UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
Faculdade de Ciências
Bacharelado em Sistemas de Informação

LUIZA CATANEO DA SILVA
WANIA GABRIELLE TORQUATO GARCIA

SENIORCARE: SISTEMA PARA ASSISTÊNCIA AO IDOSO

Bauru - SP
2023

LUIZA CATANEO DA SILVA
WANIA GABRIELLE TORQUATO GARCIA

SENIORCARE: SISTEMA PARA ASSISTÊNCIA AO IDOSO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Faculdade de Ciências do Campus Bauru, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, como parte dos requisitos para obtenção do título de Bacharelado em Sistemas de Informação.

Orientador: Prof. Higor Amario de Souza

Bauru - SP
2023

S586s

Silva, Luiza Cataneo da
SeniorCare : sistema para assistência ao idoso / Luiza Cataneo da Silva, Wania Gabrielle Torquato Garcia -- Bauru, 2023
66 p. : il., fotos

Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado - Sistemas de Informação) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências, Bauru
Orientador: Higor Amario de Souza

1. Sistemas de Informação. 2. IoT. 3. Assistência. 4. Detecção de queda. 5. Idoso. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca da Faculdade de Ciências, Bauru. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

LUIZA CATANEO DA SILVA
WANIA GABRIELLE TORQUATO GARCIA

SENIORCARE: SISTEMA PARA ASSISTÊNCIA AO IDOSO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Faculdade de Ciências do Campus Bauru, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, como parte dos requisitos para obtenção do título de Bacharelado em Sistemas de Informação.

Bauru, 1 de dezembro de 2023

BANCA EXAMINADORA

_____
Prof. Higor Amario de Souza

_____
Prof. José Remo Ferreira Brega

_____
Prof. Julio Cesar Melo

RESUMO

A ocorrência de quedas entre indivíduos na terceira idade é um problema frequente, associado à diminuição da massa muscular e dificuldades de equilíbrio decorrentes do envelhecimento. A adoção de medidas preventivas e a intervenção imediata por parte dos cuidadores são de extrema importância para mitigar as complicações ocasionadas pelas quedas. Reconhecendo a complexidade desses desafios, este estudo apresenta o desenvolvimento e implementação do projeto "SeniorCare", um sistema baseado em Internet das Coisas (IoT) voltado para a assistência e cuidado de pessoas idosas. O sistema integra o microcontrolador ESP32 com o sensor de movimento PIR e o acelerômetro MPU-6050 para detectar e alertar sobre quedas. Utilizando o protocolo MQTT para comunicação, o sistema transmite dados em tempo real para um aplicativo centralizado, proporcionando aos cuidadores de idosos informações sobre a condição do indivíduo assistido. O foco do projeto não se limita ao monitoramento, mas prioriza a assistência ativa, incorporando uma caixa organizadora de medicamentos que emite alertas no momento apropriado para garantir que os idosos recebam suas doses corretas de medicação. A integração dessas funcionalidades cria um ambiente de cuidado abrangente, promovendo a independência e qualidade de vida dos idosos. Este estudo explora as tecnologias empregadas, a metodologia de desenvolvimento e os benefícios potenciais para a saúde e bem-estar dos idosos. Ao abraçar o potencial da tecnologia assistiva, o projeto "SeniorCare" visa oferecer uma contribuição para atender à crescente necessidade de soluções na área de cuidados à população idosa.

Palavras-Chave: Aplicativo; Administração de medicamentos; Assistência ao Idoso; Bem-estar; Cuidador de idoso; Detecção de queda; Internet das Coisas (IoT); Saúde; Tecnologia assistiva.

ABSTRACT

The occurrence of falls among individuals in the elderly population is a common issue, associated with the decrease in muscle mass and difficulties to balance as a result of aging. The adoption of preventive measures and immediate intervention by caregivers are crucial to mitigate complications that arise from falls. Recognizing the complexity of these challenges, this study presents the development and implementation of the "SeniorCare" project, an Internet of Things (IoT)-based system focused on the assistance and care of the elderly. The system integrates the ESP32 microcontroller with the PIR motion sensor and MPU-6050 accelerometer to detect and alert anything regarding falls. Using the MQTT protocol for communication, the system transmits real-time data to a centralized application, providing caregivers with information about the condition of the elderly assisted. The focus of this project is not limited to monitoring, but also to prioritize active assistance, incorporating a medication organizer that issues alerts at the appropriate time to ensure that the elderly receive their correct dose of medication. The integration of these features creates a comprehensive care environment, promoting independence and quality of life for the elderly. This study explores the utilized technologies, development methodology, and potential benefits for the health and well-being of the elderly. Embracing the potential of assistive technology, the "SeniorCare" project aims to contribute by fulfilling the growing need for solutions in the field of elderly care.

Keywords: Application; Medication Management; Elderly Assistance; Well-being; Elderly Caregiver; Fall Detection; Internet of Things (IoT); Health; Assistive Technology.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURAS

Figura 1 - Pirâmide Etária - Japão - 2022.....17
Figura 2 - Pirâmide Etária Absoluta - Brasil - Projeção 2060..... 17
Figura 3 - Pirâmide Etária Absoluta - Brasil - Censo 1991..... 18
Figura 4 - Aplicativo de detecção de queda..... 21
Figura 5 - Configuração da função de detecção de queda.....22
Figura 6 - Detecção de queda no Apple Watch..... 23
Figura 7 - Caixa de remédios EllieGrid..... 24
Figura 8 - App para a caixa de remédios.....24
Figura 9 - Dispenser de remédios Med-E-Lert..... 25
Figura 10 - Dispenser e acessórios..... 26
Figura 11 - Anéis de dosagem..... 26
Figura 12 - Smart Caregiver Motion Sensor and Pager..... 27
Figura 13 - Funcionamento dos dispositivos..... 27
Figura 14 - Funcionamento protocolo MQTT.....34
Figura 15 - Diagrama de componentes do projeto..... 37
Figura 16 - Circuito do dispositivo detector de risco de queda.....39
Figura 17 - Diagrama de componentes da “Prevenção de queda”.....40
Figura 18 - Circuito do dispositivo identificador de queda..... 42
Figura 19 - Diagrama de componentes do “Alerta de queda”..... 43
Figura 20 - Caixa gerenciadora de remédios..... 45
Figura 21 - Circuito da caixa gerenciadora de remédios..... 45
Figura 22 - Diagrama de componentes da “Administração de remédios”..... 46
Figura 23 - Protótipos das telas de detecção e alerta de queda..... 48
Figura 24 - Protótipos das telas de administração de medicamentos..... 49
Figura 25 - Blocos lógicos no App Inventor..... 50
Figura 26 - Simulador de queda..... 52
Figura 27 - Telas de início e menu.....54

Figura 28 - Telas das funções de queda.....55
Figura 29 - Tela de queda detectada.....56
Figura 30 - Tela do gerenciador de remédios.....57
Figura 31 - Telas de adição de medicamento.....58
Figura 32 - Fios do compartimento.....59
Figura 33 - Caixa externa de MDF.....59

QUADROS

Quadro 1 - Comparação das soluções pesquisadas.....29
Quadro 2 - Orçamento.....61

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

App - Aplicativo

FGV - Fundação Getúlio Vargas

I2C - *Inter-Integrated Circuit*

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IDE - *Integrated Development Environment*

INTO - Instituto Nacional de Traumatologia e Ortopedia

IoT - *Internet of Things*

MDF - *Medium Density Fiberboard*

MQTT - *Message Queuing Telemetry Transport*

OMS - Organização Mundial da Saúde

PIR - *Passive Infrared*

QoS - *Quality of Service*

SCL - *Serial Clock*

SDA - *Serial Data*

SMS - *Short Message Service*

UI - *User Interface*

UML - *Unified Modeling Language*

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO..... 11

2. OBJETIVOS..... 14

2.1. Objetivo Geral..... 14

2.2. Objetivos Específicos..... 14

3. JUSTIFICATIVA..... 15

4. REVISÃO DA LITERATURA..... 16

4.1. Envelhecimento populacional..... 16

4.2. Impacto do envelhecimento na qualidade de vida..... 19

4.3. Tecnologias e soluções..... 20

4.3.1. Aplicativo de detecção de queda..... 20

4.3.2. Detecção de queda pelo Apple Watch..... 22

4.3.3. Organizador de pílulas EllieGrid..... 23

4.3.4. Med-E-Lert..... 25

4.3.5. Smart Caregiver Motion Sensor and Pager..... 27

4.4. Comparando soluções encontradas..... 28

5. MÉTODOS E PROCEDIMENTOS..... 30

6. CONCEITUALIZAÇÃO DAS TECNOLOGIAS UTILIZADAS..... 32

6.1. Assistente Alexa..... 32

6.2. ESP32..... 32

6.3. Módulo PIR (Sensor Infravermelho Passivo)..... 32

6.4. Módulo MPU-6050..... 32

6.5. Módulo Carregador de Bateria 18650..... 33

6.6. Comunicação I2C..... 33

6.7. Protocolo MQTT..... 33

6.8. HiveMQ..... 34

6.9. Adafruit IO..... 35

6.10. IDE Arduino..... 35

6.11. App Inventor..... 35

6.12. Android SDK..... 36

6.13. Android Studio..... 36

6.14. Flutter..... 36

7. DESENVOLVIMENTO DO PROJETO..... 37

7.1. Prevenção de queda..... 38

7.1.1. Caso de Uso Resumido..... 40
7.1.2. Requisitos Funcionais..... 40
7.1.3. Requisitos Não Funcionais..... 41
7.2. Alerta de queda..... 41
7.2.1. Caso de Uso Resumido..... 43
7.2.2. Requisitos Funcionais..... 43
7.2.3. Requisitos Não Funcionais..... 44
7.3. Administração de remédios..... 44
7.3.1. Caso de Uso Resumido..... 46
7.3.2. Requisitos Funcionais..... 47
7.3.3. Requisitos Não Funcionais..... 47
7.4. Aplicativo..... 47
7.4.1. Protótipo do aplicativo..... 48
7.4.2. App Inventor..... 50
8. PROCEDIMENTOS DE VALIDAÇÃO DO PROJETO..... 52
8.1. Teste de funcionalidade..... 52
8.2. Teste de sincronização..... 53
8.3. Teste de compatibilidade..... 53
8.4. Teste de interface/usabilidade..... 53
9. RESULTADOS OBTIDOS..... 54
9.1. Aplicativo..... 54
9.2. Dispositivos Assistentes..... 58
9.3. Orçamento..... 60
10. CONSIDERAÇÕES FINAIS..... 62
REFERÊNCIAS..... 63

1. INTRODUÇÃO

Devido aos avanços da medicina moderna, a expectativa de vida das pessoas vem aumentando consideravelmente. Segundo o Departamento de Assuntos Econômicos e Sociais das Nações Unidas (2022), a expectativa de vida global atingiu 72,8 anos em 2019. Apesar da crise humanitária e sanitária mundial decorrente do coronavírus, observou-se uma retomada no crescimento da expectativa de vida em algumas regiões, especialmente onde medidas eficazes foram implementadas para reduzir os riscos de mortalidade durante a pandemia. Prevê-se que, em 2050, a longevidade média mundial será de 77,2 anos (DEPARTAMENTO DE ASSUNTOS ECONÔMICOS E SOCIAIS DAS NAÇÕES UNIDAS, 2022), resultado da redução das taxas de natalidade e mortalidade. Com base nessas informações, é evidente que a população demográfica mundial está, de fato, caminhando para se tornar majoritariamente idosa.

Segundo o Plano de Cuidado para Idosos desenvolvido pela Agência Nacional de Saúde Suplementar (BRASIL, s.d.), entende-se que, com o mundo cada vez mais “idoso”, seja fundamental voltar as atenções às necessidades desta classe, identificar suas adversidades e assim solucioná-las. Entre as principais dificuldades que se manifestam no cotidiano da terceira idade, destacam-se: o declínio da capacidade cognitiva (FICHMAN et al., 2005); a redução da capacidade motora, refletida na dificuldade de locomoção e maior propensão a quedas (PERRACINI, s.d.); e surgimento de doenças crônicas, as quais demandam tratamento e administração constante de medicamentos, conforme abordado no referido documento.

É importante destacar que a população não envelhece de forma homogênea, conforme apontado pela Secretaria de Atenção à Saúde (2018). Algumas pessoas permanecem capazes de realizar atividades rotineiras, enquanto outras precisam de apoio e adaptações para a realização de suas atividades. A diversidade nos processos de envelhecimento, como detalhado nas “Orientações Técnicas para a Implementação de Linha de Cuidado para Atenção Integral à Saúde da Pessoa Idosa no Sistema Único de Saúde” (BRASIL, 2018), pode ser refletida em três perfis com diferentes níveis de funcionalidade: Pessoas idosas independentes e autônomas para realizar as atividades da vida diária (1); pessoas idosas com

necessidade de adaptação ou supervisão de terceiros para realizar as atividades da vida diária (2); e pessoas idosas dependentes de terceiros para realizar as atividades da vida diária (3).

A presença de múltiplos problemas de saúde e a idade avançada podem ou não implicar na dependência para a realização das suas atividades, porém, as condições apresentadas pelas pessoas idosas podem mudar rapidamente, alguém que realize suas atividades diárias de forma independente pode ter a sua situação alterada a partir de eventos como quedas, infecções, surgimento de doenças, entre outros (PERRACINI, s.d.). Para os idosos que são dependentes, a gravidade desses eventos é ainda maior (BRASIL, 2018). Torna-se então notável a importância do cuidado integral com a população idosa a fim de manter seu bem-estar, evitando o declínio de perdas funcionais.

Segundo o Instituto Nacional de Traumatologia e Ortopedia (2015), a queda é um evento bastante comum entre os idosos: dentre os que possuem 80 anos ou mais, 40% sofrem quedas no decorrer do ano. A frequência de queda é maior para aqueles que moram em asilos e casas de repouso, cerca de 50%, visto que é comum que pessoas desse grupo possuam algum grau de debilidade. A prevenção de quedas é uma tarefa importante para evitar os danos físicos e psicológicos que podem ser causados, mas de difícil implementação devido à variedade de fatores que predispõem às quedas.

As últimas décadas apresentaram importantes avanços na qualidade de vida dos idosos. É pertinente que a tecnologia venha a abranger cada vez mais as necessidades do grupo, a partir da utilização de recursos tecnológicos, proporcionar ao idoso um ambiente seguro para exercer suas atividades.

Dito isso, o presente trabalho tem como meta entender tanto as dificuldades presenciadas pelos idosos, quanto observar as tecnologias existentes no mercado, analisá-las e utilizá-las como base para o desenvolvimento de soluções tecnológicas para amenizar os inconvenientes no cotidiano do envelhecimento e oferecer suporte à vida idosa. Considerando as principais dificuldades observadas, propôs-se a implementação de um aplicativo que, juntamente com tecnologias IoT (*Internet of Things*), oferecesse assistência ao idoso.

A seguinte seção apresenta os objetivos, delimitando as metas e propósitos do presente trabalho. Procedendo essa apresentação, a justificativa oferece a fundamentação para a relevância desta pesquisa. A revisão da literatura, por sua vez, proporciona uma visão abrangente sobre o envelhecimento populacional, seus impactos na qualidade de vida, seguidos do levantamento e análise das tecnologias existentes no mercado. O capítulo da metodologia detalha os procedimentos adotados, justificando as escolhas metodológicas e delineando o rumo do projeto. Os detalhes técnicos quanto ao desenvolvimento do projeto, bem como os resultados obtidos serão apresentados e discutidos nas seções subsequentes, à luz do referencial teórico. Por fim, as considerações finais sintetizam os principais resultados, apontando contribuições e sugerindo desdobramentos para futuras pesquisas.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo Geral

Propor e Implementar um sistema de tecnologias assistivas centralizadas por um aplicativo móvel, cujo público alvo são cuidadores e responsáveis por idosos, que agregadas, proporcionem mais autonomia, segurança e o bem-estar da população idosa.

2.2. Objetivos Específicos

Identificar e analisar os problemas vivenciados pela população idosa, bem como as complexidades enfrentadas pelos cuidadores de idosos ao lidar com tais questões;

Formular estratégias para o uso da tecnologia que auxilie o prestador de cuidados em suas responsabilidades e que, além de tudo, não interfira na privacidade, autonomia e que proporcione o bem-estar dos idosos;

Implementar e integrar software e hardwares dedicados aos cuidadores de idosos comparativamente acessíveis em relação às soluções já existentes no mercado;

Utilizar tecnologias IoT, promissoras no ramo da automação residencial, conjuntamente com uma aplicação móvel que ofereça acesso à informação em qualquer lugar.

3. JUSTIFICATIVA

Atualmente muito se discute sobre medidas a serem tomadas para proporcionar às gerações futuras um mundo melhor. Entretanto, não menos importante, nós enquanto coletivo devemos nos ater em buscar meios de melhorar o mundo tão adverso para os idosos, cujo ritmo imediatista e o etarismo representam grandes agravantes para a qualidade de vida deste grupo. Isso, mais a tendência do envelhecimento populacional, culminam na relevante preocupação em relação a adequação do cotidiano para as pessoas de idade mais avançada.

Apesar de existirem algumas soluções, o mercado ainda se encontra deficitário de opções mais completas que abrangem as principais necessidades do grupo. Além disso, a maior parte dos produtos são restritos a uma pequena parcela da população, não obstante, os de maior poder aquisitivo, uma vez que são comercializados por preços os quais se tornam inviáveis para a realidade financeira de grande parte dos pertencentes ao grupo de interesse.

Levando como motivação essa lacuna no mercado, espera-se que o presente trabalho viabilize o desenvolvimento de tecnologias que satisfaçam tais necessidades com um custo acessível e se atendo aos limites adequados para o apoio sadio ao idoso. Dessa maneira, almeja-se que o desenvolvimento deste sistema de baixo custo possa agregar às áreas de eletrônica e desenvolvimento móvel para prestação de assistência ao idoso.

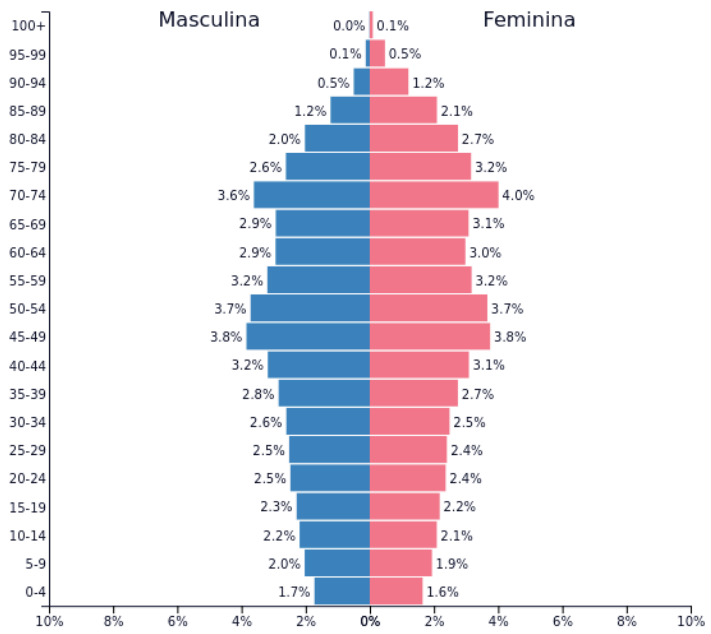
4. REVISÃO DA LITERATURA

4.1. Envelhecimento populacional

O envelhecimento populacional é um fenômeno caracterizado pelo aumento da população idosa em relação à população total, explicado pelo declínio da mortalidade e pelo acréscimo da expectativa de vida, resultados dos avanços científicos na área da saúde, além de uma queda sustentada na taxa de fecundidade, como afirma o estudo das perspectivas da população mundial realizado pelo Departamento de Assuntos Econômicos e Sociais das Nações Unidas (2022). Ainda segundo as Nações Unidas (2019), o Japão é o país com a maior taxa de dependência de idosos do mundo, estima-se que 81 a cada 100 pessoas são idosos e em 2050 permanecerá ocupando o primeiro lugar do ranking mundial. O mesmo estudo indica que até 2050 uma em cada quatro pessoas na Europa e na América do Norte poderá ter 65 anos ou mais e a longevidade média mundial atingirá os 77,2 anos, semelhante a expectativa de vida para indivíduos que nasceram em 2019 no Brasil (IBGE, 2019).

Uma pirâmide etária é uma representação gráfica que ilustra a distribuição de uma determinada população com base na idade e sexo. Esse recurso é comumente utilizado para demonstrar o fenômeno do envelhecimento, destacando que as pirâmides constritivas, caracterizadas por bases estreitas e alargamento do topo, indicam uma população mais envelhecida. Veja a Figura 1. Essa configuração reflete uma proporção maior de pessoas idosas em relação aos jovens, revelando noções da natalidade, mortalidade e expectativa de vida no Japão.

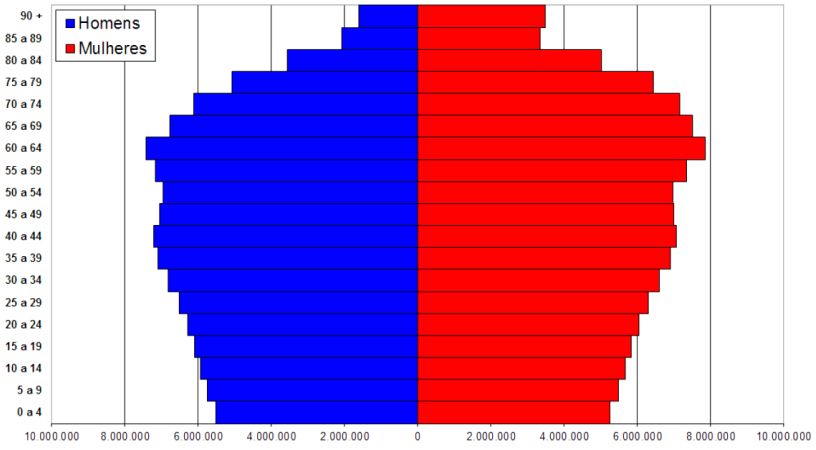
Figura 1 - Pirâmide Etária - Japão - 2022



Fonte: populationpyramid.net

Não diferentemente, o Brasil segue a tendência mundial de envelhecimento. Segundo IBGE (2018), em 2022 o total de pessoas com 65 anos ou mais de idade no país chegou a 10,9% da população, alta de 57,4% em relação ao Censo anterior. Ainda, de acordo com projeção elaborada pelo instituto, em 2060, mais de um quarto da população (25,5%) deverá ter mais de 65 anos, o que caracteriza o início da inversão da pirâmide etária do Brasil, conforme mostra a Figura 2.

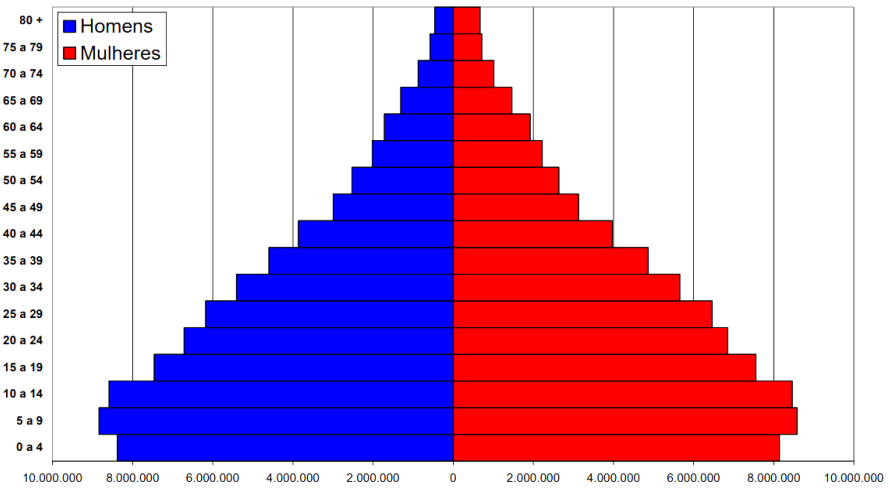
Figura 2 - Pirâmide Etária Absoluta - Brasil - Projeção 2060



Fonte: IBGE, 2018

A título de comparação, a Figura 3 mostra a pirâmide etária resultante do censo realizado em 1991. Observa-se a ênfase na mudança da distribuição demográfica de pessoas idosas, a qual na década de 90 assumia um número menor que 2.000.000 para homens ou mulheres, enquanto estende-se para aproximadamente 8.000.000 em previsão para 2060.

Figura 3 - Pirâmide Etária Absoluta - Brasil - Censo 1991



Fonte: IBGE, 2018

No Brasil, uma pessoa é, sob aspecto legal, considerada idosa ao atingir idade igual ou superior a 60 anos, segundo o Estatuto da Pessoa Idosa (BRASIL, 2003). Contudo, é indispensável ressaltar que o processo de se tornar idoso não é o mesmo para todos. Segundo a Dra. Margaret Chan (2015, p. 6), Diretora-Geral da Organização Mundial da Saúde - OMS -, “Não há mais pessoa tipicamente velha”. Isso significa que o envelhecimento é heterogêneo, isto é, cada indivíduo apresenta resultados diferentes decorrentes da idade cronológica, o que faz da classe idosa imensamente diversa, continua Dra. Chan.

> “Alguns adultos maiores de 80 anos apresentam níveis de capacidade física e mental comparáveis aos níveis de muitos jovens de 20 anos. [...] Porém, muitas pessoas experimentarão declínios significativos de capacidade em idades muito mais jovens. Por exemplo, algumas pessoas de 60 anos podem precisar de ajuda de outras pessoas para realizar até as tarefas mais simples.”

Nesse contexto, a diversidade da população idosa torna-se evidente, reforçando a necessidade de medidas e abordagens que considerem a individualidade e as distintas realidades de cada idoso.

4.2. Impacto do envelhecimento na qualidade de vida

O envelhecimento da população brasileira, conforme descrito nas orientações técnicas do Ministério da Saúde (2018), tem implicações significativas na qualidade de vida. O aumento na longevidade não necessariamente se traduz em um envelhecimento saudável (BRASIL, 2018).

No contexto brasileiro, 30,1% dos indivíduos com 60 anos ou mais apresentam dificuldade em realizar atividades instrumentais da vida diária (LIMA-COSTA, 2017). As atividades da vida diária (AVD) são tarefas cotidianas realizadas no ambiente em que a pessoa vive, tanto nos domicílios quanto fora deles, incluindo também responsabilidades relacionadas ao cuidado do próprio corpo.

A perda de capacidade para realizar atividades fundamentais para a vida diária sugere um processo de declínio funcional, o qual segue uma hierarquia, inicialmente manifestando-se nas atividades mais complexas e, posteriormente, nas mais básicas (BRASIL, 2018). Segundo a Pesquisa Nacional de Saúde (IBGE, 2013), 6,8% das pessoas idosas apresentavam limitação funcional nas Atividades Básicas da Vida Diária (ABVD), como comer, tomar banho, ir ao banheiro, vestir-se, andar em casa de um cômodo ao outro, deitar-se. Adicionalmente, 17,3% dos idosos tinham limitação funcional nas Atividades Instrumentais da Vida Diária (AIVD), tais como fazer compras, cuidar do próprio dinheiro, tomar medicamentos e utilizar transporte (ônibus, metrô, táxi ou carro).

Entre a condição de autonomia e independência preservadas e a condição de total dependência para a realização das AVD, existe um espectro variado de condições de saúde e de capacidades funcionais (BRASIL, 2018). Mesmo uma pessoa idosa que mantém sua independência, pode tê-la comprometida de forma significativa devido a eventos como quedas, infecções, desenvolvimento de doenças crônicas, entre outros (BRASIL, 2018). A velocidade e intensidade das perdas na capacidade funcional estão condicionadas à gravidade desses eventos e à eficácia das intervenções de cuidado.

Segundo a Pesquisa Nacional de Saúde (IBGE, 2013), 7,8% dos indivíduos com idade acima de 60 anos relataram a ocorrência de queda. Entre os que

relataram quedas, 8,3% informaram ter apresentado fratura de quadril ou fêmur, entre os quais, quase a metade (44,3%), precisou de tratamento cirúrgico. De acordo com o Ministério da Saúde (BRASIL, 2021), anualmente são investidos mais de 51 milhões de reais em procedimentos médicos relacionados ao tratamento de fraturas resultantes de quedas em idosos. Essa constatação destaca a imperatividade de orientar a formulação de políticas públicas voltadas para essa faixa etária, levando em consideração os desafios enfrentados, como o aumento da morbimortalidade associada a quedas acidentais.

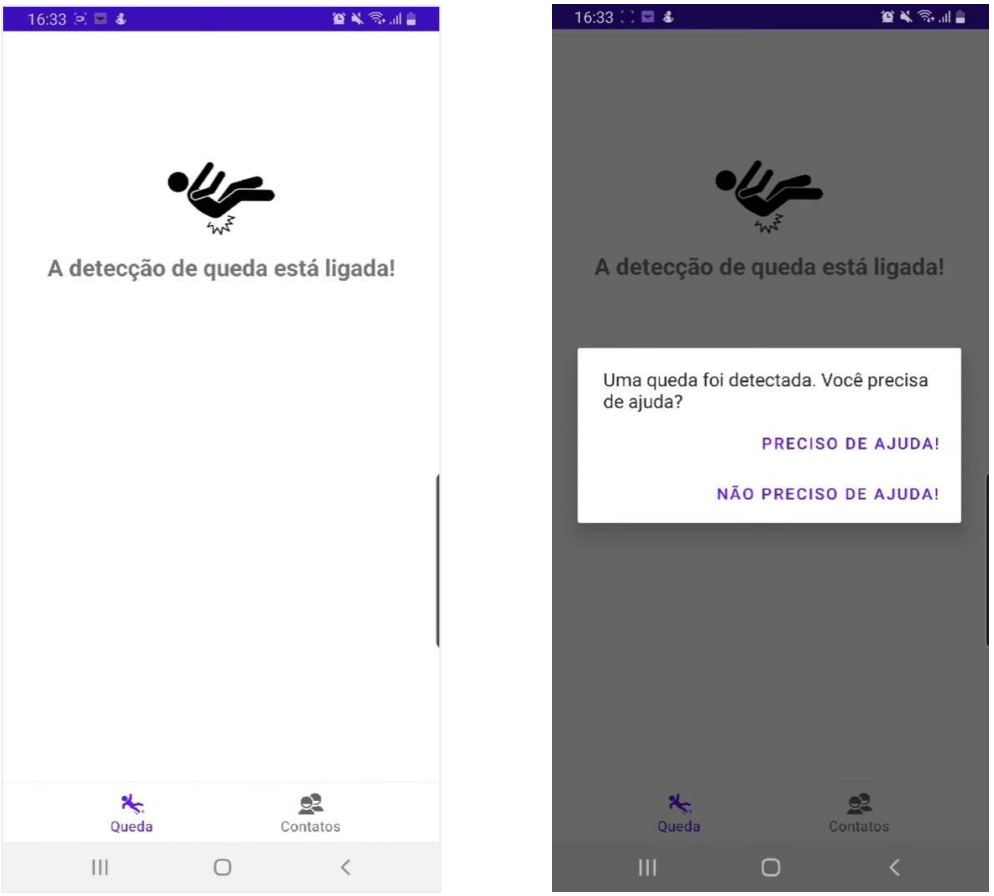
4.3. Tecnologias e soluções

Após um minucioso levantamento foram identificadas as soluções assistivas existentes no mercado. Esta seção fornece uma visão geral e análise crítica que orientaram as implementações e melhorias propostas neste projeto.

4.3.1. Aplicativo de detecção de queda

O funcionamento do aplicativo de detecção de queda, desenvolvido por Oliveira (2022), inicia-se com a criação de uma conta com as informações de login, sendo necessário concordar com as permissões de uso de dados (localização, envio de SMSs e realização de chamadas). Na aba Contatos é cadastrado o número de telefone dos contatos de emergência. Ao identificar uma queda, o idoso deverá submeter se precisa ou não de ajuda, e assim, o app entra em contato com a pessoa responsável. Na Figura 4 são exibidas capturas de tela do aplicativo em funcionamento.

Figura 4 - Aplicativo de detecção de queda



Fonte: https://www.youtube.com/watch?v=Um54EnFFB74&t=1s

A vantagem é que o aplicativo possui alta acessibilidade, uma vez que os smartphones são os dispositivos digitais mais consumidos no Brasil. Segundo relatório da FGV, há 242 milhões de dispositivos móveis em uso, 113% per capita em junho de 2022 no país (MEIRELLES, 2022).

Quanto às desvantagens, nenhuma medida será tomada caso o idoso se encontre desacordado, pois é necessário a submissão da solicitação de ajuda. Além disso, há apenas uma via de contato: através do dispositivo móvel do responsável, que neste caso, deve necessariamente estar ligado.

4.3.2. Detecção de queda pelo Apple Watch

No aplicação apple Watch, destinada à linha de relógios inteligentes da Apple, é possível habilitar a função de detecção de queda do *wearable*[1], cuja tela de configuração é representada na Figura 5.

Figura 5 - Configuração da função de detecção de queda



Fonte: support.apple.com

Com a função ativada, na identificação de queda o idoso deverá fazer um gesto de solicitação de ajuda ou informar que está bem (Figura 6). Ao informar necessidade de amparo, o dispositivo entrará em ligação com os serviços de emergência e, após término da ligação, enviará uma mensagem para os contatos de emergência (disponíveis em sua ficha médica) informando a queda, sua localização e que foi efetuado um pedido de serviços de emergência.

[1] Dispositivo proposto como um item de vestuário. Um relógio neste caso.

Figura 6 - Detecção de queda no Apple Watch



Fonte: support.apple.com

As vantagens do dispositivo são a alta qualidade de hardware e software e um design de interface padronizado da Apple, que torna a utilização bem intuitiva para quem já está familiarizado com outros produtos da marca.

Quanto às desvantagens, a tecnologia não é popularmente acessível. O modelo mais barato disponível na loja online da Apple custa a partir de R$3.399,00 atualmente, um preço exorbitante para a maioria dos brasileiros, cujo salário mínimo (no ano de 2023) é de R$1.302,00. Além disso, a compatibilidade do dispositivo é limitada aos smartphones Apple, também de preço elevado. A função só permite a comunicação com o responsável após a requisição dos serviços de emergência, desinteressante no caso do idoso estar bem e só precisar de ajuda para se levantar. Há relatos de ocorrência de falhas como falsos negativos e falsos positivos.

4.3.3. Organizador de pílulas EllieGrid

EllieGrid é uma caixa porta pílulas inteligente que permite organizar os medicamentos por tipo e não por tempo. A caixa conta com divisórias e é controlada por um aplicativo móvel, representados na Figura 7.

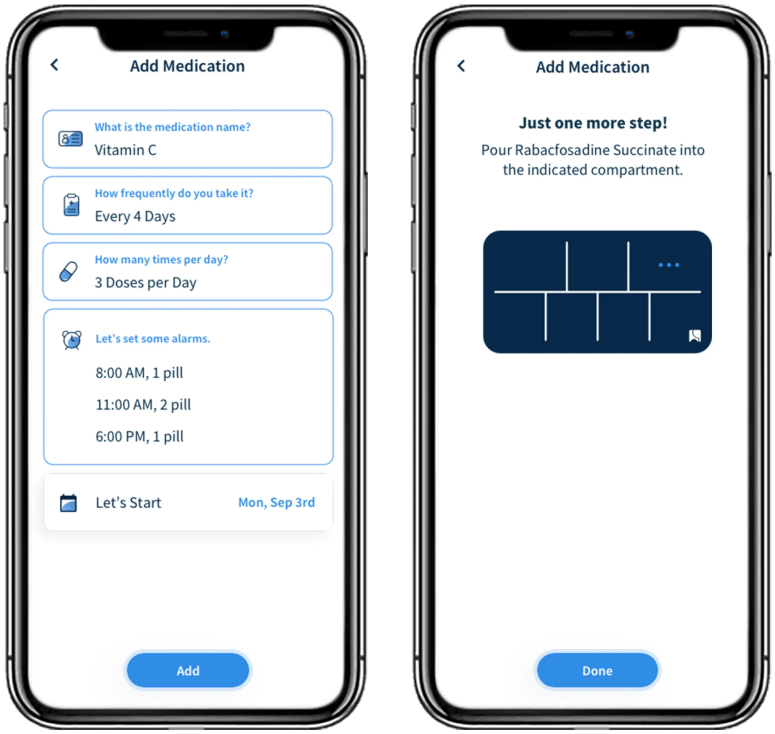
Figura 7 - Caixa de remédios EllieGrid



Fonte: elliegrid.com

No aplicativo (Figura 8) são inseridas as informações sobre cada tipo de remédio, como nome, frequência e quantidade do consumo. Além disso, também são adicionadas configurações referentes ao alarme.

Figura 8 - App para a caixa de remédios



Fonte: elliegrid.com

Após essas configurações é necessário efetuar o pareamento via bluetooth entre o smartphone e a caixa e, em seguida, o compartimento que o medicamento será armazenado é indicado tanto no app quanto na caixa, por meio de leds. Após adicionar os comprimidos e configurar o dispositivo,

EllieGrid nos horários especificados, tocará um alarme e indicará o compartimento do remédio e quantas unidades devem ser ingeridas por meio dos leds em sua tampa.

A principal vantagem observada é o design prático, é comum que no processo de envelhecimento que os idosos percam coordenação motora e sensibilidade nas extremidades. Sendo assim, a tampa deslizante, tal qual os containers grandes, específicos para estocar os remédios por tipo e em grandes quantidades, auxiliam no acesso e organização dos medicamentos, diferentemente dos porta pílulas populares organizados por turno e com espaços bem menores que mal cabem as pontas dos dedos. O dispositivo dispara sinais sonoros e luminosos, artifícios que se complementam em caso de déficit auditivo.

Quanto às desvantagens, o dispositivo é indisponível no mercado brasileiro, sendo fabricado e comercializado somente nos Estados Unidos por uma pequena empresa. Para adquiri-lo é necessário importar, gerando um preço elevado segundo os padrões brasileiros. O produto custa $149.00 dólares em seu site oficial, equivalente a R$756,35 no momento da realização desta pesquisa.

4.3.4. Med-E-Lert

Med-E-Lert é um dispositivo à pilha que permite programar o alarme no próprio aparelho, representado na Figura 9.

Figura 9 - Dispenser de remédios Med-E-Lert



Fonte: medelert.com

Ele conta com um alarme sonoro e um pequeno led, além de uma chave, que permite que o idoso só tenha acesso aos medicamentos no momento da ingestão. Os componentes estão representados na Figura 10.

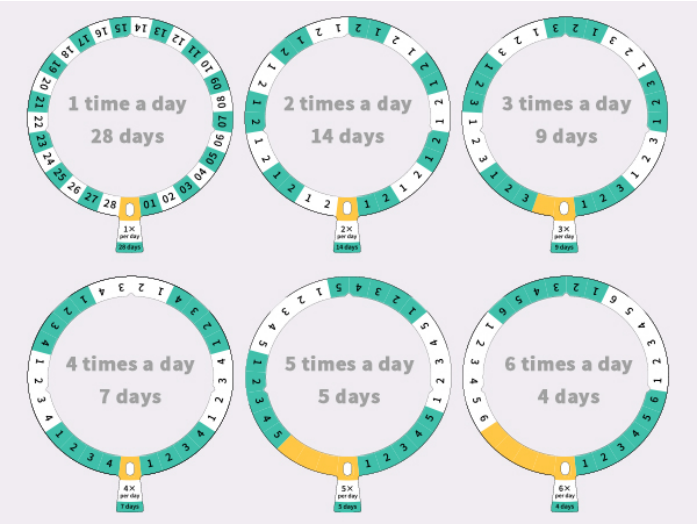
Figura 10 - Dispenser e acessórios



Fonte: medelert.com

Os remédios são armazenados em um disco e organizados por tempo, para isso existem seis tipos de anéis de dosagem (Figura 11), isto é, possibilita o armazenamento de uma a seis doses de medicação ao dia. No horário especificado um aviso sonoro e luminoso será acionado e o disco irá girar até alinhar o container da dose corrente com o dispenser, disponibilizando assim o remédio para o consumo.

Figura 11 - Anéis de dosagem



Fonte: medelert.com

A vantagem é que o dispositivo possui alarme sonoro e luminoso, ideal para aqueles com alguma perda auditiva ou de visão. Além disso, possui uma trava que garante a ingestão da dose certa e impede a ingestão por engano.

A desvantagem é que o produto não é comercializado no Brasil. O modelo mais barato é vendido por $79.95 nos Estados Unidos, equivalente a R$405,29, sem incluir as taxas de importação. Além disso, para pegar os medicamentos o idoso deve virar o dispositivo e balançá-lo. Esse movimento propicia a chance dos remédios caírem no chão. O dispositivo depende de 4 pilhas AA, possibilitando que, eventualmente, o idoso deixe de ingerir seus medicamentos quando as pilhas acabarem.

4.3.5. Smart Caregiver Motion Sensor and Pager

Smart Caregiver Motion Sensor and Pager é um sistema de detecção de movimento e envio de mensagem que alerta o cuidador, ou a pessoa responsável, quando o idoso cai ou se levanta da cama.

O sistema é composto por dois dispositivos, representados na Figura 12. Um é o sensor que deve ser fixado na altura do pé de onde o idoso está acomodado e o outro dispositivo é o *pager*[2], cuja função é notificar o cuidador da detecção de algo, desde que este esteja a 300 pés de distância. A Figura 13 ilustra seu funcionamento.

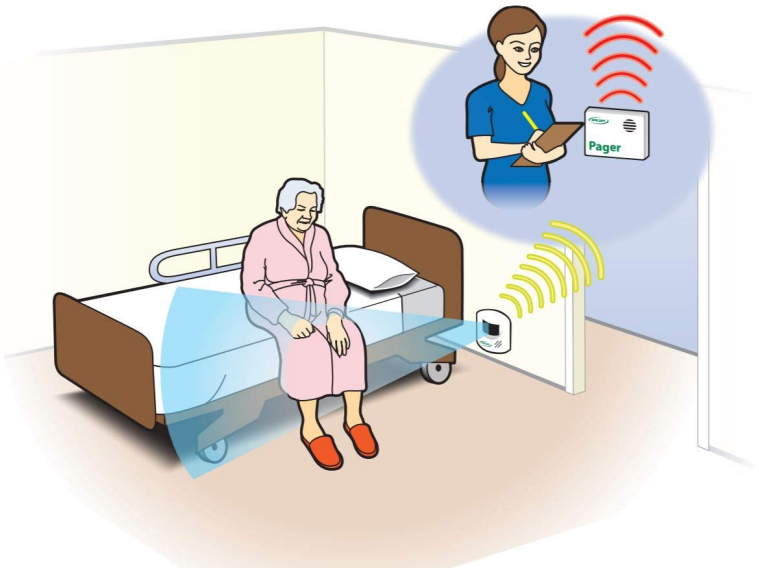
Figura 12 - *Smart Caregiver Motion Sensor and Pager*



Fonte: smartcaregiver.com

Figura 13 - Funcionamento dos dispositivos

[2] Pequeno dispositivo eletrônico que transmite um sinal para quem o carrega.



Fonte: www.amazon.com.br

A vantagem do dispositivo é referente a sua simplicidade, além do fato de que não utiliza alarmes altos que podem ser um incômodo para pessoas idosas. É ideal para pessoas com algum declínio de memória, como o Alzheimer, ou outras desabilidades relacionadas à linguagem e raciocínio.

A desvantagem é que a queda não é efetivamente detectada, de forma que qualquer movimento é sinalizado. Além disso, trata-se de um sistema one-to-one, ou seja, um *pager* comunica-se unicamente com um sensor. Outra desvantagem é o preço elevado, na Amazon Brasil esse produto é vendido por cerca de R$560,00.

4.4. Comparando soluções encontradas

Diante das informações levantadas, o Quadro 1 relaciona as soluções citadas com fatores de importância para a assistência ao dia a dia do idoso, sendo elas: prevenção de queda, alerta de queda e administração de remédios, além do critério de acessibilidade de custo, essencial para permitir o uso de quaisquer tecnologias em diversos segmentos econômicos.

Quadro 1 - Comparação das soluções pesquisadas

	Prevenção de queda	Alerta de queda	Administração de remédios	Custo acessível
Aplicativo de detecção de queda	✖	✔	✖	✔
Detecção de queda pelo Apple Watch	✖	✔	✖	✖
Organizador de pílulas EllieGrid	✖	✖	✔	✖
Med-E-Lert	✖	✖	✔	✖
Smart Caregiver	✔	✖	✖	✖

Fonte: autoria própria

Dadas as soluções encontradas no mercado, conclui-se então que apesar da variedade de tecnologias e dispositivos assistivos para o idoso raramente são completas em termos de funcionalidade. Além disso, não há no Brasil muita oferta desses produtos e a importação resulta em preços elevadíssimos, o que impede o acesso popular dos mesmos. Visto isso, surge a necessidade de uma solução na qual as tecnologias sejam integráveis e controladas de forma centralizada e com custo reduzido.

5. MÉTODOS E PROCEDIMENTOS

A pesquisa em questão é caracterizada pela abordagem prática e aplicada, concentrando-se no desenvolvimento de um sistema de assistência ao idoso. A perspectiva do estudo é predominantemente tecnológica, envolvendo a criação de um aplicativo e três dispositivos de hardware voltados para a melhoria da qualidade de vida dos idosos. Quanto à classificação do trabalho, pode-se identificar uma abordagem mista, combinando elementos de pesquisa exploratória e aplicada. Segundo Gil (1991), a pesquisa é exploratória na medida em que busca compreender explicitamente o problema, as necessidades específicas dos idosos e as funcionalidades essenciais do sistema, enquanto a abordagem aplicada se manifesta na implementação prática (ROLL-HANSEN, 2009) do aplicativo e dos dispositivos de hardware. Além disso, a pesquisa é classificada como de desenvolvimento, pois visa criar soluções tangíveis e inovadoras para o contexto da assistência ao idoso.

Na fase inicial deste projeto, aproximadamente um trimestre foi dedicado à pesquisa bibliográfica, envolvendo a exploração de artigos, monografias e publicações de organizações intergovernamentais. Esse levantamento estabeleceu a base necessária para a formulação dos procedimentos adotados ao longo do projeto.

Através da análise bibliográfica, foi possível identificar as necessidades que deveriam ser abordadas pelo projeto, servindo como ponto de partida para a proposta da estrutura inicial do sistema SeniorCare. Em seguida, foram elaboradas duas prototipagens: uma para o design das telas do aplicativo e outra para modelar o funcionamento das principais funcionalidades. A utilização desses protótipos permitiu a visualização, correção e validação do projeto antes da implementação completa. As tecnologias empregadas nesse processo são detalhadas na seção 6 deste documento.

O projeto, cujos detalhes técnicos são apresentados na seção 7, consistiu em um sistema de monitoramento de mobilidade que se destacou pelo uso de sensores de movimento, incluindo um sensor infravermelho térmico no ambiente e um sensor de velocidade angular em um dispositivo móvel. Adicionalmente, o sistema incorporou uma funcionalidade para a administração de medicamentos, com o desenvolvimento de um dispositivo eletrônico especializado para o armazenamento

dos mesmos. Em complemento, o projeto implementou um sistema de alertas e alarmes por meio de uma aplicação móvel. Essa interface centralizada, combinada com recursos como LEDs e a assistente virtual Alexa, desempenha a função de informar e notificar o usuário sobre eventos relacionados às funcionalidades mencionadas. A aplicação foi projetada especificamente para o responsável pelos cuidados do idoso.

A etapa de implementação foi seguida por rigorosos testes, abrangendo avaliações de desempenho e usabilidade do sistema. Os ajustes necessários foram realizados com base nos resultados dos testes, garantindo a eficácia e confiabilidade do sistema.

O objetivo principal do sistema foi contribuir para a autonomia da pessoa idosa, reconhecendo a sua importância para uma boa qualidade de vida (GADELHA, 2019). Na terceira idade, é comum que os familiares estigmatizam o idoso como alguém incapaz de desempenhar as tarefas diárias, enquanto devem permanecer constantemente vigilantes em relação à possibilidade de situações perigosas. Diante disso, o projeto concentrou-se em apoiar o idoso e seus responsáveis sem desconsiderar a sua capacidade. A conclusão bem-sucedida desse ciclo de planejamento, projeto, implementação, testes e ajustes valida a efetividade do projeto no contexto da assistência ao idoso.

6. CONCEITUALIZAÇÃO DAS TECNOLOGIAS UTILIZADAS

A implementação do projeto fundamenta-se na utilização de componentes cuidadosamente selecionados, que desempenham papéis essenciais na execução das funcionalidades propostas, contribuindo para a eficiência e a integração do sistema. A seguir, será apresentada uma visão ampla dos principais componentes físicos adotados, dos padrões utilizados para a comunicação, bem como das plataformas de desenvolvimento e linguagens de programação empregadas durante o desenvolvimento do projeto.

6.1. Assistente Alexa

A Alexa é uma assistente virtual baseada em inteligência artificial desenvolvida pela Amazon, que oferece uma variedade de serviços e funcionalidades por meio de comandos de voz. Com a capacidade de integrar-se a dispositivos inteligentes em casa, realizar tarefas cotidianas, fornecer informações em tempo real, é amplamente utilizada no campo da automação residencial.

6.2. ESP32

ESP32 é um microcontrolador e módulo fabricado pela empresa Espressif Systems. Devido ao seu baixo consumo de energia e sua conectividade Wi-Fi e Bluetooth, este componente abrange uma ampla gama de aplicações, principalmente projetos de Internet of Things (IoT).

6.3. Módulo PIR (Sensor Infravermelho Passivo)

O componente em questão realiza a detecção de movimento através de mudanças no calor emitido por corpos em movimento, isto é, radiação infravermelha, e produz um sinal de saída. Seu alcance permite alguns metros (o suficiente para a aplicação) e o ângulo de detecção varia de 110 a 180 dependendo do dispositivo.

6.4. Módulo MPU-6050

O Módulo MPU-6050 é um chip que combina os sensores acelerômetro de três eixos e giroscópio também de três eixos, muito utilizado

na área da robótica. O primeiro monitora a velocidade do movimento e, o segundo, a taxa de rotação dos seus eixos.

6.5. Módulo Carregador de Bateria 18650

O Módulo Carregador de Bateria 18650 é o responsável por fornecer a energia necessária para o funcionamento contínuo do dispositivo móvel. Projetado para acomodar baterias do tipo 18650, este componente realiza a carga de forma eficiente, incluindo proteção contra sobrecarga e descarga excessiva, contribuindo para a durabilidade e segurança do sistema.

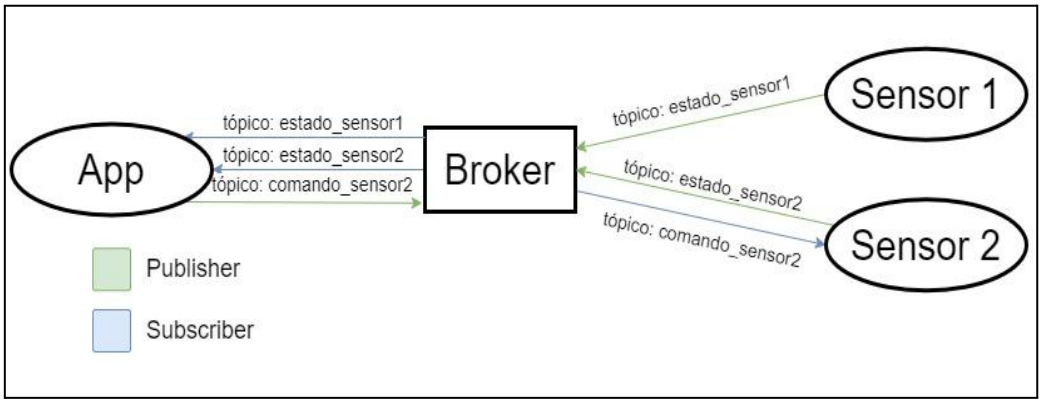
6.6. Comunicação I2C

A interface de comunicação entre os módulos supracitados e seus respectivos controladores se dá por meio do protocolo de comunicação serial I2C (*Inter-Integrated Circuit*). Esse protocolo utiliza uma topologia de barramento em que todos os dispositivos são conectados a dois fios: o fio de dados (SDA) e o fio de clock (SCL), utilizados respectivamente para enviar e receber dados e sincronizar a transmissão deles. O modelo líder-seguidor distribui os dispositivos em dois papéis distintos: um Líder, responsável por iniciar a comunicação, controlar o barramento e liderar o processo; e os demais Seguidores, incumbidos de responder às solicitações do Líder.

6.7. Protocolo MQTT

Ideal para aplicações IoT e dispositivos móveis, o protocolo Message Queuing Telemetry Transport - MQTT é um sistema de comunicação do tipo publicação/assinatura, simples e leve, adequado para dispositivos com restrições de conexão e segurança. Suas principais características incluem a capacidade de configurar o nível de confiabilidade e a minimização do uso de largura de banda. O protocolo opera por meio de um servidor intermediário denominado broker, que recebe os dados no formato de mensagens em tópicos enviadas pelos emissores (publishers) e os encaminha para os receptores (subscribers). No processo, os receptores só recebem dados dos emissores se estiverem inscritos no tópico em que a mensagem estiver sendo enviada, conforme ilustrado na Figura 14.

Figura 14 - Funcionamento protocolo MQTT



Fonte: autoria própria

O protocolo MQTT oferece flexibilidade ao disponibilizar três níveis de qualidade de serviço (QoS):

- **QoS 0: *No guarantee/Delivered at most once*:** Neste nível, não há garantia de entrega da mensagem. A mensagem pode ser entregue no máximo uma vez, mas pode se perder durante o processo.
- **QoS 1: *Delivered at least once*:** Neste nível, há a garantia de que a mensagem será entregue pelo menos uma vez. O emissor pode reenviar a mensagem se não receber uma confirmação de recebimento do receptor.
- **QoS 2: *Delivered exactly once*:** Neste nível, a mensagem é entregue exatamente uma vez. Isso garante que a mensagem não será duplicada durante o processo de entrega.

Dado que a aplicação proposta demanda maior confiabilidade, o nível de Qualidade de Serviço ideal é o "Delivered at least once". Se o emissor da mensagem não receber uma confirmação de recebimento do receptor, a mensagem será enviada novamente e armazenada localmente até que uma confirmação seja recebida. Nesse ponto, a mensagem é descartada. Este nível, portanto, assegura a entrega da mensagem e é o mais adequado quando se trata de administração de medicamentos e prevenção de riscos de queda.

6.8. HiveMQ

O HiveMQ é um servidor broker MQTT empregado para simplificar a comunicação entre dispositivos em redes IoT (Internet of Things) e em outras

aplicações que demandam uma eficiente troca de mensagens. No projeto, sua utilização se deu para a comunicação entre o aplicativo e os dispositivos de detecção de queda e administração de medicamentos, proporcionando uma solução eficaz e prática para a distribuição de comunicação no contexto do projeto.

6.9. Adafruit IO

Adafruit IO é uma plataforma de nuvem desenvolvida pela Adafruit Industries, que oferece serviços e ferramentas para a criação de projetos de Internet das Coisas (IoT). Essa plataforma permite que os desenvolvedores coletem, armazenem e visualizem dados de dispositivos conectados à Internet. Adafruit IO simplifica a criação de projetos IoT, oferecendo uma interface fácil de usar para monitorar e controlar dispositivos remotamente. No contexto do projeto, o Adafruit IO desempenha um papel importante na comunicação entre os controladores e o dispositivo Alexa, possibilitando o envio de informações e acionamento de gatilhos que executam ações na Alexa.

6.10. IDE Arduino

A plataforma de desenvolvimento IDE Arduino *(Arduino Integrated Development Environment)* é uma ferramenta de código aberto e multiplataforma. Nesse ambiente, é viável criar, compilar e carregar programas em microcontroladores, abrangendo as famílias Arduino e ESP. Além de suportar linguagens como C e C++, a IDE inclui bibliotecas pré-programadas que oferecem funções e comandos prontos para utilização, simplificando o processo de desenvolvimento e oferecendo uma abordagem flexível na programação de dispositivos embarcados.

6.11. App Inventor

O App Inventor é uma plataforma de desenvolvimento visual para criação de aplicativos móveis, especialmente voltada para iniciantes e educadores. Ela permite a criação de aplicativos Android por meio de uma interface gráfica, onde os usuários podem arrastar e soltar elementos visuais para compor a lógica do aplicativo, sem a necessidade de codificação tradicional. Antes de realizar a programação do aplicativo nativo, foi utilizado

o App Inventor para criar um protótipo funcional, que facilitou a prototipagem rápida e a validação conceitual do design do aplicativo.

6.12. Android SDK

O Android SDK *(Software Development Kit),* é um conjunto de ferramentas oferecido pela Google para o desenvolvimento de aplicativos Android. Esse conjunto abrange bibliotecas e APIs que suportam diversas funcionalidades, além de fornecer ferramentas para compilação, depuração, assinatura e empacotamento de aplicativos. Além disso, inclui uma IDE (Integrated Development Environment) e outras utilidades essenciais para facilitar o processo de criação de aplicativos para a plataforma Android.

6.13. Android Studio

O Android Studio é a IDE oficial da Google para o desenvolvimento de aplicativos Android. Destacam-se suas principais características, como um editor avançado, emulador de dispositivos, depurador integrado, designer de layout gráfico, integração total com o SDK Android, suporte a Kotlin e ferramentas de análise de desempenho. Essa plataforma abrangente oferece recursos essenciais para o ciclo completo de desenvolvimento de aplicativos Android, tornando-se a escolha padrão para muitos desenvolvedores.

6.14. Flutter

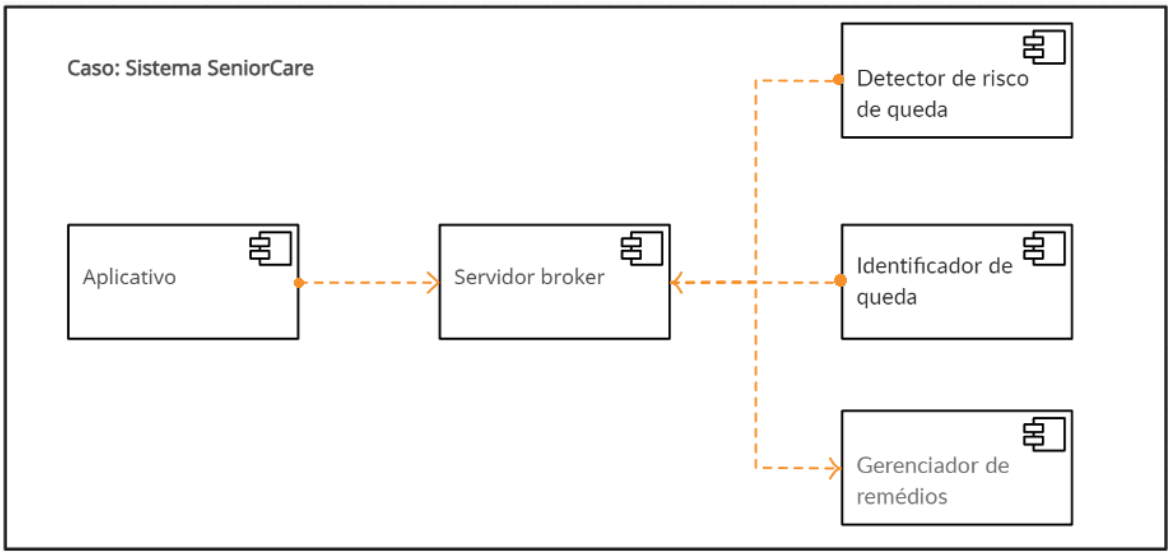
O Flutter é um framework de código aberto desenvolvido pela Google, sendo especializado na criação eficiente de interfaces de usuário (UI) nativas para aplicativos Android e iOS a partir de uma única base de código. O Flutter assegura um desempenho nativo, proporcionando gráficos suaves e respostas rápidas. Sua arquitetura eficiente e suporte à linguagem Dart contribuem para um desenvolvimento ágil e eficaz. Amplamente adotado, o Flutter destaca-se por sua capacidade de suportar diversas plataformas, inclusive possíveis futuras como web e desktop, respaldado por uma comunidade ativa que impulsiona seu contínuo aprimoramento.

7. DESENVOLVIMENTO DO PROJETO

O sistema SeniorCare conta com três funcionalidades principais: prevenção de risco de queda, alerta da ocorrência de queda e apoio à medicação. Elas podem ser ativadas ou desativadas no aplicativo desenvolvido.

Na Figura 15 é representada a interligação das funcionalidades da aplicação, por meio de um diagrama de componentes da Linguagem de Modelagem Unificada (UML), usualmente utilizada para relacionar componentes de um sistema.

Figura 15 - Diagrama de componentes do projeto



Fonte: autoria própria

Em resumo, nas funções relacionadas à queda foram utilizados diferentes sensores de movimento para detectar o risco ou ocorrência da mesma. Os dados obtidos pelos sensores foram processados em microcontroladores independentes, cujo modelo ESP32 possui conectividade Wi-Fi e Bluetooth integrada, possibilitando as conexões necessárias no projeto. Havendo o reconhecimento de que o idoso está em situação de risco, tanto a aplicação quanto o dispositivo Alexa do responsável pelo idoso emitem um sinal de alerta, sendo este último de uso opcional. Diferentemente, na função relacionada à medicação, o aplicativo programa o ESP32, que por sua vez controla os leds da caixa de remédios para ligarem conforme a quantidade e horário definidos pelo usuário, no compartimento especificado, além de também poder emitir um alerta sonoro através da Alexa.

Todas as funcionalidades do projeto têm suporte para serem vinculadas à assistente virtual Alexa, a fim de garantir a redundância da informação, crítica para que o sinal de alerta não seja ignorado. Para os usuários que não possuírem o dispositivo Echo dot (alto-falante inteligente) com Alexa incorporado, há a possibilidade de fazer o uso do aplicativo Alexa, o qual desempenha o mesmo papel de um Echo dot, sendo possível utilizá-lo através de um celular ou computador.

Para desencadear uma ação na Alexa, seja originada em qualquer uma das funcionalidades, foi criado um *applet* através da plataforma IFTTT. Nele há um gatilho que verifica a entrada de dados em um feed definido através da plataforma em nuvem Adafruit IO. Uma vez que ocorra um evento que exija pronunciamento de voz da Alexa, o gatilho é acionado e então chama o serviço sendAlexaActionByMkense, o qual executa a rotina determinada na Alexa que, por sua vez, manifesta a mensagem de voz.

Ao todo foram desenvolvidos três dispositivos de hardware, cada um contendo um circuito eletrônico próprio, destinado a cada uma das funcionalidades definidas. Para garantir a autonomia dos dispositivos, a alimentação de energia elétrica se deu de duas formas: através do uso de fonte de energia recarregável integrada ao circuito, para os dispositivos móveis, e da alimentação via conexão USB, para os dispositivos que ficarão fixos em um local.

A descrição de cada funcionalidade, bem como a descrição de seus respectivos casos de uso e requisitos serão apresentadas a seguir.

7.1. Prevenção de queda

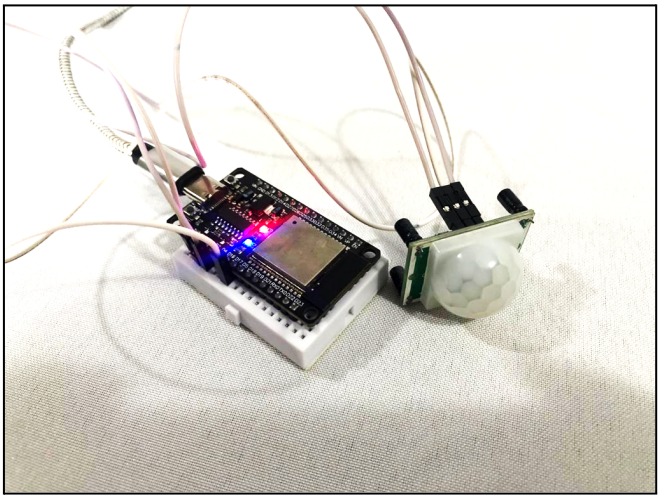
Esta funcionalidade é direcionada aos idosos com baixíssima mobilidade, em que apenas o ato de se levantar representa um risco de queda e, portanto, necessita de amparo de outra pessoa.

O app se comunicará com sensores de movimento instalados no ambiente de convívio do idoso, dispostos de modo que detectem atividades de movimento que representam risco de queda, como posicionados adjacentes ao pé da cama, cadeira ou poltrona. Para a prevenção de risco de queda será utilizado o sensor de movimento PIR (Passive Infrared), que detecta mudanças no calor emitido por corpos em movimento, sendo capaz

de identificar a ocorrência de deslocamento. É necessário que o sensor PIR esteja conectado fisicamente ao módulo ESP32, que conta com conectividade *wireless* e possibilita a transferência de dados com o aplicativo e Alexa. Também será utilizado o protocolo MQTT, um padrão de comunicação projetado para transferir mensagens entre dispositivos, muito usado em problemas de automação e IoT.

A conexão física entre o ESP32 e o sensor PIR, apresentada na Figura 16, é realizada através de jumpers, condutores utilizados para conectar dois pontos de um circuito eletrônico. A alimentação do circuito se dá através do cabo USB, que pode ser conectado a uma tomada ou outra fonte de energia.

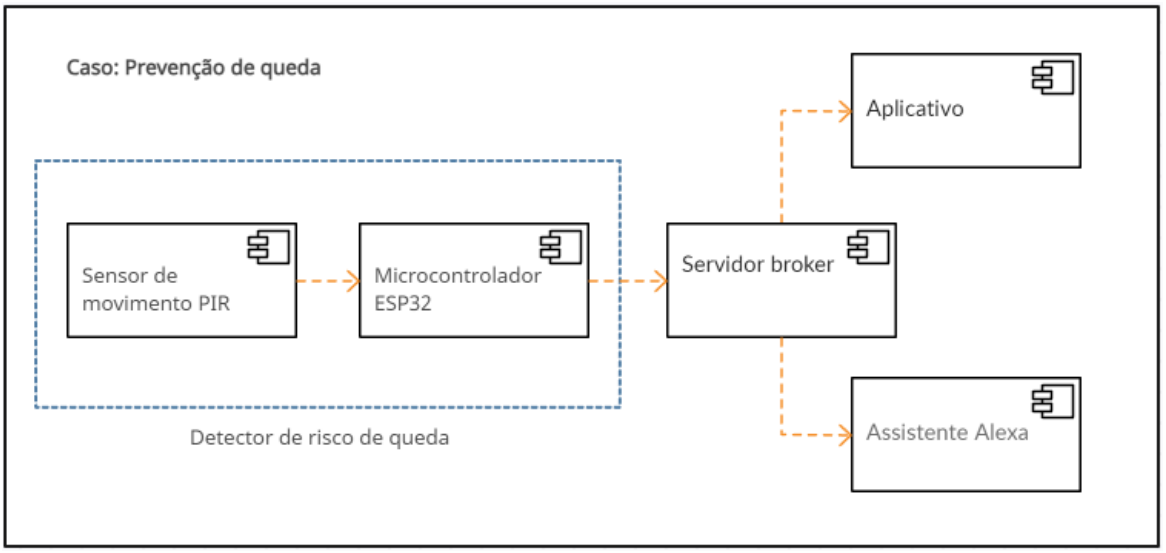
Figura 16 - Circuito do dispositivo detector de risco de queda



Fonte: autoria própria

Os dados coletados pelo sensor serão processados no microcontrolador a fim de identificar se houve alguma movimentação. Caso haja a detecção desse evento, será informado ao aplicativo, que encaminhará uma notificação ao responsável além de disparar um gatilho para execução de uma uma rotina Alexa que emitirá um alerta sonoro, conforme representado na figura 17.

Figura 17 - Diagrama de componentes da “Prevenção de queda”



Fonte: autoria própria

As tecnologias ESP32, sensor PIR, dispositivo Alexa e protocolo MQTT estão descritos na seção 6 deste documento - Conceitualização das Tecnologias Utilizadas, assim como as demais tecnologias.

A seguir, há a apresentação do caso de uso resumido da função, o qual se trata de um recurso frequentemente utilizado para modelar e documentar os requisitos do sistema, pois descreve o comportamento funcional em termos de entradas, processos e saídas, proporcionando uma compreensão mais clara de como os usuários interagem com o sistema em determinados cenários.

7.1.1. Caso de Uso Resumido

Caso de Uso: Prevenção de Queda
Ao acionar essa funcionalidade, o usuário deverá posicionar adequadamente o sensor no ambiente. O sensor, controlado pelo ESP32, sinaliza o movimento ao aplicativo. Este, por sua vez, ao receber um sinal de movimento notificará o responsável, tanto pelo aparelho móvel quanto pela Alexa.

7.1.2. Requisitos Funcionais

RF01 - Manter Evento de Movimento

O aplicativo salva as informações do estado do sensor toda vez que há movimento.
RF02 - Notificação de Risco de Queda
O sistema notifica o responsável pelo idoso sempre que há risco de queda (detecção de movimento).
RF03 - Manter Sensor
O sistema possibilita o acionamento e desligamento do sensor, além de informar o estado de conexão entre o sensor e o app.

7.1.3. Requisitos Não Funcionais

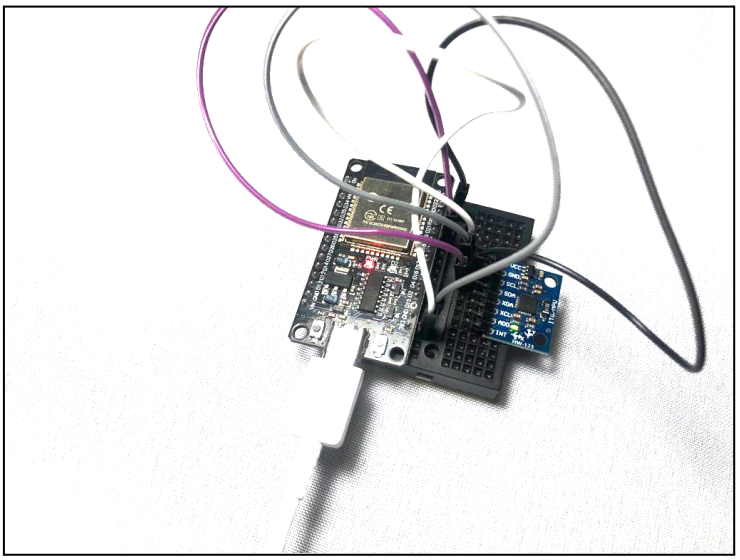
RF01 - Conexão com o Aplicativo
Há a necessidade de implementar uma conexão entre o sensor e o aplicativo, para tal, o protocolo MQTT e o broker HiveMQ foram utilizados.
RF02 - Microcontrolador/Módulo Wifi ESP32
Hardware com suporte para o envio dos dados do sensor para o broker via MQTT
RF03 - Módulo PIR (Sensor Infravermelho Passivo)
Hardware necessário para realizar a detecção de movimento.
RF04 - Conexão com Alexa
É necessário conectividade com a Alexa para emissão de um alerta ao cuidador quando há o risco de queda. Para tal é necessário um *applet* criado através da plataforma IFTTT para a execução dessa ação.

7.2. Alerta de queda

Havendo mais autonomia na locomoção, haverá a opção de ativar a funcionalidade de alerta de queda no aplicativo. Para a detecção da queda será utilizado o módulo MPU-6050, que agrega dois sensores: acelerômetro,

capaz de identificar alterações bruscas na aceleração, e giroscópio, capaz de detectar a velocidade angular do aparelho. O módulo conectado ao ESP32 compõe um dispositivo *wearable,* cuja conexão física dos seus componentes é representada na Figura 18.

Figura 18 - Circuito do dispositivo identificador de queda



Fonte: autoria própria

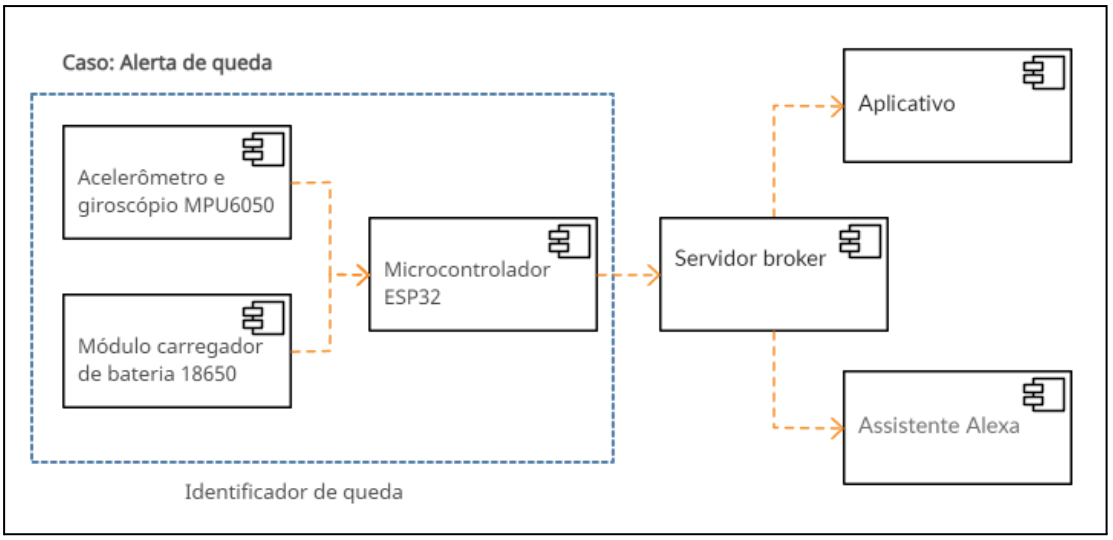
A identificação de quedas é realizada pelo ESP32 por meio do cálculo da aceleração total, que utiliza a aceleração nos três eixos (Ax, Ay e Az), para identificar quedas independente da direção que a pessoa cair. O cálculo da aceleração é expresso na equação:

$$Aceleração\ Total\ = \sqrt{Ax^2 + Ay^2 + Az^2}$$

Em seguida, o ESP32 estabelece um limiar que determina a ocorrência de uma queda. O processo envolve a análise dos valores da aceleração total em relação a parâmetros específicos, permitindo a identificação eficaz de quedas com base em critérios como a magnitude da aceleração e a duração de determinados padrões de movimento.

Na detecção de uma queda, será acionada uma rotina na Alexa que emitirá um alerta de voz avisando ao cuidador de idoso que uma queda ocorreu, além disso, o aparelho do responsável também notificará que o idoso precisa de ajuda. A interligação dos componentes é representada na Figura 19.

Figura 19 - Diagrama de componentes do “Alerta de queda”



Fonte: autoria própria

7.2.1. Caso de Uso Resumido

Caso de Uso: Alerta de Queda
Ao acionar essa funcionalidade, o aplicativo e a assistente virtual Alexa passarão a ler os dados que o dispositivo identificador de queda envia para o servidor broker. Na ocorrência de uma queda, será ativada uma rotina na Alexa que emitirá um alerta de voz, notificando o cuidador do idoso sobre a situação. Adicionalmente, o dispositivo assistente do responsável também enviará uma notificação, informando que o idoso está necessitando de ajuda.

7.2.2. Requisitos Funcionais

RF01 - Acionar/Desativar Detecção de Queda
O sistema deverá permitir que o usuário acione e desative as sessões de monitoramento da mobilidade para a detecção de queda.
RF03 - Detectar Queda
O sistema deverá detectar queda por meio do cálculo da aceleração.
RF04 - Solicitar Ajuda

Na ocorrência de queda, o sistema deverá avisar ao responsável sobre a situação em que o idoso se encontra.
RF05 - Notificação de Queda
O sistema deverá notificar o responsável do idoso sempre que houver queda.

7.2.3. Requisitos Não Funcionais

RF01 - Conexão com a Alexa
É necessário conectividade com a Alexa para emissão de um alerta ao cuidador quando há detecção de queda. Para tal é necessário um *applet* criado através da plataforma IFTTT para a execução dessa ação.
RF02 - Microcontrolador/Módulo ESP32
Hardware que dá suporte à comunicação entre o módulo MPU-6050.
RF03 - Módulo MPU-6050
Hardware que contém os sensores, acelerômetro e giroscópio, necessários para a detecção da queda.
RF04 - Módulo Carregador de Bateria 18650
Hardware necessário para garantir que o circuito seja energizado.

7.3. Administração de remédios

Para execução dessa funcionalidade, o aplicativo se comunica via protocolo MQTT com a caixa de remédios, desenvolvida utilizando uma caixa de plástico com compartimentos separados, contendo cada um 3 leds a serem manipulados pelo microntrolador ESP32. A caixa de remédios é apresentada na Figura 20.

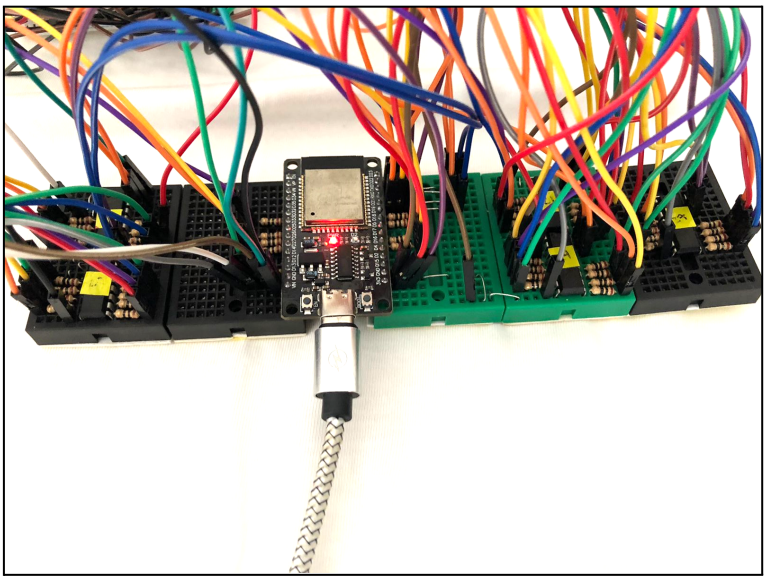
Figura 20 - Caixa gerenciadora de remédios



Fonte: autoria própria

A conexão física dos componentes do circuito eletrônico da caixa é representada na Figura 21.

Figura 21 - Circuito da caixa gerenciadora de remédios

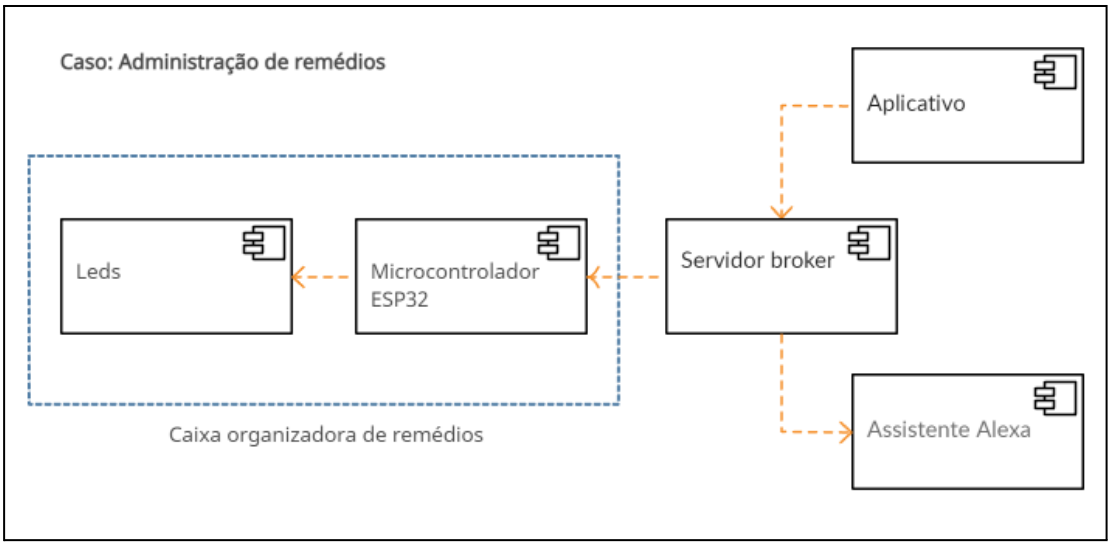


Fonte: autoria própria

No aplicativo, na seção de remédios, o responsável poderá selecionar o compartimento e adicionar o medicamento que o idoso precisa ingerir, assim como a dosagem e o horário de consumo. Após submissão, os dados

dos cadastros de medicamentos serão enviados por meio de um tópico no servidor broker HiveMQ. Os dados são recebidos e armazenados na memória local do dispositivo. Na função de repetição, o programa acessa o campo referente ao horário de ingestão do medicamento de cada cadastro enviado e compara com o horário atual, uma vez que os horários convirjam, tanto as instruções para a sinalização dos leds quanto para fazer um *post* no feed definido na plataforma Adafruit IO serão executadas, o que acionará o gatilho para execução da ação de lembrete na Alexa. A interligação dos componentes é representada na Figura 22.

Figura 22 - Diagrama de componentes da “Administração de remédios”



Fonte: autoria própria

7.3.1. Caso de Uso Resumido

Caso de Uso: Administrar Remédios
Ao escolher essa funcionalidade, o app conduzirá o usuário a selecionar um compartimento da caixa e, assim feito, as luzes da caixa indicarão o compartimento escolhido. Em seguida, o usuário deverá adicionar um medicamento informando nome, dosagem e horário para a medicação e inserir as cápsulas em seu respectivo espaço. No horário definido as luzes da caixa indicarão o compartimento e dosagem, assim como um lembrete será pronunciado pela Alexa.

7.3.2. Requisitos Funcionais

RF01 - Manter dados do medicamento
O sistema deverá manter o cadastro de medicamentos
RF02 - Fornecer formulário para cadastro do medicamento
O sistema deverá possibilitar o cadastro dos medicamentos por meio de um formulário, no qual é solicitado nome, dosagem e horário da medicação.

7.3.3. Requisitos Não Funcionais

RF01 - Conexão via MQTT
Os dados sobre o medicamento a ser cadastrado devem ser enviados e gravados na memória do microcontrolador. Para tal, é necessário estabelecer conexão protocolo MQTT entre dispositivo android e ESP32 a cada novo cadastro ou alteração (ligar, desligar ou excluir o alarme).
RF02 - ESP32
O ESP32 será integrado ao aplicativo para possibilitar o acionamento das leds.
RF03 - Conexão com Alexa
É necessário conectividade com a Alexa para emissão de um lembrete ao cuidador/idoso no horário de medicação. Para tal é necessário um *applet* criado através da plataforma IFTTT para a execução dessa ação.

7.4. Aplicativo

O projeto incluiu o desenvolvimento de um aplicativo com foco nas necessidades de acessibilidade específicas da terceira idade, abordando elementos como o tamanho e a cor de ícones e botões, a clareza dos textos, e o uso de interfaces simples e intuitivas, entre outros aspectos. Para atender

a esses requisitos, foram criados layouts para as telas da aplicação, servindo como modelos predefinidos que direcionam o processo de desenvolvimento.

7.4.1. Protótipo do aplicativo

Em resumo, as principais telas do aplicativo são as referentes às funcionalidades do projeto, que possuem em comum informações sobre a sua respectiva função (Prevenção de queda, Alerta de queda ou Administração de Remédios) e a opção de ativá-la ou desativá-la, conforme a prototipação apresentada na Figura 23.

Figura 23 - Protótipos das telas de detecção e alerta de queda

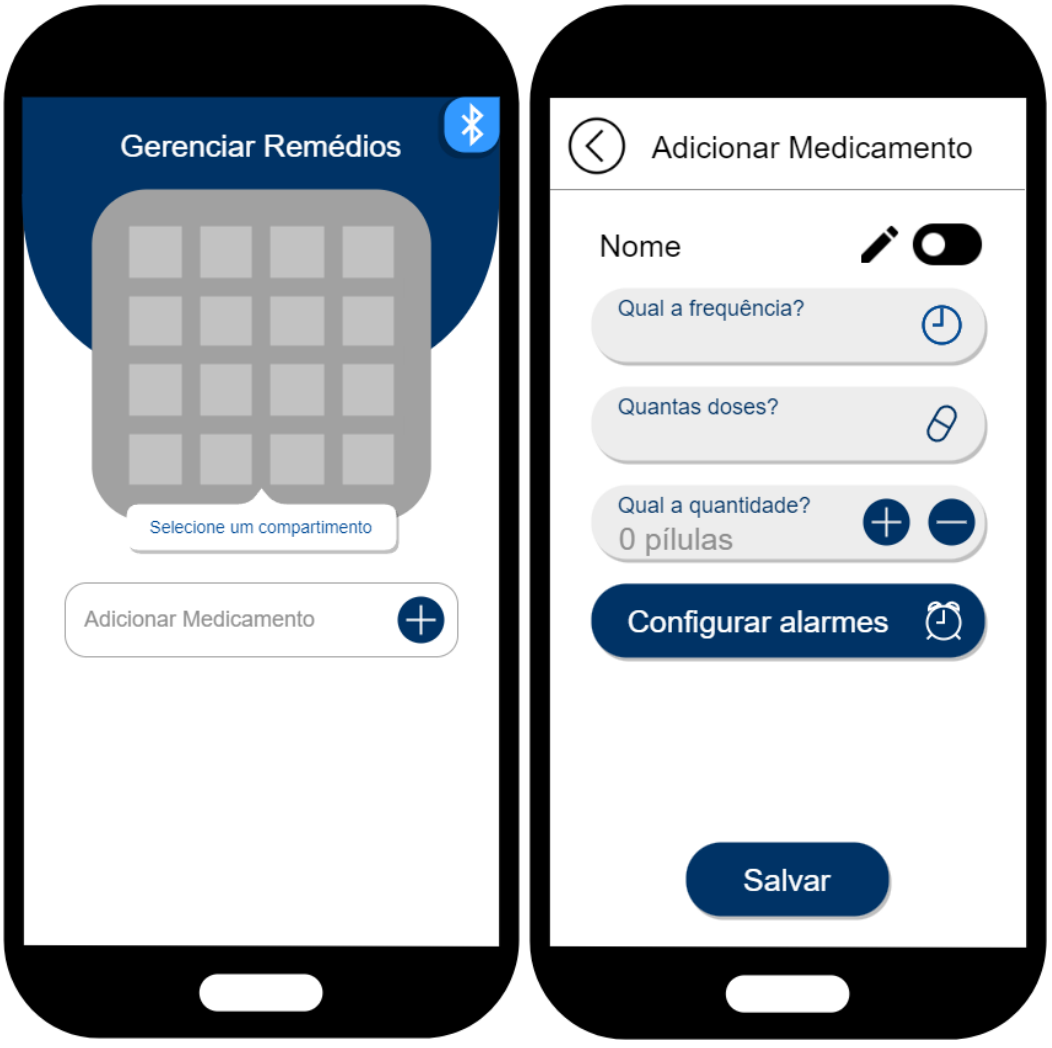


Fonte: autoria própria

Nas telas referentes às funcionalidades de detecção de queda e alerta de risco de queda, é possível ativar e desativar o funcionamento dos dispositivos físicos que irão conter os sensores de movimento, para evitar que o cuidador receba falsos alertas em momentos em que ele estiver próximo ao idoso ou ajustando manualmente os dispositivos.

Na função referente à medicação, há telas para a configuração da caixa organizadora de remédios, conforme os protótipos apresentados na Figura 24.

Figura 24 - Protótipos das telas de administração de medicamentos

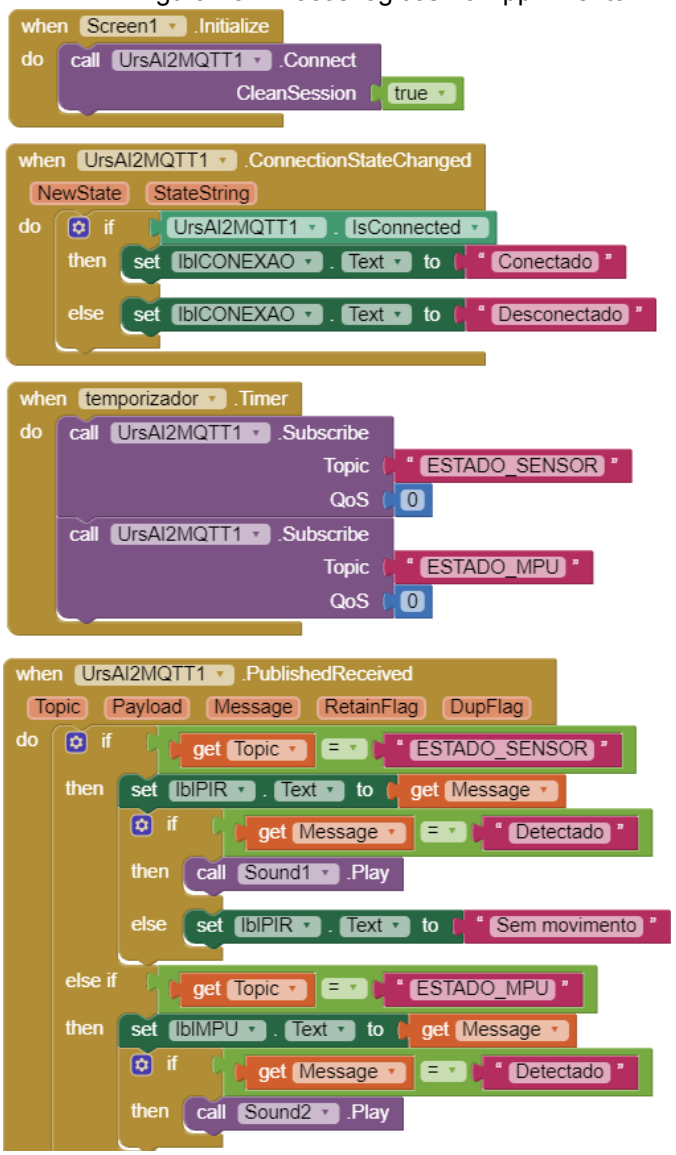


Fonte: autoria própria

7.4.2. App Inventor

Antes de realizar a programação no Android Studio, foi utilizado o App Inventor para criar um protótipo funcional do aplicativo. O funcionamento do App Inventor é baseado em uma interface gráfica, onde pode-se criar aplicativos arrastando e soltando elementos visuais e definindo seus comportamentos através de blocos de construção lógicos. Essa abordagem envolveu a definição da estrutura básica do aplicativo e sua lógica de funcionamento, exibida na Figura 25. Essa etapa permitiu uma visualização prévia das funcionalidades principais antes da implementação mais avançada no Android Studio e facilitou a prototipagem rápida e a validação conceitual do design do aplicativo.

Figura 25 - Blocos lógicos no App Inventor



Fonte: autoria própria

No contexto do aplicativo desenvolvido tanto no App Inventor quanto no Android Studio, é utilizado o protocolo MQTT para comunicação e interação com os dispositivos IoT. Mais especificamente, o aplicativo se conecta ao servidor broker HiveMQ, onde realiza subscrições em tópicos específicos para ler os estados dos sensores. As ações do aplicativo são desencadeadas com base nas mensagens recebidas nos tópicos assinados.

No gerenciamento de medicamentos, o aplicativo também desempenha um papel ativo, enviando mensagens aos tópicos relevantes. Essas mensagens contêm informações que serão lidas pelo dispositivo gerenciador de medicamentos, permitindo sua administração eficiente.

8. PROCEDIMENTOS DE VALIDAÇÃO DO PROJETO

O projeto foi validado através da execução de testes no sistema, para garantir que os objetivos foram alcançados. Os requisitos testados no projeto incluíram a efetividade na detecção de queda, a sincronização dos dispositivos e uma interface de usuário acessível. Os ciclos de teste tiveram início quando a programação dos circuitos estava concluída, encerrando-se com o término do projeto. O formato dos testes compreendeu:

8.1. Teste de funcionalidade

Consistiu na avaliação da capacidade dos dispositivos em detectar risco ou ocorrência de quedas. Para o dispositivo fixo, que implementa o sensor de movimento infravermelho, foi testada sua sensibilidade e se era capaz de distinguir a presença e ausência de um corpo no seu raio de detecção, o que neste contexto representa o risco de queda.

Já para o dispositivo móvel, que implementa o sensor de aceleração, foi utilizado um mecanismo de simulação de quedas desenvolvido para esse propósito, representado na Figura 26.

Figura 26 - Simulador de queda



Fonte: autoria própria

Como o identificador de quedas se baseia na aceleração, é necessário que seja aplicada certa força no mecanismo para que seja atingida a aceleração inicialmente configurada como queda, a qual através dos testes, pôde ser gradualmente ajustada.

8.2. Teste de sincronização

Consistiu na avaliação da sincronização do sistema, envolvendo todos os componentes do projeto, com o objetivo de garantir um tempo de resposta aceitável e uma comunicação eficiente entre os dispositivos. Esses testes incluíram simulações de interações com o aplicativo, enquanto observava-se o fluxo de informações entre os dispositivos por meio do servidor broker HiveMQ. Essa abordagem proporcionou uma validação abrangente da integração e da sincronização do sistema.

8.3. Teste de compatibilidade

Consistiu na verificação do desempenho do aplicativo em diferentes dispositivos simulados, possível utilizando o Device Preview, uma extensão incorporada ao ambiente de desenvolvimento Flutter, que permite visualizar e testar como o aplicativo será exibido em diferentes telas, resoluções e sistemas operacionais. Nesse contexto, o aplicativo pôde ser testado e ajustado de forma a ser consistente para a maioria dos dispositivos iOS e Android, bem como para os sistemas operacionais Windows, MacOs e Linux, com exceção de tablets com tamanhos excepcionais. Além disso, o aplicativo também foi testado em um dispositivo físico Android, para validar seu desempenho no mundo real.

8.4. Teste de interface/usabilidade

Os testes de interface e usabilidade envolveram a avaliação do aplicativo, incluindo opções de menu, botões, texto e navegação, com o objetivo de proporcionar uma experiência positiva para os usuários. Essas avaliações foram conduzidas pelos desenvolvedores, com valioso feedback proveniente da comunidade universitária, incluindo alunos e professores colaboradores. O processo iterativo resultou em melhorias contínuas, assegurando uma experiência de usuário intuitiva e eficiente.

9. RESULTADOS OBTIDOS

Ao término do projeto obteve-se o sistema de assistência ao idoso, composto pelo aplicativo e três dispositivos assistentes, os quais são apresentados nesta seção.

9.1. Aplicativo

O aplicativo final foi desenvolvido utilizando o framework Flutter. As imagens e ícones utilizados foram obtidos do Flat Icon, um repositório de imagens vetoriais gratuitas, contribuindo para a criação de uma interface intuitiva e funcional. As telas iniciais do aplicativo estão exemplificadas na Figura 27.

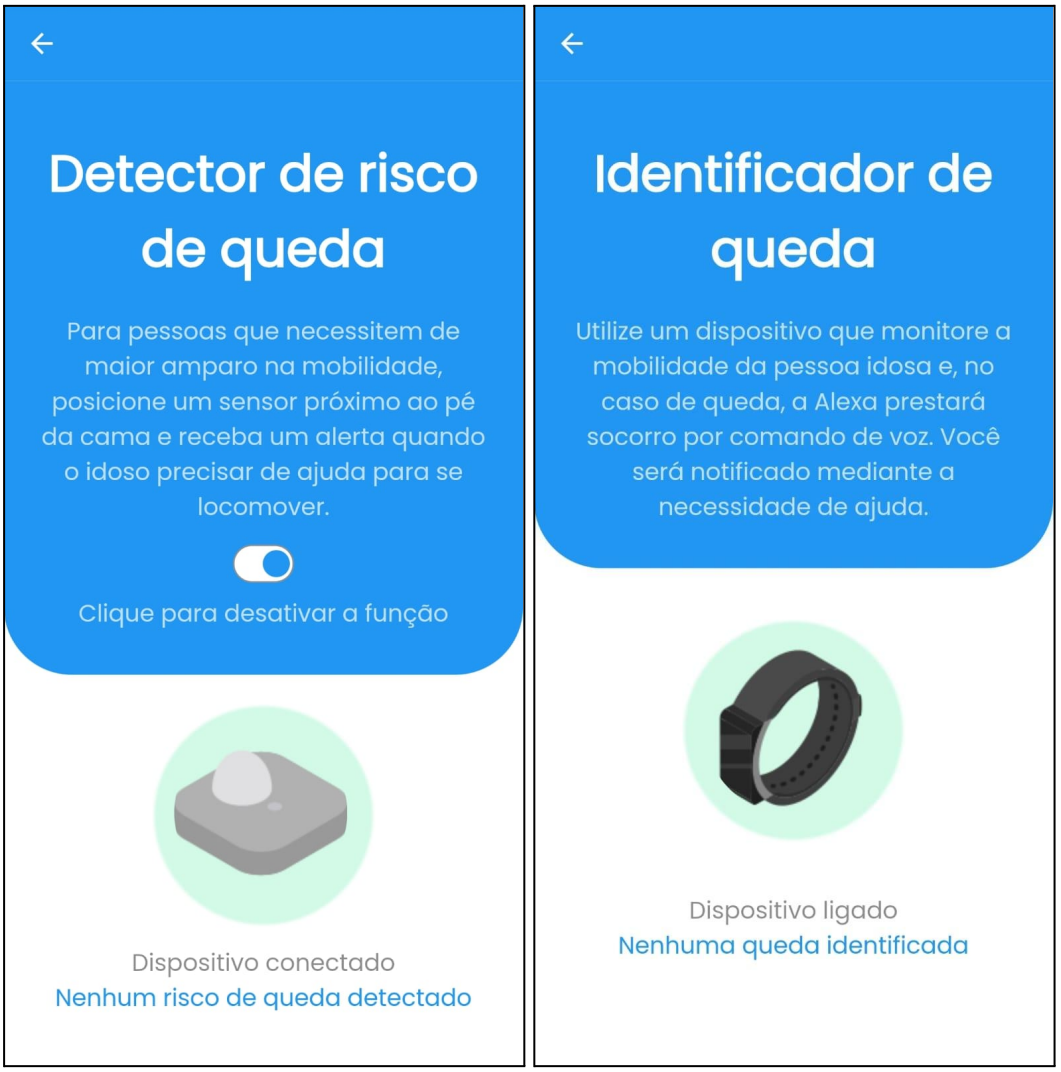
Figura 27 - Telas de início e menu



Fonte: autoria própria

As telas das funções referentes à detecção do risco de queda e identificação da ocorrência de queda estão apresentadas na Figura 28.

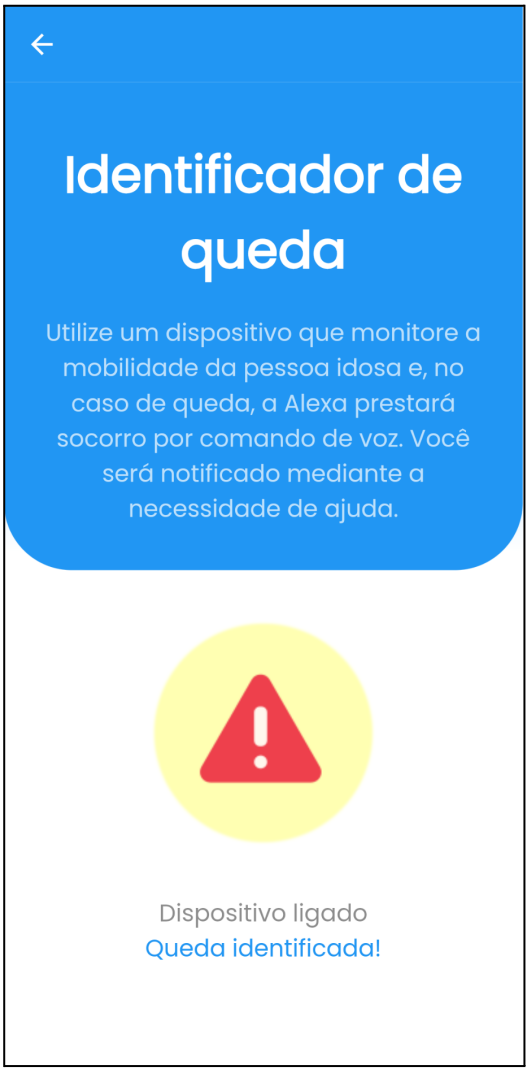
Figura 28 - Telas das funções de queda



Fonte: autoria própria

As telas exibem a cor verde para indicar que o dispositivo está ligado e conectado ao servidor broker, a cor vermelha para sinalizar a ausência de comunicação com o dispositivo, e a cor amarela para indicar a detecção de queda, como é representado na Figura 29.

Figura 29 - Tela de queda detectada

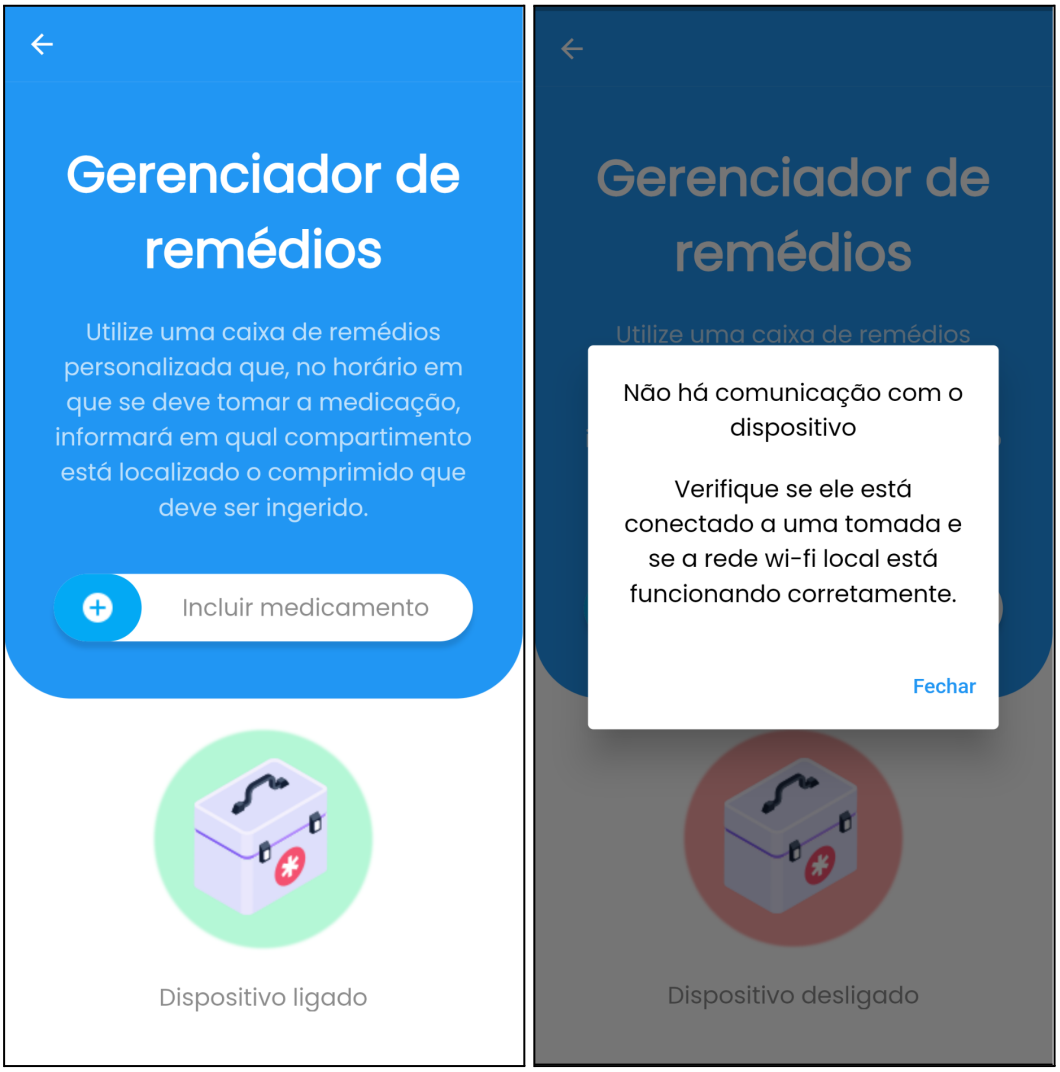


Fonte: autoria própria

No caso do sensor PIR, a função pode ser ativada ou desativada. No que se refere ao identificador de queda, dado que o dispositivo é alimentado por uma fonte de energia móvel, é aconselhável desligá-lo quando não estiver em uso, visando economizar energia. Sempre que estiver ligado, ele enviará automaticamente seus estados para o servidor broker.

Não diferentemente, o gerenciador de remédios possui essa representação de estado e a caixa só pode ser configurada se o dispositivo estiver ligado, como apresentado na Figura 30.

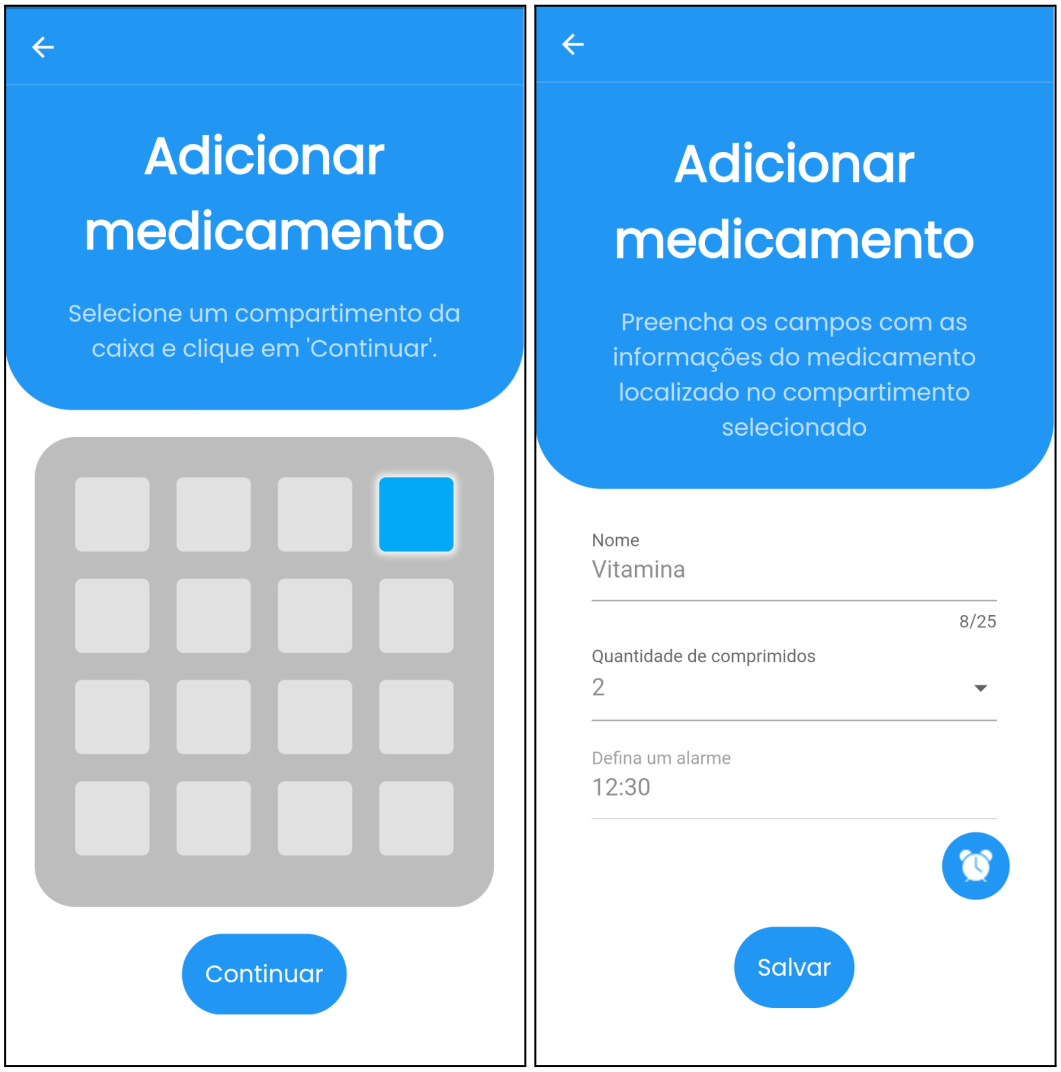
Figura 30 - Tela do gerenciador de remédios



Fonte: autoria própria

As telas referentes à seleção de um compartimento da caixa e inclusão de um medicamento estão apresentadas na Figura 31.

Figura 31 - Telas de adição de medicamento



Fonte: autoria própria

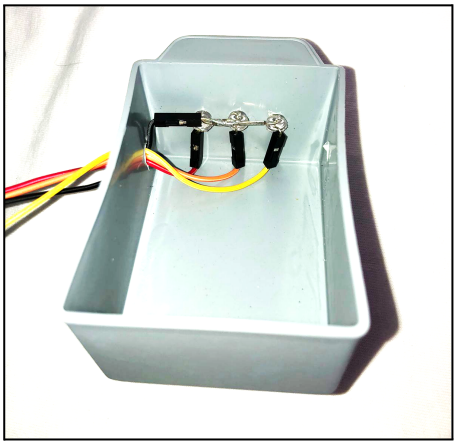
9.2. Dispositivos Assistentes

O projeto alcançou êxito na construção e programação dos dispositivos referentes às três funcionalidades propostas. Todos os controladores se integram com a Alexa por meio de gatilhos que acionados executam ações de pronúncia de voz para os lembretes e alertas.

Apesar da plena operação dos componentes, ainda entende-se que há determinadas limitações que futuramente podem ser ajustadas. Por exemplo, no dispositivo relacionado a detecção de quedas, a função de cálculo de queda necessita de ajustes através da programação do microcontrolador.

Outro fator passível de melhorias é a quantidade de fios utilizados na caixa de medicamentos. Como os leds necessitam de controle individual, eles precisam ser energizados paralelamente, embora ainda se possa reduzir a quantidade de fios de aterramento para 1. Assim, cada compartimento aloca três leds que demandam 4 ligações de fios condutores, conforme mostra a Figura 32.

Figura 32 - Fios do compartimento



Fonte: autoria própria

Para acomodar todos os fios resultantes das ligações necessárias, foi utilizada uma caixa de MDF, como mostra a Figura 33.

Figura 33 - Caixa externa de MDF



Fonte: autoria própria

Quanto ao sensor PIR, sua capacidade de detecção de movimento, baseada em alterações no padrão de radiação infravermelha provocadas por fontes de calor, como seres humanos, é bastante suscetível a interferências. Leituras imprecisas podem surgir devido a fontes externas de calor, mudanças bruscas de temperatura, superfícies reflexivas, obstruções físicas e instalação inadequada. Para minimizar tais interferências, torna-se necessário ajustar a sensibilidade do sensor e considerar o ambiente específico em que estiver instalado. Uma compreensão aprofundada das possíveis fontes de interferência e a combinação de sensores diferentes, como sensores de movimento e sensores de luz, poderia ajudar a melhorar a sua precisão e reduzir falsos positivos.

9.3. Orçamento

O projeto foi concebido com a integração de dispositivos tecnológicos, visando criar um ambiente propício para a assistência aos idosos. Uma prioridade fundamental era assegurar que, ao concluir o projeto, este fosse flexível o suficiente para se adaptar às peculiaridades e necessidades individuais de cada idoso, tornando-se assim útil para uma ampla variedade de usuários. Graças à sua modularidade, o hardware relacionado a cada funcionalidade pode ser adquirido de acordo com as demandas específicas do dia a dia de cada idoso. Por exemplo, para aqueles com mobilidade totalmente comprometida, a funcionalidade de monitoramento de risco e detecção de queda pode não ser necessária.

Neste contexto, a ênfase foi colocada na oferta das três funcionalidades a custos de implementação reduzidos, quando comparados aos gastos que uma pessoa teria ao adquirir separadamente produtos já existentes no mercado para atender às mesmas funcionalidades. O objetivo central foi abranger diversos segmentos da população, conforme orçamento destacado no Quadro 2.

Quadro 2 - Orçamento

Especificação	Quantidade	Valor Unitário (R$)	Valor total (R$)
Cabo para energia esp	2	14,90	29,80
Caixa plástica gaveteiro	1	25,78	25,78
Conjunto de jumpers (20 cm)	1	16,14	16,14
Conjunto de jumpers (40 cm)	1	14,86	14,86
Conjunto expansores de porta (5 unidades)	1	14,79	14,79
ESP32	3	32,99	98,97
Mini Protoboard	7	0,75	5,25
Módulo Shield Duplo Bateria 18650	1	69,80	69,80
MPU6050	1	19,00	19,00
Pacote leds (100 unidades)	1	11,16	11,16
Resistores (100 unidades)	1	4,00	22,85
Sensor PIR	1	15,99	15,99
Valor total do projeto: R$ 344,39			

Fonte: autoria própria

10. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao longo do projeto, tornou-se evidente a importância de focar na assistência e promoção da qualidade de vida da população idosa como objeto de estudo. É importante combater o estigma frequentemente associado à classe idosa, reconhecendo sua contribuição para a sociedade, inclusive na construção do conhecimento que sustenta os avanços atuais. Assim, é responsabilidade social garantir que os idosos tenham acesso a uma vida plena.

Nesse contexto, este trabalho propôs a implementação do SeniorCare, um sistema de auxílio para cuidadores e/ou responsáveis por idosos, através do desenvolvimento e integração de dispositivos IoT e aplicativo móvel. Para alcançar os objetivos deste projeto, foram identificados e analisados problemas recorrentes na população idosa, traçadas estratégias e implementados meios tecnológicos para auxiliar os usuários em sua missão de prestar cuidados a essa classe, buscando manter um custo acessível.

Assim, este trabalho atingiu o objetivo estabelecido, que foi o de propor, projetar e implementar um sistema de tecnologias assistivas no que resultou em um aplicativo com usabilidade, desempenho e design satisfatórios, além de funcionalidades relevantes. O SeniorCare é funcionalmente eficiente e viável devido ao seu formato modular. Isso significa que adicionar ou remover partes não compromete a estrutura principal do projeto; pelo contrário, permite sua adaptação a diferentes situações e formas de uso.

No entanto, é importante destacar que, dada a complexidade e limitações do trabalho, há espaço para contribuições adicionais em pesquisas futuras. Por exemplo, a combinação dos dados do sensor MPU com técnicas de *machine learning* pode aprimorar a precisão, aumentando a capacidade de distinguir entre atividades normais e situações de queda. Além disso, a escalabilidade do sistema é um aspecto passível de melhorias. O sistema atual suporta apenas um dispositivo de cada funcionalidade, mas há potencial para sua implementação em cenários nos quais um cuidador é responsável por mais idosos. Para isso, o sistema deve ser adaptado para oferecer suporte a múltiplos dispositivos mantidos pelo aplicativo.

Dessa forma, em busca de enriquecer o repertório de trabalhos relacionados a este campo, convidamos os colegas acadêmicos a explorar este trabalho, trazendo novas perspectivas que contribuam para o avanço contínuo nesta área.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Saúde Suplementar. **Plano de cuidado para idosos na saúde suplementar**. Rio de Janeiro: Ministério da Saúde. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/plano_cuidado_idosos.pdf. Acesso em: 19 abr. 2023.

BRASIL. Ministério da Saúde. Instituto Nacional de Traumatologia e Ortopedia. **Como reduzir quedas no idoso**, 2015. Disponível em: https://www.into.saude.gov.br/lista-dicas-dos-especialistas/186-quedas-e-inflamacoes/272-como-reduzir-quedas-no-idoso#:~:text=Estima-se%20que%20há%20uma,de%20quedas%20é%20de%2050%25. Acesso em: 12 abr. 2023.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. **Plano de Ações Estratégicas para o Enfrentamento das Doenças Crônicas e Agravos não Transmissíveis no Brasil 2021-2030.** Brasília: Ministério da Saúde, 2021. Disponível em: http://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/plano_enfrentamento_doencas_cronicas_agravos_2021_2030.pdf. Acesso em: 1 dez. 2023.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde Departamento de Ações Programáticas e Estratégicas. **Orientações técnicas para a implementação de Linha de Cuidado para Atenção Integral à Saúde da Pessoa Idosa no Sistema Único de Saúde – SUS**. Brasília: Ministério da Saúde, 2018. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/linha_cuidado_atencao_pessoa_idosa.pdf. Acesso em: 19 abr. 2023.

BRASIL. Lei nº 10741, de 1 de outubro de 2003. **Estatuto da Pessoa Idosa**. Brasília, DF, 2003.

COMUNICAÇÃO, Secretaria Especial. **Registros de quedas entre idosos aumentam quase 35% em um ano**. Cidade de São Paulo, 2023. Disponível em: https://www.capital.sp.gov.br/noticia/registros-de-quedas-entre-idosos-aumentam-quase-35-em-um-ano. Acesso em: 18 de Abril de 2023.

DE OLIVEIRA, Fellipe Soares. **Funcionamento do aplicativo Detecção de Queda**. Brasil: Fellipe Soares de Oliveira, 2022. 1 vídeo (1 min). Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=Um54EnFFB74&t=1s. Acesso em: 15 abr. 2023.

DEPARTAMENTO DE ASSUNTOS ECONÔMICOS E SOCIAIS DAS NAÇÕES UNIDAS. **World Population Prospects 2022: summary of results**. New York: United Nations, 2022. 52 p. Disponível em: https://www.un.org/development/desa/pd/sites/www.un.org.development.desa.pd/files/wpp2022_summary_of_results.pdf. Acesso em: 10 abr. 2023.

ELLIEGRID. **Never Miss Your Pills Again!** 2023. Disponível em: https://elliegrid.com/. Acesso em. Acesso em: 15 abr. 2023.

FICHMAN, Helenice Charchat *et al.* **Declínio da capacidade cognitiva durante o envelhecimento.** Braz J Psychiatry, São Paulo, v. 27, n. 1, p. 79-82, mar. 2005.

Disponível em: https://www.scielo.br/j/rbp/a/WBDkkGMcjf9Jcpcn3HfhmjQ/. Acesso em 1 dez. 2023.

FLAT ICON. Disponível em: https://www.flaticon.com. Acesso em: 13 set. 2023.

GADELHA, Ylanna et al. **Longevidade: a importância da autonomia**. Congresso Internacional de Envelhecimento Humano. Editora Realize Disponível em: https://www.editorarealize.com.br/editora/anais/cieh/2019/TRABALHO_EV125_MD4_SA2_ID1130_06062019121230.pdf. Acesso em: 13 jul. 2023.

GIL, Antônio Carlos. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 1991. Disponível em: https://sgcd.fc.unesp.br/Home/helber-freitas/tcci/gil_como_elaborar_projetos_de_pesquisa_-anto.pdf. Acesso em: 25 out. 2023.

IBGE. Diretoria de Pesquisas. Coordenação de População e Indicadores Sociais. Gerência de Estudos e Análises da Dinâmica Demográfica. **Projeção da população do Brasil por sexo e idade para o período 2010-2060**, 2013. Disponível em: https://ftp.ibge.gov.br/Projecao_da_Populacao/Projecao_da_Populacao_2013/nota_metodologica_2013.pdf. Acesso em: 12 jul. 2023.

IBGE. **Pesquisa Nacional de Saúde 2013: percepção do estado de saúde, estilos de vida e doenças crônicas.** Brasil, grandes regiões e unidades da federação. Rio de Janeiro: IBGE; 2013. Disponível em: www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/pns/2013. Acesso em: 1 dez. 2023.

IBGE (Brasil). **Em 2019, expectativa de vida era de 76,6 anos**. 2020. Disponível em: https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-sala-de-imprensa/2013-agencia-de-noticias/releases/29502-em-2019-expectativa-de-vida-era-de-76-6-anos. Acesso em: 10 out. 2023.

LIMA-COSTA, M. F. et al. **Cuidado informal e remunerado aos idosos no Brasil (Pesquisa Nacional de Saúde, 2013)**. Rev. Saúde Pública, v. 51, p. 1s-6s, 2017. Supl. Disponível em: https://rsp.fsp.usp.br/wp-content/plugins/xml-to-html/include/lens/index.php/?xml=0034-8910-rsp-S1518-87872017051000013.xml. Acesso em: 1 dez. 2023.

MEDELERT. **Automatic Pill Dispenser Better Pill Management**. Disponível em: https://www.medelert.com/. Acesso em: 15 abr. 2023.

MEIRELLES, Fernando S. **Pesquisa do Uso da TI - Tecnologia de Informação nas Empresas**, FGVcia. FGV EAESP - Centro de Tecnologia de Informação Aplicada, 2022. Disponível em: https://eaesp.fgv.br/sites/eaesp.fgv.br/files/u68/fgvcia_pes_ti_2022_-_relatorio.pdf. Acesso em: 19 abr. 2023.

OLIVEIRA, Fellipe Soares. **Funcionamento do aplicativo detecção de queda**. YouTube, 2022. Disponível em: https://www.youtube.com/shorts/dednEQaWoRk. Acesso em: 15 abr. 2023.

OMS. ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DE SAÚDE. Diretora-Geral. **Relatório Mundial de Envelhecimento e Saúde**. [S. L.]: OMS, 2015. Disponível em:

https://sbgg.org.br/wp-content/uploads/2015/10/OMS-ENVELHECIMENTO-2015-port.pdf. Acesso em: 25 nov. 2023.

PERRACINI, Monica Rodrigues. **Prevenção e manejo de quedas no idoso.** Disponível em: https://www.nescon.medicina.ufmg.br/biblioteca/imagem/artigo_prevencao_e_manejo_de_quedas_no_idoso_-_monica_rodrigues_perracini.pdf. Acesso em 12 de Abril de 2023.

ROLL-HANSEN, Nils. **Why the distinction between basic (theoretical) and applied (practical) research is important in the politics of science**. Londres: Contingency And Dissent In Science Project Centre For Philosophy Of Natural And Social Science, 2009.

ROSA, Daniel Lemos. **O que é Arduino?**. Usinainfo, 2017. Disponível em: https://www.usinainfo.com.br/blog/o-que-e-arduino/#:~:text=A%20programação%20é%20feita%20por,devidamente%20transferidos%20até%20a%20placa. Acesso em: 19 abr. 2023.

SANTOS, Wellington Alves. **Solução para Detecção e Alerta de Quedas com Hardware de Baixo Custo.** Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) - Graduação em Engenharia de Computação, Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Escola Politécnica, Goiânia, 2022. Disponível em: https://repositorio.pucgoias.edu.br/jspui/bitstream/123456789/4355/1/TCC%20II%20-%20Wellington%20Alves%20dos%20Santos.pdf . Acesso em: 15 ago. 2023.

SMARTCAREGIVER. **TL-5102MP: Motion Paging System**. Disponível em: https://smartcaregiver.com/tl-5102mp/. Acesso em: 15 abr. 2023.

SMART CAREGIVER. **Smart Caregiver Motion Sensor and Pager**. 2023. Disponível em: https://www.amazon.com.br/Sensor-movimento-Smart-CAREGIVER-TL-5102MP/dp/B008BMASJM. Acesso em: 15 abr. 2023.

SUPPORT APPLE. **Usar a Detecção de Queda no Apple Watch**. Disponível em: https://support.apple.com/pt-br/HT208944. Acesso em: 15 abr. 2023.