

TECNOLOGIA ASSISTIVA E USO DE PLATAFORMA IOT PARA O MONITORAMENTO DE PACIENTES COM DOENÇAS COGNITIVAS

Willian Gustavo Rocha LEME

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo-IFSP – Campus Birigui
willian.gustavo@aluno.ifsp.edu.br

Rogério Pinto ALEXANDRE

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo-IFSP – Campus Birigui
rpalexandre@ifsp.edu.br

EIXO TEMÁTICO: Interfaces das Ciências Biológicas e da Saúde

RESUMO

Este estudo se concentra na criação de um rastreador para pacientes com doenças cognitivas, explorando a convergência entre Tecnologia Assistiva (TA) e a Internet das Coisas (IoT), possibilitando a autonomia aos pacientes. O projeto incorpora dispositivos fixos e móveis que se comunicam em tempo real com uma plataforma de IoT, possibilitando monitoramento contínuo e acessível. Ao utilizar a IoT, o projeto capacita cuidadores e familiares a acessarem dados cruciais dos pacientes e implementar lógicas de cercas virtuais. Essas cercas virtuais desencadeiam alertas instantâneos quando critérios predefinidos de distância e velocidade são atendidos, permitindo intervenções rápidas em momentos cruciais. O estudo evidencia a eficácia da integração da Tecnologia Assistiva com plataformas de IoT, destacando a necessidade de serviços de hospedagem especializados para melhorar a assistência e promover interações mais eficazes entre cuidadores e pacientes em cenários relacionados às doenças cognitivas. Além disso, enfatiza a importância de abordagens inovadoras, combinando tecnologias avançadas para aprimorar a qualidade do cuidado, proporcionando uma compreensão mais profunda das necessidades dos pacientes e permitindo intervenções mais oportunas. Esta pesquisa contribui significativamente para melhorar a qualidade de vida dos pacientes e fornecer suporte eficaz aos seus cuidadores, delineando novos caminhos para o desenvolvimento e a aplicação de tecnologias assistivas.

Palavras-chave: Tecnologia Assistiva; IoT; Doenças Cognitivas.

1. INTRODUÇÃO

O envelhecimento populacional é um fenômeno global que impõe desafios complexos, especialmente no contexto brasileiro, afetando não apenas os idosos, mas também suas famílias e a sociedade como um todo. Doenças cognitivas, como o Alzheimer, emergem como um dos aspectos mais desafiadores desse cenário, demandando soluções inovadoras e eficazes para garantir um cuidado adequado aos pacientes. (Luzardo, Gorini e Silva, 2006). Pois, como garante a lei Nº 13.146, deve-se assegurar e promover, em condições de igualdade, o exercício dos direitos e das liberdades fundamentais por pessoa com deficiência, visando à sua inclusão social e cidadania (Brasil, 2015).

Nesse contexto desafiador, a convergência entre Tecnologia Assistiva (TA) e a Internet das Coisas (IoT) oferece perspectivas promissoras para melhorar a qualidade de vida dos pacientes com doenças cognitivas. Este projeto propõe a utilização de tecnologias como conhecidas como Wi-Fi e GPS, porém utiliza de duas tecnologias voltadas para IoT que não possuem a mesma popularidade: LoRa e MQTT.

O protocolo de comunicação MQTT é voltado para aplicações M2M (*Machine-to-Machine*) e utiliza o paradigma *publish/subscribe* para troca de mensagens. O layout das mensagens foi pensado para atender a taxas de conexão de rede e *hardwares* modestos, mas que possibilitem em certo grau, garantia de entrega das mensagens e de confiabilidade. Estas características fazem do MQTT um dos principais candidatos a protocolo de comunicação voltado para aplicações IoT ou M2M, e que também desponta quando se trata de aplicações destinadas a dispositivos móveis, onde a economia de energia é um quesito vital. (Sousa et al., 2021)

LoRa é uma tecnologia de comunicação sem fio de longo alcance e baixa potência, baseada em técnicas de modulação de espectro de espalhamento. É uma tecnologia de rede de área ampla (WAN) de baixa potência (LPWAN) que utiliza técnicas de espalhamento de espectro para permitir que dispositivos transmitam dados por longas distâncias com um consumo de energia relativamente baixo. (Lora Alliance, 2023)

LoRa é ideal para aplicações de Internet das Coisas (IoT), onde é necessário enviar dados de dispositivos remotos para uma central de controle.

No entanto, a verdadeira inovação reside na integração desses componentes com a plataforma de IoT chamada TagoIO. Esta plataforma robusta de IoT, torna-se a espinha dorsal do sistema, permitindo a transmissão contínua de dados do rastreador para a nuvem. Ao utilizar

essa plataforma, o projeto oferece aos cuidadores e familiares uma interface intuitiva e acessível para monitorar em tempo real a localização dos pacientes com doenças cognitivas. Vale ressaltar que, para o desenvolvimento deste projeto, foram utilizados os recursos gratuitos da TagoIO, tornando-o economicamente viável.

Além disso, a aplicação possibilita a configuração de alertas personalizados, proporcionando uma resposta rápida em situações específicas, garantindo, assim, a segurança e bem-estar dos pacientes. O cerne deste projeto é proporcionar uma solução tecnológica inovadora e acessível para o monitoramento em tempo real de pacientes com doenças cognitivas, oferecendo-lhes independência controlada por meio de uma "cerca virtual". Esta solução visa não apenas proporcionar segurança aos pacientes, mas também tranquilidade aos seus cuidadores e familiares, criando um ambiente de cuidado mais eficaz e responsivo.

Ao integrar Tecnologia Assistiva com a TagoIO, este projeto não apenas responde a desafios sociais prementes, mas também aponta para um futuro mais inclusivo e tecnologicamente avançado no cuidado de pessoas vulneráveis em nossa sociedade em constante evolução.

2. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A metodologia adotada no presente projeto foi tanto teórica quanto prática, estudando o público-alvo do projeto desenvolvido, assim como na parte prática foi desenvolvido um protótipo. O projeto também foi enriquecido com uma tipologia de pesquisa bibliografia, visando validar as informações aqui fornecidas.

2.1. JUSTIFICATIVA

Neste cenário, este estudo dedica-se à implementação de uma solução inovadora de monitoramento para pacientes com doenças cognitivas, aproveitando as capacidades da plataforma TagoIO. Esta abordagem pioneira integra tecnologias de IoT em um dispositivo de baixo custo, permitindo o monitoramento em tempo real da localização dos pacientes. Ao centralizar as operações na plataforma TagoIO, o projeto busca não apenas proporcionar segurança e tranquilidade aos pacientes e seus cuidadores, mas também estabelecer uma base sólida para um futuro mais inclusivo e avançado no cuidado de pessoas vulneráveis em nossa sociedade.

2.2. OBJETIVOS

Diante dos desafios apresentados, surge a necessidade de abordar a questão crucial de preservar a independência e a liberdade dos pacientes com doenças cognitivas, ao mesmo tempo em que proporciona tranquilidade aos seus cuidadores.

Este projeto tem como objetivo fundamental apresentar um dispositivo de baixo custo que utiliza tecnologias como IoT e microcontroladores para realizar um rastreamento em tempo real de indivíduos afetados por doenças cognitivas. A centralização dessas operações na plataforma TagoIO não apenas permite a obtenção e a transmissão precisas dos dados, mas também possibilita ilustrar essas informações de forma acessível e compreensível para os cuidadores, oferecendo uma solução prática e eficaz para um dilema complexo.

O intuito é não apenas certificar a segurança dos pacientes, mas também promover a independência e melhorar a qualidade de vida, aliviando as preocupações dos cuidadores e contribuindo para um cuidado mais empático e eficiente.

2.3 MATERIAIS E MÉTODOS

O projeto utilizou tanto de softwares para desenvolvimento do código, exibição de informações e testes, quanto de hardware para a elaboração do protótipo.

2.3.1 ESP32

O ESP32 é uma linha de Sistemas em um Chip (SoC) desenvolvida pela *Espressif Systems*, contendo um microprocessador *Tensilica Xtensa LX6*, integração de WiFi e Bluetooth. Sua concepção foi voltada para consumo reduzido de energia e custos acessíveis. (Espressif, 2023)

O Módulo WiFi ESP32, equipado com bateria, GPS e LORA 915MHZ, é parte dessa família. Este módulo oferece notáveis funcionalidades, sendo particularmente adequado para aplicações que envolvem transmissões de rádio frequência. Destaca-se por seu baixo consumo de energia em modo de repouso (aproximadamente 1,5mA) e pela capacidade de comunicação em longas distâncias (cerca de 3,6 km). Além disso, o módulo possui um GPS NEO-6M com antena integrada e suporte para bateria 18650 (Lilygo, 2023).

Neste projeto foram utilizados dois dispositivos ESP32: *slave* e *master*. O *slave* transmitiu os sinais de GPS, enquanto o *master* atuou como *gateway* de processamento de dados.



FIGURA 1. Placa Wemos® TTGO T-Beam ESP32.

2.3.2 TagoIO

TagoIO representa uma plataforma de Internet das Coisas (IoT) de destaque, projetada para fornecer uma estrutura completa e robusta para o desenvolvimento e a implementação de soluções de monitoramento IoT. Sua função essencial é facilitar a integração e análise de dados provenientes de uma variedade de dispositivos conectados à internet. (Tagoio, 2023)

No contexto do projeto em questão, a TagoIO desempenhou um papel central e vital. Ela serviu como a espinha dorsal tecnológica que possibilitou a coleta, transmissão e interpretação eficientes de dados provenientes do dispositivo de monitoramento de pacientes com doenças cognitivas. A plataforma não apenas permitiu a captura precisa dos dados, mas também ofereceu um ambiente seguro para armazená-los e, posteriormente, analisá-los.

As funções da TagoIO vão além da simples coleta de dados. Ela oferece um conjunto abrangente de ferramentas para visualização, análise e compartilhamento de dados em tempo real. A capacidade de criar painéis personalizados e visualizações dinâmicas foi fundamental para os pesquisadores envolvidos no projeto, pois permitiu uma interpretação significativa dos dados coletados. Além disso, a plataforma oferece a opção de configuração de alertas personalizados, garantindo uma resposta imediata a eventos críticos identificados pelos dados, proporcionando uma segurança adicional aos pacientes monitorados. (Tagoio, 2023)

No âmbito do projeto, a TagoIO se destacou como uma ferramenta essencial que não apenas simplificou o processo de integração de dispositivos IoT, mas também elevou a qualidade da análise dos dados, agregando valor à pesquisa realizada. Sua versatilidade e capacidade de adaptação às necessidades específicas do projeto foram fundamentais para o sucesso da iniciativa. Ao fornecer um ambiente seguro, flexível e eficiente para o gerenciamento de dados IoT, a TagoIO não apenas aprimorou a qualidade dos resultados obtidos, mas também fortaleceu a credibilidade do projeto como um todo, garantindo uma



• VII CONGRESSO DE PESQUISA E
INICIAÇÃO CIENTÍFICA •



• I ENCONTRO DE PRÁTICAS
EXTENSIONISTAS •



• IV CONGRESSO DE PÓS-GRADUAÇÃO •

abordagem científica sólida e confiável na coleta e interpretação dos dados de monitoramento dos pacientes com doenças cognitivas.

3. DESENVOLVIMENTO

Para o desenvolvimento do projeto foram elaboradas as etapas descritas a seguir.

3.1 Ajustes na plataforma TagoIO

Dentro da plataforma TagoIO inicialmente é necessário realizar o cadastro de conta, feito de forma simples como qualquer outro serviço atualmente. Posteriormente, é necessário cadastrar o dispositivo que será utilizado na plataforma (*device*), assim como o protocolo de comunicação que será utilizada no mesmo e a forma de envio de dados. No projeto em questão, foi utilizado o protocolo MQTT e pacotes JSON, uma boa combinação para envios rápidos comumente utilizados em IoT. Este procedimento é exemplificado nas figuras 2 e 3.

MQTT: The Standard for IoT Messaging

Custom MQTT

Details
Give a name for this device and learn about this network [here](#).
Define the type of bucket to be used to store data for this device.

Device name
Device #1

Data storage type
Device Data Optimized (Immutable)

Data Retention
The Data Retention feature automatically removes old data from the bucket after the period you define here. [Learn more](#).

Period
Monthly

Retention
1

Main information
Set the initial configurations for this device.

Payload Type
Auto Parser (JSON or TEXT)

Description
Learn how this device works, and what its capabilities are.
This is quick setup to create new devices that can be used for any applications and functions to access the TagoIO MQTT broker.
Your device will only need to use the device-token to send data to your account. Don't use the Authorization feature when working directly our broker.
More information can be found in the [documentation link](#) shown above.

Diagram:
The diagram shows a flow from 'Device #1' (Publish to topic: 'temperature') to a 'MQTT Broker' (Subscribe to topic: 'temperature'), which then distributes the data to 'Device #2' and 'Device #3' (Subscribe to topic: 'temperature').

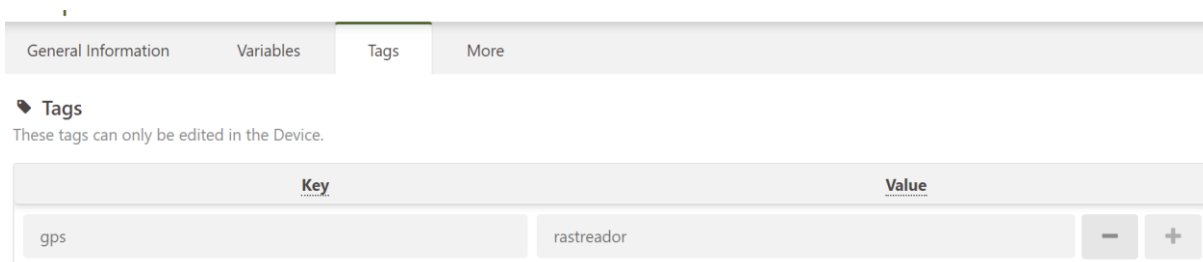
Cancel Create my Device

FIGURA 2. Cadastro do dispositivo na plataforma TagoIO.

```
[
  {
    "variable": "localizacao",
    "value": "rastreador",
    "location": {
      "lat": 35.770723,
      "lng": -78.677328
    }
  }
]
```

FIGURA 3. Exemplo de envio de pacotes de dados GPS no formato JSON.

Também foi necessário a criação de variáveis no padrão “chave-valor” para associar a localização com dispositivo com as informações recebidas, com intuito de exibi-las em um *widget* de mapa. Como mostrado na figura 4, foi criado a chave-valor “gps-rastreador” com esse intuito.



General Information Variables **Tags** More

Tags
These tags can only be edited in the Device.

Key	Value
gps	rastreador

FIGURA 4. Criação de variável para armazenar dados do gps

Foram desenvolvidos dispositivos virtuais que simulam os aparelhos dos pacientes, seguidos pela configuração de *triggers* (ajustes que permitem estabelecer tópicos MQTT específicos). Estes *triggers* desempenham um papel crucial, facilitando o envio e o armazenamento eficaz dos dados coletados. Assim, foi estabelecido um ambiente otimizado para a transmissão de dados entre os dispositivos integrados no projeto, conforme ilustra a figura 5.

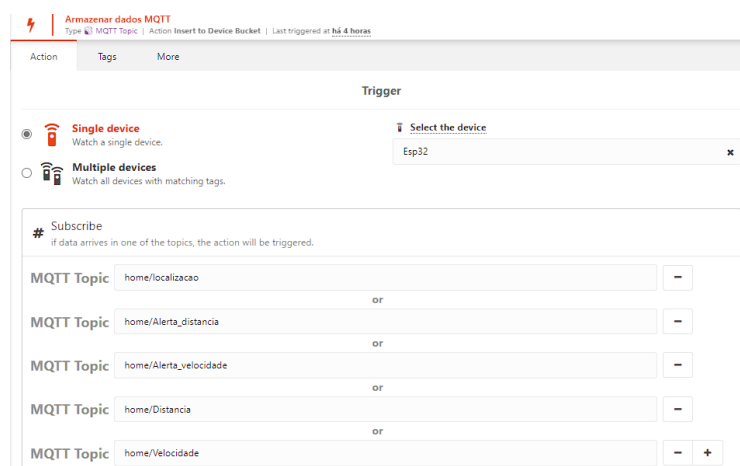


FIGURA 5. Tópicos MQTT criados na TagoIO

3.2 Refinamento da Transmissão LoRa

Este estudo representa uma evolução de pesquisas anteriores, centrando-se no aprimoramento da transmissão LoRa entre dispositivos móveis e fixos. Uma análise detalhada levou ao refinamento de parâmetros cruciais, como fator de espalhamento, largura de banda, taxa de codificação, comprimento do preâmbulo, palavra de sincronização, ativação do CRC e ganho (em dBm) em ambos os dispositivos (*master* e *slave*). As otimizações realizadas resultaram em uma filtragem aprimorada do sinal, aumentando significativamente o alcance de comunicação e a resiliência do sistema diante de interferências externas.

3.3 Implementação das Funções da Cerca Virtual

Uma adição fundamental ao projeto foi o desenvolvimento de duas novas funções de alerta: uma relacionada à distância e outra à velocidade. A função de distância compara a localização fixa do dispositivo residencial com a localização atual do dispositivo móvel, utilizando a Fórmula de Haversine. Enquanto isso, a função de velocidade verifica se a velocidade atual do dispositivo móvel ultrapassa um limite predefinido.

Quando as condições de alerta são atendidas, um valor "1" é emitido, sendo posteriormente publicado via MQTT e exibido na plataforma TagoIO. A visualização dos dados inclui não apenas os alertas, mas também a distância entre as localizações e a velocidade atual, tornando a interpretação mais acessível.



Confirmou-se uma expansão no alcance utilizando apenas otimizações de software, mesmo em um ambiente urbano densamente interferido. Para aprimorar ainda mais esse resultado, sugere-se explorar melhorias no hardware, como a implementação de uma antena mais avançada. Além disso, a análise da distância entre um ponto fixo pré-determinado e a posição atual revelou um máximo de aproximadamente 2 km.

Além dessas verificações, foi realizado um teste específico para o sistema de alerta de velocidade, estabelecendo um limite máximo predefinido de 5 km/h. Sempre que a velocidade registrada ultrapassou esse valor, o alerta correspondente foi imediatamente ativado, conforme mostrado na figura 7.

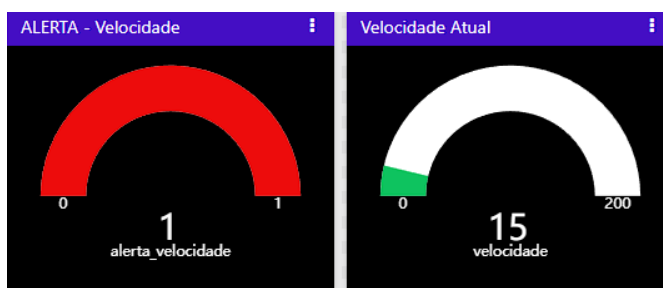


FIGURA 7. *Widget* da TagoIO para visualização de velocidade e alerta gerado

Adicionalmente, realizou-se um teste relacionado ao alerta de raio de alcance, no qual a distância máxima permitida e previamente configurada foi fixada em 100 metros. Assim, sempre que a distância registrada (em quilômetros) ficou abaixo desse limite, o alerta foi imediatamente ativado, conforme ilustrado na figura 8.

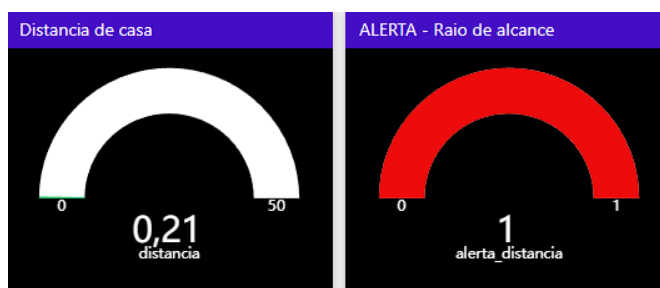


FIGURA 8. *Widget* da TagoIO para visualização de distância e alerta gerado.

Em seguida, realizou-se um teste para simular um cenário que refletisse fielmente o contexto do projeto, com o objetivo de demonstrar a visualização completa no Painel de Controle.

Conforme mostrado na figura 9, o dispositivo *slave* permaneceu imóvel, resultando em uma velocidade registrada de 0 km/h e, consequentemente, na não ativação do alerta de velocidade. No entanto, devido à configuração da distância máxima aceitável em 100 metros, o alerta de alcance máximo foi acionado. A representação também mostrou a distância entre a localização atual do dispositivo e o ponto fixo estabelecido.

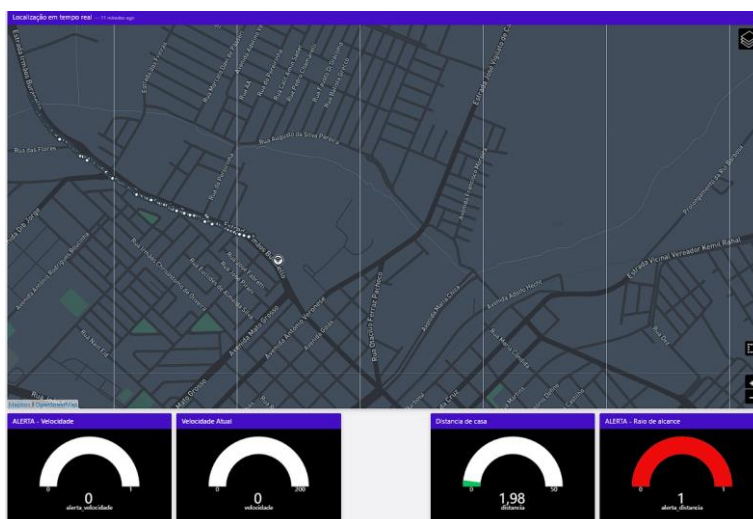


FIGURA 9. Visualização do *Dashboard* completo na TagoIO

5. CONCLUSÕES

Na fase atual de desenvolvimento, o projeto passa por testes minuciosos, especialmente no que diz respeito à funcionalidade da cerca virtual. Durante esse processo, a plataforma web TagoIO emergiu como uma ferramenta central, possibilitando a transmissão eficaz de dados do rastreador para a nuvem. Utilizando os recursos gratuitos oferecidos pela plataforma, conseguimos monitorar em tempo real a localização dos pacientes com doenças cognitivas, proporcionando uma interface de fácil utilização para cuidadores e familiares.

Além disso, está em andamento o desenvolvimento de um sistema web complementar, que ocorre de forma paralela ao projeto relatado neste artigo. Essa colaboração promissora, embora não profundamente detalhada neste contexto, visa integrar ambas as plataformas em um produto unificado e completo.

Durante os testes, pudemos validar a eficiência da transmissão LoRa, superando algumas das limitações inerentes à tecnologia, enquanto exploramos constantemente maneiras de aprimorar o sistema. Apesar dos desafios enfrentados, as melhorias contínuas no código-fonte, juntamente com a colaboração com plataformas web confiáveis como a TagoIO, solidificam a viabilidade do projeto.



• VII CONGRESSO DE PESQUISA E
INICIAÇÃO CIENTÍFICA •



• I ENCONTRO DE PRÁTICAS
EXTENSIONISTAS •



• IV CONGRESSO DE PÓS-GRADUAÇÃO •

O desenvolvimento paralelo de um sistema web adicional amplia as perspectivas do projeto, promovendo uma abordagem diversificada e inovadora para o monitoramento de pacientes com doenças cognitivas com uso de tecnologia assistiva e IoT.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL. **Lei no 13.146**, de 6 de julho de 2015. Institui a Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (Estatuto da Pessoa com Deficiência). Diário Oficial da União, Brasília, DF, 7 jul. 2015.

ESPRESSIF. ESP32 Wi-Fi & Bluetooth MCU. 2023. Disponível em: <https://www.espressif.com/en/products/socs/esp32>. Acesso em: 5 ago. 2023.

LILYGO. TTGO T-Beam. Disponível em: <https://github.com/LilyGO/TTGO-T-Beam>. Acesso em: 25 out. 2023.

LORA ALLIANCE. What is LoRaWAN, 2023. Disponível em: https://loralliance.org/resource_hub/what-is-lorawan/. Acesso em 19, out. 2023.

LUZARDO, Adriana Remião; GORINI, Maria Isabel Pinto Coelho; SILVA, Ana Paula Scheffer Schell da. **Características de idosos com doença de Alzheimer e seus cuidadores: uma série de casos em um serviço de neurogeriatria**. Texto & Contexto Enfermagem, 2006 OUT-DEZ; 15(4): 587-594.

SOUSA, F. C. de, Soares, R. D., Campos, R. José, & Motta, I. V. C. **IIOT Utilizando Protocolo MQTT**. 2021. Disponível em: <https://repositorio.animaeducacao.com.br/handle/ANIMA/18962>. Acesso em: 19 out. 2023.

TAGIOIO. TagoIO: IoT Cloud Platform. 2023. Disponível em: <https://tago.io/>. Acesso em: 19 out. 2023.