



Categoria: Projetos de Instalações



**Sistema IoT para telemetria de volume dos recipientes GLP do tipo transportáveis abastecidos no local e instalados em centrais GLP de empresas do segmento comércio e serviço que possuem rede *Wi-Fi* no estabelecimento**

**AUTORES**

**4M Engenharia**

Raul Moreno Martins, [diretoria@4msengenharia.com](mailto:diretoria@4msengenharia.com), (85) 9 9634 - 7238

Cristian Monteiro Macedo, [diretoria@4msengenharia.com](mailto:diretoria@4msengenharia.com), (85) 3103 – 0002

**Engetérmica**

Bergsson Alberto Melo da Silva, [bergssonalberto@terra.com.br](mailto:bergssonalberto@terra.com.br), (85) 3022 - 8090

**Laboratório de Sistemas Digitais - LASID**

Marcos Camargo Lima Filho, [marcos.camargo@aluno.uece.br](mailto:marcos.camargo@aluno.uece.br), (85) 9 8827 - 7788

Marcial Porto Fernandez, [marcial.fernandez@uece.br](mailto:marcial.fernandez@uece.br), (85) 3101 – 9776

**CL Engineering**

Luciana Oliveira Pimentel, [clengineering@outlook.com.br](mailto:clengineering@outlook.com.br), (85) 3022 - 8080

## SUMÁRIO

1. Histórico das empresas.....	03
1.1 4M Engenharia.....	03
1.2 Engetérmica.....	03
1.3 Laboratório de Sistemas Digitais.....	03
1.4 CL Engineering.....	04
2. Oportunidades.....	04
2.1 Objetivos.....	04
2.2 Metas.....	04
2.3 Estratégia.....	04
3. Métodos e Desenvolvimento.....	05
3.1 Métodos.....	05
3.2 Desenvolvimento.....	05
4. Resultados.....	13
5. Conclusão.....	15

# 1. HISTÓRICO DAS EMPRESAS

## 1.1 4M Engenharia

Fundada com foco na prestação de serviço de inspeções mecânicas e elétricas, projetos, laudos, atividades de responsabilidade técnica conforme normas NR-10, NR-12, NR-13, NR-18, NR-20 e NR-35, além de manutenções preventivas e corretivas de equipamentos GLP e da construção civil.

Desenvolve projetos e montagens de centrais GLP com recipientes transportáveis abastecidos no local e com tanques estacionários horizontais e verticais, além de equipamentos relacionados.

Opera com locações de equipamentos diversos para construção, execução de montagem de andaimes fachadeiros, andaimes suspensos, montagem de proteções coletivas e Linha de Vida. Conta com um corpo técnico de Engenheiros Mecânicos, Engenheiros Eletricistas, Engenheiros de Segurança do Trabalho, Técnicos e Montadores capacitados e qualificados.

## 1.2 Engetérmica

Fundada em 1991 na cidade de Recife (PE), voltada inicialmente para a execução de serviços técnicos em geração e distribuição de vapor passou a expandir seu mercado e no ano de 1993 inaugurou uma filial em Fortaleza (CE) objetivando comercializar materiais térmicos diretamente para a indústria, agregando valor e celeridade aos seus serviços.

Empresa focada em soluções criativas em função de cada projeto, empregando metodologias técnicas, qualitativas e de segurança, visando gerar economia financeira aos clientes e na preservação do meio ambiente. Representante, técnica e comercial, autorizada das marcas Alpha Laval, Aalborg Industries, Netzsch, Nord Drive Systems e Grundfos Brasil.

## 1.3 Laboratório de Sistemas Digitais - LASID

O laboratório vinculado a UECE (Universidade Estadual do Ceará), visa proporcionar oportunidades de estudo, pesquisa e desenvolvimento em redes distribuídas, paralelas, mineração de dados, dispositivos com IA, dispositivos para internet das coisas (IoT), e dispositivos aplicados ao GLP, GN, Hidrogênio, como monitoramento de ambiente, entre outras.

## 1.4 CL Engineering

Atuante no mercado cearense com consultorias técnicas para instalações GLP, avaliação de empreendimentos com medição individualizada, inspeções normativas como NR-13 e NR-20, emissão de parecer e laudos, consultoria em segurança do trabalho, desenvolvimento e implementação de aplicações para automação e otimização de sistemas, treinamentos corporativos e público geral.

## 2. OPORTUNIDADES

O atual mercado nacional de GLP não dispõe de dispositivos para monitoramento que sejam nacionais, logo todos que são utilizados importam por completo ou desenvolvem algo localmente e importam os sensores. Visando ocupar essa lacuna, com foco nas centrais GLP com recipientes transportáveis abastecidos no local que sejam do segmento de comércio e serviços, entrando num espaço que possibilite as distribuidoras com custo mais baixo que as soluções importadas.

### 2.1 Objetivos

Abordar o *gap* sinalizado como oportunidade, tendo como objetivos claros e específicos para esse projeto / case o segmento comércio e serviços visando:

- Criar um dispositivo capaz de monitorar o ambiente da central de GLP, com relação a temperatura e umidade relativa;
- Esse dispositivo mensurar o volume de GLP dos recipientes dessa central, sendo os modelos abastecidos no local, GLP granel;
- Desenvolver o conjunto de hardware e software simplificado;
- Desenvolver sensor próprio sem necessidade de utilização de sensores de terceiros e que possibilite visualizar o volume de GLP contido no recipiente;
- Possibilitar a comunicação Wi-Fi do dispositivo com a rede local, eliminando nesse projeto a necessidade de uso de sim card (chip) GSM ou M2M para dados;
- Permitir o monitoramento do volume de GLP sem necessidade de acessar a área interna da central de GLP;

### 2.2 Metas

Atingir de forma positiva os objetivos, gerando um dispositivo que sirva de base para um equipamento definitivo para aplicação em larga escala por empresas distribuidoras de GLP.

Demonstrar ao mercado a importância do monitoramento remoto, permitindo obter informações importantes como picos de consumo do cliente, volume de tancagem para roteirização, entre outros como evitar acesso de terceiros a dependência da central de GLP.

### 2.3 Estratégia

Utilizando linguagem e hardware *open-source* para sanar uma defasagem de equipamento para esse nicho de mercado, buscando como solução um dispositivo simplificado, que tenha baixo custo e que monitorar o volume do

recipiente com maior segurança para distribuidoras, tendo em vista que não haverá mais necessidade de terceiros não autorizados adentrarem na central de GLP para verificação de volume dos recipientes.

Além disso, propõe-se também monitorar a temperatura local, área da central de GLP, assim como a umidade relativa.

## 3. MÉTODOS E DESENVOLVIMENTO

### 3.1 Métodos

Foi adotada uma abordagem com a criação de um protótipo piloto, acompanhada pelo desenvolvimento de um algoritmo em linguagem C++. Este algoritmo é responsável pelo tratamento dos dados coletados pelos sensores.

Conforme estipulado na norma ABNT NBR 14024, é requerido que o recipiente de armazenagem de GLP esteja abastecido com um volume compreendido entre 0% e 85% de sua capacidade nominal. Portanto, o equipamento foi projetado para realizar leituras em uma faixa de 0% a 100%, possibilitando a identificação de situações de super enchimento e o potencial risco de operações que possam resultar no arraste de GLP líquido para a linha de vapor.

### 3.2 Desenvolvimento

Por meio da aplicação de uma variedade de ferramentas eletrônicas, elétricas e mecânicas, que abrangem desde dispositivos tecnológicos como notebooks e smartphones, até equipamentos tradicionais como furadeiras, micro retíficas e multímetros, bem como técnicas de soldagem com eletrodo revestido e estanho. Além disso, incluem-se instrumentos como ferros de solda, sugadores, sopradores de ar quente e arcos de serra, bem como componentes eletrônicos, como módulos e placas, baterias seladas e fontes externas, entre outros recursos.

Os softwares desempenham um papel essencial neste contexto e incluem IDE (Ambiente de Desenvolvimento Integrado) do Arduino, Terminal Wi-Fi, Rhinoceros 3D e Slicerprint.

O desenvolvimento é baseado numa solução com comunicação Wi-Fi a rede local do cliente da distribuidora de GLP, como se fosse um celular qualquer conectado ao roteador de internet local.

No protótipo da caixa de dados e case do sensor, foi utilizado impressão por filamento do tipo PTEG e PLA, componentes eletrônicos diversificados e cabo AWG.

O PETG aparece pela copolimerização do PET. O processo baseia-se em agregar ciclohexano dimetanol (CHDM) em local de etilenglicol, conseguindo um bloco de átomos mais longo, onde as correntes adjacentes não encaixam como o faz o etilenglicol. Com isto, se consegue frear a cristalização quando se aplica um esforço sobre este material, reduzir o seu ponto de fusão, características ideais para criar peças resistentes e fáceis de termoformagem ou extrusão. Devido à facilidade de extrusão e estabilidade térmica, o PETG e outros derivados do PET estão a ser utilizados a cada vez com mais frequência no mundo da impressão 3D, como citado no *website filament2print.com*.



Figura 1 – Exemplo de filamentos do tipo PETG e cores usuais

Abaixo a idealização da caixa de dados desse projeto, essa caixa é onde fica a unidade de processamento e parte elétrica, além do display para visualização de dados *in loco* foi concebida utilizando a software Rhinoceros 3D.



Figura 2 – Caixa de dados de processamento

Condições do dispositivo definido como IoT (internet das coisas) para monitoramento *in loco* na utilização e previsão para reabastecimento de GLP em estabelecimentos de pequeno porte, sendo parte de uma gama de soluções a serem disponibilizadas ao mercado da indústria de GLP com foco nas empresas distribuidoras de GLP granel.

Elementos:

Sensoriamento	Comunicação	Computação HW	Computação SW	Computação OS
Sensor magnético	Cabo AWG E Wi-Fi	Arduino ou ESP	Programação em C++	Visualização por App e/ou portal Web i9GLP

Tabela 1 - Elementos do dispositivo IoT

Justificativas:

Sensor	Cabo AWG Wi-Fi	Arduino ou ESP	Programação em C++	App e Portal
Devido ao GLP ser inflamável, o medidor volumétrico possui imã que gera campo magnético sem a necessidade de contato do visor de medição com fluido	Comunicação segura, utilizando cabo blindado com conexões EX para coleta de dados do sensor e Wi-Fi para comunicação com a rede web para envio dos dados de coleta	Hardware difundido e de baixo custo, compacto, possui embarcado processador, memória ram e consome pouca energia, além de ser prático e fácil de utilizar	Programação muito utilizada, fácil obter, criar e gerenciar bibliotecas para de códigos <i>Open Source</i> , utilizada no terminal IDE do Arduino e sendo possível carregar em placas ESP	Para recebimento de informações do dispositivo, é possível visualizar os dados nesse display Oled com 0,96".

Tabela 2 - Justificativa de escolha dos elementos do dispositivo IoT

Para “acomodar” o sensor, de forma a fixá-lo, no visor do magnetron, inicialmente adotou-se o de maior utilização pelos fabricantes de recipientes e empresas distribuidoras que são os magnetrons da empresa *Rochester Sensors*, no caso o

dispositivo já vem com encaixe para sensor que pode ser da própria Rochester ou a solução aqui proposta. O Acesso ao R3D é nesse conector preto conforme figura 3.



Figura 3 – Visor Jr & Sr R3D Dials – LP (Rochester)

Não há necessidade de alteração no magnetron original se esse for compatível ou similar ao modelo da figura 3, conforme exemplificado na imagem abaixo (adptado do site da Rochester).

Para manter o sensor fixo ao magnetron do recipiente, foi desenvolvido o case que encaixa nesse visor, figura 3, e assim permite que o sensor possa realizar a leitura do campo magnético afim de gerar dados que são enviados pelo cabo AWG para caixa de dados que os trata através do algoritmo e os envia pelo Wi-Fi para o servidor, esses dados serem visualizados de qualquer localidade via app ou plataforma Web i9GLP.

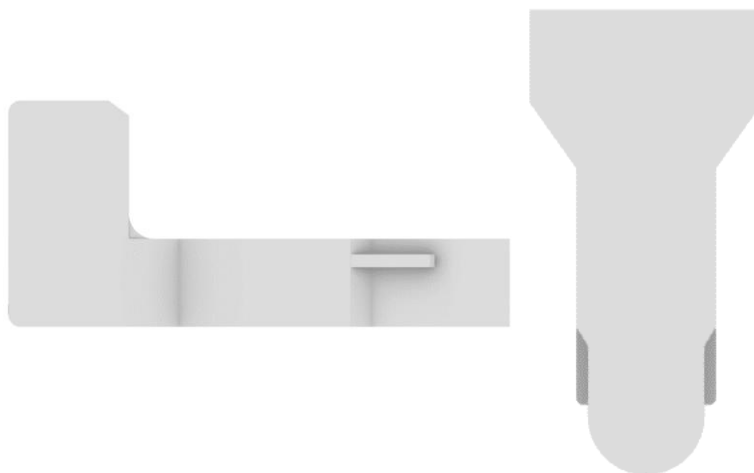


Figura 4 – Case do sensor magnético

Após concepção do case para sensor, realizou-se a impressão 3D por extrusão, a fim de testar os encaixes e possibilidade de materiais para o modelo de protótipo, sendo confeccionados sensores em PLA simples, PLA premium e PETG.



Para o sensor a ser fixado no magnetron, foram realizados confecção de três protótipos em materiais diferentes, conforme mencionado acima modelo da figura 4.

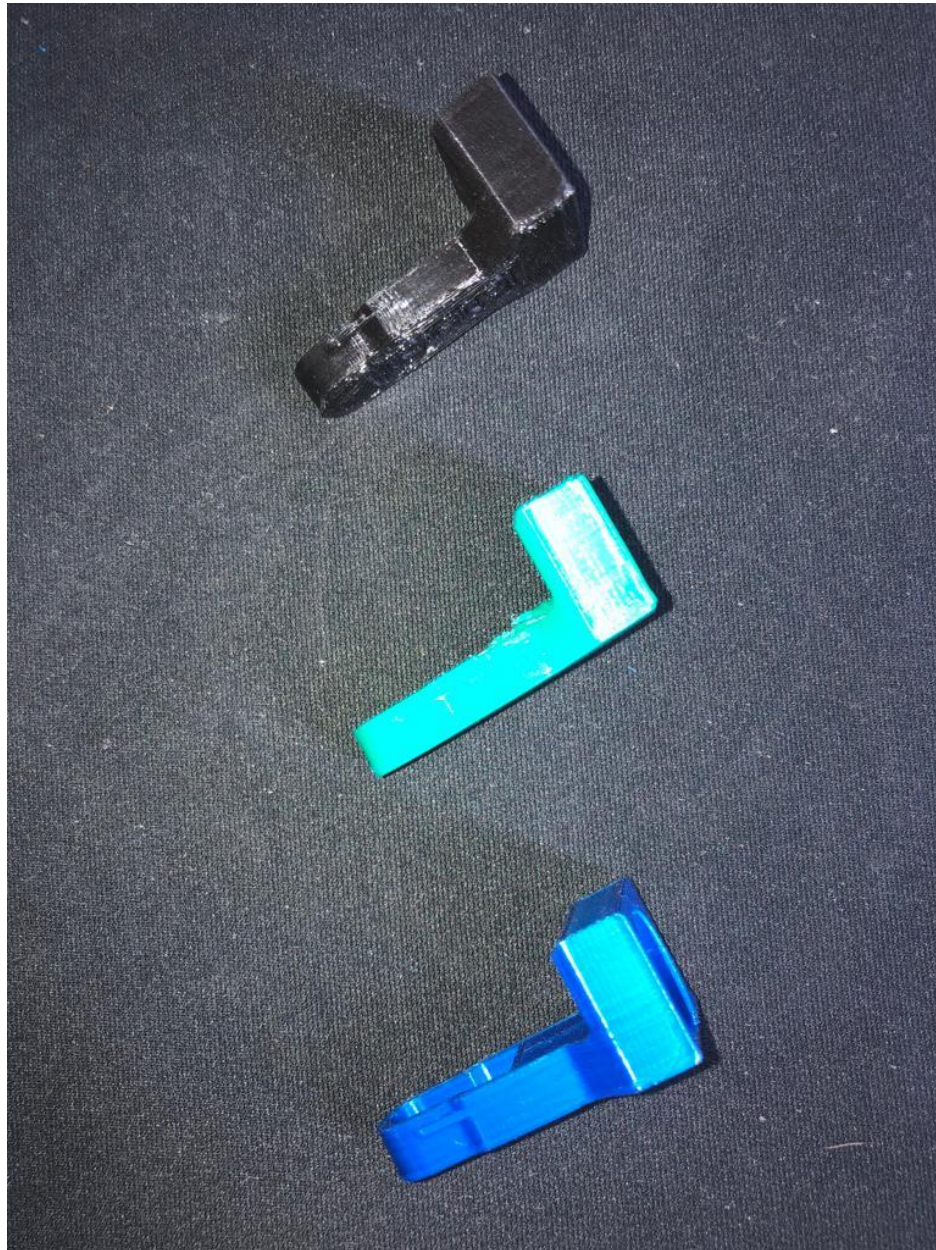


Figura 5 – Case do sensor em PLA simples, PETG e PLA premium

Na figura 6, é apresentado um teste do case PLA Simples fixado a um visor Rochester e magnetron também da mesma marca, nessa abordagem o modelo é de tanque estacionário, porém o encaixe do visor (*dial*) é o mesmo para os recipientes transportáveis abastecidos no local, B190 por exemplo, facilitando assim o desenvolvimento de solução multiuso para esse case de sensor magnético.



Figura 6 – Case do sensor em PLA simples em teste de acoplamento

Para uso no protótipo, o material extrudado em PLA Premium apresentou melhor resultado, tanto visual quanto na resistência ao manuseio, dessa forma foi adotado seu uso neste protótipo, tanto para confecção do case do sensor, ver figura 7, como na caixa de dados, figura 8.

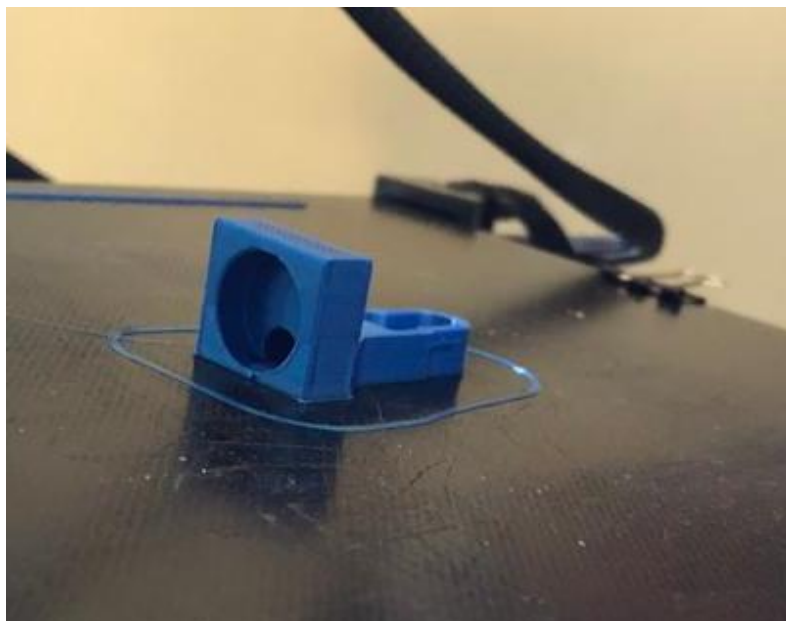


Figura 7 – Case do sensor na impressora 3D

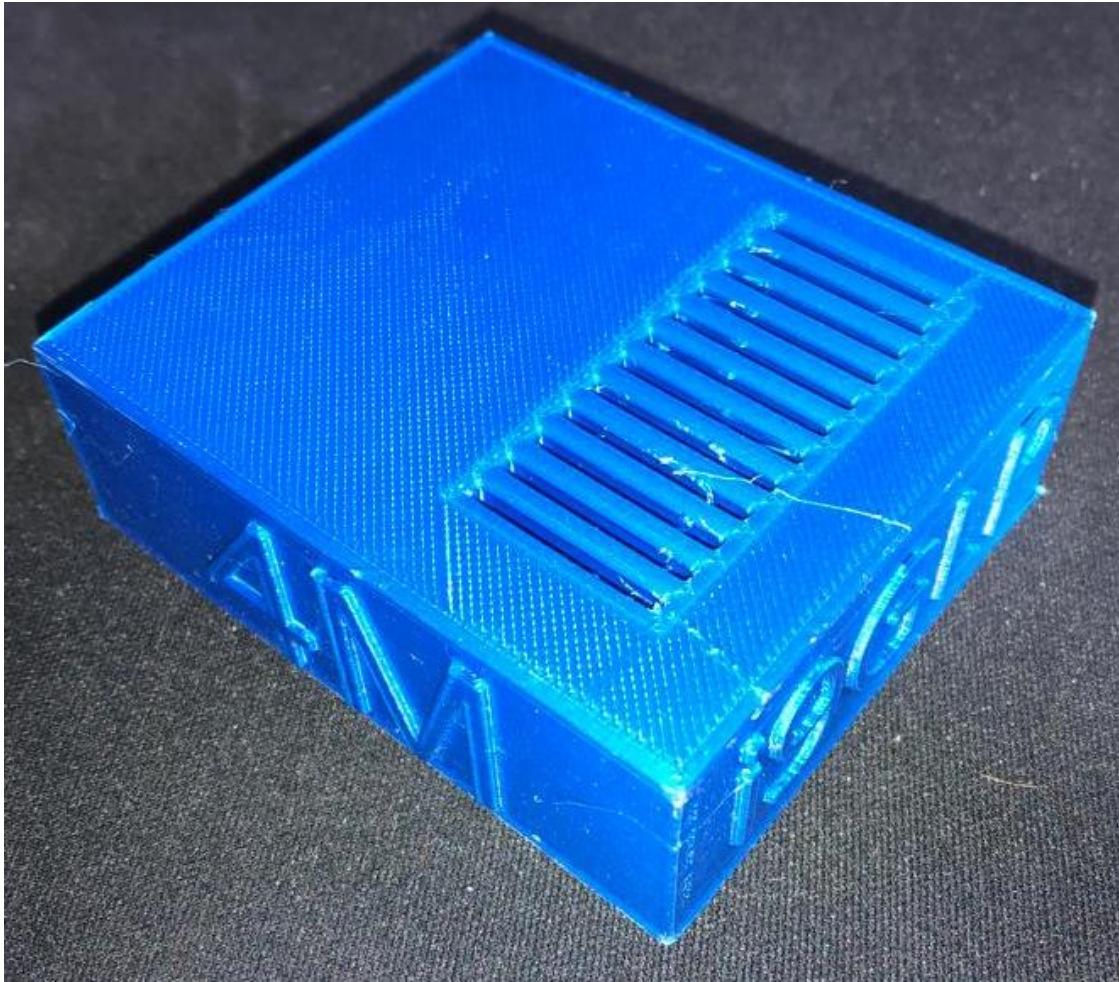


Figura 8 – Vista externa da caixa de dados do sistema de telemetria desse projeto

A comunicação de dados do sensor com o dispositivo IoT é via cabo ou seja do tanque até a unidade de processamento, caixa de dados, porém conforme fluxo ilustrativo, figura 9, o sinal da caixa comunicasse por Wi-Fi com o roteador local do estabelecimento e esse com a rede web.

Visto objeto desse projeto ser com foco para o segmento de comércio e serviços, que hoje em dia praticamente todos ofertam internet a seus clientes ou tem internet para fluxo local, exemplo para emissão de nota fiscal, logo a possibilidade de haver rede conectada por fibra, coaxial ou similar é elevada.

No fluxo da figura abaixo, é apresentado como roteador conectaria os próprios clientes do estabelecimento, estariam utilizando a rede local como acontece em todo restaurante e hotel hoje em dia. O dispositivo IoT seria mais um *gadget* conectado nessa rede, porém com baixíssimo consumo de dados e por ser protocolo Wi-Fi.

Importante salientar que essa solução desonera a distribuidora de GLP ou cliente dela a manter um *Sim card* com plano de assinatura mensal apenas para monitorar os recipientes e central de GLP.

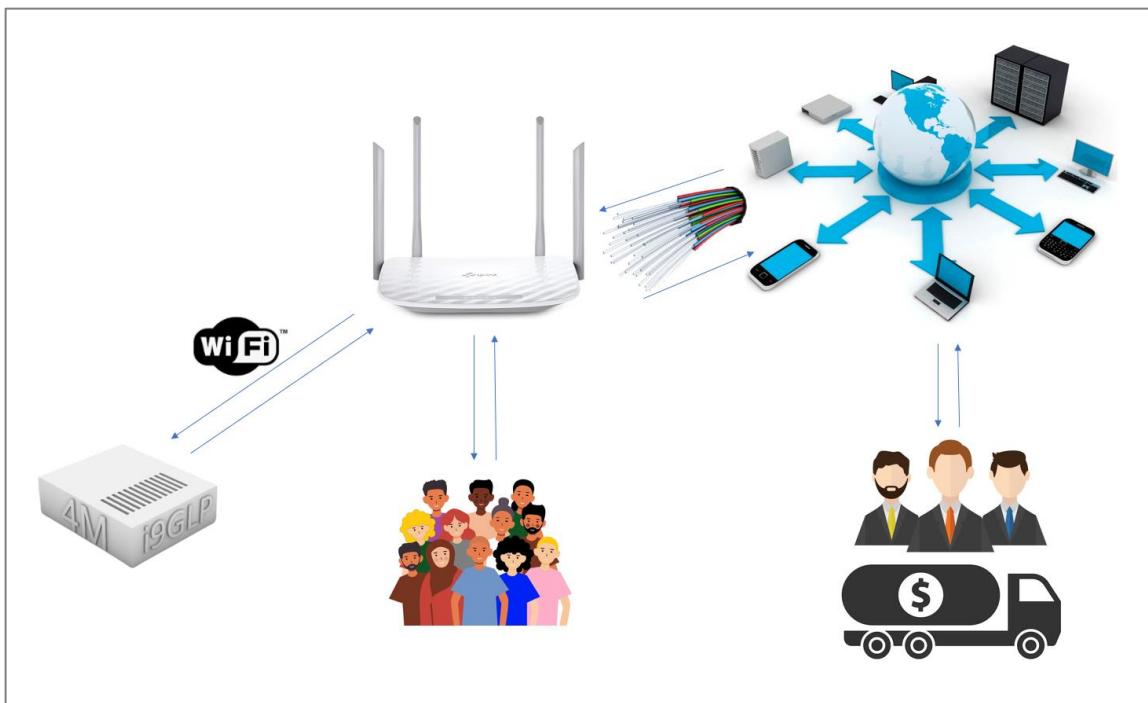


Figura 9 – Fluxo de comunicação com a internet

O roteador do estabelecimento conecta-se à internet que abre possibilidade de acesso aos dados pelos usuários do sistema de qualquer lugar via portal Web i9GLP, com login e senha. Os dados de *download* e *upload* em funcionamento do dispositivo IoT em monitoramento contínuo, são menores que 1MB por hora.

Tendo foco da obtenção e dados da tancagem, vai além da oferta de praticidade ao cliente que poderá ter acesso a essa informação em tempo real, mas o fator importante da equação de *saving* é a equipe da distribuidora de GLP ofertar uma rota mais precisa gerando redução real de custo e mantendo lastro ideal no cliente.

Como empresa distribuidora de GLP, pense como seria excelente jamais um cliente desse segmento ficar desabastecido ou com baixa pressão novamente.

Para obtenção de dados do ambiente da central, foi utilizado os testes comparativos com sensores de temperatura e umidade nos modelos DHT11 e DHT22, do LASID – UECE. Esses são sensores comuns em projetos de baixo custo, visto atenderem a necessidades onde a precisão não precisa ter um grau elevado, tolerando erros menor ou igual a 2%.

## 4. RESULTADOS

Conforme detalhado no desenvolvimento, foi concebida uma abordagem e estratégia para a utilização dos magnetrons Rochester já estabelecidos e amplamente disponíveis no mercado brasileiro. Isso elimina a necessidade de substituição desses componentes, proporcionando uma solução prontamente aplicável nestes recipientes com visor R3D.

Foram realizados testes com o recipiente transportável abastecido no local, modelo B190. Sendo a parte mecânica do magnetron, modelo flangeado M6 da Drava, e visor da Rochester, como observado na figura 10.

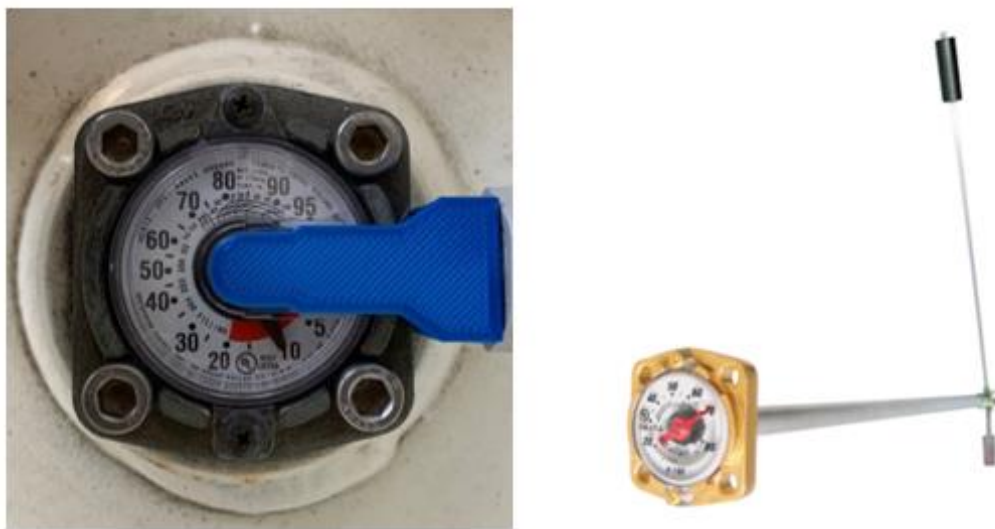


Figura 10 – Esquerda (Magnetron Drava com visor R3D e sensor i9GLP) / Direita (Magnetron Drava)



Figura 11 – Magnetron Drava com visor R3D e sensor i9GLP

Conforme figura 11 e 12, foram realizados também ensaios de medição recipientes com GLP já instalados em centrais de GLP. Recipientes do tipo P190 na central do prédio / edifício dos autores na cidade de Fortaleza no Ceará.



Figura 12 – Central de GLP em Fortaleza no Ceará

Para obtenção de dados do ambiente, foi considerado o sensor DHT22 visto que possui maior precisão nos dados de leitura de temperatura e umidade, mesmo sendo um valor com pequena diferença de custo, porém com leitura mais precisa o coloca numa posição mais eficiente, além desse modelo consumir menos energia que o DHT11, deixando assim uma autonomia maior para um sistema mais eficaz.

Para processamento de dados e gravação do algoritmo, foi utilizado a placa ESP8266 com uso de placa FRA para interligação das portas e tensão de alimentação 5V por USB, ou por bateria recarregável também por USB externa.

## 5. CONCLUSÃO

Os objetivos estabelecidos e definidos como metas neste caso foram alcançados com sucesso. Agora, entramos na fase de aprofundamento das relações com as distribuidoras, visando possíveis implementações em grande escala. Os resultados são altamente favoráveis para o público nacional, apresentando uma solução desenvolvida sob medida a necessidades brasileira que ainda resiste na implementação de tecnologias como a do IoT. Essa solução é caracterizada por seu baixo custo e eficácia equiparável aos dispositivos importados atualmente disponíveis no mercado.

Esse dispositivo IoT mostra-se compatível com os medidores volumétricos, magnetrons, mais utilizados do mercado pelos fabricantes de recipientes, exemplo das marcas Rochester e Drava. Devido a isso, tem-se a possibilidade desse produto ser incorporado por negociação ao portfólio de empresa nacional de equipamentos para GLP ou a ser negociado diretamente com empresas distribuidoras de GLP granel que assim desejarem dar um *upgrade* nas suas instalações e passar a ter um maior controle e gestão sobre o consumo de seus clientes, melhorando a efetividade de entrega de GLP granel.