

TA1C7	PROPOSTA DE TRABALHO
--------------	-----------------------------

TÍTULO: Dispositivo de Segurança Inteligente para Monitoramento (DSIM)

AUTORES: Flávia Alessandra Elugo da Silva e Gabriella Pereira de Moraes

ORIENTADOR: Francisco Diego Garrido da Silva

COORIENTADOR: Claudio Haruo Yamamoto

1. RESUMO

O presente trabalho propõe o desenvolvimento de um Dispositivo de Segurança Inteligente para Monitoramento (DSIM), com foco na monitoração contínua dos sinais vitais de idosos, visando aumentar sua autonomia e segurança. O dispositivo será capaz de medir parâmetros vitais como frequência cardíaca, temperatura corporal e níveis de oxigenação. Além disso, inclui funcionalidades de segurança como detecção de quedas, botão de pânico e rastreamento em tempo real via GPS. Esses dados serão transmitidos de forma contínua a um aplicativo móvel, no qual cuidadores poderão monitorar em tempo real a saúde do idoso, recebendo alertas em caso de anomalias nos sinais vitais ou situações de emergência, como quedas ou acionamento do botão de pânico. A proposta visa não apenas melhorar a qualidade de vida dos idosos, mas também otimizar o trabalho de cuidadores e profissionais de saúde, facilitando a intervenção rápida e precisa em situações de risco.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Em 2023, a expectativa de vida brasileira atingiu 76,4 anos de acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), porém entre 2019 e 2021, a expectativa de vida sofreu uma queda acentuada devido à pandemia de COVID-19, passando de 76,2 anos (2019) para 74,8 anos (2020) e então 72,8 anos (2021), o que acarretou em um aumento significativo no envelhecimento populacional ao longo dos anos (Gomes, 2024).

Consequentemente, o número de denúncias por abandono de idosos também cresceu em 855% em 2023, analisado pelo Ministério dos Direitos Humanos e da Cidadania. Além do aumento no abandono, registraram-se também maiores índices de outros tipos de violação, como a negligência, violência psicológica e violência física (G1, 2023).

Observando os dados mencionados, pode-se concluir que o envelhecimento populacional crescente apresenta um desafio significativo para a vida do idoso, especialmente no que se refere à manutenção da saúde e segurança dos idosos. Exigindo que casas de repouso atendam a uma demanda crescente, tornando crucial a otimização de atividades assistenciais, desenvolvendo e padronizando

métodos de monitoramento domiciliar, tanto para ajudar famílias quanto para auxiliar os asilos, justifica mais pesquisas sobre o uso desses aparelhos.

Tal como a proposta teórica de prototipagem para auxílio no monitoramento desenvolvida por Borges (2024), que utiliza uma tecnologia com automação para acorrer profissionais da saúde no monitoramento de alguns parâmetros médicos, como alarme de parâmetros vitais como frequência cardíaca, oximetria de pulso e temperatura corporal que são frequentemente requisitados para esses casos. Entretanto, há barreiras, principalmente na adaptação de idosos à tecnologia, por isso o estudo de Bernardes (2016), que acompanhou 150 idosos de ambos os sexos, portadores de doenças crônicas, com média de idade de 72 anos, usando de aparelhos para monitoramento de saúde acaba por concluir que a maioria dos pacientes preferem a utilização de aparelhos monitores, corroborando com a viabilidade de soluções práticas como o uso pulseiras inteligentes, que combina praticidade com funcionalidade.

De acordo com Bernardes (2016, p. 63):

"[...]os participantes são favoráveis às ações de monitoramento domiciliar da saúde, com concordância de mais de 80% quanto à facilidade no cotidiano que estas ações proporcionam por evitar a ida ao serviço de saúde, além da facilidade na compreensão e manuseio dos aparelhos."

No entanto, a fim de atender vários hábitos de vida, tornar esses dispositivos mais acessíveis e adaptados a padrões pré-estabelecidos, é preciso avaliar todas as necessidades que idosos vivenciam, como as quedas, segundo os dados do Instituto Nacional de Traumatologia e Ortopedia, idosos acima de 80 anos têm uma taxa anual de quedas de 40%, o que pode resultar em sérias complicações físicas e psicológicas (Brasil, 2022).

Em meio a complicações, uma possível solução para resolver o problema seria através de um dispositivo que detecta situações de risco, e então envia um tipo de alarme que reduz o tempo de chegada de socorro, em situações mais delicadas, como observado no dispositivo eletrônico vestível criado por Campos (2017), que propôs um equipamento eletrônico eficiente em formato de cinto, que detecta quedas. A partir dos resultados desse trabalho, é possível concluir que se trata de um projeto simples e eficiente, mas que necessita de melhorias e funções adicionais.

Nesse contexto, o objetivo deste trabalho é propor uma alternativa aos projetos e pesquisas supracitadas, optando por uma pulseira, que acaba se tornando muito mais confortável e de fácil acesso. Sabe-se que é um mercado em expansão e que desde de 2016 há uma crescente procura de sistemas de monitoramento para idosos (Rodrigues, 2017).

Levando em consideração que a população está cada vez mais velha como foi citado anteriormente, uma questão que acompanha o envelhecimento é uma doença extremamente preocupante que vem sendo cada vez mais mencionada.

De acordo com Agência Gov (2023):

"A Doença de Alzheimer é uma condição neurodegenerativa progressiva e incurável que afeta principalmente indivíduos

acima de 65 anos. Essa enfermidade compromete diversas funções cognitivas, incluindo memória, linguagem, raciocínio, humor, comportamento e percepção do mundo, impactando significativamente a qualidade de vida dos pacientes e de seus familiares.”

Dentre os desafios enfrentados pelos cuidadores e familiares de pessoas com Alzheimer, a segurança do idoso se destaca como uma preocupação central. O estudo conduzido por Marins, Hansel e Silva (2016) analisou as mudanças comportamentais associadas à doença e seus impactos na rotina dos cuidadores. Entre os eventos mais críticos relatados, destacam-se fugas, saídas desacompanhadas e episódios de desorientação, que representam um risco considerável tanto para os pacientes quanto para seus cuidadores.

Os dados levantados pela pesquisa indicam que mais de 80% dos cuidadores entrevistados relataram situações em que o idoso tentou sair de casa sozinho, caminhou sem rumo ou se colocou em perigo devido ao esquecimento, como deixar o gás aberto ou manipular fogo. Esses episódios reforçam a necessidade de estratégias eficazes para garantir a segurança dos idosos e reduzir a sobrecarga dos cuidadores (Marins; Hansel; Silva, 2016).

Nesse contexto, o avanço tecnológico tem possibilitado o desenvolvimento de dispositivos assistivos que contribuem para a segurança e o monitoramento dos pacientes com Alzheimer. A utilização de pulseiras equipadas com sistemas de rastreamento por GPS surge como uma solução inovadora e eficaz para mitigar esses riscos. Com esse tipo de tecnologia, os cuidadores podem acompanhar a localização do idoso.

3. OBJETIVOS

Objetivo Geral:

Desenvolver um dispositivo *wearable* inteligente integrado a um aplicativo móvel, para monitoramento contínuo dos sinais vitais de idosos e detecção de situações de emergência, visando aumentar a segurança e a autonomia dos usuários e otimizar o trabalho dos cuidadores.

Objetivos Específicos:

1. Implementar sensores de alta precisão para monitoramento de frequência cardíaca, temperatura corporal e oxigenação do sangue
2. Desenvolver um sistema de detecção automática de quedas com alerta em tempo real para o cuidador.
3. Integrar um módulo GPS para rastreamento de localização em tempo real.
4. Desenvolver um aplicativo móvel para monitoramento remoto dos dados vitais, com interface amigável e funcionalidade de gerenciamento de múltiplos usuários (cuidadores ou familiares).
5. Realizar testes de precisão para avaliar a funcionalidade dos sensores de sinais vitais e o desempenho do módulo GPS.
6. Validar o sistema por meio de testes de usabilidade com cuidadores.
7. Garantir que o sistema siga as normas de privacidade e segurança de dados como a LGPD (Lei Geral de Proteção de Dados).

DSIM - Dispositivo de segurança inteligente para monitoramento

Um dispositivo inteligente para o monitoramento contínuo de parâmetros vitais de idosos. Esse dispositivo visa atender tanto idosos que vivem sozinhos quanto aqueles em instituições, onde o acompanhamento constante de cuidadores pode ser limitado.

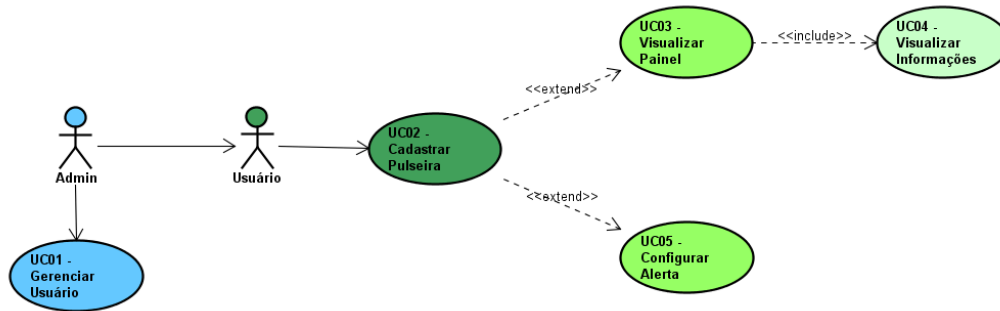


Figura 1 - Caso de uso. Fonte: Autoral

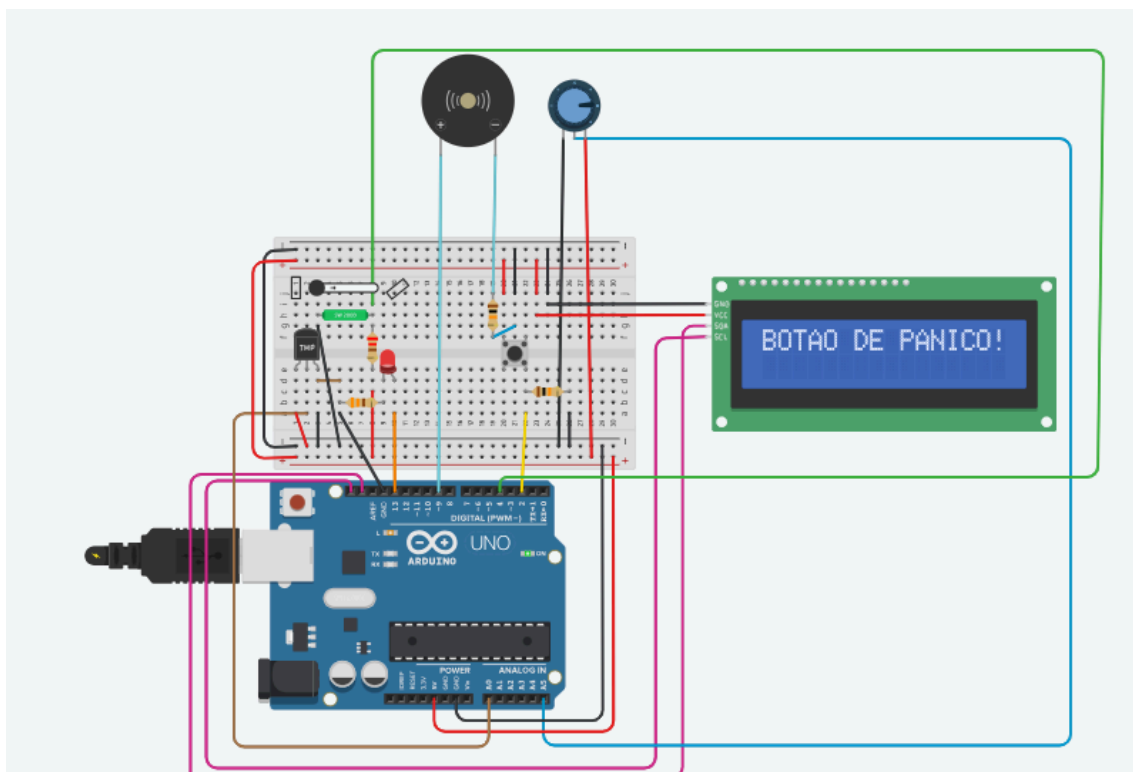


Figura 2 - Circuito Demonstrativo da Pulseira (Botão de Pânico). Fonte: Autoral

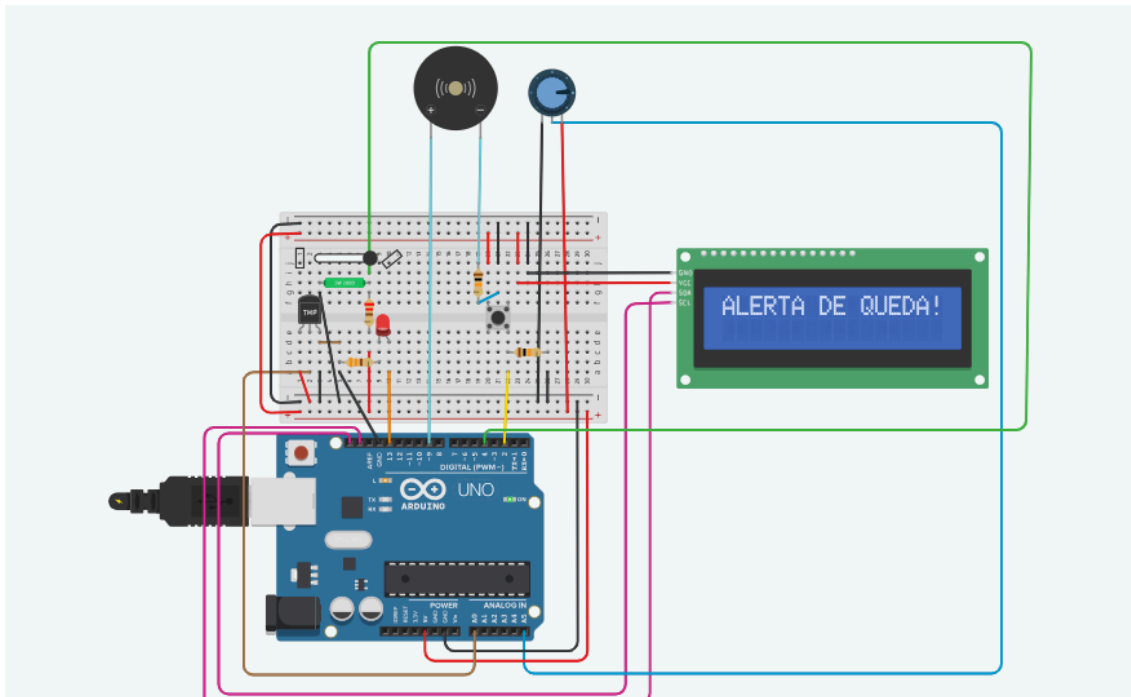


Figura 3 - Circuito Demonstrativo da Pulseira (Alerta de Queda). Fonte: Autoral

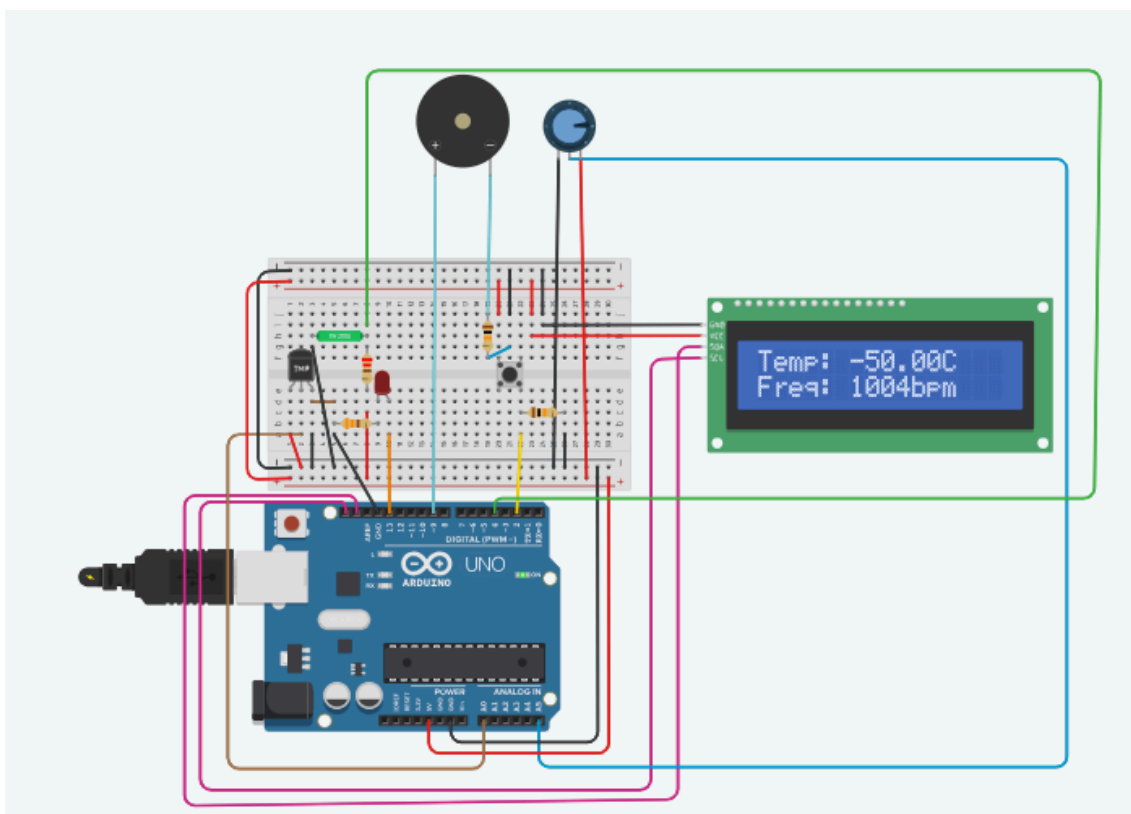


Figura 4 - Circuito Demonstrativo da Pulseira (Monitoramento Normal). Fonte: Autoral

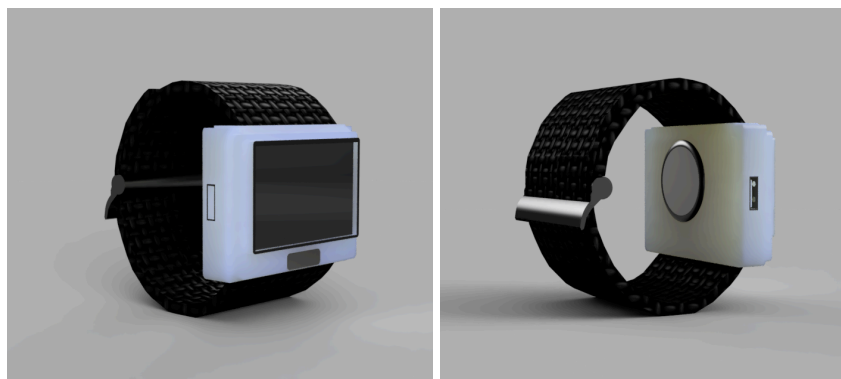


Figura 5 – Modelo 3D Pulseira desenvolvida pelo TinkerCad. Fonte: Autoral

4. MATERIAIS E MÉTODOS

Materiais, Equipamentos e Tecnologias Utilizadas

Para a implementação do projeto, será realizada a integração de diversos materiais, sensores, plataformas e tecnologias, com o objetivo de desenvolver uma solução portátil e eficiente voltada ao monitoramento de sinais vitais, localização e envio de alertas automáticos. Essa solução será especialmente útil em contextos voltados à saúde preventiva e ao atendimento de emergências médicas.

O sistema contará com sensores biomédicos essenciais, como o MAX30102, que utilizará a tecnologia de fotopletismografia (PPG) para medir a frequência cardíaca e a oxigenação do sangue (SpO_2), por meio de luz infravermelha. Como mostrado na Figura 4, o circuito apresenta o sistema de monitoramento da temperatura corporal, que utilizará o sensor MAX30205, reconhecido por sua alta precisão e capacidade de leitura em tempo real.

Para garantir a localização do usuário, será incorporado um módulo GPS, enquanto um módulo GSM será responsável pelo envio das coordenadas por SMS, permitindo que familiares ou cuidadores recebam alertas em situações críticas. Esse mecanismo de notificação automática será um dos principais diferenciais do projeto, reforçando seu caráter proativo.

O microcontrolador escolhido para centralizar o processamento e a comunicação será o ESP32, que oferecerá suporte tanto para *Wi-Fi* quanto para *Bluetooth*, viabilizando a troca contínua de informações entre o dispositivo e o aplicativo móvel. A alimentação do sistema será garantida por uma bateria Li-Po de 3000mAh, cuja recarga será gerenciada por um módulo TP4056 com proteção BMS, assegurando segurança contra sobrecargas e curtos-circuitos.

A detecção de movimentos bruscos e possíveis quedas será viabilizada pelo sensor MPU9250, que integra acelerômetro, giroscópio e magnetômetro em um único módulo, conforme ilustrado na Figura 3, ao identificar qualquer padrão específico de queda, a pulseira enviará automaticamente um alerta. Os dados capturados serão exibidos em tempo real em um *display* OLED, facilitando o monitoramento pelo usuário, conforme ilustrado na Figura 5, que apresenta o modelo da pulseira com design desenvolvido para máxima intuitividade.

A interação direta com o dispositivo será possível por meio de botões SMD e *switches*, que permitirão, por exemplo, o acionamento manual de alertas ou o desligamento do sistema. Além disso, o dispositivo contará com atuadores, como um motor de vibração DC e um buzzer piezoelétrico ativo, que funcionarão como

mecanismos de aviso tátil e sonoro, aumentando a eficiência na resposta a eventos detectados, como visto na Figura 2.

Todos os componentes serão organizados em uma placa de circuito impresso (PCB) compacta, utilizando *jumpers*, resistores e capacitores SMD, de modo a garantir uma montagem eficiente. A estrutura física do dispositivo será projetada em formato de pulseira, tornando o sistema discreto, portátil e confortável para o uso contínuo.

A prototipagem inicial do circuito eletrônico será feita na plataforma *TinkerCAD*, enquanto o design físico do dispositivo será modelado no *Autodesk Fusion 360*, visando ergonomia e estética. Para o design da interface do aplicativo, será utilizado o *Figma*, que permitirá a criação de um layout intuitivo e centrado no usuário.

O desenvolvimento do *website* utilizará, no *backend*, tecnologias como *Node.js* com *Express* e *Python* com *FastAPI*, garantindo uma estrutura escalável e de alto desempenho. Para armazenamento de dados, será empregado o *TimescaleDB* - otimizado para dados temporais - e o *Redis*, que atuará como sistema de *cache* para assegurar baixa latência nas respostas.

A comunicação em tempo real entre o dispositivo e o servidor será implementada com *Socket.io*, utilizando *WebSockets*, além da integração com o protocolo *MQTT*, adequado para aplicações *IoT*. A interface web será desenvolvida com *React.js*, permitindo uma visualização clara e dinâmica dos dados coletados.

Para auxiliar em todo o processo de desenvolvimento, serão utilizadas ferramentas como o *Astah*, para modelagem UML dos componentes do sistema; *Visual Studio* e *Arduino IDE*, para a escrita e teste de códigos; *Google Docs*, para documentação colaborativa; e o *GitHub*, para controle de versão e gerenciamento do repositório do projeto.

Estratégia Metodológica

A condução deste projeto será orientada por uma estratégia metodológica cuidadosamente planejada, visando garantir a construção de uma solução eficaz, funcional e adequada às necessidades reais do público-alvo. As etapas a seguir descrevem, de forma estruturada, as ações que serão realizadas durante o desenvolvimento da aplicação e do dispositivo de monitoramento.

A primeira etapa será o levantamento de requisitos, que incluirá uma pesquisa bibliográfica abrangente sobre tecnologias assistivas e dispositivos vestíveis voltados à saúde. Essa investigação será essencial para embasar tecnicamente o projeto e compreender as soluções já existentes no mercado. Paralelamente, será realizada uma análise das necessidades de cuidadores e idosos, buscando identificar demandas específicas relacionadas à saúde, mobilidade, comunicação e segurança. Essas informações irão nortear as decisões de projeto, tanto na parte de hardware quanto no desenvolvimento da interface do aplicativo.

Na sequência, será iniciado o desenvolvimento do *website*, que terá como foco a criação de uma interface intuitiva. Conforme ilustrado na Figura 1, estão previstos dois tipos de usuários: administrador e usuário comum. O administrador será responsável pelo gerenciamento dos usuários, que se resume na adição de familiares e cuidadores para o histórico do paciente, enquanto o usuário comum terá a função de cadastrar a pulseira e configurar alertas personalizados quando necessário. Além disso, o usuário poderá visualizar um painel que exibirá em

tempo real os sinais vitais e a localização. Para garantir o funcionamento eficiente da aplicação, será realizada a integração com uma API, permitindo tanto o armazenamento em tempo real dos dados monitorados quanto o envio automático de alertas em situações críticas.

Simultaneamente, será conduzido o desenvolvimento do dispositivo físico, o qual exigirá a integração dos sensores ao circuito eletrônico com base em uma arquitetura modular. O *hardware* será montado com base no microcontrolador ESP32 e será submetido a testes iniciais de precisão, tanto dos sensores biométricos quanto do módulo GPS, a fim de validar a confiabilidade das medições. Além disso, o sistema permitirá o monitoramento contínuo via SMS, por meio da integração com a plataforma *Twilio*, que será configurada para receber e processar mensagens SMS. Será implementado também um mecanismo de alertas em tempo real que será acionado em situações como quedas detectadas ou acionamento do botão de pânico.

Para lidar com o grande volume de dados gerados continuamente, será utilizado um banco de dados temporal, especificamente o *TimescaleDB*, que se destacará pela sua capacidade de lidar com séries temporais de forma eficiente. A estruturação e modelagem do banco de dados serão projetadas para permitir consultas rápidas e organização clara dos dados monitorados.

Na etapa seguinte, será realizada a fase de testes e validação, essencial para garantir o bom funcionamento do sistema como um todo. Serão conduzidos testes de campo para verificar a precisão dos sensores, a estabilidade da comunicação via rede e a confiabilidade do GPS. Também será feita uma avaliação da eficácia do sistema de alertas, considerando critérios como tempo de resposta, clareza da informação e utilidade da notificação para os cuidadores.

Por fim, será realizada a etapa de ajustes finais e refinamento do sistema, com base nos resultados obtidos durante os testes. Serão promovidas melhorias tanto no *hardware* quanto na interface do aplicativo, buscando aumentar a usabilidade, o desempenho e a confiabilidade geral da solução.

5. PLANO DE TRABALHO

METAS	DESCRIÇÃO
1	Levantamento de requisitos
2	Definir Escopo
3	Planejar o projeto
4	Especificar casos de uso
5	Especificar diagrama de classe
6	Entrega da proposta de trabalho
7	Estudar tecnologias
8	Preparar ambiente de desenvolvimento
9	Modelar casos de uso
10	Implementar FrontEnd dos casos de uso
11	Entrega do relatório de qualificação
12	Implementar BackEnd dos casos de uso

13	Implementar Banco de dados dos casos de uso
14	Testar casos de uso
15	Montagem do circuito
16	Implementação do arduino
17	Montagem da pulseira
18	Testar pulseira
19	Submissão de artigos (agosto - setembro)
20	Transição
21	Monografia
22	Apresentação banca
23	Entrega de documentos finais

Tabela 1 - Metas estabelecidas para a proposta.

METAS	MESES									
	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
1	X									
2	X									
3	X									
4	X									
5		X								
6		X								
7		X								
8		X								
9			X							
10			X							
11			X							
12				X						
13				X						
14					X					
15						X				
16						X				
17						X				
18						X				
19						X	X			
20							X			
21								X		
22									X	
23										X

Tabela 1 - Cronograma proposto para cumprimento das metas.

6. VIABILIDADE DE EXECUÇÃO

- **Equipamentos e Ferramentas:** Investimento em sensores de alta precisão e módulos de GPS, além de software para desenvolvimento do dispositivo e aplicativo.

- **Espaço:** O desenvolvimento do protótipo será realizado nos laboratórios do IFSP, para uso especificamente da impressora 3D a fim de realizar as impressões dos componentes da pulseira e a montagem do circuito da pulseira
- **Parcerias:** Colaboração com a TIM .
- **Apoio Técnico:** Acompanhamento do Orientador e de professores da Instituição.

7. RESULTADOS ESPERADOS E DISSEMINAÇÃO

Como resultado deste trabalho, espera-se o desenvolvimento de um dispositivo *wearable* multifuncional, capaz de realizar o monitoramento contínuo de dados fisiológicos e comportamentais, como frequência cardíaca, temperatura corporal, oxigenação sanguínea e detecção de movimentos anormais, como quedas. A integração desses sensores em um único sistema vestível permitirá o acompanhamento do estado de saúde do usuário, proporcionando respostas rápidas em situações de risco.

Paralelamente, será desenvolvido o website de monitoramento com interface acessível e intuitiva, projetado para que cuidadores e familiares possam acompanhar facilmente as informações captadas pelo dispositivo. A visualização clara dos dados, aliada à recepção de alertas automáticos em caso de emergência, contribuirá para uma maior segurança do usuário e tranquilidade dos responsáveis.

No que diz respeito à disseminação dos resultados, é necessário observar a margem de erro, como, por exemplo, a frequência de oxigenação - comparando o percentual entre um oxímetro e os sensores da pulseira -, buscando esse tipo de análise em geral, além de analisar os testes realizados e os principais resultados alcançados com o sistema proposto. Espera-se, então, a produção de um artigo científico que abordará o processo de desenvolvimento, essa publicação terá como objetivo compartilhar as contribuições do projeto com a comunidade acadêmica e tecnológica, promovendo discussões e avanços na área de tecnologias assistivas e dispositivos vestíveis voltados à saúde.

Por fim, todo o percurso do projeto será documentado em uma monografia que apresentará uma análise crítica e aprofundada dos resultados, das dificuldades enfrentadas ao longo do desenvolvimento e das possibilidades de melhorias futuras. Esse documento servirá como registro técnico e acadêmico da trajetória percorrida, consolidando os conhecimentos adquiridos e as contribuições proporcionadas pela pesquisa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

GOMES, Irene. **Em 2023, expectativa de vida chega aos 76,4 anos e supera patamar pré-pandemia.** 2024. Agência de Notícias - IBGE. Disponível em: <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2012-agencia-de-noticias/noticias/41984-em-2023-expectativa-de-vida-chega-aos-76-4-anos-e-supera-patamar-pre-pandemia>. Acesso em: 7 Apr. 2025.

G1. **Denúncias de abandono de idosos crescem 855% em 2023, aponta Ministério dos Direitos Humanos.** 2023. Disponível em: <https://g1.globo.com/politica/noticia/2023/06/19/denuncias-de-abandono-de-id>

[osos-crescem-855percent-em-2023-aponta-ministerio-dos-direitos-humanos.ghml](#). Acesso em: 7 abr. 2025.

BORGES, Guilherme Siquette et al. **Proposta teórica de prototipagem para auxílio no monitoramento e alarme de frequência cardíaca, oximetria e temperatura com foco em idosos em casas de repouso.** *Revista Contemporânea*, vol. 4, no. 4, 17 Abr. 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.56083/rcv4n4-096>. Acesso em: 17 mar. 2025.

BERNARDES, Marina Soares. **O monitoramento domiciliar das condições crônicas e a tomada de decisão por idosos diabéticos e hipertensos.** 2016. Dissertação (Mestrado em Bioengenharia) - Bioengenharia, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2016. <https://doi.org/10.11606/D.82.2016.tde-22062016-112424>. Acesso em: 12 fev. 2025.

BRASIL. GOV.BR. **Todos os anos, 40% dos idosos com 80 anos ou mais sofrem quedas:** medidas simples podem reduzir os riscos e proporcionar mais segurança à população idosa. 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/pt-br/noticias/saude-e-vigilancia-sanitaria/2022/10/todos-os-anos-40-dos-idosos-com-80-anos-ou-mais-sofrem-quedas>. Acesso em: 17 mar. 2025.

CAMPOS, Bruno Santos. **Dispositivo eletrônico vestível de monitoramento de idosos.** 2017. 70 f. Projeto de TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Elétrica, Centro Tecnológico, Universidade Federal do Espírito Santo. Vitória, 2017. Disponível em: https://ele.ufes.br/sites/engenhariaeletrica.ufes.br/files/field/anexo/bruno_s_campos.pdf. Acessado em: 7 mar. 2025

RODRIGUES, Márcia. **Monitorar idosos a distância, com pulseira e sensor de queda, vira negócio.** 2017. UOL Disponível em: <https://economia.uol.com.br/empreendedorismo/noticias/redacao/2017/01/27/monitorar-idosos-a-distancia-com-pulseira-e-sensor-de-queda-vira-negocio.htm>. Acesso em: 25 mar. 2025.

AGÊNCIA GOV. **Alzheimer: A condição afeta 1,2 milhão de pessoas no Brasil:** Tratamento especializado através do SUS garante qualidade de vida aos pacientes. Brasília: Agência Gov, 2023. Disponível em: <https://agenciagov.ebc.com.br/noticias/202310/alzheimer-condicao-afeta-1-2-milhao-de-pessoas-no-brasil>. Acesso em: 20 fev. 2025.

MARINS, Aline Miranda da Fonseca; HANSEL, Cristina Gonçalves; SILVA, Jaqueline da. **Mudanças de comportamento em idosos com Doença de Alzheimer e**

sobrecarga para o cuidador. Escola Anna Nery, Rio de Janeiro. Jun, 2016.
Disponível em: <https://doi.org/10.5935/1414-8145.20160048>. Acesso em: 9 mar. 2025.

Assinatura do(a) orientador(a): _____