

## INFORMATIZAÇÃO DAS ATIVIDADES REALIZADAS POR CONTROLES ELETRÔNICOS DE PORTÃO



<https://doi.org/10.56238/arev7n2-269>

**Data de submissão:** 24/01/2025

**Data de publicação:** 24/02/2025

**Alex Silva**

Tecnólogo em Análise e Desenvolvimento de Sistemas - Instituto Federal de Rondônia.  
E-mail: alexro.kcoal@gmail.com

**Jackson Henrique da Silva Bezerra**

Doutor em Desenvolvimento Regional - Instituto Federal de Rondônia.  
E-mail: Jackson.henrique@ifro.edu.br

**Jefferson Antônio dos Santos**

Especialista em Engenharia de Software - Instituto Federal de Rondônia.  
E-mail: jefferson.santos@ifro.edu.br

### RESUMO

Os portões eletrônicos tornaram-se elementos fundamentais na segurança e privacidade de residências e empresas. Este trabalho propõe o desenvolvimento de uma solução tecnológica para a gestão de portões de correr eletrônicos, integrando conceitos de Internet das Coisas (IoT) e domótica. O principal objetivo foi criar um sistema acessível e funcional que permitisse o controlo remoto dos portões com recurso a dispositivos móveis, com funcionamento via internet e Bluetooth, mesmo em condições adversas de conectividade. A metodologia foi baseada no estudo de caso, utilizando uma perspectiva qualitativa descritiva e a metodologia ágil Scrum para desenvolvimento de sistemas. Os resultados demonstraram a viabilidade da solução, com recursos como controle remoto eficiente, registro do histórico de operações, abertura parcial dinâmica e inclusão simplificada do usuário. A solução supera as limitações dos sistemas existentes, oferecendo maior acessibilidade, controle e segurança para os usuários.

**Palavras-chave:** Portão Eletrônico. Desenvolvimento. Automação residencial. IoT. Inovação. Controle remoto.

## 1 INTRODUÇÃO

Com o avanço da tecnologia na atualidade, a sociedade está testemunhando a rápida evolução de dispositivos e sistemas que moldam significativamente nosso cotidiano (CARVALHO e LORENA, 2017). Nesse contexto, os portões de correr eletrônicos, elementos fundamentais na segurança e praticidade residencial, estão sujeitos a melhorias que refletem as inovações contemporâneas. Há a necessidade de integrar os benefícios proporcionados pela automação residencial e pela Internet das Coisas (IoT) a esses dispositivos (FERRARI et al., 2021).

Esta pesquisa tem como objetivo explorar e desenvolver uma aplicação inovadora para o gerenciamento de portões eletrônicos de correr, permitindo o controle por meio de dispositivos móveis. Ao identificar as limitações dos sistemas atualmente disponíveis, a presente proposta procura ultrapassar os obstáculos existentes. A introdução de um dispositivo eletrônico específico ligado à central do portão permite uma comunicação eficiente e sem fios com os dispositivos móveis, proporcionando assim uma solução mais acessível.

Nos tempos modernos, o surgimento de novas tecnologias abre constantemente um leque de ideias e oportunidades que fomentam avanços significativos em nosso modo de vida (MORAES, 2018). Ao analisar a funcionalidade dos portões eletrônicos atuais, é evidente que melhorias podem ser alcançadas por meio da adição de novos recursos e tecnologias populares.

Este estudo tem como foco o desenvolvimento e apresentação de um novo aplicativo e dispositivo para gerenciar as atividades de portões eletrônicos de correr, garantindo seu controle via dispositivos móveis usando conceitos de automação residencial e IoT. Atualmente, existem alguns dispositivos com funcionalidade semelhante, mas não operam sem conexão com a internet (ROCHA JÚNIOR, 2014). Para permitir o controle direto do portão por meio de dispositivos móveis, foi desenvolvido um dispositivo eletrônico para mediar a comunicação entre a unidade central do portão e os dispositivos móveis. O dispositivo é conectado fisicamente à unidade central do portão, enquanto os comandos do dispositivo móvel, por meio do aplicativo, são enviados e recebidos sem fio.

A escolha do microcontrolador ESP32 para desenvolvimento de hardware foi baseada em seu baixo custo e, principalmente, em seu suporte para múltiplas conexões sem fio, como Wi-Fi e Bluetooth (SANTOS e LARA JUNIOR, 2019). Isso permite que o usuário opere o portão eletrônico mesmo sem conexão com a Internet, utilizando Bluetooth para configuração do portão e como opção de controle secundário. A distância do portão não será mais uma limitação, pois os dispositivos conectados funcionarão de qualquer local com conectividade à Internet. Como o controle e o uso do portão eletrônico são realizados por meio dos dispositivos móveis do usuário, o processo de

configuração e inclusão de novos usuários é simplificado, eliminando a necessidade de adquirir controles de portão adicionais.

Ao empregar a tecnologia desenvolvida neste projeto, os usuários poderão controlar seus portões eletrônicos por meio de seus smartphones. Adicionar novos usuários para acesso ao portão se tornará mais fácil, evitando custos adicionais para compra e configuração de novos controles. Além disso, o sistema registrará o histórico de operação do portão, indicando o portão, o usuário responsável e a data e hora da operação. O portão também pode ser operado via smartphone, mesmo sem conexão com a internet.

O objetivo geral do projeto é desenvolver um sistema para a informatização das atividades realizadas por controles eletrônicos de portão. Para atingir esse objetivo, foram estabelecidos os seguintes objetivos específicos: revisar o estado da arte em relação aos recursos e tecnologias de IoT necessários para o desenvolvimento do projeto; desenvolver um protótipo de hardware para integrar na placa de controle do motor do portão eletrônico; analisar, projetar, desenvolver e testar um firmware para permitir a comunicação entre o protótipo de hardware e a porta eletrônica; analisar, projetar, desenvolver e testar um aplicativo móvel para abrir o portão eletrônico; e analisar, projetar, desenvolver e testar o servidor de aplicativos.

## 2 METODOLOGIA

Para alcançar os objetivos propostos, é imprescindível compreender os métodos aplicados neste estudo, pois eles fornecem, de forma organizada, o direcionamento e o foco necessários para encontrar soluções para os problemas destacados no objeto de estudo. Os conceitos de metodologia são decisivos no desenvolvimento da pesquisa e, portanto, as perspectivas do pesquisador devem seguir seus fundamentos. O estudo de caso, amplamente utilizado na comunidade científica, pode ser aplicado em diferentes áreas do conhecimento. No entanto, para utilizar essa abordagem, é fundamental compreender suas definições (CASTRO FILHO, FREIRE e MAIA, 2021, p. 3-4).

Proetti (2017, p. 3) descreve os tipos de pesquisa que podem ser adotados: 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, muitas vezes utiliza a abordagem qualitativa. Essa abordagem permite a exploração de fenômenos e circunstâncias de interesse para o pesquisador.

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

## 2.1 METODOLOGIA DE DESENVOLVIMENTO DE PROJETOS

O desenvolvimento de software é uma atividade complexa que requer 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, chamados de 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 Product Backlog, Sprint Backlog e Increment, que organizam e monitoram o andamento do projeto de forma clara e objetiva. A escolha do Scrum se justifica por sua flexibilidade e aplicabilidade em diferentes contextos, possibilitando a integração de equipes enxutas e a entrega constante de funcionalidades alinhadas às necessidades dos clientes (SCHWABER, 2020).

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

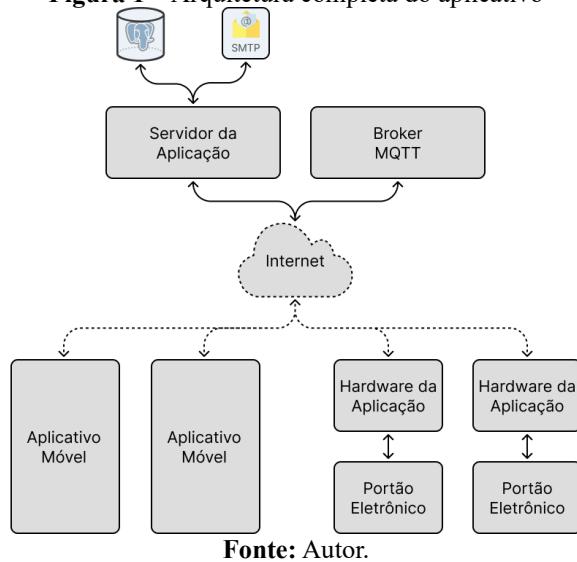
## 3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A aplicação foi desenvolvida utilizando a arquitetura cliente-servidor para comunicação entre todos os seus componentes. O aplicativo funciona como um cliente, enquanto a camada do lado do servidor, composta pelo Servidor de Aplicativos e pelo MQTT Broker, atua como um servidor. O hardware do aplicativo opera como um cliente e um servidor: nas comunicações da Internet com a camada do lado do servidor, ele atua como um cliente; nas comunicações Bluetooth diretamente com o aplicativo, ele atua como um servidor.

A arquitetura consiste em vários componentes que interagem fisicamente ou sem fio. A comunicação entre o hardware e a porta eletrônica ocorre por meio de fios, sensores e atuadores. A comunicação entre o aplicativo e o hardware é sem fio e pode ocorrer via Bluetooth ou Internet, que é o modo padrão (Figura 1). A conexão Bluetooth é usada 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 conectado à internet, o aplicativo envia comandos de ativação para a camada do lado do servidor, que os repassa para a porta eletrônica.

**Figura 1 – Arquitetura completa do aplicativo**



**Fonte:** Autor.

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

A aplicação foi concebida para ser intuitiva e funcional, permitindo aos utilizadores configurar o portão, aceder à informação de funcionamento e realizar operações de abertura e fecho. Conectado a uma API hospedada na Internet, o aplicativo usa o protocolo HTTP e o formato JSON para trocar dados. Essa integração garante autenticação segura, suporte de login e registro detalhado das operações realizadas.

A API também oferece recursos para gerenciamento de informações, como cadastro, consulta, atualização e exclusão de usuários, portões e locais. 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, garantindo integridade e alta disponibilidade.

Além disso, um MQTT Broker, hospedado na internet, atua como intermediário entre a aplicação e o hardware do portão, utilizando o modelo de comunicação de publicação-assinatura. Esse modelo, amplamente adotado em aplicações de Internet das Coisas (IoT), permite a transmissão

ISSN: 2358-2472

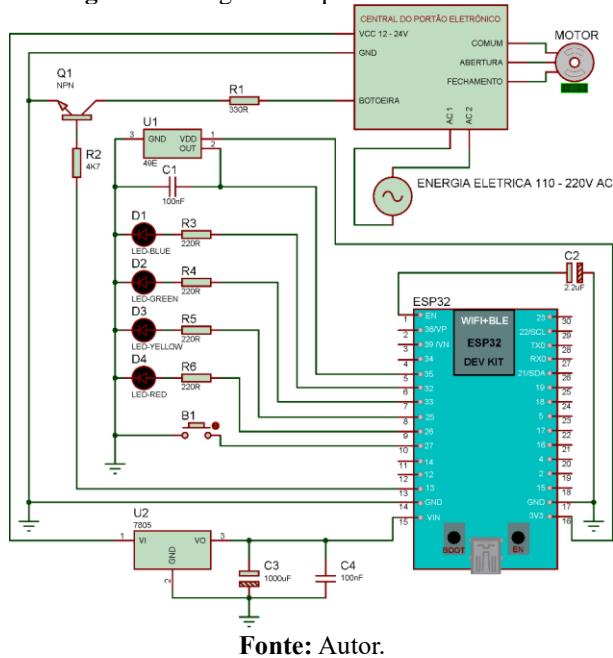
eficiente de mensagens entre dispositivos, suportando recursos como segurança, qualidade de serviço (QoS) e retenção de mensagens.

### 3.1 PROTÓTIPO DE HARDWARE

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

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

**Figura 2** - Diagrama esquemático de hardware

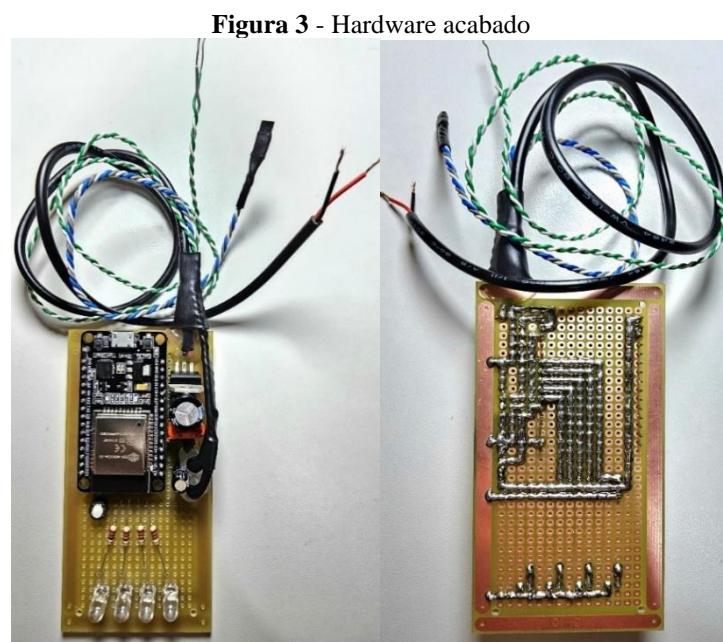


O principal componente de hardware é o microcontrolador ESP32, no qual o firmware desenvolvido é gravado. Para a alimentação, foi integrado ao circuito um regulador de tensão (U2), responsável por ajustar a tensão recebida da unidade de controle da porta eletrônica ou de outra fonte externa para 5 volts, valor necessário para o funcionamento do ESP32. Esta tensão é estabilizada pelos capacitores C3 e C4. Além disso, um botão (B1) foi incluído para redefinir as configurações. O estado atual da porta é lido por meio de um sensor linear de efeito Hall (U1), juntamente com o capacitor C1.

A indicação do estado de funcionamento do hardware é realizada por quatro LEDs indicadores (D1, D2, D3 e D4), cada um acompanhado por uma resistência limitadora de corrente (R3, R4, R5 e R6). Para ativar o botão da unidade de controle, foi utilizado um transistor (Q1) conectado aos resistores R1 e R2.

A montagem do hardware foi uma etapa crucial na conclusão deste projeto. O processo iniciou-se com a seleção criteriosa dos materiais e componentes, conforme detalhado na lista previamente elaborada, garantindo o alinhamento com as necessidades e exigências do projeto. Cada componente foi integrado ao circuito seguindo o arranjo previamente definido, garantindo 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 à placa por meio de solda eletrônica, utilizando-se 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 colocado próximo ao fio de solda, posicionado entre o terminal do componente e o orifício de cobre na placa, para garantir a união. Após a fixação de todos os componentes na placa, foram criadas as pistas 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).



**Fonte:** Autor.

Uma vez concluído esse processo, a placa eletrônica é sólida e pronta para atender às demandas do projeto de maneira consistente e confiável. A eficiência, qualidade e precisão empregadas em cada etapa de sua construção confirmam a viabilidade e o sucesso deste projeto eletrônico. No entanto, ainda é necessário escrever o firmware desenvolvido no microcontrolador da placa, que constitui a inteligência responsável pelo funcionamento da placa. Essa etapa é essencial para que o hardware realize as tarefas planejadas de acordo com as especificações definidas no projeto.

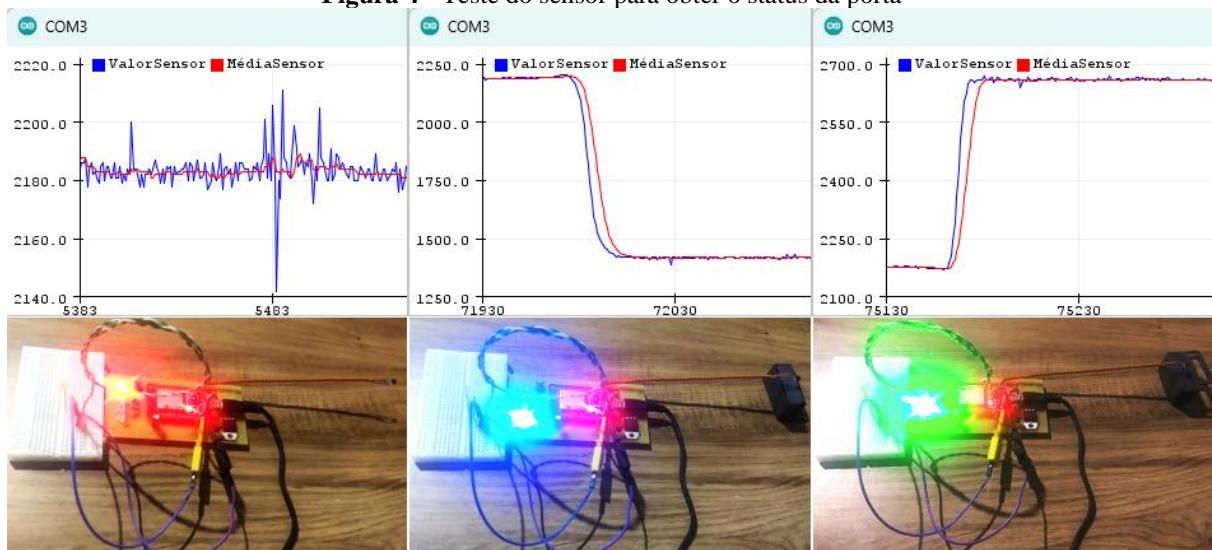
### 3.2 FIRMWARE DE HARDWARE

O firmware foi desenvolvido usando a estrutura ESP-IDF, fornecida pelo 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, a codificação começou em C/C++, aproveitando as bibliotecas e APIs fornecidas pelo ESP-IDF. Essa etapa foi essencial 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 reset da placa. No entanto, o botão foi inicialmente testado de forma 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 unidade de controle eletrônico do portão.

Posteriormente, foi desenvolvido o algoritmo responsável pela interpretação dos dados do sensor magnético, permitindo a detecção precisa do estado da porta. Para validar este algoritmo, foram criadas situações simuladas que representavam diferentes posições do portão. A simulação foi realizada usando um ímã de fim de curso, reproduzindo três cenários diferentes: ímã longe do sensor, um pólo do ímã próximo ao sensor e o outro pólo do ímã próximo ao sensor (ver Figura 4).

**Figura 4 - Teste do sensor para obter o status da porta**



Fonte: Autor.

Conforme observado, para cada um dos três cenários de teste do sensor magnético, há uma representação gráfica da leitura obtida do sensor e sinalização visual de cada estado da porta através de um LED de cor diferente 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 as leituras diretas dos sensores, sem a aplicação de filtros, são suscetíveis a ruídos, um problema comum em dispositivos eletrônicos que pode resultar em operação inadequada do firmware. No entanto, a aplicação da média das leituras resolveu efetivamente esse problema. O microcontrolador foi configurado para interpretar as entradas do sensor em uma faixa de 0 a 4096, o valor padrão do ESP32 para leituras de tensão analógica. No primeiro cenário, com o ímã ausente, o portão está parcialmente aberto, o LED vermelho acende e o valor do sensor se aproxima de 2048, aproximadamente metade do alcance permitido. No segundo cenário, o ímã é posicionado em um dos postes, 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 reverso do portão, o LED verde acende e o valor do sensor excede 2048. Essas funcionalidades fundamentais - identificar o estado da porta, acionar e redefinir o 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. Além disso, foram criados módulos para gerenciamento de segurança, sincronização de dados e armazenamento persistente, entre outros recursos essenciais.

Durante o processo de desenvolvimento, surgiu a necessidade de criar uma ferramenta que facilitasse os testes. A ativação constante de uma porta física real para ajustes e refinamentos pode causar riscos e acelerar o desgaste. Para mitigar esta situação, foi desenvolvido um modelo que reproduz fielmente o funcionamento de um portão de correr eletrônico, permitindo testes seguros e precisos (ver Figura 5).

**Figura 5** - Hardware conectado à réplica da porta eletrônica



**Fonte:** Autor.

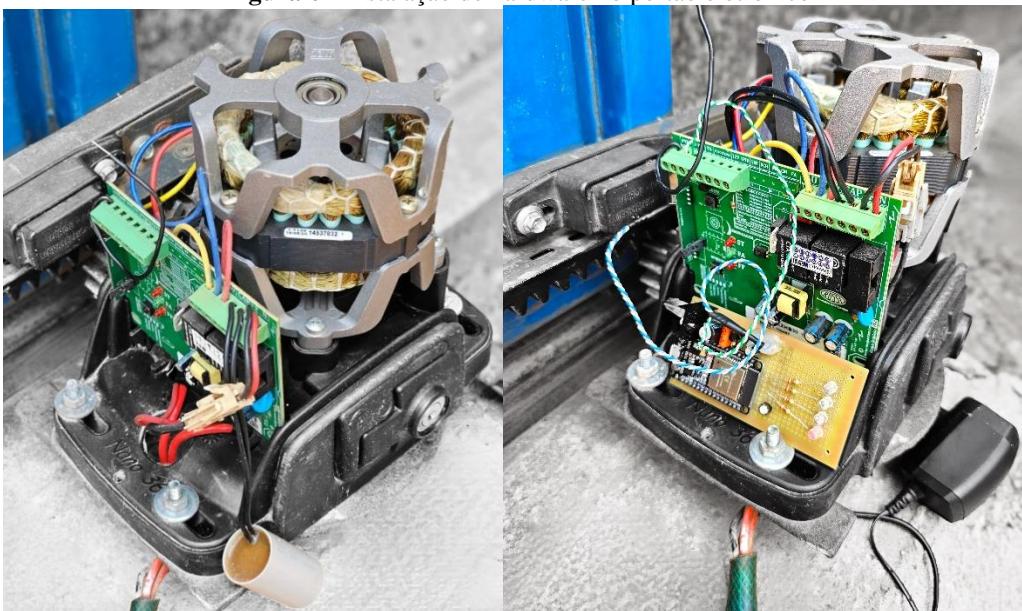
O modelo desempenhou um papel crucial para possibilitar a realização de testes com segurança e precisão. Ao replicar o funcionamento de uma porta eletrônica real, permitiu a simulação de diferentes cenários, que foram essenciais para os refinamentos necessários na lógica do firmware e para correções de bugs. No entanto, apesar de ter sido valiosa nas etapas intermediárias, a validação final das funcionalidades do firmware foi realizada em uma porta eletrônica 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 de hardware. Esse procedimento marcou o fim 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 feitos durante o desenvolvimento.

### 3.3 CONEXÃO DE HARDWARE AO PORTÃO ELETRÔNICO

Após concluir o desenvolvimento do hardware e firmware, o hardware foi instalado no portão eletrônico. A Figura 6 ilustra claramente a diferença entre o sistema original e o resultado após a integração. Do lado esquerdo, é possível ver o motor do portão em sua configuração padrão, conectado por meio de fios à sua placa de controle, conhecida como unidade de controle eletrônico. Do lado direito, destaca-se o sistema atualizado, com o hardware desenvolvido neste projeto integrado à unidade de controle eletrônico do portão.

**Figura 6** - Instalação de hardware no portão eletrônico



**Fonte:** Autor.

O sensor magnético de hardware foi posicionado ao lado do sensor magnético original do portão eletrônico, permitindo que ambos compartilhassem o mesmo status operacional do portão. Os fios de atuação do botão do painel de controle foram conectados ao terminal do painel de controle eletrônico, interligando o terminal negativo e o terminal de atuação de ambas as placas.

Normalmente, as unidades de controle eletrônico de portão têm terminais que fornecem tensão de alimentação para componentes externos. No entanto, nem todos são capazes de fornecer corrente suficiente para operar novos componentes, especialmente aqueles com maior demanda de energia. No caso específico da porta eletrônica utilizada neste projeto, identificou-se que sua unidade de controle eletrônico pode não fornecer a corrente necessária para o bom funcionamento do hardware desenvolvido.

Dada essa limitação, optou-se por utilizar uma fonte de alimentação externa. Essa adaptação foi essencial para garantir a operação estável e segura do sistema. Assim, foi estabelecida uma sinergia

entre o novo hardware e a unidade de controle eletrônico existente, agregando as funcionalidades projetadas neste projeto e ampliando as capacidades do portão eletrônico.

### 3.4 APLICATIVO MÓVEL

Ao abrir o aplicativo pela primeira vez, são solicitadas as permissões essenciais para acessar o Bluetooth e a localização do dispositivo. Essas permissões são essenciais para que o aplicativo funcione com todos os seus recursos.

**Figura 7** - Solicitação de permissões para acessar recursos do sistema



**Fonte:** Autor.

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

Para que o aplicativo funcione, ele deve estar conectado a uma máquina que hospede o servidor back-end PortãoTech. O servidor é responsável por autenticar usuários e gerenciar dados que podem ser inseridos, pesquisados, alterados ou excluídos por meio de solicitações HTTP. Por padrão, o endereço "portaotech.com.br" já está preenchido, mas é possível usar outro endereço, se necessário. Após inserir o endereço do servidor, o usuário deve tocar no botão "Conectar" para estabelecer a conexão.

**Figura 8** - Solicitação de permissões para acessar recursos do sistema

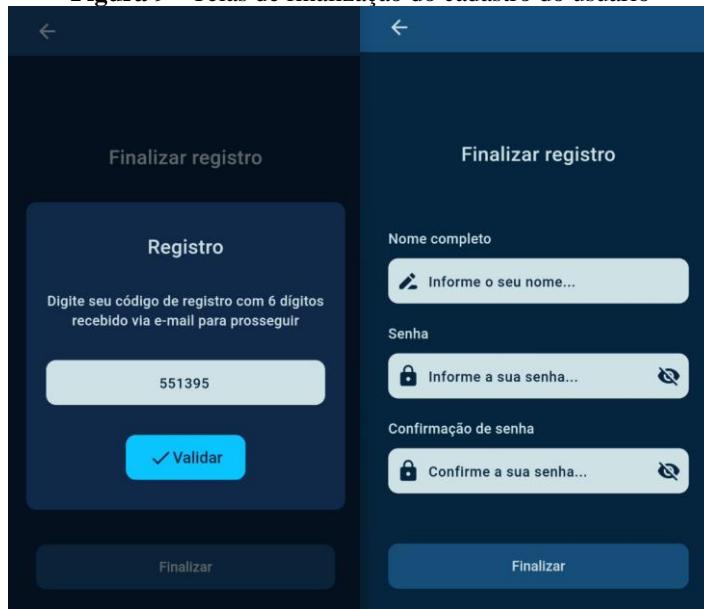


**Fonte:** Autor.

Se o aplicativo não estiver sendo aberto pela primeira vez, ele verificará automaticamente se há uma sessão de login ativa. Se a sessão estiver ativa, a tela principal será exibida para o usuário. Se não houver sessão ativa, o aplicativo verificará se o endereço do servidor foi inserido anteriormente. Caso exista o endereço, é exibida uma tela com as opções "Login" e "Finalizar cadastro", permitindo que o usuário faça o login, caso já esteja cadastrado, ou finalize o cadastro, caso tenha sido convidado e esteja acessando pela primeira vez.

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

**Figura 9** - Telas de finalização do cadastro do usuário

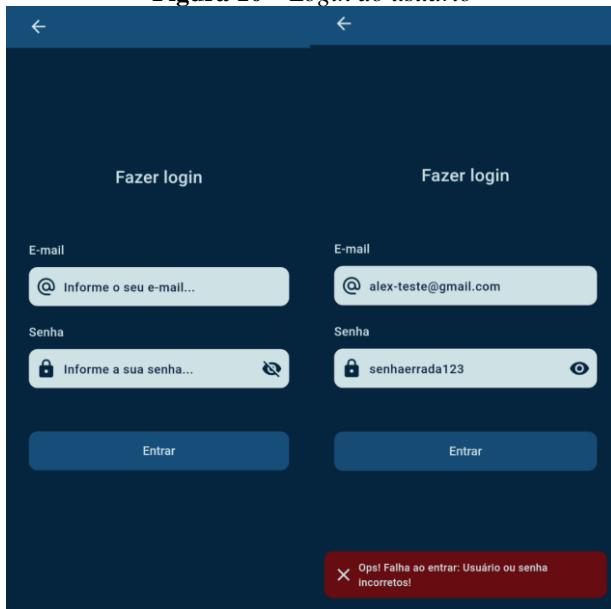


**Fonte:** Autor.

Se o código fornecido for inválido, uma mensagem de erro será exibida. Se for 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 "Concluir". Se todas as informações forem registradas com sucesso, a tela de login será exibida, permitindo que o usuário acesse o sistema.

O acesso ao aplicativo é feito através da tela de login, onde o usuário deve inserir o e-mail cadastrado e a senha definida ao concluir o cadastro. Para maior comodidade durante o preenchimento do formulário, o campo de senha tem a funcionalidade de exibir ou ocultar o texto inserido, ativado por um botão localizado no lado direito do campo. Em situações de erros de login, como falta de conexão com a internet, indisponibilidade do servidor ou fornecimento incorreto de credenciais, o sistema exibe mensagens informativas ao usuário. Assim que o login for bem-sucedido, o usuário será redirecionado automaticamente para a tela principal do aplicativo.

**Figura 10 – Login do usuário**

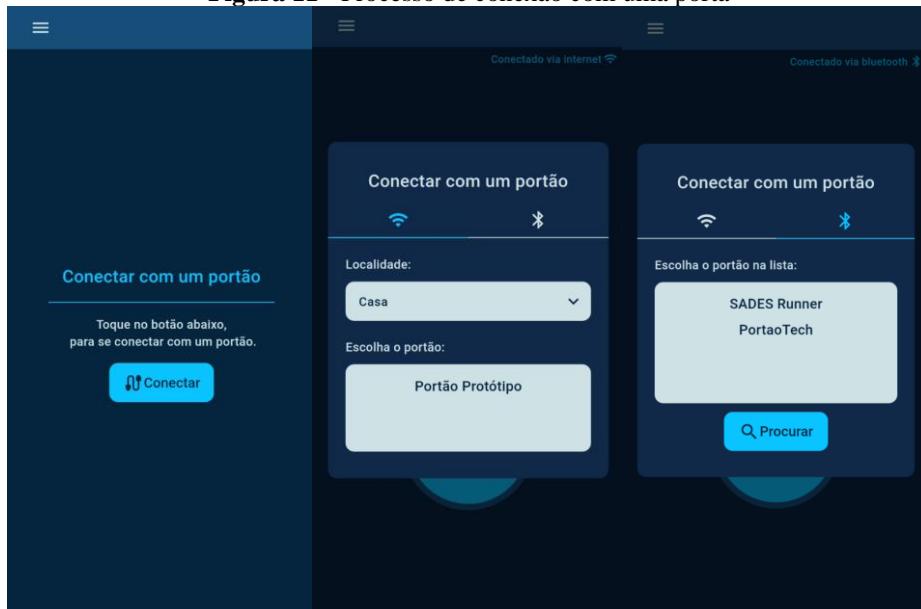


**Fonte:** Autor.

A tela principal é o ponto central de operação da aplicação e serve como interface primária para controlar o portão eletrônico. Quando acessado, o aplicativo verifica se havia algum portão sendo controlado quando usado pela última vez. Nesse caso, o aplicativo tenta automaticamente restabelecer a conexão com o mesmo portão, usando o tipo de conexão usada anteriormente, seja Internet ou Bluetooth. Se a tentativa inicial não for bem-sucedida, o aplicativo alternará para o outro tipo de conexão disponível. Quando a conexão automática é estabelecida com sucesso, os botões de controle do portão são exibidos na interface, permitindo que o usuário execute ações de abertura, fechamento ou parada. No entanto, em cenários em que a conexão não é possível ou nenhum portão foi controlado anteriormente, o sistema exibe uma mensagem de notificação ao lado de um botão chamado "Conectar". Este botão, quando pressionado, apresenta ao usuário uma caixa de diálogo modal que permite controlar a seleção do portão. Além disso, o menu principal, acessível por meio de um ícone no canto superior esquerdo da tela, oferece opções para outros recursos do aplicativo.

A escolha do portão é feita através de um modal que pode ser acessado de diferentes formas, permitindo flexibilidade ao usuário. Dentre os métodos disponíveis, o modal pode ser ativado pelo botão "Conectar" na tela principal, quando nenhum portão estiver ativo; através de uma opção localizada no menu principal; ou tocando no nome e localização do portão que está em uso no momento. Essa abordagem proporciona agilidade na seleção, principalmente em cenários em que várias portas são cadastradas na aplicação.

**Figura 11** - Processo de conexão com uma porta



**Fonte:** Autor.

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

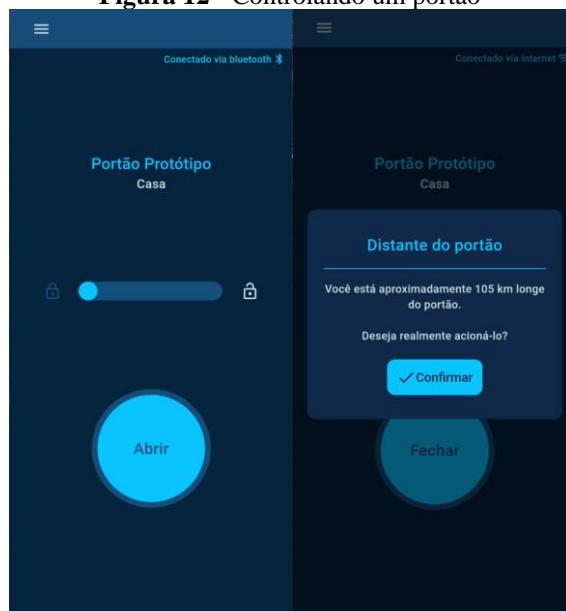
O processo de conexão com a Internet requer que o usuário selecione primeiro o local onde o portão está localizado. Após a seleção, é exibida uma lista de portões associados ao local, permitindo que o usuário escolha o portão desejado para estabelecer a conexão. Por outro lado, a conexão via Bluetooth requer proximidade física com o portão eletrônico. Neste modo, a interface exibe inicialmente uma lista de dispositivos Bluetooth já emparelhados. Se o portão desejado não estiver entre os dispositivos listados, o usuário pode pressionar o botão "Pesquisar" para começar a descobrir novos dispositivos. Depois de encontrar 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 junto com um indicador circular de progresso, sinalizando a tentativa de estabelecer comunicação. Em caso de falha de conexão, o sistema notifica o usuário por meio de mensagens de erro detalhadas. Quando a conexão é bem-sucedida, o modo de seleção é fechado automaticamente e os botões de controle do portão são exibidos na tela principal, permitindo o controle total do sistema.

A tela de controle eletrônico do portão foi projetada para fornecer aos usuários uma interface intuitiva e eficiente para gerenciar o acesso ao portão. O layout da tela é dividido em seções distintas, cada uma com funcionalidades específicas, proporcionando uma experiência de usuário fluida e fácil de navegar. Na parte superior da tela, são exibidas informações sobre o tipo e o status da conexão com o portão atual, representadas tanto em texto quanto por ícones gráficos. O status da conexão indica se a comunicação com o portão está ativa ou se houve perda de sinal, fornecendo ao usuário informações cruciais sobre o estado de interação com o sistema de controle do portão.

Logo abaixo da seção de status da conexão, o "Nome do portão" e o "Local" ao qual o portão pertence, como "Casa" ou "Trabalho", são exibidos. Essas informações são essenciais para ajudar o usuário a identificar o portão correto, facilitando a seleção do dispositivo a ser controlado.

**Figura 12 - Controlando um portão**



**Fonte:** Autor.

Após a conexão inicial com o portão, o sistema verifica a distância entre o usuário e o portão por meio de coordenadas geográficas. Se a distância entre os dois dispositivos for superior a 100 metros, é exibida uma mensagem informativa indicando a distância entre eles, conforme mostrado na segunda tela da Figura 12. Esse mecanismo visa aumentar a segurança evitando ativações acidentais, como quando o celular é colocado em um bolso destrancado ou se o usuário se esquece de escolher o portão correto. Para proceder à ativação do portão, o utilizador deve confirmar a operação tocando no botão "Confirmar".

Um dos principais controles do portão é o botão deslizante, que permite ao usuário definir com precisão o ponto de parada do portão. Ao segurar o controle deslizante, o usuário pode arrastá-lo para

a posição desejada e soltá-lo para parar o portão exatamente naquele ponto. Este controle permite o ajuste proporcional da abertura do portão, com o controle deslizante se movendo para a direita abrindo o portão e para a esquerda fechando-o. Nas posições intermediárias, o portão para proporcionalmente, permitindo um controle detalhado da abertura. Nas extremidades do controle deslizante, há ícones de cadeado fechados e abertos. Tocar no ícone de cadeado fechado aciona o fechamento do portão, enquanto o ícone de cadeado aberto aciona a abertura do portão.

**Figura 13 - Funcionamento dos botões de controlo do portão**



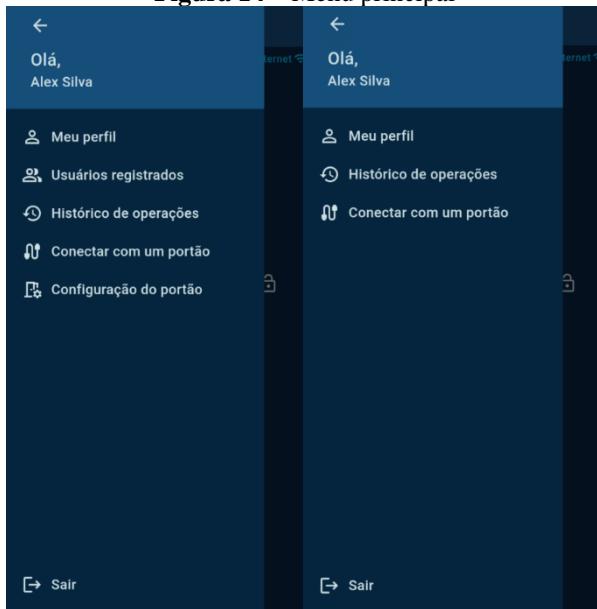
**Fonte:** Autor.

Abaixo do controle deslizante está o botão principal, um botão redondo que é maior que os outros controles. Este botão permite que o usuário execute ações imediatas no portão, com a descrição da ação a ser executada claramente exibida no centro do botão. As ações disponíveis incluem "Abrir", "Fechar", "Parar" e "Ativar". Este botão principal oferece uma alternativa direta e conveniente ao controle do portão, permitindo ao usuário executar funções com um único toque, sem a necessidade de arrastar o controle deslizante.

No geral, a tela de controle do portão 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 esta interface, os usuários podem gerenciar suas portas eletrônicas com segurança e controle total sobre o status operacional do sistema.

O menu principal do aplicativo é acessado tocando 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 está o botão "Voltar", que permite fechar o menu e retornar à tela principal do aplicativo. Essa funcionalidade visa garantir uma transição conveniente entre o menu e a tela principal. Abaixo do botão "Voltar", o nome do usuário logado é exibido, identificando claramente a conta ativa no momento.

**Figura 14 – Menu principal**

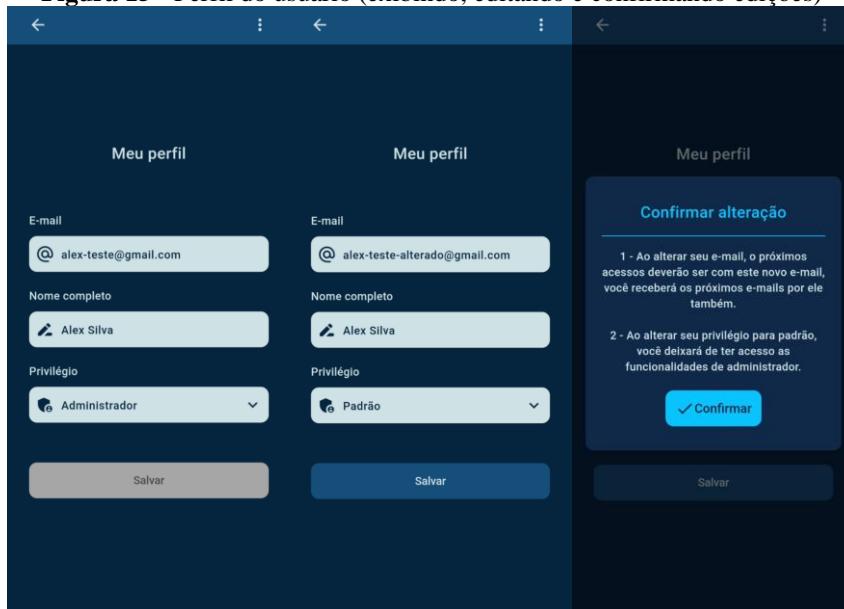


**Fonte:** Autor.

Na parte central do menu, há uma lista de recursos 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". Para usuários com privilégios de administrador, além dos recursos disponíveis para o usuário "Padrão", são apresentadas opções adicionais, como "Usuários Registrados" e "Configuração de Portão". Na parte inferior do menu, há o botão "Sair", que permite ao usuário encerrar a sessão ativa com segurança e eficiência.

A tela de perfil do usuário é acessível através do menu principal e foi projetada para permitir a visualização e edição de informações pessoais. A partir desta tela, o usuário pode gerenciar dados como nome, e-mail e privilégios, bem como optar por excluir sua conta, se desejar. Ao abrir a tela de perfil, os dados do usuário são exibidos imediatamente, mas o botão "Salvar" permanece desabilitado até que alguma alteração seja feita nos campos disponíveis.

**Figura 15 - Perfil do usuário (exibindo, editando e confirmando edições)**



**Fonte:** Autor.

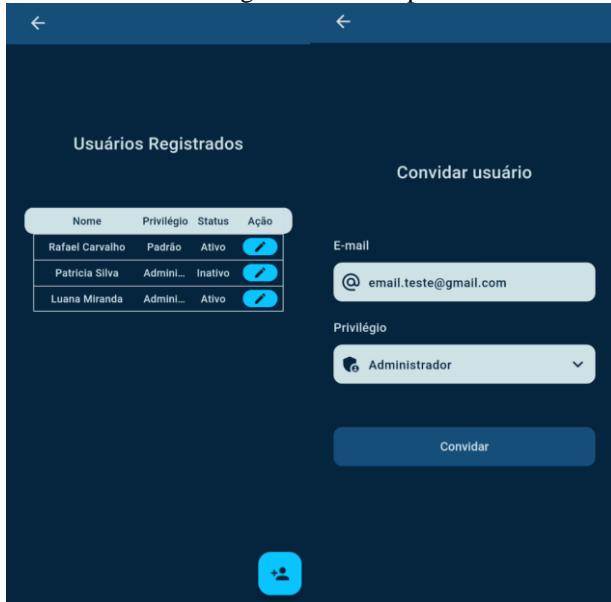
Os campos disponíveis para edição incluem: "Email", que corresponde ao endereço de email utilizado para registo e login, mas que pode ser atualizado; "Nome completo", que identifica o usuário no aplicativo; e "Privilégio", que permite alterar o nível de acesso do usuário entre "Padrão" e "Administrador". Ao fazer alterações em qualquer um desses campos, o botão "Salvar" é ativado, permitindo que você confirme as alterações feitas. Para alterações no e-mail ou privilégio, o sistema exibe uma caixa de diálogo informativa com instruções importantes. Se o e-mail for alterado, os futuros e-mails do aplicativo serão enviados para o novo endereço, e os logins subsequentes deverão ser feitos com o e-mail atualizado.

Além da edição, o aplicativo oferece funcionalidade de exclusão de perfil, permitindo que o usuário feche permanentemente sua conta. Para isso, o usuário deve acessar o ícone de opções no canto superior direito da tela do perfil. Ao selecionar a opção "Excluir perfil", aparece uma caixa de diálogo, alertando sobre as consequências da ação, como a perda de acesso ao aplicativo e aos dados associados. Se o usuário confirmar a exclusão tocando em "Confirmar", o aplicativo prossegue com a exclusão do perfil e exibe uma mensagem de sucesso. Se o usuário decidir não continuar, basta tocar fora da caixa de diálogo ou usar o botão Voltar do dispositivo para cancelar a operação.

A tela de usuários registrados oferece recursos que permitem visualizar, convidar novos usuários para o aplicativo e gerenciar o acesso de usuários existentes. A lista exibida nesta tela contém usuários já cadastrados no sistema, sendo que cada item da lista exibe as seguintes informações: nome, privilégio e status. O nome identifica o usuário no aplicativo, enquanto o privilégio pode ser "Padrão"

ou "Administrador", este último com permissões adicionais para gerenciar portões e outros usuários. O status indica se o usuário está autorizado a usar o aplicativo e pode ser "Ativo" ou "Inativo".

**Figura 16** - Tela de usuários registrados e tela para convidar novos usuários



**Fonte:** Autor.

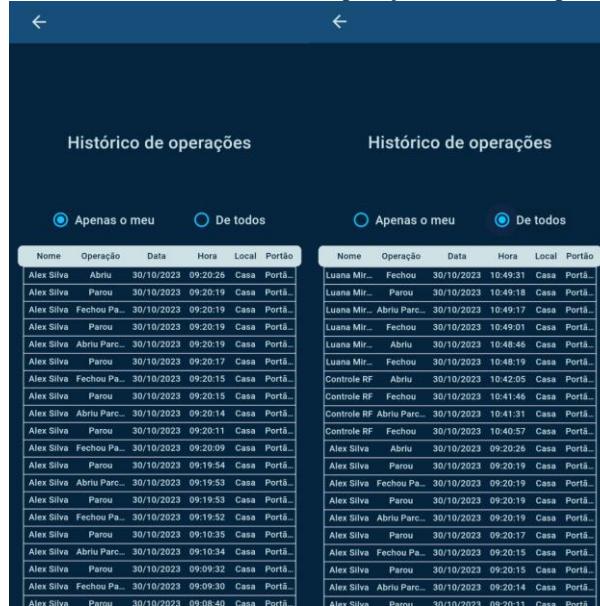
No canto inferior direito da tela de usuários cadastrados, há um botão para abrir a tela de convite de novos usuários. Nesta tela, o administrador deve inserir o endereço de e-mail do usuário convidado e os privilégios que ele terá ao concluir seu cadastro. O sistema então envia um e-mail para o usuário convidado contendo um código de registro e instruções para concluir seu registro. Após o cadastro, o novo usuário poderá controlar e gerenciar os portões disponíveis no aplicativo.

Cada item da lista de usuários cadastrados contém um botão de ação, representado por um ícone de lápis, que permite o acesso à 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 feita ativa o botão "Salvar" e confirma que ele atualiza o acesso do usuário. 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" exibe uma caixa de diálogo de confirmação, avisando que a ação é irreversível. Depois de confirmado, o perfil é excluído e uma mensagem de sucesso é exibida. Após a exclusão, o sistema retorna automaticamente à tela de usuários cadastrados.

Além disso, o aplicativo permite que os usuários visualizem operações realizadas por eles mesmos ou por outros usuários, como abrir, fechar, abrir parcialmente, fechar parcialmente ou ativar o portão. A tela responsável por essa funcionalidade apresenta um filtro e uma lista com detalhes das

operações realizadas. O filtro permite que o usuário escolha entre visualizar apenas suas próprias operações, usando a opção "Somente minha", ou todas as operações, usando a opção "De todos".

**Figura 17 - Telas com detalhes das operações realizadas pelo portão**

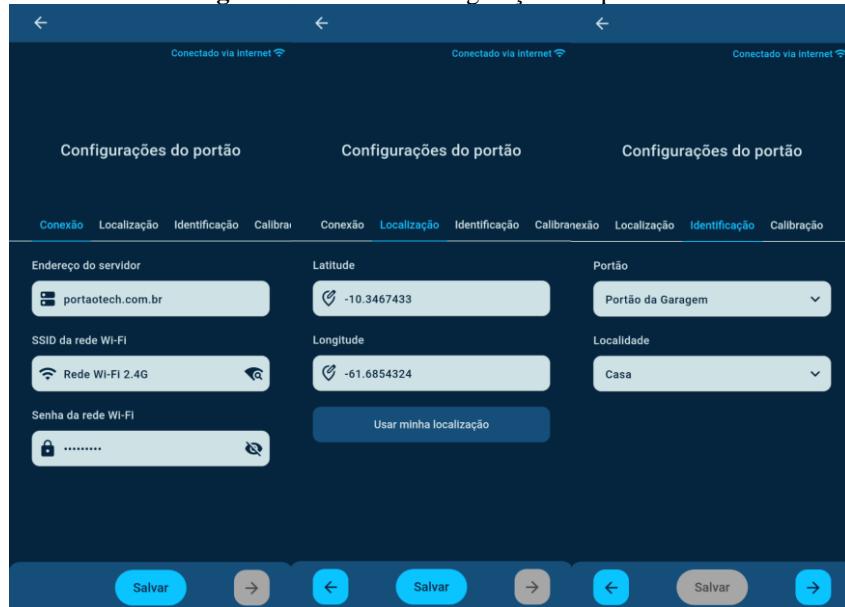


**Fonte:** Autor.

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

A tela de configurações do aplicativo foi projetada para organizar as configurações do gateway de forma intuitiva, usando abas específicas para cada conjunto de parâmetros. A aba "Conexão" permite personalizar os parâmetros de conexão, como endereço do servidor, SSID e senha da rede local, elementos essenciais para que o gateway se conecte à internet e ao servidor.

**Figura 18** - Tela de configurações do portão



**Fonte:** Autor.

Na aba "Localização", o usuário pode visualizar e definir as coordenadas de "Latitude" e "Longitude" do portão. Um botão chamado "Usar minha localização" permite que esses campos sejam preenchidos automaticamente com base na localização atual do dispositivo. A aba "Identificação" permite personalizar o nome e a localização do portão, facilitando a identificação no sistema. Por fim, a guia "Calibração" é dedicada à configuração de parâmetros internos relacionados ao funcionamento do portão, incluindo a medição do tempo necessário para abrir ou fechar totalmente, bem como associar os estados do portão aos sinais do sensor.

#### 4 CONCLUSÃO

Em resumo, a pesquisa e desenvolvimento desta nova aplicação para a gestão de portões de correr eletrônicos representa um avanço significativo na modernização do acesso a tecnologias residenciais. Os objetivos propostos foram plenamente alcançados por meio de um processo meticuloso e contínuo, que envolveu desde a revisão das tecnologias da Internet das Coisas (IoT) até a implementação de um sistema funcional.

O projeto começou com uma revisão das tecnologias IoT, que forneceram as bases necessárias para o desenvolvimento das soluções propostas. A etapa de desenvolvimento do protótipo de hardware focou na integração com a placa de controle de portão eletrônico, visando melhorar sua funcionalidade. Simultaneamente, o firmware foi desenvolvido para estabelecer uma comunicação eficiente entre o hardware e o sistema de portão. O aplicativo móvel foi projetado e testado em detalhes, garantindo sua

funcionalidade e facilidade de uso. Por fim, o servidor de aplicativos foi projetado para garantir uma comunicação robusta entre os dispositivos móveis e o sistema de portão eletrônico.

O processo completo, que envolveu desde o projeto até a implementação, resultou em melhorias notáveis na acessibilidade e controle dos portões eletrônicos. A escolha do microcontrolador ESP32, com base na sua relação custo-benefício e suporte para múltiplas ligações sem fios, revelou-se uma solução resiliente, capaz de operar em condições adversas de conectividade. Ao superar as limitações dos sistemas pré-existentes, a solução proposta não apenas aprimora a funcionalidade dos portões eletrônicos, mas também introduz novos recursos, incluindo abertura parcial dinâmica, controle de acesso, status em tempo real e histórico detalhado de operação.

Ao alinhar eficiência operacional, acessibilidade e facilidade de uso, o aplicativo desenvolvido não apenas otimiza o gerenciamento de portões eletrônicos, mas também redefine a experiência do usuário. O controle intuitivo por meio de dispositivos móveis elimina a necessidade de adquirir controles físicos adicionais, simplificando a configuração e o gerenciamento de usuários. Neste contexto, este trabalho representa um paradigma inovador na interação diária com as tecnologias residenciais.

As perspectivas futuras incluem a implementação de novas funcionalidades para aprimorar ainda mais a experiência do usuário e aumentar a versatilidade do sistema. Uma extensão relevante seria a integração de um sistema de alerta no aplicativo, informando os usuários sobre o funcionamento regular do portão e notificando-os imediatamente sobre possíveis defeitos. Essa funcionalidade aumentaria a segurança e a confiabilidade do sistema, permitindo uma intervenção rápida em caso de problemas.

Outra possibilidade de expansão seria a inclusão de uma interface para apresentação das estatísticas operacionais do portão, com gráficos que facilitem 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 fechamento automático do portão, ajustada 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, Edmáa (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 em Tecnologia em Automação Industrial) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Cornélio Procópio, 2014. Disponível em: [https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/27314/1/CP\\_COAUT\\_2014\\_1\\_05.pdf](https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/27314/1/CP_COAUT_2014_1_05.pdf).

SANTOS, J.; LARA JUNIOR, 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>.