

SISTEMA DE CONTROLE E MONITORAMENTO DE RESERVATÓRIOS DE LÍQUIDOS E BOMBAS D'ÁGUA PARA CONDOMÍNIO

Israel Rodrigues Nunes¹

Cleber Lourenço Izidoro²

Resumo: É o dever de cada ser humano conservar a água e as suas fontes, que são um dos seus maiores patrimônios mundiais e responsáveis pelo equilíbrio e saúde do planeta terra. Entretanto, em condomínios gastos com a falta de água e defeitos nos sistemas de bombeamento é responsável por não possuírem um sistema eficiente e sustentável no gerenciamento hídrico. Buscou-se com este estudo o desenvolvimento de um equipamento capaz de suprir as necessidades de visualização dos níveis de caixas d'água comando e proteção das bombas em local de fácil acesso, visualização *on-line* e com sistema de alarmes de defeitos do sistema de bombeamento. Baseado no conceito de automação residencial e tecnologias atuais foram desenvolvidos um produto com sistema de sensores pontuais na caixa d'água e cisterna substituindo as atuais chaves boia onde o usuário tem acesso às informações do volume disponível através do display LCD no painel e de maneira remota, não sendo necessário o deslocamento aos reservatórios. As simulações foram feitas em um condomínio que possui uma caixa d'água com mais de 30 metros de altura e os resultados dos testes á prova d'água dos sensores, comunicação do display I2C em painel elétrico e a comunicação *Wi-Fi*, foram satisfatórios dentro do que se esperava. Essa solução foi fundamentada nos conceitos de uma tecnologia de baixo custo e eficiente para suprir as necessidades diárias do cliente.

Palavras-Chave: Condomínio. Automação. Medição de nível. Monitoramento. Reservatório.

1. INTRODUÇÃO

O desenvolvimento da Internet das coisas (*IoT*) está acelerando rapidamente e afetando todas as áreas de tecnologias e negócios, aumentando os benefícios para organizações e indivíduos. O crescimento dos dados produzidos por meio da *IoT* desempenhou papel importante no cenário de big data. O *big data* pode ser categorizado de acordo com três aspectos: (a) volume, (b) variedade e (c) velocidade. Essas categorias foram introduzidas pela Gartner para descrever os elementos dos desafios de *big data* (NASARUDDIN et al., 2017).

¹ Graduando em Engenharia Mecatônica. Ano 2022-2. E-mail: raeltech10@outlook.com.br

² Professor do Centro Universitário UniSATC E-mail: cleber.izidoro@satc.edu.br

Imensas oportunidades são apresentadas com a implementação de *IoT* e soluções de integração de *big data* podem ajudar a resolver problemas de armazenamento, processamento, análise de dados e ferramentas de visualização. Áreas de aplicação inteligentes como ambientes ecológicos, aplicativos em cidades, tráfego, redes, edifícios e gerenciamento de logística, podem se beneficiar do arranjo mencionado acima (NASARUDDIN et al., 2017).

A medição inteligente é um dos casos de uso de aplicativo *IoT* que gera uma grande quantidade de dados de diferentes fontes, como redes, níveis de tanques e fluxos e volumes de água e cálculo de estoque de silos. Um medidor inteligente é um dispositivo que registra eletronicamente os dados de consumo e auxiliam o tomador de decisão na previsão de problemas e monitoramento.

A água é a substância que em suas Condições Normais de Temperatura e Pressão (CNTP) é encontrada no estado líquido, incolor, inodora e insípida. Esta é composta por dois átomos de hidrogênio e um de oxigênio, H₂O, conhecidos academicamente como hidróxido de hidrogênio, monóxido de di-hidrogênio ou protoxido de hidrogênio (MARETTI, 2008).

O planeta Terra possui três quartos de sua superfície coberta por água, entretanto ela vem se tornando cada vez mais escassa, conforme estudos científicos realizados por vários centros de pesquisa reconhecidos internacionalmente constataram. Desses três quartos da superfície que são compostos de água, somente 3% é próprio para o consumo do ser humano, podendo esta pequena parcela ser encontrada em grande volume no formato de gelo no Polo Antártico (parte inferior do globo terrestre) (MARETTI, 2008).

Alguns países como Brasil, Canadá, Rússia e China são considerados os que possuem o maior controle sobre as reservas de água fresca de todo o globo terrestre, entretanto com o passar dos anos está se tornando cada vez mais importante o aprofundamento dos estudos e do desenvolvimento de métodos para racionalizar o uso da água, através da economia, armazenamento, tratamento, gerenciamento da distribuição e do reaproveitamento deste precioso fluido. Por meio destes estudos verificou-se que a água é um bem que está se tornando cada dia mais escasso, de alto custo e de má qualidade (MARETTI, 2008).

Este capítulo tem como objetivo contextualizar a problemática e os impactos causados pela situação atual no gerenciamento hídrico de condomínios com o intuito de trazer soluções e contribuir no uso racional da água.

O projeto proposto busca justamente através da automação, o desenvolvimento de um sistema de monitoramento *online* focado na solução de problemas em sistema hidráulico predial com o desenvolvimento de um produto aplicado a medição de nível de cisterna, caixa d'água, bomba d'água e tudo que está relacionado aos diversos problemas que podem ocorrer e assim através de análises, o projeto proposto visa uma melhoria que busque maior simplicidade e facilidade na gestão e monitoramento diário possibilitando o controle e visualização dos processos evitando imprevistos para o cliente.

Este trabalho foi baseado em problemáticas que serão abordadas durante a execução deste artigo, e o objetivo é solucionar-las com o produto proposto.

Analisando os transtornos que causam a falta de água em condomínios acarretando em problemas para síndicos e moradores, verificou-se a possibilidade de monitorar antes que a falta de água chegue até aos moradores possibilitando uma ação corretiva evitando transtornos e garantindo mais economia já que muitas vezes ocorrem problemas de transbordo de cisternas e caixas d'água, vazamento de tubulações gerando gastos inesperados. Já que a tarifa do Sistema de Esgotamento Sanitário (SES) é igual á 100% (cem por cento) da tarifa de água faturada.

Uma das partes mais importantes em condomínios é o sistema hidráulico, onde são compostos por tubulações, conexões, bombas e sensores, que fazem o armazenamento, a distribuição, o controle e o escoamento da água em toda a construção. Casas e prédios precisam possuir um bom sistema hidráulico, a fim de garantir que haja distribuição de água para as necessidades domésticas e o consumo humano. Um bom sistema de hidráulica predial evita o desperdício de água e permite que a água seja distribuída em quantidade suficiente e com a pressão adequada.

Um condomínio predial real apresenta um sistema hidráulico para abastecimento de água para os moradores. Esse sistema é composto geralmente por uma cisterna e uma caixa d'água na parte superior sendo esta abastecida pela cisterna. O controle de nível é feito somente por uma chave boia em cada

reservatório. Na base da cisterna encontram-se duas bombas centrifugas que se revezam, as quais sugam a água e a enviam através dos encanamentos.

As caixas possuem capacidade de 100 mil litros cada. Pelo fato do processo não ser monitorado, alguns problemas podem passar despercebidos. O principal deles é o sistema de nível que não é suficientemente preciso, ocasionando grandes transtornos para os moradores como falta de água causada pelo não acionamento das bombas ou desperdícios causados pelo não desligamento das bombas.

Outro problema encontrado é a não existência de informações de níveis das caixas d'água e cisternas. Para obtenção desta informação é necessário deslocar-se até o local onde se encontram as caixas, onde muitas vezes o próprio síndico acaba tendo que se deslocar para verificar sem um sistema de segurança nas escadas com guarda corpo correndo perigos de queda. Além de todo sistema hidráulico ainda possuem o sistema elétrico de comando das bombas onde geralmente não oferecem um comando inteligente e automatizado para o acionamento das bombas e identificação de falhas e desempenho com proteções e alarmes.

Muitos problemas podem ser causadores da falta de água, porém existem os mais comuns como o sistema de sensores de nível feitos por eletro boias que costumam trancar pelo sistema de esferas interno e que nos caso da cisterna não protege a bomba por falta de água que acabam trabalhando a seco as levando a queima, no caso da caixa d'água não ligando ou não desligando a bomba causando a falta de água ou o transbordo, problemas na rede elétrica como falta de fase ou quedas de energia, defeito em algum componente do sistema de comando, problemas nos rolamento do motor ou no sistema hidráulico como entradas de ar na tubulação ou nas válvulas de retenção.

Todos esses problemas quando ocorrem não existe qualquer tipo de aviso ou que se possam monitorar seus estados para que se caso ocorra seja possível sua descoberta a tempo de realizar a manutenção antes que a falta de água chegue aos moradores ou até mesmo para avisa-los e conscientiza-los para que economizem água, por exemplo, deixando de usarem a maquina de lavar roupas.

Portanto, torna-se imperativo a elaboração de uma solução de medição e monitoramento de nível dos reservatórios e controle de bombas com visualização tanto no nível térreo em local de fácil acesso como de maneira *on-line*, com custo-benefício e competitividade.

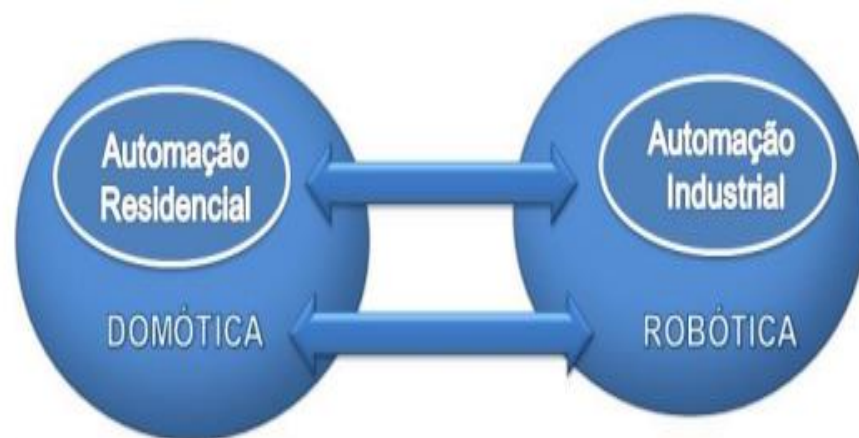
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste capítulo será apresentada uma pesquisa bibliográfica do tema a ser estudado, baseada em periódicos nacionais e internacionais, pretende-se abordar as principais tecnologias existentes no mercado para medição de nível de reservatórios de água e comentar as vantagens e desvantagens dos elementos desenvolvidos, desde o conceito de automação aos componentes de hardware e software necessários á implementação deste projeto.

2.1. AUTOMAÇÃO

Num contexto industrial, pode se definir a automação como a tecnologia que se ocupa da utilização de sistemas mecânicos, eletroeletrônicos e computacionais na operação e controle da produção (Pazos, 2002). A Fig. 1 mostra as diferenças entre automação residencial e automação industrial.

Figura 1: Automação Industrial x Automação Residencial.



Fonte: Pazos (2002)

A domótica, também denominada automação residencial, difere bastante do conceito estabelecido em meados da década de 60, onde a ideia de tornar uma casa automática teve início. Atualmente, automatizar uma residência é apresentado comumente como algo futurista ou então, podendo ser definido como sinônimo de modernidade. O termo Automação Residencial designa e referencia a utilização de processos automatizados em casas, condomínios e escritórios. Podem-se utilizar outras denominações sinônimas, tais como, Automação Doméstica, Automatização Residencial ou Domótica (TEZA, 2002).

Os sistemas de automação utilizados atualmente concentram-se nos seguintes objetivos: gestão energética, segurança, proteção, informação, conforto, comunicação e apoio a idosos e pessoas com necessidades especiais para inserir toda a população naquilo que é hoje a Sociedade da Informação (DOMINGUES E FILHO, 2015).

2.2 INDÚSTRIA 4.0

De acordo com Nasaruddin et al. (2017) estatísticas mostram que o número de sensores utilizados para aquisição de informações sofrerá um acréscimo de 1 trilhão até 2030. Por isso é importante o estudo e a capacidade de oferecer soluções por parte dos desenvolvedores, que devem garantir uma comunicação efetiva entre as aplicações, por meio de soluções como *Bluetooth*, *Wi-Fi*, *ZigBee*, *GPRS* e outros.

A partir dessa concepção de sistemas interligados, um novo nível de automação se tornou possível, com sistemas projetados para ler todos os tipos de dados relacionados a uma indústria. No artigo estuda-se sobre um modelo de alocação em nuvem dos dados que integra diferentes elementos e sistema, armazenando e consolidando a informação (PETRASCH; HENTSCHE, 2016).

Com o crescimento exponencial da coleta de informações em campo, todos os dias surgem novas ferramentas para melhorar e facilitar o tratamento de dados. Instalar e utilizar uma plataforma de *Big Data* pode ser difícil e requer expertise na área de ciências da computação, por isso, há uma grande tendência da comunidade científica em produzir bibliotecas pré-configuradas e serviços prontos

para garantir que o usuário desenvolva apenas a solução final (GÖKALP et al., 2016).

Para representar a importância do tema indústria 4.0 na atualidade, o autor Muhuri (2017) relata através de uma visualização das palavras chaves popularmente utilizadas pelos autores do *Scopus*, sendo este maior banco de dados de resumos e citações da literatura com revisão por pares, que atualmente o tema Indústria 4.0 é o assunto mais comentado e referenciado entre os autores de publicação de periódicos.

Com tudo o projeto proposto trás a solução de um problema através de uma aplicação automatizada dos níveis onde poderá ser monitorado de maneira térrea e remota, facilitando o trabalho de visualização dos níveis dos reservatórios e acionamento das bombas, buscando a comodidade, segurança, agilidade e com incentivo a racionalização da água tornando-se uma aplicação inteligente e sustentável. A exemplificação do sistema proposto pode ser visto na Fig. 2.

Figura 2: Exemplificação do sistema proposto.



2.3. SISTEMA DE MEDIÇÃO DE NÍVEL

O tipo de sensor a ser usado em uma aplicação depende de uma série de fatores, como o estado físico do material. Alguns são mais adequados para medição de líquidos, enquanto outros têm melhor aplicação na medição de sólidos granulares ou pós, tudo depende da exatidão e confiabilidade que se deseja alcançar. (QUINTILHA e FILHO, 2013).

Em sistemas hidráulicos prediais existem algumas tecnologias para determinar o nível e o comando das bombas em reservatórios de água, a chave de

nível tipo boia, é hoje o método discreto mais comum utilizado, a sua função é basicamente proteger e controlar a bomba hidráulica, assim controlando o nível de líquido em reservatórios, poços, tanques e caixas d'água.

Com tecnologias mais atuais, existem hoje sensores ultrassônicos, magnéticos tipo (*reed switch*) e hidrostáticos com o custo mais elevado, porém mais precisos. Com o intuito de conceder ao cliente exatidão e menor manutenção, existe a possibilidade do uso de sensores que coincidem com as necessidades de cada cliente.

A sonda de nível hidrostática da Fig. 3, é o tipo de medição contínua, opera com o princípio de Stevin, utiliza elemento sensor piezo resistivo que converte a pressão aplicada pela coluna de água em sinal elétrico, possui proteção contra surtos e cabo especial com compensação de pressão atmosférica. O Princípio de Pascal afirma que “A pressão aplicada em um ponto de um fluido em repouso transmite-se integralmente para a todos os pontos do fluido.” (BRUNETTI, 2008, p. 21).

$$P = d \cdot g \cdot h$$

Onde:

P = pressão hidrostática (Pa);

d = densidade da água (kg/m³);

g = aceleração da gravidade (m/s²)

Figura 3: Sonda hidrostática.



Fonte: Velki (2021)

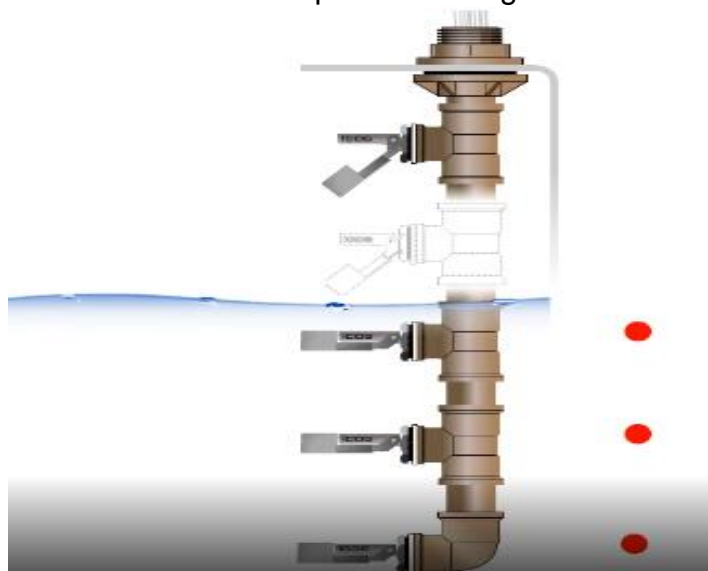
A medição do nível hidrostático tem alta popularidade há muitos anos e representa cerca de 40% de participação do mercado como a forma mais frequente de medição de nível eletrônico. Acima de tudo, é notável por sua alta confiabilidade e seu custo de instalação muito baixo. A medição do nível hidrostático é, portanto, vista como sendo particularmente simples e robusta pelos seus usuários. (Derencio, 2018).

Sensores do tipo *Reed Switches*, são sensores discretos que detectam nível de líquidos em tanques e reservatórios na altura em que forem instalados, com

contato ON/OFF como saída. São considerados sensores de baixa potência, pois não são usados diretamente para o acionamento de bombas de água, que possuem potência e correntes altas. Os sensores trabalham numa potência aproximada de 20W, gerando uma corrente suficiente para sinalizações de nível através de uma lâmpada ou aviso sonoro, em sistemas de controles digitais. (EICOS, 2021).

Pelo fato de ficarem fixos em um ponto do reservatório, os Sensores de Nível não são influenciados por ondulações e vibrações no reservatório e garantem uma melhor confiabilidade e repetibilidade se comparados a outros tipos de detectores de nível, como as antigas chaves boia.

Figura 4: Sensor com exemplo de montagem em tubo de pvc.



Fonte: Eicos (2021)

Tabela 1: Comparação das tecnologias de medição de nível.

Orçamentos	Proposta A	Proposta B	Projeto TCC
Tecnologia	digital ON/OFF	hidrostática	digital ON/OFF
Instalação	interior	interior	interior
Distância	pontual	10 metros	pontual
Precisão	pontual	0,25% F.E	pontual
Material	poliacetal	inox/teflon	poliacetal
Saída	contato seco	4-20mA	contato seco
Valor(uni)	R\$ 33,00	R\$ 1.500,00	RS132,00

Fonte: do autor (2021)

Na tabela 1 apresentam-se as principais tecnologias com características distintas, levantadas a partir do contato com fabricantes e fornecedores dessas tecnologias. De forma comparativa, na última coluna apresenta-se o funcionamento a ser desenvolvido neste trabalho, onde se pretende desenvolver um equipamento mais competitivo.

3. PROCEDIMENTOS EXPERIMENTAIS / METODOLOGIA

Com o objetivo de esclarecer o desenvolvimento do trabalho atual, foram divididos por etapas cada processo, seguindo a ordem de evolução dos principais procedimentos executados com base nas necessidades do cliente. Durante a evolução de cada etapa serão discutidos os principais assuntos que fazem parte da mesma assim como os resultados obtidos durante a execução.

3.1. ETAPA 1 – LEVANTAMENTO DAS NECESSIDADES DO CLIENTE

Com o intuito de estabelecer a sensação real dos problemas que norteiam o funcionamento do sistema hidráulico predial que surgiram durante a execução de manutenções assim como suas dificuldades de execução e também durante conversas diretas com síndicos e zeladores onde reforçaram a necessidade do desenvolvimento do projeto e sua importância, pois, além disso, norteiam também as necessidades da água para a sobrevivência humana.

O procedimento atual quando ocorre à falta de água é ir até o local de comando das bombas onde no cliente atual por ser um condomínio do tipo horizontal com seis blocos fica localizada na parte dos fundos em uma única estrutura em forma de torre de aproximadamente 30 metros de altura onde no topo da mesma fica localizada a caixa d'água e há 20 metros a cisterna como pode ser visto na Fig. 5.

O sensor utilizado para acionamento das bombas e proteção contra a falta de água era do tipo chave-boia que possui uma esfera metálica interna que com a mudança de posição desloca a esfera e aciona uma micro chave mecânica interna e que muitas vezes ocorre o trancamento desta esfera gerando diversos problemas.

Portando, foi discutido um tipo de sensor que tivesse uma melhor confiabilidade, preço acessível e que possibilitasse o controle de mais de um ponto de nível onde cada cliente poderá escolher o que deseja, no caso do cliente atual foi definido três pontos de nível na caixa d'água e um ponto para proteção contra acionamento da bomba a seco na cisterna e foi utilizado o sensor de nível pontual magnético, onde as necessidades se resumem em:

- ✓ Eliminar a necessidade de subir até os reservatórios de água;
- ✓ Envio da informação até o nível térreo e *online*;
- ✓ Antecipar o diagnóstico de problemas para manutenções;
- ✓ Aumentar a economia, segurança e comodidade;

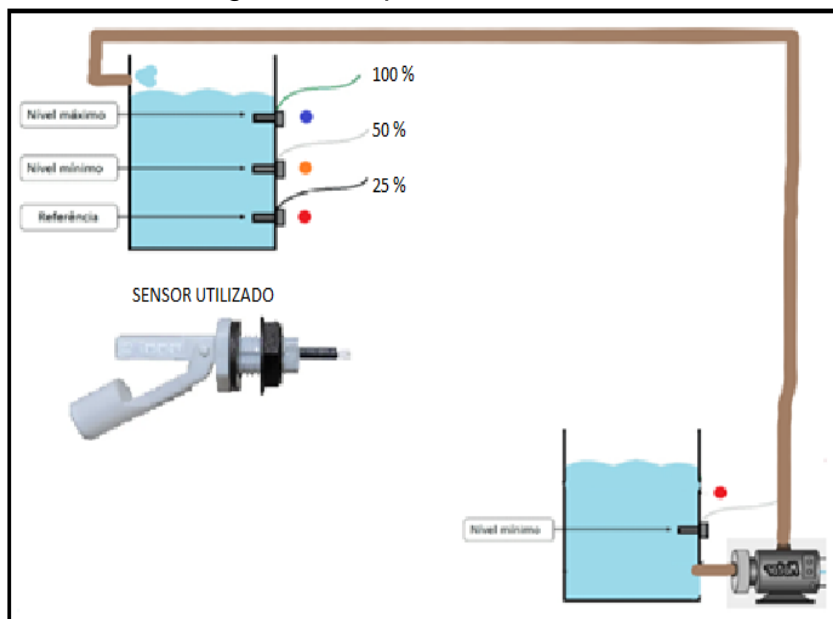
Figura 5: Torre dos reservatórios.



Fonte: do autor (2021)

Para execução do projeto, foram definidos três pontos de medição de nível na caixa d'água e um ponto de medição de nível na cisterna como pode ser visto na Fig. 6.

Figura 6: Esquema dos sensores.



Fonte: do autor (2021)

Para a montagem dos sensores foi utilizado tubo de PVC, Poli(cloreto de vinila) com adaptador para que a fiação não possua contato com a água evitando desgastes e aumentando a vida útil dos sensores e como a distância de medição é superior a 20 metros foi utilizado fonte de alimentação de 24 Vcc. A distância de cada ponto de nível foi de 37 cm para a caixa d'água totalizando 1,11 metros e um ponto para a cisterna como pode ser visto na Fig. 7.

Figura 7: Barra multiponto de nível da caixa d'água.



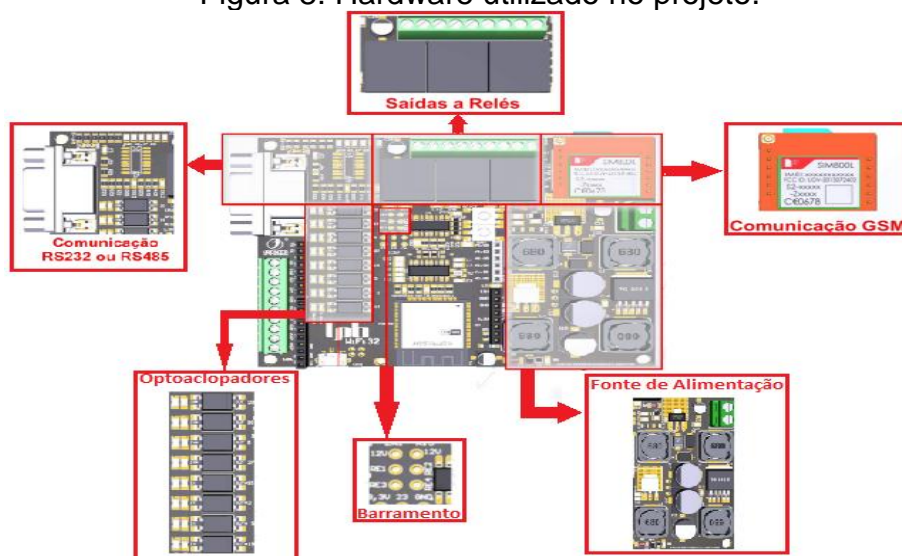
Fonte: do autor (2021)

3.2. ETAPA 2 – ESQUEMA ELETRÔNICO E VISUALIZAÇÃO LOCAL

Com o levantamento das necessidades do cliente, foi definida a placa eletrônica que irá realizar tanto a medição dos níveis e envio das informações como também o acionamento do painel elétrico das bombas d'água e medição de temperatura. Dessa forma, ter conhecimento do hardware necessário é de extrema importância para o desenvolvimento do projeto de maneira que viabilize o desenvolvimento em termos de custo e possibilidade de melhorias ou mudanças para necessidades diferentes.

O hardware proposto trabalha com a plataforma ESP32 e interface de desenvolvimento (IDE) do Arduíno ou Visual Studio Code para programação, possui conectividade *WiFi* e *Bluetooth onboard*. Possui um borne para alimentação entre 15-30 Vcc onde foi definido uma fonte de 24Vcc/1,25A com consumo de 380mW, três saídas a relés para acionamento de sirenes de alarme e comando do painel elétrico, Comunicação RS232 ou 485 configuráveis e 8 opto acopladores que podem ser configurados em hardware como entradas NPN, PNP ou saídas coletor aberto para o acionamento ou leitura de periféricos que necessitam isolamento em relação ao microcontrolador. O Hardware separado em partes pode ser visto na Fig. 8.

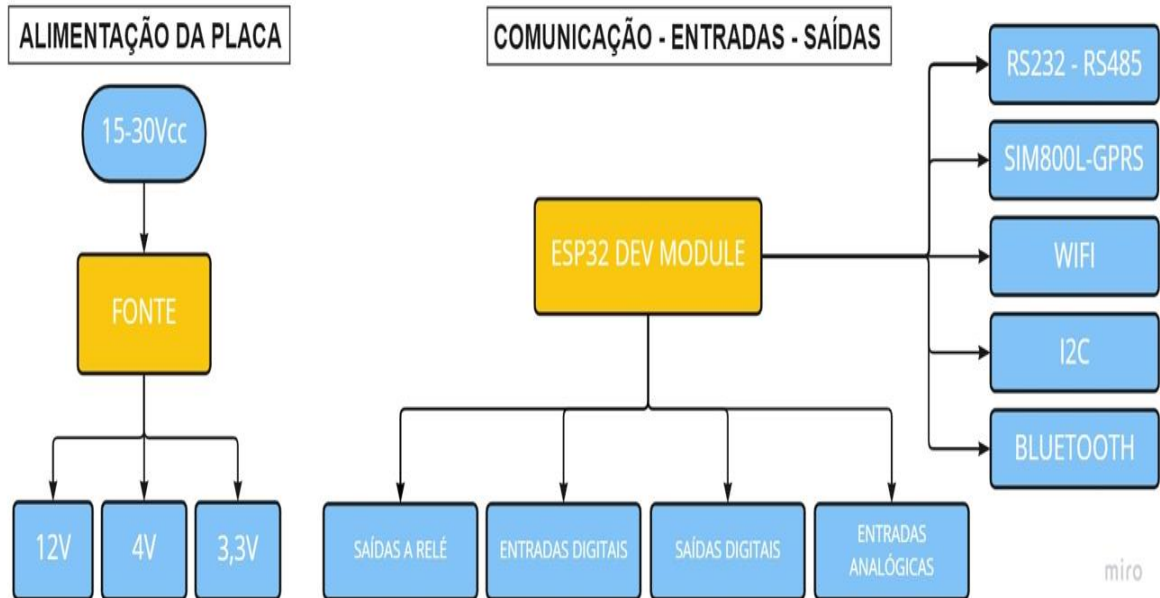
Figura 8: Hardware utilizado no projeto.



Fonte: Crescer (2022)

Na Fig. 9 é possível analisar a construção lógica da placa.

Figura 9: Fluxograma do esquema eletrônico da placa.



Fonte: do autor (2022)

3.2.1. Indicação através de Display LCD.

Neste protótipo foi previsto também o uso de um display LCD 16x2 com conexão I²C (*Inter-Integrated Circuit*), onde a transmissão de dados é feita com apenas duas linhas, o Serial Data (SDA) e o Serial Clock (SCL). O SDA é responsável por enviar e receber os dados e o SCL para criar um *clock* que sincroniza os sistemas.

Através da visualização do display LCD, podemos saber como se encontram os níveis dos reservatórios, a indicação dos estados dos alarmes e funcionamento do sistema como pode ser visto na Fig. 10, exemplo que foi utilizado para testes dos sensores de nível, temperatura e validação do projeto.

Esse tipo de display foi escolhido pelo seu baixo custo comparado ao display TFT gráficos (*Thin Film Transistor* ou Transistor de Película Fina), pois o projeto precisa ser funcional e objetivo com custo acessível.

Figura 10: Display LCD com indicação do nível atual.



Fonte: do autor (2022)

3.2.2. Indicação através de entradas e saídas digitais.

Com o objetivo de garantir o funcionamento de todo o sistema, foram definidos além do monitoramento dos níveis dos reservatórios, os estados de funcionamento das Bombas d'água como, por exemplo, o *status* dos motores e temperatura das partes que fazem a drenagem e descarga, pois são as partes que aquecem quando a bomba trabalha a seco (sem água), por alguns motivos como a falta de uma das fases da rede de alimentação, trancamento do eixo do motor por defeito nos rolamentos, inversão de giro do motor por instalação incorreta ou problemas no motor.

O sensor utilizado para fazer a medição de temperatura foi o sensor DS18B20 como pode ser visto na Fig. 11 e por ser a prova d'água é ideal por ser um ambiente húmido e outra boa vantagem desse sensor é que, caso você tenha a necessidade de medir a temperatura em uma distância relativamente afastada do controlador, por ele utilizar o protocolo OneWire (criado pela *Dallas Semiconductor*), é possível realizar a leitura sem ter problemas com interferências causadas pela distância.

Figura 11: Sensor utilizado a prova d'água.



Fonte: Electrofrio (2022)

Além disso, esse protocolo tem como diferencial o fato de utilizar apenas um cabo de comunicação, assim utilizando somente um pino do controlador pode-se ligar mais de um sensor, ele trabalha com tensões entre 3.0 – 5.0 VDC e lê temperaturas entre -55°C a + 125°C com precisão de $\pm 0.5^\circ\text{C}$ e para estabilizar a leitura do sensor é necessário à utilização de um resistor de 4,7 k Ω (*pull-up*) junto ao fio de dados.

A placa eletrônica do projeto contém três saídas à relé, uma para acionamento de cargas como as contadores de comando das bombas, além de uma sirene para que quando qualquer situação anormal ocorrer com o sistema ela será ativada avisando o zelador ou quem estiver no local que algo está errado e uma terceira saída para uso geral que poderá ser usada para acionamento de uma segunda sirene ou qualquer outra situação que necessite, como por exemplo, em local que possui bomba submersa contra alagamentos em caso de transbordo da cisterna.

3.3. ETAPA 3 – MONTAGEM DO PAINEL.

Com todos os principais detalhes definidos pode-se avançar com a montagem do painel. Conforme a representação na Fig. 12, todas as furações e fixação das partes foram necessárias para a colocação dos periféricos da parte externa como os botões e sinalização e os componentes internos faltando apenas à identificação dos botões e sinalização da parte frontal da caixa.

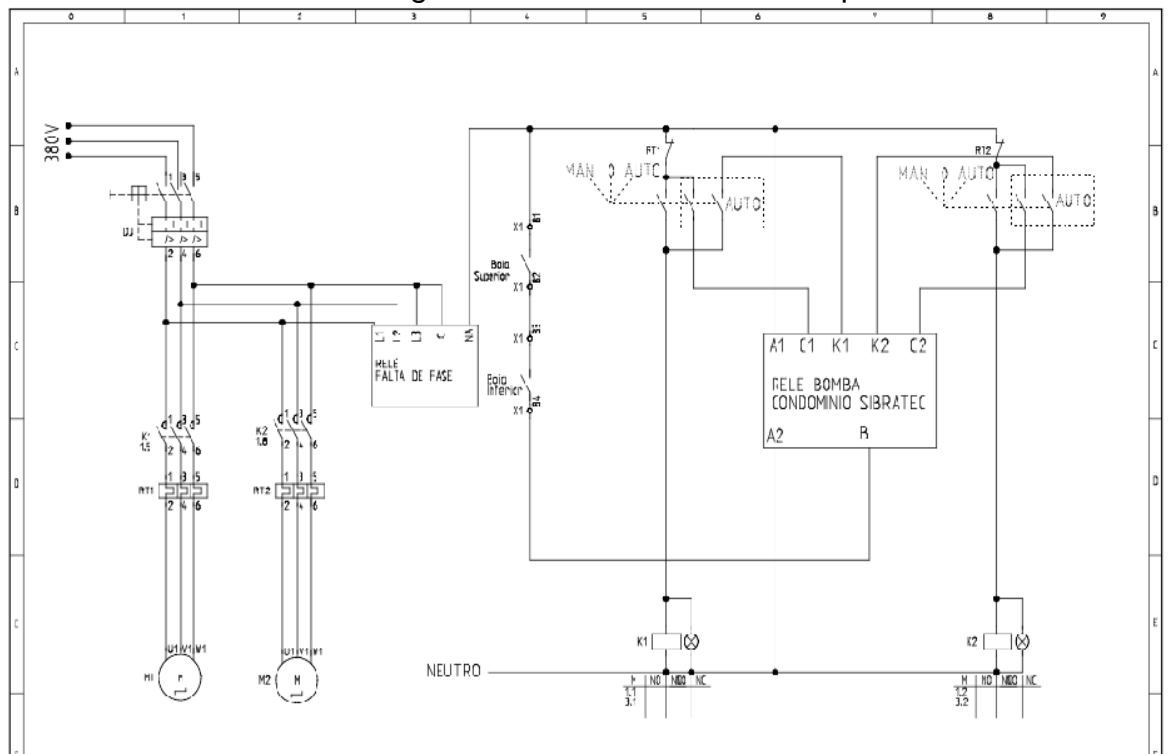
Figura 12: Ilustração do equipamento montado.



Fonte: do autor (2022)

O esquema elétrico do painel pode ser visto na Fig. 13 demonstrando as principais ligações tanto da parte de potência como da parte de comandos elétricos com suas proteções e sinalização.

Figura 13: Comando elétrico do painel.



Fonte: sibratec (2022)

Nessa etapa já se tem conhecimento de todos os componentes que foram utilizados para montagem do painel como a caixa, componentes eletrônicos, elétricos e mecânicos, assim como os valores dos componentes e montagem. Na Tab. 2 listaram-se resumidamente os valores para a fabricação de um único equipamento, as despesas para venda e serviços de instalação, sem considerações relacionadas a imposto sobre o produto.

Tabela 2: Detalhamentos dos valores do equipamento.

Custos	Valores
Componentes eletrônicos	R\$ 793,00
Componentes elétricos	R\$ 652,19
Caixa e componentes mecânicos	R\$ 490,00
Montagem do equipamento	R\$ 500,00
testes	R\$ 100,00
desenvolvimento do software	R\$ 500,00
Instalação	R\$ 1.000,00
Total	R\$ 4.035,19

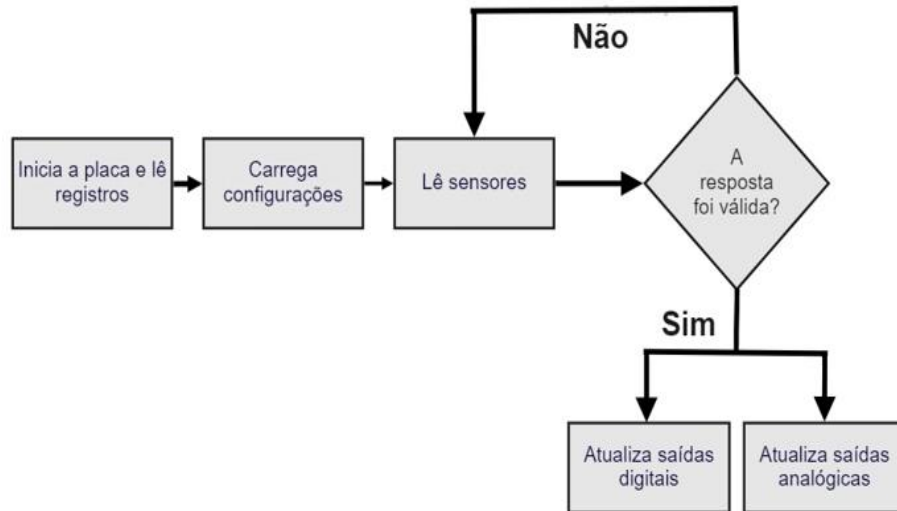
Fonte: do autor (2022)

3.4. ETAPA 4 – PROGRAMAÇÃO DO MICRO CONTROLADOR ESP32.

Para a programação foi utilizado o ambiente do Arduíno-IDE, pois ele é compatível com o ESP32 utilizando as bibliotecas necessárias. O ESP32 pode usar o sistema operacional FREERTOS na ESP-IDF. O ESP32 também pode ter um firmware de comandos AT (tanto para Wi-Fi como para Bluetooth). Além disso, mais recentemente, a linguagem MicroPython foi adaptada para o ESP32.

Na Fig. 14 abaixo está representado o fluxograma de funcionamento do programa desenvolvido, onde todas as rotinas de leitura e acionamento da parte eletrônica são tratadas.

Figura 14: Fluxograma lógico da programação.

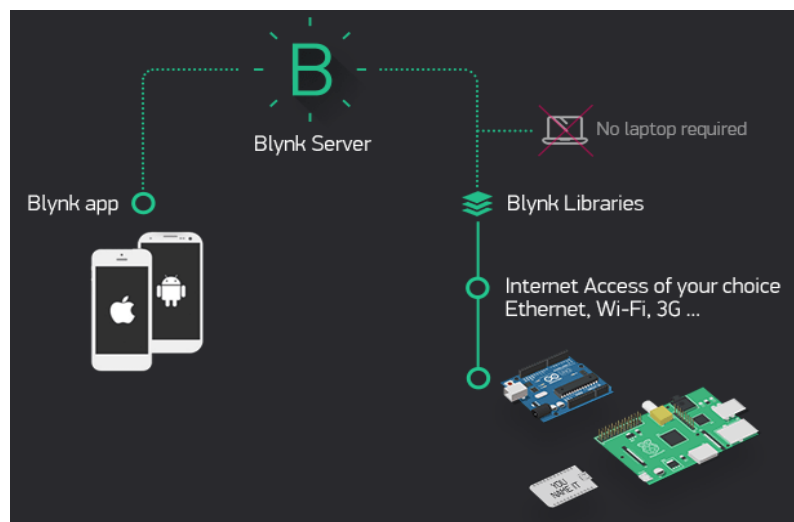


Fonte: do autor (2022)

3.5. ETAPA 5 – TRANSMISSÃO DE DADOS PARA PLATAFORMA ON-LINE.

Com o objetivo de visualização e monitoramento das informações *on-line*, dos sensores e comando dos motores, foi utilizada a plataforma *Blynk* IOT, uma plataforma gratuita desenvolvida para aplicações em Internet das Coisas (*Internet of Things – IoT*). A criação das interfaces é bastante simples, bastando apenas arrastar os *widgets* (botões, chaves, displays) e depois realizar a configuração dos mesmos. Ela funciona tanto em dispositivos Android como iOS. Na Fig. 15 ilustra a arquitetura da plataforma.

Figura 15: Arquitetura de funcionamento da plataforma *Blynk* IOT.



Fonte: blog da robótica (2022)

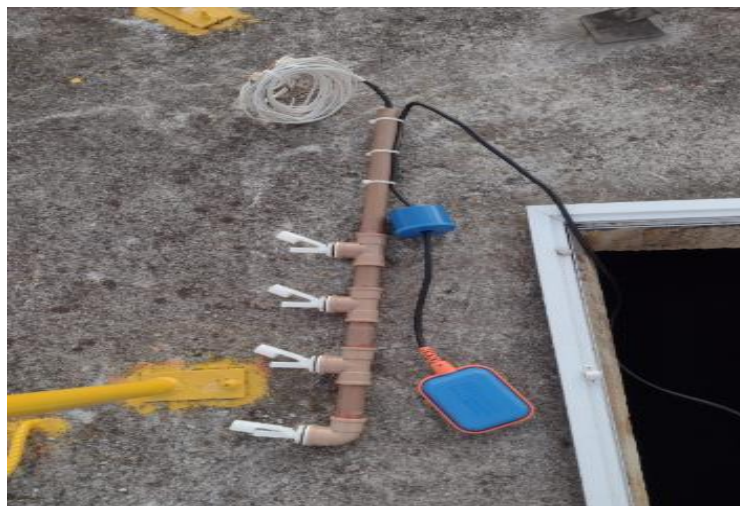
4. RESULTADOS

Para a validação do produto, foram primeiramente feitos todos os testes em bancada e após comprovado o funcionamento foi instalado um protótipo no cliente em estudo como demonstrado no capítulo 4 para ter uma resposta real dos testes com relação aos sensores utilizados e problemas que o ambiente poderia trazer. Assim pode-se alcançar mais rapidamente uma garantia de funcionamento e ao mesmo tempo fazer uma breve demonstração para o cliente de como funcionará o produto e quais as vantagens que irá proporcionar.

4.1. MONTAGEM DA HASTE DE FIXAÇÃO DOS SENSORES.

Para a primeira versão do projeto, foi definido o uso dos sensores pontuais por ser de baixo custo comparado ao sensor hidrostático como demonstra na Tab.1 e para montagem foi utilizado tubo de pvc de meia polegada para fixação não ficar exposta a umidade. A vedação dos sensores para que não entre água já que irá ficar submerso na maioria das vezes, é de extrema importância e foi feito com cola adesiva para cano de pvc e deixado uma semana em funcionamento para comprovar que não irá entrar água após a instalação do produto final Como pode ser visto na Fig. 16.

Figura 16: Barra de sensores para testes.



Fonte: do autor (2022)

4.2. MONTAGEM DO DISPLAY LCD.

Um dos problemas encontrados foi após a fixação do display na caixa metálica com relação à comunicação I2C que possui limites de distancia de instalação e como no projeto ele precisou ficar á 50 cm aproximadamente do microcontrolador não apresentou bom funcionamento. Para resolver este problema foram feitas algumas pesquisas e encontrado a solução utilizando um cabo específico para comunicação e aterramento da malha, além de resistores de 1K ohms configurados como Pull-Ups e para fixação do display no painel foi previsto uma moldura em acrílico fumê como pode ser visto na Fig.17.

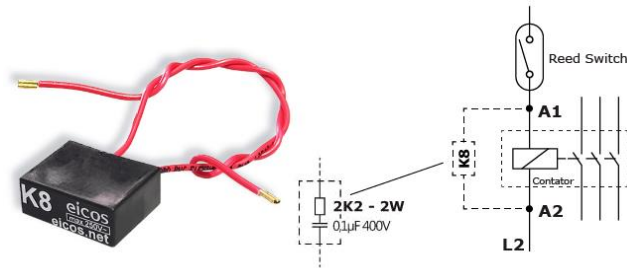
Figura 17: Fixação do display LCD no painel.



Fonte: do autor (2022)

Além disso, o projeto integra componentes eletrônicos em conjunto com componentes elétricos como, por exemplo, contadores, displays LCD, relés e sensores. Foram então previstos proteções contra picos de tensão gerados pelo chaveamento do contator. No caso de motores ou diversas cargas indutivas surge uma FEM (força eletromotriz) no desligamento do contator diminuindo a vida útil dos componentes e dificultando o bom funcionamento de todo o sistema. O filtro supressor foi à solução encontrada e nada mais é do que um filtro RC (resistor em série com capacitor). O próprio fabricante dos sensores utilizados no projeto recomenda a instalação dos filtros e foi utilizado o modelo que o fabricante fornece como pode ser visto na Fig.18.

Figura 18: Modelo do filtro e esquema de ligação.



Fonte: eicos (2022)

4.3. MONTAGEM DA ANTENA *Wi-Fi*.

Como a comunicação da placa é feita pelo sinal da rede Wi-Fi e o painel do projeto ser feito de material metálico com tampa que ficará fechado durante o funcionamento, foi previsto a instalação de uma antena externa na lateral do painel como pode ser visto na Fig.19, já que espelhos e superfícies metálicas tem um alto poder de refletir o sinal Wi-Fi interferindo na sua propagação significativamente. Foi então instalado a antena Omni 3dBi 2.4GHz com Conector SMA com Cabo Pigtail U.FL com conector RP-SMA Fêmea 15cm que se encaixou perfeitamente com a placa aumentando a confiabilidade da comunicação.

Figura 19: Representação da montagem da antena.

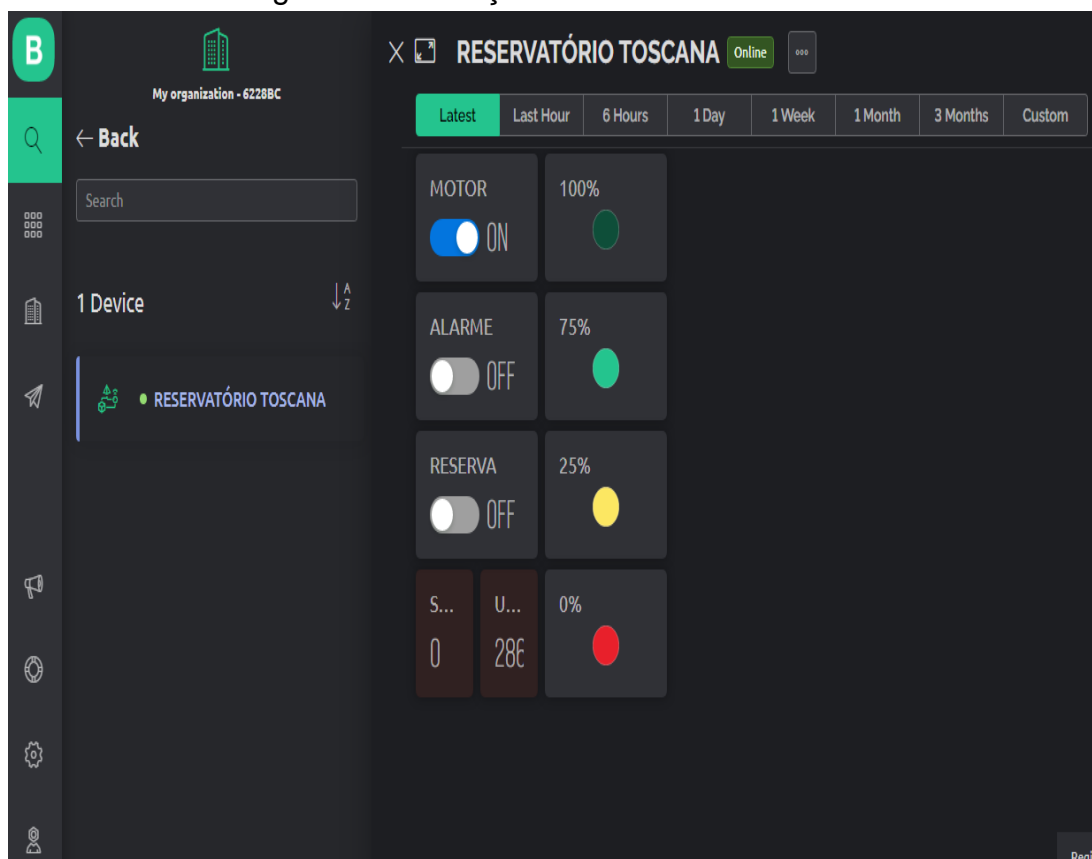


Fonte: do autor (2022)

4.3. DESENVOLVIMENTO NA PLATAFORMA BLYNK IOT.

Para o desenvolvimento da plataforma, para que se possam supervisionar os níveis tanto da caixa d'água, da cisterna, comando dos motores e recebimento de alarmes do sistema, foram definidos três sensores representando a caixa d'água, um sensor representando a cisterna e três comandos remoto sendo um relé para os motores, um relé para o alarme e um relé reserva de uso geral como pode ser visto na Fig.20. A saída de alarme é acionada tanto pelo sensor da cisterna (nível 0%), que corresponde ao nível crítico, como pelos sensores de temperatura das bombas.

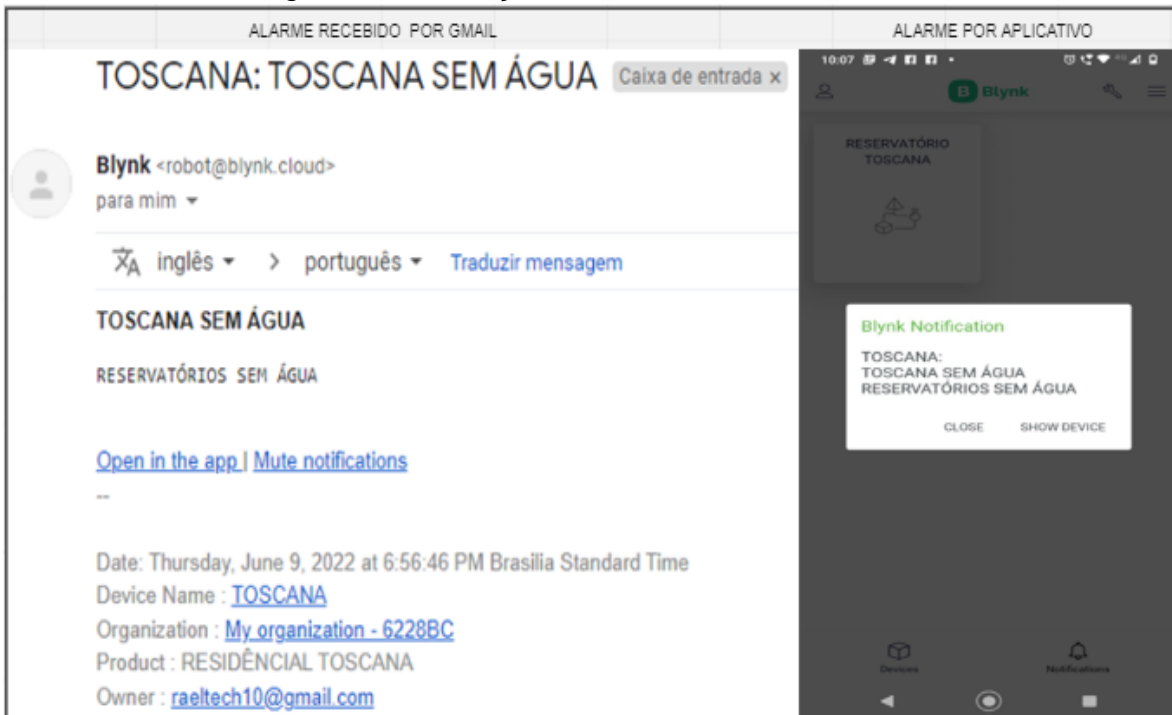
Figura 20: Ilustração da tela de monitoramento.



Fonte: do autor (2022)

Já na Fig.21, demonstra uma simulação de um alarme gerado pela plataforma tanto no aplicativo á direita, como por Gmail á esquerda em caso da saída de alarme da placa for acionada.

Figura 21: Ilustração das telas de monitoramento.



Fonte: do autor (2022)

5. CONCLUSÕES

Na execução deste projeto, foi pensado em desenvolver um sistema de baixo custo e com acesso a informação dos problemas que ocorrem com o sistema hidráulico predial através de um sistema de proteção das bombas e sensores mais eficientes para o comando das bombas e visualização dos níveis dos reservatórios.

A partir dos resultados obtidos, verificou-se o bom funcionamento do sistema no tempo que foi conseguido, comprovando que pode ser a solução dos gastos com manutenções e falta de água inesperada em condomínios.

Portanto o projeto proposto traz uma solução científica que garante não só o bom funcionamento como também o acesso à informação do sistema em comparação aos sistemas atuais existentes comprovados a partir dos resultados obtidos com a primeira versão do projeto instalado no cliente.

Em relação ao âmbito financeiro, comparado aos sistemas atuais existentes, mostrou-se com ótimo custo benefício, pois trás todos os requisitos principais necessários sendo comprovado com alguns clientes que em demonstração do sistema em funcionamento se mostraram interessados na

implantação em seus condomínios como no caso do Condomínio Residencial Toscana em Criciúma.

Com o intuito de dar continuidade no desenvolvimento deste projeto, a intenção é desenvolver a segunda versão do equipamento com o uso do sensor hidrostático que irá possibilitar não somente a visualização dos níveis dos reservatórios como também o volume total podendo então ser capaz de calcular o gasto médio de água que o condomínio possui, além de um aplicativo profissional.

REFERÊNCIAS

MARETTI, W. de A.; Sistema Microcontrolado Para o Corte No Fornecimento De Água Por Meio Remoto. 2008. 96 f. Monografia – Faculdade de Engenharia Elétrica, Centro Universitário de Brasília, Brasília – DF, 2008.

MUHURI, Pranab K.; SHUKLA, Amit K.; ABRAHAM, Ajith. Industry 4.0: A bibliometric analysis and detailed overview. Engineering Applications Of Artificial Intelligence: The International Journal of Intelligent Real-Time Automation. Elsevier, p. 218- 235. dez. 2018.

NASARUDDIN, Fariza et al. Big IoT Data Analytics: Architecture, Opportunities, and Open Research Challenges. Ieee Acess. University Malaya Research Grant (umrg), p. 5247-5261. 17 maio 2017.

NATALE, F; Autom ação Industri al. São Paulo, Érica, 10ª Ed. 2008

PAZOS, Fernando. Automação de sistemas e robótica. Rio de Janeiro: Axcel Books do Brasil Editora Ltda, 2002.

PETRASCH, Roland; HENTSCHEKE, Roman. Cloud Storage Hub: Data Management for IoT and Industry 4.0 Applications. The 2016 Management And Innovation Technology International Conference (miticon-2016). Bangkok, Thailand, p. 1-4. jan. 2016

GÖKALP, Mert Onuralp et al. BIG DATA FOR INDUSTRY 4.0: A CONCEPTUAL FRAMEWORK. 2016 International Conference On Computational Science And Computational Intelligence. Informatics Institute, Middle East Technical University, Ankara, Turkey, p. 1-4. 2016.

AGRADECIMENTOS

À Deus por poder estar presente e ter colocado pessoas especiais em minha vida, ao meu orientador Prof. Cleber Lourenço Izidoro pela disponibilidade e ensinamentos, ao meu coordenado Prof. Dr João Mota pelo incentivo, paciência e apoio. E em especial à minha esposa pela compreensão na minha ausência e incentivo nesta etapa tão importante.