

## DESENVOLVIMENTO DE DISPENSADORES DE FLUIDO HIGIENIZANTE PARA CONTROLE DE DOENÇAS INFECCIOSAS, MONITORAMENTO DE USUÁRIO E LEVANTAMENTO DE DADOS DE UTILIZAÇÃO

### DEVELOPMENT OF HYGIENIC FLUID DISPENSERS FOR INFECTIOUS DISEASE CONTROL, USER MONITORING, AND USAGE DATA COLLECTION

### DESARROLLO DE DISPENSADORES DE FLUIDO HIGIENIZANTE PARA CONTROL DE ENFERMEDADES INFECCIOSAS, MONITOREO DE USUARIOS Y RECOPIACIÓN DE DATOS DE USO

Andre Felipe Krasnievicz da Costa<sup>1</sup>  
Gilson Fernandes Braga Junior<sup>2</sup>

**RESUMO:** Esse artigo buscou abordar a importância da higienização das mãos como uma medida crucial para o controle de infecções, especialmente em ambientes como hospitais e instituições de ensino. Considerando o contexto da pandemia de COVID-19, a necessidade de higienização das mãos se tornou ainda mais evidente. O estudo foca no desenvolvimento de dois tipos de dispensadores: um com conectividade Wi-Fi e outro mais simples, sem conexão. Para o primeiro, foram selecionados componentes como sensor ultrassônico HCSR04, plataforma de prototipagem microcontrolada ESP-WROOM-32 e minibomba elétrica peristáltica RS385. Já para o segundo dispensador, foi escolhido o servo motor Tower Pro MG995 como atuador e Arduino Nano como plataforma de prototipagem. Os protótipos foram testados e os resultados mostraram funcionalidade, apesar de desafios como a conexão com a rede interna da universidade. O segundo dispenser foi projetado visando uma possível implantação na universidade, mas o custo de produção ainda foi considerado alto para um dispositivo simples. 5096

**Palavras-chave:** Higienização. Internet das coisas. Dispensador.

**ABSTRACT:** This article aimed to address the importance of hand hygiene as a crucial measure for infection control, especially in environments such as hospitals and educational institutions. Considering the context of the COVID-19 pandemic, the need for hand hygiene has become even more evident. The study focuses on the development of two types of dispensers: one with Wi-Fi connectivity and another simpler one without a connection. For the first type, components such as the HCSR04 ultrasonic sensor, ESP-WROOM-32 microcontroller prototyping platform, and RS385 mini peristaltic electric pump were selected. For the second dispenser, the Tower Pro MG995 servo motor was chosen as the actuator and Arduino Nano as the prototyping platform. The prototypes were tested, and the results showed functionality, despite challenges such as connecting to the university's internal network. The second dispenser was designed with a potential deployment in the university in mind, but the production cost was still considered high for a simple device.

**Keywords:** Hygiene. Internet of Things. Dispenser.

<sup>1</sup>Discente de Engenharia Física. Universidade Federal do Oeste do Pará (UFOPA).

<sup>2</sup>Docente, Instituto de Engenharias e Geociências (IEG). Universidade Federal do Oeste do Pará (UFOPA).

**RESUMEN:** Este artículo tuvo como objetivo abordar la importancia de la higiene de manos como una medida crucial para el control de infecciones, especialmente en entornos como hospitales e instituciones educativas. Considerando el contexto de la pandemia de COVID-19, la necesidad de higiene de manos se ha vuelto aún más evidente. El estudio se centra en el desarrollo de dos tipos de dispensadores: uno con conectividad Wi-Fi y otro más simple sin conexión. Para el primero, se seleccionaron componentes como el sensor ultrasónico HCSR04, la plataforma de prototipado microcontrolada ESP-WROOM-32 y la mini bomba eléctrica peristáltica RS385. Para el segundo dispensador, se eligió el servo motor Tower Pro MG995 como actuador y Arduino Nano como plataforma de prototipado. Los prototipos fueron probados y los resultados mostraron funcionalidad, a pesar de desafíos como la conexión a la red interna de la universidad. El segundo dispensador fue diseñado con miras a una posible implementación en la universidad, pero el costo de producción aún se consideraba alto para un dispositivo simple.

**Palabras clave:** Higiene. Internet de las Cosas. Dispensador.

## INTRODUÇÃO

As mãos, por serem o principal meio de contato do ser humano com objetos, superfícies e até outros seres humanos, têm um potencial para ser reservatório de microrganismos, incluindo os patogênicos. O ato de higienizar as mãos é reconhecido no mundo todo como uma ação primária, mas de suma importância para o controle de infecções, principalmente nos ambientes hospitalares (ANVISA, 2007). Levando em consideração o momento que foi vivenciado nos anos passados, com a pandemia do Sars-Cov2 (Covid-19), a correta higienização das mãos se tornou ainda mais importante para o controle de doenças infecciosas, assim como máscara e distanciamento social, visto que, sobretudo pelas mãos, em contato com nariz, boca e olhos, se dá a contaminação. Mesmo após a criação da vacina e sua consequente distribuição à população, segundo a Secretaria de Vigilância em Saúde e Ambiente (2024), as notificações da Covid-19 e outras enfermidades infecciosas aumentaram no final de 2023 e início de 2024.

Alguns fatores que propiciam a falta de higienização são: carga horária excessiva de trabalho, baixa ou nenhuma disponibilidade de ferramentas de antissepsia, como dispensers de álcool gel e pias ou lavatórios (RANNIN, K.P.P *et al*, 2016). Além disso, o fornecimento constante de insumos como água, sabão, papel toalha descartável e preparação alcoólica para a higiene das mãos é importante para que os profissionais possam cumprir esse cuidado, sendo a preparação alcoólica a opção mais prática e apresenta uma ótima eficiência na desinfecção, reduzindo rapidamente os microrganismos (entre 20 a 30 segundos) (ANVISA, 2021).

O monitoramento da complacência de mãos pode ser expandido para além dos limites do ambiente hospitalar, como para instituições de ensino, empresas e qualquer local que há presença de um fluxo razoável de pessoas. Nessa era tecnológica, dispositivos são criados para facilitar e automatizar tarefas que antes levariam algum gasto de tempo e esforço; assim, surge a internet das coisas (do inglês Internet of Things (IoT)) com avanços em várias áreas: microeletrônica,

sistemas embarcados, comunicação e sensoriamento. Esse termo é uma ampliação da internet comum e permite a qualquer objeto que tenha capacidade de comunicação e processamento conectar-se à rede (SANTOS, B.P. *et al*, 2016). Com isso, surge um amplo leque de aplicações para essa tecnologia: conectar dispositivos e usuários, monitorar a longa distância, automatizar funções e levantar dados com mais facilidade e eficiência.

## MÉTODOS

O desenvolvimento dos dispensadores foi dividido em dois: *Dispenser 1*, que abrange o desenvolvimento do dispositivo com conexão WiFi, e *Dispenser 2*, que descreve o desenvolvimento do dispositivo simples sem registro de dados. Foram estudados componentes elegíveis para compor cada sistema. No entanto, foram selecionados aqueles que melhor atendem aos aspectos técnicos, financeiros e funcionais.

### DISPENSER 1

#### SENSOR

Para fazer essa detecção das mãos do usuário sem a necessidade de toque, foram estudados dois sensores. O primeiro sendo o sensor óptico reflexivo fototransistor, modelo TCRT5000, que se encaixava no requisito financeiro por ser bem barato, técnico por ser compatível com o circuito, porém na fase de testes ele apresentou mau funcionamento em ambientes que continham alta luminosidade acarretando em acionamentos aleatórios, por este motivo optou-se pelo sensor ultrassônico HCSR04, pois detecta o obstáculo independentemente da cor, superfície ou maioria dos materiais, assim como é confiável nos mais diversos ambientes, independentemente da iluminação, diferente do fototransistor, por exemplo, que é sensível a ambientes com alta luminosidade, como também é de fácil implementação e tem um baixo custo. Este componente foi escolhido para integrar ambos os dispositivos desenvolvidos.

5098

Figura 1 – Sensor ultrassônico HCSR04



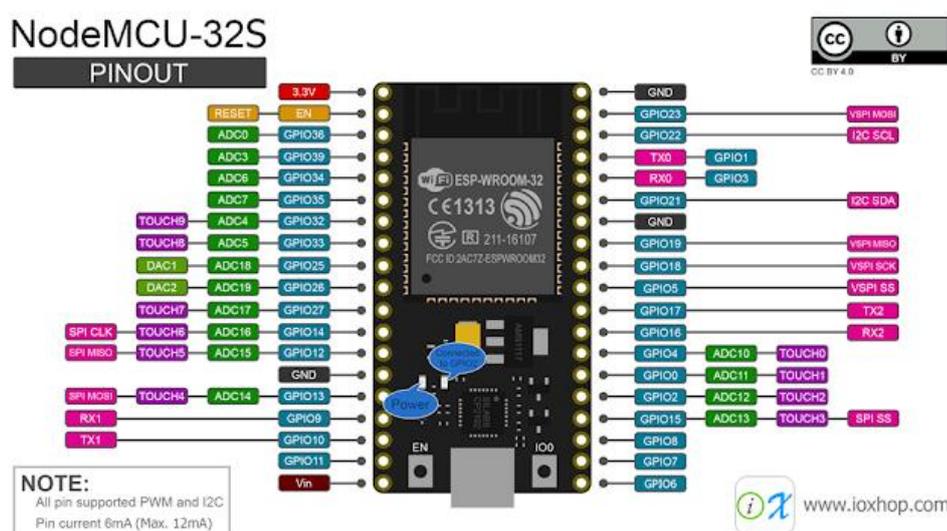
Fonte: sta-eletrônica, 2024.

### PLATAFORMA DE PROTOTIPAGEM MICROCONTROLADA (PPM)

Foram estudadas duas PPMs, o Arduino UNO e o ESP-WROOM-32. O Arduino UNO seria uma escolha interessante, já que possui conectores para alimentação tanto de 3.3V quanto de 5V, sendo compatível com o sensor HCSR04, que trabalha com uma faixa de tensão de 5V.

O microcontrolador ATMEL ATMEGA328 embutido torna a gravação de dados e o processamento um trabalho fácil de ser executado. A própria PPM Arduino pode ser alimentada tanto com USB quanto com alguma alimentação externa através da conexão do tipo Jack com positivo no centro. Apesar do ESP-WROOM-32 contar apenas com a entrada USB micro-B para alimentação, ele atende bem os requisitos do projeto, sendo possível alimentá-lo por uma fonte externa pelo terminal Vin. As duas PPMs são excelentes. Porém, o Arduino UNO suporta conexão WiFi, já o ESP-WROOM-32 é um dispositivo de baixo custo, versátil, com uma capacidade de transmissão e processamento notável, mas também facilmente integrável com sensores, além de apresentar conexão sem fio via *WiFi* que é imprescindível para esta aplicação.

Figura 2 – ESP-WROOM-32



Fonte: Fernando K Tecnologia, 2023.

## ATUADOR

Como mecanismo de fornecimento de energia para o fluido, tendo em vista dispensá-lo, foram estudadas duas bombas. A primeira foi a mini bomba submersa, modelo JT100. Ela tem uma tensão de trabalho de 5V e uma vazão de aproximadamente 1,5L/min. Trabalha de forma submersa, facilitando sua instalação no sistema, além de ter um custo baixo. A segunda, a mini bomba elétrica peristáltica, modelo RS385, possui uma tensão de trabalho de 12V e uma vazão de 2L/min.

As duas foram postas à teste com o intuito de avaliar o desempenho quanto à funcionalidade proposta, já que é comum em fluidos viscosos, como o álcool em gel e sabão líquido, haver o ressecamento. Portanto, cogitou-se a hipótese de isso acontecer nas paredes internas da mangueira de cristal. Nos primeiros dias de teste, as duas apresentaram um bom desempenho. A minibomba, por funcionar com uma tensão menor, demonstrou bombear o

fluido com uma velocidade inferior à da bomba peristáltica, mas ainda assim seria suficiente para o objetivo. No entanto, ao ficar alguns dias sem uso, ocorreu o ressecamento esperado e a minibomba não conseguiu mais bombear o fluido. Portanto, por ainda apresentar um desempenho excelente, a escolhida foi a RS385.

**Figura 3 – Minibomba peristáltica RS385**



**Fonte: Eletrogate, 2024.**

## ARMAZENAMENTO DE DADOS

Um dos objetivos do trabalho é realizar o armazenamento dos dados de utilização, tais como quantidade de acionamentos, hora e data do dispensador, em alguma plataforma IoT que suporte esse tipo de operação. Utilizou-se o ThingSpeak, um serviço de plataforma analítica baseado em IoT que consegue agregar, visualizar e analisar fluxos de dados diretamente da nuvem por meio da conexão entre dispositivo e plataforma.

5100

## CADASTRAMENTO DE USUÁRIO

Para realizar o monitoramento por cadastro de usuário, optou-se pelo módulo RFID (*Radio Frequency Identification*) MF-RC522, que utiliza tecnologia de radiofrequência para a leitura de dados dos cartões que o acompanham. Cada cartão possui seu próprio número de identificação, o que possibilitou o cadastramento do nome de usuário no algoritmo carregado na PPM. É um componente de baixo custo, com excelente compatibilidade, de fácil integração e que propõe uma funcionalidade interessante.

**Figura 4 – Módulo RFID MC-RC522**



**Fonte: RoboCore, 2024.**

## SENSOR DE NÍVEL

Para realizar o sensoriamento de nível de fluido no dispositivo, foi escolhido o sensor de nível horizontal do tipo boia. Esse sensor opera basicamente como uma chave liga/desliga: quando está fechado, emite um nível lógico alto; quando está aberto, emite um nível lógico baixo. Ele atende aos requisitos de baixo custo, fácil aplicabilidade e integração com o circuito.

**Figura 5 – Sensor de nível horizontal do tipo boia**



Fonte: Mercado Livre, 2024.

## ARMAZENAMENTO DE FLUIDO

Foi escolhido um recipiente plástico comum de 1300 ml, que atende muito bem aos 5101 requisitos. Nele foram feitos dois furos: um para integrar o sensor de nível e outro para fazer a ligação, com uma mangueira de cristal, do reservatório para a bomba e assim para as mãos do usuário.

**Figura 6 – Recipiente usado para armazenar o fluido**



Fonte: Feito pelo autor, 2024.

## CIRCUITO

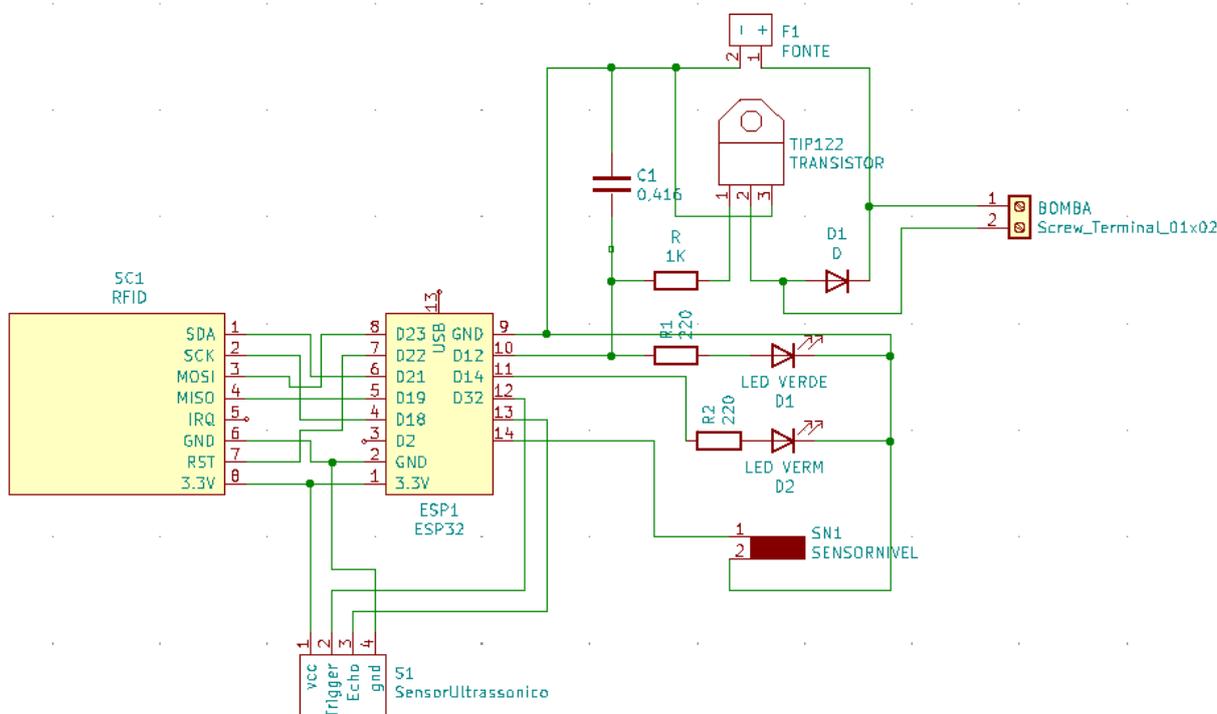
Os componentes usados na construção do circuito são os seguintes:

- 1 sensor ultrassônico HCSR04
- 1 sensor horizontal de nível do tipo boia

- 1 plataforma de prototipagem microcontrolada ESP-WROOM-32
- 1 Módulo RFID MF-RC522
- 2 resistores de 220 ohms
- 1 resistor de 1 kohm
- 1 diodo 1N4007
- 1 transistor TIP122
- 1 capacitor de 0,416 F
- 1 LED verde
- 1 LED vermelho
- 1 minibomba elétrica peristáltica RS385
- 1 fonte 12 V

A figura abaixo apresenta o esquemático construído, desenhado em um software gratuito.

Figura 7 – Esquemático do circuito *dispenser 1*



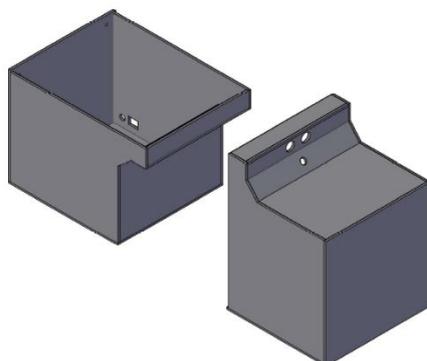
5102

Fonte: Feito pelo autor, 2024.

## ESTRUTURA

Para a estrutura, optou-se pelo material de compensado revestido de 6mm, que, apesar de ser mais caro do que outros materiais como PVC e papelão, que também poderiam ser utilizados, apresenta um bom custo-benefício por ser mais resistente, durável e conferir ao protótipo uma estética superior. A estrutura foi projetada em software de desenho e, posteriormente, encaminhada a um marceneiro local para ser devidamente construída.

Figura 8 – Estrutura do protótipo



Fonte: Feito pelo autor, 2024.

## DISPENSER 2 ATUADOR

Como o mecanismo de acionamento deste dispenser foi pensado para agir de forma diferente do anterior, optou-se pelo servo motor Tower Pro MG995 como atuador, pois é um componente de baixo custo e compatível com o sistema proposto. Tem uma tensão de operação de 5V e rotação das pás de até 180°. Aqui, o servo motor irá desempenhar a função de pressionar, com sua pá, a tampa do armazenamento, do tipo pump.

5103

Figura 9 – Servo motor Tower Pro MG995



Fonte: Makers eletrônica, 2024.

## PLATAFORMA DE PROTOTIPAGEM MICROCONTROLADA (PPM)

Para esse dispensador, por ser um modelo mais simples, que não terá conexão com a internet nem outra funcionalidade mais complexa e também visando o barateamento da sua construção, preferiu-se o Arduino Nano como PPM. Atende muito bem aos objetivos, possui um excelente processamento com seu microcontrolador ATmega328p, sendo de pequenas dimensões e também programável pela IDE Arduino, além de não necessitar de tensões elevadas para alimentá-lo, 5V são suficientes.

**Figura 10 – Arduino nano**



**Fonte: RoboCore, 2024.**

## ARMAZENAMENTO

Um recipiente diferente foi utilizado para fazer o armazenamento do fluido. É um modelo de recipiente que já é vendido juntamente com o fluido, e sua tampa do tipo pump possibilita o despejo diretamente nas mãos. Porém, aqui será uma vantagem utilizada para fazer o encaixe do Servo Motor.

**Figura 11 – Recipiente de armazenamento *dispenser 2***



**Fonte: Feito pelo autor, 2024.**

## CIRCUITO

Componentes utilizados na construção do circuito:

- 1 Arduino Nano
- 1 Sensor ultrassônico HCSR04
- 1 Servo Motor Tower Pro MG995
- 1 LED vermelho



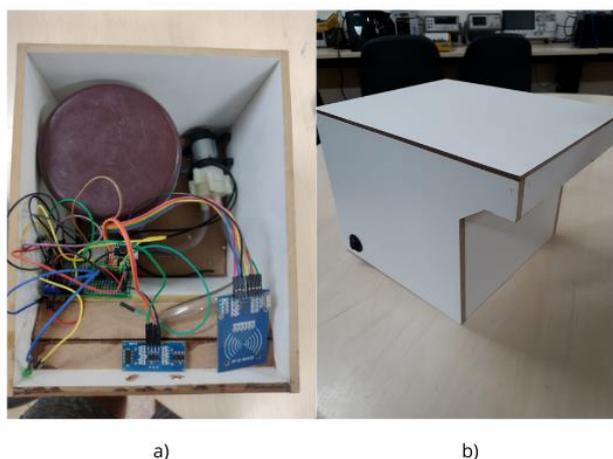
## RESULTADOS

### DISPENSER 1

### PROTÓTIPO DO DISPOSITIVO

Todos os componentes escolhidos foram integrados e arranjados dentro da estrutura do dispositivo formando o protótipo final (Figura 14).

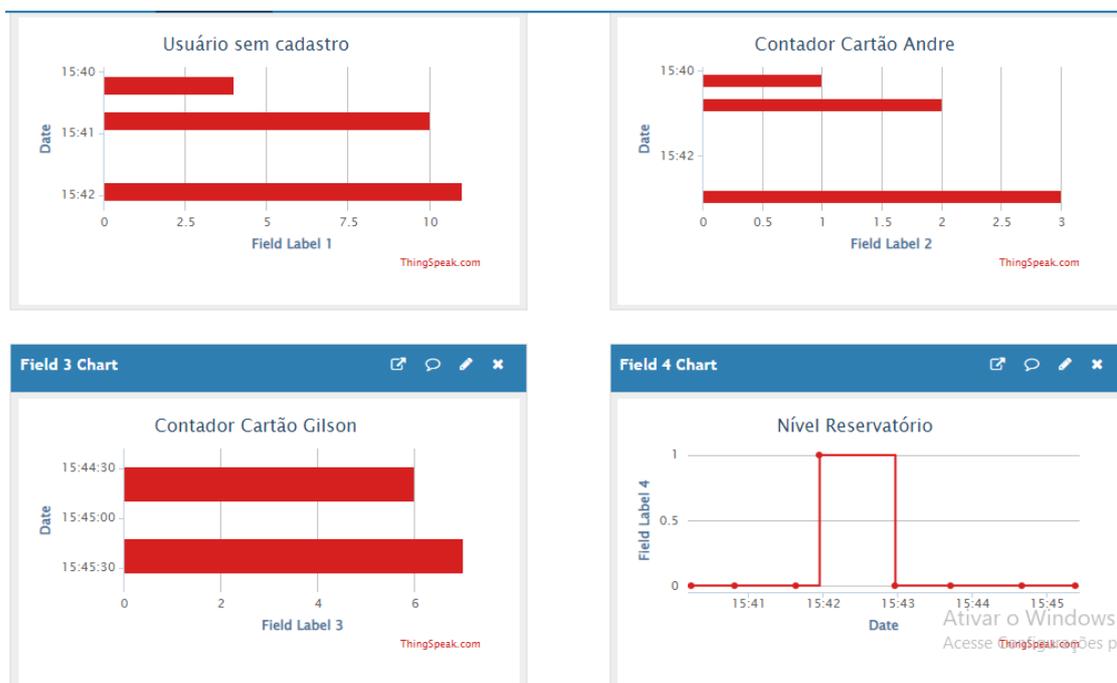
Figura 14 – a) Parte interna; b) Parte externa



Fonte: Feito pelo autor, 2024.

### DADOS DE UTILIZAÇÃO

Figura 15 – Dados de uso salvos em nuvem



Fonte: Feito pelo autor, 2024.

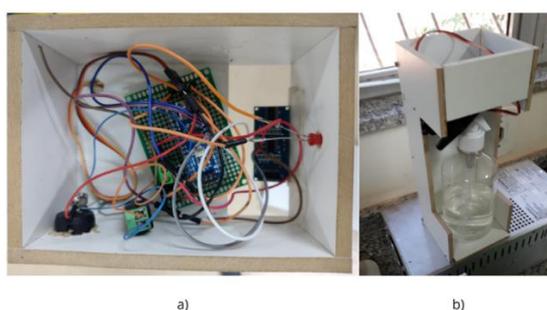
Todas as funcionalidades propostas foram testadas com a finalização do protótipo. O primeiro gráfico mostra os acionamentos avulsos. O segundo mostra os acionamentos com o

cartão identificado como 'Andre'. O terceiro mostra os acionamentos com o cartão identificado como 'Gilson'. No último, é mostrado o nível do reservatório de fluido, sendo apresentado com níveis lógicos 1 e 0, alto e baixo, respectivamente. Todos os dados apresentam o horário em que foram enviados para a plataforma (Figura 15).

DISPENSER 2

## PROTÓTIPO DO DISPOSITIVO

Figura 16 – a) Parte interna; b) Parte externa



Fonte: Feito pelo autor, 2024.

## CUSTO DE PRODUÇÃO

Tabela 1 – Detalhamento de custo dos itens

Custo de produção			
DISPENSER 1		DISPENSER 2	
Item	Valor(R\$)	Item	Valor(R\$)
Placa perfurada	6,9	Placa perfurada	6,9
Estrutura compensado	200	Estrutura compensado	200
Barra de pinos	5,8	Barra de pinos	5,8
Bornes 2/3 vias	1,9	Bornes 2/3 vias	1,9
Fonte de tensão	19,9	Fonte de tensão	19,9
Case sensor HCSR04	10,9	Case sensor HCSR04	10,9
Adaptador fonte	5	Adaptador fonte	5
Recipiente plástico	2	ESP32	79,9
Arduino Nano	47	Mangueira cristal	15
Sensor HCSR04	12,5	Sensor tipo boia	22,9
Servo motor MG995	52,9	Minibomba RS385 12V	79,9
		Kit RFID	22,5
Total	364,8		470,6

Fonte: Feito pelo autor, 2024.

## DISCUSSÃO

A minibomba modelo RS385 apresentou uma vazão maior do que o esperado e necessário, o que poderia resultar em desperdício de fluido higienizante. Para corrigir isso, a tensão de funcionamento foi reduzida de 12V, como inicialmente utilizado, para 9V, diminuindo a vazão e a possibilidade de desperdício. No entanto, é importante notar que a tensão de operação recomendada da bomba é de 12V, como mencionado anteriormente. Essa diminuição na tensão pode acarretar uma menor vida útil da minibomba.

O objetivo inicial de implementar o dispenser com conectividade com a internet na própria universidade visava coletar dados de utilização da comunidade acadêmica. No entanto, surgiu o empecilho de a PPM não conseguir fazer conexão com a rede interna da universidade devido à autenticação de usuário e senha necessária para o *login*. Na tentativa de contornar esse problema, foi solicitada à universidade uma rede dedicada para o protótipo. No entanto, em vez disso, criaram uma rede oculta que só seria acessível com o endereço MAC da PPM. Como a PPM não possui uma interface de usuário que permitisse inserir manualmente tanto o *login* quanto a rede oculta, já que esta não aparecia na busca de rede da PPM, ainda não foi possível conectar o dispositivo à rede interna da universidade. Portanto, apesar dos dados coletados se restringirem somente a testes feitos pelo próprio autor em sua residência, onde foi possível conectar o protótipo a internet, mostra que tanto a conexão através de *login* como a identificação de usuários são possíveis projetos futuros de serem desenvolvidos com várias possíveis aplicações.

5108

O intuito de desenvolver um segundo dispensador era proporcionar a possibilidade de implantá-lo na universidade, uma vez que o primeiro não pôde ser instalado devido ao problema de conexão. Foi projetado para ser mais simples, sem conectividade, e com a única função de permitir aos usuários a correta higienização das mãos. No entanto, mesmo buscando reduzir os custos de produção, ainda houve um custo elevado para um dispositivo tão simples. Importante notar que o valor dos componentes somados não ultrapassa o valor da estrutura, então uma forma de diminuir o custo do dispositivo seria buscar materiais com melhor custo-benefício. Para o *dispenser* 1 esse pensamento também deve ser levado em consideração, pois ainda assim representa quase 50% do custo.

## CONCLUSÃO

A pesquisa aborda a importância da higienização das mãos, especialmente em ambientes como hospitais e instituições de ensino, ressaltando sua relevância em meio à pandemia de

COVID-19. Dois tipos de dispensadores foram desenvolvidos: um com conectividade Wi-Fi e outro mais simples, sem conexão. Os testes dos protótipos demonstraram funcionalidade, apesar de desafios como a conexão com a rede interna da universidade. O segundo dispenser foi projetado visando uma possível implantação na universidade, porém o custo de produção ainda foi considerado alto para um dispositivo simples.

Em síntese, o estudo apresenta uma contribuição significativa ao abordar a importância da higienização das mãos e propor soluções práticas para facilitar esse processo. Apesar das limitações encontradas, como os obstáculos na conexão com a rede da universidade, os resultados alcançados demonstram o potencial dos dispositivos desenvolvidos. Futuros trabalhos podem se concentrar em aprimorar a conectividade dos dispensadores e explorar estratégias para reduzir os custos de produção, visando uma implementação mais ampla e eficaz dessas soluções em ambientes diversos.

## AGRADECIMENTOS E FINANCIAMENTO

Agradecer a Universidade Federal do Oeste do Pará (Ufopa) pelo financiamento do Projeto de Ações Emergenciais, no qual o autor foi bolsista.

## REFERÊNCIAS

5109

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária – Anvisa. Ministério da Saúde. Higiene das Mãos: Segundos que Salvam Vidas. Brasília, 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/anvisa/pt-br/assuntos/noticias-anvisa/2021/higiene-das-maos-segundos-que-salvam-vidas>.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária – Anvisa. Ministério da Saúde. Higienização das Mãos em Serviços de Saúde. Brasília, 2007.

BRASIL. Secretaria de Vigilância em Saúde e Ambiente. Ministério da saúde. Vigilância das síndromes gripais: Influenza, Covid-19 e outros vírus respiratórios de importância para a saúde pública. Mato grosso do Sul, 2024.

RANNIN, Karen P. P., Campanharo, Cássica R. V., Lopes, Maria C. B. T., Okuno, Meiry F. P., Batista, Ruth E. A. Adesão à higiene das mãos: Intervenção e avaliação. *Cogitare Enferm*, 2016 Abr/Jun; 21(2): 01-07.

SANTOS, Bruno P., Silva, Lucas A. M., Celes, Clayson S. F. S., Neto, João B. Borges, Peres, Bruna S., Vieira, Marcos Augusto M., Vieira, Luiz Filipe M., Goussevskaiia, Olga N. e Loureiro, Antônio A. F. Internet das Coisas: da Teoria à Prática. *Homepages.dcc.ufmg.br*, 2