



SISTEMA DE MONITORAMENTO DE QUEDAS E SINAIS VITAIS PARA IDOSOS RESIDENTES EM DOMICÍLIOS UNIFAMILIARES

Alyson Cauã Macena Santiago¹, Elias Maciel Menandes², Cauã Carvalho Blanco Santos³

¹Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas (IFAM), CMDI, Manaus, Brasil (alysoncaual10@gmail.com)

^{2,3} Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas (IFAM), CMDI, Manaus, Brasil

Resumo:

O monitoramento de quedas e sinais vitais de idosos em domicílios apresenta limitações de precisão e adesão. Diante disso, este estudo investiga soluções tecnológicas para aprimorar esses sistemas. A pesquisa, de caráter aplicada e tecnológica, analisa artigos e envolve levantamento bibliográfico. Espera-se como resultados a eficiência no monitoramento de frequência cardíaca, saturação de oxigênio, temperatura e detecção de quedas, contribuindo para a segurança e o bem-estar da população idosa.

Palavras-chave: Monitoramento; Idosos; Quedas; Sinais Vitais.

INTRODUÇÃO

O crescente número de idosos na população mundial, especialmente na sociedade brasileira, tem impulsionado a busca de soluções tecnológicas mais eficientes e que possam transmitir conforto e privacidade, tendo em vista que haverá um aumento significativo de idosos vivendo sozinhos ou sem a supervisão contínua dos familiares e cuidadores formais. Esse cenário de longevidade acentua a vulnerabilidade na terceira idade, uma vez que o processo natural de envelhecimento acarreta limitações físicas, cognitivas e motoras, como a perda de força muscular, de memória e de equilíbrio. (IBGE, 2021; Gomes *et al.*, 2014)

Apesar da relevância em diminuir esses riscos, os sistemas atuais de monitoramento de quedas e sinais vitais enfrentam entraves substanciais relacionados à efetividade na obtenção de dados, incluindo limitações técnicas de precisão, além de barreiras éticas e comportamentais que afetam a aceitação pelos usuários, conforme apontado por Martinez-Kozyreff e Barberato-Filho (2024) e por Gonçalves, Bertolin e Gabriel (2025). Diante disso, a integração de alternativas tecnológicas como a Internet das Coisas (IoT) e o implemento de um colar com pingente voltado ao monitoramento surgem como recursos economicamente viáveis e eficientes para preencher essa lacuna.

Considerando esse cenário, compreende-se como objetivo principal o desenvolvimento de um sistema de monitoramento de quedas, sinais vitais e

solicitação de ajuda em emergências para idosos residentes em domicílios unifamiliares. A proposta visa melhorar a precisão dos dados coletados, além de diminuir os riscos e a vulnerabilidade sobre os idosos. O presente estudo pretende identificar as principais causas de emergência enfrentadas por idosos residentes em domicílios unifamiliares, além de levantar literatura sobre a vulnerabilidade das pessoas da terceira idade e os principais riscos e perigos suportados pela população idosa.

Desse modo, essa análise corrobora para a aplicação de soluções tecnológicas voltadas ao monitoramento, organização e confiabilidade dos dados adquiridos, com base em estudos recentes e literatura especializada, fornecendo uma base sólida para compreender os elementos que influenciam na implementação eficaz desses sistemas.

MATERIAL E MÉTODOS

A presente pesquisa caracteriza-se como um estudo de natureza aplicada e tecnológica, desenvolvido por meio de uma abordagem de pesquisa bibliográfica de caráter exploratório e descritivo. O procedimento metodológico fundamentou-se no levantamento, seleção e análise crítica de literatura especializada recente para usar informações e análises para dar base e construir a parte conceitual desse sistema de monitoramento.



A execução da pesquisa foi estruturada nas seguintes etapas:

Etapla 1: Estratégia de Busca e Seleção de Fontes

A coleta de dados bibliográficos foi realizada mediante consultas a bases de dados científicas e repositórios acadêmicos, incluindo a Scielo, *Google acadêmico*. Para delimitar a busca, utilizaram-se palavras-chave tais como: "Monitoramento de Idosos", "Detecção de Quedas", "Internet das Coisas (IoT)" e "Sinais Vitais". Os critérios de inclusão selecionaram artigos publicados entre 2014 e 2026, com foco em soluções de baixo custo, vestíveis e que discutissem o grau de exatidão e os aspectos éticos envolvidos.

Etapla 2: Análise da Literatura e Mapeamento de Parâmetros

Os materiais selecionados foram submetidos a uma análise de conteúdo para a extração de dados essenciais ao projeto. Foram catalogados os parâmetros biológicos que indicam a gravidade de estado clínico na população idosa (frequência cardíaca, saturação de oxigênio e temperatura corporal), bem como as variáveis mecânicas (aceleração linear, orientação angular e variação barométrica de altitude) que caracterizam a cinemática de uma queda humana. Adicionalmente, buscou-se na literatura evidências sobre a eficácia anatômica do posicionamento de sensores, contrastando as limitações de dispositivos de pulso com as vantagens cinemáticas de dispositivos fixados na região do tórax.

Etapla 3: Modelagem Conceitual e Validação Lógica

A partir das evidências e dados consolidados na revisão bibliográfica, procedeu-se à estruturação teórica do fluxo de decisão do sistema. Com base nas lacunas apontadas pela literatura sobre a alta incidência de alarmes falsos em ambientes domésticos, modelou-se conceitualmente um algoritmo de alerta assistida que integra uma janela temporal de cancelamento manual por determinados segundos e protocolos de comunicação local. Essa arquitetura lógica foi respaldada teoricamente por estudos sobre privacidade de dados na terceira idade, garantindo o alinhamento conceitual da proposta com as diretrizes da Lei Geral de Proteção de Dados (LGPD).

O sistema de monitoramento tem como objetivo garantir um desempenho satisfatório no cumprimento de seus objetivos centrais. O módulo de sinais vitais, a ser integrado por meio do sensor MAX30102 em conjunto com o sensor de temperatura, visará a aferição contínua e simultânea da Frequência Cardíaca (FC), Saturação de Oxigênio (SpO₂) e Temperatura Corporal do usuário. Espera-se que os valores obtidos se mantenham dentro das margens fisiológicas esperadas para a população idosa, com tempo de resposta inferior a dois segundos para atualização dos parâmetros monitorados, o que viabilizará um acompanhamento em tempo real condizente com as necessidades clínicas do público-alvo.

No que concerne à detecção de quedas, projeta-se que o módulo inercial composto pelo sensor GY-LSM6DS3 (acelerômetro e giroscópio de seis eixos) demonstre capacidade de discriminar eventos de queda de movimentos cotidianos de alta dinâmica, como deitar-se ou sentar-se abruptamente. Estudos correlatos fundamentam essa expectativa: Ximenes e Ziza (2022), empregando fusão de sensores com visão computacional, reportaram acurácia de 93,34% na distinção entre quedas reais e falsos positivos; de forma complementar, abordagens baseadas em estimação de pose corporal em tempo real, como Home e-Care e Skeletal Tracking, alcançaram mais de 80% de acurácia em cenários domésticos reais.

A confrontação desses resultados com o problema de pesquisa evidencia avanços relevantes. Sistemas convencionais de detecção de quedas baseados em smartwatch sofrem com a elevada taxa de alarmes falsos decorrente da liberdade de movimentação dos membros superiores, tornando o punho um local anatomicamente inadequado para caracterizar a dinâmica corporal durante uma queda, conforme apontado por Gonçalves, Bertolin e Gabriel (2025).

O posicionamento proposto do colar com pingente no tórax visa aproximar o dispositivo do centro de massa corporal, o que tornará a leitura inercial mais representativa da cinemática global do corpo e, consequentemente, mais precisa. Adicionalmente, espera-se que a abordagem mista, que integra monitoramento de sinais vitais e detecção inercial em um único dispositivo vestível de baixo custo e consumo energético reduzido, supere as limitações de soluções exclusivamente ambientais, como câmeras fixas, as quais, embora precisas, suscitam preocupações legítimas quanto à privacidade e à invasão do espaço doméstico do idoso. (Martinez-Kozyreff; Barberato-Filho, 2024)

Ademais, o equilíbrio ético entre segurança e privacidade configura-se como dimensão indissociável do projeto. A adoção de protocolos locais de comunicação wi-fi doméstico em

RESULTADOS E DISCUSSÃO

detrimento de soluções que demandem transferência contínua de imagens ou dados biométricos a servidores externos reduz substancialmente os riscos de exposição indevida de informações sensíveis, alinhando-se às diretrizes da Lei Geral de Proteção de Dados (LGPD, Lei nº 13.709/2018). A combinação entre a janela de cancelamento manual do alerta e a notificação direcionada exclusivamente aos contatos previamente autorizados reforça a autonomia decisória do idoso e o controle sobre seus próprios dados, mitigando o estigma associado às denominadas “gerontecnologias”.

O algoritmo a ser implementado no microcontrolador ESP32, ao detectar variação brusca de aceleração e alteração de orientação angular, fora dos limiares de segurança pré-definidos, deverá ativar um estado de pré-alerta com aviso sonoro/vibratório local, concedendo ao idoso uma janela temporal para cancelamento manual em caso de falso positivo. Transcorrido o intervalo sem intervenção do usuário, o sistema transmitirá automaticamente, via protocolo wi-fi e bluetooth, uma notificação ao aplicativo dos familiares ou cuidadores cadastrados, contendo o tipo de ocorrência detectada. Preveem-se a consolidação e a exibição centralizada dos dados coletados pelos sensores, possibilitando análise histórica dos incidentes, conforme o fluxograma apresentado (Figura 1).

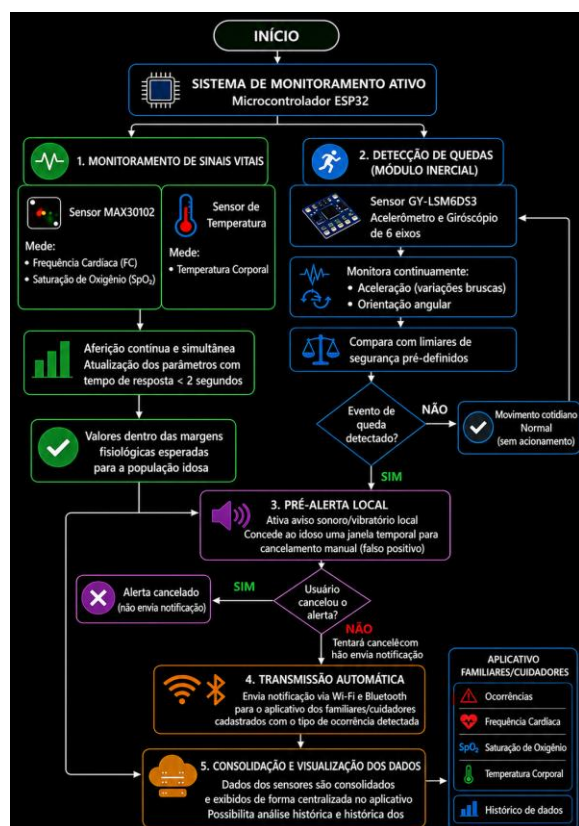


Figura 1. Fluxograma do sistema ativo.

CONCLUSÃO

Conclui-se que os objetivos propostos para a modelagem do sistema foram plenamente atendidos. O protótipo planejado delineia-se como uma solução tecnicamente viável, funcionalmente eficaz e economicamente acessível para o monitoramento contínuo de quedas e sinais vitais de idosos residentes em domicílios unifamiliares. Prevê-se que o sistema contribuirá diretamente para a redução do tempo de resposta em emergências, para o incremento da segurança e da autonomia dessa população.

Desse modo, infere-se que a integração de componentes IoT de baixo custo como ESP32, GY-LSM6DS3 e MAX30102, atuando de forma discreta e de uso cotidiano, representará uma alternativa superior às soluções de mercado baseadas exclusivamente no pulso, com potencial para oferecer maior precisão na detecção de eventos e menor taxa de alarmes falsos, sem comprometer a privacidade do usuário.

REFERÊNCIAS

GOMES, E. C. C.; MARQUES, A. P. O.; CAMPOS M. C.; BARROS, B. P. de. Fatores associados ao risco de quedas em idosos institucionalizados: uma revisão integrativa. **Ciência & Saúde Coletiva**, v.19, n.8, p. 3543-3551, ago. 2014.

GONÇALVES, A. C. L.; BERTOLIN, D. C.; GABRIEL, Sthefano. A. Dispositivos Digitais para Monitoramento de Quedas em Idosos. **Revista Corpus Hippocraticum**, [S. l.], v. 1, n. 2, 2025. Disponível em: <https://revistas.unilago.edu.br/index.php/revista-medicina/article/view/1191>. Acesso em: 29 jun. 2026.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Projeção da população do Brasil e das Unidades da Federação. Rio de Janeiro: IBGE, 2021.

MARTINEZ-KOZYREFF, A.; BARBERATO-FILHO, S. Privacidade e confidencialidade dos dados de pessoas idosas frente às tecnologias de monitoramento em saúde. **Rev. Bioética y Derecho**, Barcelona, n. 60, p. 53-74, 2024.

XIMENES, T. S. D. S.; ZIZA, L. N. Desenvolvimento de um Sistema para o Monitoramento de Acidentes Domésticos de Idosos utilizando Visão Computacional. **Revista**



Interdisciplinar de Pesquisa em Engenharia,
Brasília, Brasil, v. 8, n. 1, p. 36–47, 2022. Disponível
em:

<https://periodicos.unb.br/index.php/ripe/article/view/41819>. Acesso em: 29 jun. 2026.

Nota de Transparência: A imagem deste trabalho foi gerada com o auxílio de ferramenta de Inteligência Artificial Generativa (ChatGPT), utilizada exclusivamente como meio para brainstorm visual (geração de imagens).