

INFORMATIZAÇÃO DAS ATIVIDADES DESEMPENHADAS POR CONTROLES DE PORTÕES ELETRÔNICOS

Data de submissão: 02/01/2025

Data de aceite: 02/01/2025

Alex Silva

Análise e Desenvolvimento de Sistemas
(IFRO/Ji-Paraná).

Jackson Henrique da Silva Bezerra

Doutor em Desenvolvimento Regional e
Meio Ambiente(PGDRA/UFRO). Professor
do IFRO/Ji-Paraná.

Fabício Moraes de Almeida

Doutor em Física(UFC). Esp. em
Análise e Desenvolvimento de Sistemas
(FUNIP). Professor do Departamento de
Engenharia Elétrica – UFRO.

RESUMO: Os portões eletrônicos, tornaram-se elementos fundamentais na automação, segurança e privacidade de residências ou empresas. Este trabalho propõe o desenvolvimento de uma solução tecnológica para o gerenciamento de portões eletrônicos deslizantes, integrando conceitos de Internet das Coisas (IoT) e automação residencial. O objetivo principal foi criar um sistema acessível e funcional que permita o controle remoto dos portões por meio de dispositivos móveis, com operação tanto via internet quanto Bluetooth, mesmo em condições adversas de conectividade. A metodologia baseou-se no estudo de

caso, utilizando uma perspectiva qualitativa descritiva e a metodologia ágil Scrum para o desenvolvimento do sistema. Os resultados demonstraram a viabilidade da solução, com funcionalidades como controle remoto eficiente, registro de histórico de operações, abertura parcial dinâmica e inclusão simplificada de usuários. A solução supera limitações dos sistemas existentes, oferecendo maior acessibilidade, controle e segurança para os usuários.

PALAVRAS-CHAVE: Portão eletrônico. Desenvolvimento. Automação residencial. IoT. Inovação. Controle remoto.

ABSTRACT: Electronic gates have become fundamental elements in the security and privacy of homes and businesses. This work proposes the development of a technological solution for the management of electronic sliding gates, integrating Internet of Things (IoT) and home automation concepts. The main objective was to create an accessible and functional system that allows remote control of the gates using mobile devices, with operation via both the internet and Bluetooth, even in adverse connectivity conditions. The methodology was based on the case study, using a descriptive qualitative perspective and the agile Scrum

methodology for system development. The results demonstrated the viability of the solution, with features such as efficient remote control, recording of operations history, dynamic partial opening and simplified user inclusion. The solution overcomes limitations of existing systems, offering greater accessibility, control and security for users.

KEYWORDS: Electronic gate. Development. Home automation. IoT. Innovation. Remote control.

1 | INTRODUÇÃO

Com o avanço das tecnologias na atualidade, a sociedade testemunha a rápida evolução de dispositivos e sistemas que moldam significativamente nosso cotidiano (CARVALHO e LORENA, 2017). Nesse contexto, os portões eletrônicos deslizantes, elementos fundamentais na segurança e praticidade residencial, estão sujeitos a aprimoramentos que refletem as inovações contemporâneas. Observa-se a necessidade de integrar os benefícios proporcionados pela automação residencial e pela Internet das Coisas (IoT) a esses dispositivos (FERRARI *et al.*, 2021).

A presente pesquisa visa explorar e desenvolver uma aplicação inovadora para o gerenciamento de portões eletrônicos deslizantes, permitindo seu controle por meio de dispositivos móveis. Ao identificar as limitações dos atuais sistemas disponíveis, a proposta busca superar alguns obstáculos. A introdução de um dispositivo eletrônico específico, interligado à central do portão, possibilitará uma comunicação eficiente e sem fio com dispositivos móveis, tornando-se uma solução mais acessível.

Com o mundo moderno, o surgimento de novas tecnologias é constante, abrindo um leque de ideias e oportunidades que possibilitam importantes avanços em nosso modo de vida (MORAES, 2018). Ao analisar o funcionamento dos atuais portões eletrônicos, observa-se que é possível melhorá-los com a adição de novos recursos e tecnologias que se tornaram bastante populares na atualidade.

Esta pesquisa tem como foco desenvolver e apresentar uma nova aplicação e dispositivo para o gerenciamento das atividades dos portões eletrônicos deslizantes, garantindo seu controle a partir de dispositivos móveis por meio de conceitos de automação residencial e Internet das Coisas. Atualmente, já existem alguns dispositivos de funcionalidade semelhante e disponíveis ao consumidor, porém não funcionam sem conexão com a internet (ROCHA JÚNIOR, 2014). Para que seja possível controlar o portão diretamente através de dispositivos móveis, foi desenvolvido um dispositivo eletrônico para intermediar a comunicação entre a central do portão eletrônico e os dispositivos móveis. O dispositivo foi interligado fisicamente à central do portão eletrônico, enquanto os comandos do dispositivo móvel, pelo aplicativo, serão enviados e recebidos por conexão sem fio.

A escolha do microcontrolador ESP32 para o desenvolvimento do hardware foi feita levando em consideração seu baixo custo e, principalmente, o suporte a múltiplas conexões sem fio como Wi-Fi e Bluetooth (SANTOS e LARA JUNIOR, 2019). Permitindo que o usuário

opere o portão eletrônico mesmo na falta de conexão com a internet, sendo utilizado o Bluetooth para configuração do portão e como segunda opção de controle. A distância até o portão deixará de ser uma limitação, pois dispositivos conectados funcionarão de qualquer local que tenha conexão com a internet. Como o controle e utilização do portão eletrônico se dará por meio de dispositivos móveis do próprio utilizador, o processo de configuração e inclusão de novos usuários é simplificado, dispensando a necessidade de aquisição de novos controles do próprio portão.

Com o uso da tecnologia desenvolvida neste projeto, os usuários conseguirão controlar seus portões eletrônicos pelo celular. Será mais fácil a inclusão de novos usuários para o uso do portão eletrônico, sem gerar custos adicionais por usuário com a compra e a configuração de novos controles. Além disso, é registrado o histórico de acionamento do portão, indicando o portão, o responsável e a data e hora, e o portão poderá ser acionado pelo celular mesmo que não tenha conexão de internet.

O objetivo geral do projeto é desenvolver um sistema para a informatização das atividades desempenhadas por controles de portões eletrônicos. Para atingir este objetivo, foram estabelecidos os seguintes objetivos específicos: revisar o estado da arte referente aos recursos e tecnologias IoT necessários para o desenvolvimento do projeto; desenvolver um protótipo de hardware para integrar na placa controladora do motor do portão eletrônico; analisar, projetar, desenvolver e testar um firmware para realizar a comunicação do protótipo de hardware com o portão eletrônico; analisar, projetar, desenvolver e testar um aplicativo móvel para realizar a abertura do portão eletrônico; e analisar, projetar, desenvolver e testar o servidor da aplicação.

2 | METODOLOGIA DA PESQUISA APLICADA

Visando atingir os objetivos propostos, é fundamental compreender os métodos aplicados neste estudo, pois eles fornecem, de maneira organizada, a direção e o foco necessários para encontrar soluções para os problemas apontados no objeto de estudo. Os conceitos de metodologia são determinantes no desenvolvimento da pesquisa, e, portanto, as perspectivas do pesquisador devem seguir seus fundamentos. O estudo de caso, amplamente difundido no meio científico, pode ser aplicado em diferentes áreas do conhecimento. Contudo, para utilizar essa abordagem, é essencial compreender suas definições (CASTRO FILHO, FREIRE e MAIA, 2021, p. 3-4).

Proetti (2017, p. 3) descreve os tipos de investigação que podem ser adotados: a pesquisa quantitativa, caracterizada pela objetividade e precisão, utiliza dados mensuráveis; enquanto a pesquisa qualitativa busca compreender, analisar e descrever eventos relacionados à pesquisa. Ambas as abordagens podem ser combinadas, dependendo do objeto de estudo. É importante destacar que o estudo de caso, por envolver uma análise mais aprofundada, frequentemente utiliza a abordagem qualitativa. Essa abordagem

permite explorar fenômenos e circunstâncias de interesse do pesquisador.

Conforme Castro Filho et al. (2021, p. 8), o estudo de caso apresenta três perspectivas distintas: descritiva, exploratória e explicativa. Neste trabalho, foi realizada uma investigação qualitativa com abordagem descritiva, por meio do estudo de caso. Essa escolha possibilita detalhar os processos necessários para solucionar os problemas levantados, permitindo ao leitor compreender cada etapa do processo de solução.

2.1 Metodologia de Desenvolvimento de Projeto

O desenvolvimento de software é uma atividade complexa que exige planejamento estruturado e a adoção de metodologias adequadas para garantir eficiência e qualidade. Para este projeto, foi utilizada a metodologia ágil Scrum, que organiza o trabalho em ciclos iterativos e incrementais, denominados Sprints. Os principais eventos do Scrum incluem *Sprint Planning*, *Daily Scrum*, *Sprint Review* e *Sprint Retrospective*, que estruturam o processo e promovem a melhoria contínua. A metodologia utiliza artefatos como o *Product Backlog*, *Sprint Backlog* e Incremento, que organizam e monitoram o progresso do projeto de forma clara e objetiva. A escolha do Scrum justifica-se por sua flexibilidade e aplicabilidade em diferentes contextos, possibilitando a integração de equipes enxutas e a entrega constante de funcionalidades alinhadas às necessidades do cliente (SCHWABER, 2020).

Ferramentas como o Jira Software foram utilizadas para facilitar a implementação da metodologia, garantindo maior eficiência na gestão do projeto e reduzindo custos e retrabalhos. Assim, o Scrum oferece uma abordagem prática e ágil para alcançar os objetivos propostos com qualidade e eficácia. Ao final do projeto, foram realizadas 15 Sprints no total.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

A aplicação foi desenvolvida utilizando a arquitetura cliente-servidor para a comunicação entre todos os seus componentes. O aplicativo funciona como cliente, enquanto a camada *server-side*, composta pelo Servidor da Aplicação e o Broker MQTT, atua como servidor. O hardware da aplicação opera tanto como cliente quanto como servidor: nas comunicações via internet com a camada *server-side*, funciona como cliente; já nas comunicações Bluetooth diretamente com o aplicativo, atua como servidor.

A arquitetura é composta por diversos componentes que interagem de forma física ou sem fio. A comunicação entre o hardware e o portão eletrônico ocorre por meio de fios, sensores e atuadores. Já a comunicação entre o aplicativo e o hardware é sem fio e pode ocorrer via Bluetooth ou pela internet, que é o modo padrão (Figura 1). A conexão Bluetooth é utilizada durante a configuração inicial do portão ou em situações em que a internet não está disponível. Mesmo assim, as operações realizadas via Bluetooth são sincronizadas

com o servidor assim que a conexão com a internet é restabelecida. Quando conectada à internet, a aplicação envia comandos de acionamento à camada server-side, que os repassa ao portão eletrônico.

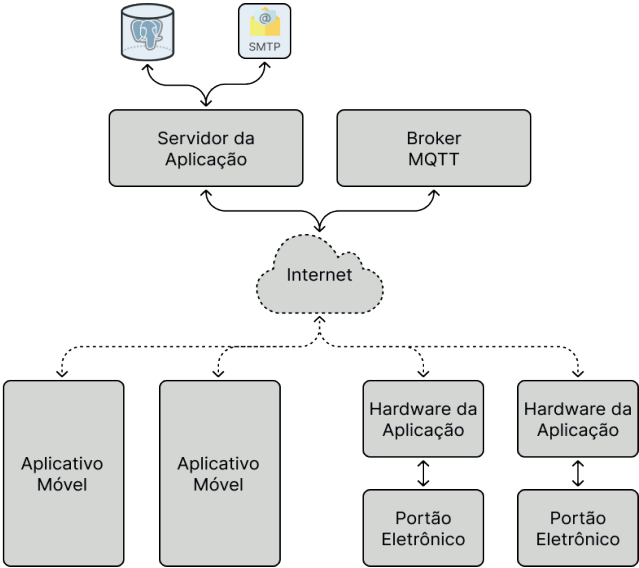


Figura 1 - Arquitetura Completa da Aplicação.

Fonte: Próprio autor, 2024.

Após ser acionado, o hardware registra a operação realizada no servidor. As informações registradas incluem o tipo de operação (abertura, fechamento, parada, acionamento), o portão acionado, o usuário responsável e a data e hora do acionamento. Esse histórico pode ser acessado posteriormente pelo aplicativo, que consulta os dados diretamente no servidor.

O aplicativo foi projetado para ser intuitivo e funcional, permitindo que os usuários configurem o portão, acessem informações sobre o funcionamento e realizem operações de abertura e fechamento. Conectado a uma API hospedada na internet, o aplicativo utiliza o protocolo HTTP e o formato JSON para a troca de dados. Essa integração garante autenticação segura, suporte a login e registro detalhado das operações realizadas.

A API também oferece funcionalidades para o gerenciamento de informações, como cadastro, consulta, atualização e exclusão de usuários, portões e localidades. Um recurso adicional é o envio automático de e-mails para novos usuários convidados, simplificando o processo de integração e fornecendo instruções claras para acessar o aplicativo e controlar o portão eletrônico. Todos os dados são armazenados com segurança em um banco de dados, assegurando integridade e alta disponibilidade.

Além disso, um Broker MQTT, hospedado na internet, atua como intermediário entre o aplicativo e o hardware do portão, utilizando o modelo de comunicação *publish-subscribe*.

Esse modelo, amplamente adotado em aplicações de Internet das Coisas (IoT), permite a transmissão eficiente de mensagens entre dispositivos, com suporte a recursos como segurança, qualidade de serviço (QoS) e retenção de mensagens.

3.1 Protótipo de Hardware

Inicialmente, foi desenvolvido um protótipo para realizar testes, com o objetivo de identificar o melhor arranjo de componentes e determinar os valores mais adequados para os componentes eletrônicos de cada funcionalidade do hardware. Após a definição do arranjo ideal, foi elaborado o diagrama esquemático da placa eletrônica.

Esse diagrama desempenhou um papel fundamental ao guiar o processo de construção da placa eletrônica definitiva. Por meio de símbolos padronizados, ele representa como os componentes do circuito eletrônico estão interligados, seus valores e suas características. Além disso, o diagrama serve como referência para análises e futuras otimizações, constituindo-se em um guia valioso ao longo de todo o ciclo de vida do projeto eletrônico. A Figura 2 apresenta o diagrama esquemático desenvolvido.

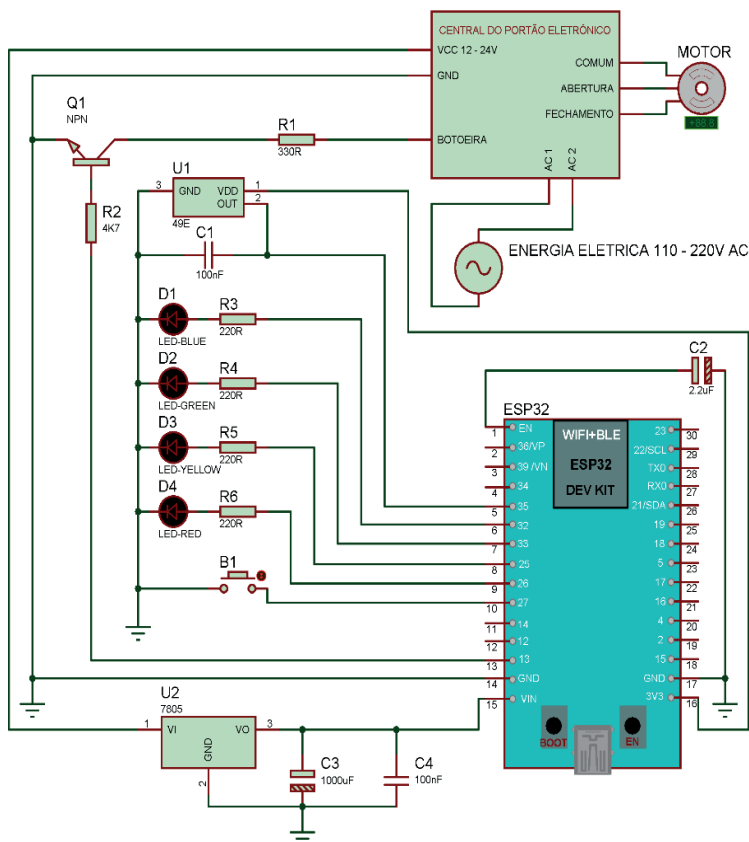


Figura 2 - Diagrama esquemático do hardware

Fonte: Próprio autor, 2024.

O principal componente do hardware é o microcontrolador ESP32, no qual o firmware desenvolvido é gravado. Para a alimentação elétrica, foi integrado ao circuito um regulador de tensão (U2), responsável por ajustar a tensão recebida da central do portão eletrônico ou de outra fonte externa para 5 volts, valor necessário para o funcionamento do ESP32. Essa tensão é estabilizada pelos capacitores C3 e C4. Além disso, foi incluído um botão (B1) para realizar o reset das configurações. A leitura do estado atual do portão é feita por meio de um sensor de efeito Hall linear (U1), em conjunto com o capacitor C1. A indicação do status de funcionamento do hardware é realizada por quatro LEDs indicadores (D1, D2, D3 e D4), cada um acompanhado por um resistor de limitação de corrente (R3, R4, R5 e R6). Para o acionamento da botoeira da central, utilizou-se um transistor (Q1) conectado aos resistores R1 e R2.

A montagem do hardware representou uma etapa crucial na concretização deste projeto. O processo começou com a seleção criteriosa de materiais e componentes, conforme detalhado na lista previamente elaborada, garantindo alinhamento com as necessidades e requisitos do projeto. Cada componente foi integrado ao circuito seguindo o arranjo previamente definido, assegurando a funcionalidade e o desempenho desejados. A atenção aos detalhes durante o processo de montagem não apenas garantiu a integridade do hardware, mas também estabeleceu as condições ideais para a eficiência e confiabilidade do sistema. Os componentes eletrônicos foram fixados na placa por meio de soldagem eletrônica, utilizando um ferro de solda aquecido a aproximadamente 300 °C e fio de solda, composto por uma liga de estanho e chumbo.

Inicialmente, os terminais dos componentes eletrônicos foram inseridos nos orifícios da placa. Em seguida, o ferro de solda foi encostado junto ao fio de solda, posicionados entre o terminal do componente e o cobre do orifício da placa, para assegurar a união. Após a fixação de todos os componentes na placa, foram realizadas as trilhas que conectam os componentes entre si, seguindo o projeto do modelo esquemático. Por fim, os fios e o sensor magnético foram soldados, completando a montagem da placa eletrônica (ver Figura 3).

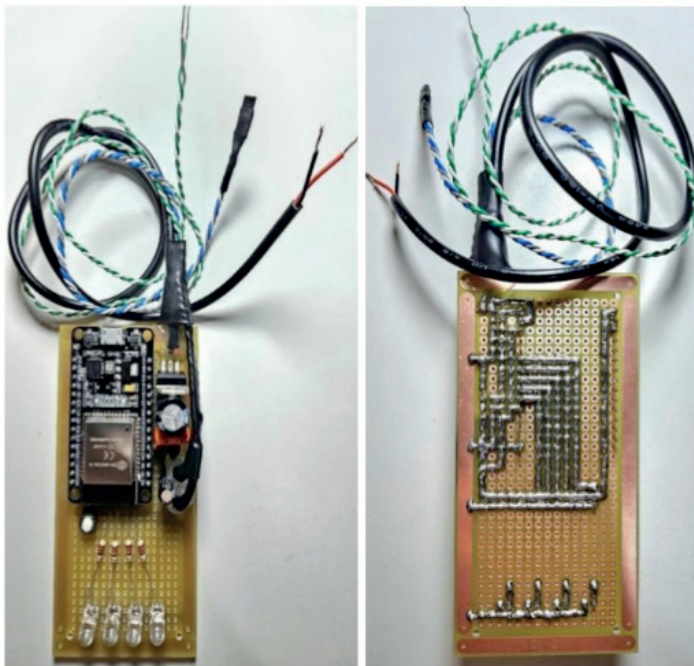


Figura 3 - *Hardware* finalizado.

Fonte: Próprio autor, 2024.

Com a conclusão deste processo, a placa eletrônica apresenta-se sólida e preparada para atender às demandas do projeto de forma consistente e confiável. A eficiência, qualidade e precisão empregadas em cada etapa de sua construção confirmam a viabilidade e o sucesso deste projeto eletrônico. Entretanto, ainda é necessário gravar no microcontrolador da placa o firmware desenvolvido, que constitui a inteligência responsável pelo funcionamento da placa. Essa etapa é fundamental para que o hardware execute as tarefas planejadas de acordo com as especificações definidas no projeto.

3.2 *Firmware do Hardware*

O firmware foi desenvolvido utilizando o framework ESP-IDF, fornecido pela própria fabricante do microcontrolador ESP32. Inicialmente, foi necessário configurar o ambiente de desenvolvimento, instalando o ESP-IDF e integrando-o ao VS Code. Com o ambiente devidamente configurado, deu-se início à codificação em linguagem C/C++, aproveitando as bibliotecas e APIs disponibilizadas pelo ESP-IDF. Essa etapa foi fundamental para configurar os pinos de entrada e saída do chip e integrar os componentes essenciais do sistema.

A lógica de controle foi implementada para interpretar as interações com o botão de reset, estabelecendo a funcionalidade de reinicialização da placa. Entretanto, o botão foi

inicialmente testado de maneira simplificada: um LED foi conectado aos fios de acionamento do portão, permitindo verificar tanto o funcionamento do botão quanto o envio do sinal de acionamento para a central do portão eletrônico.

Posteriormente, foi desenvolvido o algoritmo responsável por interpretar os dados do sensor magnético, permitindo a detecção precisa do estado do portão. Para validar esse algoritmo, foram criadas situações simuladas que representavam diferentes posições do portão. A simulação foi realizada utilizando um ímã de fim de curso, reproduzindo três cenários distintos: ímã distante do sensor, um dos polos do ímã próximo ao sensor e o outro polo do ímã próximo ao sensor (ver Figura 4).

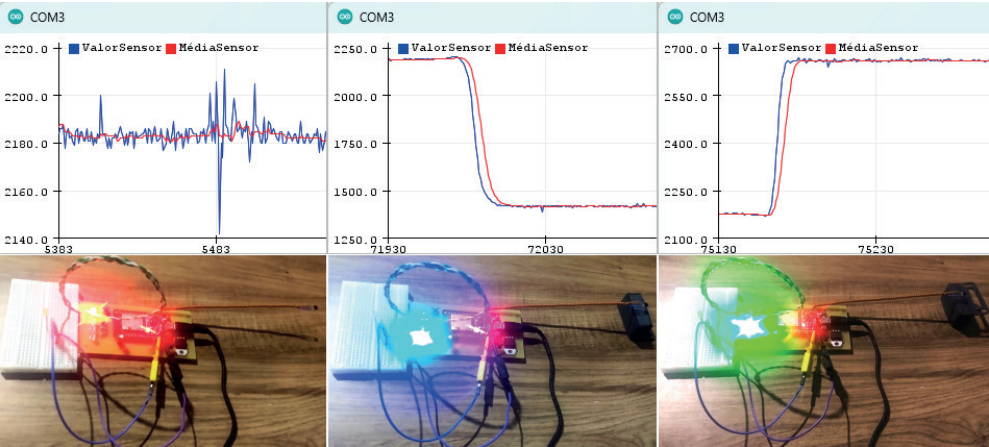


Figura 4 - Teste do sensor para obter o estado do portão.

Fonte: Próprio autor, 2024.

Conforme observado, para cada um dos três cenários de teste do sensor magnético, há uma representação gráfica da leitura obtida do sensor e a sinalização visual de cada estado do portão por meio de um LED de cor distinta na placa. Nos gráficos, a legenda apresenta duas cores de linha: a azul representa o valor obtido no momento da leitura do sensor, enquanto a vermelha indica a média de uma amostragem fixa dos últimos valores registrados.

Esses gráficos demonstram que a leitura direta do sensor, sem a aplicação de filtros, é suscetível a ruídos, um problema comum em dispositivos eletrônicos que pode resultar em funcionamento inadequado do firmware. Contudo, a aplicação da média das leituras solucionou essa questão de maneira eficaz. O microcontrolador foi configurado para interpretar as entradas do sensor em um intervalo de 0 a 4096, valor padrão do ESP32 para leituras de tensões analógicas. No primeiro cenário, com o ímã ausente, o portão está em estado parcialmente aberto, o LED vermelho acende, e o valor do sensor se aproxima de 2048, aproximadamente metade do intervalo permitido. No segundo cenário, o ímã está posicionado em um dos polos, representando o portão completamente aberto ou fechado,

dependendo da configuração definida, o LED azul acende, e o valor do sensor fica abaixo de 2048. No terceiro cenário, o ímã está no polo oposto, indicando o estado inverso do portão, o LED verde acende, e o valor do sensor excede 2048. Essas funcionalidades fundamentais — identificação do estado do portão, acionamento e reset do firmware — foram implementadas com sucesso.

Para possibilitar a troca de informações com outros dispositivos, foi necessário desenvolver módulos de comunicação, incluindo Bluetooth, Wi-Fi, HTTP e MQTT. Adicionalmente, foram criados módulos para gerenciamento de segurança, sincronização de dados e armazenamento persistente, entre outras funcionalidades essenciais.

Durante o processo de desenvolvimento, surgiu a necessidade de criar uma ferramenta que facilitasse os testes. A constante ativação de um portão físico real para ajustes e refinamentos poderia acarretar riscos e acelerar seu desgaste. Para mitigar essa situação, foi desenvolvida uma maquete que reproduz fielmente o funcionamento de um portão eletrônico deslizante, permitindo a realização de testes seguros e precisos (ver Figura 5).



Figura 5 - Hardware ligado na réplica do portão eletrônico.

Fonte: Próprio autor, 2024.

A maquete desempenhou um papel crucial ao viabilizar a realização de testes de forma segura e precisa. Ao replicar o funcionamento de um portão eletrônico real, permitiu a simulação de diferentes cenários, essenciais para os refinamentos necessários na lógica do firmware e para a correção de bugs. No entanto, embora tenha sido valiosa nas etapas intermediárias, a validação final das funcionalidades do firmware foi realizada em um portão eletrônico real, garantindo que o sistema atendesse às condições práticas de operação.

Após a conclusão do desenvolvimento do firmware, iniciou-se o processo de gravação da versão definitiva no microcontrolador do hardware. Esse procedimento

marcou o encerramento de uma fase intensiva de trabalho, caracterizada pelo cuidado com a estabilidade e o correto funcionamento do sistema. Com a versão finalizada e testada, a gravação representou um ponto de transição para a implementação prática do firmware, incorporando as inovações e ajustes realizados durante o desenvolvimento.

3.3 Ligação do *Hardware* no Portão Eletrônico

Após a conclusão do desenvolvimento do hardware e do firmware, foi realizada a instalação do hardware no portão eletrônico. A Figura 6 ilustra claramente a diferença entre o sistema original e o resultado após a integração. No lado esquerdo, observa-se o motor do portão em sua configuração padrão, conectado por meio de fios à sua placa de controle, conhecida como central eletrônica. No lado direito, destaca-se o sistema atualizado, com o hardware desenvolvido neste projeto integrado à central eletrônica do portão.

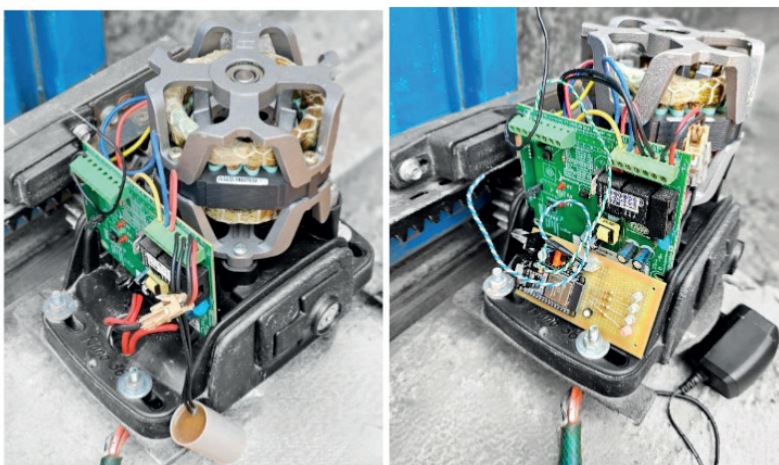


Figura 6 - Instalação do *hardware* no portão eletrônico

Fonte: Próprio autor, 2024.

O sensor magnético do hardware foi posicionado ao lado do sensor magnético original do portão eletrônico, permitindo que ambos compartilhem o mesmo status operacional do portão. Os fios de acionamento da botoeira da central foram conectados ao borne da central eletrônica, interligando o terminal negativo e o terminal de acionamento de ambas as placas.

Normalmente, as centrais eletrônicas dos portões possuem bornes que fornecem tensão de alimentação para componentes externos. Contudo, nem todas são capazes de fornecer corrente suficiente para operar novos componentes, especialmente aqueles com maior demanda energética. No caso específico do portão eletrônico utilizado neste projeto, foi identificado que sua central eletrônica poderia não fornecer a corrente necessária para

o funcionamento adequado do hardware desenvolvido.

Diante dessa limitação, optou-se por utilizar uma fonte de alimentação externa. Essa adaptação foi essencial para garantir a operação estável e segura do sistema. Assim, estabeleceu-se uma sinergia entre o novo hardware e a central eletrônica existente, agregando as funcionalidades idealizadas neste projeto e ampliando as capacidades do portão eletrônico.

3.4 Aplicativo Mobile

Ao abrir o aplicativo pela primeira vez, são solicitadas permissões essenciais para o acesso ao Bluetooth e à localização do dispositivo. Essas permissões são fundamentais para que o aplicativo funcione com todas as suas funcionalidades.



Figura 7 - Solicitação de permissões de acesso a recursos do sistema

Fonte: Próprio autor, 2024.

O Bluetooth é necessário para configurar um portão pela primeira vez e também é utilizado quando não há conexão com a internet, seja no smartphone do usuário ou no portão. Em situações em que a placa conectada ao portão eletrônico perde a conexão com a internet, ela não poderá receber comandos nem se comunicar com o servidor. Após a etapa inicial, é apresentada uma tela para que o usuário informe o endereço do servidor.

Para que o aplicativo funcione, ele deve estar conectado a uma máquina que hospede o servidor back-end do PortãoTech. O servidor é responsável por realizar a autenticação dos usuários e gerenciar os dados que podem ser inseridos, buscados, alterados ou

excluídos por meio de requisições HTTP. Por padrão, o endereço “portaotech.com.br” já vem preenchido, mas é possível utilizar outro endereço, caso necessário. Depois de informar o endereço do servidor, o usuário deve tocar no botão “Conectar” para estabelecer a conexão.



Figura 8 - Solicitação de permissões de acesso a recursos do sistema

Fonte: Próprio autor, 2024.

Se o aplicativo não estiver sendo aberto pela primeira vez, ele verifica automaticamente se há uma sessão de login ativa. Caso a sessão esteja ativa, a tela principal é exibida ao usuário. Se não houver uma sessão ativa, o aplicativo verifica se o endereço do servidor foi informado anteriormente. Caso o endereço exista, é apresentada uma tela com as opções “Fazer login” e “Finalizar registro”, permitindo que o usuário faça login, caso já tenha cadastro, ou finalize o registro, caso tenha sido convidado e esteja acessando pela primeira vez.

A finalização de registro é parte do processo de inclusão de novos usuários. Para que um usuário possa controlar os portões, é necessário que ele seja convidado previamente. O convite é enviado por e-mail, contendo instruções de acesso e um código de verificação. Ao acessar a tela de finalização de registro, é exibido um modal solicitando que o código de registro seja informado. O usuário deve inserir o código de seis dígitos recebido no e-mail e tocar no botão “Validar”.

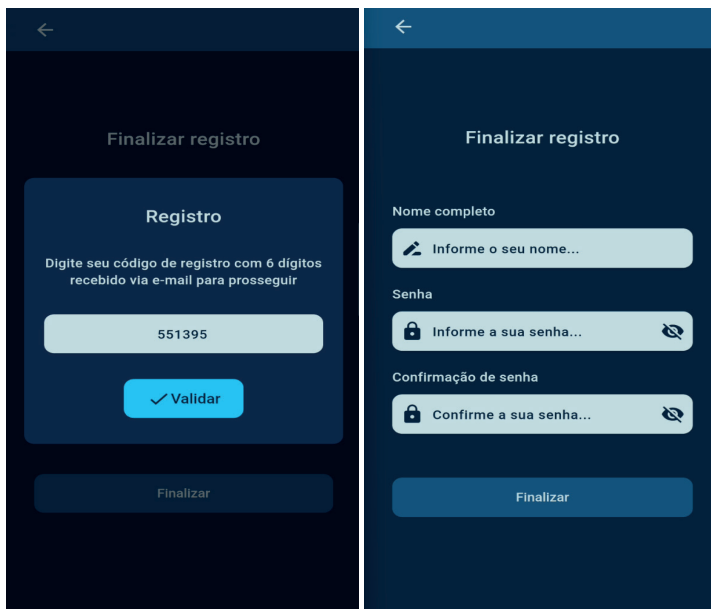


Figura 9 - Telas de finalização de registro do usuário

Fonte: Próprio autor, 2024.

Se o código informado for inválido, uma mensagem de erro será exibida. Caso seja válido, o modal será fechado, e o usuário poderá preencher suas informações. Os campos solicitados são “Nome completo”, “Senha” e “Confirmação de senha”. Após preencher os campos, o usuário deve tocar no botão “Finalizar”. Se todas as informações forem registradas com sucesso, será exibida a tela de login, permitindo que o usuário acesse o sistema.

O acesso ao aplicativo é realizado por meio da tela de login, onde o usuário deve inserir o e-mail cadastrado e a senha definida no momento da finalização do registro. Para maior conveniência durante o preenchimento, o campo de senha conta com a funcionalidade de exibição ou ocultação do texto digitado, ativada por um botão localizado ao lado direito do campo. Em situações de erro no login, como a falta de conexão com a internet, indisponibilidade do servidor ou fornecimento incorreto de credenciais, o sistema apresenta mensagens informativas ao usuário. Uma vez que o login é realizado com sucesso, o usuário é automaticamente redirecionado à tela principal do aplicativo.

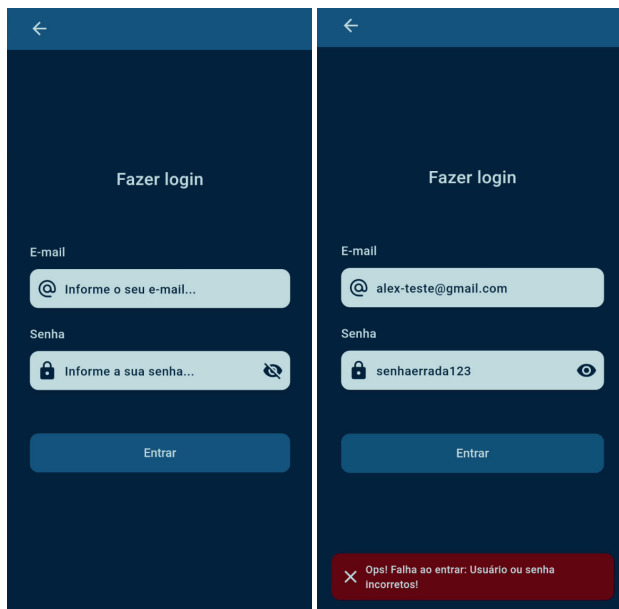


Figura 10 - Login do usuário

Fonte: Próprio autor, 2024.

A tela principal é o ponto central de operação do aplicativo e serve como interface primária para controle do portão eletrônico. Quando acessada, a aplicação verifica se havia algum portão sendo controlado na última utilização. Caso positivo, o aplicativo tenta restabelecer a conexão automaticamente com o mesmo portão, utilizando o tipo de conexão previamente empregado, seja internet ou Bluetooth. Se a tentativa inicial não for bem-sucedida, o aplicativo alterna para o outro tipo de conexão disponível. Quando a conexão automática é estabelecida com sucesso, os botões de controle do portão são apresentados na interface, permitindo ao usuário realizar ações de abertura, fechamento ou parada. No entanto, em cenários onde a conexão não é possível ou nenhum portão foi previamente controlado, o sistema exibe uma mensagem de notificação junto a um botão denominado “Conectar”. Este botão, ao ser acionado, apresenta ao usuário um diálogo modal que permite a seleção do portão a ser controlado. Adicionalmente, o menu principal, acessível por meio de um ícone no canto superior esquerdo da tela, oferece opções para outras funcionalidades do aplicativo.

A escolha do portão é realizada através de um modal que pode ser acessado de diferentes formas, permitindo flexibilidade ao usuário. Entre os métodos disponíveis, o modal pode ser acionado pelo botão “Conectar” na tela principal, quando nenhum portão está ativo; por uma opção localizada no menu principal; ou ainda, tocando no nome e na localidade do portão que está atualmente em uso. Essa abordagem proporciona agilidade na seleção, especialmente em cenários onde diversos portões estão cadastrados na aplicação.



Figura 11 - Processo de conexão com um portão

Fonte: Próprio autor, 2024.

O aplicativo suporta dois métodos de conexão: internet e Bluetooth. A conexão via internet é priorizada por padrão, sendo apresentada como a opção inicial ao usuário devido à sua estabilidade e alcance. Já a conexão via Bluetooth é indicada como alternativa em situações de indisponibilidade de internet, seja no dispositivo do usuário ou no portão eletrônico. Para selecionar o tipo de conexão desejado, o usuário deve navegar entre abas representadas por ícones específicos na interface antes de escolher o portão.

O processo de conexão via internet requer que o usuário selecione primeiramente a localidade onde o portão está situado. Após a seleção, é apresentada uma lista de portões associados à localidade, permitindo ao usuário escolher o portão desejado para estabelecer a conexão. Por outro lado, a conexão via Bluetooth exige proximidade física com o portão eletrônico. Nesta modalidade, a interface apresenta inicialmente uma lista de dispositivos Bluetooth já pareados. Caso o portão desejado não esteja entre os dispositivos listados, o usuário pode acionar o botão “Procurar” para iniciar a descoberta de novos dispositivos. Após localizar o portão na lista, o usuário seleciona o dispositivo, estabelecendo a conexão.

Durante o processo de conexão, seja via internet ou Bluetooth, o sistema exibe uma mensagem informativa com 1 indicador de progresso circular, sinalizando a tentativa de estabelecimento da comunicação. Em caso de falha na conexão, o sistema notifica o usuário por meio de mensagens de erro detalhadas. Quando a conexão é bem-sucedida, o modal de seleção é fechado automaticamente, e os botões de controle do portão passam a ser exibidos na tela principal, permitindo o controle pleno do sistema.

A tela de controle dos portões eletrônicos foi projetada para oferecer aos usuários uma interface intuitiva e eficiente para gerenciar o acesso aos portões. A disposição da tela é dividida em seções distintas, cada uma com funcionalidades específicas, proporcionando uma experiência de uso fluida e de fácil navegação. No topo da tela, são apresentadas informações sobre o tipo e o status da conexão com o portão atual, representadas tanto de forma textual quanto por ícones gráficos. O status da conexão indica se a comunicação com o portão está ativa ou se houve perda de sinal, oferecendo ao usuário informações cruciais sobre o estado da interação com o sistema de controle do portão.

Logo abaixo da seção de status de conexão, são exibidos o “Nome do Portão” e o “Local” a que o portão pertence, como “Casa” ou “Trabalho”. Estas informações são essenciais para ajudar o usuário a identificar o portão correto, facilitando a seleção do dispositivo a ser controlado.

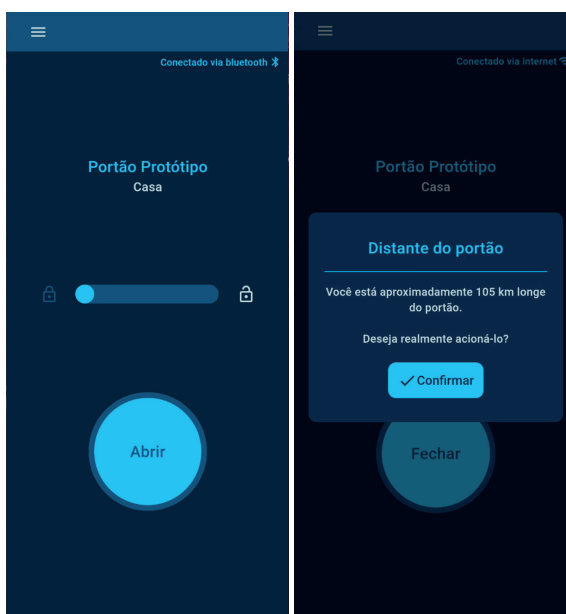


Figura 12 - Controlar um portão

Fonte: Próprio autor, 2024.

Após a conexão inicial com o portão, o sistema realiza uma verificação da distância entre o usuário e o portão por meio de coordenadas geográficas. Caso a distância entre os dois dispositivos exceda 100 metros, uma mensagem informativa é exibida, indicando a distância entre eles, como demonstrado na segunda tela da Figura 12. Este mecanismo visa aumentar a segurança, evitando acionamentos acidentais, como quando o celular é colocado no bolso desbloqueado ou se o usuário esquecer de escolher o portão correto. Para prosseguir com o acionamento do portão, o usuário deve confirmar a operação tocando no botão “Confirmar”.

Um dos principais controles do portão é o botão deslizante, que permite ao usuário definir precisamente o ponto de parada do portão. Ao segurar o botão deslizante, o usuário pode arrastá-lo até a posição desejada e soltá-lo para que o portão pare exatamente naquele ponto. Esse controle permite um ajuste proporcional da abertura do portão, com o movimento do botão deslizante para a direita abrindo o portão e para a esquerda fechando-o. Em posições intermediárias, o portão para proporcionalmente, permitindo um controle detalhado da abertura. Nas extremidades do botão deslizante, estão localizados ícones de cadeado fechado e aberto. Tocando no ícone do cadeado fechado aciona o fechamento do portão, enquanto o ícone do cadeado aberto aciona a abertura do portão.

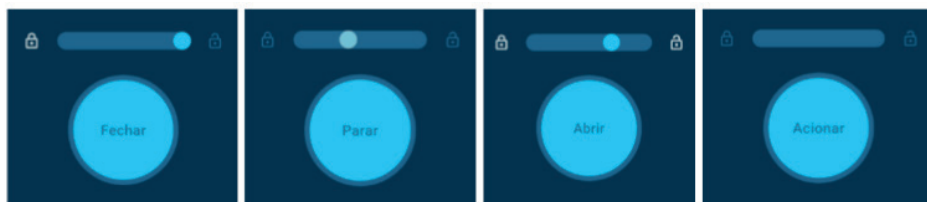


Figura 13 - Funcionamento dos botões de controle do portão

Fonte: Próprio autor, 2024.

Abaixo do botão deslizante, encontra-se o botão principal, um botão redondo de tamanho maior do que os outros controles. Este botão permite ao usuário realizar ações imediatas no portão, com a descrição da ação a ser realizada exibida de forma clara no centro do botão. As ações disponíveis incluem “Abrir”, “Fechar”, “Parar” e “Acionar”. Esse botão principal oferece uma alternativa direta e prática ao controle do portão, permitindo que o usuário execute funções com um único toque, sem a necessidade de arrastar o botão deslizante.

De maneira geral, a tela de controle de portões oferece uma interface amigável e eficiente para os usuários, permitindo o controle preciso da abertura, fechamento e parada do portão, além de fornecer informações importantes sobre o status da conexão e o portão em operação. Com essa interface, os usuários podem gerenciar suas portas eletrônicas de forma segura e com total controle sobre a situação operacional do sistema.

O menu principal do aplicativo é acessado ao tocar no ícone de três linhas horizontais localizado no canto superior esquerdo da tela principal. Este menu foi projetado para oferecer uma navegação intuitiva e organizada, permitindo que o usuário acesse rapidamente as funcionalidades do sistema. Na parte superior do menu, encontra-se o botão “Voltar”, que possibilita fechar o menu e retornar à tela principal do aplicativo. Essa funcionalidade visa garantir uma transição prática entre o menu e a tela principal. Abaixo do botão “Voltar”, é exibido o nome do usuário logado, identificando claramente a conta ativa no momento.

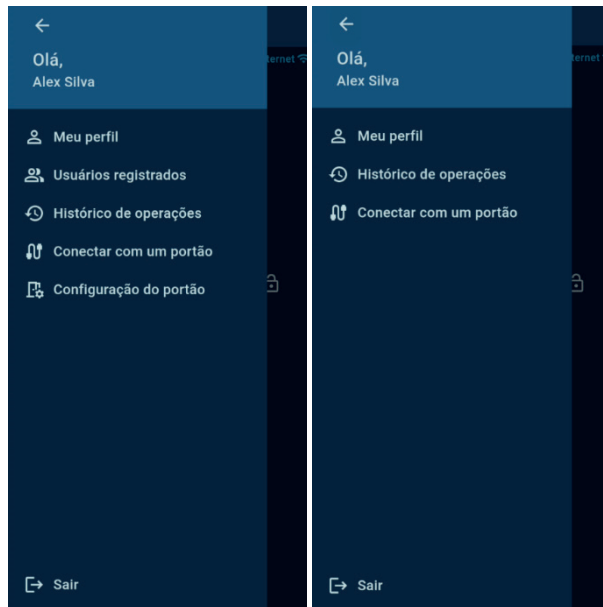


Figura 14 - Menu principal

Fonte: Próprio autor, 2024.

Na parte central do menu, encontra-se uma lista de funcionalidades que varia de acordo com o tipo de usuário. Para usuários comuns, classificados como “Padrão”, as opções incluem “Meu perfil”, “Histórico de operações” e “Conectar com um portão”. Já para usuários com privilégios de administrador, além das funcionalidades disponíveis para o usuário “Padrão”, são apresentadas opções adicionais, como “Usuários registrados” e “Configuração do portão”. Na parte inferior do menu, está localizado o botão “Sair”, que permite ao usuário encerrar a sessão ativa de forma segura e eficiente.

A tela de perfil do usuário é acessível através do menu principal e foi desenvolvida para permitir a visualização e edição de informações pessoais. Nessa tela, o usuário pode gerenciar dados como nome, e-mail e privilégio, além de optar por excluir sua conta, caso deseje. Ao abrir a tela de perfil, os dados do usuário são exibidos imediatamente, mas o botão “Salvar” permanece desabilitado até que seja realizada alguma alteração nos campos disponíveis.

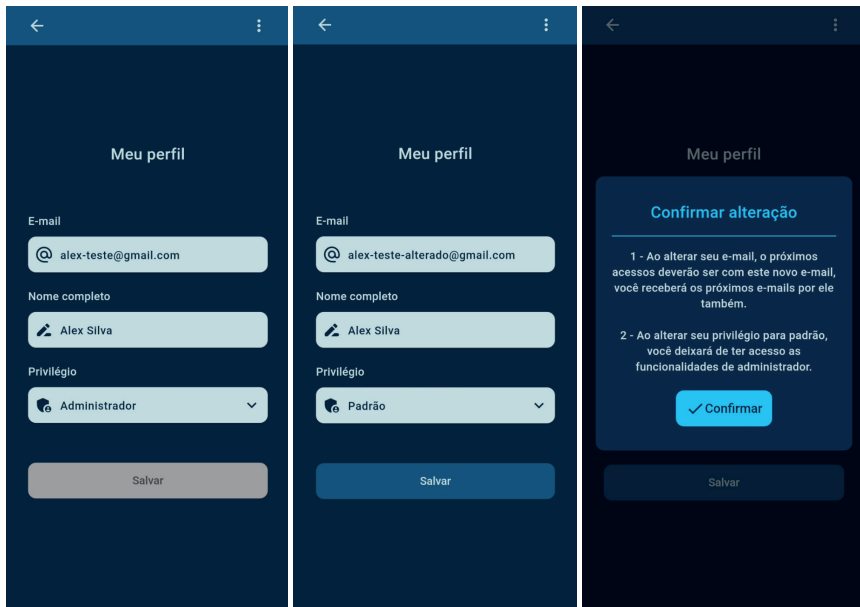


Figura 15 - Perfil do usuário (Visualização, edição e confirmação de edição)

Fonte: Próprio autor, 2024.

Os campos disponíveis para edição incluem: “E-mail”, que corresponde ao endereço eletrônico utilizado no registro e login, mas que pode ser atualizado; “Nome completo”, que identifica o usuário na aplicação; e “Privilégio”, que permite alterar o nível de acesso do usuário entre “Padrão” e “Administrador”. Ao realizar alterações em qualquer um desses campos, o botão “Salvar” é habilitado, permitindo confirmar as modificações realizadas. Para alterações no e-mail ou privilégio, o sistema exibe um diálogo informativo com orientações importantes. No caso da alteração de e-mail, os futuros e-mails da aplicação serão enviados para o novo endereço, e os logins subsequentes deverão ser realizados com o e-mail atualizado.

Além da edição, o aplicativo oferece a funcionalidade de exclusão de perfil, permitindo que o usuário encerre definitivamente sua conta. Para isso, o usuário deve acessar o ícone de opções no canto superior direito da tela de perfil. Ao selecionar a opção “Excluir perfil”, um diálogo é exibido, alertando sobre as consequências da ação, como a perda de acesso à aplicação e aos dados associados. Caso o usuário confirme a exclusão tocando em “Confirmar”, o aplicativo procede com a exclusão do perfil e exibe uma mensagem de sucesso. Se o usuário decidir não prosseguir, basta tocar fora do diálogo ou utilizar o botão de voltar do dispositivo para cancelar a operação.

A tela de usuários registrados oferece funcionalidades que permitem visualizar, convidar novos usuários para o aplicativo e gerenciar o acesso dos usuários existentes. A lista exibida nessa tela contém os usuários já cadastrados no sistema, sendo que cada item

da lista apresenta as seguintes informações: nome, privilégio e status. O nome identifica o usuário no aplicativo, enquanto o privilégio pode ser “Padrão” ou “Administrador”, sendo este último com permissões adicionais para gerenciar portões e outros usuários. O status indica se o usuário está habilitado para utilizar o aplicativo, podendo assumir os valores “Ativo” ou “Inativo”.

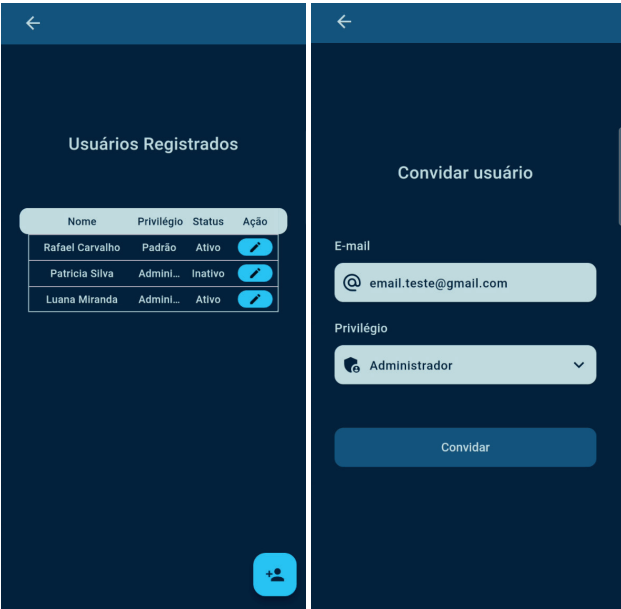


Figura 16 - Tela de usuários registrados e tela para convidar novos usuários
Fonte: Próprio autor, 2024.

No canto inferior direito da tela de usuários registrados, encontra-se um botão destinado a abrir a tela de convite de novos usuários. Nessa tela, o administrador deve informar o e-mail do usuário convidado e o privilégio que ele terá ao finalizar seu registro. O sistema, então, envia um e-mail ao usuário convidado contendo um código de registro e instruções para a finalização de seu cadastro. Após o registro, o novo usuário estará apto a controlar e gerenciar os portões disponíveis no aplicativo.

Cada item da lista de usuários registrados contém um botão de ação, representado por um ícone de lápis, que permite acessar a tela de controle de acesso. Nesta tela, é possível modificar o privilégio do usuário entre “Administrador” e “Padrão”, bem como alterar seu status para “Ativo” ou “Inativo”. Qualquer alteração realizada habilita o botão “Salvar”, e, ao confirmá-la, o acesso do usuário é atualizado. Para excluir um usuário, basta acessar o ícone de opções localizado no canto superior direito da tela de controle de acesso. A opção “Remover usuário” apresenta um diálogo de confirmação, alertando que a ação é irreversível. Uma vez confirmada, o perfil é excluído, e uma mensagem de sucesso é exibida. Após a exclusão, o sistema retorna automaticamente para a tela de usuários

registrados.

Adicionalmente, o aplicativo permite que os usuários visualizem as operações realizadas por eles mesmos ou por outros usuários, como abrir, fechar, abrir parcialmente, fechar parcialmente ou acionar o portão. A tela responsável por essa funcionalidade apresenta um filtro e uma lista com detalhes das operações realizadas. O filtro permite ao usuário escolher entre visualizar apenas suas próprias operações, utilizando a opção “Apenas o meu”, ou todas as operações, por meio da opção “De todos”.

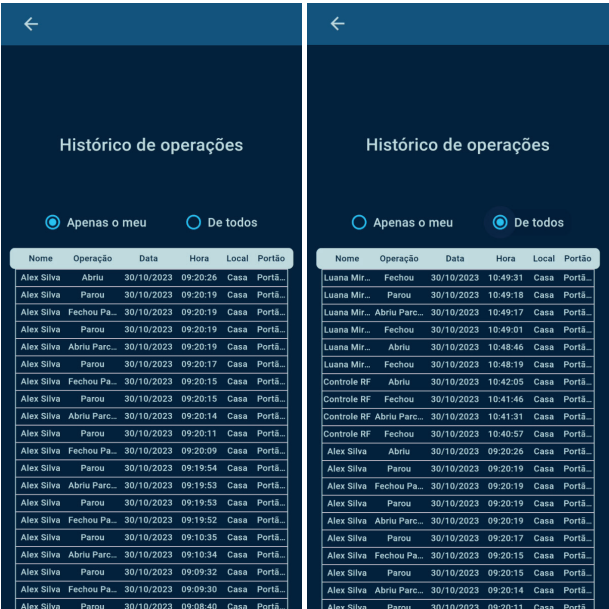


Figura 17 - Telas com detalhes das operações realizadas pelo portão

Fonte: Próprio autor, 2024.

A lista de operações é exibida em ordem decrescente, com as operações mais recentes apresentadas primeiro. Cada item na lista contém o nome do usuário que realizou a operação, o tipo de operação, a data, a hora, o local e o nome do portão. Essa funcionalidade contribui para o monitoramento e a identificação de possíveis problemas ou irregularidades, como portões que não foram fechados corretamente, proporcionando maior controle e segurança.

A tela de configurações do aplicativo é projetada para organizar as configurações dos portões de maneira intuitiva, utilizando abas específicas para cada conjunto de parâmetros. A aba “Conexão” permite personalizar parâmetros de conexão, como o endereço do servidor, o SSID e a senha da rede local, elementos essenciais para que o portão se conecte à internet e ao servidor.

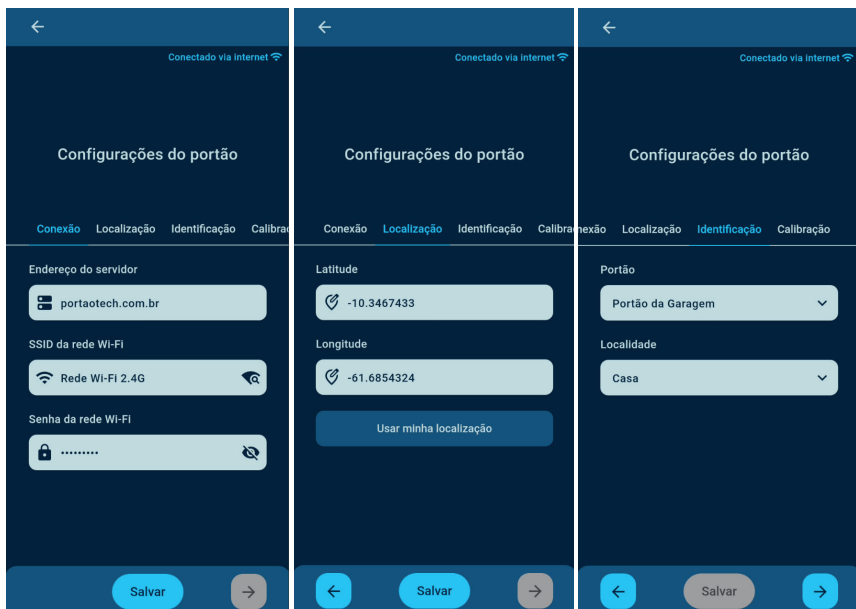


Figura 18 - Tela de configurações do portão

Fonte: Próprio autor, 2024.

Na aba “Localização”, o usuário pode visualizar e definir as coordenadas de “Latitude” e “Longitude” do portão. Um botão chamado “Usar minha localização” possibilita o preenchimento automático desses campos com base na localização atual do dispositivo. A aba “Identificação” permite a personalização do nome e da localidade do portão, facilitando sua identificação no sistema. Por fim, a aba “Calibração” é dedicada à configuração de parâmetros internos relacionados ao funcionamento do portão, incluindo a medição do tempo necessário para abrir ou fechar completamente, além de associar os estados do portão aos sinais do sensor.

4 | CONCLUSÃO

Em síntese, a pesquisa e o desenvolvimento desta aplicação com protótipo, para o gerenciamento de portões eletrônicos deslizantes representam um avanço significativo na modernização do acesso à tecnologia de automação residencial. Os objetivos propostos foram plenamente alcançados por meio de um processo meticuloso e contínuo, que envolveu desde a revisão das tecnologias de Internet das Coisas (IoT) até a implementação de um sistema funcional.

O projeto do protótipo iniciou-se com a revisão das tecnologias IoT, que forneceu as bases necessárias para o desenvolvimento das soluções propostas. A etapa de desenvolvimento do protótipo de hardware concentrou-se na integração com a placa

controladora do portão eletrônico, visando aprimorar suas funcionalidades. Simultaneamente, o firmware foi desenvolvido para estabelecer a comunicação eficiente entre o hardware e o sistema do portão. O aplicativo móvel foi projetado e testado detalhadamente, assegurando sua funcionalidade e facilidade de uso. Por fim, o servidor da aplicação foi concebido para garantir uma comunicação robusta entre os dispositivos móveis e o sistema do portão eletrônico.

O processo completo, que envolveu desde a concepção até a implementação, resultou em melhorias notáveis na acessibilidade e no controle dos portões eletrônicos. A escolha do microcontrolador ESP32, fundamentada em sua eficiência de custo e suporte a múltiplas conexões sem fio, demonstrou ser uma solução resiliente, apta a operar em condições adversas de conectividade. Ao superar as limitações de sistemas preexistentes, a solução proposta não apenas aprimora as funcionalidades dos portões eletrônicos, como também introduz novos recursos, incluindo abertura parcial dinâmica, controle de acesso, status em tempo real e histórico detalhado de operações.

Ao alinhar eficiência operacional, acessibilidade e simplicidade de uso, a aplicação desenvolvida não apenas otimiza a gestão de portões eletrônicos, mas também redefine a experiência do usuário. O controle intuitivo por dispositivos móveis elimina a necessidade de aquisição de controles físicos adicionais, simplificando a configuração e o gerenciamento de usuários. Nesse contexto, o presente trabalho representa um paradigma inovador na interação cotidiana com tecnologias residenciais.

Perspectivas futuras incluem a implementação de novas funcionalidades para aprimorar ainda mais a experiência do usuário e ampliar a versatilidade do sistema. Uma extensão relevante seria a integração de um sistema de alertas no aplicativo, informando os usuários sobre o funcionamento regular do portão e notificando imediatamente sobre possíveis defeitos. Essa funcionalidade aumentaria a segurança e a confiabilidade do sistema, permitindo intervenções rápidas em caso de problemas.

Outra possibilidade de expansão seria a inclusão de uma interface para apresentação de estatísticas operacionais do portão, com gráficos que favoreçam análises detalhadas, como horários de pico, frequência de uso e métricas de desempenho. Além disso, a criação de uma funcionalidade para configurar a abertura e o fechamento automáticos do portão, ajustados a dias e horários específicos, permitiria maior comodidade e automação. Essas melhorias agregariam valor substancial ao projeto, elevando sua funcionalidade e usabilidade a níveis ainda mais práticos e abrangentes.

REFERÊNCIAS

CARVALHO, A.; LORENA, A. **Introdução à Computação: Hardware, Software e Dados**. 1. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2017.

CASTRO FILHO, J.; FREIRE, R.; MAIA, D. **Estudo de Caso como método de pesquisa em Informática na Educação**. In: PIMENTEL, Mariano; SANTOS, Edméa. (Org.), Metodologia de pesquisa científica em Informática na Educação: abordagem qualitativa. Porto Alegre: SBC, 2021. Série Metodologia de Pesquisa em Informática na Educação, v. 3. Disponível em: <https://metodologia.ceie-br.org/livro-3/>

FERRARI, A. *et al.* **Indústria 4.0 e Sustentabilidade: Uma Aplicação da Internet das Coisas (IoT) na Proteção Ambiental**. In: ENSUS, 9., 2021, Florianópolis. Conferência [...], Florianópolis: UFSC, 2021. p. 21 – 36. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/228929>

MORAES, J. **Tecnologia da Informação, Sistemas de Informações Gerenciais e Gestão do Conhecimento com Vistas à Criação de Vantagens Competitivas: Revisão de Literatura**. Revista Visão: Gestão Organizacional, Caçador (SC), Brasil, v. 7, n. 1, p. 39-51, 2018. DOI: 10.33362/visao.v7i1.1227. Disponível em: <https://periodicos.uniarp.edu.br/index.php/visao/article/view/1227>

PROETTI, S. **As pesquisas qualitativa e quantitativa como métodos de investigação científica: Um estudo comparativo e objetivo**. Revista Lumen, [s.l.], v. 2, n. 4, 2018. Disponível em: <http://www.periodicos.unifai.edu.br/index.php/lumen/article/view/60>

ROCHA JÚNIOR, B. **Projeto de Automação Residencial com a Utilização do Arduino**. 2014. 64 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação de Tecnologia em Automação Industrial) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Cornélio Procopio, 2014. Disponível em: https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/27314/1/CP_COAUT_2014_1_05.pdf

SANTOS, J.; LARA JÚNIOR, R. **Sistema de Automação Residencial de Baixo Custo Controlado Pelo Microcontrolador ESP32 e Monitorado Via Smartphone**. 2019, 46 f. TCC (Tecnólogo em Automação Industrial) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2019. Disponível em: <http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/16960>

SCHWABER, K.; SUTHERLAND, J. **Guia do Scrum: O Guia Definitivo para o Scrum: As Regras do Jogo**. 2020. Disponível em: <https://scrumguides.org/docs/scrumguide/v2020/2020-Scrum-Guide-PortugueseBR-2.0.pdf>