

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA  
DE SÃO PAULO  
*CAMPUS* SALTO

FLÁVIA ALESSANDRA ELUGO DA SILVA,  
GABRIELLA PEREIRA MORAIS

**Dispositivo de Segurança Inteligente para Monitoramento: DSIM**

Salto  
2025

FLÁVIA ALESSANDRA ELUGO DA SILVA,  
GABRIELLA PEREIRA MORAIS

**Dispositivo de Segurança Inteligente para Monitoramento (DSIM)**

Relatório de Qualificação apresentado ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo – *Campus* Salto como parte dos requisitos da disciplina Supervisão de Trabalho Acadêmico I do curso de Ciência da Computação.

Orientador:  
Prof. Me. Francisco Diego Garrido da Silva

Coorientador:  
Prof. Dr. Claudio Haruo Yamamoto

Salto  
2025

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Variáveis e pontuação do Modified Early Warning Score. Fonte: Monzon e Boniatti.....	13
Figura 2 – Modelo 3D Pulseira. Fonte: Autoral.....	26
Figura 3 - Diagrama de Circuito da Pulseira. Fonte: Autoral.....	26
Figura 4 - Arquitetura do Sistema. Fonte: Autoral.....	27
Figura 5 - Caso de Uso. Fonte: Autoral.....	28
Figura 6 - Tela Inicial. Fonte: Autoral.....	29
Figura 7 - Tela de Monitoramento de Pacientes. Fonte: Autoral.....	29
Figura 8 - Tela de Informações do Paciente. Fonte: Autoral.....	30
Figura 9 - Circuito. Fonte: Autoral.....	32
Figura 10 - Monitor Serial. Fonte: Autoral.....	33
Figura 11 - Teste de envio de dados via PowerShell. Fonte: Autoral.....	34
Figura 12 - Aplicação web mostrando os dados recebidos. Fonte: Autoral.....	34

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1 - Sequência de metas. Fonte: Elaborada pelos autores, 2025.	35
Tabela 2 - Cronograma para o cumprimento das metas. Fonte: Elaborada pelos autores, 2025.	36

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

DSIM	Dispositivo de Segurança Inteligente para Monitoramento
AWC	Academic Working Capital
EWS	Early Warning Score
MEWS	Modified Early Warning Score
SSVV	Sinais Vitais
AWS	Amazon Web Services
VSCode	Visual Studios Code
MQTT	Message Queuing Telemetry Transport
HTTP	Hypertext Transfer Protocol
PCB	Printed Circuit Board
NoSQL	Not Only SQL
SMS	Short Message Service
IDE	Integrated Development Environment
IoT	Internet of Things
API	Application Programming Interface
HTML	HyperText Markup Language
GPS	Global Positioning System
IAM	Access Management
ACL	Access Control
SSL	Secure Socket Layer

# SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>6</b>
1.1. Apresentação da instituição.....	7
1.2. Apresentação do orientador.....	7
1.3. Apresentação do Coorientador.....	8
1.4. objetivos.....	8
1.4.1. Objetivos Gerais.....	8
1.4.2. Objetivos Específicos.....	9
<b>2 REVISÃO DA LITERATURA.....</b>	<b>10</b>
2.1 Monitoramento de Sinais Vitais.....	11
2.2 Quedas em Idosos.....	15
2.3 Botão de Pânico e Comunicação Emergencial.....	17
2.4 Localização e Desorientação Espacial.....	18
2.5 Autonomia, Qualidade de Vida e Impacto Familiar.....	20
2.6 Considerações sobre Escalabilidade e Segurança.....	21
<b>4 SOLUÇÃO ADOTADA.....</b>	<b>22</b>
4.1. Modelo da solução hardware.....	24
4.2. Modelo da solução aws.....	27
4.3. Modelo da solução web.....	28
4.4. Modelo da solução de teste.....	31
4.5. Modelo da solução de teste protótipo.....	31
<b>4 PLANEJAMENTO DE ATIVIDADES.....</b>	<b>35</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>37</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A crescente preocupação com a segurança de indivíduos em situações de risco, especialmente em ambientes urbanos, tem impulsionado o desenvolvimento de soluções tecnológicas voltadas à proteção pessoal. Casos recorrentes de desaparecimentos, agressões e acidentes reforçam a necessidade de dispositivos capazes de monitorar a integridade física, localização e sinais vitais de uma pessoa em tempo real. Esse cenário revela uma lacuna significativa no acesso a tecnologias acessíveis e eficazes para monitoramento individual e resposta rápida em casos emergenciais.

O presente trabalho se insere na área de sistemas embarcados e Internet das Coisas (IoT), com foco na aplicação de dispositivos vestíveis voltados à segurança pessoal. O projeto é desenvolvido no contexto acadêmico do curso de Ciência da Computação do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo – Campus Salto, durante o ano de 2025. O recorte temporal e geográfico evidencia a atualidade do problema e a necessidade de inovações tecnológicas que contribuam com a proteção da população, especialmente de grupos vulneráveis, como idosos.

A proposta consiste no desenvolvimento de um Dispositivo de Segurança Inteligente para Monitoramento (DSIM), que será integrado a uma pulseira capaz de aferir sinais vitais, identificar localização geográfica via Global Positioning System (GPS), detectar movimentações anômalas (como quedas ou ausência de movimento) e emitir alertas automáticos por meio de uma plataforma web. A pergunta norteadora do projeto é: *como um dispositivo vestível pode contribuir para o monitoramento em tempo real e a resposta rápida em situações de risco à integridade de indivíduos?*

Dessa forma, o trabalho busca explorar soluções tecnológicas viáveis e de baixo custo que possibilitem a coleta, transmissão e análise de dados de forma eficiente e segura. A proposta visa contribuir com o avanço de tecnologias voltadas à segurança pessoal e com a formação de profissionais capacitados a desenvolver sistemas computacionais que integrem hardware, software e comunicação em tempo real.

### **1.1. APRESENTAÇÃO DA INSTITUIÇÃO**

O Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo (IFSP), Campus Salto. Com razão social Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo e nome fantasia IFSP - Campus Salto, a instituição está localizada na Avenida dos Três Poderes, nº 375, Bairro Residencial Central Parque, CEP 13325-047, na cidade de Salto/SP.

Fundado em 29 de dezembro de 2008, o campus possui mais de 16 anos de atuação e encontra-se com situação cadastral ativa. Seu principal ramo de atividade é a educação profissional de nível tecnológico, oferecendo cursos de nível superior, técnico e cursos de licenciatura.

O IFSP – Campus Salto tem como missão promover a educação pública, gratuita e de qualidade, aliando ensino, pesquisa e extensão em benefício da comunidade local e regional.

Nosso projeto foi aceito e é patrocinado pelo programa Academic Working Capital (AWC), Instituto TIM , que foi fundado em 2013, dedicando-se ao desenvolvimento de soluções tecnológicas voltadas para inclusão digital e educação. Sua missão consiste em fomentar a criação de novas empresas inovadoras, as chamadas startups, por meio da elaboração de Trabalhos de Conclusão de Curso (TCCs) em instituições de ensino superior.

O programa está presente em cursos de graduação em diversas áreas, além de buscar complementar a formação teórica e técnica dos alunos com o desenvolvimento de competências empreendedoras, ampliando as oportunidades profissionais para além das carreiras acadêmicas e corporativas tradicionais.

### **1.2. APRESENTAÇÃO DO ORIENTADOR**

O presente Trabalho de Conclusão de Curso está sendo orientado pelo professor Francisco Diego Garrido da Silva, profissional com ampla experiência na área de informática, com mais de 15 anos de atuação nas áreas de Redes de Computadores, Programação Web e Gestão de Tecnologia da Informação. O professor é graduado em Engenharia da Computação, possui especialização em Redes de Computadores e em Administração de Empresas, além de ser mestre em Engenharia Mecânica.



Desde 2014, dedica-se ao magistério e atualmente exerce suas atividades no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo – IFSP, Campus Salto, como Coordenador de TI e Professor. Também desenvolve pesquisas voltadas às Tecnologias aplicadas à Educação, com ênfase no uso de Internet das Coisas (IoT) e Inteligência Artificial (IA) no contexto educacional.

### **1.3. APRESENTAÇÃO DO COORIENTADOR**

Este Trabalho de Conclusão de Curso está sendo desenvolvido sob a coorientação do professor Claudio Haruo Yamamoto, que possui graduação em Ciências da Computação pela Universidade Federal de Goiás (2001), mestrado em Ciência da Computação pela Universidade Federal de São Carlos (2003) e doutorado em Ciências no programa Ciências de Computação e Matemática Computacional pela Universidade de São Paulo (2009). Atualmente, é professor efetivo de Ensino Básico, Técnico e Tecnológico da área de Informática - Programação e Banco de Dados - do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo (IFSP). Tem experiência na área de Ciência da Computação, com ênfase em Banco de Dados, atuando principalmente nos seguintes temas: Projeto de Banco de Dados, Mineração de Dados, Visualização de Informação, Interação Humano-Computador e Estruturas de Dados.

### **1.4. OBJETIVOS**

#### **1.4.1. Objetivos Gerais**

Este trabalho tem como objetivo geral desenvolver uma solução tecnológica composta por uma pulseira inteligente e um sistema web integrado, com a finalidade de monitorar sinais vitais, localização e outras informações relevantes de usuários que se encontrem em situações de risco ou vulnerabilidade. A proposta visa proporcionar maior segurança e autonomia aos usuários, ao mesmo tempo em que oferece aos cuidadores e familiares uma ferramenta eficiente de acompanhamento em tempo real, contribuindo para uma resposta rápida em situações críticas e para a otimização do cuidado assistido.

#### 1.4.2.Objetivos Específicos

- Implementar sensores para monitoramento de frequência cardíaca, temperatura corporal e oxigenação do sangue:
  - Esta etapa visa integrar ao dispositivo sensores biomédicos confiáveis, capazes de coletar dados fisiológicos. A meta é garantir a obtenção de informações em tempo real, que permitam o acompanhamento contínuo do estado de saúde do usuário.
- Desenvolver um sistema de detecção automática de quedas com alerta em tempo real para o cuidador:
  - Pretendemos desenvolver um sistema que utiliza um sensor de acelerômetro, giroscópio e magnetômetro, que combinado com algoritmos capazes de identificar padrões abruptos de movimento ou ausência de movimento, aciona alertas imediatos via *Short Message Service (SMS)*.
- Integrar um módulo *GPS* para rastreamento de localização em tempo real:
  - Com o objetivo de aumentar a segurança do idoso em situações de desorientação espacial ou fuga, será incorporado ao dispositivo um módulo *GPS* que permite o rastreamento. A funcionalidade será útil tanto para o monitoramento de rotina, quanto em cenários de emergência.
- Desenvolver um aplicativo móvel para monitoramento remoto dos dados vitais, com interface amigável e funcionalidade de gerenciamento de múltiplos usuários:
  - O aplicativo será responsável por exibir os dados coletados pelo dispositivo *wearable*. Será projetado com foco em usabilidade, acessibilidade e clareza de informações. Além disso, permitirá o cadastro e gerenciamento de múltiplos cuidadores ou familiares, assegurando o acesso simultâneo e personalizado às informações de um ou mais usuários monitorados.
- Realizar testes de precisão para avaliar a funcionalidade dos sensores de sinais vitais e o desempenho do módulo *GPS*:
  - A validação técnica será realizada por meio de testes comparativos com instrumentos de referência, a fim de verificar a fidelidade e

estabilidade dos dados capturados pelos sensores. O desempenho do GPS será avaliado quanto à acurácia de localização, tempo de fixação do sinal e estabilidade em diferentes ambientes.

- Validar o sistema por meio de testes de usabilidade:
  - A validação do sistema ocorrerá através de testes realizados com as autoras do projeto, sem envolver pacientes externos, onde serão disponibilizados dados somente das autoras. Com o objetivo de avaliar o comportamento na prática do uso cotidiano do sistema, de forma que, com duas usuárias, uma ficará à mercê da pulseira e a outra monitorando em tempo real na página web.

## **2 REVISÃO DA LITERATURA**

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.

Levando em consideração que a população está cada vez mais velha como foi citado anteriormente, uma questão que acompanha o envelhecimento é a

crescente evolução de uma doença 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).

Nesta conjuntura, 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.

## **2.1 MONITORAMENTO DE SINAIS VITAIS**

A análise de diversos cenários evidencia a importância crucial do monitoramento de sinais vitais em idosos. Essa prática é fundamental tanto para a prevenção de ocorrências adversas quanto para evitar óbitos, especialmente após períodos de fragilidade. Fica claro que o monitoramento se torna essencial,

principalmente quando combinado com a definição de parâmetros específicos para a emissão de alertas.

O monitoramento contínuo desempenha um papel vital na prevenção de danos e na identificação precoce de eventos que possam comprometer a saúde do idoso. Conforme destaca Teixeira et al. (2015, p.2), "o intuito da avaliação seriada dos SSVV [Sinais Vitais] é contribuir na prevenção de danos e identificação precoce à ocorrência de eventos que possam afetar a qualidade das ações cuidativas". Os autores complementam que esta prática "auxilia na redução dos riscos, ao mínimo aceitável, de danos desnecessários associados à assistência à saúde [...] por meio do alcance da qualidade e da segurança do paciente" (Silva et al. 2022).

Apesar de sua importância, existem desafios a serem superados. Teixeira et al. (2015, p. 2) apontam que "a aferição e registro completos continuam sendo um grande desafio à equipe de enfermagem e aos serviços de saúde". Essas falhas podem comprometer a comunicação e a avaliação da eficácia das intervenções. Por isso, no cuidado à população idosa, é crucial que os profissionais estejam atentos a outros aspectos importantes do atendimento, conforme ressaltam os autores Teixeira et al, (2015, p. 2):

"considerem a observação e as relações paciente-profissional para além dos parâmetros tradicionais, devido à vulnerabilidade e especificidade associadas às mudanças decorrentes do envelhecimento"

O monitoramento também se mostra eficaz quando idosos enfrentam intercorrências clínicas. A utilização de escalas e parâmetros predefinidos permite analisar o risco e alertar cuidadores, enfermeiros ou familiares. No entanto, a ausência desse monitoramento pode acarretar sérias consequências, como alerta Vilela-Vilaça (2022, p. 2):

"a deterioração clínica [...] ocorre em decorrência da falta de monitoramento e registro adequado dos sinais vitais, o que dificulta o reconhecimento do processo de piora [...] ocasionando um aumento de PCR [Parada Cardiorrespiratória] e óbito no ambiente hospitalar".

Para mitigar esse risco, foram desenvolvidas as Early Warning Scores (EWS) ou Escalas de Alerta Precoce. Segundo Vilela-Vilaça et al. (2022, p. 3), essas são "ferramentas aplicadas à beira do leito, para sistematizar a monitorização e permitir a intervenção precoce no paciente". Essas escalas, em sua maioria, consideram um conjunto de parâmetros fisiológicos fundamentais, conforme descrevem os autores Vilela-Vilaça (2022, p. 3):

"incluem dados de sinais vitais como frequência respiratória (FR), frequência cardíaca (FC), pressão arterial sistólica (PAS), saturação periférica de oxigênio (SaO<sub>2</sub>), temperatura (T) e nível de consciência".

A pontuação resultante indica a gravidade do quadro e, em muitos casos, sugere ações imediatas, como avaliação profissional ou transferência para unidades de maior complexidade. Dessa forma, conforme apontam Vilela-Vilaça (2022, p. 12), o uso dessas escalas é essencial para antecipar situações críticas:

"o uso de escalas de alerta precoce com base em parâmetros fisiológicos permite detectar a deterioração clínica e avaliar o risco de eventos graves, tais como óbitos inesperados, parada cardiorrespiratória e transferências para leitos de UTI"

E então diante do EWS surgiu a aplicação do Modified Early Warning Score (MEWS), e a partir de dois estudos distintos é possível identificar seus efeitos positivos. O MEWS, ferramenta composta por cinco parâmetros fisiológicos, visa identificar pacientes com risco de deterioração clínica. O estudo de 2001 validou o MEWS em pacientes clínicos internados, demonstrando que escores  $\geq 5$  estavam associados a maior risco de óbito, admissão em UTI e HDU, concluindo sobre a facilidade de aplicação e identificação de pacientes que necessitam de maior nível de cuidado (Subbe et al, 2001).

O estudo de 2020 investigou a associação do MEWS pré-transferência da emergência para a enfermaria com óbito ou admissão na UTI em 30 dias. Realizado em uma população potencialmente de menor risco, identificou um ponto de corte MEWS  $\geq 2$  com melhor acurácia para prever os desfechos adversos, mostrando uma associação independente com a mortalidade em 30 dias (Monzon; Boniatti, 2020). Apesar da diferença temporal e dos contextos clínicos distintos, ambos os estudos confirmam a eficácia do MEWS na identificação de pacientes em risco de deterioração e desfechos graves, por isso escolhemos esse método para realizar a bateria de testes.

Variáveis	Escore						
	3	2	1	0	1	2	3
Frequência cardíaca (bpm)		$\leq 40$	41 - 50	51 - 100	101 - 110	111 - 120	$> 120$
Frequência respiratória (rpm)		$< 9$		9 - 14	15 - 20	21 - 29	$\geq 30$
Pressão arterial sistólica (mmHg)	$\leq 70$	71 - 80	81 - 100	101 - 199		$\geq 200$	
Nível de consciência				Alerta	Confuso	Resposta à dor	Inconsciente
Temperatura (°C)		$\leq 35$		35,1 - 37,8		$< 37,8$	

Figura 1 – Variáveis e pontuação do Modified Early Warning Score. Fonte: Monzon e Boniatti, 2020.

Portanto, a análise cuidadosa dos padrões dos sinais vitais e o estabelecimento de parâmetros de alerta, adaptados às necessidades individuais dos idosos, são ferramentas indispensáveis para promover a segurança e a qualidade no cuidado a essa população, sem contar que ter o histórico dessas mudanças torna-se extremamente essencial em cenários como esses citados.

Ao analisar o panorama de tecnologias disponíveis para o monitoramento de idosos, como os smartwatches, percebe-se que, embora ofereçam funcionalidades valiosas, elas apresentam limitações específicas. O Apple Watch, por exemplo, mesmo com seus recursos avançados de saúde, possui custo elevado. Diante desses desafios, justifica-se o desenvolvimento do projeto proposto, que busca oferecer monitoramento de saúde e resposta a emergências de forma integrada e acessível.

Por tais motivos, buscamos um Monitoramento Contínuo e Abrangente em Tempo Real. Priorizando o conforto do usuário, o dispositivo realiza o acompanhamento constante de sinais vitais. A importância deste monitoramento detalhado é crítica, especialmente considerando que estudos, como o de Teixeira et al. (2015) sobre internações de idosos, revelaram que 71% dos incidentes identificados eram referentes à anotação incompleta de sinais vitais, com uma omissão notável da frequência respiratória em quase 40% dos casos. A aferição incompleta dos sinais vitais, como destaca a literatura, pode interferir negativamente na evolução clínica. Além do monitoramento de sinais, é capaz de localizar o idoso via GPS, funcionalidade crucial caso ele se perca ou desorientado.

Em segundo lugar, dispomos de um Sistema de Alerta Inteligente e Multicamadas. A segurança é reforçada por um botão de pânico de fácil acionamento e pela detecção automática de quedas. Mais do que isso, a pulseira envia alarmes proativos sempre que identificar qualquer anomalia. Essas anomalias podem ser desencadeadas por quedas, pelo acionamento do botão de pânico ou por desvios nos sinais vitais que fujam dos padrões estabelecidos, que podem ser personalizados seguindo parâmetros de escalas reconhecidas, como o EWS (Early Warning Score) ou outros protocolos de avaliação de Sinais Vitais (SSVV) relevantes.

Mas o acréscimo significativo do projeto é a plataforma Web Integrada para Análise de Saúde Proativa. Nela, cuidadores e profissionais de saúde podem

visualizar todas essas informações em tempo real, acessar históricos detalhados e, a partir deles, realizar análises aprofundadas. Essa capacidade de análise é fundamental para identificar tendências, padrões sutis e potenciais problemas de saúde de forma precoce, permitindo intervenções mais eficazes e um cuidado verdadeiramente proativo, superando as falhas de registro manual de dados vitais que podem comprometer o desfecho clínico, conforme apontado por Teixeira et al. (2015).

Além disso, como citado anteriormente, dispositivos como o Apple Watch apresentam custos proibitivos. É um fato amplamente reconhecido que o alto custo de tecnologias avançadas de saúde pode representar uma barreira significativa. O Apple Watch, por exemplo, já em seu lançamento nos Estados Unidos em 2015, foi anunciado com preços a partir de US\$ 349 para o modelo mais simples, e modelos superiores alcançando valores entre US\$ 599 e US\$ 1.099 (TechTudo, 2015). Convertidos e sem considerar impostos nacionais, esses valores já demonstravam um relógio inteligente "nada barato". Além do custo, outros fatores citados pela mesma fonte, como a restrição de compatibilidade exclusivamente com iPhones a partir do modelo 5 e a necessidade do smartphone estar sempre pareado e por perto, juntamente com relatos sobre uma interface que, para alguns, poderia parecer confusa devido à densidade de funcionalidades (TechTudo, 2015), distanciam tais dispositivos de uma parcela considerável da população, incluindo muitos idosos e suas famílias, especialmente em contextos de menor poder aquisitivo.

Em busca da democratização ao acesso a um monitoramento de saúde e segurança de alta qualidade, o presente projeto oferece um custo-benefício superior, priorizando a entrega de funcionalidades essenciais e dados confiáveis para o cuidado efetivo do idoso, visando a inclusão e a tranquilidade de seus familiares e cuidadores, em vez de focar em aspectos hedônicos ou de status social que, embora relevantes para certos segmentos de consumidores de tecnologia (Cantanhede et al., 2018), não são o cerne da necessidade no monitoramento da saúde e segurança da população idosa.

## **2.2 QUEDAS EM IDOSOS**

À medida que os anos passam, o envelhecimento traz consigo novas preocupações, transformando o que antes parecia simples, em algo que demanda



maior atenção e cuidado. Um dos desafios mais significativos para essa população é a queda, um evento que, embora comum, pode ter consequências fatais.

As quedas representam uma das principais causas de hospitalização entre pessoas com mais de 60 anos no Brasil. Segundo o Jornal de Brasília (SALLES, 2025), dados do Ministério da Saúde revelam que cerca de 70% dos acidentes com idosos são quedas, ocorrendo majoritariamente dentro de casa, em locais como banheiros, cozinhas e escadas.

A gravidade dessas quedas é destacada por casos trágicos, como o que tirou a vida do marido de Georgina Coutinho dos Santos, que, ao escorregar em casa, bateu a cabeça e não resistiu. “[...] O que ela não imaginava é que 22 anos depois, aos 71 anos, ela também seria vítima do mesmo acidente” (BBC, 2024). Essa realidade é alarmante: todos os dias, 63 idosos buscam atendimento hospitalar no Brasil devido a quedas da própria altura, e, chocantemente, 19 deles não resistem e vêm a óbito (BBC, 2024). Os dados do Ministério da Saúde indicam um crescimento acelerado no número de mortes por quedas: em 2013, foram 4.816 óbitos, um número que saltou para 9.592 em 2022. No período de 2013 a 2022, as quedas da própria altura foram responsáveis pela morte de 70.516 idosos no país, consolidando-se como a terceira causa de mortalidade entre pessoas com mais de 65 anos (BBC, 2024).

A importância do socorro imediato após uma queda é inegável, especialmente devido aos riscos ampliados em caso de lesões. Como destacado pelos Manuais MSD, cerca da metade dos idosos que caem não consegue se levantar sem ajuda. Permanecer no chão por mais de duas horas após a queda eleva drasticamente o risco de desidratação, lesões de pressão, rabdomiólise, hipotermia e pneumonia (Stefanicci; Wilkison, 2023, p.4).

Além das consequências físicas imediatas, as quedas podem deteriorar drasticamente a função e a qualidade de vida. De acordo com Stefanacci e Wilkinson (2023), até 60% dos idosos não recuperam o nível anterior de mobilidade, e o medo de cair novamente pode levar à redução da mobilidade e à perda de confiança.

Diante desse cenário, a busca por soluções que apoiem os idosos, sem comprometer sua independência, torna-se essencial. As soluções tecnológicas surgem como aliadas importantes, proporcionando conforto e segurança. Conforme

Marques, Campos e Nascimento (2022), muitos sistemas baseados no conceito de IoT estão sendo desenvolvidos, o que pode auxiliar os idosos a manterem suas atividades de forma fácil, segura e confortável.

É fundamental, contudo, compreender que a tecnologia complementa, mas não substitui, os cuidados humanos e a prevenção. Como salientado por Marques, Campos e Nascimento (2022), a maioria dos sistemas de detecção de quedas não tem como objetivo evitá-las, mas sim coletar, processar e transmitir dados para alertar sobre uma queda, minimizando suas consequências.

O mercado oferece diversas opções de dispositivos para detecção de quedas, adaptáveis às necessidades individuais. Há sistemas montados no ambiente do idoso, que utilizam sons captados por microfones ou detecção de movimento por câmeras (Marques; Campos ; Nascimento , 2022).

### **2.3 BOTÃO DE PÂNICO E COMUNICAÇÃO EMERGENCIAL**

Com o avanço da idade, a segurança e o bem-estar dos idosos tornam-se prioridades, e a tecnologia assistiva surge como uma ferramenta fundamental para promover a independência e a tranquilidade (UFERJ, 2024).

Dispositivos de monitoramento de saúde, como relógios inteligentes e pulseiras de atividade, são valiosos para acompanhar sinais vitais, atividade física e sono, permitindo que cuidadores e profissionais de saúde intervenham rapidamente em emergências (UFERJ, 2024). Contudo, o risco de quedas é uma preocupação significativa entre idosos, devido a condições médicas, medicamentos ou fragilidade natural, podendo resultar em consequências graves, como fraturas e perda de mobilidade (TELEHELP, 2024).

Nesse contexto, o botão de pânico é um recurso essencial. Criado em 1972, esse dispositivo permite que o usuário acione manualmente um alerta em emergências não detectadas automaticamente, como mal-estar ou sensação de perigo (TELEHELP, 2024). Ele se destaca como uma solução eficaz, especialmente quando o idoso vive sozinho. Alguns modelos da TeleHelp são equipados com sensores de queda, que detectam o impacto e notificam a central de monitoramento mesmo que o usuário esteja inconsciente (TELEHELP, 2024).

Além dos riscos físicos, idosos enfrentam fatores de risco intrínsecos, como idade avançada (>75 anos), declínio cognitivo e déficits sensoriais, e extrínsecos, como má iluminação e mobiliário inadequado (Bezerra et al., 2021).

Adicionalmente, problemas emocionais, como a depressão, afetam significativamente essa população. A depressão atinge 10,2% dos brasileiros com 18 anos ou mais, sendo a faixa etária de 60 a 64 anos a de maior prevalência (13,2%). Entre 2013 e 2019, a doença cresceu 48% entre idosos com 75 anos ou mais (Maraccini, 2024). A solidão, a perda de pessoas próximas e a diminuição de atividades e mobilidade contribuem para essa alta incidência, além da redução na produção de neurotransmissores responsáveis pelo bem-estar e motivação (Maraccini, 2024).

Diante dessas complexidades, o botão de pânico se mostra ainda mais crucial, pois muitas pulseiras e colares de monitoramento podem não conseguir identificar problemas emocionais ou situações de perigo que não afetam os parâmetros vitais. O uso de Internet das Coisas (IoT) para segurança tem se tornado cada vez mais comum, permitindo o envio imediato de dados para prevenção de acidentes e segurança pessoal (Costa et al., 2024).

Soluções integradas com plataformas escaláveis, como os serviços da *Amazon Web Services* (AWS<sup>1</sup>), permitem que esses alertas sejam enviados em tempo real para múltiplos dispositivos, garantindo a segurança e a redundância do sistema, além de possibilitar o armazenamento e a análise de dados históricos (AWS, 2023). Um exemplo disso é a Nestlé, que utilizou o AWS IoT Core para expandir seus dispositivos conectados, criando produtos inovadores <sup>1</sup>como a Smart Litterbox da Purina, que usa IA para alertar sobre a necessidade de consulta veterinária para gatos (AWS, 2023). Esse exemplo demonstra como sistemas de alerta configurados na nuvem podem ser eficazes e amplamente aplicados.

## 2.4 LOCALIZAÇÃO E DESORIENTAÇÃO ESPACIAL

O aumento da expectativa de vida tem levado a um crescimento preocupante no número de pessoas com Alzheimer, uma doença que traz consigo sérios riscos, especialmente no que tange à orientação espacial e à segurança dos idosos.

---

<sup>1</sup> AWS: Plataforma de serviços em nuvem escalável da Amazon. Disponível em: <https://aws.amazon.com>

De acordo com o Ministério da Saúde (2024), o Relatório Nacional sobre a Demência revela que aproximadamente 8,5% da população brasileira com 60 anos ou mais, o que corresponde a cerca de 2,71 milhões de pessoas, já convive com a demência. As projeções indicam que, até 2050, esse número poderá chegar a 5,6 milhões de pessoas.

Um dos comportamentos mais preocupantes associados ao Alzheimer é o vagar, que pode levar à fuga e a saídas desacompanhadas. Relatos de cuidadores, como os apresentados por Marins, Hansel e Silva (2016, p.3), ilustram bem essa realidade:

"Ela desapareceu duas vezes. Nós escondemos a chave de forma que ela não pudesse sair [...] Ela morava em uma casa de dois andares e se jogou da janela do segundo andar [...] ela precisa de alguém ao lado dela [...]" (Código 8).

"Porque me sinto responsável por ela. Se ela deixa a casa, fico aterrorizada [...]" (Código 13).

Esses relatos em Marins, Hansel e Silva (2016, p.3) evidenciam a vulnerabilidade dos idosos com Alzheimer e a sobrecarga emocional dos cuidadores, que vivem com o medo constante de acidentes e desaparecimentos. A perda da capacidade de retornar para casa é uma preocupação real e dolorosa:

"Um carro já a atingiu no meio da rua, ela já havia atravessado a pista seletiva [...] minha irmã e eu soubemos do ocorrido. [...] Temos medo de que ela venha a sair e nunca mais volte. [Dizemos] a nossa mãe que 'nossa preocupação principal é que você deve entender que precisamos cuidar de você, por onde anda, o que está fazendo.' [...] Hoje em dia vejo minha mãe de uma forma diferente. Minha mãe, hoje, não é mais como antes (lágrimas). Ela não é mais assim, mais amigável. Hoje, não sei por que, mas ela tocou meus cabelos, arrumou-os, há vezes que, você sabe, ela cuida." (Código 7).

"Uma das razões porque eu fico com ela é devido ao fato de que ela já saiu antes e não soube como voltar." (Código 13).

"Ela precisa de alguém para sair com ela [...] é uma questão de atenção constante. O que mais me preocupa [...] é o fato de que ela precisa de alguém junto, para sair [...] nós mantemos a chave conosco." (Código 17).

Contudo, não é apenas o Alzheimer que causa essas consequências. O próprio processo de envelhecimento normal já acarreta um declínio em certas funções cognitivas. Conforme Li e King (2019), o envelhecimento afeta diferentes tipos de memória de forma desigual, sendo a memória de trabalho, associativa, contextual e espacial prejudicadas em idosos.

Esse padrão de déficits reflete tanto tendências gerais, como o retardamento cognitivo, quanto mudanças neurobiológicas nas regiões do cérebro que sustentam os respectivos tipos de memória, como o lobo temporal medial (LTM) e os sistemas frontal-estriatais. A deterioração na memória espacial e nas habilidades de navegação em idosos é bem caracterizada, com observações de um declínio no processamento aloentríco (habilidade de se orientar usando pontos de referência no ambiente), uma preferência e maior dependência de estratégias egocêntricas (orientação baseada na própria posição do corpo, que são mais preservadas), e prejuízos na troca entre referenciais. Além disso, há comprometimentos no processamento vestibular, na percepção do movimento próprio e déficits pronunciados na integração de caminho (Li & King, 2019).

Diante desses aspectos, torna-se evidente a importância crítica de os cuidadores terem acesso a meios para localizar os idosos sob seus cuidados. As fugas e saídas desacompanhadas são comuns e o risco de desorientação e perda é uma realidade diária que compromete a segurança e a qualidade de vida tanto do idoso quanto do cuidador.

## **2.5 AUTONOMIA, QUALIDADE DE VIDA E IMPACTO FAMILIAR**

A tecnologia assistiva, ao promover o monitoramento remoto da saúde, colabora não apenas com a prevenção de acidentes, mas também com o fortalecimento da autonomia do idoso. Conforme destacado por Bernardes (2016), dispositivos como glicosímetros e medidores de pressão arterial permitem que os próprios usuários acompanhem suas condições crônicas. Essa lógica pode ser estendida aos dispositivos de monitoramento contínuo, que, mesmo sem fornecer diagnósticos médicos, capacitam os idosos e familiares a tomarem decisões mais rápidas e seguras com base em dados confiáveis.

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. "

Além disso, a adoção desses dispositivos contribui para a tranquilidade dos familiares e para a otimização das atividades dos cuidadores, permitindo que estes se concentrem em tarefas mais críticas, enquanto o sistema realiza a coleta e análise automática dos dados.

## **2.6 CONSIDERAÇÕES SOBRE ESCALABILIDADE E SEGURANÇA**

Para que o sistema seja eficiente em grande escala, é fundamental adotar plataformas robustas de nuvem, como a AWS. A AWS é um provedor de compiladores em nuvem. Este serviço é um exemplo perfeito de computação em nuvem verdadeira que não apenas oferece excelentes serviços em nuvem, mas também garante a privacidade, integridade e disponibilidade dos dados do cliente. Além disso, a AWS oferece uma ampla gama de serviços de computação em nuvem que auxiliam no desenvolvimento de aplicações complexas (Kewate et al., 2022, p. 258).

Os serviços dessa infraestrutura, como AWS IoT Core e Amazon DynamoDB, permitem não só a coleta e o processamento em tempo real dos dados dos sensores, mas também a análise preditiva de anomalias, o armazenamento seguro das informações e a escalabilidade do sistema para múltiplos usuários e dispositivos (AWS DOCUMENTATION, 2023).

A utilização do Amazon DynamoDB trará muitas facilidades e benefícios para o sistema.

“O DynamoDB é um serviço de banco de dados NoSQL rápido e flexível que oferece latência consistente de milissegundos em qualquer escala. Ele suporta modelos de armazenamento de documentos e chave-valor, possui um modelo de dados flexível e desempenho confiável. Sua capacidade de escalonamento automático o torna ideal para aplicações móveis, web, jogos, IoT, entre outras. Além disso, é um serviço totalmente gerenciado, o que elimina a necessidade de se preocupar com tarefas de gerenciamento de banco de dados. Oferece controle de acesso granular, integrando-se com o AWS Identity and Access Management (IAM) para facilitar o gerenciamento de permissões. O DynamoDB também permite programação orientada a eventos, integrando-se com o AWS Lambda para fornecer *triggers* que possibilitam a arquitetura de aplicações que reagem automaticamente a

mudanças nos dados. É altamente escalável, ajustando a capacidade de forma espontânea conforme o volume de requisições do produto aumenta ou diminui. O DynamoDB Accelerator (DAX) é uma coleção em memória totalmente controlada e altamente acessível, capaz de reduzir os tempos de resposta de milissegundos para microssegundos, mesmo com milhões de requisições por segundo” (Mukherjee, 2019, p. 13).

A segurança também é um aspecto crítico quando se trata do tratamento de dados pessoais e sensíveis. A utilização de certificados digitais, criptografia ponta a ponta e autenticação segura são práticas recomendadas que podem ser integradas por meio dos serviços oferecidos pela AWS.

“A arquitetura de rede segura da AWS é acessível por dispositivos de rede como um *firewall* que controla e gerencia o perímetro da rede. Políticas de fluxo de tráfego e listas de controle de acesso (ACL) são projetadas para controlar o fluxo de informações aprovadas pela Segurança da Informação da Amazon. Os pontos de acesso seguros indicam que a AWS possui um número limitado de pontos de acesso para realizar monitoramento de comunicação apropriado. Os pontos de acesso do cliente são chamados de *endpoints* de API e ajudam a garantir o acesso HTTP seguro (HTTPS). Para proteção de transferência, uma pessoa pode se conectar ao ponto de acesso da AWS usando HTTPS, utilizando o protocolo SSL (Secure Socket Layer). Este processo oferece muitos serviços de segurança, como proteção contra mensagens fraudulentas e interferências” (Kewate, 2022, p. 258).

### 3 SOLUÇÃO ADOTADA

Para resolver o problema identificado, foi adotada uma abordagem baseada no desenvolvimento de um sistema distribuído composto por uma aplicação web e uma pulseira inteligente, voltada ao monitoramento de sinais vitais, localização geográfica e envio automático de alertas. A metodologia seguiu uma abordagem incremental, iniciando pelo levantamento de requisitos e modelagem com casos de uso na ferramenta *Astah*<sup>2</sup>, que permitiram definir claramente as interações do sistema e sua estrutura lógica.

A pulseira foi projetada utilizando o microcontrolador ESP32, selecionado por sua capacidade de processamento e conectividade Wi-Fi/Bluetooth. O

---

<sup>2</sup> Astah: Ferramenta de modelagem UML. Disponível em: <<http://astah.net>>

dispositivo integra sensores como o MAX30102 para medição de frequência cardíaca e oxigenação sanguínea, MAX30205 para leitura precisa de temperatura corporal, MPU9250 para detecção de movimentos e quedas, além do módulo GPS GY-NEO6MV2 para geolocalização em tempo real. Atuadores como um motor de vibração e um buzzer piezoelétrico dispositivo que utiliza a piezoeletricidade para gerar som a partir de variações de tensão elétrica foram implementados para alertas locais, enquanto um display OLED proporciona feedback visual ao usuário. Todos os componentes foram dispostos em uma Printed Circuit Board (PCB) compacta, com prototipagem inicial realizada no *TinkerCAD*<sup>3</sup> e *Fusion 360*<sup>4</sup> para validação mecânica e elétrica.

No aspecto de software, o sistema web foi desenvolvido utilizando, no *backend*, tecnologias como *Node.js*<sup>5</sup> com *Express* e a interface web, o *frontend*, sendo desenvolvido com *React.js*<sup>6</sup>, permitindo uma visualização clara e dinâmica dos dados coletados. A comunicação em tempo real entre a pulseira e a plataforma foi estabelecida implementada para atualizações imediatas por *AWS IoT Core*<sup>7</sup> com protocolo *Message Queuing Telemetry Transport* (MQTT) para a transmissão segura e eficiente dos dados dos dispositivos. Para armazenamento, optou-se pelo Amazon DynamoDB<sup>8</sup>, um banco de dados *Not Only SQL* (NoSQL<sup>9</sup>) gerenciado que oferece escalabilidade automática e baixa latência no acesso às informações coletadas.

A proposta inicial previa a utilização de Python com Fast Application Programming Interface (FastAPI) para o *backend* e *Redis* como sistema de cache, em busca da baixa latência nas respostas. No entanto, optamos por simplificar e concentrar os esforços em tecnologias mais alinhadas com nossos requisitos de IoT em tempo real, substituímos essa solução pela *AWS IoT Core*.

A arquitetura completa do sistema foi cuidadosamente modelada no DrawIO<sup>10</sup>, incluindo desde os componentes físicos da pulseira até as camadas de processamento em nuvem e a interface web. Essa modelagem visual foi

---

<sup>3</sup> TinkerCAD: Plataforma de prototipagem eletrônica. Disponível em: <<https://www.tinkercad.com>>

<sup>4</sup> Fusion 360: Software de design 3D. Disponível em: <<https://www.autodesk.com/products/fusion-360>>

<sup>5</sup> Node.js (Express): Ambiente de execução JavaScript e framework web. Disponível em: <<https://nodejs.org>>

<sup>6</sup> React.js: Biblioteca JavaScript para interfaces. Disponível em: <<https://reactjs.org>>

<sup>7</sup> AWS IoT Core: Serviço de gerenciamento de dispositivos IoT. Disponível em: <<https://aws.amazon.com/pt/iot-core>>

<sup>8</sup> Amazon : Banco de dados NoSQL gerenciado. Disponível em: <<https://aws.amazon.com/pt/dynamodb>>

<sup>9</sup> NoSQL: Banco de dados não-relacional. Disponível em: <<https://aws.amazon.com/pt/nosql>>

<sup>10</sup> Ferramenta de diagramação. Disponível em: <<https://www.drawio.com>>.



fundamental para validar a integração entre todos os módulos antes da implementação. O processo de desenvolvimento contou ainda com ferramentas como *Arduino Integrated Development Environment (Arduino IDE<sup>11</sup>)* para programação do microcontrolador, *Visual Studio Code<sup>12</sup> (VSCode)* para edição do código, *Figma<sup>13</sup>* para prototipagem da interface e *GitHub<sup>14</sup>* para controle de versão e colaboração em equipe.

A solução resultante integra, de forma coesa, hardware e software. O sistema completo permite o monitoramento remoto, combinando precisão na coleta de dados, eficiência na comunicação e boa usabilidade na interface. Além disso, foi desenvolvido com tecnologias acessíveis e escaláveis, permitindo futuras expansões e adaptações a diferentes perfis de usuários..

Durante o desenvolvimento, algumas modificações estratégicas foram realizadas com o objetivo de aprimorar a robustez, escalabilidade e viabilidade técnica do sistema. Inicialmente, o projeto previa o uso do microcontrolador ESP32, no entanto, optou-se por utilizar o módulo ESP8266 (NodeMCU) devido à sua simplicidade de integração com o *AWS IoT* e compatibilidade com a infraestrutura escolhida. Além disso, foi feita a substituição do banco de dados *TimescaleDB* pelo *Amazon DynamoDB*, uma vez que este oferece uma solução *NoSQL* gerenciada com escalabilidade automática, reduzindo a complexidade de manutenção e aumentando a eficiência no armazenamento dos dados sensoriais. A comunicação que seria feita com WebSockets e Socket.io foi consolidada exclusivamente com o protocolo MQTT, que se mostrou mais apropriado para aplicações IoT, especialmente no contexto da AWS. Também houve a substituição do sensor de movimento MPU9250 pelo MPU6050, que oferece um conjunto de acelerômetro e giroscópio suficiente para detectar quedas com precisão, mantendo baixo consumo de energia e menor custo. A mudança no design da arquitetura do backend também refletiu essa adaptação, adotou-se uma abordagem centrada na nuvem para garantir maior confiabilidade e segurança dos dados. Essas decisões foram fundamentais para garantir uma solução mais leve, eficiente e alinhada às tecnologias empregadas em sistemas distribuídos voltados à saúde digital.

---

<sup>11</sup> Arduino IDE: Ambiente de desenvolvimento para microcontroladores. Disponível em: <<https://www.arduino.cc/en/software>>

<sup>12</sup> Visual Studio Code: Editor de código-fonte. Disponível em: <<https://code.visualstudio.com>>

<sup>13</sup> Figma: Plataforma de design de interfaces. Disponível em: <<https://www.figma.com>>

<sup>14</sup> GitHub: Plataforma de versionamento de código. Disponível em: <<https://github.com>>

### 3.1. MODELO DA SOLUÇÃO HARDWARE

O modelo de solução com Arduino foi centrado no desenvolvimento de uma pulseira inteligente baseada no módulo *ESP8266* devido à sua simplicidade de integração com o *AWS IoT Core* e compatibilidade com a nossa infraestrutura. O circuito eletrônico foi projetado para realizar o monitoramento de sinais vitais e outras condições críticas do usuário. Foram utilizados os seguintes componentes:

- *Display OLED* para exibição dos dados em tempo real;
- Sensor *MAX30102*, responsável pela medição da frequência cardíaca e saturação de oxigênio no sangue;
- Sensor de temperatura corporal *MAX30205*, que oferece alta precisão para aplicações médicas;
- Sensor *MPU6050*, que combina acelerômetro, giroscópio, para detecção de quedas e movimentos bruscos;
- Módulo *GPS GY-NEO6MV2*, que possibilita o rastreamento da localização do usuário;
- Motor de vibração *DC* e *buzzer* piezoelétrico para alertas físicos e sonoros;
- Botões *SMD* e *switch* para acionamento manual de funções;
- Bateria *Li-Po 3.7V – 600 mAh*, com módulo *TP4056* para carregamento e proteção da bateria;
- Além de resistores e capacitores, jumpers, *PCB* compacta e a própria pulseira física para o encapsulamento dos componentes.

A modelagem tridimensional da pulseira foi realizada no *Fusion 360*<sup>3</sup>, permitindo visualizar a disposição dos elementos internos e garantir conforto e ergonomia (Figura 2). O circuito eletrônico foi simulado inicialmente no *Tinkercad*, facilitando o ajuste das conexões e o teste dos sensores antes da montagem física (Figura 3). A programação e os testes práticos foram conduzidos na *Arduino IDE*, onde foram implementadas rotinas de coleta de dados, verificação de sinais vitais e acionamento de alertas.

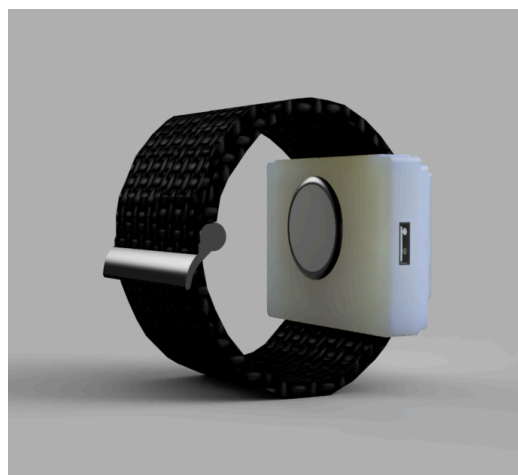
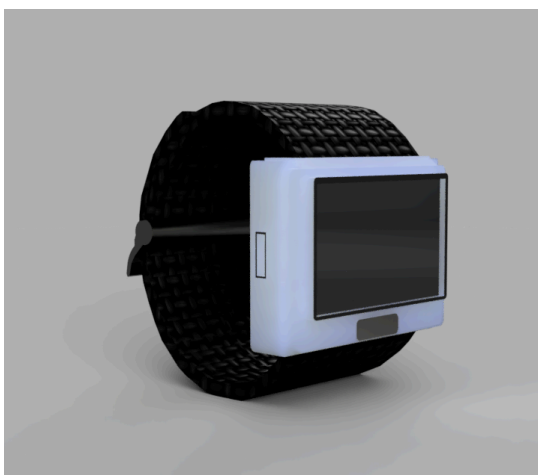


Figura 2 – Modelo 3D Pulseira. Fonte: Autoral

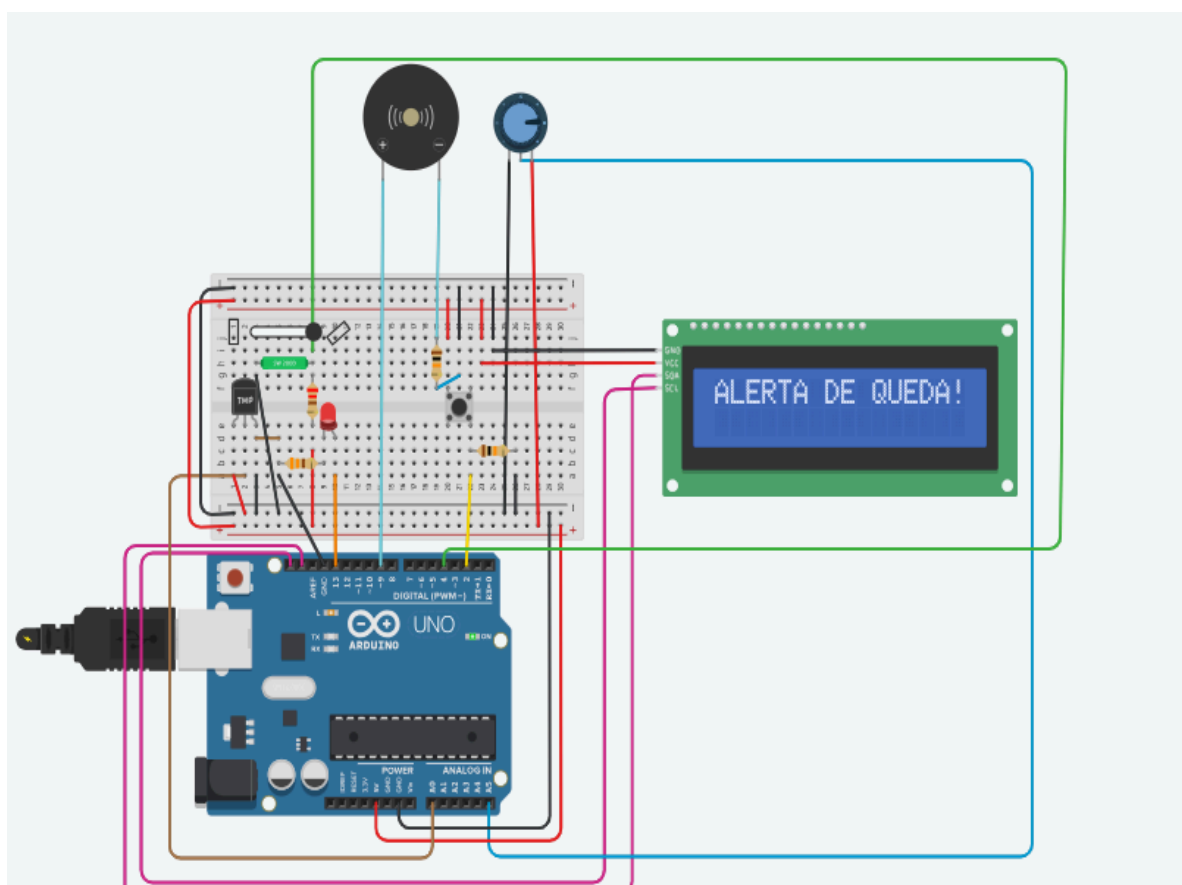


Figura 3 - Diagrama de Circuito da Pulseira. Fonte: Autoral

### 3.2. MODELO DA SOLUÇÃO AWS

A solução em nuvem foi implementada utilizando os serviços da Amazon Web Services (AWS). O principal componente utilizado foi o AWS IoT Core, que permite a comunicação entre o dispositivo físico (pulseira) e a nuvem por meio do protocolo MQTT, garantindo envio contínuo e seguro dos dados sensoriais. O MQTT é um protocolo leve e eficiente, amplamente usado em aplicações de IoT, por permitir a troca de mensagens entre dispositivos de forma simples, com baixo consumo de dados e energia, características essenciais para sistemas com sensores e conexões limitadas, como neste projeto. Seu uso contribui para a estabilidade e o funcionamento contínuo da pulseira mesmo em condições de rede instáveis.

Complementando a arquitetura, foi incorporada uma função AWS Lambda, que executa automaticamente o processamento dos dados recebidos, como a validação de limites críticos e formatação das informações (Figura 4). Os dados processados são armazenados em uma base DynamoDB, escolhida por sua alta escalabilidade e baixa latência, ideal para armazenar dados em tempo real.

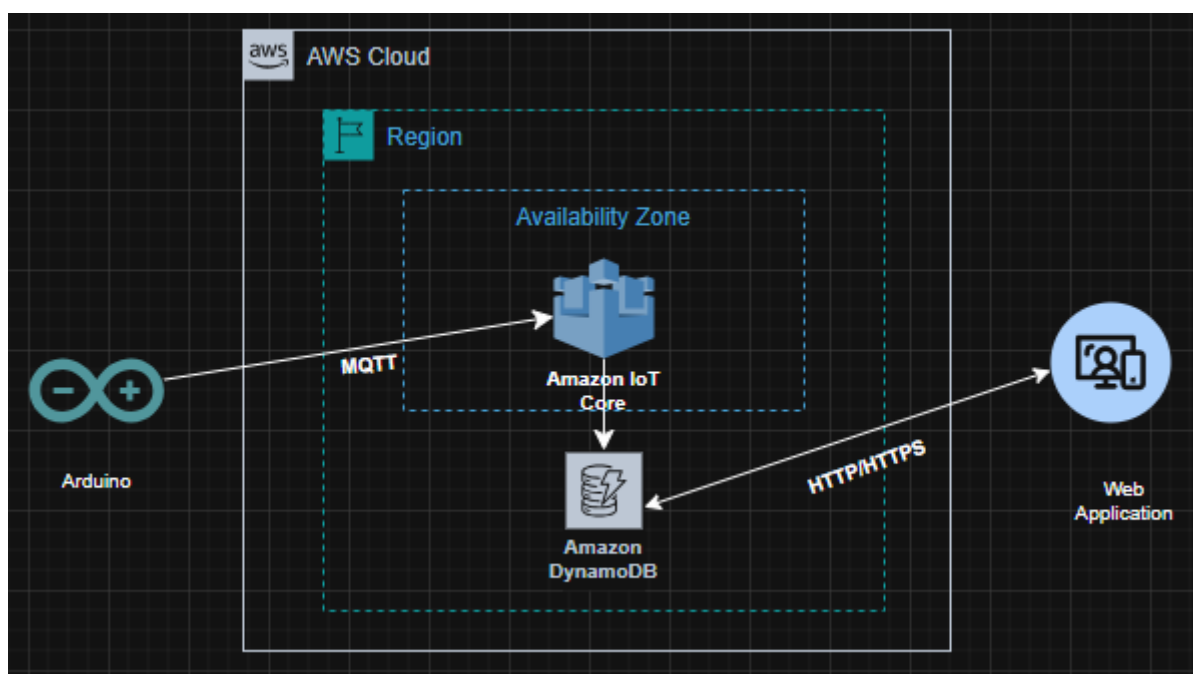


Figura 4 - Arquitetura do Sistema. Fonte: Autoral

### 3.3. MODELO DA SOLUÇÃO WEB

A interface web foi concebida para que os dados da pulseira pudessem ser visualizados de forma clara e acessível por usuários e responsáveis. O sistema conta com um backend desenvolvido em *Node.js*, responsável por intermediar a comunicação com a nuvem, tratar os dados recebidos e fornecer as informações para o frontend.

No desenvolvimento do website, que terá como foco a criação de uma interface intuitiva, conforme ilustrado na (Figura 5), 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.

A camada visual será construída com *React.js*, tendo como foco a simplicidade, legibilidade e usabilidade. Para a elaboração das interfaces, foram criados protótipos visuais no *Figma*, o que possibilitou a definição de telas intuitivas, como a tela inicial (Figura 6), tela de monitoramento (Figura 7) e a tela de informações do paciente representadas (Figura 8).

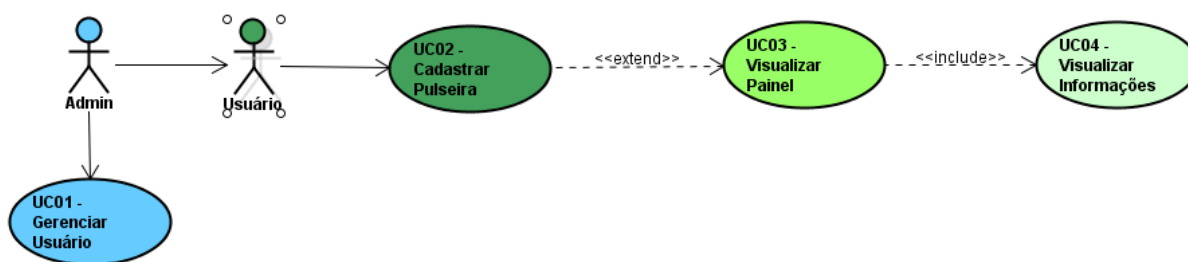


Figura 5 - Caso de Uso. Fonte: Autoral



DSIM

O que é?

Funcionalidades

Entrar

## Segurança que cuida, tecnologia que protege.

Monitoramento em tempo real de sinais vitais, quedas e emergências com tecnologia inteligente.

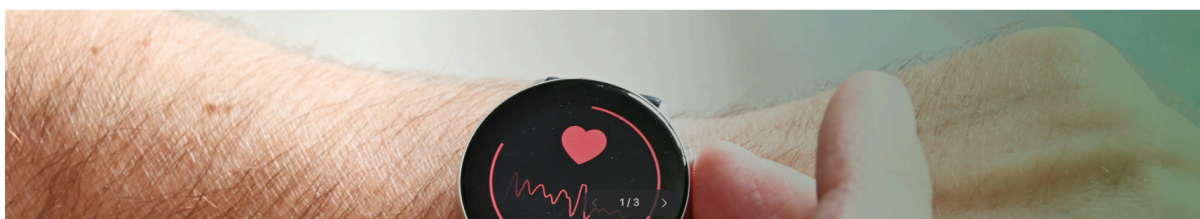


Figura 6 - Tela Inicial. Fonte: Autoral



Figura 7 - Tela de Monitoramento de Pacientes. Fonte: Autoral


**DSIM**

O que é?
Funcionalidades
Entrar



## Adamastor Pereira

Descrição paciente

Idade: 78 anos  
Gênero: Homem  
Relação: Casado  
Telefone: xx xxxx-xxxx

Contato emergência

Telefone: xx xxxx-xxxx  
Gmail: familiaAdamastor@gmail.com  
Instagram: @FamiliaAdamastor

Ficha médica:

Sangue: A+  
Deficiência: Não  
Problemas específicos: Diabetes

### Dados vitais

98%  


36°  


85bpm  


### Localização



#### Relatório

- 10:00 - Rua Olimar Vieira, 123
- 10:30 - Rua Floriano Peixoto, 24

Figura 8 - Tela de Informações do Paciente. Fonte: Autoral

A aplicação foi projetada para apresentar os dados de forma dinâmica, com destaque para qualquer alteração fora dos padrões normais, facilitando a identificação de possíveis anomalias de saúde em tempo real. Para a construção dos templates no Figma, foram utilizadas imagens de bancos gratuitos (Freepik<sup>15</sup>, Unsplash<sup>16</sup> e Pexels<sup>17</sup>), complementadas com dados simulados que ilustram o funcionamento da interface, garantindo uma representação visual consistente.

### 3.4. MODELO DA SOLUÇÃO DE TESTE

Para avaliar a acurácia e a eficácia do DSIM, será implementada uma bateria de testes abrangente, que abordará as principais funcionalidades: monitoramento de sinais vitais, sistema de alerta, detecção de quedas, botão de pânico, rastreamento via GPS e plataforma web para os familiares.

Os testes serão realizados em ambiente controlado, com a simulação de cenários e coleta de dados das próprias autoras. Para adicionar questões clínicas e simular a detecção de riscos em vez de um ambiente hospitalar, será utilizado como parâmetro o sistema MEWS, como comparação para os resultados obtidos pelo dispositivo. Adicionalmente, haverá a criação de cenários de dados vitais que correspondam a diferentes pontuações na escala MEWS. Os alertas gerados pelo DSIM para esses cenários serão comparados com a interpretação da pontuação MEWS, verificando a concordância na identificação de potenciais riscos.

### 3.5. MODELO DA SOLUÇÃO DE TESTE PROTÓTIPO

Durante a fase de testes, foram realizadas adaptações nos componentes utilizados, com o objetivo de validar funcionalidades específicas mesmo diante da indisponibilidade de algumas peças previstas para o modelo final. O microcontrolador *ESP32* foi substituído pelo módulo *Wi-Fi ESP8266*, utilizado em conjunto com o *Arduino UNO*. No entanto, posteriormente, optamos por seguir apenas com o módulo *ESP8266*, devido à sua praticidade e integração direta. O *display OLED* foi substituído por um *LCD 16x2*, facilitando a visualização de dados em testes de bancada. Além disso, o sensor de temperatura *MAX30205* foi

---

<sup>15</sup> Freepik: Banco de imagens e vetores. Disponível em: <<https://www.freepik.com>>

<sup>16</sup> Unsplash: Plataforma de fotos royalty-free. Disponível em: <<https://unsplash.com>>

<sup>17</sup> Pexels: Biblioteca de imagens e vídeos gratuitos. Disponível em: <<https://www.pexels.com>>



substituído pelo sensor *LM35*, e o sensor de movimento *MPU9250* deu lugar ao *MPU6050*, que também oferece acelerômetro e giroscópio integrados.

Foram mantidos os botões *SMD*, o *buzzer piezoelétrico*, a *bateria Li-Po*, os *resistores e capacitores SMD*, e os *jumpers*. A montagem foi realizada em protoboard, o que permitiu alterações rápidas e práticas no circuito (Figura 9).

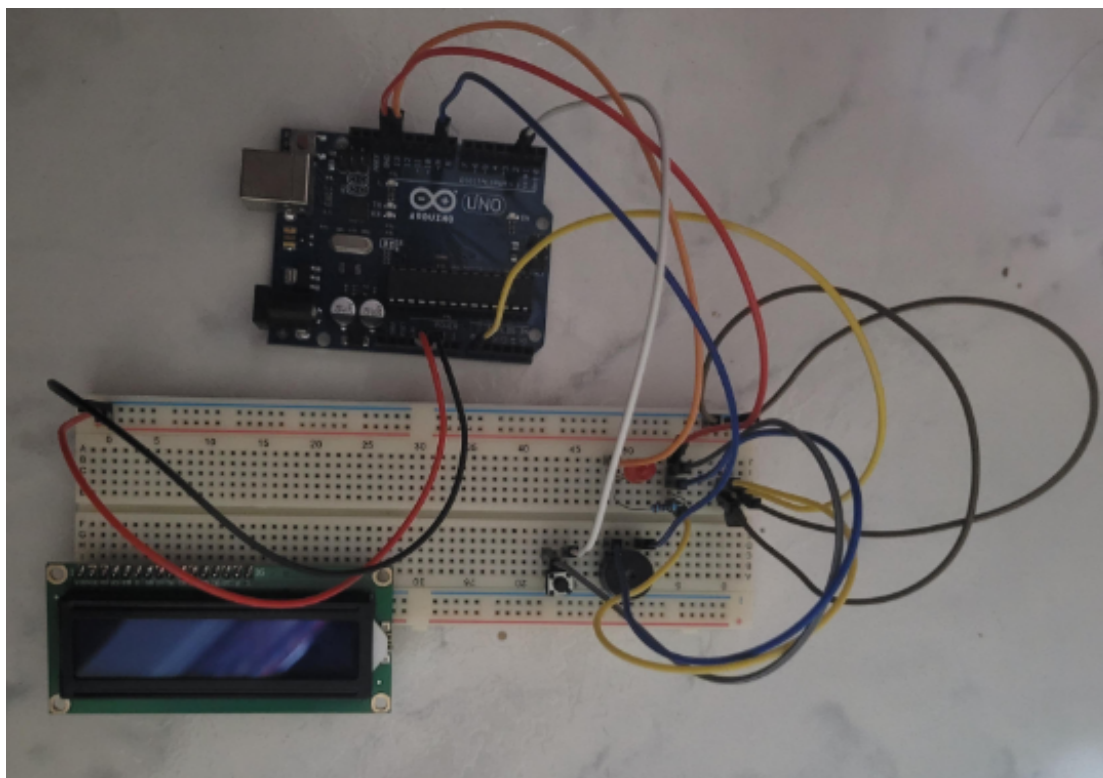


Figura 9 - Circuito. Fonte: Autoral

Um dos primeiros passos no processo de testes foi a execução de um script simples na *Arduino IDE*, com o objetivo de verificar se os sensores estavam sendo reconhecidos e se as informações estavam sendo lidas corretamente pela placa. Este script imprimia no monitor serial da IDE os valores brutos dos sensores, como temperatura e aceleração, permitindo validar o funcionamento básico dos componentes antes da integração com a nuvem ou com a aplicação web conforme a (Figura 10).

```

PulseiraMonitoramentoPT1.ino
35  int SensorTempTensao = analogRead (SensorTempPino);
36
37  //Converte para tensão
38  float Tensao = SensorTempTensao * (5.0/1023.0);
39  //Converte para Celsius
40  float Temperatura = Tensao * 100.0;
41
42  if (panicMode) {
43    digitalWrite(ledPin, HIGH);
44    tone(buzzer, 1000); // Buzzer ligado
45    Serial.println("Botão de Pânico!");
46    Serial.print("Temperatura:");
  
```

Output Serial Monitor X

Message (Enter to send message to 'Arduino Uno' on 'COM3')

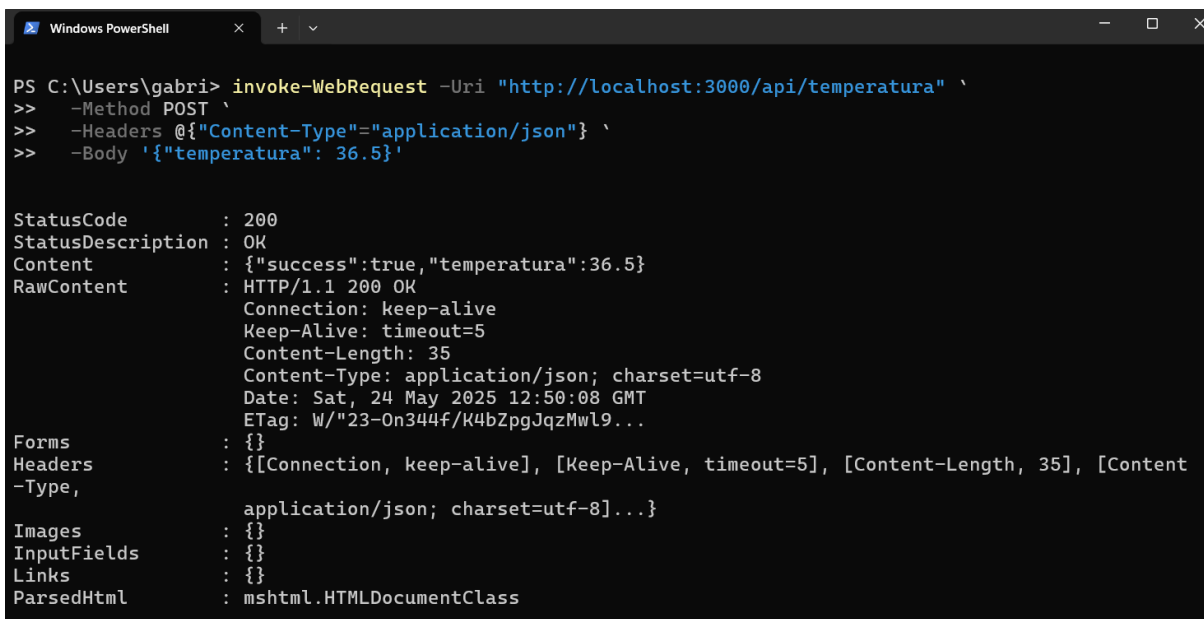
```

Botão de Pânico!
Temperatura:36.5C
Botão de Pânico!
Temperatura:36.5C
Botão de Pânico!
  
```

Figura 10 - Monitor Serial. Fonte: Autoral

Além disso, para simular o envio dos dados da pulseira para a aplicação web, foi utilizada uma abordagem de testes com *PowerShell*<sup>18</sup>, onde comandos foram escritos para simular o envio de somente um dado *JSON* via protocolo *Hypertext Transfer Protocol (HTTP)*, embora o projeto final esteja planejado para operar com *MQTT*. Essa estratégia permitiu testar a comunicação com o backend da aplicação mesmo antes da conexão com o *Arduino* físico, antecipando possíveis falhas de comunicação e acelerando a validação, segundo a (Figura 11).

<sup>18</sup> PowerShell: Shell de linha de comando. Disponível em: <<https://learn.microsoft.com/powershell>>



```

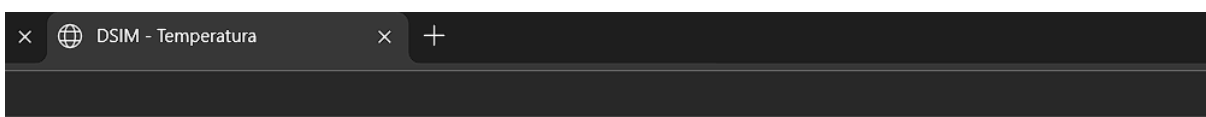
PS C:\Users\gabri> invoke-WebRequest -Uri "http://localhost:3000/api/temperatura" `
>> -Method POST `
>> -Headers @{"Content-Type"="application/json"} `
>> -Body '{"temperatura": 36.5}'

StatusCode      : 200
StatusDescription : OK
Content         : {"success":true,"temperatura":36.5}
RawContent      : HTTP/1.1 200 OK
                  Connection: keep-alive
                  Keep-Alive: timeout=5
                  Content-Length: 35
                  Content-Type: application/json; charset=utf-8
                  Date: Sat, 24 May 2025 12:50:08 GMT
                  ETag: W/"23-0n344f/K4bZpgJqzMwl9...
Forms           : {}
Headers         : {[Connection, keep-alive], [Keep-Alive, timeout=5], [Content-Length, 35], [Content
-Type,
                  application/json; charset=utf-8]...}
Images          : {}
InputFields     : {}
Links           : {}
ParsedHtml      : mshtml.HTMLDocumentClass

```

Figura 11 - Teste de envio de dados via PowerShell. Fonte: Autoral

Para complementar os testes de front-end, desenvolvemos uma aplicação web simples com *Node.js* e HyperText Markup Language (*HTML*). Essa versão mínima da interface foi usada apenas com o objetivo de validar visualmente se os dados estavam sendo corretamente recebidos e exibidos no navegador. O código *JavaScript*<sup>19</sup> incluía um script básico de escuta para o dado recebido e o exibe no console do navegador da página na (Figura 12).



## Monitor de Temperatura

36.5 °C

Figura 12 - Aplicação web mostrando os dados recebidos. Fonte: Autoral

A programação foi feita na *Arduino IDE*, com testes incrementais focados na leitura dos sensores, envio de dados simulados, e acionamento dos alertas sonoros e táteis, conforme os parâmetros definidos. Essa abordagem permitiu que cada

<sup>19</sup> JavaScript: Linguagem de programação. Disponível em: <<https://developer.mozilla.org/javascript>>

funcionalidade fosse validada de forma isolada, assegurando a robustez da solução antes de integrar todos os módulos.

#### 4 PLANEJAMENTO DE ATIVIDADES

Para a conclusão do projeto, inicialmente separamos em 23 etapas; porém por conta de complicações envolvendo tempo e, principalmente uma nova forma de planejamento, reduzimos para 18 etapas, conforme a Tabela 1 demonstra:

<b>METAS</b>	<b>DESCRIÇÃO</b>
<b>1</b>	Levantamento de requisitos
<b>2</b>	Definir Escopo
<b>3</b>	Planejar o projeto
<b>4</b>	Especificar casos de uso
<b>5</b>	<b>Entrega da proposta de trabalho</b>
<b>6</b>	Fazer prototipagem da pulseira
<b>7</b>	Estudar tecnologias
<b>8</b>	Teste das tecnologias
<b>9</b>	<b>Entrega do relatório de qualificação</b>
<b>10</b>	Implementar AWS
<b>11</b>	Implementar BackEnd dos casos de uso
<b>12</b>	Implementar FrontEnd dos casos de uso
<b>13</b>	Montagem da pulseira
<b>14</b>	<b>Submissão de artigos ( agosto - setembro)</b>
<b>15</b>	Testar usabilidade
<b>16</b>	<b>Monografia</b>
<b>17</b>	<b>Apresentação banca</b>
<b>18</b>	<b>Entrega de documentos finais</b>

Tabela 1 - Sequência de metas. Fonte: Autoral.

Durante a execução do projeto, algumas alterações no cronograma tornaram-se necessárias. A fase de prototipagem da pulseira, inicialmente não prevista, revelou-se essencial para visualizar a integração dos componentes e verificar, na prática, a viabilidade da solução proposta. Isso reduziu a chance de erros inesperados na etapa final.

Em razão disso, foi demandada ajustes na alocação de tempo e recursos, porém essas alterações não comprometeram os prazos finais do projeto. O acompanhamento constante do cronograma tem sido fundamental para o controle do andamento das atividades e para a identificação de possíveis riscos. Com base na metodologia ágil adaptada, são realizadas reuniões semanais para revisar o progresso, redistribuir esforços, validar entregas e mitigar eventuais atrasos.

As metas serão realizadas em sequência, seguindo um cronograma estabelecido após a entrega da proposta de trabalho e a definição do escopo do projeto. Realizamos os testes preliminares da arquitetura, nos quais os itens 6, 7 e 8 foram implantados, incluindo o teste da pulseira e do serviço web. A próxima etapa consiste em arquitetar e estruturar a AWS, para então dar continuidade à implementação.

	MESES									
METAS	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										
11										
12										
13										
14										
15										
16										
17										
18										

Tabela 2 - Cronograma para o cumprimento das metas. Fonte: Autoral.

	Legenda
	Datas definidas
	Pontos em comum entre ambos os cronogramas
	Novo planejamento esperado
X	Tarefas atuais feitas

A Tabela 2 apresenta o acompanhamento das metas e o planejamento estabelecido: as datas definidas nas aulas de Supervisão de Trabalho Acadêmico I (TA1) para entrega de documentos são representadas em verde, o novo cronograma atualizado em azul e, em amarelo, os pontos em comum entre ambos. Percebeu-se que o planejamento original estava inadequado, sendo então atualizado

## REFERÊNCIAS

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.

AMAZON WEB SERVICES. **AWS IoT Core – Documentation.** 2023. Disponível em: <https://docs.aws.amazon.com/iot/latest/developerguide/what-is-aws-iot.html>. Acesso em: 22 maio 2025.

AWS. **A Nestlé expande com eficiência para 2,8 milhões de dispositivos conectados com o AWS IoT.** 2023. Disponível em: <https://aws.amazon.com/pt/solutions/case-studies/nestle-aws-iot-case-study/> Acesso em: 25 maio 2025.

BBC. **Por que mortes de idosos por quedas quase dobraram em 10 anos no Brasil.** G1, 2 jan. 2024. Disponível em: <https://g1.globo.com/saude/noticia/2024/01/02/por-que-mortes-de-idosos-por-quedas-quase-dobraram-em-10-anos-no-brasil.ghtml>. Acesso em: 25 maio 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.

BEZERRA, L. W. N. O. et al. **Kit casa inteligente segura para idosos.** 2021. Trabalho de Conclusão de Curso (Ensino Médio Integrado ao Técnico em Eletrotécnica) - Escola Técnica Estadual do Jaraguá, São Paulo, 2021. Disponível em: [https://ric.cps.sp.gov.br/bitstream/123456789/8256/1/ensino\\_medio\\_integrado\\_ao\\_t%c3%a9cnico\\_em\\_eletrotecnica\\_2021\\_2\\_Larissa\\_Winne\\_Neri\\_Oliveira\\_Bezerra\\_Kit\\_Casa\\_Iteligente\\_segura\\_para\\_idosos.pdf](https://ric.cps.sp.gov.br/bitstream/123456789/8256/1/ensino_medio_integrado_ao_t%c3%a9cnico_em_eletrotecnica_2021_2_Larissa_Winne_Neri_Oliveira_Bezerra_Kit_Casa_Iteligente_segura_para_idosos.pdf). Acesso em: 23 maio 2025.

CANTANHEDE, Lorena Renata Costa et al. **Comportamento do consumidor de tecnologia vestível: características que influenciam na intenção de consumo**. REAd, Rev. eletrônica adm., Porto Alegre, v. 24, n. 3, p. 1-20, set./dez. 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1413-2311.225.85428>. Acesso em: 24 maio 2025.

COSTA, V. et al. **Implementação de um Sistema de Botão de Pânico baseado em Internet das Coisas, Redes Móveis e Aprendizado de Máquina**. Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação, Lousada, n. E73, p. 243-256, set. 2024. Disponível em: <https://media.proquest.com/media/hms/PFT/1/wymha?s=pU5tzch%2FZ5ZCDGI%2Bm%2FA22T6F22c%3D>. Acesso em: 23 maio 2025.

DA REDAÇÃO. **Cinco motivos para não comprar um Apple Watch mesmo se tiver dinheiro**. *TechTudo*, 10 abr. 2015. Disponível em: <https://www.techtudo.com.br/noticias/2015/04/cinco-motivos-para-nao-comprar-um-apple-watch-mesmo-se-tiver-dinheiro.ghtml>. Acesso em: 23 maio 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-idosos-crescem-855percent-em-2023-aponta-ministerio-dos-direitos-humanos.ghtml>. Acesso em: 7 abr. 2025.

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.

KEWATE, Neha et al. **A review on AWS-cloud computing technology**. *International Journal for Research in Applied Science and Engineering Technology*, v. 10, n. 1, p. 258-263, 2022. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.22214/ijraset.2022.39802>. Acesso em: 23 maio 2025.

LI, Adrienne W. Y.; KING, John. **Spatial memory and navigation in ageing: A systematic review of MRI and fMRI studies in healthy participants.** *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, v. 103, p. 33-49, 2019. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0149763418306456>. Acesso em: 26 maio 2025.

MARACCINI, G. **Depressão em idosos: veja como identificar e ajudar no tratamento.** CNN Brasil, 18 set. 2024. Disponível em: <https://www.cnnbrasil.com.br/saude/depressao-em-idosos-veja-como-identificar-e-ajudar-no-tratamento/>. Acesso em: 25 maio 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.

MARQUES, M. A.; CAMPOS, G. S.; NASCIMENTO, A. V. do. **Protótipo de aparelho para detecção de quedas em idosos.** Revista Saúde e Ética, São Paulo, v. 25, n. 1, p. 227-249, abr./set. 2022. DOI: 10.23925/2176-901X.2022v25i1p227-249. Disponível em: <https://doi.org/10.23925/2176-901X.2022v25i1p227-249>. Acesso em: 25 maio 2025.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Estudo inédito sobre a demência estima que cerca de 8,5% da população idosa convive com a doença.** Brasília, DF: COFEN, 2024. Disponível em: <https://www.cofen.gov.br/estudo-inedito-sobre-a-demencia-estima-que-cerca-de-85-d-a-populacao-idosa-convivem-com-a-doenca/>. Acesso em: 26 maio 2025.

MONZON, Luciele da Rocha; BONIATTI, Márcio Manozzo. **Utilização do Modified Early Warning Score na transferência intra-hospitalar de pacientes.** Revista Brasileira de Terapia Intensiva, São Paulo, v. 32, n. 3, p. 439-443, jul.-set. 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.5935/0103-507X.20200074>. Acesso em: 26 maio 2025.



MUKHERJEE, Sourav. **Benefits of AWS in Modern Cloud**. Chicago, United States: University of the Cumberlands, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.48550/arXiv.1903.03219>. Acesso em: 26 maio 2025.

SALLES, S. **Cartilha reforça cuidados e prevenção de acidentes entre idosos**. Jornal de Brasília, 22 maio 2025. Disponível em: <https://www.jornaldebrasil.com.br/noticias/cartilha-reforca-cuidados-e-prevencao-de-acidentes-entre-idosos/>. Acesso em: 25 maio 2025.

SILVA, Liliane de Lourdes Teixeira; DIAS, Felícia Cristina de Souza; MAFORTE, Naiara Tauane Pires; MENEZES, Aline Carrilho. **Segurança do paciente na Atenção Primária à Saúde**. Revista Enfermagem em Atenção à Saúde, [S. l.], 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/2177-9465-EAN-2021-0130>. Acesso em: 25 maio 2025.

STEFANACCI, R. G.; WILKINSON, J. R. **Quedas em idosos**. In: **Manuais MSD - Versão para Profissionais de Saúde**. [S. l.]: MSD, 2023. Disponível em: <https://www.msmanuals.com/pt/profissional/geriatria/quedas-em-idosos/quedas-em-idosos>. Acesso em: 25 maio 2025.

SUBBE, C. P.; KRUGER, M.; RUTHERFORD, P.; GEMMEL, L. **Validation of a modified Early Warning Score in medical admissions**. QJM: monthly journal of the Association of Physicians, 94(10), 521–526. Disponível em: <https://doi.org/10.1093/qjmed/94.10.521>. Acesso em: 25 maio 2025.

TEIXEIRA, Cristiane Chagas et al. **Aferição de sinais vitais: um indicador do cuidado seguro em idosos**. Texto & Contexto - Enfermagem, Florianópolis, v. 24, n. 4, p. 1071-1078, dez. 2015. DOI: 10.1590/0104-0707201500003970014. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/0104-0707201500003970014>. Acesso em: 24 maio 2025.

TELEHELP. **Botão de emergência para idosos: confira a importância**. 6 mar. 2024. Disponível em: <https://blog.telehelp.com.br/botao-de-emergencia-para-idosos-confira-a-importancia/>. Acesso em: 25 maio 2025.

UFERJ. **Tecnologia assistiva para idosos: promovendo independência e segurança.** 26 maio 2024. Disponível em: <https://uferj.com.br/dicas-de-saude-e-prevencao/tecnologia-assistiva-para-idosos-promovendo-independencia-e-seguranca/>. Acesso em: 25 maio 2025.

VILELA-VILAÇA, Luana et al. **Escala de alerta precoce para rastrear deterioração clínica em serviços médicos de emergência: revisão integrativa.** Enfermería Global, Murcia, v. 21, n. 68, out. 2022. DOI: 10.6018/eglobal.502451. Disponível em: <https://dx.doi.org/10.6018/eglobal.502451>. Acesso em: 24 maio 2025.

Assinatura do(a) orientador(a): \_\_\_\_\_