
Low-cost residential automation for houses already built using FlutterFlow and ESP-01

Automação residencial de baixo custo para casas já construídas utilizando FlutterFlow e ESP-01

Received: 15-06-2024 | Accepted: 19-07-2024 | Published: 25-07-2024

Pedro Bertelli

ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-2627-3385>
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Brasil.
E-mail: pedrobertelli10@gmail.com

Roberto Ribeiro Neli

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1453-6386>
Universidade Tecnológica Federal do Paraná - PPGIT, Brasil.
E-mail: neli@utfpr.edu.br

Eduardo Giometti Bertogna

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2271-814X>
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Brasil.
E-mail: ebertogna@gmail.com

ABSTRACT

With technological advancements and the demand for solutions that promote convenience, security, and energy efficiency, home automation has gained prominence. However, the high cost and complexity of integrating devices remain challenges. This work proposes a functional, efficient, accessible, and easy-to-implement home automation system using the FlutterFlow platform and the Firebase database. Based on the incremental innovation of Schumpeter and Freeman, the system uses the ESP-01 Wi-Fi module to automate common devices, integrating them with virtual assistants like Alexa. The methodology involves theoretical analysis and the development of a functional prototype. The cost was significantly low, and the system allows for future improvements, such as the integration of new tools and devices, thus expanding the possibilities for accessible and practical home automation.

Keywords: Home automation; ESP-01; Firebase; FlutterFlow; Internet of things (IoT).

RESUMO

Com o avanço tecnológico e a demanda por soluções que promovam comodidade, segurança e eficiência energética, a automação residencial tem ganhado destaque. Entretanto, o alto custo e a complexidade de integração dos dispositivos ainda são desafios. Este trabalho propõe um sistema de automação residencial funcional, eficiente, acessível e de fácil implementação, utilizando a plataforma FlutterFlow e o banco de dados Firebase. Baseado na inovação incremental de Schumpeter e Freeman, o sistema usa o módulo Wi-Fi ESP-01 para automatizar dispositivos comuns, integrando-os a assistentes virtuais como a Alexa. A metodologia envolve a análise teórica e o desenvolvimento de um protótipo funcional. O custo foi significativamente baixo, e o sistema permite melhorias futuras, como a integração de novas ferramentas e dispositivos, ampliando as possibilidades de automação residencial acessível e prática.

Palavras-chave: Automação residencial; ESP-01; Firebase; Flutterflow; Internet das coisas (IoT).

INTRODUÇÃO

Nos dias atuais, a inovação tecnológica tornou-se um aspecto central em diversas áreas do conhecimento e do mercado. A capacidade de inovar não se restringe apenas a grandes invenções disruptivas, mas também incluem melhorias incrementais que podem oferecer soluções eficientes e práticas para problemas cotidianos. Segundo Schumpeter (1988) e Freeman (1987), a inovação pode ser categorizada em incremental, radical, mudanças no sistema tecnológico e mudanças no paradigma tecno-econômico. Este estudo foca na inovação incremental, demonstrando como pequenas melhorias podem transformar significativamente o uso de tecnologias existentes.

Este projeto explora a implementação de um sistema de automação residencial utilizando a plataforma FlutterFlow para desenvolvimento de aplicativos móveis, e o banco de dados em nuvem Firebase. A combinação dessas ferramentas visa criar uma solução de baixo custo e de fácil implementação para residências existentes, sem a necessidade de grandes modificações estruturais. Utilizando o módulo *Wi-Fi* ESP-01, baseado no microcontrolador ESP8266, serão automatizados dispositivos comuns como interruptores e tomadas, integrando-os a assistentes virtuais como a Alexa.

A metodologia adotada inclui a análise teórica das inovações e a aplicação prática através do desenvolvimento de um protótipo funcional. O objetivo é demonstrar a viabilidade técnica e a eficácia de sistemas IoT na automação residencial, contribuindo para a expansão do uso de tecnologias acessíveis e práticas no cotidiano das pessoas.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

INOVAÇÃO INCREMENTAL

Shumpeter (1988 *apud* DOS SANTOS, 2011) apresenta a diferença entre invenção e inovação, em que invenção é uma ideia, esboço ou modelo para um produto, porém, a inovação só é completa quando há um pensamento comercial envolvendo uma invenção, assim gerando riqueza.

Freeman (1987 *apud* DOS SANTOS, 2011) dividiu a inovação em quatro categorias: incremental, radical, mudanças do sistema tecnológico e mudança no paradigma tecno-econômico. A inovação incremental pode ocorrer como resultado de invenções e melhorias, tal como uma solução criativa ou uma nova forma de atender o

cliente. Inovações radicais são eventos descontínuos, sendo o resultado de uma atividade de pesquisa.

Com as definições em mente, pode-se afirmar que o projeto desenvolvido e apresentado nesta dissertação, possui uma inovação incremental, que é apresentar uma nova funcionalidade a uma ideia já existente. Neste caso, o baixo custo e a possibilidade de aplicar a tecnologia de automação a residências já fabricadas sem a necessidade de quebrar paredes e passar novos circuitos elétricos, mostra a inovação incremental a ferramentas já existentes, como objetos inteligentes ligados a sistemas IoT.

INTERNET OF THINGS (IOT)

IoT (*Internet of Things*), ou internet das coisas, é uma forma de apresentar a internet como ferramenta de manipulação de ferramentas físicas, como objetos do dia a dia e deixando de ser exclusiva para computadores (MATTERN; FLOERKEMEIER, 2010; FACCIONI FILHO, 2016b *apud* FACCIONI, 2016).

O presente projeto consiste na utilização de ferramentas IoT para desenvolvimento de um sistema capaz de automatizar dispositivos comuns de uma residência, tal como interruptores, tomadas e sistemas de segurança. Para isso, são necessárias algumas ferramentas no processo de criação e serão apresentadas a seguir.

FLUTTERFLOW

O FlutterFlow é um ambiente de desenvolvimento visual para a construção de aplicativos, é considerada uma ferramenta lowcode, isto é, sem a necessidade da extensiva utilização de códigos, é baseado na linguagem Flutter. O desenvolvimento é feito diretamente no site da ferramenta, basta criar uma conta para ter acesso às ferramentas. Gratuitamente é possível realizar vários projetos, porém, também é possível obter um acesso a mais ferramentas se adquirir o plano *premium*.

FIREBASE

O Firebase é a plataforma de desenvolvimento para dispositivos móveis do Google, com ele é possível desenvolver um app de forma rápida e eficiente, permitindo a incorporação direta com várias ferramentas de criação. O Firebase fornece duas soluções de banco de dados em nuvem com sincronização em tempo real: Cloud Firestore, sendo a maior diferença entre as duas soluções é a forma de apresentação dos dados, pois a manipulação desses dados é alterada de acordo com a forma que estes são apresentados.

Utilizando o Realtime Database, é possível ter um acesso fácil a dados simples, além de ter várias bibliotecas para ESP01 que se utilizam deste modelo por ser mais antigo e ter mais exemplos de utilização, porém o Cloud Firestore possui uma facilidade de escalonamento, além de ser diretamente integrado ao FlutterFlow, portanto, após vários testes, neste sistema foi escolhido o Cloud Firestore como solução para banco de dados.

ESP-01

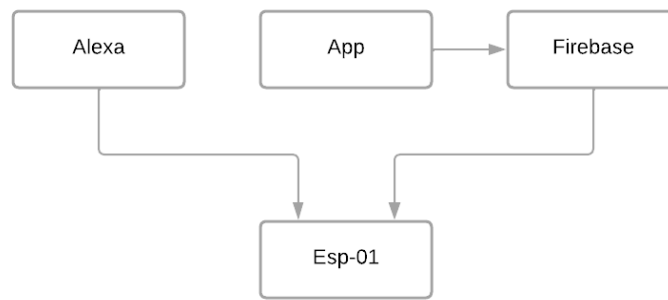
O ESP-01 é um módulo *wireless*, de baixo custo, desenvolvido para conectar, de forma fácil e eficaz, um microcontrolador a uma rede WiFi, sendo o módulo *Wi-Fi* de menor custo da família ESP-8266, em contrapartida, é o módulo com a menor quantidade de recursos disponíveis. Em termos de GPIO (*General Purpose Input/Output*, do inglês “entrada/saída de uso geral”), só possui 4 pinos que podem ser utilizados, além disso, os pinos 1 e 3 são compartilhados com os pinos TX e RX, respectivamente, portanto, a utilização como GPIO impossibilita o uso de comunicação serial ao mesmo tempo.

Como visto, o ESP-01 é muito útil e barato, porém, é preciso estar atento as suas limitações. Já que a família ESP-8266 é vasta, cada projeto necessitará de um modelo específico. Como neste projeto o microcontrolador tratará de poucos processos, o ESP-01 supre as necessidades e mantém o custo baixo.

METODOLOGIA

Após todo o processo de análise teórica da inovação, é iniciado o processo de desenvolvimento do protótipo. A funcionalidade do processo é: o usuário solicitar para que o sistema ligue ou desligue algum equipamento a partir da Alexa com o comando “Alexa, ligar Lâmpada Sala”, por exemplo, ou então diretamente no App, clicando no botão ligar/desligar.

Com a utilização das ferramentas base sendo o módulo *Wi-Fi* ESP-01, utilizando as bibliotecas “FauxmoESP” e “Firebase_ESP_Client”, interligando o microcontrolador com o banco de dados do Firebase, além da interface gráfica em um App a partir do FlutterFlow. O processo de funcionamento pode ser visto na Figura 1.

Figura 1 - Diagrama de acionamento do protótipo

Fonte: Autoria própria (2024)

Todas as funções de ligar e desligar os dispositivos são feitas pelo módulo ESP-01, porém, os comandos são enviados de 2 formas: Alexa e App a partir do Firestore.

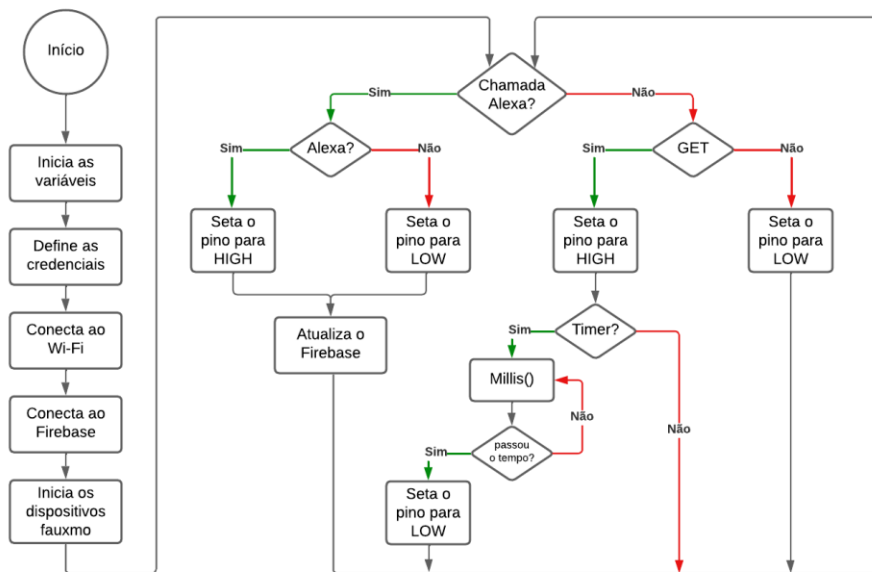
ESP-01

O módulo *Wi-Fi* ESP-01 é uma placa que possui somente pinos, para ser soldado diretamente a circuitos direcionados. Neste projeto, é necessário um módulo auxiliar, que possui um relé que irá comutar de acordo com os comandos enviados via código para os pinos GPIO da placa. O *Shield* utilizado será o Módulo Relê SDR-5VDC-SL-C. Este módulo possui conector de 8 pinos compatível com o módulo, além de duas entradas de energia para 5V e três pinos de dados, sendo eles: NC (*normally closed* – normalmente fechado), NO (*normally open* – normalmente aberto) e COM (*common* – terminal comum). A partir desses pinos, é possível realizar conexões em paralelo com interruptores usando os três terminais, ou usando somente as portas COM e NC para funcionar como uma chave, por exemplo ligar e desligar uma tomada.

O funcionamento do módulo ESP-01 se baseia nas chamadas realizadas pelas ferramentas de comunicação com o usuário, como Alexa e o App, a partir dessas chamadas, são acionadas as portas GPIO do microcontrolador e atualizado o banco de dados Firestore.

Todos os processos são realizados dentro de um mesmo programa carregado no módulo, sendo o funcionamento geral do *software* visto no fluxograma da Figura 2.

Figura 2 - Funcionamento do software na ESP-01



Fonte: autoria própria (2024)

Pode-se dividir o processo em quatro etapas: início, chamada da Alexa, comando GET e *timer*.

1. Início: é o processo onde são declaradas as bibliotecas e variáveis que serão utilizadas no *software*. Além disso, nesta etapa são definidos os parâmetros de conexão com o *Wi-Fi*, tal como nome da rede e senha, os parâmetros de conexão com o *Firebase*, tal como a chave API, o ID do projeto, e-mail de acesso e senha, por fim, é definido o nome do dispositivo que será encontrado pela *Alexa* na conexão e inicializar o dispositivo.

2. Chamada da *Alexa*: após todo o processo de inicialização do dispositivo, o sistema fica aguardando uma chamada. Se a chamada for para ligar o dispositivo, é direcionado o pino GPIO para *TRUE*, assim ligando a ferramenta solicitada, inversamente, se a chamada for para desligar o dispositivo, direciona-se o pino GPIO para *FALSE*, desligando a ferramenta solicitada. Após o comando para o pino GPIO, utiliza-se a função *SET* do *Firebase* para atualizar o banco de dados com o valor *TRUE* ou *FALSE* no campo “*key*”, do inglês “chave”.

3. Comando *GET*: a segunda forma de manipular o pino GPIO é a partir do App, ele transmite o valor *TRUE* ou *FALSE* para o banco de dados e o sistema faz o comando *GET* para ler o campo “*key*”. Da mesma forma que o comando via *Alexa*, se o valor for *TRUE*, liga-se o pino GPIO, e se for *FALSE*, desliga-se o pino GPIO.

4. *Timer*: quando se utiliza do App, é possível manter o dispositivo ligado de acordo com o tempo definido utilizando o botão *timer*, que fica ao lado do botão *ON/OFF*.

Quando esse valor é diferente de zero, o sistema guarda o horário instantâneo da alteração com a função: `millis()`, para $t_{inicial}$, e fica comparando a diferença do tempo a partir da ligação com o tempo definido no App, a ferramenta fica ligada até que a seguinte equação seja verdadeira:

$$t_{atual} - t_{inicial} > t_{definido} \quad (1)$$

Esse tipo de *software* só é possível a realização a partir da utilização de algumas bibliotecas que reúnem uma grande quantidade de funções prontas para utilização, que auxiliam em todo o processo de criação. Neste *software* destacamos duas bibliotecas fundamentais para o desenvolvimento: `fauxmoESP.h` e `Firestore_ESP_Client.h`.

FAUXMOESP

É uma biblioteca para dispositivos baseados em ESP8266, ESP32 e Raspberry PI disponibilizada via github pela VintLabs com licença MIT, tendo permissão de uso comercial, privado e de distribuição, permite controlar um protocolo de dispositivos com tecnologia Alexa, como Amazon Echo ou Dot. A partir desta biblioteca, é possível criar ferramentas reconhecíveis por dispositivos Alexa, além de receber instruções enviadas por esses dispositivos, bastando estar na mesma conexão *Wi-Fi* que ele. Ao iniciar o dispositivo, a biblioteca fica aguardando uma chamada em formato de interrupção, portanto, a qualquer momento que o sistema receber um comando via Alexa, irá definir que a variável “`chamadaAlexa`” está ativa, pronta para manipular alguma ferramenta, seja para ligar ou desligar.

FIREBASE-ESP-CLIENT

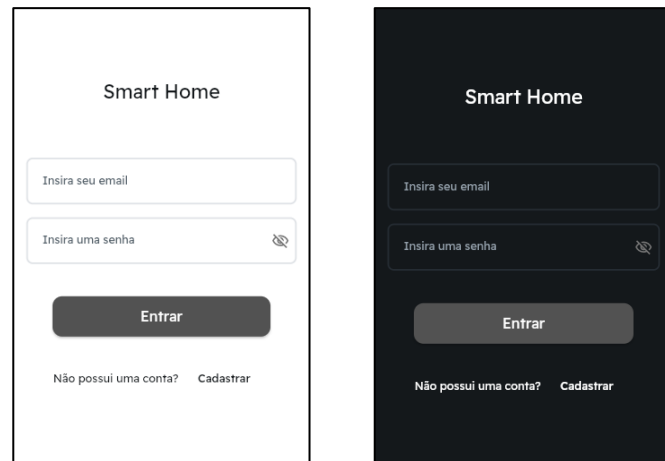
Assim como a biblioteca anterior, a `Firestore_ESP_Client` é disponibilizada no github, porém, pela mobizt, além de também possuir a licença MIT, permitindo uso comercial, privado e distribuição. É uma biblioteca cliente que permite a manipulação do Firebase a partir de dispositivos baseados em ESP8266, além de oferecer suporte a Realtime Database e Cloud Firestore. Com essa biblioteca, é possível a manipulação das mais diversas ferramentas que une ESP-01 e Firebase, portanto, é considerada fundamental para o desenvolvimento deste *software*. No processo de chamada da Alexa, utiliza a função `SET` para escrever no banco de dados o resultado da chamada. Na terceira e quarta etapa, a função `GET` é utilizada para receber os dados do banco de dados e analisar para ligar e desligar a ferramenta, além de manipular os dados do `timer`.

FLUTTERFLOW

Todo o processo de desenvolvimento do App foi feito no próprio FlutterFlow e o mesmo foi dividido em cinco telas e um componente, que serão apresentados a seguir.

1. Tela de *login*: é a primeira tela que se abre ao iniciar o aplicativo. Nela, é possível entrar na tela inicial a partir de um e-mail e senha, ou clicar no link “Cadastrar” que será enviado à tela de cadastro, como pode ser visto na Figura 3.

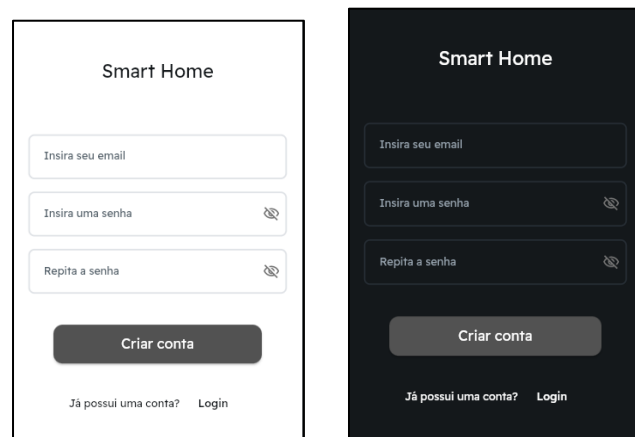
Figura 3- Tela de *login* (a) modo claro (b) modo escuro



Fonte: autoria própria (2024)

2. Tela de cadastro: parecido com a tela de *login*, porém, nesta tela será possível realizar o cadastro do usuário, com um campo de confirmação de senha a mais, evitando o erro na criação, pode ser visto na Figura 4.

Figura 4- Tela de cadastro (a) modo claro (b) modo escuro

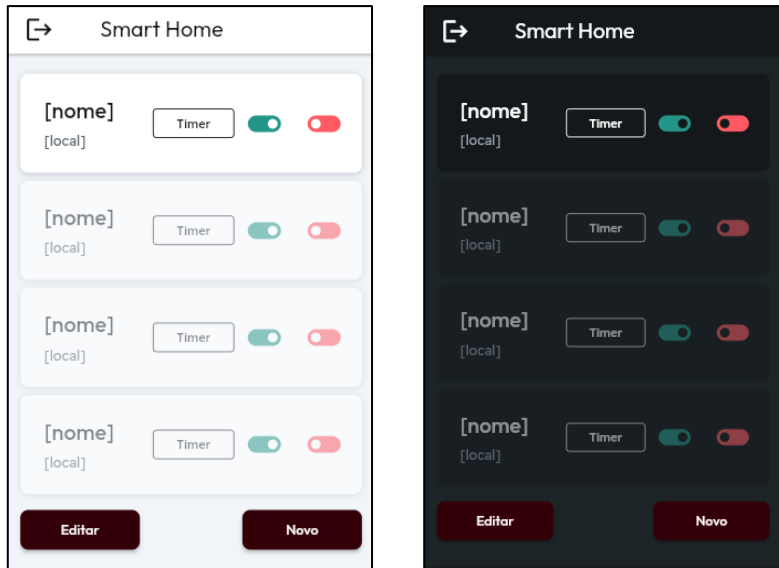


Fonte: autoria própria (2024)

3. Tela inicial: Nela, é possível manipular as ferramentas ligando ou desligando, além do *timer*. Essa tela permite que o usuário clique nos botões “Novo”

para criar uma nova ferramenta e “Editar” para alterar alguma informação de uma ferramenta já criada.

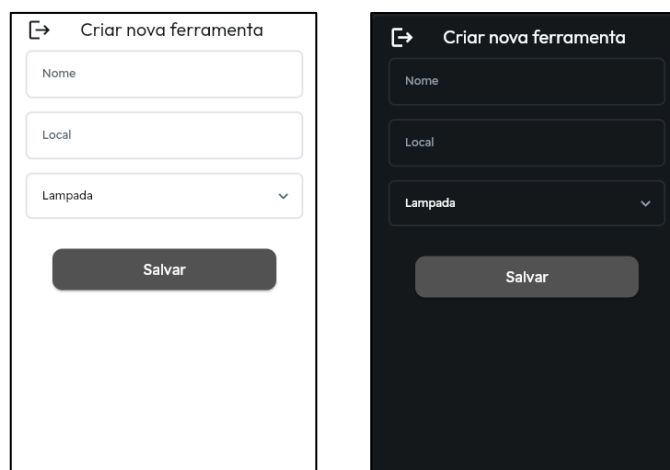
Figura 5- Tela inicial (a) modo claro (b) modo escuro



Fonte: autoria própria (2024)

4. Criar nova ferramenta: Nesta tela é possível criar novas ferramentas que serão apresentadas na tela inicial, para isso, só há dois campos para preencher: nome do dispositivo e local onde este se localiza, tal como sala, cozinha ou quartos. Por último, uma caixa de estados, em que é possível selecionar Lâmpada, Tomada ou Fechadura.

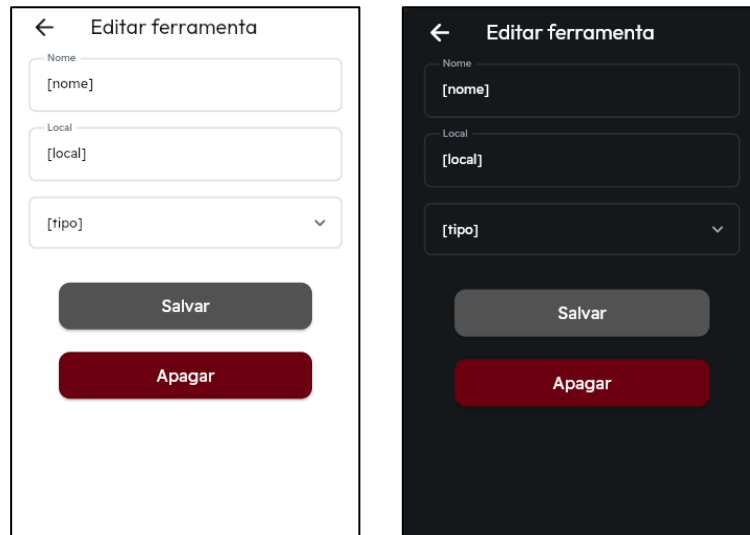
Figura 6 - Tela de criar nova ferramenta (a) modo claro (b) modo escuro



Fonte: autoria própria (2024)

5. Editar ferramenta: assim como a tela anterior, só há três informações para se alterar: nome do dispositivo, local onde está inserido e o tipo de ferramenta utilizada. Nesta tela ainda é possível apagar a ferramenta utilizando o botão “Apagar”.

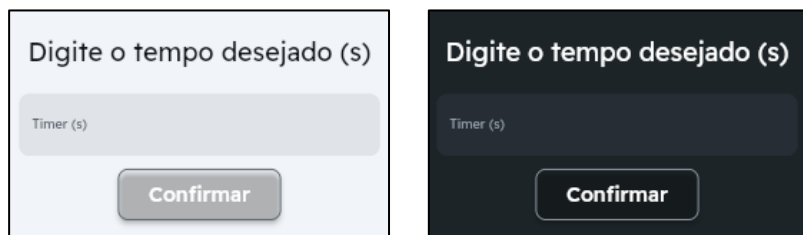
Figura 7 - Tela de editar ferramenta (a) modo claro (b) modo escuro



Fonte: autoria própria (2024)

6. Componente *timer*: diferente das telas, o componente é uma pequena caixa de alerta que será aberto por cima da tela que o chama. Nesse sistema, só aparece em caso de clicar no botão “*Timer*”, na tela inicial, terá um campo para preencher o tempo desejado em segundos e confirmar.

Figura 8 - Componente *Timer* (a) modo claro (b) modo escuro



Fonte: autoria própria (2024)

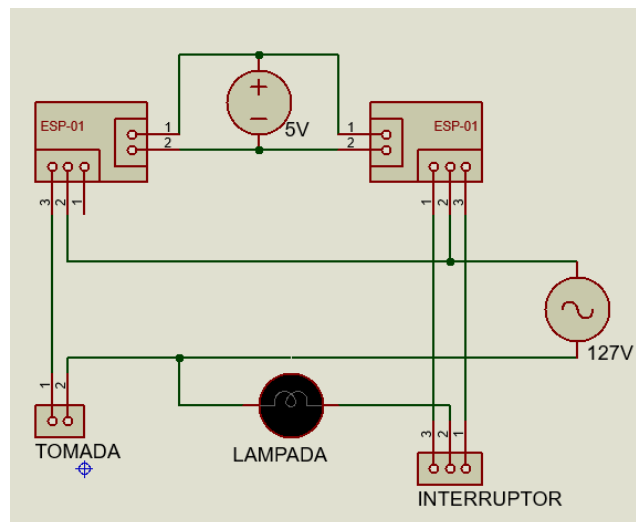
Todos os dados coletados e editados por essas telas são diretamente alterados no Firebase através de uma conexão direta que os dois sistemas fazem a partir do menu Firestore do FlutterFlow. Nesta tela, é criado um esquema com todas as variáveis utilizadas no Firebase com o mesmo nome, em que é espelhado entre os sistemas.

PRANCHETA DE SIMULAÇÃO

Para as simulações em ambiente físico, foi necessário o desenvolvimento de uma prancheta elétrica que simula uma residência, com local para inserir os módulos ESP-01, alimentação de 127 volts, interruptor, tomada e lâmpada, para que fosse possível simular todas as possibilidades de uma residência.

A ideia do projeto é utilizar as ferramentas para acender uma lâmpada e acionar a tomada como liga/desliga. Com o módulo ESP-01 conectado diretamente ao *shield*, é possível montar um sistema paralelo com um interruptor. No outro sistema, é possível acionar uma tomada como liga/desliga utilizando dois terminais (COM e NC). O esquema elétrico da prancheta é feito da seguinte forma como mostra a Figura 9.

Figura 9 - Esquema elétrico da prancheta

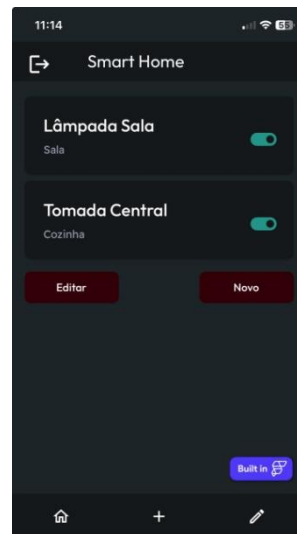


Fonte: autoria própria (2024)

RESULTADOS

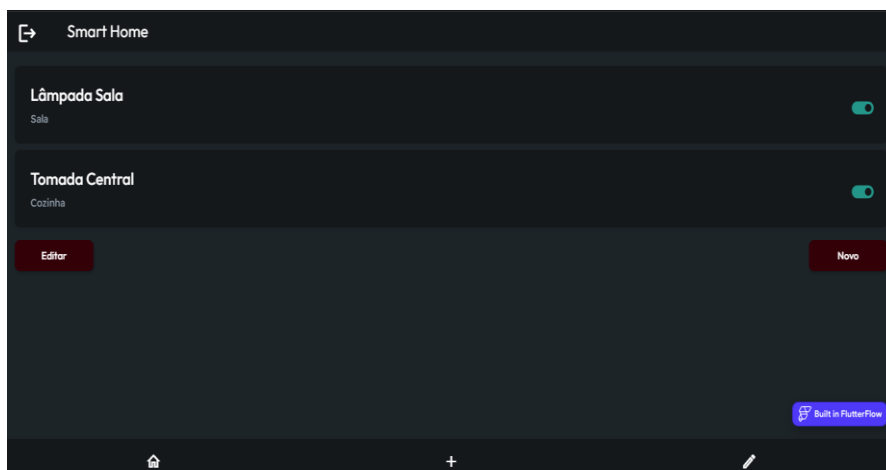
Nesta seção, serão apresentados os resultados obtidos na criação do aplicativo via FlutterFlow, os circuitos conectados diretamente na prancheta elétrica e uma análise de desempenho e custos obtidos no desenvolvimento.

Na Figura 10, é possível ver o sistema em funcionamento pelo App via celular, na qual já possui os dois dispositivos configurados: “Lâmpada Sala” e “Tomada Central”.

Figura 1- Tela do App em funcionamento pelo celular

Fonte: autoria própria (2024)

Na Figura 11, é possível ver o mesmo sistema na tela de um computador, apresentando a possibilidade de navegação via web, além da adaptabilidade da tela, que apresenta os mesmos dados independente do formato e tamanho, assim podendo ser acessado de qualquer lugar sem perda de dados.

Figura 21 - Tela do App em funcionamento pelo navegador do computador

Fonte: autoria própria (2024)

Os custos para todo o processo de desenvolvimento são exclusivos do protótipo, visto que os sistemas utilizados, como FlutterFlow e Firebase, foram nas versões gratuitas das plataformas. Com isso, para cada protótipo a ser instalado nas casas haverá somente o custo da ESP-01 e do seu módulo, além dos fios necessários para as ligações.

Adicionalmente ao proposto, é possível inserir o custo do acesso ao FlutterFlow, de U\$15,00 mensais (próximo a R\$80,00 na cotação atual), para que seja possível

baixar o arquivo APK e publicar nas lojas de aplicativos. Ao observar os valores, pode-se garantir, portanto, que o custo de um único protótipo para uma casa já fabricada é de somente uma unidade de ESP-01, de R\$2,45, e uma unidade do módulo relê, de R\$3,50, totalizando R\$5,95 por dispositivo.

Para efeito de comparação, foram escolhidas algumas lâmpadas inteligentes que são vendidas no mercado, essas lâmpadas têm possibilidade de conexão com seus próprios aplicativos, e também via Alexa, na Tabela 2 é possível observar suas marcas e valores, considerando todas compradas no site oficial da Amazon, e a diferença de valores para o projeto desenvolvido.

Tabela 1 - Comparativo de preço de lâmpadas inteligentes vendidas no mercado com o projeto desenvolvido

Produto	Valor unitário	Valor do projeto	Diferença (em R\$)
Lâmpada <i>Wi-Fi</i> Positivo	R\$44.90	R\$5.95	R\$38.95
Lâmpada Inteligente Elgin	R\$87.35		R\$81.40
Lâmpada Inteligente Steck	R\$62.45		R\$56.50
Lâmpada Smart Intelbras	R\$89.90		R\$83.95
Lâmpada Inteligente Avant NEO	R\$42.12		R\$36.17
Lâmpada W-Fi Inteligente Tp-Link Tapo	R\$55.90		R\$49.95
Painel de LED inteligente EKAZA	R\$142.86		R\$136.91
Lâmpada Inteligente EKAZA	R\$49.00		R\$43.05

Fonte: autoria própria (2024)

Com isso, pode-se observar a grande diferença obtida entre essas lâmpadas inteligentes com o valor do protótipo, que ainda pode ser utilizado para tomadas, fechaduras, portões eletrônicos, para jardinagem, aquários, entre outros.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A utilização de tecnologias IoT voltadas para a automação residencial está ganhando cada vez mais espaço. Com as novas tecnologias, novos circuitos e IA (inteligência artificial) cada dia tomando mais espaço no mercado, o processo de automação será cada vez mais fácil e barato, como é apresentado neste projeto.

Além das ferramentas utilizadas nesse trabalho, há uma grande diversidade de novas tecnologias que podem ser utilizadas e, se utilizadas em conjunto com as necessidades humanas e de conforto, possuem potencial para resolver vários problemas do cotidiano. Assim como foi mencionado anteriormente, as inovações incrementais podem atacar uma dor que por vezes é considerada pequena, mas que a facilidade levada por ela, pode ser altamente rentável.

A utilização de tecnologias gratuitas, como FlutterFlow e Firebase, em conjunto com ESP-01, que é um módulo considerado de baixo custo, foi uma forma simples e assertiva na confecção do protótipo proposto, porém, existem limitações que podem afetar o funcionamento, a depender da utilização. Portanto, o trabalho proposto pode receber melhorias para novas funcionalidades, abrangendo uma gama maior de produtos, facilitando o processo de cadastro dos dispositivos e chegando a mais pessoas, independente do conhecimento sobre o tema.

REFERENCES

ALBERTIN, Alberto Luiz; ALBERTIN, Rosa Maria de Moura. **A Internet das Coisas irá muito além das Coisas**. 2017. Disponível em <<https://repositorio.fgv.br/server/api/core/bitstreams/aef53964-fff1-42d4-b7b7-d6d7e62f6829/content>>. Acesso em: 29 maio 2024.

Alexa, EKHM-T2018SQ. **Amazon**, 2024. Disponível em: <<https://a.co/d/7NRr7xz>>. Acesso em: 05 junho 2024.

ALVES, Josemar. **Configurando GPIO do ESP8266-01**. Embarcados. 2016. Disponível em: <<https://embarcados.com.br/configurando-gpio-do-esp8266-01/>>. Acesso em: 29 maio 2024.

CAMARGO, Edílson; DE FARIA PEREIRA, Mariangela. **Casas Inteligentes**. Disponível em: <https://www.researchgate.net/profile/Edilson-Camargo/publication/275343303_Casas_Inteligentes/links/553915900cf2239f4e7c4b80/Casas-Inteligentes.pdf>. Acesso em: 27 maio 2024.

COELHO, Pedro Miguel Nogueira. **Rumo à indústria 4.0**. 2016. Dissertação de Mestrado.

DA SILVA, Deivid De Almeida Padilha; DA MATA, Galileu Ângelo. **O USO DA TECNOLOGIA EM CASAS INTELIGENTES**. Revista Eletrônica da Faculdade Invest de Ciências e Tecnologia, v. 5, n. 1, p. 18-18, 2021.

DOS SANTOS, Adriana BA; FAZION, Cíntia B.; DE MEROE, Giuliano PS. **Inovação: um estudo sobre a evolução do conceito de Schumpeter**. Caderno de Administração, v. 5, n. 1, 2011.

ESP8266 ESP-01/01S 5V WiFi Relay Module Things Smart Home Remote Control Switch Phone APP ESP01 Relay (Size : Board). **Amazon**. 2024. Disponível em: <<https://www.amazon.co.uk/ESP8266-ESP-01-Module-Things-Control/dp/B0CFTSDCPM>>. Acesso em: 05 junho 2024.

EKAZA Lâmpada Inteligente RGB, 16 milhões de cores, Wi-Fi, Compatível com Amazon Alexa e Google Assistente, 9W+3W - EKGC-T261-E27. **Amazon**, 2024. Disponível em: <<https://a.co/d/7QWkOQ>>. Acesso em: 05 junho 2024.

EKAZA Painel de LED Inteligente de Sobrepor Quadrado, 18w, 1500L, 2700k-6500k + RGB+CCT + Dimerizável, Wi-Fi e Bluetooth, compatível com Google Assistente e

FACCIONI FILHO, Mauro. **Internet das coisas**. Unisul Virtual, 2016. Disponível em: <https://www.researchgate.net/profile/Mauro-Fazion-Filho/publication/319881659_Internet_das_Coisas_Internet_of_Things/links/59c038d5458515e9cfd54ff9/Internet-das-Coisas-Internet-of-Things.pdf>. Acesso em: 27 maio 2024.

FITTIPALDI, Marco Aurélio Sanches et al. **Inovação Incremental**. Disponível em: <https://www.researchgate.net/profile/Isabel-Santos-13/publication/317689064_Inovacao_Incremental_agente_redutor_liquido_de_nox_automotivo_Arla_32/links/5a1c23f3a6fdcc50aded02b3/Inovacao-Incremental-agente-redutor-liquido-de-nox-automotivo-Arla-32.pdf>. Acesso em: 27 maio 2024.

Lâmpada Inteligente 30W Elgin Color RGB Wifi Compatível com Alexa e Google Home. **Amazon**, 2024. Disponível em: <<https://a.co/d/bVi68TU>>. Acesso em: 05 junho 2024.

Lâmpada Inteligente LED Smart WI-FI compatível com Alexa, linha NEO, 10W, RGB, Luz branca e amarela (2700K-6500K), Bivolt, Avant. **Amazon**, 2024. Disponível em: <<https://a.co/d/9MwPB9i>>. Acesso em: 05 junho 2024.

Lâmpada Smart Inteligente EWS 410 com 16 milhões de cores Wi-Fi compatível com Alexa Intelbras. **Amazon**, 2024. Disponível em: <<https://a.co/d/atgqy9V>>. Acesso em: 05 junho 2024.

Lâmpada Wi-Fi Inteligente TP-Link Tapo L530E, com 16 milhões de cores, compatível com Alexa, compatível com Google, Colorido RGB, Bivolt, Economia e monitoramento de energia. **Amazon**, 2024. Disponível em: <<https://a.co/d/c1dWovj>>. Acesso em: 05 junho 2024.

SANTOS, Beatrice Paiva et al. **Indústria 4.0: desafios e oportunidades**. Revista Produção e Desenvolvimento, v. 4, n. 1, p. 111-124, 2018.

SANTOS, Bruno P. et al. **Internet das coisas: da teoria à prática**. Minicursos SBRC-Simpósio Brasileiro de Redes de Computadores e Sistemas Distribuídos, v. 31, p. 16, 2016.

SANTOS, Guilherme Robert Silveira. **Crie seu primeiro projeto usando o módulo ESP-01 e Firebase**. Embarcados. 2018. Disponível em: <<https://embarcados.com.br/esp-01-firebase/>>. Acesso em: 29 maio 2024.

Smart Lâmpada Wi-Fi Positivo Casa Inteligente, Iluminação Branca (Quente e Fria) e RGB (Até 16 Milhões de Cores), 9W, 806 Lúmens, LED, Bivolt, Compatível com Alexa e Google Assistente. **Amazon**, 2024. Disponível em: <<https://a.co/d/6MmqXTp>>. Acesso em: 05 junho 2024.

Steck, Lâmpada Inteligente 7W, Steck Ambiente Conectado RGBW Wi-Fi, Bivolt. **Amazon**, 2024. Disponível em: <<https://a.co/d/cJ3xwGZ>>. Acesso em: 05 junho 2024.