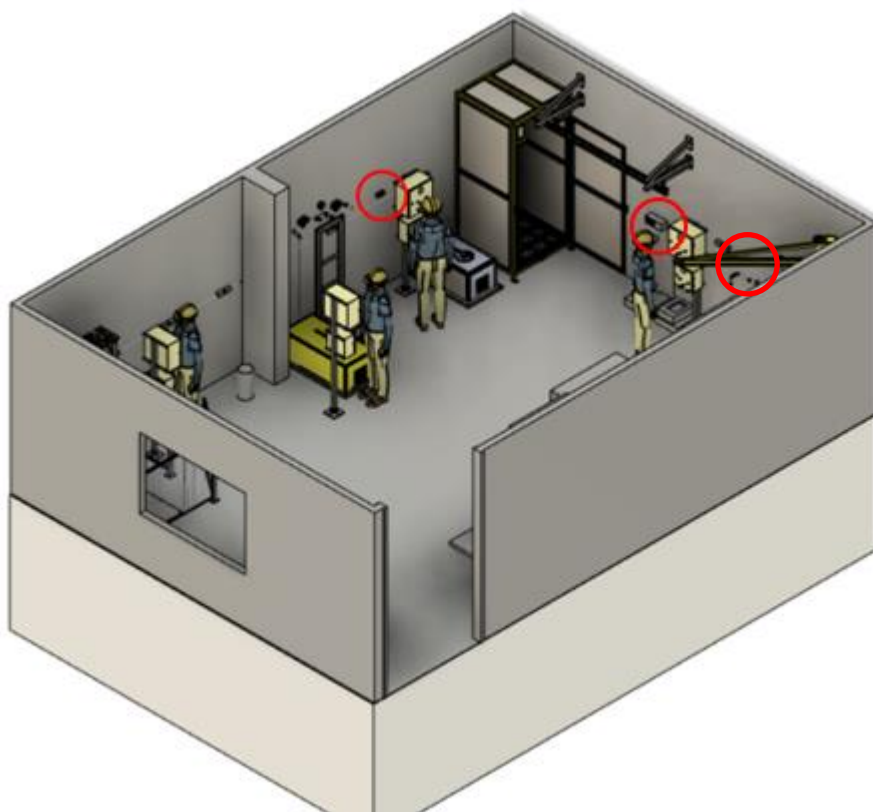


Figura 12 – Laboratório exemplo (visão lateral)

Após finalizar a concepção do protótipo deste trabalho, foram realizados testes de prova de conceito para a validação dos elementos sensores. Os testes com o sensor de temperatura e umidade do ar foram variados os níveis de temperatura do ar-condicionado para a condição industrial estabelecendo como ponto ideal para o ambiente o valor de 24°C.

Já para os testes de validação do sensor de luminosidade os níveis de iluminação da sala testem foram variados e consolidada a aferição de luminosidade. E para o sensor de gás foram feitos testes no sentido de variar as condições de oxigênio do ambiente como por exemplo a pulverização de álcool no ambiente por meio de uma embalagem aerossol, e a liberação de pequenas quantidades de gás butano, esses testes serviram para efetivar que a proposta de desenvolvimento de um dispositivo capaz de aferir as três grandezas aqui mencionadas fossem consolidadas.

Após repetir os testes diversas vezes, os dados das grandezas dos elementos sensores foram enviados via WiFi (protocolo de comunicação sem fio IEEE 802.11) foram enviados diretamente à plataforma Ubidots em que foi criado um dashboard para exibição as medidas coletadas aos eventuais usuários da aplicação tecnológica desenvolvida. A figura 13 ilustra o sistema desenvolvido.



Figura 13 – Sistema do sensor de luminosidade, temperatura umidade e gás.

### Conclusão

O presente trabalho atingiu o objetivo proposto de desenvolvimento de uma aplicação tecnológica em versão de prototipação direcionadas para indústrias do setor químico voltada a segurança e controle dos

níveis de oxigênio, controle de temperatura e também controle do nível de iluminação do ambiente de trabalho com foco na redução do consumo de eletricidade para este último item mencionado.

Do ponto de vista da transmissão de dados das grandezas aferidas pelos sensores, elas foram transmitidas em via protocolo IEEE 802.11 (WiFi) com o uso do dispositivo ESP8266, que se comunica com uma plataforma de armazenamento de dados e exibição em um dashboard para os eventuais (futuros) usuários desta aplicação, atendendo assim todos os pontos para o enquadramento de uma aplicação tecnológica inserida no contexto da IoT.

## REFERÊNCIAS

[1] Fotocélula LDR: Disponível em: <<http://www.huinfinito.com.br/sensores-luz-fotoeletricos/415-fotocelula-ldr-5mm.html>>. Acessado em: 29/05/2022.

[2] Arduino e Python: Do It Yourself. Disponível em: <http://www.enucomp.com.br/2012/conteudos/artigos/arduinoPython.pdf>. Acessado em: 13/09/2015.

[3] Divisor de tensão. Disponível em: <[www.ceee.com.br/pportal/ceee/Component/Controller.aspx?CC=3330](http://www.ceee.com.br/pportal/ceee/Component/Controller.aspx?CC=3330)>. Acessado em: 28/05/2022

[4] Modelo Canvas. Disponível em: < Saiba como fazer um Modelo de Negócio com a ferramenta Canvas (sebraers.com.br)>. Acessado em: 29/05/2022.

[5] NodeMCU ESP8266-12 V2. Disponível em: <NodeMCU ESP8266-12 V2 - WiFi - RoboCore>. Acessado em: 28/05/2022.

[6] Esp8266 Pinout. Disponível em: <NodeMCU ESP-12E ESP8266 WiFi LUA IoT CH340G V3 New Version Arduino Com – eElectronicParts>. Acessado em: 28/05/2022.

[7] Especificações do DHT11. Disponível em: <Sensor de Umidade e Temperatura DHT11 - FilipeFlop>. Acessado em: 28/05/2022.

[8] Arduino IDE. Disponível em: < Software | Arduino>. Acessado em: 29/05/2022.

[9] Imagem sensor MQ2. Disponível em: < Sensor De Gás Mq2 | Parcelamento sem juros (mercadolivre.com.br) >. Acessado em: 28/05/2022

[10] Apresentando módulo ESP8266. Disponível em: <ESP8266: Apresentação do módulo para projetos - Embarcados>. Acessado em: 28/05/2022.

[11] NodeMCU ESP8266? Detalhes e Pinagem. Disponível em: <NodeMCU ESP8266: Detalhes e Pinagem - Fernando K Tecnologia>. Acessado em: 28/05/2022.

[12] Fusion 360. Disponível em: <Fusion 360 | 3D CAD, CAM, CAE & PCB Cloud-Based Software | Autodesk>. Acessado em: 28/05/2022.