

# **DESENVOLVIMENTO DE APLICATIVO CELULAR PARA ACESSO A EDIFÍCIOS VIA SENHAS INDIVIDUAIS, RECONHECIMENTO FACIAL E RECONHECIMENTO BIOMÉTRICO**

Domênica dos Santos – domenicadoda@gmail.com

Mayara Santos Chinaglia – mayara16sc@gmail.com

Fernanda Moralez – fernandamoralez@gmail.com

Sergio Rabelo (Orientador) – prof.sergio@mackenzie.br

## **RESUMO / ABSTRACT**

Este artigo tem como objetivo desenvolver uma solução tecnológica para permitir a entrada de pessoas autorizadas em condomínios e residências, evitando assim impasses durante os períodos noturnos e nas madrugadas, visto que algumas pessoas retornam de suas atividades neste período e se deparam com um atraso para adentrarem suas residências, que as deixam sujeitas a roubos e furtos e, além deste fator, há uma questão de higiene vivida no momento atual em relação a pandemia ocasionada pelo COVID-19, em que áreas e superfícies comum se tornaram alvo de grande preocupação em relação ao contágio do vírus. A solução apresentada foi a criação de um aplicativo, como método de entrada em residências ou condomínios, por meio de leitura biométrica e reconhecimento facial do próprio celular do indivíduo. Esse aplicativo foi desenvolvido através do *framework Flutter* conectado a uma fechadura elétrica e um microcontrolador (NodeMCU), proporcionando uma autenticação individual da entrada de cada condômino para adentrar suas residências. Os resultados obtidos deste projeto, foram: aumento de higiene ao adentrar as residências, haja vista o uso individual do aplicativo, sem contato com outros indivíduos e o tempo de conexão entre o dispositivo e a fechadura apresentado, o qual foi menor do que 3 segundos.

Palavras-chave: Residências. Aplicativo. Segurança biométrica.

## **DEVELOPMENT OF A MOBILE APPLICATION FOR ACCESS TO BUILDINGS VIA INDIVIDUAL PASSWORDS, FACIAL AND BIOMETRICS RECOGNITION**

### **ABSTRACT / RESUMO**

This article aims to develop a technological solution to allow the entrance of authorized people in residences and condominiums, avoiding a sensitive security flaw during the night and early morning, since some people return from their activities in this period and face a delay that leaves

them subject to theft and robbery and, in addition, a hygiene issue experienced in the current moment in relation to the pandemic generated by COVID-19, in which common areas and surfaces have become the target of great concern regarding the virus contagiousness. The solution presented was the creation of an app, as a method of entering homes or condominiums through biometric reading from the cell phone itself. This app is developed through the Flutter framework together with an electric lock and a microcontroller, NodeMCU, providing entry authentication for each resident. The obtained results of this project were: to obtain greater agility and hygiene at home's entrances, since the use of an individual app, without the contact with other people and the connection time presented between the device and the lock was less than 3 seconds.

Key Words: Residences. App. Biometric security.

## 1 INTRODUÇÃO

Na atualidade, vivencia-se um momento histórico no qual diversos tipos de redes de conexões são criadas diariamente e encontram-se cada vez mais assíduas na vida das pessoas, seja por meio da utilização de *smartphones*, *notebooks*, *smart TVs* e outros dispositivos que alteram os relacionamentos interpessoais e o modo como o ser humano vive e interage com o mundo ao seu redor.

Com o desenvolvimento de dispositivos eletrônicos móveis inteligentes no ano de 2007 introduzidos pela Apple, e em 2008 pela Google, desencadeou-se a necessidade de criar programas para ampliar as funcionalidades dos smartphones, dessa forma, surgiram os aplicativos, e atualmente estão presentes na vida do homem de diversos modos, por apresentarem inúmeras funcionalidades, seja para acessar sua conta bancária, fazer uso do transporte individual, pedir refeições, se comunicar e até mesmo fazer acompanhamento de sua saúde e qualidade de vida, como aborda Carol Lima (2016).

O mercado de desenvolvimento de apps vem evoluindo vertiginosamente na atualidade devido ao aumento ascendente do uso de aplicativos no cotidiano das pessoas e sobretudo pelo crescimento acelerado das tecnologias que são criadas. Segundo a consultoria App Annie, o Brasil é o terceiro colocado no *ranking* dos países em termos de tempo gasto em apps e o download anual de aplicativos aumentou em 40% nos últimos 3 anos, conforme Valente (2020).

Com os avanços na elaboração de aplicativos, o modo de programar tem sido modificado perceptivelmente através do uso e desenvolvimento de interfaces mais intuitivas e simples, de maneira que não é preciso um grande conhecimento em programação para criar bons programas e alguém que já possua um certo grau de entendimento sobre o assunto possa usufruir de maneira facilitada das ferramentas que antes eram utilizadas com um grau de complexidade maior.

No âmbito de desenvolvimento de aplicativos três vertentes de desenvolvimento se destacam e lideram o mercado atual: desenvolvimento web, nativo e híbrido. Dentre eles muitas métricas são consideradas no momento da escolha do desenvolvimento com que se irá trabalhar como a linguagem de programação, manutenção, curva de aprendizagem (“que medirá as dificuldades encontradas durante o desenvolvimento com cada abordagem. De forma objetiva, ela é uma representação do nível médio cognitivo de aprendizagem para uma determinada atividade ou ferramenta” (REIS, 2019, p. 25)), comunidade, entre outros.

Cada sistema operacional tem suas particularidades para o desenvolvimento dos aplicativos. Os aplicativos em iOS podem ser desenvolvidos apenas em computadores Mac que rodam o Mac OS X com auxílio de um único Ambiente de Desenvolvimento Integrado (IDE), o XCode, além de realizar o download de um kit de desenvolvimento de software (SDK). Os aplicativos em Android possuem uma maior flexibilidade para serem desenvolvidos, pois os mesmos podem ser criados em diversos sistemas operacionais como Windows, Linux e até mesmo o Mac OS X, e possuem uma vasta possibilidade de escolha de IDEs, como Android Studio e IntelliJ IDEA, como também a necessidade de downloads de SDKs.

Para este projeto selecionou-se o desenvolvimento híbrido devido a sua facilidade de entendimento para programadores iniciantes e a gama de bibliotecas já prontas aliado ao IDE Android Studio, pois além de servir como ferramenta voltada para criação de códigos, há também incorporado a ele um emulador, ou seja, é possível ao executar o código criado, testá-lo em um simulador de *smartphone* Android (emulador) (ANDROID STUDIO, 2020).

Os *frameworks* proporcionaram grandes avanços ao desenvolvimento de aplicativos como já foi mencionado anteriormente, devido à sua capacidade de ser *Cross-Platform* (multiplataforma). Essa característica viabiliza um custo reduzido de produção e manutenção, já que utiliza linguagens de programação geralmente empregadas em aplicações Web, como JavaScript. Segundo Bristowe (2017, apud LIMA, 2019, p.36), “o código-fonte é encapsulado em uma aplicação nativa e utiliza-se de WebView ou componentes de web para apresentar a interface, acessar bibliotecas internas do SO e para comunicar-se com os sensores embutidos no aparelho”. Os *frameworks* mais utilizados são: Ionic, React Native e Flutter.

Após pesquisas e análises feitas sobre estes três *frameworks*, foi selecionado o Flutter, dado que seu desenvolvimento é baseado em widgets, que representam todas as camadas que estarão presentes na interface do usuário final. Sua linguagem de programação se diferencia dos outros *frameworks*, pois utiliza uma linguagem própria, o Dart, entretanto, é bem semelhante às demais. Por não utilizar outras plataformas, esse framework promete entregar uma boa performance aliado à grande facilidade de programação, criando uma curva de aprendizagem ainda mais baixa. Por ser um *framework* novo no mercado, sua comunidade ainda não é tão expressiva quanto à dos

*frameworks* já citados, entretanto o Flutter apresenta um desempenho melhor em relação às demais por utilizar uma linguagem de programação avançada AOT (Ahead-Of-Time) e não necessitar de um *framework* para modificar o código para nativo (FLUTTER, 2020).

“Um banco de dados é uma coleção organizada de informações - ou dados - estruturadas, normalmente armazenadas eletronicamente em um sistema de computador. Um banco de dados é geralmente controlado por um sistema de gerenciamento de banco de dados (DBMS). “, conforme esclarece a Oracle Brasil (2020). Atualmente, existem diversos tipos de bancos de dados, e dependendo das necessidades do usuário, basta fazer a seleção do mais adequado. Classifica-se os bancos em: Bancos de dados relacionais, Bancos de dados orientado ao objeto, Bancos de dados distribuídos, Data warehouse, Bancos de dados NoSQL, Bancos de dados de gráfico, Bancos de dados OLTP, Bancos de dados de código aberto, Bancos de dados em nuvem, Bancos de dados multimodelo, Bancos de dados de documentos/JSON e Bancos de dados autônomos, conforme contextualiza a Oracle Brasil [2020].

Dado que a fizemos a seleção do *framework* Flutter, o banco de dados selecionado foi o Firebase, devido a sua facilidade de integração por ser também desenvolvido pela Google. Segundo Kassia Rodrigues (2017), o Firebase é caracterizado por um banco de dados em tempo real que fornece uma API que permite aos desenvolvedores o armazenamento e sincronização de dados entre vários clientes. A maioria dos seus recursos são gratuitos, para qualquer nível de desenvolvimento, e quando um aplicativo desenvolvido com uso desse banco de dados demanda um armazenamento maior de dados não é necessário escalar o código ou mudar o servidor com uma capacidade de armazenamento extra, pois o Firebase é apto a essas possíveis alterações, e portanto, apresenta diversos planos disponíveis, de acordo com Firebase [2020].

Na década de 70, o ramo dos sistemas embarcados ascendeu de forma bastante acentuada. Grandes empresas começaram a investir nessa esfera promissora da tecnologia, visto que isso proporcionaria a possibilidade de executar tarefas, que anteriormente eram feitas de forma manual, automaticamente. Esses sistemas ganharam novos componentes, oferecendo uma série de novas funcionalidades para o mercado e ganhando o nome de microcontroladores.

O emprego dos microcontroladores apresentou um crescimento exponencial a partir do instante em que foram notadas as diversas aplicabilidades existentes dentro da área industrial. Segundo Oliveira (2017):

As funcionalidades agregadas aos microcontroladores inicialmente se resumiam a interfaces de entrada e saída (I/O) e foram agregando, a cada nova versão ou produto, memória RAM, memória EPROM para programas e dados e circuito de oscilador (*clock*), interfaces de comunicação (serial, USB) e, mais recentemente, interfaces de rede, Ethernet, Wi-Fi, e Bluetooth.

Neste desenvolvimento em questão foi selecionado o microcontrolador NodeMCU haja vista que ele é muito utilizado, pois oferece uma boa usabilidade aliado com um baixo preço, variedade de ambientes de desenvolvimento e disponibilidade de módulos periféricos. Ele apresenta benefícios em relação ao Arduino ao se tratar de processamento, frequência de relógio, quantidade de memória e variedade de interfaces de comunicação, conforme Oliveira (2017).

Estas placas de desenvolvimento incluem o ESP8266 já soldado, com pinos para encaixar numa protoboard, memória flash externa e conversor serial-USB. Com isso, pode ser ligado ao PC com um simples cabo USB e o carregamento de programas pode ser feito sem maiores complicações.

Uma de suas grandes vantagens em relação a outros microcontroladores é a presença da interface Wi-Fi. Não é necessário acoplar nenhum módulo extra para utilizar esse tipo de interface de comunicação. Essa característica faz do ESP8266 um grande candidato para aplicações voltadas ao IoT. Esse microcontrolador apresenta a possibilidade de programação em 3 ambientes de desenvolvimento diferentes, dentre eles, tem-se: um ambiente baseado na linguagem Lua (linguagem de alto nível e fácil integração), a própria IDE do Arduino, e um ambiente baseado no sistema operacional de tempo real (RTOS) – onde é possível aproveitar o total potencial do microcontrolador. (OLIVEIRA, 2017).

Ferramentas direcionadas ao reconhecimento singular do indivíduo tem sido cada vez mais instauradas nos novos modelos tecnológicos de acesso, principalmente quando o intuito é estabelecer segurança. Essa implementação tem se mostrado bastante presente, desde o acesso a grandes edifícios até a concessão de acesso aos dados de pequenos dispositivos celulares. Dentre essas ferramentas, há o reconhecimento biométrico, também conhecido por biometria, entende-se que “Reconhecimento biométrico, ou simplesmente, biometria é a ciência que estabelece a identidade de uma pessoa baseada em suas características físicas ou comportamentais, assim como impressão digital, facial, íris e voz.” (ROSS; JAIN; NANDAKUMAR, 2011, p. 7, tradução autoral). Tais formas distintas de atribuir a identificação do indivíduo, de um modo geral, podem ser classificadas em dois grupos. O primeiro grupo é baseado nas características fisiológicas do ser, são traços advindos da carga genética, e dificilmente são transformados ao decorrer do tempo, já o segundo grupo direcionado ao reconhecimento biométrico se baseia em características que são adquiridas ou desenvolvidas com o passar do tempo, sendo assim, essas características oscilam ao decorrer da vida humana. Não obstante, dependendo do estado atual e do desejo de cada sujeito, esses atributos podem oscilar de maneira acentuada, podemos notar essas peculiaridades no tom de voz e na assinatura, conforme explica Costa, Obelheiro e Fraga (2006).

No desenvolvimento deste aplicativo, devido a pré-existência da biometria digital e o reconhecimento facial nos smartphones, optou-se por implementar as duas formas de autenticação, deixando à critério do usuário sobre qual modo biométrico ele utilizará.

Defronte aos pontos abordados, este artigo visa proporcionar uma experiência tecnológica em uma situação cotidiana dos usuários, por meio da criação de um aplicativo celular, no qual os indivíduos poderão acessar portões de edifícios, prédios e até mesmo de suas casas por meio dos próprios smartphones. Hoje, existem tecnologias no mercado que permitem a experiência de um porteiro eletrônico, como a empresa IntelBras, a qual é referência no Brasil no mercado de porteiros automatizados. Todavia, a tecnologia empregada em seus aparelhos é voltada para controle de imagem de quem está tentando acessar a residência e ao acionar um botão do aparelho, o acesso é concedido, diferentemente do aplicativo desenvolvido que atua como acionador de fechadura eletrônica com um modo de autenticação apenas para pessoas autorizadas que poderá ser acionado dentro ou fora de casa desde que haja uma conexão com a internet. Dentre os modelos que a empresa IntelBras trabalha, os que mais se assemelham com o padrão do projeto a ser desenvolvido são:

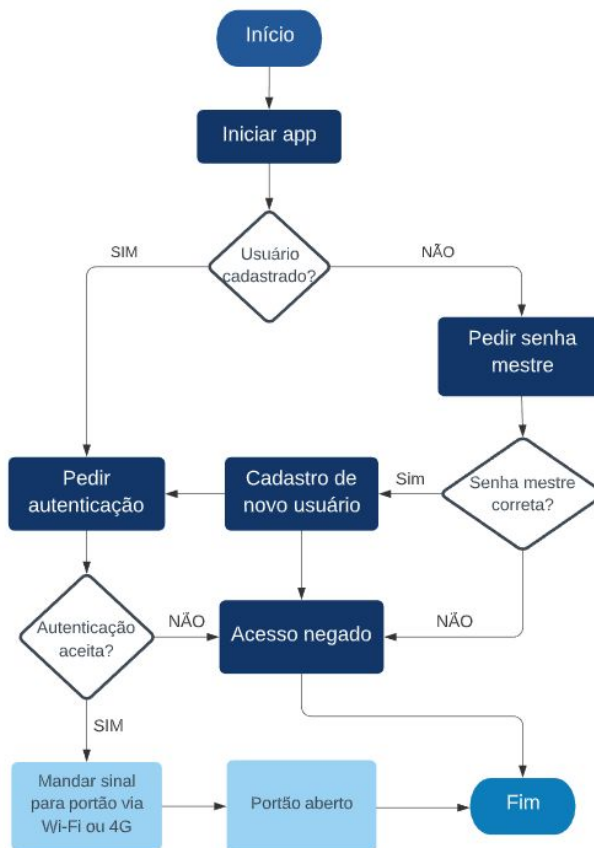
O modelo XPE 1001 IP trabalha com conexão via IP, porém o acesso à residência é feito por senha ou aproximação de um cartão no próprio aparelho. O acesso pode ser monitorado por uma central, sendo interessante para empresas, possibilitando o controle de seus funcionários.

Já o modelo XPE 1001 PLUS ID, possui uma conexão com o celular do condômino o que propicia um controle de imagem e áudio ao condômino, conforme a figura 2, porém o acesso é feito somente via senha ou cartão. Também é um aparelho que tem conexão via IP, podendo ser feito o gerenciamento de acesso.

## **2 METODOLOGIA**

Os procedimentos metodológicos adotados para o desenvolvimento deste projeto foram pautados em uma metodologia explicativa (haja vista que o estudo contempla a criação e desenvolvimento de um aplicativo mobile). Desta forma, o aplicativo foi elaborado através do uso do *framework Flutter*, o qual é apropriado para o desenvolvimento híbrido de apps, as informações geradas pelo aplicativo são armazenadas através da conexão via 4G ou Wi-fi do celular com o banco de dados (*Firebase*), e a integração dessas informações e o acionamento da fechadura é feito por meio do microcontrolador (NodeMCU). Na figura 1, há um fluxograma generalista sobre o funcionamento do aplicativo com as atividades de execução do software.

Figura 1 – Fluxograma do funcionamento do App.



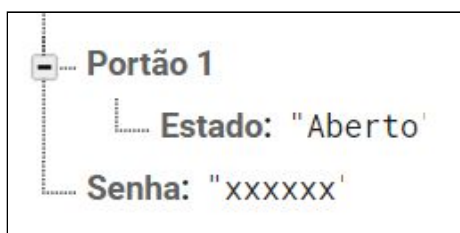
Fonte: Acervo Pessoal

## 2.1 CONEXÃO COM O BANCO DE DADOS

Antes de iniciar a integração das funcionalidades eletrônicas e do framework, é necessário realizar a configuração do banco de dados, pois o mesmo servirá como um elo para a comunicação entre o app e o microcontrolador. No banco de dados, é armazenado o estado atual da fechadura (aberto ou fechado), além do controle das pessoas que estarão autenticadas a utilizar o app para oferecer uma camada de segurança a mais. Nesse projeto, foi elaborada a autenticação de dois fatores para permitir a utilização do app: através da inserção de uma senha mestre e um login por meio da inserção de e-mail e senha.

Para essa configuração, é necessário entrar no site do Firebase e criar um banco de dados para uma conta que ficará responsável pelo gerenciamento dos dados ali presentes. Com o banco de dados criado, a autenticação por e-mail e senha deve ser habilitada e uma divisão em formato JSON deve ser adicionada para armazenar o estado dos portões e uma senha mestre (figura 2).

Figura 2 - Configuração dos dados no formato JSON



Fonte: Acervo pessoal (2020)

Feitas essas modificações, um app deve ser adicionado e configurado ao Firebase para que haja uma comunicação entre o app e o banco de dados de forma segura. O app pode ser configurado para plataformas Android e IOS. Através dessas alterações, o banco de dados está apto para dar continuidade ao desenvolvimento do projeto.

## 2.2 DESENVOLVIMENTO COM MICROCONTROLADOR

A seção eletrônica, que faz o papel de conexão entre o app e a fechadura do portão, é desenvolvida através do uso de um módulo relé e um módulo NodeMCU, que conta com um microcontrolador Esp8266 e um módulo de comunicação Wi-Fi.

O módulo de comunicação recebe as informações do banco de dados e transporta as mesmas para que o microcontrolador interprete o comando em que o módulo relé deve ser acionado ou não.

O NodeMCU possui uma programação própria que receberá o sinal do módulo Wi-Fi e o interpretará, para que o módulo relé seja acionado através das devidas conexões. O módulo relé possui o papel de simular a fechadura de um portão, que por conseguinte poderá ser conectado a uma fechadura por suportar tensões usuais presentes em componentes residenciais.

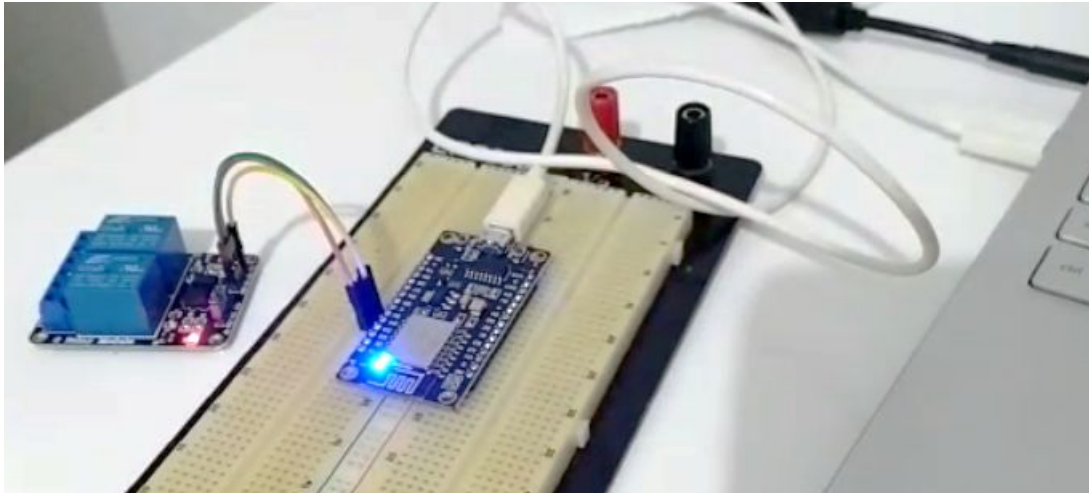
### 2.2.1 Integração Microcontrolador Com Módulo Relé

A comunicação entre o microcontrolador e o módulo relé é executada através de uma programação na interface IDE Arduino e um simples circuito elétrico para que as portas lógicas do NodeMCU estejam conectadas ao módulo relé e o sinal possa ser levado de um módulo ao outro. Na programação, será definida uma GPIO que levará o sinal para o relé ser acionado e em viés de testes, o circuito eletrônico será montado em uma placa *protoboard*, que conecta os componentes de um circuito real de forma prática e simples.



Na figura 3, pode-se observar a montagem do circuito eletrônico para que o teste da programação seja realizado e o relé possa ser acionado. O NodeMCU é alimentado através de uma conexão USB entre o notebook e a sua porta de entrada, que também permite realizar a compilação do código desenvolvido para o microcontrolador. O acionamento pode ser percebido pelo led aceso no módulo relé e no próprio NodeMCU.

Figura 3 - Simulação do circuito eletrônico para o módulo relé



Fonte: Acervo pessoal (2020)

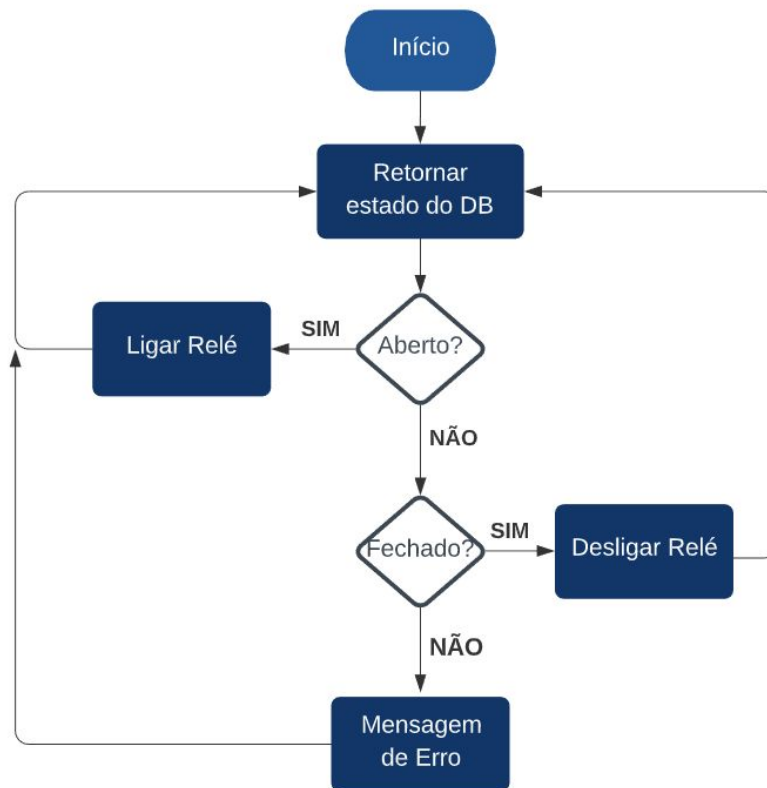
### 2.2.2 Integração Microcontrolador Com Banco De Dados

A integração entre o banco de dados e o NodeMCU é feita através de uma programação com uma biblioteca específica criada para a interface Arduino IDE com o intuito de interpretar bancos de dados do Firebase.

Nessa programação é informada a rede Wi-Fi em que o NodeMCU ficará conectado constantemente e um código de segurança que apenas o administrador do banco de dados possui acesso para que haja segurança na troca de dados. Através dessas conexões, o NodeMCU recebe os dados em formato JSON e os interpreta.

Para o projeto em questão, o NodeMCU procura o estado do portão em formato JSON e aciona o relé se o estado estiver indicado como aberto, e desativa o relé se o estado estiver indicado como fechado, como demonstra fluxograma da figura 4:

Figura 4 - Lógica aplicada para o acionamento do relé.



Fonte: Acervo pessoal (2020).

## 2.3 DESENVOLVIMENTO DO APLICATIVO

Para o desenvolvimento do aplicativo, duas ferramentas foram consideradas: a linguagem de programação e o *framework* associado. Para a programação e criação dos códigos utilizou-se a linguagem Dart, a qual está acoplada ao uso do *framework Flutter*.

Ao escolher a linguagem de programação e o *framework*, o próximo passo foi a seleção do ambiente de desenvolvimento do código da aplicação, a qual nesse projeto foi o Android Studio.

### 2.3.1 Integração Do Aplicativo Com Banco De Dados

A integração do aplicativo com o banco de dados é em demasia importante por ser a parte responsável pela inserção do estado atual do portão (aberto ou fechado).

Como primeiro teste para inserção de dados, na programação, foi criado um botão responsável por abrir e fechar o portão (figura 5), para que, ao pressioná-lo, um sinal do tipo “aberto” fosse enviado ao banco de dados e após alguns segundos, o sinal do tipo “fechado”.

Figura 5 - Tela do app responsável pela abertura dos portões.



Fonte: Acervo pessoal (2020).

### 2.3.2 Autenticação Por Senha Mestre

Para que haja uma maior segurança e gerenciamento dos usuários que terão acesso ao app, ele conta com uma verificação de uma senha mestre, fazendo com que o usuário não possa prosseguir com o registro antes da autenticação da senha mestre, logo, a inserção da senha mestre só é necessária na primeira vez em que o usuário estiver se registrando. Essa senha só será fornecida apenas para os usuários que realmente devem ter acesso ao app e só poderá ser alterada pelos gerenciadores do banco de dados, como explicado no tópico 2.1.

Como pode ser observado na tela inicial (figura 6), há uma notificação, abaixo do botão de registro, que consta o estado da autenticação da senha mestre. Para autenticar, é necessário pressionar o botão “Autenticar” e digitar a senha mestre na tela que surgirá; se a senha inserida estiver correta, a tela inicial é exibida novamente com a notificação que o usuário está autenticado. Feita a autenticação, o usuário pode seguir com o registro normalmente.

Figura 6 - Telas para autenticação da senha mestre



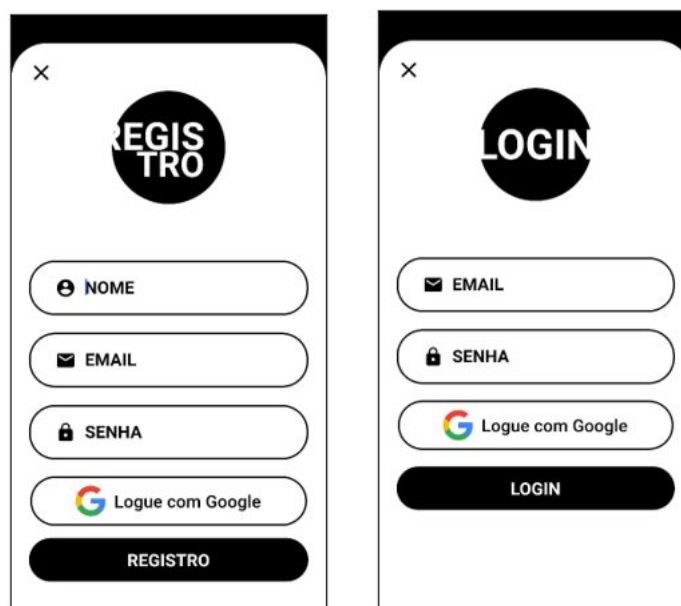
Fonte: Acervo pessoal (2020)

### 2.3.3 Autenticação Por E-mail e Senha

Como forma de login no app foi escolhida uma autenticação por e-mail e senha, dessa forma, é possível ter um gerenciamento dos usuários logados através do banco de dados.

Essa autenticação é feita na primeira tela de interação com o app, em que o usuário pode escolher entre registrar um e-mail e senha ou logar se o mesmo já tiver o registro, como mostra as figuras 6 e 7:

Figura 7 - Telas de Registro e Login do app



Fonte: Acervo pessoal (2020).

Ao logar ou registrar, o usuário será levado para a tela principal do app (figura 8), em que será mostrado o nome do usuário cadastrado e um botão que dará acesso à tela dos portões (figura 5):

Figura 8 - Tela principal do app



Fonte: Acervo pessoal (2020)

### 2.3.4 Autenticação Por Biometria Digital E Reconhecimento Facial

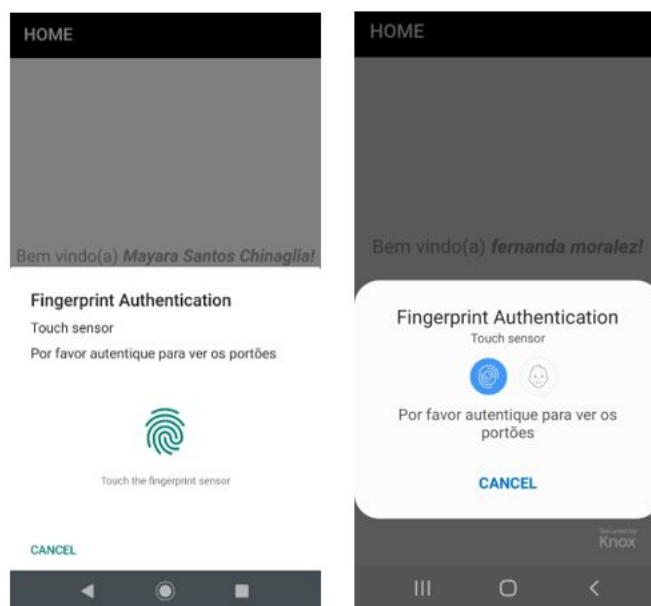
Após a elaboração e integração das configurações citadas anteriormente, mais uma camada de segurança é adicionada, o reconhecimento via impressão digital. A partir dela é possível garantir

um nível de proteção maior para as residências conforme será abordado no tópico da revisão de literatura referente à biometria.

A autenticação por biometria digital é solicitada toda vez em que o usuário desejar entrar na tela responsável pela abertura dos portões, logo a impressão digital será requerida quando o usuário estiver em sua tela principal (figura 8) e pressionar o botão “Portões”. Ao pressionar o botão, uma nova janela é aberta solicitando a digital, a verificação é feita através da digital já cadastrada no próprio dispositivo, fazendo com que só o proprietário do aparelho tenha controle sobre o uso e acesso às funcionalidades do aplicativo. Caso a digital verificada esteja correta, o usuário é levado para a tela que possibilita a abertura dos portões (figura 5).

É importante salientar que a mesma biblioteca utilizada para a programação da utilização da biometria do dispositivo oferece também a possibilidade de utilizar o reconhecimento facial, dado que o reconhecimento facial e digital é feito através da própria tecnologia de autenticação do celular, porém, nem todos os celulares oferecem a compatibilidade de utilização do reconhecimento facial. Sendo assim, as duas ferramentas de autenticação podem ser utilizadas e estão sinalizadas na figura 9.

Figura 9 - Autenticação por biometria digital ou reconhecimento facial.



Fonte: Acervo pessoal (2020).

## 2.4 DESENVOLVIMENTO DO PROTÓTIPO

Após uma análise de todos os testes e a validação de que a seção eletrônica e as funcionalidades do app estão atuando corretamente, faz-se necessário o início do desenvolvimento do protótipo.

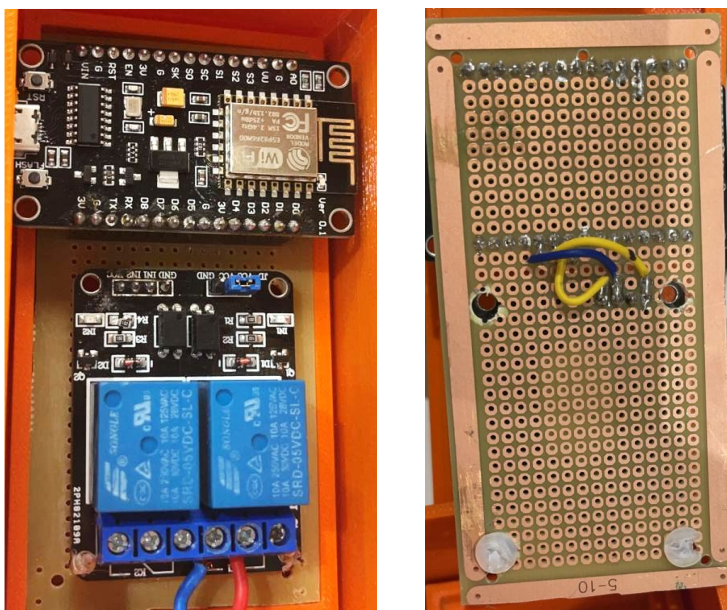
### 2.4.1 Prototipagem Da Placa

Com a parte eletrônica finalizada, o circuito montado na protoboard pode ser transferido para uma placa de circuito impresso, também conhecida como PCB (Printed Circuit Board). São placas destinadas para o uso de circuitos eletrônicos por possuírem uma camada de materiais condutores que ficarão responsáveis pelas conduções elétricas no circuito. Há várias formas de confeccionar uma PCB, muitos softwares já estão disponíveis para facilitar a fabricação delas e o resultado tornar-se mais profissional, porém, há uma série de materiais que precisam ser adquiridos para que a placa possa ser confeccionada, além de necessitar de um local adequado, já que o processo inclui o uso de produtos químicos para a corrosão do material metálico.

Para que essa dificuldade seja contornada, em caso de circuitos simples, uma ótima opção é o uso de placas universais perfuradas de fenolite, essa placa já conta com o material condutor em um dos seus lados e já é perfurada, facilitando muito a confecção do circuito, pois só será necessário soldar os componentes eletrônicos em suas devidas conexões.

Nesse projeto uma placa de fenolite perfurada foi escolhida para confeccionar o circuito entre o NodeMCU e o módulo relé, que posteriormente será conectado à fechadura eletrônica. Na figura 10, há o resultado da fabricação do circuito eletrônico:

Figura 10 - Circuito impresso desenvolvido para o protótipo.



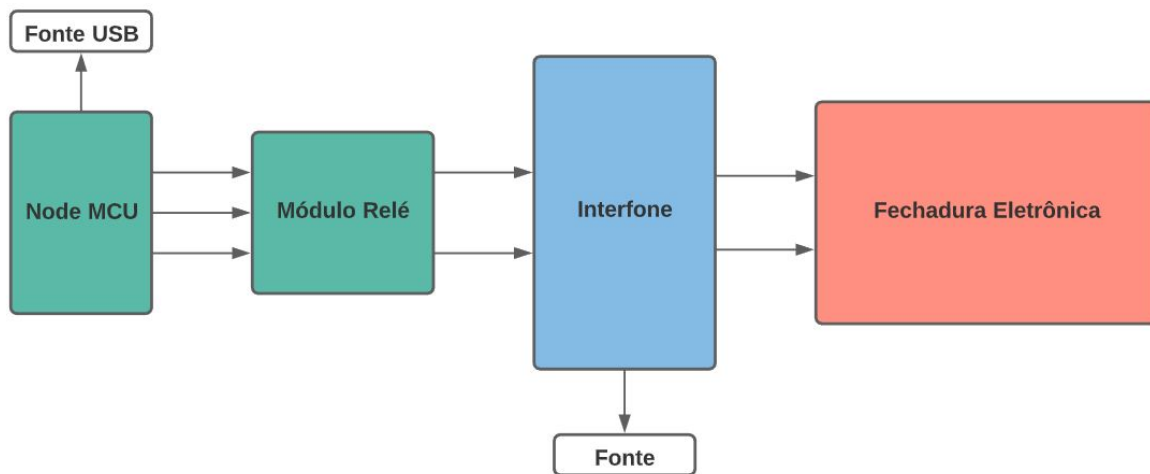
Fonte: Acervo pessoal (2020).

### 2.4.2 Montagem Da Parte Elétrica

A parte elétrica será responsável por receber o sinal do relé e acionar a fechadura eletrônica. O módulo relé pode ser ligado a um transformador que possui uma entrada para botões auxiliares, a qual irá converter o sinal do relé de 5V para 12V e estar conectado à fechadura eletrônica, ou

conectado a um interfone, que possui uma entrada para botões auxiliares, conectado à fechadura eletrônica. Nesse projeto, foi escolhida a ligação entre o módulo relé e o interfone por oferecer um local mais protegido para o circuito eletrônico e um sinal de Wi-fi mais estável. O sinal proveniente do interfone será levado à fechadura eletrônica, e por conseguinte, acionando a abertura do portão. A figura 12 exemplifica a ligação entre os componentes elétricos e eletrônicos:

Figura 12 - Esquema de ligação entre os componentes elétricos e eletrônicos



Fonte: Acervo pessoal (2020)

### 2.4.3 Montagem Da Caixa De Proteção

Para fins de segurança ao circuito eletrônico, uma caixa foi projetada através do software Inventor e produzida por impressão 3D, com o intuito de armazenar a placa contendo o NodeMCU e o módulo relé de forma a oferecer proteção contra fatores externos. A figura 13 mostra a caixa produzida:

Figura 13 - Caixa de proteção produzida por impressão 3D



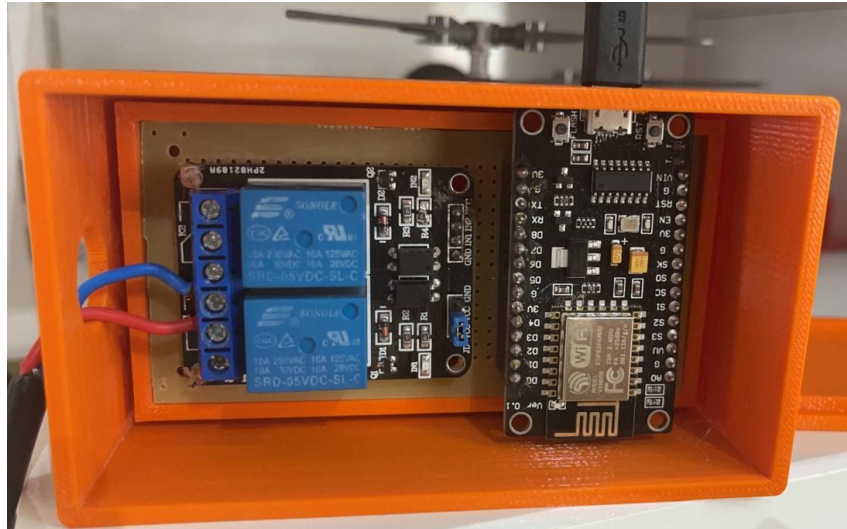
Fonte: Acervo pessoal (2020)



## 2.4.4 Protótipo Final

Através da avaliação de todos os componentes elaborados, a união de todas as peças pode ser feita e o protótipo testado. A figura 15 mostra a confecção final do protótipo:

Figura 15 - Confecção final do protótipo



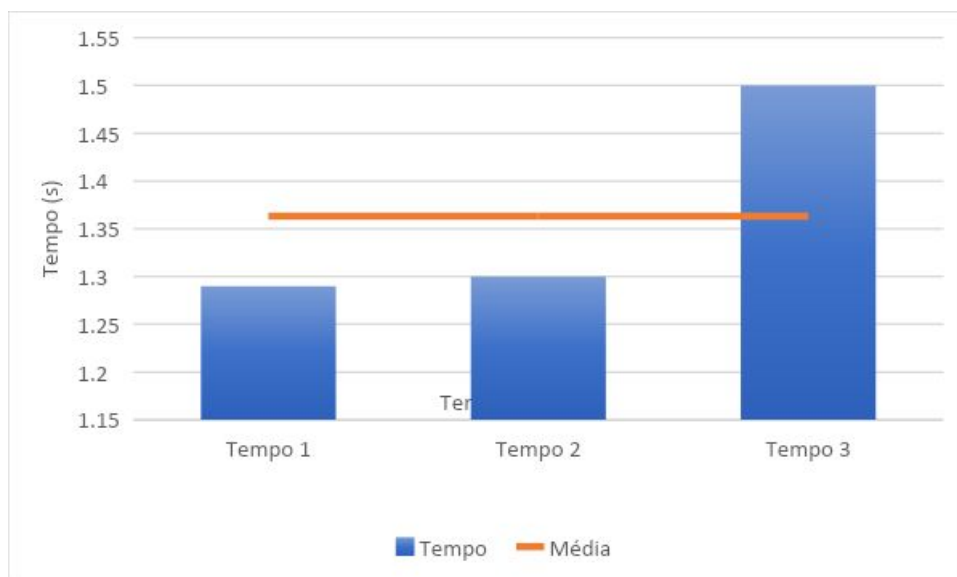
Fonte: Acervo pessoal (2020)

A partir do protótipo, a eficiência do projeto foi medida através de duas métricas:

- tempo médio de acionamento da fechadura eletrônica através do aplicativo;
- comparação da eficiência dos tempos médios consumidos para abertura do portão através de uma chave e através do aplicativo.

A métrica “a” pode ser vista na figura 16:

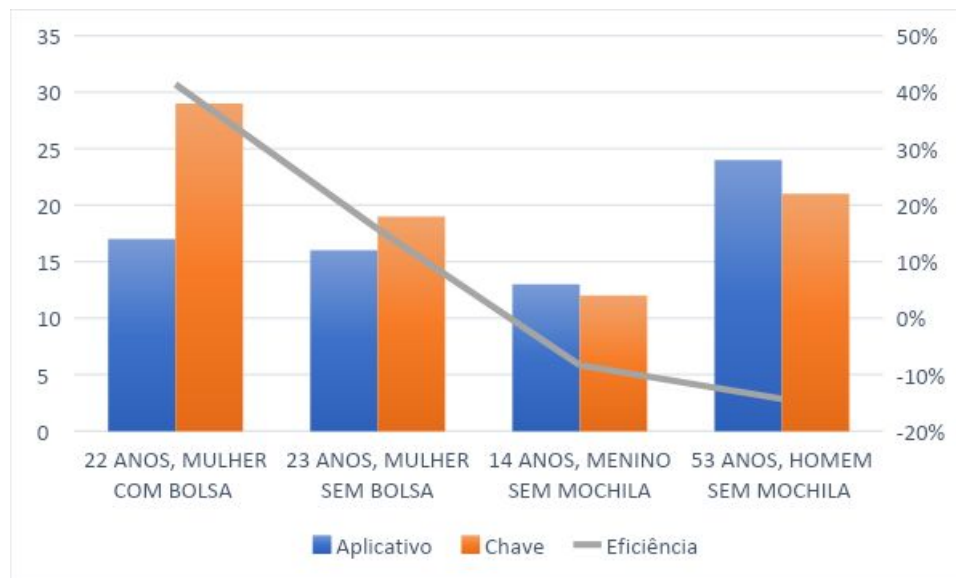
Figura 16 – Tempos médios de acionamento da fechadura eletrônica através do aplicativo



Fonte: Acervo pessoal (2020)

A métrica “b” pode ser vista através da figura 17 abaixo:

Figura 17 – Eficiência entre os tempos médios consumidos através da chave e do aplicativo



Fonte: Acervo pessoal (2020)

A partir da métrica “b”, é possível concluir que o aplicativo não oferece tantas vantagens em relação ao tempo decorrido ao se usar o aplicativo dependendo da pessoa e das intempéries envolvidas. Entretanto, esse fato não tira a eficiência do protótipo em relação à segurança e comodidade oferecida, dado que o acionamento através do app só será feito por pessoas autorizadas e o mesmo pode ser feito a qualquer distância, desde que haja conexão com a internet, seja ela via Wi-Fi ou 4G.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

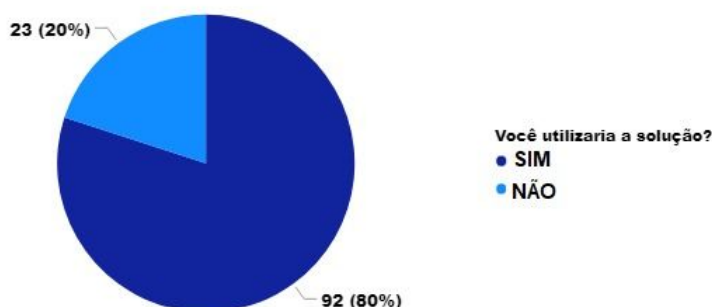
Após todos os testes executados e a integração do app com a fechadura eletrônica os resultados obtidos foram:

- funcionamento devido do aplicativo, com ajustes de conexão ao comparado com o planejamento feito na Revisão de Literatura, mas com a funcionalidade do uso da tecnologia 4G e Wi-Fi;
- tempo médio de acesso do aplicativo com a fechadura eletrônica inferior a 2 segundos;
- possibilidade de aumento da higiene para acesso aos edifícios que possuem entradas que utilizam impressão digital de uso comum;
- comodidade para abertura do portão aonde estiver, desde que haja conexão com a internet.

O aplicativo apresenta uma performance adequada, interface simplificada e intuitiva, o que torna a utilização prática e fácil ao usuário.

Após a instalação do protótipo, uma pesquisa voltada à intenção de uso da solução foi desenvolvida para que os dados relevantes sobre o projeto pudessem ser analisados. Com 115 respostas, as estatísticas coletadas foram:

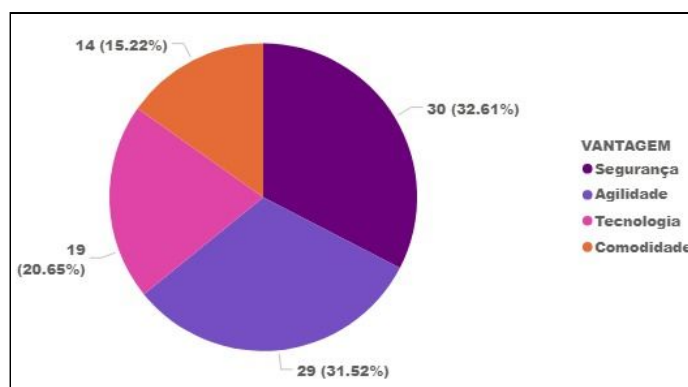
Figura 18 – Gráfico comparativo de intenção de utilização da solução



Fonte: Acervo pessoal (2020)

No gráfico acima é possível analisar a porcentagem de pessoas que utilizariam a solução, que é equivalente a 80% dos entrevistados. Já no gráfico abaixo, os entrevistados consideram que as maiores vantagens da solução são segurança e agilidade.

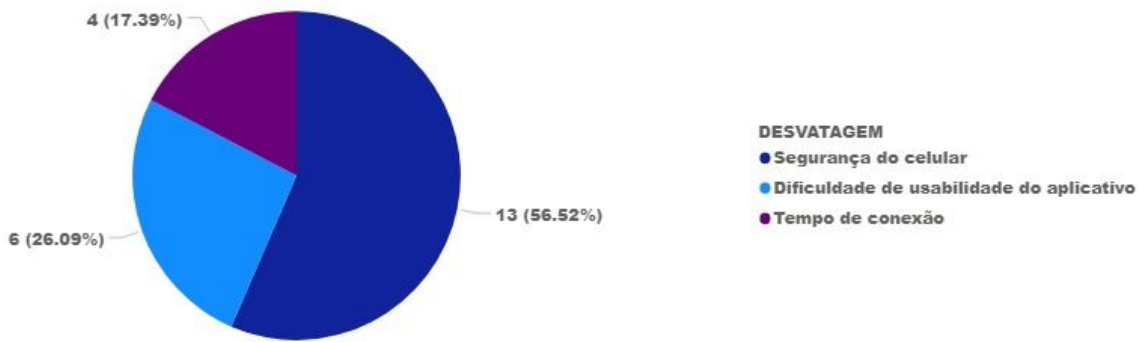
Figura 19 - Gráfico demonstrativo de vantagens da solução



Fonte: Acervo pessoal (2020)

Considerando os 20% dos entrevistados que não utilizariam a solução, pode-se observar as maiores desvantagens da solução elencadas na figura abaixo:

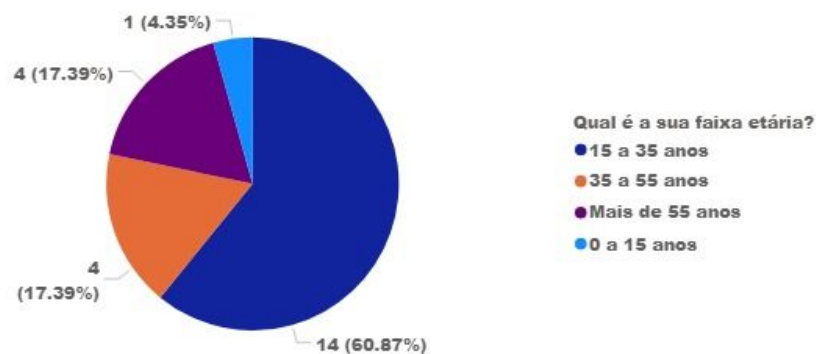
Figura 20 – Gráfico desvantagens X entrevistados que não utilizariam



Fonte: Acervo pessoal (2020).

Outra analogia que pode ser feita, é referente o número maior de usuários que não utilizariam o aplicativo, contemplado pela faixa etária entre 15 e 35 anos (figura 21).

Figura 21 – Gráfico de faixa etária de entrevistados que não utilizariam



Fonte: Acervo pessoal (2020).

O detalhamento do total gasto durante o desenvolvimento do protótipo é informado na tabela 1. Esse gasto envolve apenas os itens adquiridos para a confecção do protótipo, sendo que o custo da impressão 3D e mão de obra não estão inclusos.

Tabela 1 – Detalhamento dos gastos do protótipo

Produto	Preço
---------	-------

Fechadura eletrônica	R\$ 180,00
Node MCU V3	R\$ 50,00
Módulo Relé - 2 Canais	R\$ 15,00
Estanho para solda	R\$ 15,00
Conjunto Fios para 110V - 1m	R\$ 8,00
Placa de Fenolite - 5x10	R\$ 6,50
Conjunto Jumpers	R\$ 5,00
Impressão 3D	-
<b>Total</b>	<b>R\$ 279,50</b>

Fonte: Acervo Pessoal (2020)

Em relação ao custo dos modelos semelhantes ao protótipo comercializados atualmente, o modelo XPE 1001 IP, citado na introdução, se encontra no faixa de R\$ 1400,00, já o modelo XPE 1001 PLUS ID se encontra no faixa de R\$ 500,00. Vale ressaltar que o protótipo desenvolvido não apresenta alguns valores essenciais para a elaboração do preço final do produto, levando assim, a uma comparação incompleta dos preços concorrentes.

#### 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Definiu-se como objetivo deste trabalho a implementação de uma solução tecnológica focada em proporcionar a facilidade de acesso a edifícios e residências. A ferramenta desenvolvida para a aplicação física dessa solução tecnológica foi a elaboração de um aplicativo mobile desenvolvido através do *framework Flutter*, associado à linguagem de programação Dart, conectado ao banco de dados *Firebase* para armazenamento dos dados de acessos. Tendo essa comunicação, a integração entre o aplicativo e o banco de dados foi possibilitada através do microcontrolador NodeMCU e testada, inicialmente em relés, em viés de simulação e finalmente implementada em uma fechadura eletrônica de uma residência real.

Um dos maiores desafios deste desenvolvimento foi a própria criação do aplicativo, desde as suas primeiras linhas de código, até o desenho e implementação do seu front-end, haja vista que os desenvolvedores não possuíam experiências em desenvolvimentos desta vertente. Sendo assim, utilizou-se um acervo de pesquisas, tentativas e análises sobre quais ferramentas eram as mais adequadas para esse modelo de desenvolvimento. Outro fator que causou empecilhos durante o desenvolvimento, foi sobre a proteção e gerenciamento do aplicativo, a solução criada foi uma senha mestre para acesso inicial atrelada ao cadastro de impressões digitais e reconhecimento facial. Além disso, um conhecimento sobre a conexão elétrica de circuitos voltados para fechaduras eletrônicas, envolvendo interfonos, transformadores e a própria fechadura eletrônica, teve que ser adquirido para que as ligações elétricas necessárias fossem feitas e a solução funcionasse.

Dentro das possibilidades de aplicação a serem realizadas futuramente como forma de

melhorar a performance do aplicativo e ampliar a sua gama de utilização e alcance aos possíveis usuários, ficam abaixo listadas as possíveis melhorias:

- e) uso da tecnologia NFC no caso de falta de conexão wireless, além das tecnologias 4G e Wi-fi já aplicadas;
- f) gerenciamento através de um perfil administrador e perfis do usuário, em substituição da senha mestre, para aplicações com grande número de usuários;
- g) desenvolvimento de um aplicativo compatível para o sistema operacional IOS;
- h) notificação sonora ao acionar o botão de abertura do portão;
- i) uso da geolocalização para abertura da fechadura através da proximidade do usuário com a residência.

## REFERÊNCIAS

ANDROID STUDIO. Tradução nossa. Disponível em: <https://developer.android.com/studio>. Acesso em: 07 abr. 2020.

BRASIL, Oracle. **Banco de Dados**. [2020]. Disponível em: <https://www.oracle.com/br/database/what-is-database.html>. Acesso em: 28 abr. 2020.

COSTA, L. R.; OBELHEIRO, R. R.; FRAGA, J. S. Introdução à biometria. Minicursos do VI Simpósio Brasileiro de Segurança da Informação e de Sistemas Computacionais (SBSeg2006). Porto Alegre, v. 1, p. 103-151, 2006.

FIREBASE. Disponível em: [https://firebase.google.com/?hl=pt-br&gclid=Cj0KCQiAqo3-BRDoARIsAE5vnaJdQ\\_Jl3bOmzQbD1dd7MRRAwFcnwRIRYZWBdZI2P-W8Y\\_cF8NIJR-8aAjRwEALw\\_wcB](https://firebase.google.com/?hl=pt-br&gclid=Cj0KCQiAqo3-BRDoARIsAE5vnaJdQ_Jl3bOmzQbD1dd7MRRAwFcnwRIRYZWBdZI2P-W8Y_cF8NIJR-8aAjRwEALw_wcB). Acesso em: 28 abr. 2020.

FLUTTER. Tradução nossa. Disponível em: <https://flutter.dev/>. Acesso em: 07 abr. 2020.

GRAÇA, Pedro Cannavale. **SISTEMA DE AQUISIÇÃO DE DADOS UTILIZANDO O MÓDULO ESP8266 NodeMCU**. 2017. 44 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Elétrica, Universidade Estadual Paulista, Guaratinguetá, 2017. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/156909/000905722.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 22 jun. 2020.

JAIN, Anil K.; ROSS, Arun A.; NANDAKUMAR, Karthic. **Introduction to Biometrics**. New York: Springer, 2011. 328 p.

LIMA, Fernando Fortunato de. **Avaliação de Frameworks para o Desenvolvimento de Aplicações Híbridas**. 2019. 119 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia de Software, Universidade Federal do Pampa, Alegrete, 2019. Disponível em: <http://dspace.unipampa.edu.br:8080/bitstream/rii/4224/1/Fernando%20Fortunato%20de%20Lima%20-%202019.pdf>. Acesso em: 07 abr. 2020.

OLIVEIRA, Sérgio de. **Internet das Coisas com ESP8266, Arduino e Raspberry Pi**. São Paulo: Novatec, 2017. 240 p. Disponível em: [https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=lang\\_pt&id=kdQnDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA](https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=lang_pt&id=kdQnDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA)

17&dq=arduino+raspberry&ots=zLCkv8a8UQ&sig=Zh3KKU1vDydYUIeH9NPQ8XJtXo#v=one page&q=arduino%20raspberrry&f=true. Acesso em: 20 abr. 2020.

REIS, Antonio Carlos Serafim dos. **Um estudo entre modelos de desenvolvimento de aplicações móveis**. 2019. 38 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia de Software, Universidade Federal do Ceará, Quixadá, 2019. Disponível em: [http://repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/49707/1/2019\\_tcc\\_acsdosreis.pdf](http://repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/49707/1/2019_tcc_acsdosreis.pdf). Acesso em: 07 abr. 2020.

RODRIGUES, Kassia. 5 BANCOS DE DADOS PARA DESENVOLVIMENTO MOBILE. 2017. Disponível em: <https://conexao.pro.br/5-bancos-de-dados-para-desenvolvimento-mobile/>. Acesso em: 28 abr. 2020.

VALENTE, Jonas. **Brasil é o 3º país em que pessoas passam mais tempo em aplicativos: o download anual de aplicativos cresceu 45% nos últimos três anos**. 2020. Disponível em: <https://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2020-01/brasil-e-o-3o-pais-em-que-pessoas-passam-mais-tempo-em-aplicativos>. Acesso em: 06 jun. 2020.

### AGRADECIMENTOS

Agradecemos inicialmente a Deus e aos nossos familiares que nos disponibilizaram um ambiente propício para o desenvolvimento do trabalho, aos nossos amigos de turma, em especial ao Guilherme Teixeira Pinheiro por toda troca de informações para o desenvolvimento do projeto. Somos gratas ao mestre Alexandre Lasthaus pelas considerações feitas e sugestões de melhorias ao nosso projeto e a todos que, de certa forma, puderam contribuir para que se tornasse possível a implementação dessa solução tecnológica.