



Light InHope: Apoio de pacientes com diabetes

Ramon Nunes Piacentini Barbaro¹

¹ Faculdade de Computação e Informática
Universidade Presbiteriana Mackenzie (UPM) – São Paulo, SP – Brazil

10273149@mackenzista.com.br

Abstract. *This paper has the object of developing a technological solution, using the IoT (Internet of Things) pautada in the Conected Intelligent Objects grade, for helping patients in their diabetics' treatment. The idea of the paper is to detail and justify the use of illumination leds in the patient's fridge, which have been turned on when the insulin (medicine that is used in the diabetic patient's treatment) application is needed. It also addresses the needs of patients with visual problems associated with location signage in low light conditions.*

Resumo. *Este artigo tem como objetivo detalhar o desenvolvimento de uma solução tecnológica, através da utilização de IoT (Internet of Things) abordada na disciplina Objetos Inteligentes Conectados, para auxiliar os pacientes em tratamento da patologia diabetes. A ideia do artigo é detalhar e justificar a utilização de leds de iluminação na geladeira do paciente que se acendam para notificar a necessidade da aplicação de insulina, medicamento utilizado no tratamento destes pacientes e que deve estar refrigerado. Além disso, visa a necessidade de pacientes com problema de visão associado a sinalização do local quando a luminosidade está baixa.*

1. Introdução

Estima-se que no Brasil no ano 2000, o número de pacientes com diabetes era de cerca de 35 milhões e a projeção para o ano de 2025 é que esse número atinja 64 milhões, sendo quase o dobro 25 anos depois (SARTORELLI; FRANCO, 2003). Considerando que a população no Brasil, projetada pelo IBGE para o mesmo ano, é de 219 milhões de pessoas (BRASIL, 2024), podemos presumir que cerca de 31% da população conviverá com a patologia.

A Internet das Coisas, IoT (Internet of Things), tem o objetivo de fazer com que os objetos interajam entre si através da utilização da internet, de forma inteligente e objetiva, permitindo a troca de dados entre si, agregando valor aos dispositivos e aos usuários. (ORACLE CORPORATION, 2024).

A diabetes gera uma série de comorbidades adjacentes ao seu diagnóstico, muitos deles causados pelo diagnóstico tardio dos pacientes. Uma das principais comorbidades decorrentes da diabetes é a Retinopatia Diabética, uma lesão na retina que leva a danos à visão e até a cegueira de indivíduos com diabetes. Estima-se que a Retinopatia Diabética acomete cerca de 97% dos pacientes insulínodos dependentes (CASTRO *et al.*, 2024).

A aplicação de uma medicação é sempre importante a ser seguido, principalmente quando falamos de uma doença crônica e de uma aplicação diária, associando a dificuldade de visão e a necessidade de aplicação de insulina, a Internet das Coisas pode permitir o desenvolvimento da automatização de leds luminosos, acionados por cuidadores, que não estão no mesmo recinto que o paciente, de acordo com a necessidade do tratamento destes pacientes, para que estes se acendam alertando os pacientes do horário que devem aplicar a medicação e indo além, leds que acendem automaticamente após um sensor identificar uma baixa iluminação no ambiente.

2. Materiais e métodos

A escolha dos materiais e métodos foi realizada através de pesquisa de trabalhos de profissionais da área, levando em conta o custo-benefício do objetivo do projeto.

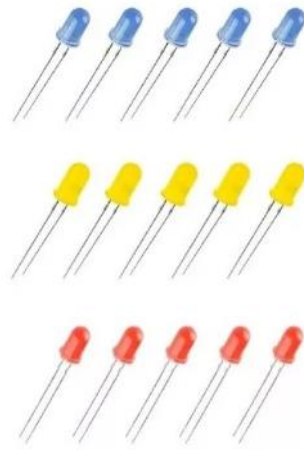


Figura 1 - Led Difuso

Led Difuso: A utilização dos leds permitirá ao usuário identificar as sinalizações que são o intuito do projeto, quando o led estiver aceso isso indica que está no horário da sua insulina, por tanto a identificação será feita pelo usuário através de associação.

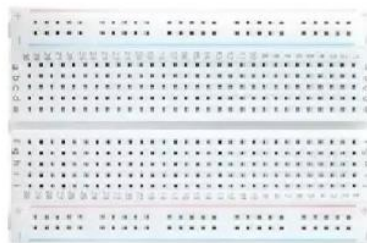


Figura 2 - Protoboard 400 Pontos

Protoboard 400 Pontos: Tem o objetivo de auxiliar a conexão dos componentes eletrônicos durante a prototipação, anulando a necessidade prévia de soldar o fio na placa.

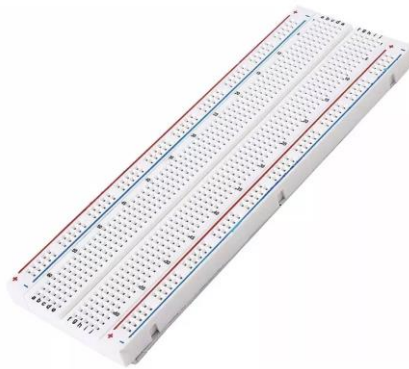


Figura 3 - Protoboard 830 Pontos

Protoboard 830 Pontos: Tem o objetivo de auxiliar a conexão dos componentes eletrônicos durante a prototipação, anulando a necessidade prévia de soldar o fio na placa. Foi utilizada como auxiliar a placa menor de 400 Pontos.



Figura 4 - Kit Jumper Premium Macho x Macho - 30 Fios

Kit Jumper Premium Macho x Macho - 30 Fios: trabalhando em conjunto com a protoboard, os fios tem o obbjetivo de auxiliar a conexão dos componentes eletrônicos que estão sendo utilizados no projeto.



Figura 5 - Cabo USB

Cabo USB: tem o objetivo de realizar a conexão da placa uno SMD com o computador, permitindo a transferência de códigos e até mesmo utilizar o computador ou carregador de tomada como fonte de energia, durante a prototipagem.

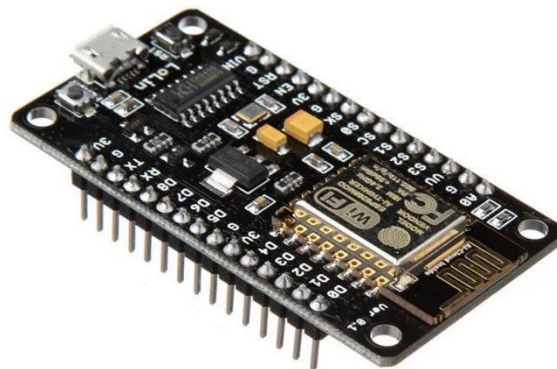


Figura 6 - Placa NodeMCU ESP8266

O Módulo NodeMCU ESP-12E é uma placa que junta o ESP8266 (chip de arquitetura 32 bits com Wi-Fi integrado), interface USB-Serial e regulador de tensão 3,3V (BAÚ DA ELETRÔNICA, 2024). A placa será a responsável por armazenar o código do projeto em seu microcontrolador, além disso realizará a conexão com os componentes para que eles possam funcionar de acordo com as definições de código do projeto.



Figura 7 - Sensor Fotoresistor LDR

O sensor de luz LDR é baseado em um foto resistor que mede a intensidade da luz ambiente através da variação de sua resistência interna.



Figura 8 - Resistor 1K 1/4W

Componente elétrico passivo que tem a função primária de limitar o fluxo da corrente elétrica em um circuito.



Figura 9 – Arduino

Arduino: A escolha do software a ser utilizado foi baseada em pesquisas de funcionalidade, como um projeto inicial no mundo de IoT, o Light In Hope buscou identificar conhecimentos amplamente difundidos na internet com a necessidade de uma população específica, os pacientes de diabetes.



Figura 10 - Tinkercad

Software utilizado para a criação do modelo protótipo proposto.



Figura 11 - Método MQTT

Método utilizado para realizar a comunicação via WiFi entre o dispositivo (IoT) e o dispositivo de controle (computador). Através do método MQTT o usuário poderá enviar a mensagem de ativação do led e também realizar a leitura da fotossensibilidade através do sensor.



Figura 12 - Software MQTTx

Software utilizado para a conexão com a porta 1883 para o envio de mensagens pelo método MQTT.

2.1. Modelo Proposto

A partir da utilização do Software TinkerCad um modelo foi proposto para tornar o projeto do light in hope possível.

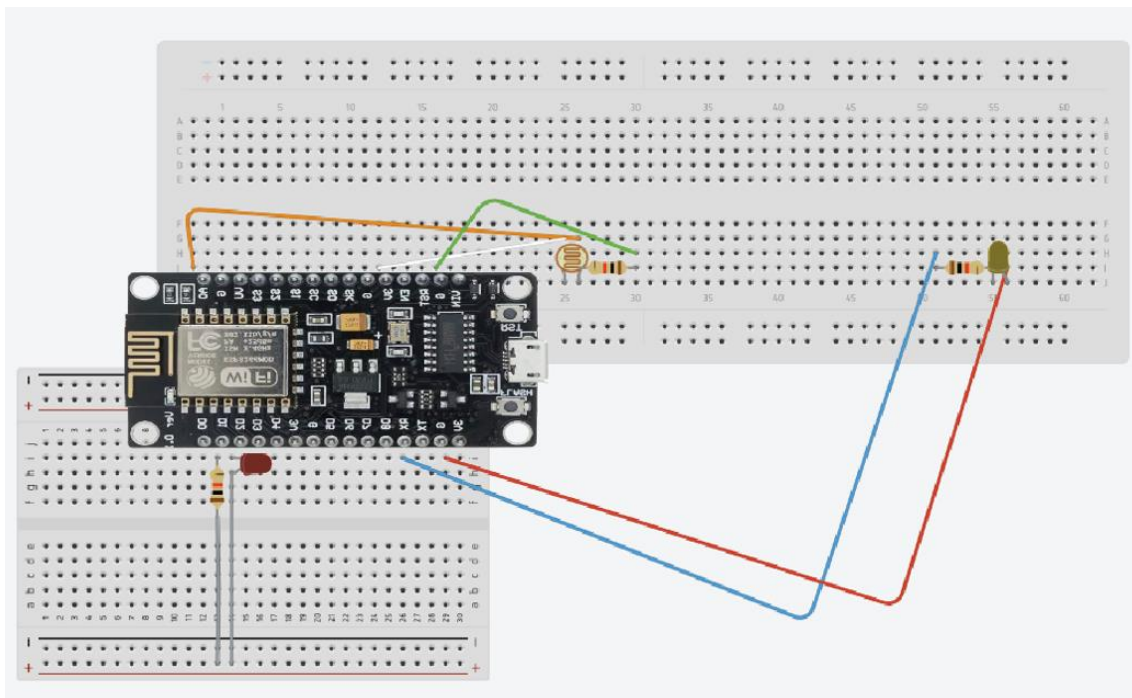


Figura 13 - Modelo do Protótipo

Na imagem do modelo podemos observar um resistor de 10 k Ω fazendo a conexão do sensor LDR, ligado ao conector G, 0A e 3V da placa ESP8266, respectivamente utilizando um fio verde, laranja e branco.

O Led vermelho foi conectado à entrada D3 diretamente e ao polo positivo da protoboard, assim como outro resistor de 10k Ω realizando o equilíbrio na porta D4 e polo positivo.

O Led amarelo foi conectado ao G da placa ESP8266 utilizando um fio vermelho, assim como outro resistor de 10k Ω foi conectado à entrada RX utilizando um fio azul.

Observa-se que foi necessária a utilização de uma protoboard de 400 pinos e outra placa de 830 pontos, para que fosse possível a utilização das portas da placa diretamente na protoboard, sem necessidade de adaptador.

3. Resultados

Através da utilização do Arduino foi possível a realizar o desenvolvimento do código e enviá-lo para a placa ESP8266 que é parte do protótipo. Através do código foram definidas as portas da placa em que os componentes foram conectados, definidos os parâmetros da rede WiFi que é conectada através do método MQTT, bem como a lógica de conexão, em seguida foi desenvolvido a lógica de funcionamento dos leds, sendo o led vermelho + led azul da placa respondendo diretamente aos comandos de subscribe e o led amarelo respondendo ao sensor que envia os dados de fotos sensibilidade ao dispositivo, graças a conexão WiFi com o protótipo, permitindo que a partir da lógica a luz amarela fique acesa quando a fotos sensibilidade for menor que o padrão definido no código.

A partir do momento que o usuário realiza o envio da mensagem subscribe de valor '1' inscrito no tópico inTopic, através do método MQTT, o sistema apaga a luz vermelha da placa e acende a luz azul brevemente, logo retornando após o ping, deixando claro para o

usuário através da sinalização de luz que ele deve tomar a medicação. Esta sinalização enviada através de mensagem pelo MQTT pode ser repetida quantas vezes forem necessárias.

Em paralelo, o sensor de fotos sensibilidade está medindo a quantidade de luz emitida e quando for menor que '100', o dispositivo comunicará ao protótipo que o led amarelo deve ser aceso, desta forma o paciente terá visibilidade de onde se encontra a medicação.

O URL de demonstração da funcionalidade: <https://youtu.be/6xskkNbH3k4>

3.1. Imagens - Funcionamento do Projeto

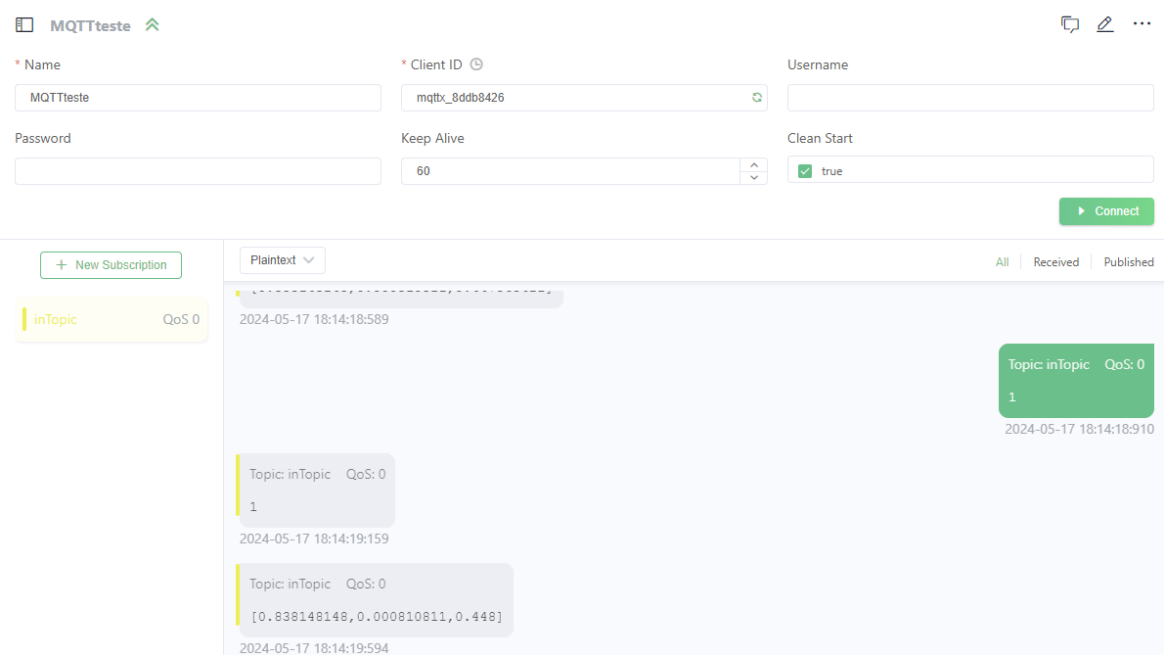


Figura 14 – MQTTx pingando a mensagem '1' no tópico 'inTopic' e recebendo o retorno

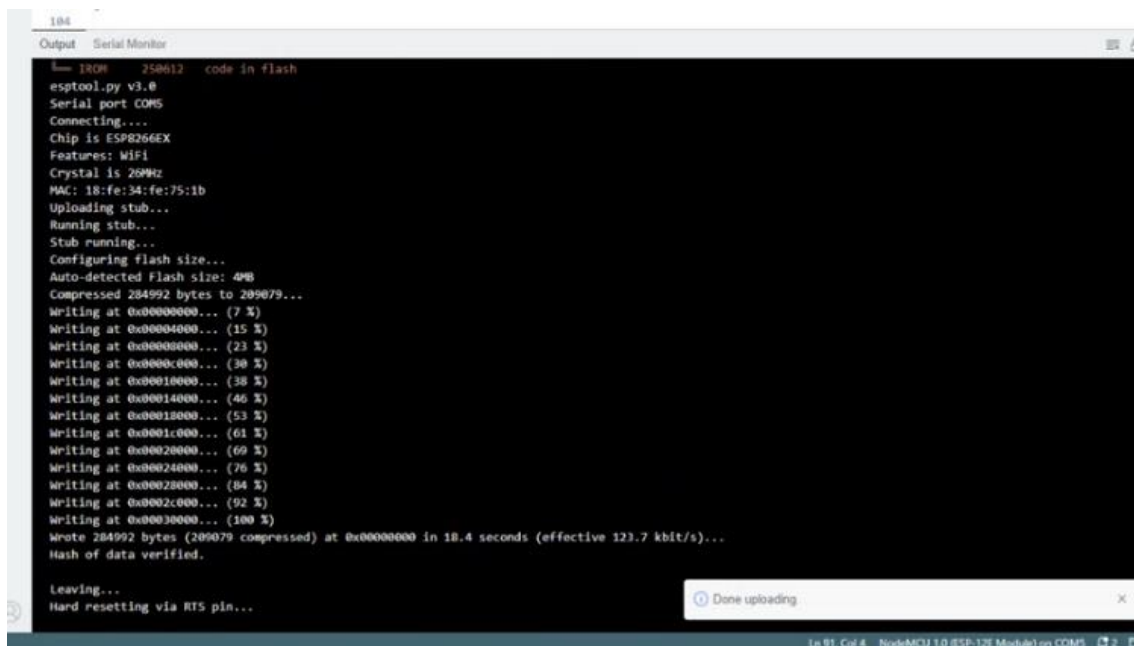


Figura 15 – Conexão bem sucedida no envio do código para a placa ESP8266

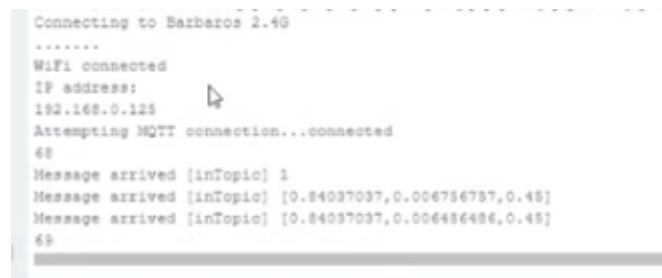


Figura 16 – Conexão bem-sucedida com wifi pelo método MQTT

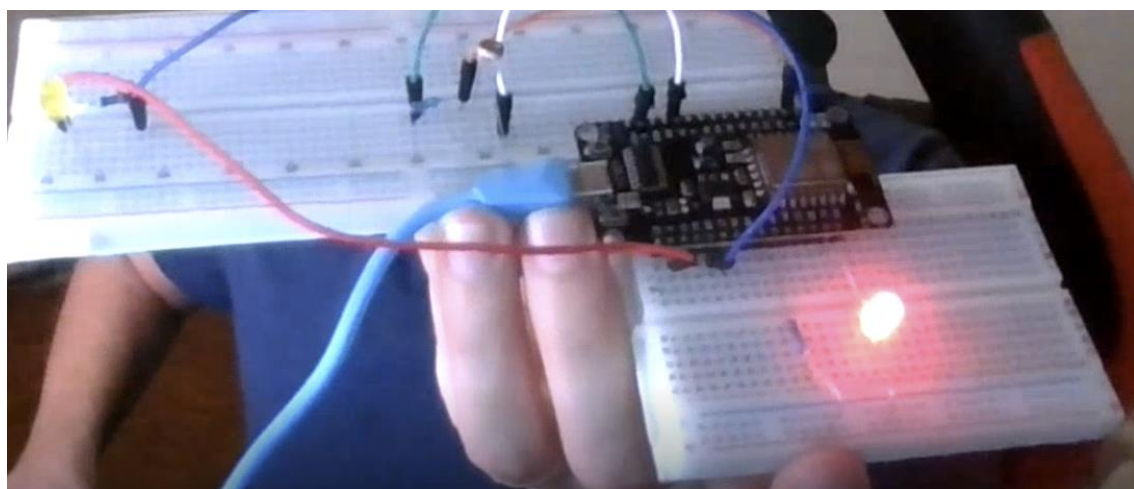


Figura 17 – Led vermelho aceso por padrão e Led amarelo apagado devido a leitura do sensor LDR ser > 100

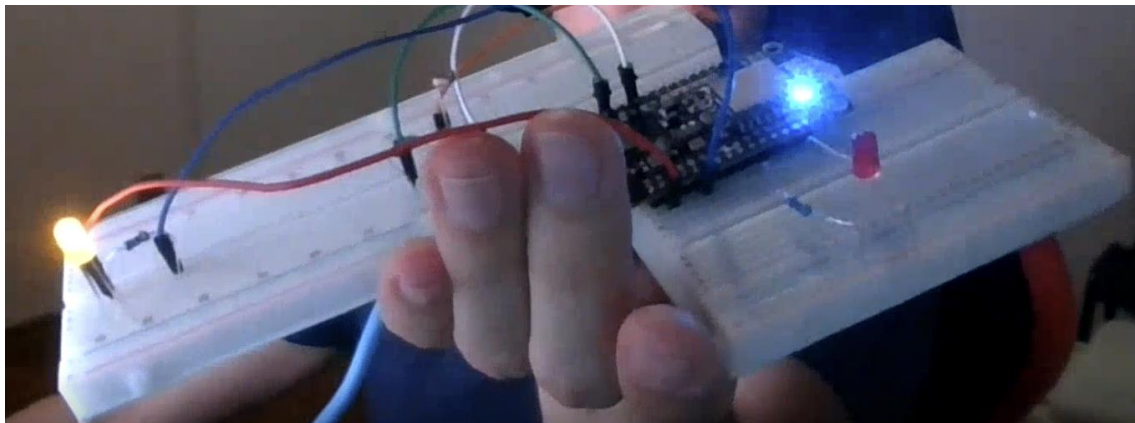


Figura 18 – Envio de mensagem ‘1’ no tópico ‘InTopic’ apagando o Led vermelho e acendendo o Led azul da placa + Led amarelo aceso devido a leitura do sensor LDR ser < 100

```

NodeMCU 1.0 (ESP-12...)
mqtt_esp8266_lightinhoev01_copy_20240512225620.ino

98 pinMode(ledYellow, OUTPUT); // Pin output do led amarelo
99 Serial.begin(115200);
100 setup_wifi();
101 client.setServer(mqtt_server, 1883);
102 client.setCallback(callback);
103 }
104
105 void loop() {
106
107   if (!client.connected()) {
108     reconnect();
109   }
110   client.loop();
111
112   unsigned long now = millis();
113   if (now - lastMsg > 2000) {
114     lastMsg = now;
115     ++value;
116     //sprintf(msg, MSG_BUFFER_SIZE, "hello world %ld", value);
117     //Serial.print("Publish message: ");
118     //Serial.println(msg);
119
120     int rawData = analogRead(ldrPin);
121     Serial.println(rawData);
122     // Criar uma condição para o led amarelo ser ligado a partir do sensor de #
123     if (rawData < 100)
124     {
125       digitalWrite(ledYellow, HIGH);
126     }
127     else
128     {
129

```

Output Serial Monitor x

Message (Enter to send message to 'NodeMCU 1.0 (ESP-12E Module)' on 'COM5')

```

Message arrived [inTopic] [0.84037037,0.000810811,0.451368421]
Message arrived [inTopic] [0.84037037,0.000540541,0.451368421]
86
Message arrived [inTopic] [0.84037037,0.000810811,0.452]
Message arrived [inTopic] [0.84037037,0.000810811,0.452631579]
156
Message arrived [inTopic] [0.84037037,0.000540541,0.452]
Message arrived [inTopic] [0.84037037,0.000540541,0.452631579]
116
Message arrived [inTopic] [0.840740741,0.000540541,0.452631579]
Message arrived [inTopic] [0.84037037,0.000540541,0.452]
78

```

Figura 19 – Leitura sequencial do sensor LDR e mensagem recebida do tópico subscrito

3.3. Repositório

URL do repositório: <https://github.com/rrabarbaro/IoTMack>

4. Conclusões

i) Os objetivos propostos foram alcançados?

- Sim, através da utilização do MQTT e sensor (junto aos demais materiais e métodos) foi possível implementar duas funcionalidades que trazem ganho aos pacientes com diabetes e seus cuidadores.

ii) Quais são os principais problemas enfrentados e como foram resolvidos?

- De forma disparada o maior problema foi a utilização da protoboard, pois os padrões encontrados não deixavam livres pinos ao lado da placa, exigindo a compra de mais mecanismos para possibilitar a correta alocação das conexões. A resolução foi feita através da junção de uma placa de 830 pinos com uma placa de 400 pinos, sendo ligadas pela própria placa ESP8266.
- Outro problema foi a busca pelo software de interação com o dispositivo através do método MQTT. A princípio seria utilizado o MQTT Lens, porém este não está mais disponível para windows, somente iOS, por esse motivo foi necessária uma nova pesquisa até encontrar o MQTTx (software utilizado).

iii) Quais são as vantagens e desvantagens do projeto?

Vantagens:

- Através do MQTT é criado um vínculo entre dispositivo-dispositivo, que permite que os dispositivos de IoT recebam os dados de maneira mais eficiente, trazendo infinitas possibilidades para os projetos de IoT.
- Os pacientes portadores de diabetes, principalmente aqueles que têm comorbidades decorrentes da doença, podem ser infinitamente beneficiados em diversos âmbitos, sendo um deles a utilização dos leds para comunicação com o paciente, trabalhando como sinalizadores, conforme discorrido neste projeto.

Desvantagens:

- O projeto é cru, por se tratar de um protótipo, seria necessário um desenvolvimento do produto, visando a parte externa para que seja mais intuitivo para o paciente, sendo mais amigável.
- Necessária uma melhoria na experiência do usuário, visando uma clareza mais ampla na forma de interagir com o dispositivo.

iv) O que deveria/poderia ser feito para melhorar o projeto?

- Previsão de horário para a medicação do paciente, de forma que não houvesse uma dependência tão grande de um cuidador acionar o dispositivo.

5. Referências

- SARTORELLI, Daniela Saes; FRANCO, Laércio Joel. Tendências do diabetes mellitus no Brasil: o papel da transição nutricional. **Cadernos de Saúde Pública**, [S.L.], v. 19, n. 1, p. 29-36, 2003. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0102-311x2003000700004>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/csp/a/PpGSSkRrnM3pcKb6ymzqSKP/?lang=pt#>. Acesso em: 27 fev. 2024.
- BRASIL. IBGE. (org.). **Projeção da população**. 2024. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pesquisa/53/49645?ano=2025>. Acesso em: 27 fev. 2024.
- ORACLE CORPORATION. **O que é IoT?** Disponível em: <https://www.oracle.com/br/internet-of-things/what-is-iot/>. Acesso em: 27 fev. 2024.
- KIT DE ARDUINO PARA INICIANTES (com exemplos) - MONTE O SEU E ECONOMIZE. Brasil: JuliaLabs, 2020. Son., color. Canal JuliaLabs - Youtube. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=8L6V_9v3cdl. Acesso em: 24 mar. 2024.
- ELETROGATE (org.). **Resistor 1K 1/4W**. Disponível em: [https://www.eletrogate.com/resistor-1k-1-4w-10-unidades?utm_source=Site&utm_medium=GoogleMerchant&utm_campaign=GoogleMerchant&utm_source=google&utm_medium=cpc&utm_campaign=\[MC4\]_\[G\]_\[PMax\]_Categorias&utm_content=&utm_term=&gad_source=1&gclid=Cj0KCQjwIZixBhCoARIsAIC745AeschPz_g1qrQQTcPW56uYTbdyoyE7KJCmCiBtKcY0c1XW0fApxoaAvPBEALw_wcB](https://www.eletrogate.com/resistor-1k-1-4w-10-unidades?utm_source=Site&utm_medium=GoogleMerchant&utm_campaign=GoogleMerchant&utm_source=google&utm_medium=cpc&utm_campaign=[MC4]_[G]_[PMax]_Categorias&utm_content=&utm_term=&gad_source=1&gclid=Cj0KCQjwIZixBhCoARIsAIC745AeschPz_g1qrQQTcPW56uYTbdyoyE7KJCmCiBtKcY0c1XW0fApxoaAvPBEALw_wcB). Acesso em: 22 abr. 2024.
- BAÚ DA ELETRÔNICA (org.). **Módulo ESP8266 NodeMcu ESP-12E com WiFi V3**. Disponível em: <https://www.baudaeletronica.com.br/produto/modulo-esp8266-nodemcu-esp-12e-com-wifi-v3.html>. Acesso em: 16 maio 2024.
- ELETROGATE. **Protoboard 830 Pontos**. Disponível em: <https://www.eletrogate.com/protoboard-830-pontos>. Acesso em: 16 maio 2024.
- CASTRO, Rebeca Machado Ferreira de *et al.* Diabetes mellitus e suas complicações-uma revisão sistemática e informativa. **Brazilian Journal Of Health Review**, [s. /], v. 4, n. 1, p. 3349-3391, 16 maio 2024. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BJHR/article/view/24958/19902>. Acesso em: 16 maio 2024.

MQTT.ORG (org.). **MQTT: The Standard for IoT Messaging**. Disponível em: <https://mqtt.org/>. Acesso em: 16 maio 2024.