



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS, TECNOLOGIAS E SAÚDE DO CAMPUS ARARANGUÁ
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE COMPUTAÇÃO

Sidnei de Souza Junior

**Dispositivo inteligente para organização e notificação de medicamentos em
conjunto a um aplicativo de healthcare**

Araranguá
2023

Sidnei de Souza Junior

Dispositivo inteligente para organização e notificação de medicamentos em conjunto a um aplicativo de healthcare

Trabalho de Conclusão de Curso do Curso de Graduação em Engenharia de Computação submetido ao Centro de Ciências, Tecnologias e Saúde do Campus Araranguá da Universidade Federal de Santa Catarina para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Computação.

Orientadora: Profa. Analúcia Schiaffino Morales, Dra.

Coorientador: Prof. Jim Lau, Dr.

Araranguá

2023

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Junior, Sidnei de Souza

Dispositivo inteligente para organização e notificação de
medicamentos em conjunto a um aplicativo de healthcare /
Sidnei de Souza Junior ; orientador, Analúcia Schiaffino
Morales, coorientador, Jim Lau, 2023.

50 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) -
Universidade Federal de Santa Catarina, Campus Araranguá,
Graduação em Engenharia de Computação, Araranguá, 2023.

Inclui referências.

1. Engenharia de Computação. 2. Aplicativo de saúde. 3.
Dispositivo IoT. 4. Administração de Medicamentos. 5.
Consumo de Medicamentos. I. Morales, Analúcia Schiaffino.
II. Lau, Jim. III. Universidade Federal de Santa Catarina.
Graduação em Engenharia de Computação. IV. Título.

Sidnei de Souza Junior

Dispositivo inteligente para organização e notificação de medicamentos em conjunto a um aplicativo de healthcare

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado adequado para obtenção do Título de Bacharel em Engenharia de Computação e aprovado em sua forma final pelo Curso de Graduação em Engenharia de Computação.

Araranguá, 21 de Junho de 2023.

Prof. Jim Lau, Dr.
Coordenador do Curso

Banca Examinadora:

Profa. Analúcia Schiaffino Morales, Dra.
Orientadora

Prof. Jim Lau, Dr.
Coorientador

Prof. Alison Roberto Panisson, Dr.
Avaliador
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. Fabrício De Oliveira Ourique, Dr.
Avaliador
Universidade Federal de Santa Catarina

Dispositivo inteligente para organização e notificação de medicamentos em conjunto com um aplicativo de healthcare

Sidnei de Souza Junior*

Analúcia Schiaffino Morales †

2023, JUNHO

Resumo

O progresso tecnológico tem sido um fator crucial na melhoria da qualidade de vida e no aumento da longevidade. Entre os avanços tecnológicos, destacam-se os da área da saúde, cuja contribuição é indiscutível. Nesse contexto, este trabalho tem por objetivo contribuir para essa evolução, por meio da modelagem e implementação de um dispositivo de Internet das Coisas (IoT) destinado a facilitar o gerenciamento de medicamentos. A abordagem adotada envolveu a criação de dois dispositivos para armazenamento de medicamentos: um com 14 compartimentos organizados semanalmente para doses matinais e noturnas, e outro com 10 compartimentos destinados a acomodar até 10 tipos diferentes de medicamentos. Adicionalmente, desenvolveu-se um aplicativo complementar que permite aos usuários inserirem informações sobre os medicamentos armazenados, definirem alarmes e monitorarem as doses ingeridas. A interface do aplicativo foi projetada segundo os princípios de User Interface/User Experience (UI/UX), com o objetivo de garantir uma interação intuitiva e acessível a todos os usuários, incluindo aqueles com dificuldades no uso de tecnologia móvel. Além disso, o aplicativo gera um gráfico para que os profissionais de saúde possam avaliar o uso de medicamentos pelos pacientes, facilitando assim o monitoramento. Para a implementação do protótipo, utilizou-se o framework Flutter no desenvolvimento do aplicativo e o microcontrolador ESP32 para controlar e monitorar os compartimentos de medicamentos. O resultado foi um protótipo funcional que, apesar de ainda estar em estágio preliminar de desenvolvimento, mostrou um grande potencial para se tornar uma ferramenta crucial para populações como idosos e indivíduos com doenças crônicas que necessitam de administração regular de medicamentos. Em conclusão, o protótipo demonstrou tanto a sua funcionalidade quanto o seu potencial para melhorar a adesão à medicação. No entanto, ainda há espaço para aperfeiçoar o dispositivo e o aplicativo, o que abre caminho para futuros esforços de desenvolvimento nesta área promissora.

Palavras-chaves: aplicativo de saúde, dispositivo IoT, administração de medicamentos, consumo de medicamentos, idosos.

*sidneidesouzajunior@gmail.com

†analucia.morales@ufsc.br

Creation of a smart device for organizing and notifying medications in conjunction with a health application

Sidnei de Souza Junior*

Analúcia Schiaffino Morales †

2023, JUNE

Abstract

Technological progress has been a crucial factor in improving quality of life and increasing longevity. Among technological advancements, those in the health sector are particularly noteworthy, with their contribution being indisputable. In this context, this work aims to contribute to this evolution through the modeling and implementation of an Internet of Things (IoT) device designed to facilitate medication management. The adopted approach involved the creation of two medication storage devices: one with 14 compartments organized weekly for morning and evening doses, and another with 10 compartments designed to accommodate up to 10 different types of medications. Additionally, a complementary application was developed that allows users to insert information about the stored medications, set alarms, and monitor the doses taken. The application's interface was designed according to the principles of User Interface/User Experience (UI/UX), with the aim of ensuring an intuitive and accessible interaction for all users, including those with difficulties in using mobile technology. Furthermore, the application generates a graph for healthcare professionals to assess patients' medication usage, thus facilitating monitoring. For the prototype implementation, the Flutter framework was used in the application development and the ESP32 microcontroller was used to control and monitor the medication compartments. The result was a functional prototype that, despite still being in the preliminary stage of development, demonstrated great potential to become a crucial tool for populations such as the elderly and individuals with chronic diseases who require regular medication administration. In conclusion, the prototype demonstrated both its functionality and its potential to improve medication adherence. However, there is still room for refining the device and the application, paving the way for future development efforts in this promising area.

Keywords: health application, IoT device, medication administration, medication consumption, elderly.

*sidneidesouzajunior@gmail.com

†analucia.morales@ufsc.br

1 Introdução

De acordo com a Organização Mundial da Saúde (OMS), estima-se que, até 2050, o número de pessoas com mais de 60 anos dobrará, chegando a quase 2 bilhões, ou seja, cerca de 21,5% da população global (Organização Mundial da Saúde, 2015). Já no Brasil, as projeções são semelhantes, com 22% da população estimada para ter 60 anos ou mais no mesmo ano (BOCCOLINI; CAMARGO, 2016).

Esta mudança demográfica tem um impacto significativo na saúde global, correspondendo a um aumento na prevalência de doenças crônicas e no uso de medicamentos. As doenças crônicas não transmissíveis (DCNT) constituem uma das principais preocupações, sendo responsáveis por 77,2% de todas as mortes por doenças no Brasil em 2008, por exemplo hipertensão, depressão, artrite e diabetes (correspondendo a 21,4%, 7,6%, 6,4% e 6,2%, respectivamente) sendo as mais prevalentes (BOCCOLINI; CAMARGO, 2016).

O crescimento da população idosa apresenta importantes desafios para a saúde e o bem-estar da população em geral, com a adesão à medicação destacando-se como uma das questões mais urgentes. Muitos idosos necessitam tomar medicamentos diariamente para tratar e controlar doenças crônicas, visando manter uma qualidade de vida adequada. A adesão à terapia medicamentosa pode ser comprometida por vários fatores, incluindo problemas de memória, dificuldades de visão e dificuldades na manipulação das embalagens de medicamentos. Estes obstáculos representam algumas das barreiras que precisam ser superadas para garantir um cuidado adequado à saúde da população idosa.

Com esse cenário em mente, o design do dispositivo e o aplicativo foram pensados, para pessoas com problemas de memória, o equipamento foi projetado para auxiliar no lembrete do horário dos medicamentos, por meio de notificações emitidas pelo aplicativo e pelo *case* de medicamentos. Além disso, o dispositivo foi montado com indicadores em braille para auxiliar pessoas com dificuldades de visão. Dessa forma, cada compartimento pode ser identificado tanto na tampa quanto na lateral do dispositivo pelo seu respectivo número em braille. Ao oferecer soluções para algumas das barreiras à adesão à medicação, a proposta representa um avanço para a saúde e bem-estar da população idosa.

Estudos indicam que a falta de adesão à medicação entre os idosos pode resultar em consequências graves, como o aumento das hospitalizações, a deterioração da saúde, a elevada morbidade e mortalidade. Além disso, os custos associados à não adesão à medicação são elevados, com estimativas que podem atingir bilhões de dólares anualmente (SHAHROKHI et al., 2018).

Para enfrentar este desafio, é crucial a busca por soluções que facilitem a adesão à medicação por parte dos idosos, com o objetivo de melhorar sua saúde e qualidade de vida. O desenvolvimento de aplicativos móveis destinados a auxiliar na gestão de medicamentos e a fornecer lembretes de dosagem é uma estratégia valiosa. Tais aplicativos devem ser projetados considerando as necessidades específicas dos idosos, incluindo interfaces simples e intuitivas, recursos de acessibilidade e funcionalidades que facilitem o acompanhamento e a administração correta dos medicamentos.

Já existem diversos aplicativos disponíveis com a finalidade de facilitar o gerenciamento de medicação¹. No entanto, muitos destes aplicativos ainda precisam melhorar sua acessibilidade, simplificando a interface do usuário e incorporando recursos como áudio e

¹ Disponíveis em lojas virtuais como Google Play® (<<https://play.google.com>>) e App Store® (<<https://www.apple.com/app-store/>>)

vídeo, que em alguns casos, podem tornar as instruções mais claras e compreensíveis. A usabilidade é o verdadeiro desafio, especialmente para uma população idosa e os que não estão muito familiarizados com a tecnologia.

Além disso, temos outra solução amplamente utilizada, conhecida como *cases*/dispositivos de medicamentos. Esses permitem organizar os medicamentos separadamente em cada compartimento de acordo com o horário e a dose prescrita por profissionais de saúde, facilitando o controle e evitando erros na administração dos medicamentos.

Portanto, a utilização de *cases* de medicamentos e aplicativos de adesão à medicação para idosos emerge como uma solução eficaz para melhorar a adesão à medicação e a qualidade de vida dessa população, além de reduzir custos associados à não adesão à medicação. Ao longo do tempo, muitos indivíduos necessitam de acompanhamento médico e iniciam tratamentos que envolvem o uso de medicamentos prescritos por especialistas. Esses medicamentos são extremamente importantes, pois têm o potencial de melhorar a qualidade de vida dos pacientes, independentemente de sua duração de uso (TAVARES et al., 2021).

As tecnologias apresentadas têm proporcionado um aumento na qualidade de vida e longevidade das pessoas ao longo dos anos. Tal avanço se deve, em parte, ao desenvolvimento e aprimoramento de novas soluções para diversas problemáticas na área da saúde, como aplicativos para médicos monitorarem seus pacientes e a telemedicina, que viabiliza o atendimento médico remoto. No presente artigo, focaremos na tecnologia assistida relacionada ao uso de medicamentos. É importante destacar que estudos mostram um crescimento do consumo de medicamentos na América Latina e, no Brasil, em 2020, movimentou-se cerca de US\$ 19 bilhões (IQVIA, 2021). Além disso, a automedicação é um hábito comum para 77% dos brasileiros, com quase metade dos entrevistados admitindo se automedicar pelo menos uma vez por mês (Conselho Federal de Farmácia (CFF), 2019).

Neste contexto, a tecnologia assistiva, incluindo aplicativos de gerenciamento de medicação e dispositivos de medicamentos inteligentes, destaca-se como soluções promissoras. Estes podem auxiliar as pessoas a gerir melhor seus medicamentos, potencialmente evitando a polifarmácia em alguns casos e proporcionando maior eficácia nos tratamentos.

A polifarmácia, definida pela Organização Mundial da Saúde como o consumo de quatro ou mais medicamentos no mesmo dia, é um desafio crescente na atualidade. Com o aumento da expectativa de vida e a prevalência de doenças crônicas entre a população idosa, o uso de múltiplos medicamentos torna-se necessário, mas simultaneamente eleva o risco de complicações e efeitos colaterais (FERNANDEZ; PALLIS, 2014). Portanto, é fundamental seguir as orientações do especialista acerca das horas e doses estabelecidas para minimizar esses riscos e evitar complicações no organismo do paciente (Instituto para Práticas Seguras no Uso dos Medicamentos, 2018).

No contexto das doenças crônicas não transmissíveis (DCNT), este estudo apresenta a criação de dois *cases* para medicamentos, projetados para funcionar como dispositivos inteligentes de acessibilidade, bem como o desenvolvimento de um aplicativo móvel. Essas soluções foram projetadas levando em consideração princípios de Interface do Usuário e Experiência do Usuário (UI/UX), com o objetivo de oferecer uma melhor interação entre o usuário e o dispositivo móvel. Elas são particularmente úteis para idosos e para pessoas que necessitam gerenciar múltiplos medicamentos e diferentes doses diárias.

Os *cases* desenvolvidos são integrados com o aplicativo healthcare para celular, visando aprimorar o monitoramento e as notificações referentes ao uso de medicamentos nos

horários estipulados pelo médico. Adicionalmente, a integração dos *cases* com o aplicativo proporciona um relatório inteligente desses dados, permitindo o acesso a informações relevantes que auxiliam na tomada de decisões conforme as necessidades e a utilização do usuário. Tais informações podem possibilitar uma gestão mais eficiente das prescrições médicas, levando em conta o histórico do paciente.

Foi empregada a abordagem de UI/UX na criação de protótipos, wireframes e layouts, visando minimizar as informações exibidas em cada tela para facilitar o uso por pessoas que possam ter dificuldades em manusear um celular. A proposta está atualmente em fase experimental e requer validação, processo essencial para garantir a eficácia e segurança da solução. Adicionalmente, é importante frisar que o desenvolvimento de um dispositivo inteligente de saúde deve ser acompanhado por regulamentações que garantam a segurança e a privacidade dos dados dos usuários.

1.1 Organização do Trabalho

O artigo é organizado em seções que abordam diferentes aspectos relacionados ao desenvolvimento do projeto proposto.

Na seção 2, é apresentado o estado da arte, no qual foram apresentados conceitos relacionados ao funcionamento dos medicamentos, problemas comuns no seu uso, referências de *cases* de medicamentos, aplicativos encontrados nas lojas Google Play e App Store e a desenvolvimento de protótipos eficientes.

A seção 3 fornece uma visão geral do projeto, incluindo diagramas, requisitos do sistema, modelagem dos *cases* para atender demandas específicas, detalhes sobre a comunicação do dispositivo de hardware utilizado com a internet e o processo de criação do aplicativo, desde wireframes até o layout final.

Na seção 4, é realizada uma discussão sobre os resultados obtidos no desenvolvimento do aplicativo e sua relevância para o tema proposto.

Por fim, a seção 5 apresenta as considerações finais, propostas para trabalhos futuros e informações adicionais que possam contribuir para a melhoria e evolução do projeto.

2 Estado da Arte

2.1 Literatura Científica e Mercado

Para entender o cenário atual das soluções para a administração e o monitoramento de medicamentos, realizou-se uma revisão da literatura considerando as seguintes bases de dados acadêmicas: IEEE Xplore, Scientific Research (SCIRP journal), Springer e PubMed. Também foi investigado o que tem ofertado no mercado através da ferramenta de busca do Google. Esta análise contribuiu para a identificação de requisitos e entendimento da área de gerenciamento de medicamentos, necessários para o desenvolvimento do presente trabalho.

Os métodos para a administração de medicamentos podem ser classificados em quatro grupos, conforme a classificação proposta por (QUDAH; LEIJDEKKERS; GAY, 2010):

- 1) Porta-medicamentos.

- 2) Porta-medicamentos com alarme.
- 3) Dispositivos de monitoramento de medicamentos.
- 4) Soluções baseadas em celulares.

Ressalta-se que o projeto desenvolvido combina um dispositivo de monitoramento de comprimidos com um aplicativo para celular. A análise evidencia a importância do uso de materiais sustentáveis, sobretudo o PLA, em combinação com a tecnologia na fabricação dos *cases* para medicamentos. Esta combinação é apontada como uma solução potencial para aprimorar o armazenamento de medicamentos (SANCHES; GUEDES; SILVA, 2018). Nesta seção, discutem-se alguns *cases* atualmente disponíveis no mercado, permitindo um entendimento mais aprofundado do seu propósito e áreas que poderiam ser aprimoradas para a validação do *case* proposto.

A. O primeiro *case* apresentado na Figura 1(a) é uma opção simples para a organização de medicamentos, com apenas dois compartimentos capazes de armazenar entre 2 e 4 comprimidos cada, dependendo do tamanho. Suas dimensões são de 2 cm de altura e 6,5 cm de diâmetro, e pode ser adquirido por cerca de R\$ 8,90 nas principais plataformas de e-commerces e lojas farmacêuticas (DOITOOOL... , 2023). Embora sua simplicidade e preço acessível, o modelo tem limitações, como a falta de recursos de acessibilidade para pessoas com deficiência visual e de funcionalidades adicionais como armazenamento de informações relevantes e alertas de alarme ou mensagens no celular do usuário.

Já o kit mostrado na Figura 1(b) contém 7 *cases*, possibilitando a distribuição de medicamentos durante toda a semana. Assim como o *case* mencionado anteriormente, este kit apresenta suas vantagens e desvantagens. Cada *case* possui as mesmas dimensões, e o preço médio é de R\$ 119,90. O preço mais elevado é justificado pela ausência do composto bisfenol A (BPA) em sua fabricação, que foi proibido no Brasil devido a seus efeitos adversos à saúde, como alterações nos hormônios da tireoide, liberação de insulina pelo pâncreas e proliferação de células de gordura, conforme relatado pela SBEM-SP (MEHR; DRIEL; ZHANG, 2019).

Figura 1 – Comparação de cases



Fonte: Página do site Amazon Brasil (2023).

B. O dispositivo subsequente apresentado é o E-pill (Figura 2), ilustrando como a

tecnologia pode ajudar de maneira eficaz o uso de medicamentos diários. O dispositivo possui um temporizador com alarme vibratório, que pode ser configurado até quatro vezes por dia, e quatro compartimentos capazes de acomodar até oito medicamentos cada, variando conforme o tamanho dos medicamentos. Adicionalmente, o número correspondente ao compartimento contendo os medicamentos para cada horário é exibido no visor.

Contudo, o custo do dispositivo pode ser uma barreira para muitos, uma vez que, em 2023, é comercializado por US\$ 59,95 no site do fabricante (E-Pill, 2023). Convertendo para a moeda local com uma taxa de câmbio de 5 reais por 1 dólar, o valor equivalente é aproximadamente R\$ 300, conforme a taxa de câmbio vigente no momento da redação deste artigo. Este montante representa uma parcela expressiva do salário mínimo no Brasil, que em 2023 é de R\$ 1.320 (BRASIL, 2023), tornando o dispositivo inacessível para muitos.

Apesar disso, a portabilidade do produto é um aspecto positivo, pois ele é suficientemente compacto para ser transportado em bolsos. No entanto, é importante ressaltar uma limitação do dispositivo: a ausência de recursos de acessibilidade para indivíduos com deficiência visual, visto que não há uma forma intuitiva de identificar cada compartimento.

Figura 2 – E-pill 1 peça

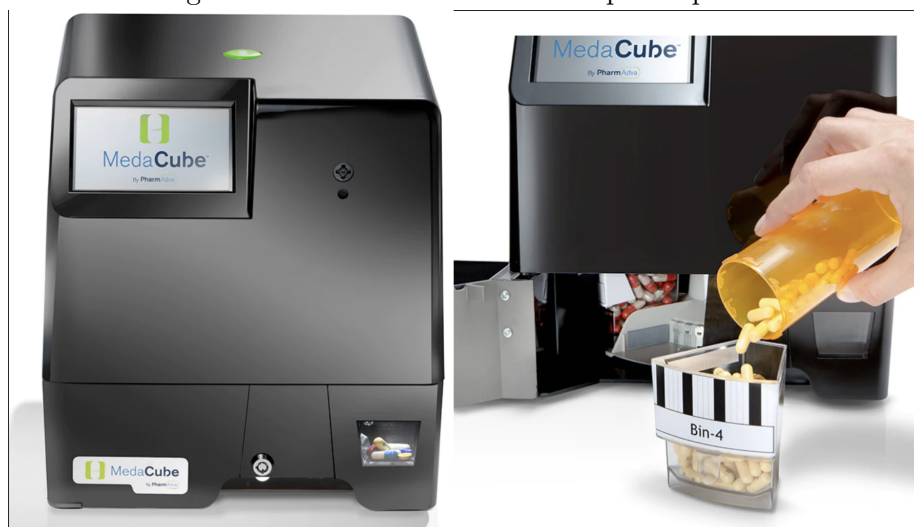


Fonte: E-PILL (2023).

C. O último dispositivo discutido é o MedaCube, que incorpora recursos avançados de conectividade à internet. O equipamento dispõe de 16 compartimentos – 10 de tamanho regular e 6 grandes, o que permite a configuração de até 20 alarmes por dia. A principal distinção deste dispositivo em relação aos outros é sua habilidade para dispensar automaticamente medicamentos na dosagem adequada e emitir notificações por e-mail ou voz aos cuidadores se os medicamentos não forem consumidos. Adicionalmente, o MedaCube armazena de maneira segura na nuvem informações como o cronograma de medicamentos prescritos, histórico de medicação, relatório de doses perdidas, informações de contato e referências visuais das pílulas (MEDACUBE, 2023).

Por outro lado, uma desvantagem significativa deste dispositivo é o seu alto custo. Conforme pesquisado no site da MedaCube na data da redação deste artigo, o preço do dispositivo é de US\$ 1.849, o que, convertido para reais, equivale a cerca de R\$ 9.245. Além disso, o equipamento não é facilmente transportável e representa um dos dispositivos mais custosos disponíveis atualmente no mercado, sendo particularmente difícil de adquirir devido à sua origem estrangeira. Apesar disso, apresenta-se como uma alternativa promissora para aqueles que necessitam de suporte adicional no gerenciamento de medicamentos e que possuem recursos para tal investimento.

Figura 3 – Medacube™ automatic pill dispenser



Fonte: MedaCube (2023).

Existem situações em que se utiliza uma tecnologia mais avançada, incluindo um sensor PIR e uma câmera. Quando detecta-se movimento ao redor do compartimento de medicamentos, a câmera é ativada e identifica a pessoa que está presente. Se for o horário correto para a ingestão do medicamento, o compartimento é destravado e o medicamento é liberado. Este é considerado um dos métodos mais seguros para a liberação de comprimidos. Contudo, em algumas circunstâncias, quando o indivíduo idoso não está pronto para tomar o medicamento e passa pelo compartimento, o comprimido é dispensado e fica acessível aos familiares do paciente. Isso pode representar uma situação de risco, como, por exemplo, quando há um esquecimento por parte do idoso ou do responsável, e o comprimido permanece no compartimento até o próximo horário de liberação. Nesses casos, pode ocorrer do idoso não perceber e acabar ingerindo duas ou mais doses de uma só vez (LEITE; ALBUQUERQUE, 2021).

É fundamental que o medicamento seja ingerido conforme determinado pelo profissional de saúde, pois, após ser consumido oralmente, ele passa pelo estômago e intestino, onde ocorre a absorção do princípio ativo. Esse princípio ativo, responsável pela ação terapêutica do medicamento, mas só entra em ação quando se liga a moléculas específicas do corpo humano, denominadas como receptores. Para chegar até esses receptores, o medicamento entra na corrente sanguínea e é transportado pelas artérias e veias para os órgãos e tecidos específicos onde precisa agir. Cada órgão do corpo possui receptores específicos que permitem que o medicamento atue somente onde é necessário e se conecte perfeitamente com sua fórmula química (NEVES, MÔNICA, 2022). Por isso, é importante seguir corretamente as orientações do profissional de saúde para garantir que o medicamento atinja o objetivo terapêutico desejado (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2009).

No entanto, quando duas ou mais substâncias são tomadas ao mesmo tempo, podem agir de forma independente ou interagir entre si. Essas interações podem ser benéficas ou indesejáveis e podem resultar na redução ou no aumento dos efeitos terapêuticos. Por isso, é fundamental que as interações entre medicamentos sejam verificadas por meio de testes de níveis séricos ou urinálise, como destacado em estudos (SILVA, 2017).

A importância de verificar as interações medicamentosas é amplificada quando consideramos as muitas variáveis que podem afetar a absorção do medicamento. Sendo

assim, a absorção pode ser afetada pela presença de alimentos ou outras substâncias no estômago ou intestino, e também pode ser influenciada por fatores como a idade, o sexo e o estado de saúde do paciente (BERTRAM-RALPH; AMARE, 2023). Infelizmente, alguns pacientes adiam a ingestão dos comprimidos em até 6 horas após o horário das doses, comprometendo o tratamento adequado. Embora a melhor resposta para um medicamento ausente seja ignorá-lo completamente, apenas 12% dos médicos entrevistados concordaram com essa abordagem, de acordo com uma pesquisa realizada (VEAZIE, 2006).

Dado este cenário de complexidade na gestão de medicamentos, surge a necessidade de ferramentas que possam auxiliar na administração correta dos mesmos. O estudo revelou que o uso de aplicativos móveis pode ser uma ferramenta eficaz para melhorar o uso da medicação entre os idosos. Isso ocorre porque os aplicativos para celulares podem enviar lembretes e alertas sobre a hora correta de tomar os medicamentos. Esse recurso pode ser especialmente útil para idosos que possuem diversas condições crônicas e precisam administrar medicamentos diariamente (RODRÍGUEZ-DUEÑAS; AGUIA-ROJAS; VALENCIA-DAZA, 2021).

A utilidade dos aplicativos móveis não se limita apenas ao paciente. Outro benefício do uso de aplicativos móveis é que pode ajudar a reduzir a quantidade de horas de trabalho dos cuidadores. Os cuidadores que utilizaram um aplicativo móvel para monitorar a saúde dos idosos relataram sentir-se mais confiantes em seu papel e com uma carga de trabalho reduzida. Assim, essa tecnologia pode ser uma ferramenta valiosa para ajudar a garantir que os idosos recebam a medicação correta e sejam cuidados adequadamente (RODRÍGUEZ-DUEÑAS; AGUIA-ROJAS; VALENCIA-DAZA, 2021).

2.2 Aplicativos

Realizou-se um levantamento das funcionalidades presentes em aplicativos disponíveis na Google Play para dispositivos Android e na App Store para iPhones e iPads com sistema operacional iOS. Foi realizada uma análise dos produtos e os resultados disponibilizados na Tabela 1, com as funcionalidades disponíveis em cada aplicativo. Nesta tabela ainda, o caractere '✓' indica que o aplicativo possui a funcionalidade listada, enquanto o caractere '-' indica que o aplicativo não possui.

2.2.1 Identificação dos aplicativos

- **Cuco - Alarme de remédios:** Este aplicativo se apresenta como uma excelente ferramenta para o gerenciamento de medicamentos, com especial utilidade para idosos. Ele possui a capacidade de rastrear a adesão ao tratamento, gerenciar o estoque de medicamentos e envolver cuidadores. A biblioteca de medicamentos é extensa, com mais de 29 mil itens listados. Porém, existem possibilidades de melhorias, como a inclusão de fotos dos medicamentos e a integração com assistentes virtuais.
- **MyTherapy: Medication Reminder:** Este aplicativo compartilha muitas funcionalidades com o Cuco, porém, a inclusão de um relatório de uso é um diferencial. A ausência de um cuidador/responsável cadastrado e a falta de plano premium podem ser vistos como pontos negativos. A acessibilidade para idosos é considerada baixa. Por fim, destaca-se o fato de que o MyTherapy é respaldado por pesquisas acadêmicas e segue rigorosas leis europeias de privacidade.
- **Pill Reminder Tracker for Meds:** Este aplicativo possui funcionalidades semelhantes ao MyTherapy, com a adição de um plano premium. O verificador de interação

Tabela 1 – Funcionalidades dos Aplicativos

Funções	Cuco - Alarme de remédios	MyTherapy: Medication Reminder	Pill Reminder Tracker for Meds	Mango Health
Login com Facebook ou Google	✓	✓	✓	-
Cadastrar Informações do Usuário ✓	✓	✓	✓	✓
Fotos dos Medicamentos	-	-	-	-
Configurar Compartimento(s)	-	-	-	-
Adicionar Alarme	✓	✓	✓	✓
Configurar Alarme	✓	✓	✓	✓
Notificação do Medicamento	✓	✓	✓	✓
Relatório e Calendário	-	✓	✓	-
Adicionar Cuidador/Responsável	✓	-	-	-
Configurar o Case de Medicamentos	-	-	-	-
Atualizar para Plano Premium	✓	-	✓	-
Comando de Voz	-	-	-	-
Integração com Assistente Virtual Alexa	-	-	-	-
Acessibilidade para Idosos	Média	Baixa	Baixa	Baixa

Fonte: Próprio Autor.

medicamentosa é um recurso distinto, permitindo que os usuários identifiquem possíveis interações entre diferentes medicamentos, contribuindo para a prevenção de efeitos adversos. A acessibilidade para idosos, no entanto, é considerada baixa.

- **Mango Health:** O Mango Health possui o menor número de funcionalidades entre os quatro, com a maior limitação sendo a falta de um calendário e de um plano premium. Tal como os demais, sua acessibilidade para idosos é baixa.

2.2.2 Avaliação das funções dos aplicativos

Entre todas as funções apresentadas, a capacidade de adicionar e configurar um alarme, bem como receber notificações de medicamentos, destaca-se como as mais relevantes para o público-alvo. Essas características facilitam que os usuários lembrem-se de tomar seus medicamentos no tempo certo, algo especialmente útil para idosos que tomam múltiplos medicamentos diariamente.

2.2.3 Comparação dos aplicativos

Ao comparar os aplicativos, percebe-se que o Cuco pode ser mais adequado para idosos, graças à sua capacidade de adicionar um cuidador ou responsável. Contudo, todos os aplicativos apresentam limitações, como a falta de fotos dos medicamentos e a ausência de comandos de voz ou integração com assistentes virtuais. Ademais, todos possuem baixa acessibilidade para idosos, exceto o Cuco, que demonstra um nível de acessibilidade ligeiramente superior.

2.2.4 Sugestões de melhoria

Para aumentar a utilidade desses aplicativos para idosos, várias melhorias poderiam ser consideradas. A acessibilidade poderia ser aprimorada com a inclusão de comandos de voz e a integração com assistentes virtuais. A adição de fotos dos medicamentos facilitaria a identificação dos mesmos pelos usuários. Outras melhorias poderiam incluir um sistema de alerta para possíveis interações medicamentosas, a possibilidade de compartilhar informações de uso com profissionais de saúde e a inclusão de guias educacionais, que expliquem como administrar diferentes tipos de medicamentos ou orientem sobre o manuseio do aplicativo.

Assim, com base na tabela com todas as funcionalidades dos aplicativos voltados para o uso e organização de medicamentos por adultos e idosos, além de considerar as necessidades e frustrações desse público-alvo, coletamos os dados necessários para direcionar as próximas etapas do projeto. Esta análise nos proporcionou um entendimento mais claro das lacunas existentes nos aplicativos atuais, preparando o para o desenvolvimento de soluções mais efetivas e personalizadas às necessidades específicas dos idosos. Com essa compreensão, estamos com informações para analisar os resultados obtidos e, em seguida, discutir possíveis melhorias e inovações.

2.3 Análise dos Resultados

No contexto deste projeto, a meta é desenvolver uma solução tecnológica que permita a pacientes necessitando de acompanhamento médico, tais como idosos e pessoas em tratamento de doenças crônicas não transmissíveis, bem como qualquer indivíduo que busque melhorar a sua qualidade de vida, viver de maneira independente em suas próprias

residências por mais tempo. O *case* para medicamentos, em conjunto com um aplicativo para celular, foi projetado para fornecer aos pacientes um monitoramento discreto através de software, profissionais de saúde e até mesmo familiares mais próximos.

Considerando a análise de artigos relacionados e os aplicativos analisados, algumas deficiências foram identificadas nos dispositivos comerciais disponíveis no mercado atualmente. Os seguintes requisitos principais foram definidos para um novo aplicativo que será integrado ao *case* inteligente:

1) Monitoramento de medicamentos: a capacidade de monitorar o uso de medicamentos pelo paciente e enviar lembretes para garantir a adesão à medicação.

2) Conectividade: a capacidade de se comunicar com dispositivos móveis para coletar informações sobre o paciente e os medicamentos, além de prover dados relevantes para os cuidadores.

3) Interface: o aplicativo deve ser simples e intuitivo, com uma interface fácil de usar e entender, de modo que pacientes idosos ou com pouca familiaridade com tecnologia possam utilizá-lo sem dificuldades.

4) Planejamento: recursos como lembretes para a administração de medicamentos, a possibilidade de ajustar o plano de medicação do paciente conforme necessário e a notificação dos profissionais de saúde quando os medicamentos estiverem acabando ou precisando de reposição.

5) Portabilidade: o *case* de medicamentos deve ser facilmente transportável e conveniente de usar em diferentes ambientes, especialmente quando o paciente precisar ficar alguns dias fora de casa.

6) Personalização: o dispositivo deve ser capaz de se adaptar às necessidades específicas do paciente, fornecendo soluções personalizadas para o acompanhamento médico.

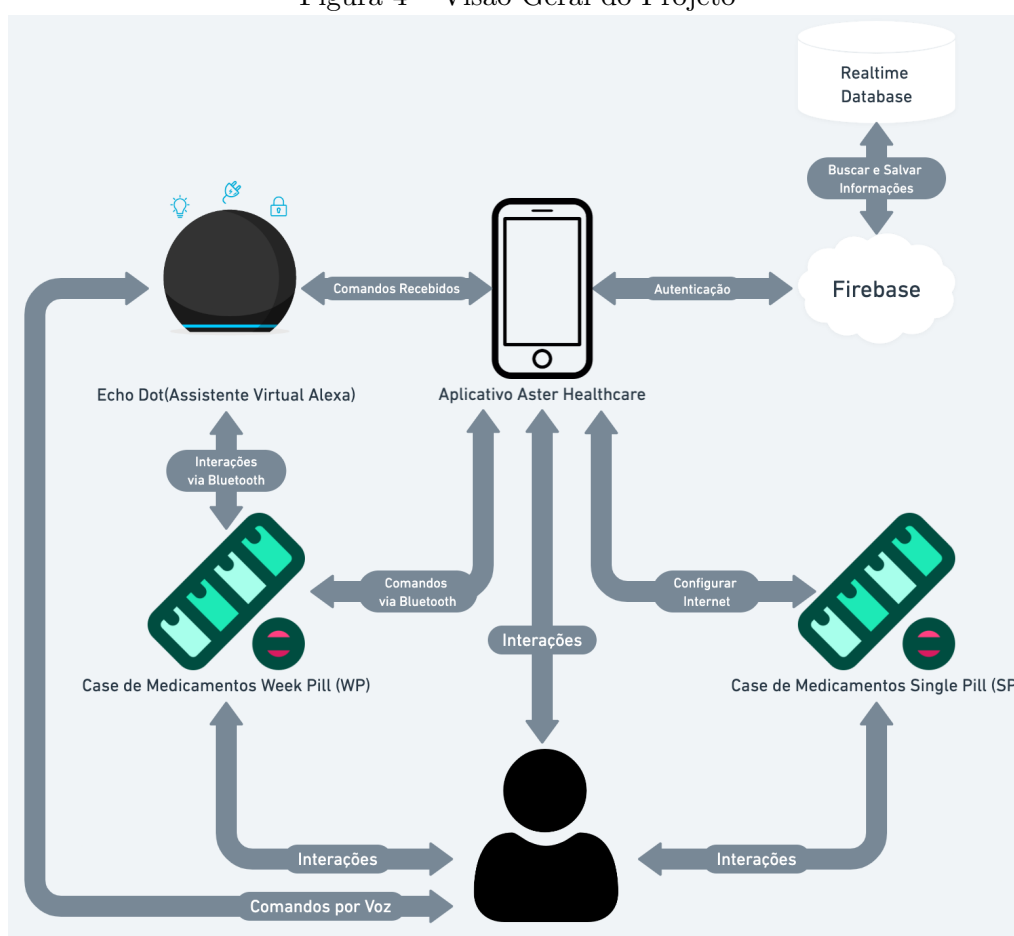
7) Facilidade de uso: em estágios futuros, o dispositivo tem como objetivo a integração com o Echo Dot por meio de comandos de voz, facilitando a execução de tarefas que normalmente seriam realizadas dentro do aplicativo.

Esses requisitos foram definidos para assegurar que o dispositivo possa atender às necessidades dos pacientes de forma eficiente e segura. Assim, o projeto do *case* para medicamentos integrado ao aplicativo para celular tem como principal objetivo melhorar a qualidade de vida dos pacientes e proporcionar mais autonomia no gerenciamento da sua saúde.

3 Metodologia

Nesta seção, é apresentada a metodologia empregada no desenvolvimento de dois *cases* de medicamentos inteligentes que operam em conjunto com um aplicativo móvel e da futura integração com o Echo Dot. Inicialmente, foram identificados os requisitos do sistema e selecionados os componentes necessários para a montagem dos *cases*. Posteriormente, definiu-se a arquitetura do sistema e os procedimentos necessários para o desenvolvimento dos *cases*. Finalmente, as telas do aplicativo, acompanhada de seu respectivo diagrama de atividade, é apresentado para demonstrar o fluxo de funcionamento. Além disso, os *cases* e suas modelagens são mostrados. A Figura 4 apresenta uma visão geral do *case* de medicamentos inteligente em funcionamento com o aplicativo móvel e o sistema web interconectados.

Figura 4 – Visão Geral do Projeto



Fonte: Próprio Autor.

3.1 Requisitos do Projeto

Foram levantados os Requisitos Funcionais (RF) e os Requisitos Não-Funcionais (RNF) para a modelagem do sistema, os quais visam atender as necessidades das funções mínimas que o *case* e o aplicativo precisam desempenhar.

3.1.1 Aplicativo Móvel

As Tabelas 2 e 3 representam os requisitos funcionais e não-funcionais do projeto na parte do aplicativo móvel.

Tabela 2 – Requisitos Funcionais do Aplicativo Móvel

Identificador	Descrição	Funcionalidade	Prioridade
RF0001	Login com Facebook, Google ou conta criada	Campo de e-mail e senha para login ou a opção de usar uma das plataformas para se logar	Alta
RF0002	Logout da conta	Permite ao usuário sair da conta para realizar a troca de usuário	Alta
RF0003	Registro de informações do usuário	Campos para inserir informações do nome, idade, peso e altura ou busca dessas informações básicas pela plataforma	Alta
RF0004	Funções por comando de voz	Permite ao usuário utilizar comandos de voz para executar funções específicas via aplicativo e futuramente no Echo Dot	Alta
RF0005	Pareamento com o <i>case</i> de medicamentos	Exibe <i>cases</i> próximos e permite o pareamento com o <i>case</i> selecionado	Alta
RF0006	Configuração do alarme para medicamento	Permite a configuração do compartimento onde o medicamento será colocado, a quantidade de comprimidos a serem tomados, a quantidade que está sendo adicionada no compartimento e os dias e horários em que o alarme irá disparar	Alta

Identificador	Descrição	Funcionalidade	Prioridade
RF0007	Configurar o <i>case</i> e o compartimento do medicamento	Vai mostrar o <i>case</i> que está sendo usado e ao clicar em um dos compartimentos é possível alterar as informações desse compartimento no qual o(s) medicamento(s) está relacionado	Alta
RF0008	Notificação do medicamento	Assim que o alarme estiver definido, uma notificação do tipo push vai aparecer quando o horário delimitado corresponder com o horário local do usuário	Alta
RF0009	Transmitir informações para o <i>case</i> de medicamentos	Essa função é automática, assim que houver alguma alteração nos horários de alarmes ou nos compartimentos, isso é repassado para o <i>case</i> via Bluetooth	Alta
RF0010	Ajuste de informações pessoais	Campo onde são apresentadas informações como nome, e-mail, telefone, idade, gênero, histórico e outras informações para realizar os ajustes necessários	Média
RF0011	Vincular conta com um cuidador	É onde o usuário mostra um QRCode para que um cuidador possa fazer a leitura e, assim, auxiliar no cuidado dos medicamentos do usuário	Média
RF0012	Desvincular conta com um cuidador	Na lista de gerenciamento de dependentes, o cuidador poderá selecionar um dependente da lista para desvincular	Média

Identificador	Descrição	Funcionalidade	Prioridade
RF0013	Mostrar Relatório	Irá apresentar um gráfico tendo como referência os ms que foram tomados os medicamentos e com a quantidade do mesmo	Baixa

Fonte: Próprio Autor.

Tabela 3 – Requisitos Não-Funcionais do aplicativo móvel

Identificador	Descrio
RNF001	O aplicativo conecta com o Firebase e suporta no máximo 100 usuários simultaneamente no plano gratuito.
RNF002	Usa o framework Flutter com a linguagem Dart para criao do aplicativo para Android e iOS.
RNF003	O banco de dados usa o Firestore Cloud que  disponibilizado pelo Firebase.
RNF004	Telas com acessibilidade para todas as idades, ou seja, intuitivo.
RNF005	Comunicao entre aplicativo e <i>case</i> de medicamentos via Bluetooth e Wi-Fi.
RNF006	Comunicao entre Echo Dot e <i>case</i> de medicamentos via Bluetooth.
RNF007	O aplicativo deve integrar-se com a Alexa para interao por comando de voz.

Fonte: Próprio Autor.

3.1.2 Case de Medicamentos Single Pill(SP)

As Tabelas 4 e 5 apresentam os requisitos funcionais e não-funcionais respectivamente, do projeto referentes ao *case* de medicamentos SP.

Tabela 4 – Requisitos Funcionais do Case de Medicamentos SP

Identificador	Descrição	Funcionalidade	Prioridade
RF0001	Notificação do alarme	Quando o horário delimitado corresponder com o horário local do usuário, o led do compartimento acende e o buzzer começa a tocar, tudo isso com uma duração de 1 minuto	Alta
RF0002	Parar alarme	Quando o alarme estiver tocando, é possível clicar no botão para que o buzzer pare de tocar e que os leds também apaguem	Alta
RF0003	Configurar acesso ao Wi-Fi	Com o switch ligado e pressionando o botão de alarme, ele entra em modo de configuração de rede, onde que o usuário seleciona a rede que o <i>case</i> teria de se conectar e informando a senha	Alta
RF0004	Mostrar o horário no display	A cada segundo é realizada a atualização do horário que está no display	Média
RF0005	Mostrar informações de cada compartimento no display	A cada 8 segundos, altera o compartimento no qual serão exibidas as informações como nome, quantidade e os dois próximos alarmes que irão tocar	Média
RF0006	Buscar as informações dos alarmes no banco de dados (futuramente)	No firestore cloud são armazenadas informações dos alarmes dos medicamentos, incluindo seu estado, de acordo com o usuário da conta	Média
RF0007	Ajuste do horário manualmente	A configuração do horário no modo offline pode ser realizada seguindo alguns passos com a utilização dos botões do <i>case</i>	Média

Fonte: Próprio Autor.

Tabela 5 – Requisitos Não-Funcionais do Case de Medicamentos SP

Identificador	Descrição
RNF0001	O <i>case</i> tem como foco separar cada medicamento diferente em compartimentos específicos, facilitando a organização.
RNF0002	Usa o ESP32 para desenvolver toda a aplicação do <i>case</i> e integrá-lo aos LEDs, buzzer, botões e switch.
RNF0003	Os componentes, como LEDs, buzzer, botões e switch, são conectados aos pinos de entrada/saída disponíveis no ESP32.
RNF0004	Possui comunicação via Bluetooth e Wi-Fi com o aplicativo móvel.
RNF0005	Possui comunicação via Wi-Fi com o Echo Dot.
RNF0006	O material utilizado no <i>case</i> é composto por produtos sustentáveis, como o PLA.
RNF0007	Possui comunicação via I2C entre o ESP32, o módulo RTC DS1307 e o display LCD.
RNF0008	Utiliza o banco de dados Firestore Cloud fornecido pelo Firebase.

Fonte: Próprio Autor

3.1.3 Case de Medicamentos Week Pill(WP)

As Tabelas 6 e 7 representam os requisitos funcionais e não-funcionais do projeto na parte do *case* de medicamentos WP.

Tabela 6 – Requisitos Funcionais do Case de Medicamentos WP

Identificador	Descrição	Funcionalidade	Prioridade
RF0001	Notificação do alarme	Quando o horário delimitado corresponder com o horário local do usuário, o led do compartimento acende e o buzzer começa a tocar, tudo isso com uma duração de 1 minuto	Alta
RF0002	Parar alarme	Quando o alarme estiver tocando, é possível clicar no botão para que o buzzer pare de tocar e que os leds também apaguem	Alta

Identificador	Descrição	Funcionalidade	Prioridade
RF0003	Receber informações dos horários de medicamentos do usuário conectado	Vai encaminhar todos os alarmes e os seus status de acordo com o usuário da conta via Bluetooth ou Wi-Fi para o <i>case</i> de medicamentos	Alta
RF0004	Mostrar informações de cada compartimento no display	A cada 8 segundo, altera o compartimento no qual irá mostrar informações como nome, quantidade e os dois próximos alarmes que irá tocar	Média
RF0005	Mostrar o horário no display	A cada segundo é realizada a atualização do horário que está no dispositivo, mostrando-o no display do <i>case</i> de medicamentos	Média

Fonte: Próprio Autor

Tabela 7 – Requisitos Não-Funcionais do Case de Medicamentos WP

Identificador	Descrição
RNF0001	O <i>case</i> teria como foco separar em dias como manhã e noite, assim a repartição seria feita de forma que cada compartimento teria todos os comprimidos a serem tomados naquele período do dia, facilitando o uso do(s) medicamento(s).
RNF0002	Usa o esp32 para fazer o desenvolvimento de toda aplicação do <i>case</i> e integrando com os leds, buzzer, botão e switch.
RNF0003	Os componentes como leds, buzzer, botões e switch são controlados pelos pinos de entrada/saída disponíveis no esp32.
RNF0004	Comunicação entre aplicativo e <i>case</i> de medicamentos via Bluetooth e Wi-Fi.
RNF0005	Comunicação entre Echo Dot e o <i>case</i> via Wi-Fi.
RNF0006	O material do <i>case</i> é sustentável, como no caso do PLA.
RNF0007	Comunicação entre esp32, módulo RTC DS1307 e o Display LCD via I2C.
RNF0008	O banco de dados é o Firestore Cloud disponibilizado pelo Firebase.

Fonte: Próprio Autor

3.2 Arquitetura do Sistema

A arquitetura do sistema descreve a maneira como os componentes de hardware e software estão organizados e interagem entre si para atender aos requisitos funcionais e

não-funcionais do sistema. No caso deste projeto, que envolve um *case* de medicamentos inteligente e um aplicativo móvel, a arquitetura pode ser dividida em várias camadas, um pouco diferente das arquiteturas de duas e três camadas mais comuns. Dessa forma, cada camada seria responsável por funções diferentes (BASS; CLEMENTS; KAZMAN, 2012). Neste projeto, as camadas ficariam da seguinte forma:

Camada de interface de usuário: Esta é a parte do sistema com a qual o usuário interage diretamente. Ela deve ser intuitiva e fácil de usar, permitindo que o usuário acesse todas as funcionalidades do aplicativo móvel.

Camada de aplicativo móvel: Esta é onde a lógica de negócios do aplicativo é implementada. É aqui que as funcionalidades principais do aplicativo, como controle de alarmes e gerenciamento de informações do usuário, são codificadas.

Camada de comunicação: Esta camada gerencia a comunicação entre o aplicativo móvel e o *case* de medicamentos. A comunicação pode ser feita via Bluetooth ou Wi-Fi, dependendo do que for mais conveniente ou eficiente.

Camada de armazenamento e processamento de dados: Esta camada não apenas armazena os dados do usuário - incluindo informações do perfil, histórico de medicamentos e configurações de alarme - mas também processa essas informações, fornecendo ao usuário dados relevantes, como um histórico de medicamentos ou estatísticas de uso.

3.2.1 Aplicativo Móvel

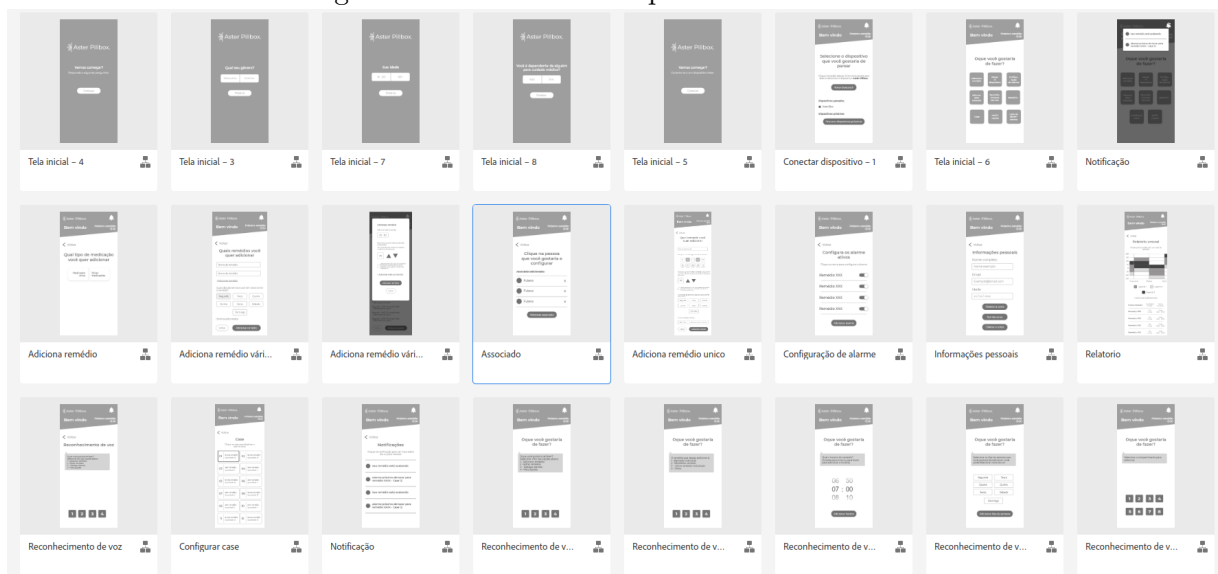
Para o desenvolvimento do aplicativo móvel, que exibirá as informações coletadas pelo *case* de medicamentos e outras funcionalidades citadas anteriormente, utiliza-se a linguagem Dart em conjunto com o framework Flutter. O Flutter permite a criação das telas da aplicação móvel e a definição das regras de negócios de maneira ágil e eficiente. Isso se deve à capacidade do Flutter de criar widgets personalizados e à sua arquitetura de *hot reload*, que permite aos desenvolvedores visualizarem mudanças na interface em tempo real (TEAM, 2023).

Para iniciar o desenvolvimento do aplicativo, criaram-se alguns wireframes essenciais para a definição das telas do aplicativo. Os wireframes são esboços simples que mostram os elementos da interface do usuário, como botões, menus, campos de entrada e informações. No esboço inicial, foram projetadas 28 telas para o aplicativo, visando torná-lo utilizável por pessoas idosas. Com o objetivo de atingir essa meta, foram criadas telas distintas para que idosos e adultos possam utilizar o mesmo aplicativo. Essa abordagem se justifica pelo fato de que os idosos podem ter mais dificuldades em lidar com interfaces complexas, portanto, telas específicas foram criadas para melhor atendê-los. Com isso, o aplicativo torna-se mais acessível e amigável para todos os usuários.

Na Figura 6, é possível visualizar o fluxo de navegação entre as telas principais do aplicativo. Nota-se que, para o usuário realizar o pareamento com o *case* de medicamentos, é necessário efetuar o cadastro da conta. Isso permite salvar a informação de que aquela conta está associada a um *case* específico, possibilitando a sincronização de alarmes e notificações entre os dois dispositivos. Esse mesmo princípio se aplica às demais telas presentes no aplicativo.

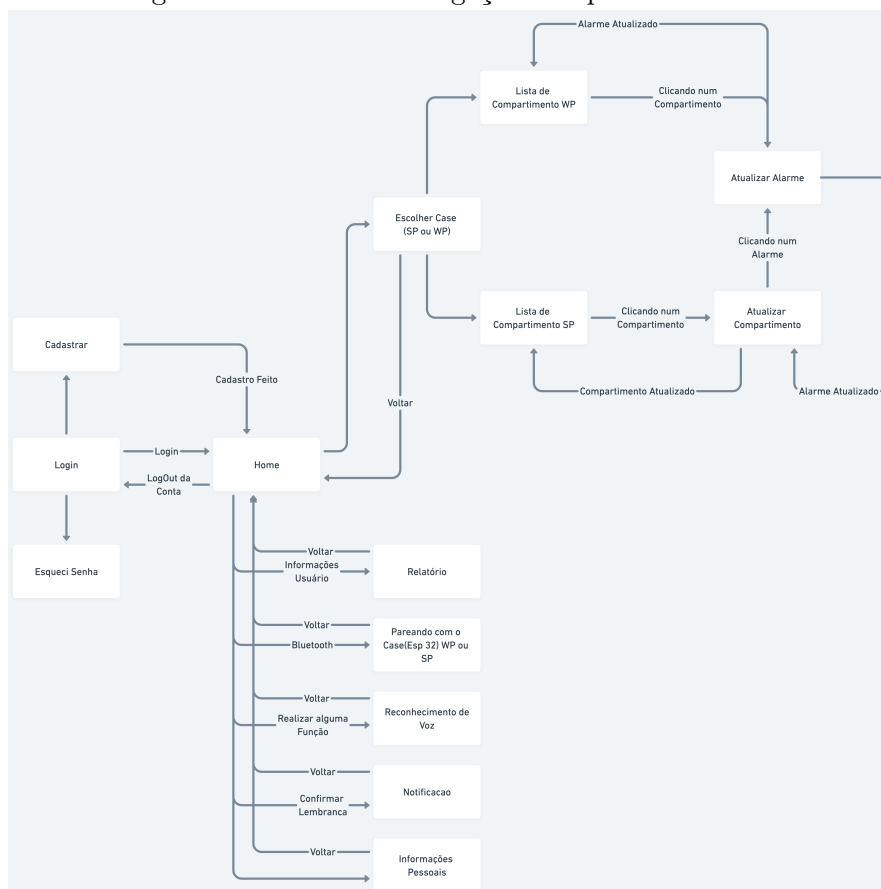
Considerando a importância do design para a usabilidade e aceitação de um aplicativo móvel, foram implementadas melhorias visuais nas telas do aplicativo durante o processo de desenvolvimento. Tais melhorias incluíram a escolha de uma paleta de

Figura 5 – Wireframe do aplicativo móvel



Fonte: Próprio Autor.

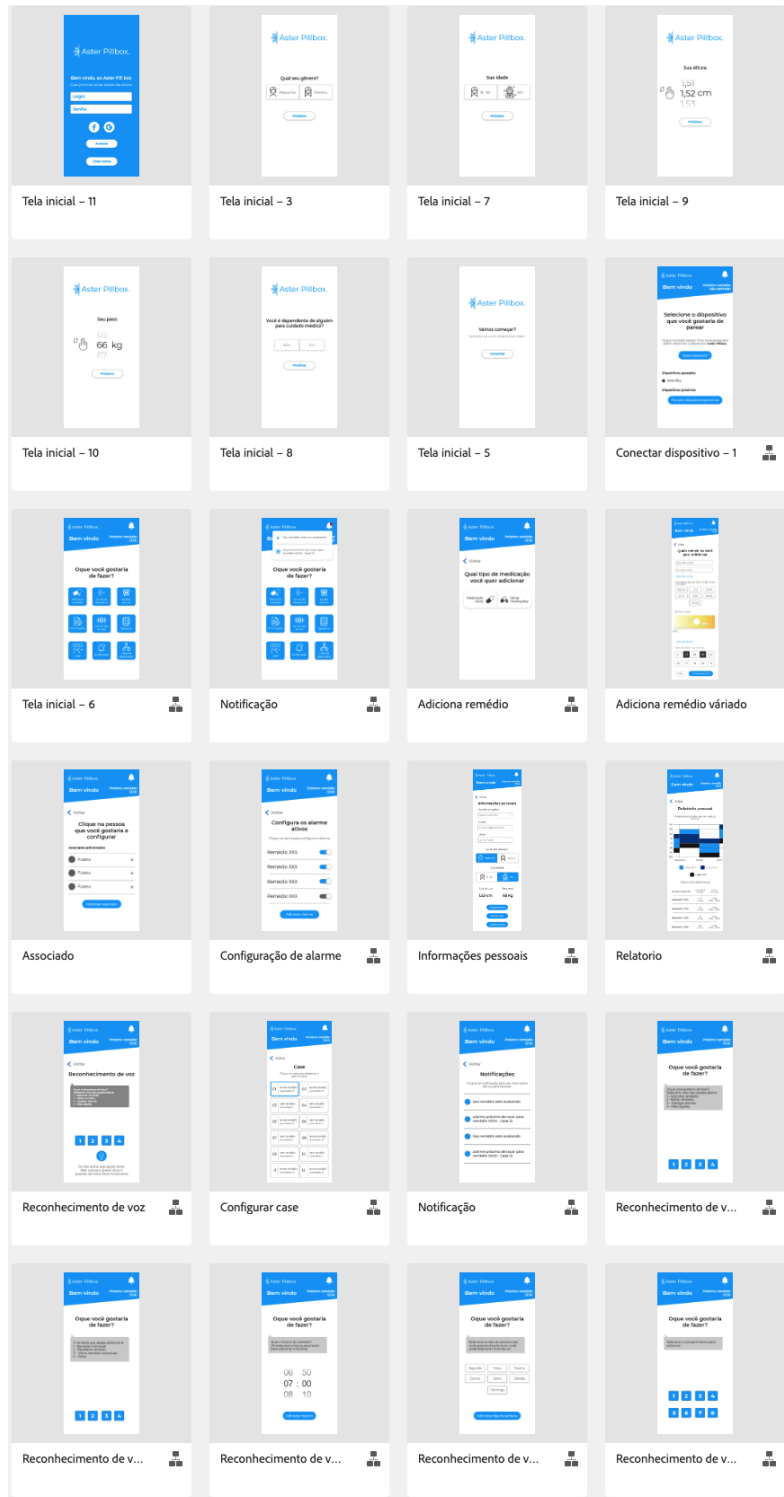
Figura 6 – Fluxo de Navegação do aplicativo móvel



Fonte: Próprio Autor.

cores adequada, seleção de fontes legíveis e ícones representativos para as funcionalidades oferecidas. Ao final do processo, as telas foram finalizadas com seus layouts prontos e todos os elementos visuais devidamente integrados, garantindo um visual consistente e agradável para o usuário, Figura 7.

Figura 7 – Layout final do aplicativo móvel



Fonte: Próprio Autor.

Após o usuário realizar o cadastro utilizando e-mail e senha ou por meio de login com Facebook ou Google, o aplicativo apresenta uma sequência de três perguntas para configurá-lo de acordo com as informações do usuário. As questões são relacionadas ao gênero, idade e à necessidade de cuidados médicos do usuário, conforme demonstrado na Figura 8.

Figura 8 – A sequência das telas de perguntas.



Fonte: Próprio Autor.

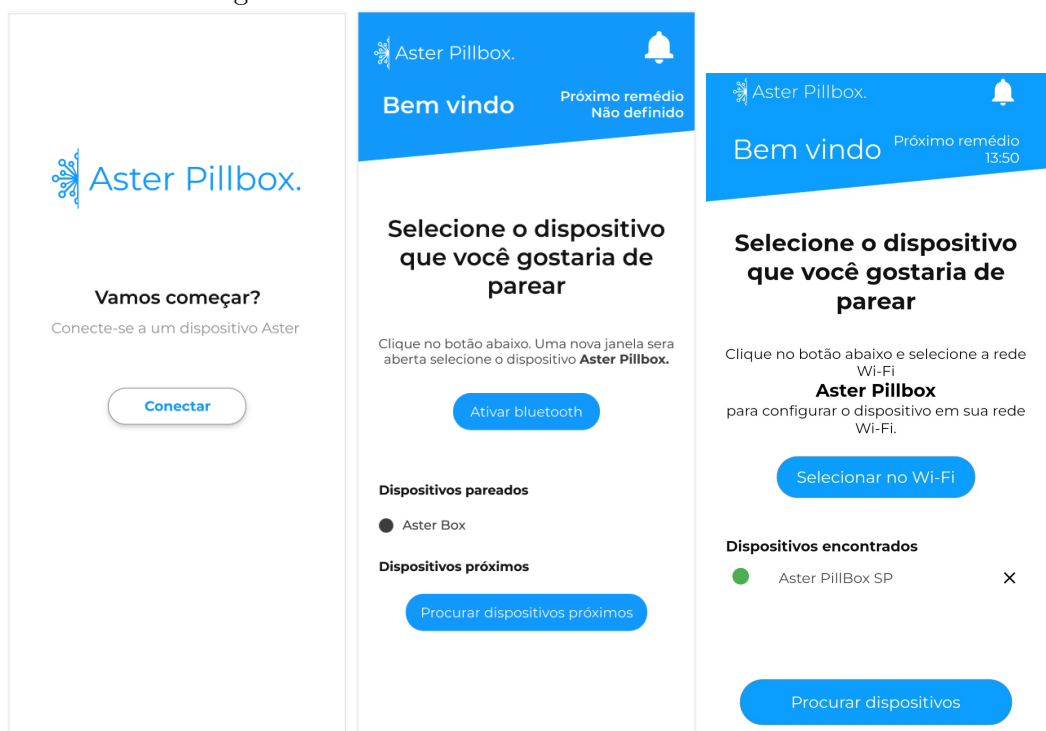
Com base nas respostas a essas três perguntas, o aplicativo define o padrão de telas a ser exibido, considerando se será usado por pessoas idosas ou jovens e se haverá necessidade de cuidados médicos. Após esta análise, o aplicativo exibe uma tela perguntando se o usuário deseja estabelecer conexão com o *case* de medicamentos. Em seguida, propõe a conexão via Bluetooth ou Wi-Fi e apresenta os dispositivos pareados ou próximos, conforme ilustrado na Figura 9. Entretanto, nesta primeira versão, apenas a conexão via Wi-Fi está disponível, cuja justificativa será discutida na seção de Resultados e Discussões.

Com todas as configurações realizadas, o aplicativo exibe a tela principal, que possui dois formatos. A tela à esquerda na Figura 10 foi projetada para ser simples, permitindo que pessoas idosas visualizem os medicamentos que devem ser tomados e seus respectivos horários de maneira clara. Por outro lado, a tela à direita apresenta mais opções que podem ser acessadas para configurar alarmes, visualizar relatórios e até mesmo realizar comandos de voz. Dessa forma, busca-se oferecer maior praticidade e usabilidade ao usuário.

O aplicativo foi projetado para ser simples e de fácil utilização para os idosos, com três telas principais: Menu Inicial, Case e Perfil, conforme exibido na Figura 11.

A tela do Menu Inicial exibe os alarmes de medicamentos programados para o

Figura 9 – Conectar com o case de medicamentos.



(a) Tela para iniciar o pareamento. (b) Tela para parear o case via Bluetooth. (c) Tela para configurar no Wi-Fi

Fonte: Próprio Autor.

dia atual. Cada alarme é associado a um ou mais compartimentos específicos do *case* de medicamentos, indicando em qual compartimento o medicamento programado está localizado. Esta configuração facilita a identificação dos medicamentos que devem ser tomados no dia.

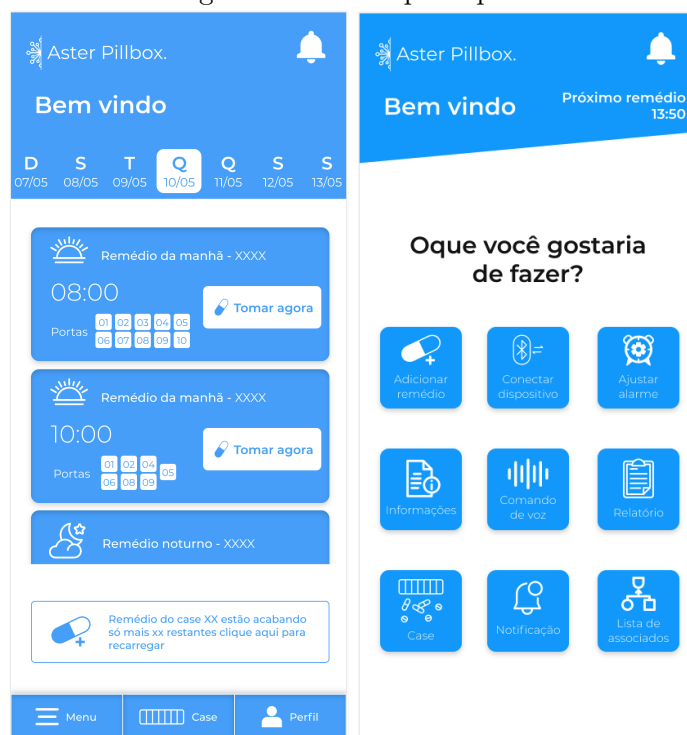
A tela Perfil apresenta todas as informações pessoais do usuário, permitindo que visualizem seus dados e realizem alterações, caso necessário. Esta tela serve como um local centralizado para o gerenciamento das informações do usuário, como nome, idade e outras informações relevantes, podendo ser utilizada a função de reconhecimento de voz para realizar alterações.

Selecionando a tela Case, os usuários podem visualizar o *case* de medicamentos conectado ao aplicativo. Esta tela exibe os números correspondentes a cada compartimento do *case*, destacando visualmente o compartimento onde o medicamento programado está armazenado. Ao selecionar um compartimento vazio, o usuário é redirecionado para a tela de adição de medicamentos, onde é possível registrar novos medicamentos e atribuí-los aos compartimentos correspondentes, conforme mostrado na Figura 12.

Essas telas têm como objetivo oferecer uma experiência de uso simplificada para os idosos, concentrando-se nas funcionalidades essenciais do aplicativo. Espera-se, assim, facilitar o uso do aplicativo e garantir que os idosos possam gerenciar seus medicamentos com maior autonomia e eficiência.

Na tela de adição de alarmes, existe a opção de adicionar um ou mais medicamentos em um único compartimento, pois muitas pessoas tendem a armazenar todos os medica-

Figura 10 – Telas principais.



(a) Tela principal para idosos. (b) Tela principal completa.

Fonte: Próprio Autor.

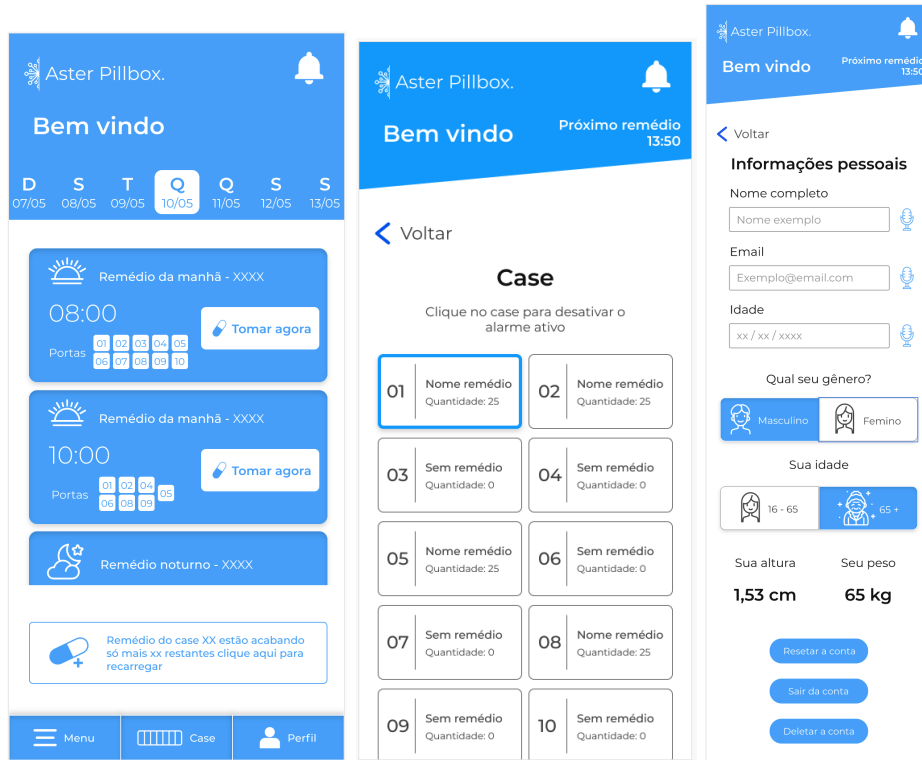
mentos que precisam tomar em um único compartimento de seu porta-medicamentos, o que pode gerar confusão e erros na administração das medicações.

Ao adicionar medicamentos no aplicativo, há duas opções: adicionar um único medicamento ou vários medicamentos, como mostrado na Figura 12. A escolha dependerá da necessidade e preferência do usuário. Com o *case* de medicamentos Week Pill, a organização dos compartimentos é feita entre manhã e noite, sugerindo a organização de vários medicamentos em cada compartimento para serem tomados em um único horário específico. Já com o *case* de medicamentos Single Pill, cada compartimento pode ser exclusivo para um único medicamento, permitindo que sejam adicionados vários alarmes diferentes para o mesmo dia, sem o problema de ter mais de um medicamento no mesmo compartimento.

Ressalta-se que o *case* Single Pill também pode ser empregado para a organização de vários medicamentos em um mesmo compartimento, caso esta seja a preferência do usuário. Com isso em vista, o aplicativo disponibiliza a opção de adicionar um único medicamento ou vários no mesmo compartimento, assegurando flexibilidade para diferentes necessidades de organização de medicações. A Figura 13 ilustra essas duas situações.

Assim, existem três métodos distintos para configurar alarmes para os medicamentos no aplicativo: através de comando de voz, em formato de *chat* ou preenchendo campos de texto com as informações pertinentes. Por padrão, o aplicativo é configurado para permitir que usuários idosos adicionem alarmes por meio de comando de voz. No entanto, se esses usuários tiverem dificuldades em utilizar o comando de voz, podem optar por selecionar ou preencher os campos em cada tela. Nesta modalidade, os usuários interagem com botões que

Figura 11 – As telas presentes para idosos.



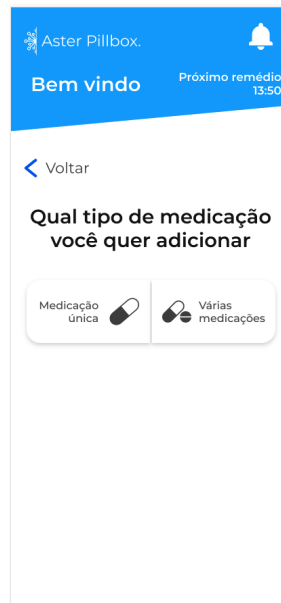
(a) Tela Menu Inicial.

(b) Tela do Case.

(c) Tela do Perfil.

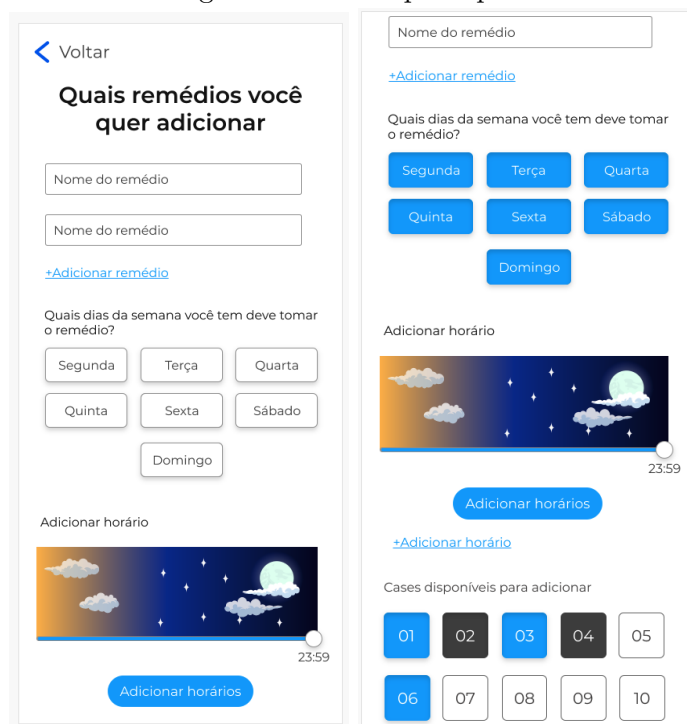
Fonte: Próprio Autor.

Figura 12 – Tela das opções de como adicionar alarmes para medicação



Fonte: Próprio Autor.

Figura 13 – Telas principais.



(a) Tela de adicionar alarme para múltiplos medicamentos. (b) Tela de adicionar alarme um único tipo de medicamento.

Fonte: Próprio Autor.

aparecem conforme as opções são apresentadas na tela, evitando a necessidade de campos de texto e minimizando potenciais problemas ao salvar estas informações. A Figura 14 demonstra as telas para configurar alarmes de diferentes maneiras: a tela à esquerda é para configuração por voz, a tela central para configuração via "chat", e a tela à direita para configuração através do preenchimento de campos de texto em uma única tela.

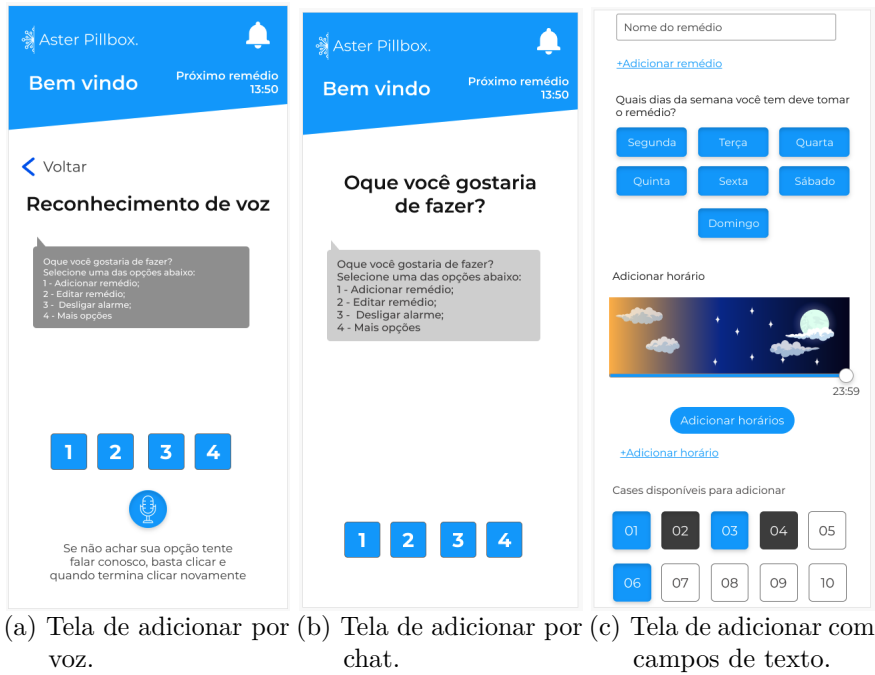
Uma das funcionalidades do aplicativo consiste em exibir o compartimento do *case*, acompanhado de informações como nome, número do compartimento, quantidade de medicamentos ainda presentes e se algum dos compartimentos está com o alarme ativo, como ilustrado na Figura 15.

As notificações podem ser exibidas de duas maneiras no aplicativo: em um menu na parte superior da tela ou em uma tela principal que mostra todas as notificações prévias, como pode ser observado na Figura 16.

Para associar um cuidador a um usuário, os passos seguintes devem ser cumpridos, conforme mostrado na Figura 17:

1. O usuário deve exibir um QRCode disponível em seu aplicativo.
2. Em seguida, é necessário confirmar a solicitação de associação.
3. Uma vez confirmada a solicitação, o cuidador ganha permissão para efetuar os ajustes necessários nas medicações do respectivo usuário.
4. É importante mencionar que um único cuidador tem a capacidade de configurar

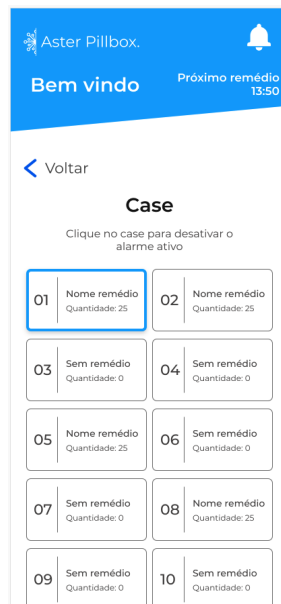
Figura 14 – Telas para adicionar alarmes de formas diferentes.



(a) Tela de adicionar por voz. (b) Tela de adicionar por chat. (c) Tela de adicionar com campos de texto.

Fonte: Próprio Autor.

Figura 15 – Tela com todos os compartimentos



Fonte: Próprio Autor.

Figura 16 – Formas de Notificações.



Fonte: Próprio Autor.

a vários usuários.

5. O cuidador pode selecionar qual usuário deseja gerenciar em termos de alarmes.

O aplicativo também possui uma tela com o relatório de todas as medicações tomadas e a situação de cada mês, permitindo uma estimativa do acompanhamento do uso regular dos medicamentos, conforme Figura 18.

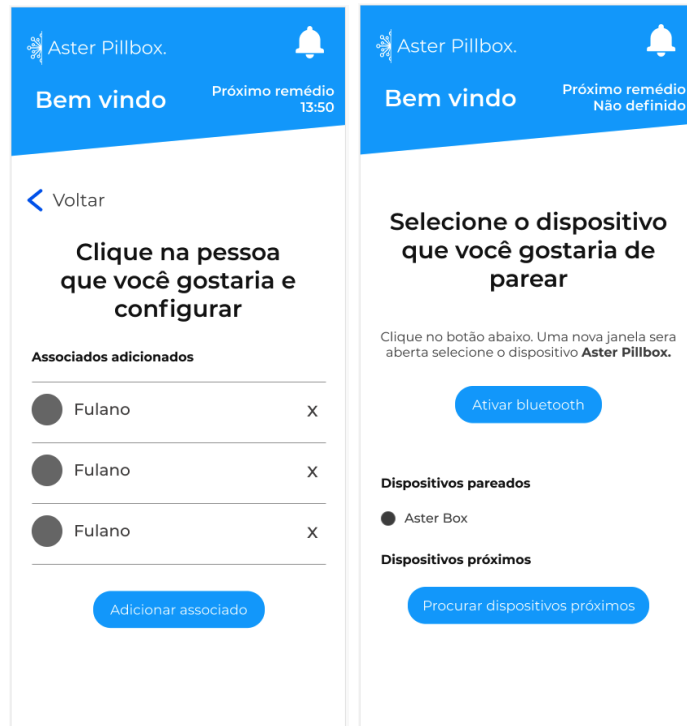
Com essas informações, conclui-se a descrição das funcionalidades do aplicativo para o *case* de medicamentos. A etapa subsequente é a montagem do *case*, que foi modelado e impresso conforme descrito anteriormente. O *case* pode ser monitorado pelo aplicativo, que envia notificações para lembrar o usuário de tomar os medicamentos e permite o acompanhamento do uso dos mesmos. A seguir, será detalhada a montagem do *case* de medicamentos.

3.2.2 Case de Medicamento

Para modelar o *case* de medicamentos, existem várias opções de programas de modelagem 3D disponíveis, incluindo Blender, Unity e Unreal. Essas ferramentas também oferecem funcionalidades de animação, simulação, renderização e criação de jogos. Contudo, neste trabalho, optou-se pela utilização do site Tinkercad, devido à facilidade que oferece na criação de novos modelos.

Com o Tinkercad, é possível desenvolver modelos complexos de forma ágil e eficiente. A interface do site é intuitiva, permitindo que até usuários com pouca experiência em modelagem 3D criem seus próprios modelos com relativa facilidade.

Figura 17 – Telas de ajuste de dependentes.

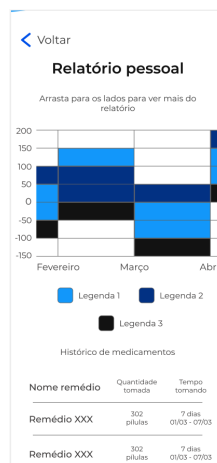


(a) Lista de dependentes.

(b) Tela principal.

Fonte: Próprio Autor.

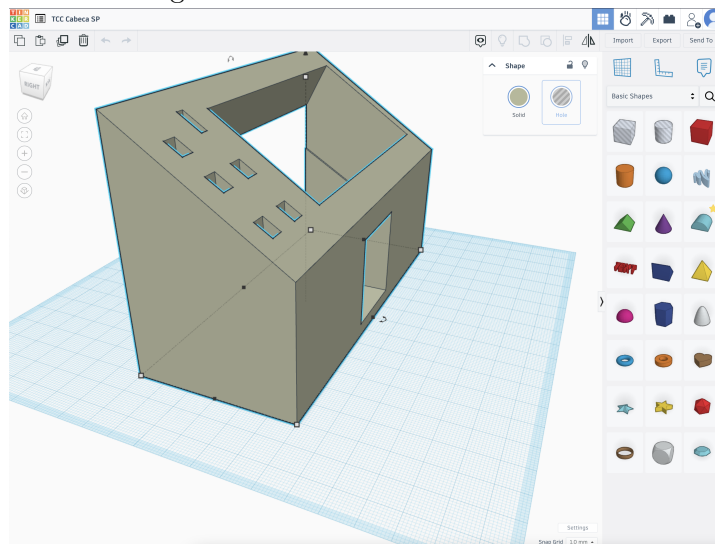
Figura 18 – Tela de Relatório



Fonte: Próprio Autor.

O Tinkercad auxilia no desenvolvimento do modelo do *case* de medicamentos, possibilitando a criação de um modelo simples e de fácil compreensão, como ilustrado na Figura 19.

Figura 19 – Interface do Tinkercad



Fonte: Próprio Autor.

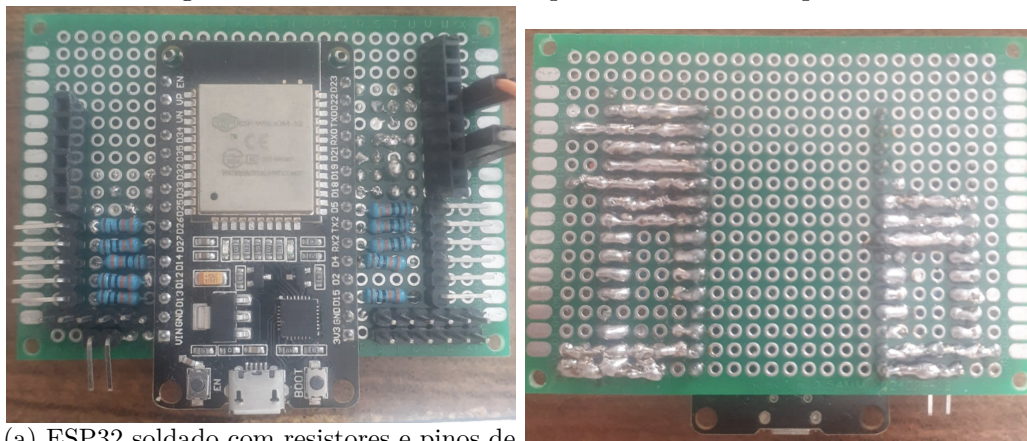
Os modelos foram impressos por meio de impressoras 3D, utilizando filamentos de Ácido Polilático (PLA), um ácido orgânico derivado de recursos renováveis, evidenciando o foco na sustentabilidade. Para iniciar a montagem do modelo do *case*, foram considerados os seguintes aspectos:

- Caracteres em braille para identificação de cada um dos compartimentos,
- LED em cada compartimento para distinguir os medicamentos a serem tomados em determinado período,
- Temporizador para marcar os alarmes configurados pelo usuário,
- Inclinação no compartimento para facilitar a retirada do(s) medicamento(s),
- Notificações via aplicativo para alertar o momento de tomar o medicamento,
- Display para apresentar horário, medicamentos e alarmes de cada compartimento,
- Melhoria no acompanhamento do uso de medicamentos.

Com base nessas considerações, foi possível construir um *case* funcional que auxilia no acompanhamento do uso de medicamentos, conforme mostrado na Figura 25. Esse modelo conta com os orifícios necessários para a adição posterior de botões, switches e display, possibilitando a configuração manual de alarmes e horários. Ademais, há uma parte destinada à instalação do ESP32, que está soldado em uma placa de circuito impresso junto aos demais componentes, conforme ilustrado na Figura 20.

O microcontrolador ESP32 foi selecionado para supervisionar e controlar o sistema de medicamentos, indicando via LEDs os medicamentos a serem tomados, devido ao seu custo mais acessível em comparação a outros microprocessadores no mercado e à

Figura 20 – ESP32 soldado na placa de circuito impresso.



(a) ESP32 soldado com resistores e pinos de conexões.

(b) Trilha da soldagem dos componentes.

Fonte: Próprio Autor.

sua alta precisão. Ele tem a capacidade de ler o clock interno registrado e enviar essas e outras informações para o Firebase ou para o aplicativo. A programação do ESP32 foi realizada através da IDE (Integrated Development Environment) Visual Studio, em conjunto com o PlatformIO, um software de código aberto desenvolvido para facilitar a criação e carregamento de códigos para a placa.

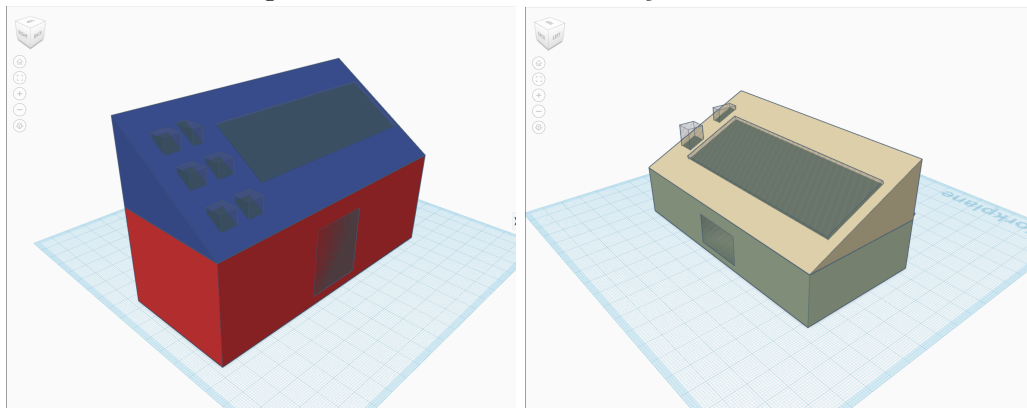
Com todas essas informações apresentadas, é possível prosseguir com o desenvolvimento da modelagem do *case* com as definições já estabelecidas. Como existem dois casos diferentes, SP e WP, foram criados modelos distintos para cada um deles. Neste processo, foi necessário separar as partes do *case*, já que a maioria das impressoras 3D não consegue realizar impressões maiores que 20x20 cm.

O trabalho começou pela parte mais importante do modelo, a cabeça do *case*, que guarda todos os componentes, o ESP32 e o display. Como mostrado na Figura 21, a imagem à esquerda refere-se ao modelo da cabeça para o *case* SP, que possui encaixes para 5 botões, 1 buzzer, 1 switch e 1 display. A quantidade de botões é devido ao fato de que o usuário pode realizar configurações por meio deles, seguindo determinados comandos, que dependem da necessidade do usuário, como alterar o horário local, adicionar, desligar ou alterar alarmes, e configurar o Wi-Fi.

Nos dois *cases*, existe um orifício logo abaixo de onde o display é posicionado. Por este orifício passarão todos os fios relacionados aos LEDs que comunicam com o ESP32. Na Figura 21, à direita, temos apenas 1 botão e 1 switch para realizar toda a configuração necessária, que seria apenas ligar ou desligar o Wi-Fi e o alarme, pois no *case* WP todas as configurações de alarmes e horários seriam realizadas no aplicativo e comunicadas via Bluetooth e Wi-Fi.

Com a *cabeça* modelada, a atenção voltou-se para a parte do *case* que guarda os medicamentos adicionados pelo usuário, definida como o *corpo* do *case*. Nesta parte, novamente, os *cases* têm suas diferenças: o *case* SP terá 10 compartimentos, enquanto o WP terá 14, como mostrado na Figura 22. Isso foi planejado porque o WP é usado duas vezes por dia e nos que levam 14 vezes na semana, enquanto o SP é para pessoas que tomam vários remédios em diferentes horários. Para distinguir cada um dos compartimentos, nas laterais haverá uma numeração em braille, proporcionando acessibilidade para pessoas com

Figura 21 – Modelos 3D da *cabeça* dos cases.



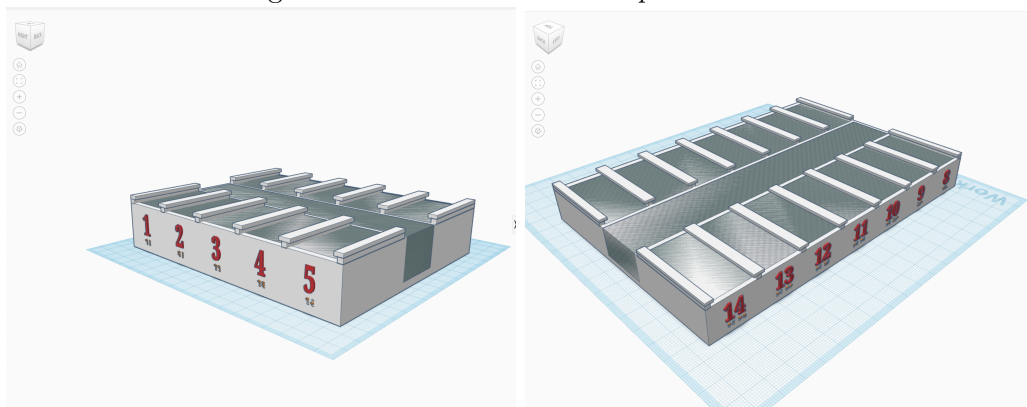
(a) Modelo da *cabeça* do case SP.

(b) Modelo da *cabeça* do case WP.

Fonte: Próprio Autor.

deficiência visual.

Figura 22 – Modelos 3D da *corpo* dos cases.



(a) Modelo da *corpo* do case SP.

(b) Modelo da *corpo* do case WP.

Fonte: Próprio Autor.

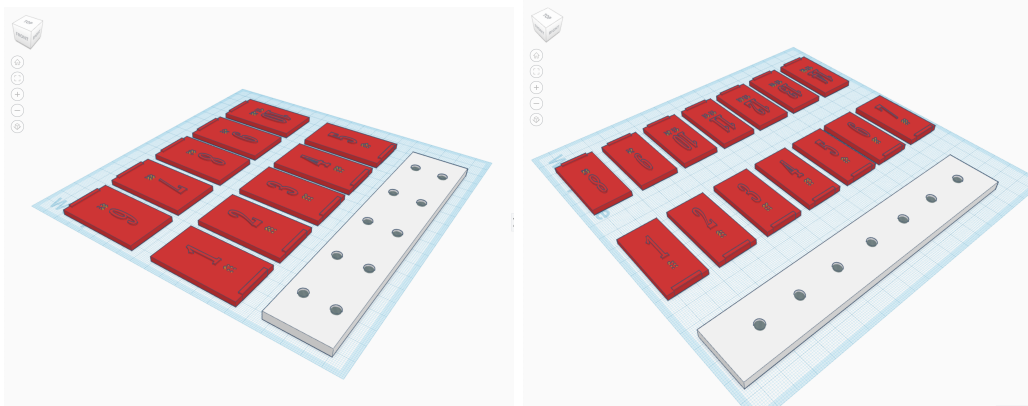
No meio do modelo do *corpo* do *case*, existe um orifício destinado à conexão com a parte da *cabeça*, permitindo a passagem de todos os fios necessários para a conexão com o LED do respectivo compartimento.

Astampas do *case* são a última parte do modelo, responsáveis por fechar cada um dos compartimentos com a numeração específica descrita em cada tampa. Além disso, existe uma parte destinada ao fechamento do meio do *corpo*, onde se localizam os LEDs de cada compartimento. Nesta parte, o *case* WP possui apenas 7 orifícios para a colocação dos LEDs, uma vez que cada um acenderá em um dia específico. No *case* SP, os LEDs são distribuídos igualmente para cada compartimento, resultando em 14 tampas para o *case* WP e 10 para o *case* SP, conforme ilustrado na Figura 23.

Com todos os modelos prontos, procedeu-se à impressão de cada parte do *case* SP e à sua montagem, para verificar e analisar a estrutura, como mostrado na Figura 24.

Depois de adicionar os componentes e fazer as interligações necessárias, o passo

Figura 23 – Modelos 3D *datampas* dos cases.



(a) Modelo *datampas* do case SP.

(b) Modelo *datampas* do case WP.

Fonte: Próprio Autor.

Figura 24 – Case de Medicamentos SP Impresso



Fonte: Próprio Autor.

subsequente envolveu a compilação e o carregamento do código no ESP32. Como se pode ver na Figura 25, o *case* SP está ativo e em funcionamento. O display já apresenta os compartimentos e os alarmes, como pré-definidos pelo programa. A próxima etapa é que em próximas versões, a transferência dos dados cadastrados no Firestore sejam recebidos pelo *case*. Para isso, é essencial habilitar o modo de configuração do Wi-Fi para inserir as credenciais da rede e da conta através do aplicativo móvel.

Figura 25 – Case de Medicamentos SP Montado



Fonte: Próprio Autor.

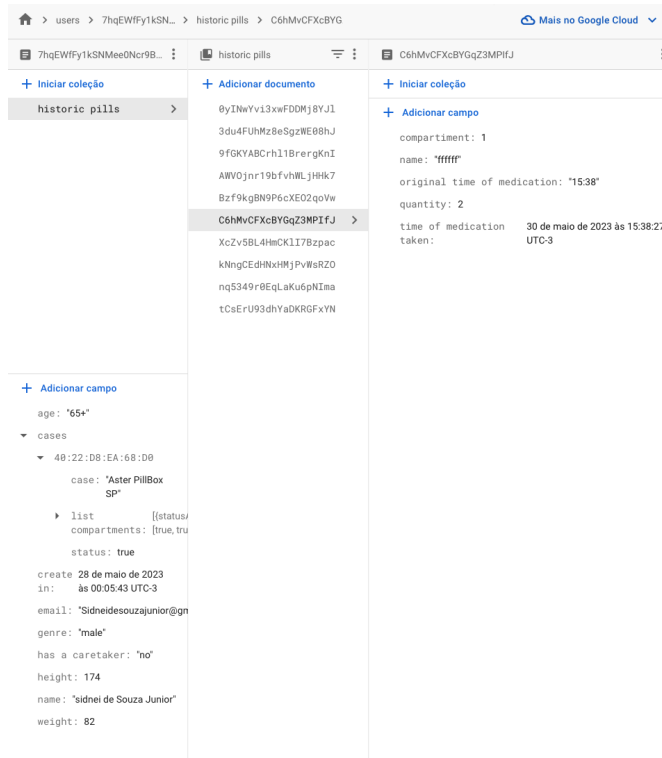
Para que isso seja possível, o switch deve estar ativado e é necessário manter pressionado o botão à esquerda por 2 segundos para que entre no modo de configuração. O aplicativo ainda possui uma função que, a cada hora, encaminha os dados armazenados no Firestore Cloud para o *case*. Se houver qualquer discrepância, os dados do Firestore têm prioridade e são salvos no *case*. Assim, os alarmes já estarão sincronizados com o horário local e os alarmes de cada compartimento, conforme ilustrado na Figura 26.

A conclusão deste projeto resultou no *case* SP, um dispositivo criado para auxiliar no controle de medicamentos. A Figura 27 representa a integração completa do sistema, com o *case* SP montado à direita e a protoboard ilustrada à esquerda.

Os componentes utilizados na montagem do *case* SP, bem como seus respectivos valores, são apresentados na Tabela 8. É importante destacar que os custos totais para a produção do *case* SP foram de R\$ 159,40. Este valor inclui diversos componentes, como o ESP32-V1, um Display LCD 20x4, um Módulo Adaptador I2C, RTC DS1307, LEDs, resistores, chaves táteis, um interruptor e filamento de PLA para a fabricação do *case*.

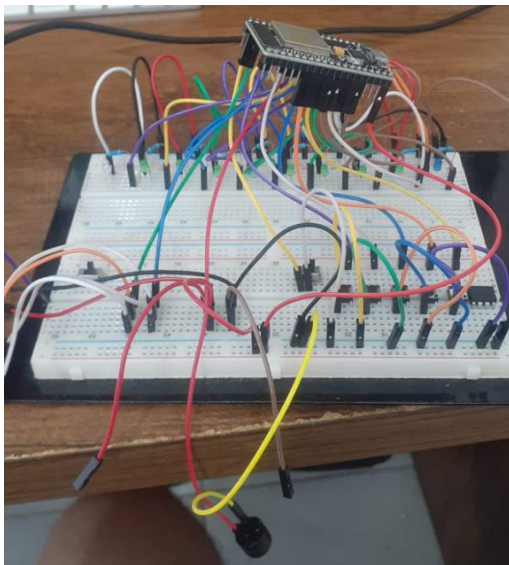
Considerando as funcionalidades oferecidas pelo *case* SP e comparando-o com outros produtos similares disponíveis no mercado, é notável que o *case* SP representa uma opção de alto valor agregado devido à sua conectividade à Internet, sistema de alarme, capacidade de fornecer relatórios, além de um número significativo de compartimentos para acomodação de medicamentos. Portanto, a construção do *case* SP representa um avanço

Figura 26 – Schema salvo no Firebase

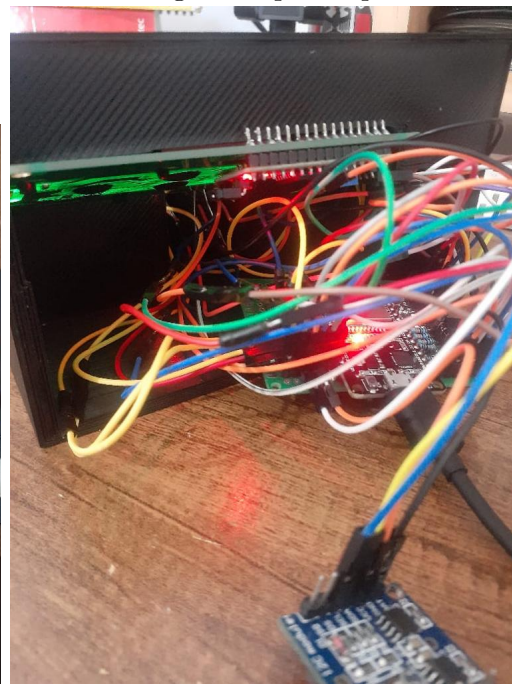


Fonte: Próprio Autor.

Figura 27 – Integração do ESP32 na montagem do protótipo



(a) ESP32 montado na protoboard.



(b) ESP32 integrado ao case.

Fonte: Próprio Autor.

importante no desenvolvimento de soluções tecnológicas voltadas para o gerenciamento eficiente de medicamentos.

Tabela 8 – Preços de cada componente apresentando no case SP

Componente	Quantidade	Preço
ESP32-V1	1	R\$ 45,90
Display LCD 20x4	1	R\$ 47,90
Módulo Adaptador I2C para o Display LCD	1	R\$ 19,90
RTC DS1307	1	R\$ 9,90
LED	10	R\$ 2,40
Resistores de 330 ohms	10	R\$ 1,30
Chave Táctil Push-Button	5	R\$ 1,90
Interruptor SS-12D00	1	R\$ 0,20
Filamento de PLA	300 gramas	R\$ 30,00
	Total	R\$ 159,40

Fonte: Próprio Autor

4 Resultados e Discussões

Os resultados obtidos foram significativos a partir do protótipo experimental desenvolvido para o monitoramento e notificações de medicamentos. Atualmente, ele exibe um design preliminar, possuindo uma versão final do layout e do aplicativo já desenvolvidos. Para sua operação, são necessários componentes como o ESP32 e um display LCD, além de LEDs para notificações visuais. A solução integra o Firestore Cloud e uma aplicação móvel compatível com dispositivos Android e iOS, validando a proposta para o problema em questão.

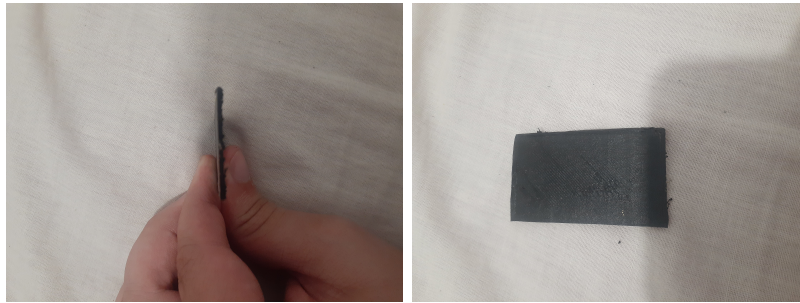
O design preliminar, embora funcional, apresenta algumas limitações que necessitam de uma investigação mais aprofundada. A compreensão dessas limitações permitirá aperfeiçoar o design e melhorar a funcionalidade do protótipo em versões futuras e também, melhorar o entendimento dos usuários ativos, tanto idosos quanto pacientes e cuidadores adultos.

O foco principal deste estudo reside no design, na definição do protótipo, e na montagem dos *cases* e do aplicativo. Devido ao amplo espectro que este tema pode abranger, algumas informações foram intencionalmente omitidas. Portanto, há oportunidade para futuras investigações apresentarem um protótipo mais detalhado, complementando com mais informações sobre o tema. Existe também a necessidade de realizar o estudo e implementação da segurança e privacidade para o uso do aplicativo.

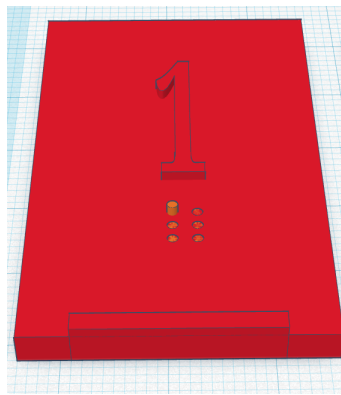
Durante a execução do projeto foi encontrado um problema no processo de impressão 3D das tampas do *case* SP. Apesar dos esforços para ajustar a impressora 3D, e realizar modificações no modelo 3D, as tampas foram impressas com uma espessura muito fina e sem a numeração com os caracteres em braille, assim não correspondendo ao modelo original, conforme ilustrado na Figura 28. Cinco tentativas foram realizadas, com a impressão sendo repetida em cada uma delas. No entanto, o resultado permaneceu o mesmo, apresentando o problema persistente de espessura inadequada. Suspeita-se que essa dificuldade possa

ter surgido durante o processo de fatiamento do modelo, que é responsável por dividir o modelo tridimensional em camadas para prepará-lo para a impressão 3D."

Figura 28 – Vista da tampa em alguns ângulos.



(a) Vista lateral da tampa com espessura inadequada. (b) Vista frontal da tampa sem numeração e o braille.



(c) Comparação entre as tampas impressas e o modelo original.

Fonte: Próprio Autor.

Embora tenha sido enfrentado um problema com a impressão 3D da tampa do *case*, é fundamental observar que, conforme demonstrado na Tabela 9, muitos dos *cases* atualmente disponíveis no mercado não proporcionam acesso à Internet nem produzem relatórios de acompanhamento. Essas limitações justificam a distinção do MedCube, que se destaca pelo amplo conjunto de funcionalidades oferecidas. Neste contexto, o símbolo '✓' é utilizado para indicar a presença de uma funcionalidade, enquanto o '-' é utilizado para indicar a sua ausência.

Tabela 9 – Comparação de Cases.

Nome	Compartimentos	Conexão com a internet	Alarme	Relatório
Aster PillBox SP	10	✓	✓	✓
Aster PillBox WP	14	✓	✓	✓
Doitool 1 peça	2	-	-	-
Doitool 1 kit	2 em cada item	-	-	-
E-Pill 4 alarm pocket	4	-	✓	-
MedaCube	16	✓	✓	✓

Fonte: Próprio Autor.

Além disso, cabe mencionar a remoção do Display LCD e consequentemente, do Módulo Adaptador I2C. Tal alteração poderia resultar em uma menor utilização de filamento, dado que a modelagem específica da cabeça do *case* seria modificada, reduzindo o custo para R\$ 81,60 por unidade, conforme a Tabela 10.

Tabela 10 – Preços do case SP sem o Display LCD

Componente	Quantidade	Preço
ESP32-V1	1	R\$ 45,90
RTC DS1307	1	R\$ 9,90
LED	10	R\$ 2,40
Resistores de 330 ohms	10	R\$ 1,30
Chave Táctil Push-Button	5	R\$ 1,90
Interruptor SS-12D00	1	R\$ 0,20
Filamento de PLA	200 gramas	R\$ 20,00
	Total	R\$ 81,60

Fonte: Próprio Autor

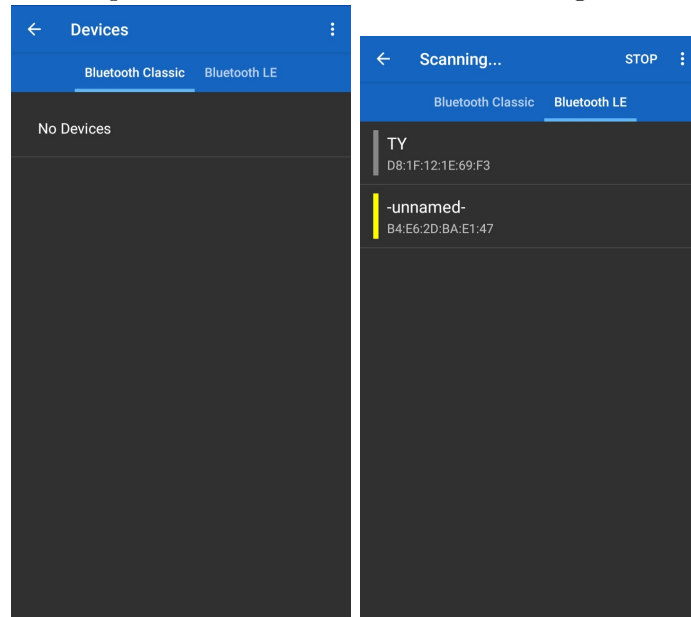
Essa alteração, contudo, implica que o aplicativo assumiria a total responsabilidade de exibir informações pertinentes, como alarmes, detalhes dos compartimentos e a quantidade de medicamento a ser administrado em cada horário. Diante dessa mudança, torna-se crucial o desempenho do aplicativo. Por isso, foi submetido a dois tipos de testes: a tentativa de comunicação via Bluetooth Serial e Bluetooth Low Energy.

Os testes realizados com o smartphone Samsung A20 indicaram instabilidade na conexão com o ESP32 via Bluetooth, independentemente dos métodos de comunicação

empregados. Esses resultados sugerem a ocorrência de problemas, como perda de dados e falhas de comunicação, mesmo com a utilização dos mesmos protocolos entre os dispositivos. Tais descobertas ressaltam a necessidade de garantir a eficiência e consistência do aplicativo, sobretudo quando consideramos a potencial ausência de um display no *case*.

No referido dispositivo, as dificuldades na conexão Bluetooth tornaram-se especialmente relevante. Essas falhas se mantinham mesmo quando se recorria ao uso de aplicativos de terceiros para estabelecer a comunicação com o ESP32, tanto via Bluetooth Serial como Bluetooth Low Energy, como pode ser observado na Figura 29.

Figura 29 – Aplicativo de terceiro fazendo scanning via Bluetooth.



(a) Buscando pelo ESP32 por Serial. (b) Buscando pelo ESP32 por BLE.

Fonte: Próprio Autor.

Embora outros *smartphones* não tenham sido empregados nos testes, foram utilizados outros três ESP32 diferentes. Com base na ficha técnica do Samsung A20, nela indica a presença de Bluetooth 5.0 com suporte a A2DP/LE.

O ESP32 é compatível com o padrão Bluetooth 4.2 BR/EDR e BLE, o que, teoricamente, deveria viabilizar a interação com o smartphone, considerando que o Bluetooth 5.0 é retrocompatível com versões anteriores. No entanto, essa inconsistência pode sugerir uma possível incompatibilidade entre as implementações de Bluetooth no smartphone e no ESP32.

Uma solução em potencial para essas inconsistências foi o ajuste do ESP32 para funcionar como um servidor HTTP, assim, recebendo requisições HTTP do aplicativo por meio de um endereço IP fixo. No entanto, essa solução tem suas limitações, pois os dispositivos precisam estar conectados à mesma rede Wi-Fi para se comunicarem entre si.

Como alternativa viável, surge o protocolo MQTT. Este protocolo, comumente usado em dispositivos e sensores de IoT, poderia facilitar a troca de mensagens entre o ESP32 e o aplicativo. No entanto, mais pesquisa é necessária para avaliar a eficácia desta alternativa no contexto do protótipo, assim como as possíveis desvantagens que essa

mudança de protocolo pode acarretar.

Outro aspecto relevante a ser mencionado é a utilização da biblioteca `speech_to_text` no desenvolvimento do aplicativo. Esta biblioteca foi adotada com o objetivo de capturar comandos de voz, permitindo que determinadas funções fossem acionadas a partir de tais comandos. Tal recurso se mostra altamente conveniente e intuitivo para o usuário, ampliando a acessibilidade e facilidade de uso do aplicativo.

Entretanto, alguns desafios emergiram em associação com esta implementação. De maneira específica, a biblioteca demonstrou certa dificuldade em interpretar corretamente comandos de voz que continham números menores que dez. Esta limitação pode se tornar um empecilho para a precisão e eficiência da interação via voz, principalmente em cenários onde a menção a números pequenos é constante, como na definição da quantidade de medicamentos a serem administrados e armazenados em cada compartimento.

A detecção desse impasse ressalta a necessidade de aperfeiçoamentos nessa área, com esforços voltados para a resolução dessa dificuldade. O objetivo é assegurar que a interação por voz com o aplicativo seja o mais fluida e precisa possível, independentemente do conteúdo expresso nos comandos vocais.

Assim, o aplicativo por sua vez, possui um arquivo APK de tamanho reduzido, aproximadamente 40 megabytes, caracterizando-se pela leveza e baixo consumo de dados de internet. Este resultado se deve ao fato de que a sincronização de dados locais com o banco de dados online ocorre apenas quando uma requisição é feita aos servidores do Firebase.

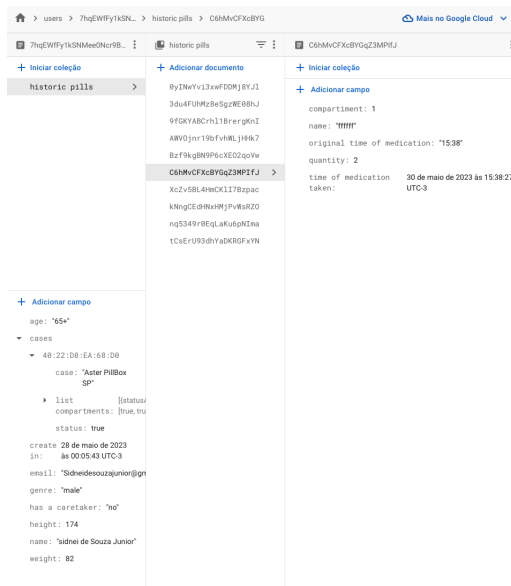
A operação remota do aplicativo é viabilizada pelo uso do banco de dados Firestore Cloud, integrante da plataforma Firebase. Tal banco de dados é projetado para escalar automaticamente de acordo com as demandas, tendo a capacidade de atender a uma ampla gama de usuários, desde poucos até milhares. Nele, são registradas informações pertinentes, como os dados referentes a cada pílula, alarmes e demais informações sincronizadas com o aplicativo. A Figura 30 exibe os compartimentos cadastrados, assim como os respectivos atributos de cada medicação, incluindo o nome da mesma e registros de data e hora referentes à administração dos comprimidos. Dessa forma, o Firestore Cloud contribui significativamente para a escalabilidade e o funcionamento eficaz do aplicativo.

O armazenamento e gerenciamento de informações de usuários, a segurança e privacidade desses dados são de grande relevância. Na aplicação, o Cloud Firestore é um banco de dados NoSQL orientado a documentos fornecido pelo Firebase. Este oferece um mecanismo robusto para configurar e aplicar regras de segurança, as quais controlam detalhadamente o acesso a documentos e coleções no banco de dados, exemplo atual do aplicativo Figura 31.

As regras de segurança do Cloud Firestore determinam quem está autorizado para acessar os dados e sob quais circunstâncias esses dados podem ser acessados. Tais regras proporcionam controle sobre as operações de leitura e gravação, bem como a versatilidade para administrar dados hierárquicos e aplicar regras a uma hierarquia de documentos de profundidade variável (FIREBASE, 2023). Atualmente, o aplicativo está definido com as regras estabelecidas no modo "teste". Isso implica que qualquer indivíduo que tenha uma conta tem a capacidade de acessar o banco de dados e realizar alterações. Essa configuração permanecerá em vigor até o dia 24 de junho de 2023. Depois dessa data, o banco de dados bloqueará qualquer tipo de acesso.

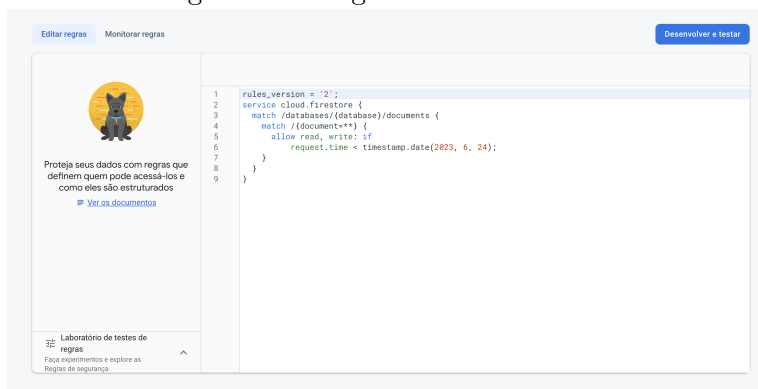
No entanto, vale ressaltar que a eficácia dessas medidas de segurança e privacidade

Figura 30 – Schema final dos dados no Firebase



Fonte: Próprio Autor.

Figura 31 – Regra em modo "teste".



Fonte: Próprio Autor.

está fortemente atrelada à sua implementação correta. Apesar das ferramentas robustas disponibilizadas pelo Firebase, é crucial que os desenvolvedores compreendam e apliquem essas regras de segurança de maneira adequada, a fim de garantir a proteção dos dados dos usuários.

Além disso, o aplicativo necessita de uma lógica bem estruturada e implementada no que atinge a interação entre associados e pacientes. Há uma necessidade de garantir que em certas alterações nos dados dos pacientes sejam realizadas apenas por profissionais autorizados que estejam diretamente envolvidos nos cuidados com o paciente. Essa verificação requer a implementação de medidas de segurança adicionais no aplicativo, para garantir sua funcionalidade ideal. Tais medidas podem incluir a autenticação de dois fatores, o recebimento de códigos por SMS, entre outras técnicas de segurança reconhecidas e aplicadas no mercado para lidar com tais situações. Estas implementações adicionais de segurança estão planejadas para serem integradas ao aplicativo em uma fase futura.

5 Conclusão e Trabalhos Futuros

Este estudo demonstrou o planejamento e a implementação inicial de um protótipo para um dispositivo de acompanhamento e notificação de medicamentos direcionado a pacientes. A solução proposta, que une um design cuidadosamente elaborado e um aplicativo de fácil utilização a uma base de dados inteligente de medicamentos, tem como objetivo melhorar a adesão dos pacientes ao plano terapêutico prescrito. Dessa forma, espera-se contribuir para o gerenciamento eficaz de medicamentos e, conseqüentemente, para a melhoria da saúde e qualidade de vida dos usuários.

O protótipo mostrou-se funcional em sua essência, ainda que em um estágio preliminar de desenvolvimento, e evidenciou potencial para se tornar um instrumento relevante, principalmente para populações como idosos e indivíduos com doenças crônicas que requerem administração regular de medicamentos. Entretanto, ficou evidente que ainda há muitas oportunidades para aprimorar o dispositivo.

É importante ressaltar que o objetivo do trabalho foi bem sucedido com a conclusão do protótipo e aplicativo. No entanto, o dispositivo necessita de mais tempo de dedicação e aperfeiçoamento conforme mencionado na seção de resultados e discussões. São necessárias melhorias e testes antes que ele possa ser considerado como prova de conceito e futura produção em larga escala. A continuidade deste trabalho e suas respectivas pesquisas são, portanto, de grande importância para o avanço nessa área de estudo.

Entre os aspectos que podem ser aperfeiçoados futuramente, destacam-se, a incorporação de recursos de inteligência artificial para prever possíveis sintomas ou reações adversas aos medicamentos, isso com uma aprovação de uma equipe de especialistas. Além disso, o dispositivo poderia ter integração com outros dispositivos de saúde, tais como sensores de frequência cardíaca, monitoramento de glicose e oxímetro, assim proporcionando um quadro mais completo da saúde do paciente.

Outro aspecto relevante refere-se à acessibilidade econômica de dispositivos dessa categoria. Para garantir a aceitação e utilização desse produto nas residências, tornando-se uma ferramenta adequada de apoio aos idosos e cuidadores, é imprescindível levar em conta o poder aquisitivo limitado de grande parte da população. Assim, o dispositivo proposto, aliado a uma estratégia de precificação consciente, poderia auxiliar na melhoria da qualidade de vida dos idosos, permitindo um monitoramento e acompanhamento mais eficaz das prescrições médicas.

Ainda destacam-se as questões técnicas para acesso a Internet através de MQTT ou outro protocolo de comunicação, considerando que o Bluetooth pode apresentar incompatibilidade entre os dispositivos e o Bluetooth do *case*. Aprimorar a precisão e as funcionalidades do dispositivo e do aplicativo através de experimentos nos quais o *case* de medicamento e o aplicativo serão distribuídos para usuários de diferentes faixas etárias. Esses experimentos permitiriam coletar informações sobre o uso do dispositivo e identificar possíveis melhorias com base na experiência dos usuários. Além disso, realizar uma análise comparativa de custo-benefício entre o protótipo desenvolvido e outros dispositivos similares disponíveis no mercado será valioso.

Referências

- BASS, L.; CLEMENTS, P.; KAZMAN, R. *Software Architecture in Practice*. [S.l.]: Addison-Wesley Professional, 2012. Citado na página [24].
- BERTRAM-RALPH, E.; AMARE, M. Factors affecting drug absorption and distribution. *Anaesthesia Intensive Care Medicine*, 2023. ISSN 1472-0299. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1472029922003113>>. Citado na página [13].
- BOCCOLINI, C. S.; CAMARGO, A. d. S. Morbimortalidade por doenças crônicas no Brasil: situação atual e futura. *Rio de Janeiro: Fundação Oswaldo Cruz*, 2016. Citado na página [7].
- BRASIL, M. da Economia do. *Salário Mínimo*. 2023. <<https://www.gov.br/economia/pt-br/assuntos/salario-minimo>>. Accessed: 2023-03-03. Citado na página [11].
- Conselho Federal de Farmácia (CFF). **Automedicação é um hábito comum a 77% dos brasileiros**. 2019. Disponível em: <<https://www.cff.org.br/noticia.php?id=5267>>. Acesso em: 1 jun. 2023. Citado na página [8].
- DOITool Recipiente de comprimidos domésticos, porta-comprimidos. 2023. <<https://www.amazon.com.br/dp/B08T7G43Y3>>. Acessado em: 7 de março, 2023. Citado na página [10].
- E-Pill. *E-Pill 4 Alarm Pocket Pill Box*. 2023. Acesso em 3 de março de 2023. Disponível em: <<https://www.epill.com/4alarmpocket.html>>. Citado na página [11].
- FERNANDEZ, F.; PALLIS, G. C. Opportunities and challenges of the internet of things for healthcare: Systems engineering perspective. In: *2014 4th International Conference on Wireless Mobile Communication and Healthcare - Transforming Healthcare Through Innovations in Mobile and Wireless Technologies (MOBIHEALTH)*. [S.l.: s.n.], 2014. p. 263–266. Citado na página [8].
- FIREBASE. *Estrutura de regras do Cloud Firestore*. 2023. Acessado em: 1 de Junho, 2023. Disponível em: <<https://firebase.google.com/docs/firestore/security/rules-structure?hl=pt&authuser=0>>. Citado na página [45].
- Instituto para Práticas Seguras no Uso dos Medicamentos. **Desprescrição – reduzindo a polifarmácia e prevenindo erros de medicação**. 2018. Citado na página [8].
- IQVIA. **Brasil lidera o consumo de medicamentos na América Latina**. 2021. Citado na página [8].
- LEITE, G. S.; ALBUQUERQUE. Applications of technological solutions in primary ways of preventing transmission of respiratory infectious diseases—a systematic literature review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, v. 18, n. 20, 2021. ISSN 1660-4601. Disponível em: <<https://www.mdpi.com/1660-4601/18/20/10765>>. Citado na página [12].
- MEDACUBE. 2023. <<https://www.medacube.com/products/medacube>>. Acesso em 3 de março de 2023. Citado na página [11].

MEHR, M. Y.; DRIEL, W. van; ZHANG, K. Degradation of bisphenol-a-polycarbonate (bpa-pc) optical lenses under simulated harsh environment conditions. In: *2019 20th International Conference on Thermal, Mechanical and Multi-Physics Simulation and Experiments in Microelectronics and Microsystems (EuroSimE)*. [S.l.: s.n.], 2019. p. 1–4. Citado na página [10].

MINISTÉRIO DA SAÚDE. *Uso de medicamentos – orientações*. 2009. Disponível em: <<https://bvsmms.saude.gov.br/uso-de-medicamentos-orientacoes/>>. Acesso em: 10 jul. 2022. Citado na página [12].

NEVES, MÔNICA. *O jeito certo de tomar medicamentos*. 2022. Disponível em: <https://www.hnsg.org.br/para-tudo-tem-remedio/?doing_wp_cron=1655941052.0004539489746093750000#:~:text=O%20segredo%20do%20rem%C3%A9dio%20%C3%A9,perfeitamente%20com%20sua%20f%C3%B3rmula%20qu%C3%ADmica.> Acesso em: 10 jul. 2022. Citado na página [12].

Organização Mundial da Saúde. *Envelhecimento populacional e mudanças sociais*. 2015. Informações obtidas de fontes diversas. Citado na página [7].

QUDAH, I.; LEIJDEKKERS, P.; GAY, V. Using mobile phones to improve medication compliance and awareness for cardiac patients. In: ACM. *Proceedings of the 3rd International Conference on Pervasive Technologies Related to Assistive Environments*. [S.l.], 2010. p. 36. Citado na página [9].

RODRÍGUEZ-DUEÑAS, W. R.; AGUIA-ROJAS, K.; VALENCIA-DAZA, V. Design and development of a mobile app to support the care of the elderly. In: *2021 IEEE 2nd International Congress of Biomedical Engineering and Bioengineering (CI-IBBI)*. [S.l.: s.n.], 2021. p. 1–4. Citado na página [13].

SANCHES, C.; GUEDES, G. L.; SILVA, V. A. Organização de medicações: o uso de materiais e técnicas. *Revista de Iniciação Científica e Tecnológica em Engenharia*, v. 4, n. 1, p. 10–17, 2018. Citado na página [10].

SHAHROKHI, A. et al. Medication adherence in elderly patients with chronic diseases: a systematic review. *Patient preference and adherence*, Dove Medical Press, v. 12, p. 2265, 2018. Citado na página [7].

SILVA, S. V. L. A interação do álcool com medicamentos e seus efeitos no organismo. 2017. Citado na página [12].

TAVARES, J. et al. Impact of mobile health apps on medication adherence among elderly patients with chronic diseases: a systematic review and meta-analysis. *Aging clinical and experimental research*, Springer, p. 1–16, 2021. Citado na página [8].

TEAM, F. D. *Flutter documentation*. Flutter, 2023. Disponível em: <<https://flutter.dev/docs>>. Citado na página [24].

VEAZIE, P. J. An individual-based framework for a study on medical error. *International Journal for Quality in Health Care*, Oxford University Press, v. 18, n. 4, p. 277–283, 5 2006. Citado na página [13].

Apêndice

A Tabela de acrônimos

Acrônimo	Significado
CFF	<i>Conselho Federal de Farmácia</i>
OMS	<i>Organização Mundial de Saúde</i>
DCNT	<i>Doencas Crônicas Não Transmissíveis</i>
SBEM-SP	<i>Sociedade Brasileira de Endocrinologia e Metabologia do Estado de São Paulo</i>
IoT	<i>Internet das Coisas</i>
LBI	<i>Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência</i>
JSON	<i>JavaScript Object Notation</i>
UI	<i>Interface de usuário</i>
UX	<i>Experiência do usuário</i>
IEEE	<i>Instituto de Engenheiros Eletricistas e Eletrônico</i>
PLA	<i>Ácido Polilático</i>
ABS	<i>Acrilonitrila Butadieno Estireno</i>
SP	<i>Single Pill</i>
WP	<i>Week Pill</i>
RF	<i>Requisitos Funcionais</i>
RNF	<i>Requisitos Não Funcionais</i>